

**Auswirkungen der Digitalisierung und Industrie 4.0
auf den bundesdeutschen Sozialstaat**

Sozialpolitik im Spannungsgefüge der digitalen Transformation

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades Dr. rer. pol.
im Fach Politikwissenschaft

an der
Fakultät für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

vorgelegt von
Lucas Schäfer
im Januar 2023, Heidelberg

Betreuer und Erstgutachter: PD Dr. Frieder Wolf

Zweitgutachter: Prof. Dr. Reimut Zohlnhöfer

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	V
Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen	VIII
1 Einleitung	1
1.1 Einführung und Problematisierung.....	1
1.2 Fragestellung und Zielsetzungen	7
1.3 Gliederung und Aufbau	10
Teil 1: Der industrialisierte Sozialstaat	13
2 Einleitende Hinweise	13
3 Die Industrialisierung – eine Einführung	14
3.1 Eine kurze Begriffsgeschichte der industriellen Revolution	14
3.2 Die Industrialisierung aus ökonomischer Perspektive	22
3.3 Rahmenbedingungen der Industrialisierung	29
3.4 Die Rolle des Staates im beginnenden Industrialisierungsprozess.....	37
3.5 Gesellschaftliche Aspekte – Pauperismus und die Soziale Frage	43
4 Genese des deutschen Wohlfahrtsstaates im Lichte der Industrialisierung	55
4.1 Die Formierung der Arbeiterbewegung im Kontext der Sozialen Frage.....	55
4.2 Staat und Arbeiterschaft – zwischen Repression und Integration	60
4.3 Das kaiserliche Sozialversicherungssystem als Antwort auf die Soziale Frage.....	65
4.4 Die industrielle Entwicklung als Motor des Wohlfahrtsstaates.....	78
5 Grundzüge der Sozialpolitik und des bundesdeutschen Sozialstaates	82
5.1 Einführung und Kontextualisierung	82
5.2 Grundlagen und Formen der Sozialpolitik	85
5.2.1 Zielsetzungen und normative Hintergründe	85
5.2.2 Gestaltungsprinzipien.....	88
5.2.3 Abgrenzung.....	90
5.2.4 Funktionen und Wirkungen	92
5.2.5 Instrumente	94
5.2.6 Sozialstaat – Wohlfahrtsstaat – Regimetypen.....	95
5.3 Konstitution des bundesdeutschen Sozialstaates	100
5.3.1 Sozialstaat und Grundgesetz	100
5.3.2 Gestaltungsprinzipien des bundesdeutschen Sozialstaates.....	104
5.3.3 Sozialstaatliche Regelungskompetenzen.....	106
5.3.4 Sozialpolitische Handlungsfelder und Aufgabenbereiche	110
5.3.4.1 Arbeitsmarktpolitik	111
5.3.4.2 Arbeitsschutz	111
5.3.4.3 Gesundheitswesen.....	112
5.3.4.4 Grundsicherung	113
5.3.4.5 Sozialversicherungssystem	115
5.3.4.6 Transferleistungen	121

5.3.4.7 Sozialwesen.....	123
5.3.4.8 Berufsständische Systeme	124
5.3.5 Finanzielle Dimension der Sozialstaatlichkeit.....	126
6 Schlussfolgerungen	131
Teil 2: Die Digitalisierung und das Konzept der Industrie 4.0.....	132
7 Einleitende Hinweise	132
8 Entwicklung und Grundzüge der Digitalisierung.....	133
8.1 Problematisierung und Überblick	133
8.2 Von den analogen Wurzeln des Digitalen	134
8.3 Theoretische und technologische Voraussetzungen	139
8.3.1 Einordnung	139
8.3.2 Die Anfänge der (elektronischen) Nachrichtentechnik	139
8.3.3 Das Binärsystem nach Leibniz und die <i>machina arithmetica</i>	142
8.3.4 Die Computer des Charles Babbage und die Boolesche Algebra	144
8.3.5 Digitale Schaltungstechnik, Nachrichtenübertragung und Informationen	147
8.4 Die informationstechnologische Digitalisierung des 20. Jahrhunderts	151
8.4.1 Kontextualisierung.....	151
8.4.2 Von der Z1 zum Personal Computer und dem Aufstieg der Software-Industrie	152
8.4.3 Von der Lochkarte zur Compact Disk	161
8.4.4 Die Vernetzung der Welt – vom ARPANET zum World Wide Web	165
8.5 Deutung des Digitalisierungsbegriffs jenseits des Technologischen	177
8.6 Treiber der Digitalisierung	183
9 Die Industrie 4.0 – digitale Transformation des industriellen Sektors	191
9.1 Überblick	191
9.2 Entstehungskontext und thematische Einführung	192
9.2.1 Forschungsprogramme und Technologieinitiativen im Vorfeld der Industrie 4.0	192
9.2.2 Akteure und Institutionalisierung der Industrie 4.0	200
9.2.3 Die Industrie 4.0 als Ausdruck der vierten industriellen Revolution.....	207
9.3 Abgrenzung und Deutung der Industrie 4.0	210
9.3.1 Begriffsdefinition	210
9.3.2 Basistechnologien.....	214
9.3.2.1 Smart Connected Things	214
9.3.2.2 Cyber-physische Systeme	218
9.3.2.3 Das Internet der Dinge und Dienste	221
9.3.2.4 Big Data.....	227
9.3.3 Gestaltungsprinzipien.....	233
9.3.3.1 Interoperabilität.....	234
9.3.3.2 Modularität.....	235
9.3.3.3 Dezentralisierung.....	236
9.3.3.4 Virtualisierung.....	236
9.3.3.5 Serviceorientierung.....	237
9.3.3.6 Echtzeitfähigkeit	237
9.4 Potentiale der Industrie 4.0 für den Wertschöpfungsprozess.....	238
10 Digitale Transformation im Kontext – alter Wein in neuen Schläuchen?.....	242

Teil 3: Sozialpolitik im Spannungsgefüge der digitalen Transformation	250
11 Einleitende Hinweise	250
12 Die digitale Transformation und ihr Modifikationspotential der Arbeit	253
12.1 Die digitale Informatisierung der Arbeit	253
12.2 Modi der Mensch-Technik-Interaktion	259
12.3 Neue Qualifikationsanforderungen an die Arbeitskraft von morgen.....	263
13 Auswirkungen der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Arbeitswelt	268
13.1 Einordnung und Überblick	268
13.2 Technische Substitutionspotentiale der digitalen Transformation	273
13.3 Wandel der Qualifikationsstruktur – Polarisierung oder Upgrading?	283
13.4 Wandel des Beschäftigungsvolumens und der Struktur des Arbeitsmarktes	290
13.5 Wandel der Arbeitsformen am Beispiel der Plattformökonomie.....	297
14 Anforderungen an die Sozialpolitik im Zuge der digitalen Transformation der Arbeit ..	305
14.1 Eingrenzung.....	305
14.2 Beschäftigungseffekte im Digitalzeitalter und ihr Einfluss auf den Sozialstaat.....	306
14.3 Strukturelle Transformation des Arbeitsmarktes im Lichte des Upgrading	314
14.4 Atypische Beschäftigungsverhältnisse im Kontext der Plattformökonomie	323
15 Zusammenfassung der Ergebnisse und abschließender Befund.....	331
16 Fazit und Ausblick	342
Literatur- und Quellenverzeichnis	347

Abkürzungsverzeichnis

ABC	Atanasoff-Berry-Computer
ABV	Arbeitsgemeinschaft berufsständischer Versorgungseinrichtungen e.V.
acatech	Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V.
ADA	Allgemeiner Deutscher Arbeiterverein
ADAV	Allgemeine Deutsche Arbeiterverbrüderung
agendaCPS	Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems
ALG II	Arbeitslosengeld II
ALV	Arbeitslosenversicherung
ARPA	Advanced Research Projects Agency
ASCC	Automatic Sequence Controlled Calculator
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
AsylbLG	Asylbewerberleistungsgesetz
BA	Bundesagentur für Arbeit
BAS	Bundesamt für Soziale Sicherung
BaföG	Bundesausbildungsförderungsgesetz
BBN	Bolt, Beranek and Neumann
BCD	Binary Coded Decimal
BDI	Bundesverband der Deutschen Industrie
BeamtVG	Beamtenversorgungsgesetz
Bitkom	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMF	Bundesministerium der Finanzen
BMFSFJ	Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
BMI	Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BVA	Bundesverwaltungsamt
BVG	Bundesversorgungsgesetz
CERN	Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency
CCR	Command and Control Research
CD	Compact Disk
CERN	Conseil Européen Pour La Recherche Nucléaire
CIM	Computer-Integrated Manufacturing
CPS	Cyber-physische Systeme

CPPS	Cyber-physische Produktionssysteme
CSNET	Computer Science Research Network
DFKI	Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz
DoD	Department of Defense
DRV	Deutsche Rentenversicherung
DVD	Digital Versatile Disk
ENIAC	Electronic Numerical Integrator and Computer
EU	Europäische Union
EVS	Einkommens- und Verbrauchsstichprobe
GG	Grundgesetz
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
GPS	Globales Positionsbestimmungssystem
GUV	Gesetzliche Unfallversicherung
HPI	Hasso-Plattner-Institut
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IaaS	Infrastructure as a Service
IBM	International Business Machines Corporation
IDC	International Data Corporation
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
Intel	Integrated Electronic Corporation
IoT	Internet of Things
IoS	Internet of Services
IP	Internet Protocol
IPTO	Information Processing Techniques Office
KFürsV	Verordnung zur Kriegsopferfürsorge
KI	Künstliche Intelligenz
KSA	Kaiserliches Statistisches Amt
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MS-DOS	Microsoft Disk Operating System
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NATO	North Atlantic Treaty Organization
NCP	Network Control Protocol
NFC	Near Field Communication
NSF	National Science Foundation
NSFNET	National Science Foundation Network
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PaaS	Platform as a Service

PC	Personal Computer
PIACC	Programme for the International Assessment of Adult Competencies
PV	Pflegeversicherung
RAMAC	Random-Access Method of Accounting and Control
RFID	Radio-Frequency Identification
SaaS	Software as a Service
SAGE	Semi-Automatic Ground Environment
SAP	Sozialistische Arbeiterpartei Deutschlands
SCoT	Smart Connected Things
SGB	Sozialgesetzbuch
StBA	Statistisches Bundesamt
TCP	Transmission Control Protocol
UCLA	University of California Los Angeles
UCSB	University of California Santa Barbara
URL	Universal Resource Locator
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.
WHO	World Health Organization
WLAN	Wireless Local Area Network
WWW	World Wide Web
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.

Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

Abbildungen

Abb. 1: Verwendung der Begriffe Industrial Revolution und Industrialization in Titeln wissenschaftlicher Publikationen im Zeitraum 1950–2019	21
Abb. 2: Säulen des bundesdeutschen Sozialstaates	110

Tabellen

Tab. 1: Verfassungsrechtliche Verankerung sozialer Grundwerte im deutschen Grundgesetz	102
Tab. 2: Finanzielle Indikatoren der Sozialstaatlichkeit (1950–2019)	129

1 Einleitung

1.1 Einführung und Problematisierung

Als Reichskanzler Otto Fürst von Bismarck in einer kaiserlichen Botschaft zur Eröffnung des fünften Deutschen Reichstages am 17. November 1881 verkündete, dass „[...] die Heilung der sozialen Schäden nicht ausschließlich im Wege der Repression sozialdemokratischer Ausschreitungen, sondern gleichmäßig auf dem der positiven Förderung des Wohles der Arbeiter zu suchen sein werde“ (Reichstag 1882: 2), stellte dies nicht nur die formale Geburtsstunde des deutschen Wohlfahrtsstaates und der genuin neuen Idee staatlicher Sozialpolitik dar, mit welcher die „Wende von der Sozialpolitik für Wenige zur Sozialpolitik für Viele“ (Schmidt 2005: 22) eingeläutet wurde (vgl. Ritter 1995: 146; Tennstedt 1997: 88 f.; Schmidt 2012: 10; Wendt 2017: 384 f.; Butterwegge 2018: 41). Auch kann die Eröffnungsrede als Kulminationspunkt der sozialen und politischen Verwerfungen im Gewand der Sozialen Frage in Folge der mit der industriellen Revolution einhergehenden ökonomischen Transformation des Deutschen Kaiserreichs betrachtet werden. Der deutsche Wohlfahrtsstaat – so lässt sich resümieren – verdankt seine Entstehung in Teilen den durch die Industrialisierung veränderten sozioökonomischen und politischen Rahmenbedingungen des 19. Jahrhunderts (Ritter 1998: 3 u. 28; Notz 2009: 86; Kohl 2013: 31; Reiter 2017c: 93 f.; Schmidt 2005: 26–29; Schmidt/Ostheim 2007a: 126; Promberger/Zapfel 2011: 88; Paulus 2018: 54; Berger/Przyrembel 2016: 92 f.; Wendt 2017: 110).¹ Seit dieser ersten Findungsphase hat der deutsche Sozialstaat eine wechselhafte Geschichte erlebt, in welcher er immer wieder an die sich verändernden Parameter im Zuge wechselnder politischer Realitäten,² der voranschreitenden industriellen Entwicklung und des sektoralen Wandels angepasst worden ist. Innerhalb dieses mehr als 140 Jahre währenden Zeitraums erlebte der in seiner heutigen Verfasstheit als – mit Einschränkungen – konservativ zu typologisierende Wohlfahrtsstaat (Esping-Andersen 1990: 27) verschiedene sich abwechselnde Phasen des Aus- und Umbaus, um nun zu Beginn der 2020er Jahre mit einer Sozialleistungsquote von 33,4 % und einem staatlichen Anteil in Höhe von 34,3 % am Sozialbudget (Stand 2020) auf ein – nicht nur im OECD-Vergleich, sondern ebenso aus historischer Sicht – bemerkenswertes Niveau anzuwachsen (OECD 2020: 2; BMAS 2022: 7 f.); all dies obendrein in

¹ Zwar ist innerhalb der vergleichenden historischen und sozialwissenschaftlichen Forschung nicht restlos geklärt, welches Faktorenbündel hinreichend zur Entstehung des deutschen Wohlfahrtsstaates geführt hat, allerdings herrscht Konsens darüber, dass die Hochindustrialisierung nicht nur zeitlich mit seiner Entstehung zusammenfällt, sondern in diesem Kontext auch eine notwendige Bedingung dargestellt hat (Schmidt/Ostheim 2007a: 126 f.; Promberger/Zapfel 2011: 88; Tennstedt: 88 f.; vgl. hierzu auch Ausführungen in Kapitel 3.3 und 4.4).

² Zu diesen historischen Wendepunkten des 20. Jahrhunderts zählen etwa die Weimarer Republik, der Nationalsozialismus, die deutsche Teilung und Wiedervereinigung aber auch die zunehmende europäischen Integration.

einem Umfeld, in welchem die Zukunftsfähigkeit der Finanzierungsgrundlage des Sozialversicherungssystems auf Grund zentraler Herausforderungen ohnehin zunehmend hinterfragt werden muss.³ Vor diesem Hintergrund stehen heute – rund 200 Jahre nachdem die Industrialisierung⁴ in Deutschland begann Fuß zu fassen – die Volkswirtschaft, die Gesellschaft und das politische System des bundesdeutschen Wohlfahrtsstaates vor einem womöglich ähnlich fundamentalen Wandel, der in Gestalt der sich seit den 1970er Jahren, spätestens aber seit Beginn des 21. Jahrhunderts zunehmend verstetigenden Digitalisierung einen in Art und Umfang nicht weniger gravierenden Transformationsprozess in Gang setzen könnte als die industrielle Entwicklung des 19. Jahrhunderts, deren Resultat doch gerade die Geburt des deutschen Sozialstaats war.⁵ In diesem Kontext künden zahlreiche Publikationen im Rahmen der wissenschaftlichen Diskussion beinahe heilsartig vom Anbruch eines neuen Zeitalters, eines „Second Machine Age“ (vgl. Brynjolfsson/McAfee 2014), einer „Third Industrial Revolution“ (vgl. Rifkin 2011) oder gar der „4. Industriellen Revolution“ (vgl. Forschungsunion/acatech 2013: 5) und beschwören das Kommen eines gänzlich neuen Produktionsregimes durch die sogenannte *Industrie 4.0* (vgl. Boes et al. 2014: 5 f.). Insbesondere mit Blick auf die nicht nur im deutschsprachigen Raum geführte Debatte über die potentiellen Entwicklungs- und Anwendungsmöglichkeiten digitaler Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) und der hieraus resultierenden digitalen Transformation lässt sich spätestens seit dem Jahr 2011 eine Verlagerung des Schwerpunktes hin zu dem Konzept der *vierten industriellen Revolution* (kurz Industrie 4.0) beobachten (Kohlmann/Schmidt 2016: 2 f.; Wang et al. 2016: 1; Hirsch-Kreinsen 2016a: 10; Andelfinger 2017: 1 f.). Das Schlagwort *Industrie 4.0*, welches auf der Hannover-Messe im Jahr 2011 durch Kagermann et al. (2011) erstmals Eingang in die öffentliche Diskussion fand,

³ Dies betrifft etwa die Alterssicherung, die wegen der voranschreitenden Alterung der Erwerbsbevölkerung und der aktuell im Vergleich zur Inflationsrate noch anhaltenden Niedrigzinsphase vor erheblichen Herausforderungen steht (Walz/Brühl 2015: 35–38; BMBF 2017: 5 f.; Werding 2018: 36–38; Deutsche Bundesbank 2022; StBA 2023). Andererseits sieht sich mittlerweile auch die – durch die positive konjunkturelle Entwicklung der Vorjahre doch mit einer Rücklage von einst 26 Mrd. EUR solide aufgestellte – Arbeitslosenversicherung einem stetig wachsenden Druck ausgesetzt: Zum einen etwa auf Grund der erheblichen Mehrbelastungen in Form von Kurzarbeitergeld, Sozialleistungen aus der Kurzarbeit und des Arbeitslosengelds zur Abfederung der Folgen der COVID-19-Pandemie auf den deutschen Arbeitsmarkt, welche die Ausgaben der Bundesagentur für Arbeit (BA) in den Jahren 2020 und 2021 auf insgesamt rund 120 Mrd. EUR anschwellen und eine höhere Bezuschussung von Seiten des Bundes unausweichlich haben werden lassen, zum anderen durch die pandemiebedingte Delle im Wirtschaftswachstum und die anhaltend eingetrübten Konjunkturaussichten im Zuge der Energiepreiskrise, was den Abbau des Haushaltsdefizits der BA, die nachhaltige Reduzierung von Bundeszuschüssen oder gar den Wiederaufbau ehemaliger Rücklagen fragwürdig erscheinen lässt (vgl. BA 2019; 2020; 2021; BMAS 2020b: 2; Dorn et al. 2020: 35; Wollmershäuser 2020: 5–9; Wollmershäuser et al. 2021: 9 f.; BMWK 2022d: 103 f.; Sachverständigenrat 2022: 15).

⁴ Der in diesem Kontext herangezogene Referenzzeitraum für das Einsetzen der Industrialisierung in Deutschland bezieht sich auf die Umbruchphase innerhalb der deutschen Länder um das Jahr 1815 (Borchardt 1972: 22 f.; Kiesewetter 2004: 15; Hahn 2011: 13 f.).

⁵ Zur Genese des deutschen Sozialstaates und seiner zentralen Rahmenbedingungen vgl. ausführlich Kapitel 4.4.

ist hierbei zunächst rein als Etikettierung einer sich bereits seit längerem vollziehenden Entwicklung in den technologisch hochentwickelten Industrienationen zu verstehen und verweist im Kern auf die kommerzielle Nutzung von digitalen IKT im Bereich der industriellen Produktion (Rinne/Zimmermann 2016: 4; Weber 2016b: 67). Dahingehend lässt sich Industrie 4.0 als Verdichtung der digitalen Transformation hin zur Digitalisierung der industriellen Produktion aber auch des Dienstleistungssektors verstehen (Hirsch-Kreinsen 2018: 15), die auf die Integration digitaler Intelligenz in Maschinen, Anlagen, Fertigungsteilen und Produkten in Form von cyber-physischen Systemen abzielt und die Synthese physischer Produktionssysteme mit eingebetteter Software einerseits sowie den globalen Datennetzen andererseits forciert. Das Ziel dieser digitalen Integration hin zu einem *Internet der Dinge* (Bertschek 2015: 3) ist die Erhöhung der Produktivität durch Einsatz von Technologien und damit die Effizienzsteigerung des Produktionsprozesses im Sinne der Rationalisierung der Produktionsfaktoren im Rahmen einer flexibilisierten, kundenindividuellen Großserienproduktion bei geringen Losgrößen (≥ 1). Die hierfür notwendige Dezentralisierung und Verbesserung der Automatisierung der Produktion sollen durch die Implementierung von Prozessen der autonomen Optimierung, Diagnose und Konfiguration erreicht werden und somit auf intelligente Weise die Arbeitskräfte unterstützen. Kurzum: Durch die Nutzung von Datenbeständen, die in Echtzeit selbstständig vom Produkt und den Produktionsanlagen in Form von cyber-physischen Produktionssystemen erhoben werden, soll die Planung, Steuerung und Überwachung einer noch stärker als bisher automatisierten Produktion von Gütern und Dienstleistungen sowie der dafür notwendigen Logistik ermöglicht und optimiert sowie kostenintensive Fehler erkannt und behoben werden, noch ehe diese eintreten (Kagermann et al. 2011: 2; Bundestag 2012: 34; Jasperneite/Niggemann 2012: 37–40; Anderl 2015: 753 f.; Hermann et al. 2015: 8–13; Plattform Industrie 4.0 2015b: 8; Rinne/Zimmermann 2016: 4; Wang et al. 2016: 1–3; Weber 2016b: 67; BMBF 2017: 7; Hirsch-Kreinsen 2018: 15; Ittermann/Niehaus 2018: 35–37; Steven 2019: 13 f.).

Neben diesen inhaltlichen Aspekten verweist die Semantik des Begriffs auch auf eine symbolische Dimension: Augenscheinlich soll mit der Bezeichnung *Industrie 4.0*, die sich seit ihrer Schöpfung als feststehender Begriff innerhalb der medialen Berichterstattung und auch im Sprachgebrauch des bundesrepublikanischen Exekutiv- und Verwaltungsapparats hat etablieren können,⁶ zum Ausdruck gebracht werden, dass mit ihr das Zeitalter einer neuen und somit vierten industriellen Revolution eingeleitet würde. Die Nomenklatur *4.0* stellt hierbei nicht nur einen Bezug zu den vorangegangenen industriellen *Revolutionen* – d. h. Kontinuität – her, sondern

⁶ Z. B. „Zukunftsbild Industrie 4.0“ (vgl. BMBF 2013).

betont ebenso die Gleichwertigkeit ihrer umwälzenden Effekte mit den vorangegangenen industriellen Entwicklungsschüben. Durch den Verweis auf ihren revolutionären Charakter⁷ wird nicht zuletzt – und ebenso wie bei der Anfang der 1950er Jahre in Deutschland flächenmäßig einsetzenden Automatisierung – ein Fortschrittsversprechen propagiert (Heßler 2016: 17 f.; Hirsch-Kreinsen 2018: 13 f.), welches die aktuelle Bundesregierung neuerdings als einen positiv zu wertenden „digitalen Aufbruch“ (Bundesregierung 2021: 15) umschreibt. Dieser Fortschritt findet aber nicht nur in der Technologie per se seinen Ausdruck, sondern ebenso in den optimistischen Erwartungen, die in den Wandel gelegt werden, und reichen von positiven Beschäftigungseffekten über eine stärkere Entlastung der Arbeitnehmer bis hin zu einer wettbewerbstechnischen Vormachtstellung der deutschen Industrie im internationalen Umfeld (BMBF 2013: 6 f.; BMWi 2015a: 3–6; BMAS 2017a: 47–49). Gleichwohl ist es eine wesentliche Eigentümlichkeit des Revolutionsbegriffs, dass mit ihm nicht nur Faszination, sondern auch Ängste einhergehen und sich die Geister „am Januskopf der Revolution, dem Wechselspiel von Zerstörung und Neuordnung, scheiden“ (Meyer 1976: 122). Ob die Industrie 4.0 eine Revolution im klassischen Sinne darstellt oder es sich bei ihr – wie bereits Roeper im Jahr 1958 bezüglich der Automatisierung feststellte (1958: 24–26) – doch vielmehr um eine Evolution in Form einer stetig voranschreitenden technologischen und wirtschaftlichen Entwicklung mit sporadisch auftretenden Innovationsschüben handelt, ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt mit Unsicherheit behaftet, zumal ja nicht zuletzt die Tatsache bemerkenswert ist, „dass erstmalig eine industrielle Revolution ausgerufen wird noch bevor sie stattgefunden hat“ (Draht 2014: 2). Gleichwohl lässt sich ökonomischer Fortschritt in kapitalistischen Systemen doch grundsätzlich als ein „evolutionary [...] process of creative destruction“ (Schumpeter 2003: 81 f.) charakterisieren, bei welchem Innovationen zu einer ständigen Revolutionierung wirtschaftlicher Strukturen führen. Eindrücklich nachvollzogen werden kann dies etwa an der Industrialisierung des 18., allen voran aber des 19. und 20. Jahrhunderts, als verhältnismäßig jungem Beispiel der Wirtschaftsgeschichte, mit ihren tiefgreifenden Umwälzungen im Bereich der (Produktions-)Technologien und der Ökonomie, aber auch und insbesondere auf den Ebenen der Gesellschaft und der Politik – etwa in Gestalt des aufkommenden Proletariats, der Entstehung des Kommunismus und der Sozialdemokratie sowie der Genese des Wohlfahrtsstaates, oder kurzum des in diesen ausgetragenen Konflikts zwischen Arbeit und Kapital. Und da die Industrie 4.0 als

⁷ Da es sich um ein globales und insbesondere die entwickelten Industrienationen betreffendes Phänomen handelt, fassen auch andere Länder die industrielle Nutzung von IKT und die damit einhergehenden Ziele unter Sammelbegriffen wie etwa *Industrial Internet* in den Vereinigten Staaten oder *Internet Plus* und *Made-in-China 2025* in der Volksrepublik China zusammen, lassen aber den revolutionären Aspekt beiseite (Shubin/Zhi 2016: 102–104 u. 112–114; Wang et al. 2016: 1; Li 2018: 66; Boyes et al. 2018: 2 f.; vgl. ausführlich Kapitel 9.3.2).

jüngster Ausdruck und zugleich Sonderform der voranschreitenden digitalen Transformation unserer Arbeits- und Lebenswelt nicht nur in semantischer Hinsicht, sondern ebenso und speziell auf inhaltlich-konzeptioneller Ebene auf die – im Schumpeterschen Sinne – umwälzenden Charakteristika der industriellen Revolution sowie die sich ihr anschließende industrielle Entwicklung als quasi logische Fortführung derselben referenziert und dabei in sich sowohl evolutionäre als auch revolutionäre Aspekte⁸ vereint, scheint die Einschätzung folglich keineswegs alarmistisch, dass aus der digital-industriellen Transformation des 21. Jahrhunderts nicht nur nutzenstiftende Potentiale im Sinne einer beispiellosen Produktivitätssteigerung, sondern auch negative ökonomische und damit auch soziale Externalitäten mit disruptiven Konsequenzen von teils existentieller Bedeutung erwachsen könnten, deren Form und Ausmaß gegenwärtig nur schwer abzuschätzen sind (Avent 2014: 13 f.).

Muss aber eine Gesellschaft wie jene der Bundesrepublik Deutschland in Anbetracht solch tiefgreifender Fortschrittsversprechen, die den Vergleich mit der größten sozioökonomischen Transformation der Neuzeit suchen, an deren Ende mit der kaiserlichen Sozialgesetzgebung die Genese des deutschen Wohlfahrtsstaates als gesamtgesellschaftlich tragfähiger Lösungsvorschlag (Ritter 1998: 51 f.; Schmidt/Ostheim 2007a: 128), ja als „Klassenkompromiss zwischen Kapital und Proletariat“ (Butterwegge 2018: 42) stand, nicht auch danach fragen, welche potentiell negativen Auswirkungen aus der Digitalisierung und Industrie 4.0 für den Sozialstaat resultieren können? Dass solcherlei Fragen sowie die damit einhergehenden sozialpolitischen Implikationen, die naturgemäß aus einem derart radikalen ökonomischen Wandel resultieren können, nicht aus der Luft gegriffen sind, wird nicht nur mit Blick auf jüngere Erfahrungs- und Vergleichswerte unserer eigenen Wirtschaftsgeschichte deutlich, sondern es wird auch auf Grund der Tatsache ersichtlich, dass die anvisierte digital-industrielle Transformation des Produzierens und Wirtschaftens auf eine umfassende Veränderung der Arbeit hindeutet. Dies umschließt sowohl in welcher Weise menschliche Arbeit gestaltet als auch in welchem Umfang diese nachgefragt und eingesetzt werden wird (vgl. etwa Frey/Osborne 2013; Bonin et al. 2015; Weber 2015; 2016b; Vogler-Ludwig et al. 2016; Willimann/Käppeli 2017). Zugleich aber basiert das den bundesdeutschen Wohlfahrtsstaat konstituierende Sozialversicherungssystem in seinem innersten Kern auf der Erwerbstätigkeit und den daraus resultierenden Beitragszahlungen (Bäcker et al. 2010a: 48), was es in Anbetracht grundlegender Modifikation just

⁸ D. h. die zunehmende Optimierung und Automatisierung von Produktionsprozessen in der Industrie und dem Dienstleistungssektor durch bereits bekannte Technologien einerseits sowie die Rekombination und Verknüpfung von digitalen IKT, Echtzeitdaten und Diensten in einem hersteller- und anwenderübergreifenden Wertschöpfungsprozess andererseits (Draht 2014: 6 f.; IAP 2017: 3–5).

dieses Bestimmungsfaktors – der ja auf das engste an die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen rückgekoppelt ist – grundsätzlich sensibel für ökonomische Transformationsprozesse macht. Dieser Auffassung entgegen steht die Tatsache, dass das Konzept der Industrie 4.0 sowie die sie begründende Digitalisierung zwar vordergründig primär von der Wirtschaft getragene Phänomene darstellen, aber zu einem erheblichen Teil von Seiten der vorangegangenen Bundesregierung (Kabinett Merkel I–IV) gefördert und politisiert worden sind.⁹ Freilich, dass die Industrie 4.0 für die damalige Bundesregierung „aufgrund ihrer volkswirtschaftlichen Hebelwirkung von besonderer Bedeutung“ (BMBF 2014: 36) war, lässt sich unschwer nachvollziehen. Dass jedoch seit Beginn der Industrie-4.0-Debatte ressortübergreifend in erster Linie positive bis euphemistische Entwicklungsszenarien vorangetragen (BMBF 2013: 6 f.; BMWi 2015a: 3–6; BMAS 2017a: 47–49), kritisch-abwägende Haltungen (bspw. automatisierungsbedingte Arbeitsplatzverluste) hingegen in der Regel ausgeblendet werden, wirft ein zumindest fragliches Licht auf die Reflexionsbereitschaft der Exekutive hinsichtlich möglicher negativer Externalitäten. Auch die aktuelle Bundesregierung (Kabinett Scholz) hat sich dieser Tradition verpflichtet: Sie bemüht dabei zwar nicht mehr allzu revolutionäre Transformationsbegriffe, bedient sich aber dafür doch nicht weniger verheißungsvollen Fortschrittsvisionen.¹⁰

Ist aber nicht in Anbetracht der unterstellten Fundamentalität dieser digitalen Transformationen, die womöglich „the most important structural change of our times“ (Busemeyer et al. 2022b: 1) darstellt, sowie mit Blick auf die hieraus resultierenden potentiellen negativen Implikationen insbesondere die Kenntnis um die Art und das Ausmaß der sich durch den (r-)evolutionären Fortschritt ergebenden Konsequenzen von elementarer Bedeutung für die Politik, welche die öffentlichen Angelegenheiten gesamtgesellschaftlich verbindlich zu regeln sucht und somit auch immer das Unterfangen darstellt, sich mit den ökonomischen und sozialen Verwerfungen zu befassen, um für diese kollektiv tragfähige Lösungen auszuhandeln (Schmidt et al. 2013: 7), wenn sie die vom Volk in sie gelegten Aufgabe entsprechend erfüllen möchte? In der Tat, gerade mit Blick auf den technisch-ökonomischen Wandel muss eine vorausschauende Sozialpolitik des 21. Jahrhunderts nicht nur für eine adäquat aufgestellte und – zumal sich das Sozialversicherungssystem zunehmend in einer Schieflage befindet – nachhaltig

⁹ So heißt es bspw. im Koalitionsvertrag der Bundesregierung aus dem Jahr 2013: „Die Digitalisierung der klassischen Industrie mit dem Zukunftsprojekt Industrie 4.0 werden wir vorantreiben“ (Bundesregierung 2013: 139). Auch die Neuauflage der Großen Koalition bekräftigte diese Strategie: „Wir stehen mit intelligenten Fabriken am Beginn der vierten industriellen Revolution. [...] Zu diesem Zweck wollen wir die Aktivitäten der Plattform Industrie 4.0 ausbauen [...]“ (ibid. 2018a: 57).

¹⁰ Die Regierungsparteien betonen in ihrem Koalitionsvertrag etwa, dass „Deutschland [...] einen umfassenden digitalen Aufbruch“ brauche, „[...] der unsere Werte, die digitale Souveränität und einen starken Technologiestandort sichert“ (Bundesregierung 2021: 15).

ausgerichtete soziale Sicherung Sorge tragen, sondern auch potentiellen negativen Entwicklungsszenarien sowie den hiervon ausgehenden Faktoren, die die Funktionsfähigkeit der zentralen Institutionen des Wohlfahrtsstaates beeinträchtigen könnten, besondere Beachtung schenken, um entsprechende Kurskorrekturen durchführen zu können.

1.2 Fragestellung und Zielsetzungen

Ausgehend von dieser Gemengelage, die einerseits bestimmt ist von den systeminhärenten Imperativen und Pfadabhängigkeiten der Sozialpolitik sowie den gegenwärtigen Funktionsproblemen der zentralen wohlfahrtsstaatlichen Institutionen, andererseits aber zugleich auch immer beeinflusst wird von den gegenwärtigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, lautet die mit Blick auf den sich künftig neu formierenden ökonomischen Kontext zentrale Forschungsfrage der vorliegenden Dissertation:

Welche Anforderungen stellen sich an die bundesdeutsche Sozialpolitik im Spannungsfeld der digitalen Transformation des 21. Jahrhunderts in Gestalt der Digitalisierung und Industrie 4.0?

Hierbei liegt der Fokus der Analyse grundsätzlich auf den bereits heute ersichtlichen sowie kurz- bis mittelfristig erwartbaren Auswirkungen der digitalen Transformation auf die Arbeitswelt der deutschen Volkswirtschaft und den hieraus unmittelbar resultierenden Konsequenzen für die Sozialpolitik. Das Hauptaugenmerk der Untersuchung liegt deshalb auf der Arbeit – d. h. Form, Umfang und Ausprägung des Arbeitens sowie den Rahmenbedingungen, in denen diese eingebettet ist – da sie einen zentralen Bezugspunkt der Sozialpolitik in gleich zweifacher Hinsicht darstellt. Denn das Arbeiten – hier speziell die Erwerbsarbeit und die aus ihr resultierenden Steuerleistungen einerseits und Beitragszahlungen in das Sozialversicherungssystem, als „Hauptstandbein“ (Reiter 2017b: 76) des bundesdeutschen Sozialstaates andererseits – ist nicht nur eine wesentliche monetäre Voraussetzung für das gestalterische Potential der Sozialpolitik (Bäcker et al. 2010a: 48). Auch bestehen wesentliche Ziele der Sozialpolitik zum einen in der Aufrechterhaltung der Leistungsbereitschaft und Produktivität einer Arbeitskraft und zum anderen in der Linderung des grundsätzlichen Mangels an Arbeit, d. h. der Absicherung vor Einkommensausfällen auf Grund verschiedener Wechselfälle des Lebens und damit zugleich der Aufrechterhaltung der durch Arbeit entstandenen Teilhabe am Wohlstand nach dem konjunktur-, krankheits-, invaliditäts- oder altersbedingten Ausscheiden aus dem Erwerbsleben eines Menschen (Kaufmann 2005: 224–226; Schmidt 2007b: 413 f.; 2010: 736; 2012: 39; Schmidt et al. 2007: 16; Bäcker et al. 2010a: 48 f.; Althammer/Lampert 2014: 407; Dietz et al. 2015: 84; Boeckh et al. 2017: 162; Reiter 2017b: 54).

Die hier verfolgte Analyse der Auswirkungen der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf den bundesdeutschen Sozialstaat stellt mit dem gewählten Fokus auf den digitalen Wandel der Arbeitswelt und die hieraus resultierenden Anforderungen an die Sozialpolitik eine wichtige Ergänzung zu den in diesem Kontext bisher vollzogenen Schwerpunktsetzungen¹¹ der Sozialstaatsforschung dar. Denn obwohl die digitale Transformation als einer der großen Wandlungsprozesse des 21. Jahrhunderts ein reges Forschungsinteresse erfährt, hat nur in begrenztem Maße und in fragmentarischer Form eine Diskussion darüber stattgefunden, in welcher Beziehung die digitale Transformation der Arbeitswelt mit dem bundesdeutschen Wohlfahrtsstaat steht und welche Implikationen hieraus für die Sozialpolitik erwachsen können.¹² Darüber hinaus vermisst die gegenwärtige politikwissenschaftliche Debatte noch immer eine fundierte Auseinandersetzung darüber, was unter der Digitalisierung und Industrie 4.0 in technischer und ökonomischer Hinsicht zu verstehen ist und wie diese von der vorausgehenden industriell-technologischen Entwicklung abzugrenzen sind. Dies hat nicht zuletzt zur Folge, dass die digitale Transformation im Allgemeinen als ein neuartiges und von der Industrialisierung losgelöstes Fortschrittsphänomen gedeutet wird und bei ihrer Analyse der weitestgehend synchrone Verlauf sowie die Interkonnektivität von Wohlfahrtsstaatlichkeit und industrieller Revolution im 19. Jahrhundert übersehen werden, obgleich doch dieser historische Kontext gerade den inhaltlichen Ausgangspunkt für die semantischen Schöpfer der Industrie 4.0 darstellt und sich aus der Betrachtung der vorausgehenden Abläufe wichtige Voraussetzungen zur Erklärung der gegenwärtigen und künftigen Transformationsprozesse ableiten lassen.

In diesem Sinne zielt die als Fallstudie konzipierte Dissertation darauf ab, eine politikwissenschaftliche Betrachtung und Diskussion der für die Beantwortung der Fragestellung

¹¹ Hierzu zählen etwa Arbeiten über (soziale) Chancen, Risiken und Herausforderungen der Digitalisierung (vgl. Eichhorst et al. 2016; Walwei 2016; Keller/Seifert 2020), den Einfluss der Digitalisierung und Automatisierung auf das politische Wahlverhalten durch neue Ungleichheiten im Zuge der digitalen Transformation der Arbeitswelt (vgl. Kurer/Palier 2019; Kurer 2020; Gallego/Kurer 2022; Gallego et al. 2022), die Formierung neuer digitaler Machtressourcen und deren Auswirkungen auf den wirtschaftlichen Wettbewerb sowie die politische Entscheidungsfindung (vgl. Kemmerling/Trampusch 2022), mögliche Effekte der Digitalisierung auf demokratische Prozesse und Strukturen (vgl. Musiał-Karg/Luengo 2021), sozialpolitische Implikationen der Plattformökonomie (vgl. Pürling 2016; Eichhorst/Linckh 2017), oder Beiträge zum Einfluss der Digitalisierung auf die Politikwissenschaft als Forschungsdisziplin selbst (vgl. Kneuer/Milner 2019).

¹² Eine in diesem Kontext hervorzuhebende Ausnahme ist der jüngst von Busemeyer et al. (2022c) herausgegebene Sammelband mit dem Titel *Digitalization and the Welfare State*, der den bisher umfassendsten Beitrag innerhalb der vergleichenden Wohlfahrtsstaatsforschung über die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Sozialpolitik darstellt. Das Werk zeichnet sich insbesondere durch die internationale Ausrichtung sowie die große Bandbreite der behandelten Themenfelder aus und beschäftigt sich unter anderem mit zentralen Aspekten wie bspw. der digitalen Transformation der Dienstleistungssektors (vgl. Wren 2022), der sozialen Solidarität im Zeitalter des Internets (vgl. Marx 2022) oder dem Einfluss von Automatisierungsrisiken auf sozialpolitische Präferenzen und die politische Teilhabe (vgl. Kurer/Häusermann 2022). Weder vollzieht noch beabsichtigt die Schrift als solche aber eine detaillierte Darstellung des bundesdeutschen Falls, womit die in der vorliegenden Untersuchung behandelte Forschungsfrage auch in dieser Hinsicht eine wichtige Ergänzung darstellt.

relevanten Themenfelder Industrialisierung, bundesdeutscher Sozialstaat und Sozialpolitik sowie Digitalisierung und Industrie 4.0 in explorativer Absicht zu erbringen. Dabei gilt es zunächst, eine historische Darstellung und Erörterung der Interkonnektivität der industriell-technologischen Entwicklung und des deutschen Wohlfahrtsstaates während des 19. Jahrhunderts mit Fokus auf die ökonomischen, gesellschaftlichen und vor allem politischen Wechselwirkungen vorzunehmen. Diese historische Vorarbeit dient erstens der Klärung, inwiefern die Industrialisierung als technisch-ökonomischer Transformationsprozess die Arbeitswelt verändert hat und in welcher Beziehung er mit der Sozialstaatlichkeit steht, zweitens dem besseren Verständnis der Verfasstheit des heutigen bundesdeutschen Sozialstaates sowie der Digitalisierung und Industrie 4.0 und drittens einer fundierten Einordnung der verschiedenen Bezugsgegenstände in einen gemeinsamen Kontext, um auf dieser Grundlage an späterer Stelle Rückschlüsse und Prognosen für den sich abzeichnenden Wandel ableiten zu können. Daran anknüpfend, und als Basis für die Beantwortung der Fragestellung, stellt die Dissertation die Grundlagen der Sozialpolitik und des bundesdeutschen Sozialstaats dar, skizziert den gegenwärtigen Status quo und klärt, welche Aufgaben die Sozialpolitik aus verfassungs- und sozialgesetzgebungsrechtlicher Sicht zu erfüllen hat. Ferner analysiert, kategorisiert und definiert die Arbeit die Konzepte Digitalisierung und Industrie 4.0 und erörtert, welche Parallelen zwischen ihnen und der vorausgehenden Industrialisierung existieren bzw. inwiefern sie sich von dieser unterscheiden, d. h. genuin neuartige Phänomene aus einer primär technisch-ökonomischen Sichtweise darstellen. In der Folge leistet die Dissertation eine Überprüfung und Bewertung möglicher Auswirkungen der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf das Wesen der Arbeit und erörtert, mit welchen Konsequenzen sich der bundesdeutsche Wohlfahrtsstaat im Zuge der digitalen Transformation der Arbeitswelt mittelfristig konfrontiert sehen könnte und diskutiert in einem letzten Schritt, welche konkreten Handlungsbedarfe und Anforderungen hieraus für die Sozialpolitik resultieren. Dabei vollzieht die Untersuchung keine holistische Betrachtung der Auswirkungen auf und Anforderungen an die Sozialpolitik, sondern zielt darauf ab, mittels der Überprüfung verschiedener exemplarischer Transformationsbereiche der Arbeitswelt grundlegende Trends aufzudecken und die daraus resultierenden sozialpolitischen Implikationen zu erörtern. Da die Dissertation zudem als Fallstudie konzipiert ist, vollzieht sie im Umkehrschluss keinen internationalen Vergleich und verzichtet weitestgehend auf eine Einordnung in den globalen Kontext.

Mit diesen Schwerpunktsetzungen und dem gewählten interdisziplinären Forschungsansatz, der sowohl politische als auch technologische, betriebs- und volkswirtschaftliche sowie historische Aspekte erörtert und kontextualisiert, beabsichtigt die Dissertation nicht nur eine wichtige Syntheseleistung zu erbringen und die Interkonnektivität zwischen der

Industrialisierung, der digitalen Transformation und der Sozialpolitik zu verdeutlichen. Auch zielt sie in Anbetracht der Tatsache, dass im Rahmen der politikwissenschaftlichen Auseinandersetzung bisher weder eine umfassende Abgrenzung hinsichtlich der technologischen Voraussetzungen und Wesensmerkmale sowie der ökonomischen Effekte der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf den volkswirtschaftlichen Produktions- und Wertschöpfungsprozess, noch eine tiefergehende Betrachtung der Wechselwirkungen zwischen der digitalen Transformation und der bundesdeutschen Sozialpolitik erfolgt ist, darauf ab, mehrere Forschungslücken zu schließen. So besteht ein wesentliches Ziel der vorliegenden Arbeit darin, durch eine detaillierte Betrachtung und Analyse der verschiedenen Themenfelder zu einem fundierten Verständnis der digitalen Transformation innerhalb der Sozialstaatsforschung beizutragen und dieser damit eine Tür zu der noch immer primär technikzentrierten und allen voran von der Arbeitssoziologie und den Wirtschaftswissenschaften dominierten Debatte zu eröffnen. Darüber hinaus soll anhand der vermittelten Grundlagen und der multiperspektivischen Darstellung zu einer sachlichen Diskussion in den Politikwissenschaften über die möglichen sozialpolitischen Implikationen des technisch-ökonomischen Wandlungsprozesses beigetragen werden. Schließlich beabsichtigt die Dissertation durch die Analyse der Auswirkungen der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Arbeitswelt und der zugrundeliegenden Wechselwirkung mit dem Sozialstaat auch erste wichtige Erkenntnisse zu den sich neu formierenden Anforderungen und Handlungsbedarfen an die bundesdeutsche Sozialpolitik im Spannungsgefüge der digitalen Transformation des 21. Jahrhunderts zu generieren.

1.3 Gliederung und Aufbau

Hiervon ausgehend gliedert sich die Dissertation zur Beantwortung der zentralen Fragestellung wie folgt: In Teil 1: *Der industrialisierte Sozialstaat* werden die für die spätere Analyse notwendigen Grundlagen der Industrialisierung sowie des bundesdeutschen Sozialstaates dargelegt und erörtert. In diesem Kontext wird in Kapitel 3 zunächst diskutiert, wie das Phänomen der Industrialisierung in historischer, theoretischer, ökonomischer und gesellschaftlicher Hinsicht charakterisiert werden kann. Dabei liegt ein wesentlicher Schwerpunkt zum einen auf dem mit der Industrialisierung einhergehenden Wandel der Arbeits- und Produktionsweisen und zum anderen auf der Erkenntnis, dass bereits die Zeitgenossen des 18. und 19. Jahrhunderts die Industrialisierung in einem äußerst ambivalenten Licht betrachtet haben: So wurde sie nicht nur als Anbruch eines verheißungsvollen, neuen technologischen Zeitalters gedeutet, sondern auch als Hauptursache für den ökonomischen und sozialen Niedergang im Gewand des Pauperismus,

obgleich sie diesen langfristig durch den steigenden Wohlstand hat überwinden helfen können. Darauf aufbauend verdeutlicht Kapitel 4, dass die Industrialisierung in Verbindung mit anderen Faktoren einerseits zu ökonomischen und andererseits zu gesellschaftlichen und letztlich auch politischen Umwälzungen und Konflikten geführt hat, womit sie in erheblichem Maße die Entstehung der Sozialen Frage mitbedingt und hierdurch zugleich eine notwendige Bedingung für die Genese des deutschen Wohlfahrtsstaates dargestellt hat. Dieser aus der industriellen Transformation resultierende politische Problemdruck formierte sich in der Sozialen Frage und machte eine politische Lösung unabdingbar. Der Sozialstaat war hierbei das entscheidende Anpassungsinstrument für eine sozialverträgliche Lösung und damit die zentrale Bewältigungsstrategie der Transformationserscheinungen des 19. Jahrhunderts. Basierend darauf werden in Kapitel 5 die Grundzüge der Sozialpolitik und des bundesdeutschen Sozialstaates dargestellt. Während zunächst auf die normativen Hintergründe, Gestaltungsprinzipien, Funktionen und Wirkungen sowie Instrumente der Sozialpolitik eingegangen wird, gilt der Fokus der weiteren Abhandlung auf der Erstellung einer Momentaufnahme des bundesdeutschen Sozialstaates, bei der nicht nur die verfassungsrechtliche Verankerung und Gestaltungsprinzipien desselben, sondern auch die zentralen sozialstaatlichen Regelungskompetenzen, Handlungsfelder und Aufgabenbereiche ausgeführt und seine integralen Institutionen, sowie finanzielle Aspekte seiner gegenwärtigen Konstitution beleuchtet werden. Erst diese umfassende Darstellung der Grundlagen der Sozialpolitik und die Skizzierung des Status quo des bundesdeutschen Wohlfahrtsstaates als Referenzarchitektur machen eine Überprüfung künftiger Wechselwirkungen zwischen der digitalen Transformation und der Arbeitswelt einerseits sowie den hieraus potentiell resultierenden Auswirkungen auf und Anforderungen an den Sozialstaat andererseits möglich.

Von dieser Thematik zunächst losgelöst widmet sich Teil 2: *Die Digitalisierung und das Konzept der Industrie 4.0* dem Gegenstand der Digitalisierung sowie der Industrie 4.0. Dabei liegt das Hauptaugenmerk auf einer umfassenden Darstellung und Abgrenzung beider Bezugsgegenstände, um ein fundiertes Verständnis der digitalen Transformation und der damit einhergehenden Änderungen zu generieren. Hierzu werden in einem ersten Schritt die Entwicklung sowie die Grundzüge der Digitalisierung erörtert. In diesem Zusammenhang besteht das übergeordnete Ziel darin, das Phänomen umfassend, d. h. multiperspektivisch zu definieren, da der Begriff in einer Vielzahl von sozial- und wirtschaftswissenschaftlichen Abhandlungen des englischen und des deutschen Sprachraums als ein weitestgehend selbstverständliches und deshalb nicht näher zu bestimmendes Topos gehandelt wird, mit dem – mittlerweile einem Schlagwort gleichend – verschiedenste technologische, ökonomische, soziale, ja sogar politische Entwicklungen subsumiert und erklärt werden sollen, dies aber ohne einerseits sich ausreichend mit den

informationstechnologischen und ökonomischen Charakteristika der Digitalisierung auseinanderzusetzen, und andererseits eine adäquate Abgrenzung dessen vorzunehmen, was unter dem Bezugsgegenstand konkret zu verstehen ist. In diesem Sinne werden nicht nur die technologischen und theoretischen Voraussetzungen der Digitalisierung erörtert, auch wird die attestierte Neuartigkeit des Phänomens diskutiert. Zudem wird die informationstechnologische Digitalisierung des 20. Jahrhunderts am Beispiel der Entwicklung der Computer-, Speicher-, Übertragungs- und Vernetzungstechnik, insbesondere mit Blick auf die für die heutige Digitalisierung unerlässliche Entstehung des Internets, beschrieben und ökonomische sowie arbeitstechnische Aspekte erörtert, um darauf aufbauend eine Deutung des Begriffs jenseits des Technologischen vorzunehmen und die wesentlichen Treiber der Digitalisierung freizulegen. Diese Thematisierung ist gerade für ein tiefergehendes Verständnis der digitalen Transformation und der mit ihr einhergehenden gegenwärtigen, wie auch künftigen technisch-ökonomischen Entwicklungen sowie Auswirkungen auf die Arbeitswelt von besonderer Relevanz. Darauf aufbauend gilt es in einem zweiten Schritt das Konzept der Industrie 4.0 hinsichtlich seines wirtschaftlichen und politischen Entstehungskontextes zu beleuchten und die es auszeichnenden Basistechnologien sowie die zentralen betriebswirtschaftlich-produktionstechnischen Gestaltungsprinzipien herauszuarbeiten. Schließlich wird in Kapitel 10 die Frage diskutiert, inwiefern die Industrie 4.0 ein Produktionsregime neuen Typs darstellt und wie die digitale Transformation von der früheren industriellen Entwicklung abgegrenzt werden kann.

Ausgehend von der grundlegenden Rückkopplung zwischen technisch-ökonomischem Fortschritt, dem menschlichen Produktionsfaktor Arbeit sowie den sozialpolitischen Rahmenbedingungen und Strukturen folgt die in Teil 3: *Sozialpolitik im Spannungsgefüge der digitalen Transformation* vollzogene Analyse einem dreigliedrigen Aufbau. So bereitet Kapitel 12 zunächst wichtige theoretische Zugriffe für das sich auf Grund der digitalen Transformation im Wandel befindende Konzept von Arbeit auf. Hierbei liegt das Hauptaugenmerk auf der *digitalen Informatisierung von Arbeit*, der sich im Zuge von Industrie 4.0 und Digitalisierung verändernden Mensch-Technik-Interaktion sowie auf den im Kontext des technologischen Fortschritts resultierenden qualifikatorischen Anforderungen an die menschliche Arbeitskraft von morgen. Darauf aufbauend werden in Kapitel 13 gegenwärtig empirisch beobachtbare sowie kurz- bis mittelfristig erwartbare Auswirkungen der digitalen Transformation auf die Arbeitswelt der deutschen Volkswirtschaft, allen voran in Gestalt sich verändernder Tätigkeits- und Qualifikationsstrukturen, potentieller Beschäftigungseffekte und struktureller Veränderungen des Arbeitsmarktes sowie des möglichen Wandels der Arbeits- und Beschäftigungsformen erarbeitet und bewertet. Daran anschließend erörtert Kapitel 14 die so identifizierten

Auswirkungen dahingehend, welche Anforderungen sich der bundesdeutschen Sozialpolitik im Spannungsgefüge der digitalen Transformation des 21. Jahrhunderts stellen. Kapitel 15 resümiert die gewonnenen Ergebnisse und diskutiert die mit Blick auf die zentrale Fragestellung zu ziehenden Schlussfolgerungen. Kapitel 16 reflektiert schließlich die Leistungen und Grenzen der Dissertation in kritischer Absicht und endet mit einem Forschungsausblick.

Teil 1: Der industrialisierte Sozialstaat

2 Einleitende Hinweise

Der folgende Teil widmet sich den Themenfeldern *Industrialisierung* (Kapitel 3), *Genese des deutschen Wohlfahrtsstaates im Lichte der Industrialisierung* (Kapitel 4) sowie den *Grundzügen der Sozialpolitik und des bundesdeutschen Sozialstaates* (Kapitel 5) und schließt mit einer Darlegung der für die weitere Analyse integralen Erkenntnisse (Kapitel 6). In diesem Sinne ist er gleichermaßen als Ausbreitung der für die zentrale Fragestellung relevanten Grundlagen wie auch als eine erste Hinführung an die Thematik der digitalen Transformation im Zuge von Digitalisierung und Industrie 4.0 zu betrachten. Zunächst werden verschiedene sozioökonomische Aspekte und Implikationen der Industrialisierung erörtert, um so die Voraussetzungen für die in Kapitel 4 diskutierten, politischen Konsequenzen des industriellen Wandels zu schaffen. Der Fokus auf die Industrialisierung ist aus mehrerlei Gründen notwendig: Zum einen bilden der deutsche Wohlfahrtsstaat sowie die mit ihm verbundenen sozialpolitischen Grundsätze und Instrumente ein historisch gewachsenes Konstrukt, dessen Werdegang weitestgehend synchron mit jenem der Industrialisierung verlaufen ist und zugleich mit dieser in einer Kausalbeziehung steht. Der Wohlfahrtsstaat stellt demgemäß nicht nur eine direkte Folge der mit der Industrialisierung einhergehenden sozioökonomischen und politischen Transformations- und Krisenerscheinungen des 19. Jahrhunderts dar, sondern spiegelt auch den von den Eliten erdachten Lösungsansatz wider. Folglich setzt das Verstehen seiner Verfasstheit eine fundierte Kenntnis seines historischen Entstehungskontextes in Gestalt der vor allem das 19. Jahrhundert bestimmenden Industrialisierung voraus. Darüber hinaus steht die proklamierte *vierte industrielle Revolution* in Form der Industrie 4.0 in historischer und thematischer Tradition der Industrialisierung selbst, womit jedweder Versuch, diesen Bezugsgegenstand zu beurteilen, auch grundlegender Kenntnisse des Industrialisierungsphänomens bedarf. Die in Kapitel 5 dargelegten Grundzüge der Sozialpolitik und des Wohlfahrtsstaates bilden schließlich das Rüstzeug für die später durchgeführte Analyse der Auswirkungen von Digitalisierung und Industrie 4.0 auf den bundesdeutschen Sozialstaat als zentralem Forschungsgegenstand. Erst durch die so vollzogene

Betrachtung der zentralen Determinanten der Sozialpolitik sowie der gegenwärtigen Struktur des Sozialstaates lässt sich der potentielle Wirkungsraum etwaiger, mit der digitalen Transformation einhergehender (negativer) Externalitäten adäquat definieren, um darauf aufbauend zu bestimmen, welchen Anforderungen sich der bundesdeutsche Sozialstaat im Kontext der digitalen Transformation künftig ausgesetzt sehen mag.

3 Die Industrialisierung – eine Einführung

3.1 Eine kurze Begriffsgeschichte der industriellen Revolution

Auch wenn historische Definitionen zur Diagnose des Vergangenen herangezogen werden und in der Regel ex post aufgestellt werden, verhält es sich gerade im Fall der *industriellen Revolution* atypisch, da sie sowohl eine nachträgliche Beschreibung des Vergangenen als auch eine zeitlich unmittelbare Charakterisierung darstellt. So ist die *industrielle Revolution* nicht in erster Linie eine Schöpfung der Historiker des 19. oder 20. Jahrhunderts, sondern vielmehr bereits eine Gegenwartsbeschreibung der Zeitzeugen der industriellen Umwälzungen im europäischen Kontext (Cameron 1985: 3 f.; Hölscher 1982b: 293; Abelshauer 1995: 103), da die Zeitgenossen im ausgehenden 18. und beginnenden 19. Jahrhundert der wirtschaftlichen Entwicklung und den schlagartigen Änderungen in den Produktionsweisen mit Hilfe neuer Technologien einen revolutionären Charakter beimaßen. Dieser reichte für sie mit seinen umwälzenden Effekten nicht nur in die Sphäre des Ökonomischen, sondern gerade auch in jene des Sozialen, Kulturellen und Politischen hinein und stellte – zumindest für einen Teil – den Beginn einer neuen Epoche dar (Braun et al. 1972: 9; Cameron 1985: 3 f.; Hahn 2011: 51 f.).

Wie Bezanson aufgezeigt hat, kann ein vermehrtes Aufkommen des Begriffs etwa auf die zwanziger Jahre des 19. Jahrhunderts im französischen Sprachraum zurückdatiert werden; präziser, als die Pariser Tageszeitung *Le Moniteur Universel* am 17. August des Jahres 1827 einen Artikel des *Journal des Artiste* abdruckte, der sich mit dem Wandel der Kunst, des Handwerks und der sozialen Institutionen im Kontext der *grande révolution industrielle* auseinandersetzte (Bezanson 1922: 343 f.). Ähnlich umschrieb etwa zehn Jahre später Adolphe Jérôme Blanqui in seiner 1837 erschienenen *Histoire de l'économie politique en Europe* die mit Watts Verbesserung des Wirkungsgrades der Newcomenschen Dampfmaschine und Arkwrights Erfindung der wasserbetriebenen Spinnmaschine einsetzende Entwicklung als „la révolution industrielle“ (Blanqui 1837: 209). Spätestens ab Blanquis Verwendung ist davon auszugehen, dass die industrielle Revolution zumindest im Frankreich jener Tage zum Epochenbegriff aufrückte (Hölscher 1982b: 294). Anfänglich diente der Term zwar primär dazu, auf die außerordentliche

Rolle der Mechanisierung der französischen Industrie zu verweisen, wurde dann aber mehr und mehr dafür bemüht, einen Vergleich zur Französischen Revolution von 1789 herzustellen (Bezanson 1922: 345–347; Cameron 1985: 3; Henning 1996: 344). Und in der Tat entbehrt es nicht einer gewissen Logik, dass der Begriff vermutlich ab Beginn seines Gebrauchs stets auch als Analogie zu anderen (politischen) Revolutionen gedacht werden konnte, denn bereits „der ersten Industrieausstellung von 1798 in Paris soll der Gedanke einer Verherrlichung des menschlichen Erfindungsgeistes zugrunde gelegen haben, der seine Befreiung der Französischen Revolution verdanke“ (Hölscher 1982b: 293). Um dies auszuführen, bedarf es eines Exkurses in den historischen Kontext der Französischen Revolution und ihrer Nachwehen, insbesondere mit Blick auf die Stellung der Wissenschaften, des produzierenden Gewerbes und der Industrie. Bezanson veranschaulicht in dieser Hinsicht, dass bspw. Napoléon Bonaparte im Jahre 1797 die Bezeichnung *membre de l'Institute*¹³ vor seinen Generalstitel stellte, was ohne Zweifel eine Würdigung und Betonung der Relevanz der Wissenschaften und insbesondere der Industrie zum Ausdruck bringen sollte (Bezanson 1922: 346). Bonaparte, seit demselben Jahr Mitglied des *Institut National des Sciences et Arts*, war nicht nur Staatsmann und Feldherr, sondern auch den Wissenschaften stark zugetan. So engagierte er sich unter anderem während des Französischen Konsulats in hohem Maße im *Institut National des Sciences et Arts* und lud den italienischen Physiker Alessandro Volta nach Paris ein, welcher zum ersten Mal in der Geschichte nachweislich eine elektrische Batterie und einen kontinuierlichen Stromfluss demonstriert hatte. Bonaparte, der das Potential der Elektrizität erkannt hatte, versuchte daraufhin mit einem auf über 3.000 Francs dotierten Preis die Forschung im Bereich des Galvanismus und der Elektrizität voranzutreiben (Maras 1958: 46–50 u. 62). Ferner wurde auf sein Bestreben hin das Institut schließlich im Jahre 1803 reorganisiert und unterteilte sich nunmehr in die Wissenschaften Physik und Mathematik, französische Literatur und Sprachen, Antike Geschichte und Sprachen sowie Bildende Künste (Merrill 1923: 39 f.). Laboulais resümiert mit Blick auf das Verhältnis von Wissenschaft und Industrie auf der einen Seite und der Politik sowie der Französischen Revolution auf der anderen: „With a legacy derived from the Enlightenment, the revolution championed belief in the regenerative virtue of science, and positioned engineering at the intersection of the public good and professional practice“ (2008: 18). In diesem Sinne lässt sich auch ein Brief des französischen Innenministers François de Neufchâteau aus dieser Zeit an die Departements begreifen, in dem er hervorhob, wie wichtig die heimische Industrie im Kampf gegen das Vereinigte Königreich sei (Bezanson 1922: 346). Die Wissenschaft und

¹³ Der Titel bezieht sich auf das 1795 gegründete *Institut National des Sciences et Arts*, welches aus der im Jahre 1793 vom Nationalkonvent aufgelösten *Académie Royal* hervorging (Acomb 1961: 248; Merrill 1923: 39).

damit auch der Ausbau der Ingenieurskunst standen somit nicht nur in der ideellen Tradition der Französischen Revolution, sondern galten auch als integrales Mittel, die Errungenschaften derselben aufrechtzuerhalten, zu fördern und gegen ihre proklamierten Feinde (d. h. das Feudalsystem und das Königreich Großbritannien) zu verteidigen. Dementsprechend schien der Vergleich zwischen den „politischen Umwälzungen in Frankreich nach 1789 mit der als ebenso grundsätzlich empfundenen Umwälzung der ökonomischen, insbesondere der gewerblichen Produktionsformen im gleichen Zeitraum“ (Hölscher 1982b: 293) keineswegs abstrakt, sondern ein naheliegender Analogieschluss. So folgerte der Chemiker und Politiker Jean-Antoine-Claude Chaptal 1819 über die Veränderung in den Produktionsmethoden der Manufakturen:

Les machines qui remplacent aujourd'hui la main de l'homme dans presque toutes les opérations de l'industrie manufacturière ont opéré une grande révolution dans les arts: depuis leur application, on ne peut plus calculer les produits par le nombre de bras employés, puisqu'elles décuplent le travail; et l'étendue de l'industrie d'un pays est aujourd'hui en raison du nombre des machines, et non de la population. (Chaptal 1819: 29)

Chaptal konstatierte nicht nur, dass die eingesetzten Maschinen eine Revolution ausgelöst hätten, sondern auch, dass zum einen die Arbeitsproduktivität um ein zehnfaches angewachsen sei und zum anderen, dass deshalb das Ausmaß der Industrie eines Landes über die eingesetzten Maschinen zu bemessen sei, und nicht etwa wie zuvor über die Anzahl der Arbeitskräfte. Und in eben jenem Stimmungsgefüge ist folglich auch die Weltausstellung von 1798 zu verorten (Hölscher 1982b: 293). Wie Bezanson in dieser Hinsicht weiter ausführt, war die Ausstellung zunächst, und direkt im Anschluss an den kurz zuvor erfolgreich unter Bonaparte beendeten Italienfeldzug, als Feier des Jahrestages der Französischen Revolution von 1789 gedacht, „which had proclaimed freedom of work and opened new pathways to the genius of man“ (Bezanson 1922: 346). Wie diese Festivitäten zu Ehren der jungen Republik aussehen sollten, war zunächst unklar, da neben dem Abhalten einer Messe ebenso Ausstellungen zur Malerei und Bildhauerei oder das Veranstellen von Pferderennen mögliche Optionen darstellten. Als jedoch der Innenminister François de Neufchâteau in einer Rede auf dem Champ de Mars die Idee einer Industrieausstellung aufbrachte, wurde diese mit großem Enthusiasmus aufgenommen und in die Tat umgesetzt (ibid.). Unter diesen Gesichtspunkten scheint die Idee eines korrespondierenden Verlaufs zwischen dem industriellen Wandel und den politischen Veränderungen im Zuge der Französischen Revolution am Ende des 18. Jahrhunderts nicht abwegig, zumal die Politik den strategischen Wert der Industrie und Wissenschaften erkannt hatte, insbesondere da der 9. Jahrestag der Revolution gerade mit einer Industrieausstellung begangen wurde und nicht etwa mit der Zurschaustellung militärischer Potenz oder anderer Künste (Bezanson 1922: 345–347; Hölscher 1982b: 293 f.). Die Assoziation vieler Zeitgenossen mit

dem Politisch-revolutionären auf der einen Seite, welches die Monarchie vorerst abgeschafft und eine zumindest *de jure* in Frankreich nie dagewesene politische und wirtschaftliche Freiheit auch im Hinblick auf das Wesen der Arbeit (bspw. Recht auf Arbeit und freie Berufswahl) zur Folge hatte, und dem Ökonomisch-revolutionären auf der anderen Seite, welches sich durch eine enorme Steigerung der Arbeitsproduktivität in Form der Mechanisierung ausdrückte, scheint demnach nur konsistent. Daher wundert es nicht, dass zuerst im Frankreich des Jahres 1815 der industrielle Wandel

als ‘Revolution’ [...] und damit die Übertragung des bislang politischen Begriffs auf die wirtschaftliche Entwicklung [nachzuweisen ist]. Die wechselseitige Zuordnung der Begriffe ‘industrie’ und ‘révolution’ war damit schon längst vollzogen, als der „Moniteur Universel“ am 17.8.1827 [den] Artikel aus dem „Journal des Artistes“ wieder abdruckte unter der Überschrift: „Grande révolution industrielle“ und damit den bisher frühesten Beleg für diesen Ausdruck liefert. (Hölscher 1982b: 293 f.)

Auch im deutschen Sprachraum kam der Begriff kurze Zeit später mit einer ebenso politischen Konnotation zur Anwendung, so etwa bei Friedrich Engels in seinem 1845 erschienen Buch *Die Lage der arbeitenden Klasse in England*, in welchem er die sozialen und wirtschaftlichen Verhältnisse in England im Kontext der „industriellen Revolution, [...] die zugleich die ganze bürgerliche Gesellschaft umwandelte, und deren weltgeschichtliche Bedeutung erst jetzt anfängt erkannt zu werden“ (Engels 1848: 11) beschreibt.¹⁴ Ebenso in nicht bis weniger populistischen deutschsprachigen Texten ist die Relevanz, die der industriellen Revolution beigemessen wird, deutlich zu erkennen. So resümierte bspw. der deutsche Publizist Wilhelm Schulz über die wesentliche Rolle der „politischen, religiösen und industriellen Revolutionen“ (Schulz 1843: 30), womit der Begriff gleichauf mit anderen Revolutionen in Erscheinung tritt.

Trotz des Umstandes, dass die exakte Datierung des Erstgebrauchs im englischen Sprachraum ähnlich unscharf wie im französischen Fall erscheint, lässt sich doch zumindest festhalten, dass der Begriff vermutlich zeitgleich zum Aufkommen im deutschen Sprachraum in Erscheinung trat (Bezanson 1922: 343). So verwendete bspw. John Stuart Mill im Jahre 1848 den Begriff *industrial revolution* in seinen *Principles of Political Economy*. Mill, dem es in seinem zweibändigen Werk zur Politischen Ökonomie wie nur wenigen anderen vor ihm gelang, die wirtschaftlichen und politischen Wechselbeziehungen so minutiös und umfassend aufzuzeigen, hatte die industriell-technologische Entwicklung sowie den damit einhergehenden soziopolitischen Wandel seiner Tage zwar stets im Blick, verwendete den Term *industrial revolution* in seinem Werk jedoch lediglich ein einziges Mal, und dies vielmehr in einem allgemeinen

¹⁴ Mit ähnlicher Prominenz und Häufigkeit verwendete auch Karl Marx den Begriff bspw. im ersten Band seiner 1867 erschienen Analyse und Kritik der kapitalistischen Gesellschaft *Das Kapital* (vgl. Marx 1867).

Kontext, als mit diesem explizit einen Fall *sui generis* oder gar den Anbruch oder Verlauf einer neuen Epoche zu charakterisieren (Mill 1871: 121–123). Erst ab dem letzten Viertel des 19. Jahrhunderts erfuhr der Begriff *industrial revolution* einen höheren Verbreitungsgrad in der englischen Sprache und hielt Einzug in die Welt der Wissenschaften, um damit zum Gegenstand eines interdisziplinären und bis heute andauernden Diskurses zu werden. Grundstein hierfür legte der britische Wirtschaftsökonom und -historiker Arnold Toynbee mit seinen *Lectures on the Industrial Revolution of the Eighteenth Century in England*, welche 1884 posthum veröffentlicht wurden (Cannadine 1984: 132 f.; Hahn 2011: 52; Cameron 1985: 3; Bezanson 1922: 343 f.). Toynbee, der im Kontext seiner Abhandlungen über die industrielle Revolution durchaus als Sozialreformer betrachtet werden darf, ging es in erster Linie darum, dem sozialen, vor allem dem moralischem Niedergang der Arbeiterklasse im Zuge der industriellen Revolution und einer dazu parallel praktizierten Politik des *laissez faire, laissez passer* Abhilfe zu verschaffen (vgl. Cannadine 1984: 136; Cameron 1982: 377 f.; Wilson 2014: 135–138). Die Erklärung der Probleme seiner Zeit wurzelten für Toynbee vor allem im Vergangenen, und die zuvor erfolgte industrielle Revolution Englands stellte hierbei für ihn eine klare Zäsur und den Beginn einer neuen Epoche dar (Toynbee 1894: 31–32, 84 u. 150).

Auch wenn Toynbee mit seiner Situationsanalyse und den daraus gewonnenen Rückschlüssen – etwa, dass die Regierung regulierend in die Wirtschaft einzugreifen habe – keineswegs allein dastand, stellte dies in der Rückschau der Zeitgenossen nur eine von vielen Interpretationen dar. Zum einen vertraten bei Weitem nicht alle die Ansicht, die desolate Lage der arbeitenden Klasse hätte sich mit der fortschreitenden Industrialisierung zum Schlechteren gewandt; ganz im Gegenteil, andere Wissenschaftler zielten vielmehr auf eine positive Deutung und Würdigung der industriellen Revolution oder sprachen sich grundsätzlich gegen das revolutionäre Narrativ aus und unterstrichen gerade den evolutionären respektive kontinuierlichen Entwicklungspfad der Ökonomie. Zum anderen hielten auch generalisierende und stark vereinfachende Darstellungen des Verlaufs Einzug, die neben der beinahe dramatischen Natur des sich mit der industriellen Revolution vollziehenden Wandels vor allem auch die großen technischen Innovationen hervorhoben und eine lineare, fast stromlinienförmige Entwicklung nachzeichneten (zusammenfassend Cameron 1982: 377–379; Cannadine 1984: 131–142).

Seitdem sich der Begriff nach der Veröffentlichung von Toynbees Werk 1884 sukzessive sowohl im allgemeinen Sprachgebrauch eingebürgert als auch zunehmend den räumlichen und zeitlichen Kontext seiner Anwendbarkeit im Zuge der sich über den europäischen und nordamerikanischen Kontinent sowie Japan ausbreitenden Industrialisierung erweitert hatte,

wurde er „mehr und mehr zur Kennzeichnung einer Epochenwende von universalgeschichtlicher Bedeutung“ (Hahn 2011: 52), der positiv bisweilen aber ebenso negativ behaftet sein kann, stets aber etwas Fundamentales auszudrücken sucht. Abgesehen von dem jeweiligen Deutungsgehalt geht mit der Ambivalenz des Begriffs einher, dass im Laufe des 20. Jahrhunderts eine zunehmende Zweiteilung des Bezugsgegenstandes stattgefunden hat, nach welcher entweder die wie schon beim Aufkommen des Begriffs übliche Verwendung als Epochenbegriff zur Hervorhebung der scheinbaren Einmaligkeit des Ereignisses, oder die Charakterisierung eines (noch andauernden) Entwicklungsprozesses im Vordergrund steht (Hölscher 1982b: 295 f.; Abelshauer 1995: 105; Henning 1996: 346). Als Epochenbezeichnung zielt die industrielle Revolution insbesondere auf das Aufkommen der Großindustrie, die grundlegende Umgestaltung des Wirtschaftssystems im Zuge neu angewandeter Produktionsmethoden sowie der damit einhergehenden soziopolitischen Folgen ab. Gleichwohl kannten noch die Zeitgenossen des 19. Jahrhunderts nicht nur die eine *industrielle Revolution*, sondern eine Vielzahl von Fällen, die sich ihres Erachtens für diesen Begriff qualifizierten (Hölscher 1982b: 295). Mit ein Grund dafür ist der Umstand, dass der ökonomische Wandel Europas zeitversetzt vonstattenging und sein Ablauf sich in den jeweiligen Volkswirtschaften bisweilen erheblich unterschied, gleichzeitig aber auch viele Parallelen aufwies, was die Einmaligkeit dieses Wandels als Ganzes zwar nicht zu leugnen sucht, wohl aber die Einmaligkeit der einen (englischen) industriellen Revolution im europäischen Kontext relativiert (Pierenkemper 1996: 159–174). Hiervon ausgehend scheint es nur konsequent, dass seit dem 20. Jahrhundert der Epochenbegriff *industrielle Revolution* immer wieder zur Beschreibung von ökonomischen Umbrüchen angeführt worden ist, die aus Sicht der Zeitgenossen als distinkt neu empfunden wurden und ebenso revolutionäre Effekte zeitigten, wie – dieser Logik folgenden – die erste industrielle Revolution (Coleman 1956: 1–3). So charakterisierte bspw. bereits 1931 Jevons das Aufkommen der Massenproduktion zu Beginn des 20. Jahrhunderts und das damit in Verbindung stehende, von Frederick W. Taylor im Jahre 1911 begründete *scientific management* als „second industrial revolution“ (Jevons 1931: 2).¹⁵ Gleichmaßen reihte sich dann spätestens ab Ende der 1970er Jahre auch eine dritte industrielle Revolution ein, die sich auf den vermehrten Einsatz von computergestützten Technologien bezieht (Helfgott 1986: 43). Gleichwohl hatten die Begriffsschöpfer

¹⁵ Die im Deutschen gängige Bezeichnung lautet Taylorismus, der die Anwendung wissenschaftlicher Ideen in Verbindung mit den Grundsätzen der Kostenrechnung auf mechanische Werkstätten zur Prozesssteuerung von Arbeitsabläufen vorsieht, um bei gegebenen Skaleneffekten und hohen Losgrößen mit geringeren Stückkosten zu produzieren. Ein Beispiel für einen derartigen Management- und Produktionstyp, stellt etwa die von Henry Ford eingeführte Fließbandarbeit und damit die Aufspaltung von Arbeitsprozessen in ihre jeweiligen kleinsten Bestandteile zur Effizienzsteigerung bei der Herstellung des Modell T dar (Helfgott 1986: 42).

zu keinem Zeitpunkt ein Deutungsmonopol – noch proklamierten sie ein solches – darüber, was die zweite oder dritte industrielle Revolution thematisch abdeckte respektive was den revolutionären Kern derselben ausmachte. So zählten einige Vertreter nicht nur die Automatisierung, sondern insbesondere die Kernenergie als Inbegriffe der zweiten industriellen Revolution (vgl. Brandt 1957: 11–16 u. 25 f.) und wieder andere wussten die dritte industrielle Revolution in „the emergence of corporations of unprecedented size, complexity, breadth and international scope“ (Leighton 1970: 3) begründet.

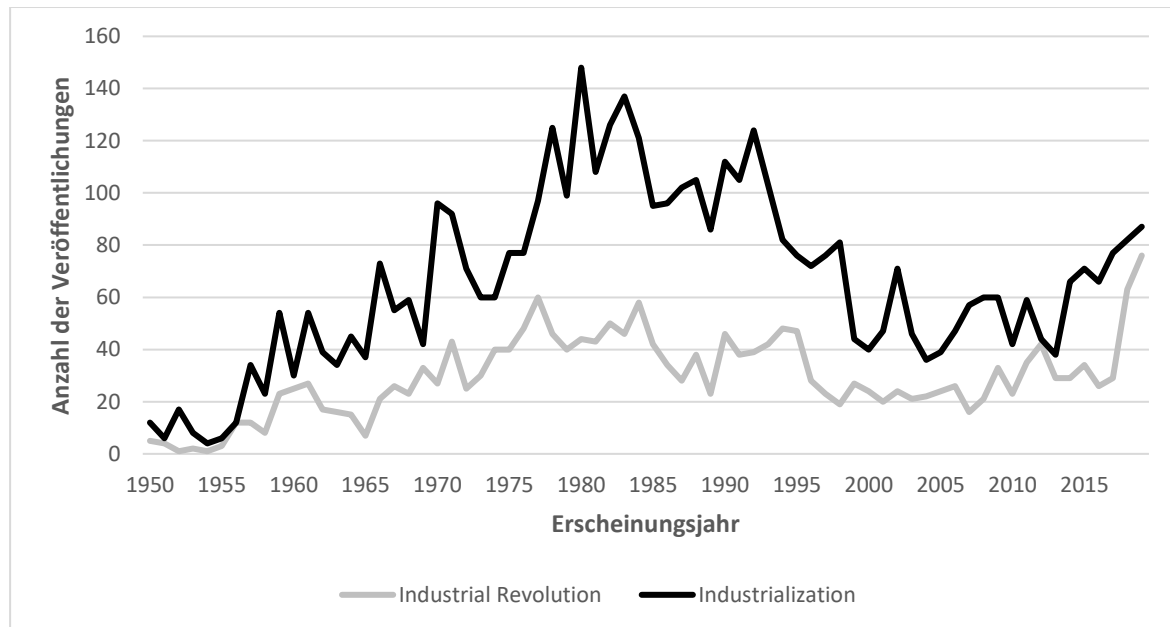
Auch wenn die jeweils neuen technologisch-ökonomischen Umbrüche als industrielle Revolutionen in einem epochalen Verständnis definiert wurden, verlor die Trennung zwischen Epochen- und Prozessbegriff zusehends an Schärfe. So liegt dem Konzept, die industrielle Revolution als Entwicklungsprozess zu verstehen, die Annahme zugrunde, dass dieser nicht einen auf wenige Jahre begrenzten Zeitraum, sondern vielmehr einen langfristigen, generationsübergreifenden Prozess beschreibt und – je nach Sichtweise – noch immer andauert, d. h. nicht abgeschlossen ist (vgl. Cipolla 1972: 18; Henning 1996: 345 f.). Demgemäß stellten die nachfolgenden industriellen Revolutionen aus Sicht der Begriffsgeber stets einen klar gewollten Rückgriff auf die ihnen vorausgehenden dar und verweisen somit explizit auf den prozessartigen Charakter, oder die sozusagen kontinuierliche Diskontinuität der ökonomischen Entwicklung. Diese Tatsache beschrieb bereits Black im Jahre 1959:

What we overlook, however, is that we are simply witnessing the logical outcome of an economic revolution which started in Europe about two hundred years ago. [...] Like the first industrial revolution, the new one will inevitably be a lengthy process – in fact, a process to which no end is in sight. (Black 1959: 353 u. 367)

Im Kontext einer prozessualen Sichtweise konstatiert Hölscher für das ausgehende 20. Jahrhundert und innerhalb seines eigenen zeitlichen Bezugsrahmens, dass der „Ausdruck ‘industrielle Revolution’ [...] zunehmend von dem der ‘Industrialisierung’ abgelöst“ (Hölscher 1982b: 296) worden sei. Diesem Befund ist hinsichtlich des jüngeren Forschungsstandes sicherlich zuzustimmen. Wie aus untenstehender Abbildung 1 ersichtlich, zeigt sich auch beim Vergleich der Frequenz beider Begriffe in Titeln englischsprachiger wissenschaftlicher Publikationen grundsätzlich, dass im Untersuchungszeitraum ab 1950 *Industrialization* stets häufiger verwendet wurde als *Industrial Revolution*. Allerdings bedeutet dies im Umkehrschluss nicht, dass *Industrielle Revolution* oder in diesem Fall *Industrial Revolution* an Prominenz oder Popularität

eingebüßt hätte,¹⁶ denn im historischen Zeitverlauf ist der Begriff zu keinem Zeitpunkt gänzlich aus dem wissenschaftlichen Repertoire entschwunden.

Abb. 1: Verwendung der Begriffe *Industrial Revolution* und *Industrialization* in Titeln wissenschaftlicher Publikationen im Zeitraum 1950–2019



Eigene Darstellung, Daten auf Grundlage des Social Science Citation Index sowie des Science Citation Index Expanded (vgl. Web of Science 2020a; 2020b).

Es lässt sich sogar argumentieren, dass auch zwei Jahrhunderte nach Erstgebrauch die Verwendung in wissenschaftlichen Publikationen auf einem soliden Niveau verharrt und der Begriff genügend Attraktivität besitzt, um diesen auch gegenwärtig zur Beschreibung heranzuziehen oder ihn für detaillierte Analysen zu bemühen. Ein solcher wie der oben angeführte Index gibt andererseits keine Auskunft darüber, welcher Typus des Begriffsverständnisses in den Publikationen vorliegt, weshalb in jedem Einzelfall stets erneut zu prüfen ist, ob die Anwender aus einer prozessualen oder epochalen Auffassung heraus argumentieren. Doch gerade aus heutiger Sicht ist erkennbar, dass der Term *Industrial Revolution* seit Ende der ersten Dekade des 21. Jahrhunderts nicht nur wieder häufiger als in den Jahren zuvor verwendet wird, sondern in gewissem Maße auch eine semantische Renaissance erfahren hat, die gegenwärtig ihre ganz eigene ambivalente Resonanz in der Politik und Wissenschaft erfährt. So wird *industrielle Revolution* – insbesondere mit Blick auf die Industrie 4.0 – nicht etwa dazu bemüht über Vergangenes zu berichten, sondern vielmehr dazu, die Dämmerung eines ebenso tiefgreifenden als

¹⁶ So finden sich, ganz im Gegenteil, eine Reihe von Publikationen im Englischen und Deutschen, die die aktuellen und potentiellen zukünftigen ökonomischen Entwicklungen mit einer dritten (z. B. Rifkin 2011), vierten (z. B. Schwab 2016) oder gar fünften (z. B. Hentz/Weber 2018) *Industriellen Revolution* zu umgreifen suchen.

genuin neu empfundenen wie auch als revolutionär prognostizierten ökonomischen Umbruchs zu skizzieren (vgl. Kapitel 9), was als weitestgehend konsistent und analog zu seinem Aufkommen kurze Zeit nach der Französischen Revolution sowie der Charakterisierung späterer technologischer Umbrüche betrachtet werden kann, da die ökonomischen Umwälzungen von den Zeitgenossen als ebenso revolutionär eingeordnet wurden wie die politischen im Zuge der inner- und außerhalb Frankreichs stattfindenden Neuordnung der Machtverhältnisse. Es bleibt hervorzuheben, dass der Begriff *industrielle Revolution* von Beginn an als Analogie zu der nur wenige Jahre vorausgegangenen Französischen Revolution gedacht wurde, da die ökonomischen Umwälzungen von den Zeitgenossen als ebenso revolutionär eingeordnet wurden wie die politischen im Zuge der inner- und außerhalb Frankreichs stattfindenden Neuordnung der Machtverhältnisse. Die industrielle Revolution fand in den anderen europäischen Staaten nicht nur real, sondern auch verbal rasch Verbreitung und war auch ohne einen unmittelbaren Rückgriff auf eine Revolution stets mit einer soziopolitischen Dimension versehen (vgl. Kapitel 3.5), was nicht zuletzt die stark frequentierte Anwendung und phasenweise hohe Popularität des Begriffs erklärt. Auch heute ist er keineswegs aus der wissenschaftlichen und öffentlichen Debatte zur Beschreibung von vergangenen, gegenwärtigen und zukünftigen Entwicklungen verschwunden, sondern hält einen festen Platz im Sprachgebrauch.

3.2 Die Industrialisierung aus ökonomischer Perspektive

Bevor der Industrialisierungsprozess tiefergehend erläutert wird, gilt es zunächst zu konkretisieren, was die Industrialisierung im Kern beschreibt und bedeutet. Der etwa 200 Jahre andauernde Industrialisierungsprozess stellte eine Haupttriebfeder für das sich in den – allen voran europäischen und nordamerikanischen – Staaten aufkommende Produktivitätswachstum und die damit einhergehenden Wohlstandssteigerungen im 20. Jahrhundert dar. Gleichzeitig aber scheint die Industrialisierung spätestens seit den 1970er Jahren im Kontext einiger OECD-Staaten dem Trend einer voranschreitenden Deindustrialisierung¹⁷ gewichen zu sein, um nun in

¹⁷ Die ab den 1970er Jahren innerhalb der OECD-Staaten beobachtete Deindustrialisierung bezieht sich zum einen auf den sinkenden Anteil des industriellen respektive herstellenden Sektors an der Gesamtwertschöpfung einer Volkswirtschaft (gemessen am Bruttoinlandsprodukt) im Vergleich zu den übrigen Sektoren, und zum anderen auf den abnehmenden Anteil der durch den industriellen Sektor bereitgestellten bzw. nachgefragten Arbeitsplätze in Relation zu den übrigen Sektoren (Felipe/Mehta 2016: 148; van Neuss 2018: 49–52). Auch wenn die Deindustrialisierung nicht alle OECD-Staaten in gleichem Maße betrifft – bspw. die Bundesrepublik Deutschland oder Japan haben bisher einen weit höheren Anteil des industriellen Sektors gemessen an der Gesamtwertschöpfung und den Arbeitsplätzen im Vergleich zu den Vereinigten Staaten und dem Vereinigten Königreich erhalten können – und es aus globaler Perspektive insbesondere mit Blick auf Asien und speziell die Volksrepublik China sicherlich falsch wäre, überhaupt von einer solchen zu sprechen, stellt sie doch einen grundsätzlichen Trend für die entwickelten Industrienationen dar (Nickell et al. 2008: 1154–1156; Felipe/Mehta 2016: 149 u. 151).

jüngster Zeit wieder an Bedeutung im Rahmen einer zumindest vorerst rhetorischen Reindustrialisierungsdebatte zu gewinnen (Murphy et al. 1989: 1003; Nickell et al. 2008: 1154; Pritchard/Zeller 2010: 69; Europäische Kommission 2014: 1 f.). Aus heutiger Sicht ist dies Grund genug, das Konzept der Industrialisierung weder als selbstverständlich noch als klar umgrenzt zu betrachten und dieses somit aus ökonomischer Perspektive kurz zu umreißen. Grundsätzlich konzentriert sich die Industrialisierung als volkswirtschaftlicher Prozess auf zwei wesentliche, zeitlich miteinander einhergehende Zustandsänderungen im Rahmen eines Wirtschaftswachstums: ein sektoraler Wandel auf der einen und technologisch-organisatorische Veränderungen der Produktionsbedingungen und -methoden auf der anderen Seite, die aber in ihrer jeweiligen quantitativen Auswirkung durchaus verschieden definiert werden können (Coleman 1956: 19 f.; Hölscher 1982b: 300 f.; Henning 1996: 345 f.; Komlos 1997: 499–503). Dementsprechend finden sich sowohl enge als auch weite Abgrenzungen, von denen die in diesem Rahmen als maßgeblich und aufschlussreich erachteten skizziert werden.

Einen in diesem Kontext geeigneten Ausgangspunkt stellt die Drei-Sektoren-Theorie dar, die aus den teils aufeinander aufbauenden Arbeiten von Fisher, Clark, Fourastié und Kuznets zwischen den 1930er und 1950er Jahren hervorgegangen ist (Katouzian 1980: 37; Pohl 1970: 313 f.; Kennesey 1987: 360–362; Reuter/Zinn 2011: 464; Murata 2008: 161–164). Die Theorie fußt auf drei zentralen Annahmen: (i) dass sich eine Volkswirtschaft in drei Sektoren¹⁸ einteilen lässt – den primären oder Agrarsektor, den sekundären oder Industriesektor und den tertiären oder Dienstleistungssektor; (ii) dass sich im Zuge der Industrialisierung ein Wandel vom primären hin zum sekundären Sektor hinsichtlich der Beschäftigungsstruktur und der volkswirtschaftlichen Wertschöpfung abgezeichnet hat;¹⁹ (iii) dass sich nach Abschluss dieses

¹⁸ So wird zum primären Sektor (im Sinne der Produktgewinnung) die Land- und Forstwirtschaft sowie die Fischerei, zum sekundären (im Sinne der Produktverarbeitung) die Industrie, das Handwerk, der Bergbau und das Baugewerbe und zum tertiären (im Sinne der Dienstleistung) der Handel und Verkehr, die Kommunikation und Wissenschaft sowie das Gesundheitswesen gezählt (Geißler 2014: 185). Vgl. hinsichtlich anderer Abgrenzungsansätze innerhalb der drei Sektoren auch grundsätzlich Pohl (1970), Kennesey (1987) sowie Reuter/Zinn (Reuter/Zinn 2011: 463–465).

¹⁹ Aus wissenschaftshistorischer Perspektive und im Rahmen der Industrialisierungsthematik scheint es wert hervorzuheben, dass weder die formale Einteilung einer Volkswirtschaft in Sektoren noch das Erkennen und Beschreiben eines sektoralen Wandels die eigentliche Leistung der oben genannten Autoren darstellt. Dieser Ansatz reicht bis in die Zeit der merkantilistischen und physiokratischen Denker wie etwa Sir William Petty und François Quesnay im 17. und 18. Jahrhundert zurück (Kenesey 1987: 360). Petty wurde bereits in den 1670er Jahren auf den Umstand aufmerksam, dass sich die Wirtschaft eines Landes nicht nur in die Sektoren Ackerbau, Produktion und Handel einteilen lässt, sondern dass auch ein Wandel innerhalb der Beschäftigungsstruktur – von der Landwirtschaft hin zum Handel und der Produktion – beobachtet werden kann (Perkin 2002: 101 f.; vgl. hierzu auch Petty 1899: 256 u. 267). Clark wiederum berief sich 1935 auf Petty hinsichtlich dessen Einteilung und dem von ihm beobachteten sektoralen Wandels und subsumierte diese Ausführung unter dem Begriff „Petty’s Law“ (Clark 1940: 177). Die Leistung der Begründer der Drei-Sektoren-Theorie beruht demnach vielmehr in der Wiederentdeckung und der Neuanwendung auf die bereits industrialisierten Ökonomien ihrer Tage.

ersten Wandlungsprozesses ein erneuter Wandel vom sekundären hin zum tertiären Sektor abzeichnet (Pohl 1970: 313–315; Kennesey 1987: 361 f.; Reuter/Zinn 2011: 463–465).²⁰

Doch in welcher Form sind die in der Drei-Sektoren-Theorie getroffenen Aussagen nun von Relevanz für die genauere Abgrenzung des Phänomens der Industrialisierung? Folgt man den Ausführungen der Autoren und konzentriert sich auf die von ihnen gemachten Beobachtungen über die sich verändernde Struktur einer Ökonomie, so beschreibt die vollzogene Industrialisierung nichts anderes als einen sektoralen Wandel und die damit für eine Volkswirtschaft einhergehende wachsende Relevanz des industriellen Sektors. Ausgehend von einer engen Definition – und damit der oben genannten ersten Komponente – hinsichtlich des volkswirtschaftlichen Prozesses einer Zustandsänderung bezogen auf das Wirtschaftswachstum und den sektoralen Wandel, lässt sich die Industrialisierung somit definieren als „überproportionales Wachstum des gewerblichen, des »sekundären« oder [...] industriellen Sektors im Vergleich zu anderen Sektoren und zur Gesamtwirtschaft“ (Pierenkemper 1996: 12). In diesem Kontext impliziert die Industrialisierung folglich zunächst eine Verlagerung des Gewichts vom zuvor agrarischen hin zum industriellen Sektor in Form eines relativen Wachstums, ausgedrückt durch den zunehmenden Anteil des Sektors an der volkswirtschaftlichen Wertschöpfung und/oder einem Anstieg der Beschäftigungszahlen im industriellen Sektor.

Diese eher allgemeingehaltene qualitative Beschreibung lässt sich um eine quantitative Ebene erweitern. So hat Rostow bei seiner Analyse der Stadien wirtschaftlichen Wachstums im Kontext der Industrialisierung im multilateralen Vergleich ab etwa 1783 die – nicht ganz unangefochtene – Hypothese und gleichzeitig Definition aufgestellt, bei der das Hauptkriterium der Industrialisierung durch den Anstieg „produktiver Investitionen [vom vorindustriellen Niveau] von 5 % oder weniger bis auf 10 % oder mehr des Volkseinkommens“ (Rostow 1967: 57) gekennzeichnet ist. Insbesondere in den Geschichtswissenschaften hat Rostows quantitative Definition nur wenig Anklang gefunden (Abelshausen 1995: 105), wohl nicht zuletzt auf Grund der Tatsache, dass die von ihm gesetzten Schwellenwerte relativ willkürlich gewählt wurden (Supple 1984: 114; Cameron 1985: 7). Gleichwohl umgrenzt sein Modell gerade aus

²⁰ Seit Bestehen der Theorie hat sich die Einteilung weiter differenziert und schließt – je nach Fokus der Analyse – verschiedene Wirtschaftsbereiche in die jeweiligen Sektoren ein oder geht sogar grundsätzlich von zusätzlichen Sektoren aus. So sprachen sich im Jahr 1953 Foot und Hatt dafür aus, dem vierten Sektor Transport, Kommunikation, Finanzen, Handel und Verwaltung und dem fünften das Gesundheitswesen, Bildung, Wissenschaft, Freizeit und Kunst zuzurechnen, während der tertiäre Sektor Bereiche wie Hotelgewerbe, Gastronomie oder Wartung und Reparatur beinhaltet (Foot/Hatt 1953: 365). Eine weitere – ebenfalls nicht geläufige – Einteilung sieht neben den drei klassischen zwei weitere Sektoren als Ausdifferenzierung des Dienstleistungssektors an, nämlich den quartären im Sinne der Informationswirtschaft und den quintären im Sinne von bspw. Freizeitaktivitäten oder der Entsorgungswirtschaft. Allerdings gibt es in der wissenschaftlichen Diskussion bis heute keinen Konsens bezüglich der in den beiden Sektoren subsumierten Branchen (Kellermann 1985: 134; Leimeister 2012b: 8 f.).

ökonomischer Sicht in der Retrospektive einen zumindest scheinbar messbaren Rahmen und gewinnt in einem definitorischen Kontext durch folgende Ergänzung an Aussagekraft: So hat Rostow den Industrialisierungsprozess und den wirtschaftlichen Aufstieg ferner „[...] mit radikalen Änderungen in den Produktionsmethoden und ihren entscheidenden Wirkungen in relativ kurzer Zeit“ (Rostow 1967: 76) umschrieben, was uns – unabhängig von der hier unterstellten Geschwindigkeit des Wandels – zu der zweiten oben genannten Komponente führt, nämlich den technologisch-organisatorischen Veränderungen der Produktionsbedingungen und -methoden hin zu einer industriellen Form und damit zu der Frage, was den industriellen Sektor eigentlich konstituiert.²¹ In diesem Zusammenhang beschreibt Kuznets die Industrie als „Inbegriff gütererzeugender Tätigkeiten, wobei der Akzent auf der Herstellung oder Bearbeitung von Gütern liegt, nicht auf Züchtung oder Urproduktion [und schließt] die Güter- und Energieproduktion und das Baugewerbe ein“ (Kuznets 1972: 17). Ergänzend lässt sich anführen, dass „mit dem Begriff ‚Industrialisierung‘ [...] der Übergang der gewerblichen Güterproduktion der vorindustriellen Gesellschaft, in deren Mittelpunkt der Betrieb mit handwerklicher Fertigungstechnik steht, zur industriellen Produktionsform bezeichnet“ (Schulz-Hanßen 1970: 17) wird. Gerade mit dieser letzten Abgrenzung zeigt sich, dass die Substitution menschlicher respektive tierischer Arbeitskraft eine zentrale Voraussetzung darstellt, um eine Produktionsform als genuin *industriell* charakterisieren zu können. Gemeint ist folglich der Einsatz von Maschinen und mechanischer Arbeitskraft im Produktionsprozess sowie die sukzessive Automatisierung zur Steigerung der Arbeitsproduktivität und damit zur Rationalisierung, was die grundsätzliche Anwendung von Technologie und rationalisierter Organisationsformen auf die Produktion und die Produktionsprozesse im weitesten Sinne verlangt. Dabei fußen Technologie und technischer Fortschritt auf der systematischen Anwendung von Wissenschaften und Forschung, die ihrerseits auch grundsätzlich Einzug in die wissenschaftliche Erfassung und Untermauerung von Produktions- und Arbeitsprozessen etwa im Sinne des *scientific management* halten (Mathias 1969: 15 f.; Helfgott 1986: 42; Geißler 2014: 6; Pierenkemper 1996: 27; 2009: 55–68; Kiesewetter 2004: 18). All dies kann unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten aber nur erfolgen, wenn eine Ökonomie einerseits in der Lage ist, ausreichend Investitionen in den maschinellen Kapitalstock als neue Form des Sachkapitals zu tätigen²² und andererseits die maschinell-automatisierte Produktion in effizienter Form – d. h. mindestens kostendeckend – vollziehen kann,

²¹ Indes bleibt bei Rostows Ansatz jedoch fraglich, in welcher Form sich die Produktionsmethoden verändern, wie sich die durch die Änderung der Produktionsmethoden entscheidenden Wirkungen auf die Ökonomie konkret messen lassen und welcher zeitliche Maßstab dem Wandel derselben überhaupt zugrunde gelegt wird.

²² Das bedeutet entweder auf Grund reinvestierter Erträge aus dem eigentlichen Produktionsprozess oder durch die Fähigkeit beträchtliche Kapitalsummen im In- und oder Ausland zu mobilisieren.

was das Produzieren in Großgruppen oder Fabriken anstelle von Kleinstbetrieben voraussetzt. Die industrielle Produktionsweise fordert somit das Prinzip einer erhöhten Arbeitsteilung und Standardisierung von Halbfabrikaten sowie Fertigerzeugnissen und zielt auf eine gesteigerte Produktivität bei massenhafter Erzeugung von Gütern ab (Geißler 2014: 6 f.; Kiesewetter 2004: 18; Rostow 1967: 57 u. 76 f.; Pierenkemper 1996: 26–28; Kuznets 1972: 17; Klatt 1959: 55).

Ein wesentlicher Aspekt hinsichtlich der Auswirkungen der Industrialisierung wurde bisher lediglich angedeutet. So definieren wir nach dem bisher Gezeigten den Industrialisierungsprozess als steigende Relevanz des industriellen Sektors in Relation zum Agrarsektor (Pierenkemper 1996: 12). Beginnend ab der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts, spätestens aber deutlich seit den 1970er Jahren, hat sich jedoch ein abnehmendes Gewicht des industriellen Sektors, gemessen an der Gesamtwertschöpfung sowie an den durch diesen bereitgestellten bzw. nachgefragten Arbeitsplätzen zugunsten des Dienstleistungssektors abgezeichnet (Wessels 1963: 303 f.; Kaelble 1997: 7 f.; Nickell et al. 2008: 1154–1156; Felipe/Mehta 2016: 148 f. u. 151; van Neuss 2018: 49–52). Mit diesem sinkenden Anteil des industriellen Sektors ließe sich auf den ersten Blick – und der engen Definition folgend – eine sukzessive Deindustrialisierung unterstellen. Allerdings ist die Industrialisierung – wie gezeigt – als ein Transformationsprozess zu verstehen, der die gesamte Struktur und folgerichtig alle Sektoren einer Volkswirtschaft erfasst (Hölscher 1982b: 301 f.), denn industrielle Produktionsweisen betreffen keineswegs allein die Erzeugung von industriellen Gütern und damit den sekundären Sektor. So umfasste die Industrialisierung und die damit einhergehende Art des Produzierens und Wirtschaftens auch den Agrarsektor. Diese Industrialisierung der Landwirtschaft setzte um das Jahr 1850 ein und war durch eine grundsätzliche Intensivierung des Ackerbaus gekennzeichnet. Hierauf folgte eine zweite Phase ab etwa 1900 mit dem vermehrten Einsatz von Kunstdüngern, Futtermitteln und verbessertem Saatgut (Chemisierung), die dann in eine dritte Phase der Mechanisierung (Technisierung) der Agrarproduktion seit den 1930er Jahren mündete (Hirte 2019: 378 f.). Wesentliche Kennzeichen der Industrialisierung des Agrarsektors sind, analog zur jener des produzierenden Gewerbes, die Produktivitätssteigerung in Form der Substitution der traditionellen Produktionsfaktoren bestehend aus menschlicher und tierischer Arbeitskraft durch Kapital, eine veränderte, auf Rationalisierung und Dezentralisierung im Sinne der Spezialisierung auf ein bestimmtes Erzeugnis ausgerichtete Betriebsführung sowie die regionale Konzentration bestimmter Erzeugnisse und Erzeuger. Die industrielle Transformation des Agrarsektors zielt somit ebenso wie jene des sekundären Sektors auf Arbeitsteilung, Massenproduktion und Standardisierung der Erzeugnisse unter Anwendung industrieller Produktionsweisen ab (Windhorst 1989: 137–140; Hirte 2019: 379–383).

Darüber hinaus ist seit den 1950er ebenso eine zunehmende Industrialisierung des Dienstleistungssektors zu beobachten, die zwar auf Grund der Abgrenzungsproblematik, wo Güter enden, und Dienstleistungen beginnen, diffuser²³ verläuft als jene des Agrarsektors, aber dennoch von einer kontinuierlichen und zunehmend erkennbar werdenden Adaption industrieller Produktionsweisen bei der Erzeugung der Leistung geprägt ist. Dies mag auf den ersten Blick verwundern, besteht doch der wesentliche Kern einer Dienstleistung in der arbeitsintensiven, zwischenmenschlichen und stets erneut auf das jeweilige Individuum ausgerichteten Interaktion zwischen Anbieter und Empfänger einer Dienstleistung. Darüber hinaus stellt die Beteiligung des Empfängers im Prozess der Leistungserbringung einen integralen Bestandteil dar, was die Rationalisierung und Produktivitätssteigerungen anhand der Substitution des menschlichen Produktionsfaktors durch Maschinen zusätzlich erschwert (Haynes 1990: 16–19; Betsch/Thomas 2005: 64 f.; Stampfl 2011: 119 f.; Daub 2017: 146). Gleichwohl formierte sich bereits ab der Mitte des 20. Jahrhunderts, allen voran in den Vereinigten Staaten, hinsichtlich des technischen Fortschritts in Gestalt des vermehrten Einsatzes von Automaten und Maschinen sowie Computern ab den 1960er Jahren die Erkenntnis, dass sich eine Dienstleistung in Teilarbeiten aufgliedern lässt, welche durchaus automatisierbar und damit substituierbar sind (Simons 1956: 171; Hoskin 1956: 423–428; Cunningham 1957: 74–77; Wessels 1963: 310 f.; Haynes 1990: 16–19). Insbesondere mit Blick auf die gegenwärtigen Möglichkeiten der IKT im Rahmen des Internets ist die IT-gestützte Standardisierung sowie Automatisierung von Arbeitsprozessen und Teilaspekten einer Dienstleistung sowie die damit einhergehende

²³ Eine Dienstleistung kennzeichnet sich – im Gegensatz zu Sachleistungen – durch ihre Immaterialität sowie Integrativität aus und stellt eine nutzenstiftende entgeltliche oder unentgeltliche Handlung, Leistung oder einen Prozess dar (Haynes 1990: 16; Cook et al. 1999: 319 f.; Backhaus et al. 2014: 59 f.; Daub 2017: 144 f.). Gleichwohl sind nicht alle immateriellen Güter zwingend als Dienstleistung einzustufen, wie im Fall von Urheberrechten, Firmenwerten, Patenten etc. (Zink/Eberhard 2009: 2). Die Immaterialität einer Dienstleistung verweist darauf, dass diese körperlos ist, d. h., dass das Resultat der eigentlichen Leistungserbringung nicht aus einem physisch greifbaren Endprodukt besteht. Zugleich schließt die Immaterialität die Lagerung oder das vorherige Produzieren einer Dienstleistung aus; lediglich das Potential zur Leistungserbringung lässt sich lagern (Leimeister 2012b: 16–18; Backhaus et al. 2014: 59; Daub 2017: 145). Hiermit einher geht die „Notwendigkeit zur unmittelbaren Inanspruchnahme der Leistung durch den Konsumenten“ (Backhaus et al. 2014: 59). Aus dieser Tatsache resultiert sodann die Integrativität einer Dienstleistung, d. h. die Rolle des Kunden im Prozess der Leistungserbringung. Grundlegende Voraussetzung in diesem Fall ist, dass der Empfänger der Dienstleistung den Leistungserbringungsprozess selbst auslöst und diesen in der Interaktion mit dem Dienstleister durch etwa Informationsbereitstellung beeinflusst (Haynes 1990: 16; Zink/Eberhard 2009: 3; Backhaus et al. 2014: 60). Gemeinhin kann zwischen personen- und sachbezogenen Dienstleistungen unterschieden werden. Während die personenbezogene Dienstleistung simultan aus der Kommunikation mit dem Empfänger erbracht wird, handelt es sich bei der sachbezogenen um die Instandhaltung von Produkten (Daub 2017: 145). Die mangelnde Trennschärfe resultiert einerseits aus dem Umstand, dass die Erbringung einer Dienstleistung zu immateriellen (z. B. Informationsvermittlung), aber auch im Falle von sachbezogenen Dienstleistungen zu materiellen Ergebnissen (z. B. Instandsetzung defekter Maschine) führt. Andererseits gehen beinahe alle Dienstleistungen mit Sachleistungen (z. B. Servieren einer Speise im Restaurant) einher und vice versa (z. B. Anpassung eines im Geschäft erworbenen Anzugs), womit beide Leistungen in einem komplementären Verhältnis stehen und eine Differenzierung respektive Zurechenbarkeit der Leistungsbestandteile erschwert wird (Haynes 1990: 16; Cook et al. 1999: 320; Backhaus et al. 2014: 58–60).

Einsparung am Produktionsfaktor menschliche Arbeit ersichtlich, auch wenn der limitierende Faktor hierbei schlussendlich der Mensch als Empfänger der Dienstleistung respektive dessen Akzeptanz solcher Lösungen im Kontext der auf ihn gerichteten Leistungserbringung darstellt (Gross et al. 2006: 22 f.; Stampfl 2011: 157 f.; Leimeister 2012b: 50–52). Zentrales Ziel ist hierbei, analog zum primären und sekundären Sektor, die Produktivitätssteigerung, die jedoch grundsätzlich auf der tatsächlichen Umsetzbarkeit industrieller Methoden basiert, denn offenkundig besteht eine wesentliche Voraussetzung nicht zuletzt darin, dass sich Arbeitsschritte überhaupt standardisieren und automatisieren lassen. Gleichwohl haben sich in jüngster Zeit eine Vielzahl von Bereichen bei Dienstleistungserbringern herausgebildet, die das Ziel einer derartigen Industrialisierung waren und auch zukünftig sein werden. Hierzu zählen bspw. die Telekommunikations- (z. B. Call-Center), Banken- (z. B. Onlinebanking), Versicherungs- und die IT-Branche, die sich hinsichtlich der Standardisierung und Automatisierung bestimmter Arbeitsschritte aber auch ganzer Dienstleistungsabschnitte hervorheben. Gleichzeitig finden sich aber auch Industrialisierungstendenzen in der Gastronomie (bspw. Systemgastronomie), in der Logistik, dem Personalwesen oder dem Rechnungswesen (Betsch/Thomas 2005: 64–66; Gross et al. 2006: 22 f.; Stampfl 2011: 121). Mit der voranschreitenden Digitalisierung und Vernetzung von Systemen lässt sich die bisher neueste Entwicklung im Rahmen der Industrialisierung des Dienstleistungssektors umgreifen. So eröffnen etwa Data-driven Services, Big-Data Analytics, Smart Services, digitale Dienstleistungssysteme sowie Cloud-Dienste oder die Weiterentwicklung und Implementierung von künstlicher Intelligenz (vgl. Teil 2) nicht nur gänzlich neue Geschäftsfelder, sie bieten auch ein bisher nicht abzuschätzendes Potential für intelligente Automatisierungslösungen, die zugleich – und anstelle einer Standardisierung – eine stärkere Individualisierung von Dienstleistungen auf Massensbasis gewährleisten sollen, bei gleichzeitiger Steigerung der Produktivität (vgl. Staab/Nachtwey 2016: 24–29; Bitkom 2017: 40–55; Vitols et al. 2017: 133–145; Hecker et al. 2018: 44–53; Lüttenberg et al. 2018: 31 f.; Anke et al. 2018: 93 f. u. 104 f.).

Zusammengefasst kann die Industrialisierung definiert werden als ein langfristiges Wirtschaftswachstum, das sich in einer ersten Phase durch die Verlagerung des Gewichts des agrarischen hin zum industriellen Sektor auszeichnet, ausgedrückt in einem zunehmenden Anteil der industriellen Produktion an der volkswirtschaftlichen Wertschöpfung und/oder dem Anstieg der Beschäftigungszahl innerhalb des Sektors. Gleichzeitig beschreibt die Industrialisierung allerdings auch die kontinuierliche und vermehrte Anwendung mechanisierter, automatisierter sowie standardisierter Produktions- und rationalisierter Organisationsformen (z. B. Taylorismus) auf den industriellen Produktionsprozess zur Steigerung der Arbeitsproduktivität,

verstanden als Substitution des Produktionsfaktors menschliche/tierische Arbeitskraft durch Kapital zur Steigerung der Arbeitsproduktivität. Dabei fußen Technologie, technischer Fortschritt und Organisation auf der systematischen Anwendung von Wissenschaften und Forschung. In einer nachgelagerten Phase stellt die Industrialisierung dann einen Transformations- und Wachstumsprozess der gesamten Volkswirtschaft dar, bei welcher die Implementierung dieser industriellen Produktionsformen in den restlichen Sektoren sukzessive vollzogen wird.

3.3 Rahmenbedingungen der Industrialisierung

Beschäftigt man sich mit der Frage, wieso es grundsätzlich zu einer Industrialisierung kam und welche Voraussetzungen generell förderlich für diesen Prozess waren, so mag sich der Blick zunächst auf das England des 18. Jahrhunderts als Wiege dieser Entwicklung richten. Hiermit einher gehen zeitgleich die Fragen, warum sich die Industrialisierung zum einen gerade zuerst in England und nicht in einem anderen Land vollzog und zum anderen warum sie just in diesem Zeitraum einsetzte (Hobsbawm 1999: 14; Mokyr 2018: 19 f.). Legt man jedoch den Fokus der Betrachtung auf England als *First Industrial Nation* und betrachtet es folglich als eigentliches Epizentrum der Industrialisierung, so gilt dies in der wissenschaftlichen Diskussion keineswegs als unumstritten und sollte mit einigen qualitativen Einschränkungen erfolgen (Abelshauer 1995: 103 f.; Pierenkemper 1996: 10 f.; Hoppit 1990: 173 f.). Zwar spricht einiges für diesen Ansatz, nach welchem die Industrialisierung nur für das England des ausgehenden 18. und beginnenden 19. Jahrhunderts als Ereignis *sui generis* betrachtet werden muss, und andere Staaten wie bspw. Sachsen, Preußen, Japan, Frankreich oder die Vereinigten Staaten hinsichtlich dieses Entwicklungspfades mehr als Kopie zu sehen sind. Denn nur in England, so das Credo, ereignete sich die eigentliche *industrielle Revolution*, womit die englische Industrie eine Vorbildfunktion einnahm und mit der Demonstration des Industrialisierungsprozesses im weitesten Sinne andere Länder inspirierte, es seiner Entwicklung gleichzutun (vgl. Rostow 1967: 33–53). Bereits Marx verwies auf die – seiner Meinung nach – intrinsische und den Naturgesetzen gleichende Logik des industriellen Entwicklungsprozesses, nach der das „industriell entwickeltere Land dem minder entwickelten nur das Bild der eigenen Zukunft“ (Marx 1867: IX) zeige. Diese Vorstellung lässt sich gemeinhin unter dem Pionier-Nachzügler-Modell subsumieren, hinter das sich seit Marx eine Reihe von Historikern gestellt haben (Hahn 2011: 63 f.). Obgleich die Vertreter dieses Modells keineswegs die regionalen und nationalen Besonderheiten oder die individuellen Bedingungen der Nachzügler ausblenden, ihnen ganz im Gegenteil sogar einen eigenen industriellen Entwicklungspfad attestieren, fußen sie doch stets auf der Annahme, der

Wirtschaftspionier England habe als erstes diese neue Welt der Industrialisierung beschritten, während die Nachzügler dessen Entwicklungsprozess zwar modifiziert, aber im Grunde doch kopiert und zeitlich nachgelagert vollzogen hätten. Damit ist bereits der wesentliche Kritikpunkt des Modells genannt: Davon auszugehen, dass sich ein globaler Entwicklungsprozess derart geographisch isoliert und vereinfacht betrachten ließe, trifft keineswegs den Kern der Entwicklungsgeschichte, da er der Komplexität nicht gerecht wird und die Vorkommnisse nicht angemessen widerzuspiegeln vermag (Cameron 1985: 2; Hahn 2011: 63 f.).

Wie neuere Forschungsbeiträge in diesem Kontext darlegen, ist es ratsam, zunächst die vorherrschenden allzu simplifizierenden Denkmuster eines primär im nationalen Gefüge umgrenzten Industrialisierungsprozesses zugunsten eines regionalen Bezugsrahmens fallen zu lassen. Dahingehend lässt sich womöglich auch im oben genannten Modell konstatieren, dass es durchaus fortschrittlichere Regionen auf dem Weg zur Industrialisierung gab, die folglich als Pioniere betrachtet werden könnten, sich die Entwicklung aber eben nicht auf ein Land, sondern auf eine Vielzahl europäischer Gebiete erstreckte (Cameron 1985: 20 f.; Abelshäuser 1995: 105 f.; Pierenkemper 1996: 10; Hobsbawm 1999: 13 f.). So gab es während des 18. Jahrhunderts auch im deutschsprachigen Raum fortschrittliche Regionen, bspw. im Königreich Sachsen, dem Saarrevier, in Oberschlesien oder dem Bergischen Land, deren verschiedene Wirtschaftsbereiche in technologischer Hinsicht durchaus als (proto-)industriell erachtet werden können und somit im Vergleich zu anderen Regionen –etwa Schleswig-Holstein – ihrer Zeit beachtlich voraus waren (Abelshäuser 1995: 103 f.; Hahn 2011: 103–106). Ferner muss bei der Betrachtung der Industrialisierung Englands auch der Import von Fachkräften und deren Wissen aus den „hochentwickelten Gewerbegebieten Hollands, Frankreichs und Mitteleuropas“ (Abelshäuser 1995: 106) berücksichtigt werden, was abermals die Vielschichtigkeit und Interkonnektivität dieses Prozesses veranschaulicht. Es war also keineswegs England als geschlossene Nation, das uniform in das Industrialisierungszeitalter eintrat, sondern einige wenige seiner Regionen, die eine Vorreiterstellung innerhalb dieser Entwicklung einnahmen und es erst auf aggregierter Ebene zum eigentlichen Pionierland der Industrialisierung im europäischen Vergleich machten. Nur mit dem Verweis auf diese Einschränkungen lässt sich England in einer ersten Näherung an die Thematik als Ausgangspunkt und Wiege der Industrialisierung betrachten.

In einer primär technikzentrierten Rückschau wird bisweilen der Standpunkt vertreten, dass die Entwicklung der Dampfmaschine oder allgemein die technologischen Erfindungen des 18. Jahrhunderts die Industrialisierung Englands eingeleitet hätten (vgl. Görtemaker 1989: 151–154; Scholz-Reiter 2013: 3; Obermaier 2016: 3). In der Tat haben insbesondere technologische

Aspekte eine nicht zu unterschätzende Rolle im Industrialisierungsprozess gespielt.²⁴ Sie erfuhren allesamt auf Grund ihrer im Vergleich zu Mensch und Tier hohen Arbeitsleistung sowie der potentiellen Unabhängigkeit von den „geographic and climatic vagaries of water power“ (Scherer 1965: 165) weite Verbreitung und stellten nicht zuletzt für den Metall- und Kohlebergbau aber auch die Textilindustrie Schlüsselinnovationen dar, ohne die das spätere wirtschaftliche Wachstum nicht erklärt werden könnte (vgl. Treue 1963: 256–260; Scherer 1965; Mathias 1969; Allen 2009). Allerdings müssen in diesem Kontext zwei wesentliche Einwände angeführt werden. Denn auf der einen Seite stellt der Fokus auf die großen Erfindungen als Anstoß der Industrialisierung eine zumindest fragwürdige Argumentationsgrundlage dar und zeichnet das Bild eines stromlinienförmigen, linearen und beinahe teleologischen Verlaufs der Geschichte (Kiesewetter 2004: 19). Auf der anderen Seite bedienen solch eng umrissenen und monokausalen Erklärungsansätze letztendlich herrschende Klischees und perpetuieren ein ganz bestimmtes Narrativ im Kontext der Industrialisierung, nämlich die „Heldengeschichte großer Erfinder“ (Pierenkemper 1996: 12). Dementsprechend besteht bei einer historischen Betrachtung mit einem derart gelagerten Fokus die Gefahr, ein verzerrtes Bild des grundsätzlich vielschichtigen Sachverhalts wiederzugeben, da sie dazu neigt, die mit den Erfindungen einhergehende Mechanisierung der Arbeitsprozesse und der Produktion als zentrales Kennzeichen dieser Entwicklung hervorzuheben (Cameron 1982: 380).²⁵

Nur allzu oft werden als entscheidende Voraussetzungen für das Einsetzen der Industrialisierung in England, wenn schon nicht distinkte Technologien, so doch bestimmte Leitsektoren oder Schlüsselindustrien wie etwa die – insbesondere in der klassischen Auffassung –

²⁴ So stellten etwa die Entwicklung der ersten kommerziell brauchbaren Dampfmaschine durch Thomas Newcomen 1712 zur Wasserförderung im Untertagebau, ihre Weiterentwicklung mit gesteigertem Effizienzgrad durch James Watt und Matthew Boulton zwischen 1777 und 1782 oder aber die Erfindung der *Spinning Jenny* durch James Hargreaves und der *Waterframe* durch Richard Arkwright als erste industrielle Spinnmaschinen in den sechziger Jahren des 18. Jahrhunderts durchaus wichtige Meilensteine in der technologischen Entwicklung dar.

²⁵ Dieser Ansicht ist entgegenzuhalten, dass es in der Menschheitsgeschichte zahlreiche Fälle gab, in denen gerade singuläre Ereignisse oder technologische Innovationen den eigentlichen Anstoß für den sozioökonomischen Fortschritt gegeben haben. Durchaus ist stets der Rahmen, in welchem sich die Ereignisse oder Innovationen vollzogen haben, als äquivalente Bedingung zu berücksichtigen und es scheint evident, dass eine Erfindung allein noch kein neues Zeitalter einläutet. Allerdings lässt sich auch argumentieren, dass es – ceteris paribus – bei gegebenen Rahmenbedingungen ohne das Ereignis oder die Innovation nicht oder nur verzögert zu dem Wandel gekommen wäre. Man denke nur an Johannes Gutenbergs weichenstellende Innovation um das Jahr 1450, bei welcher er durch geschickte Rekombination gegebener Faktoren sowie durch die Erfindung und Weiterentwicklung bestimmter Technologien (bspw. Metalllettern, Tinte, Setzkasten, Druckerpresse und Arbeitsprozess) den Buchdruck revolutionierte und damit auch darüber hinaus kurz-, mittel- und langfristig einen Wandel in elementaren Bereichen des alltäglichen Lebens und der (europäischen) Wissenschaftsgesellschaft initiierte. Obgleich Gutenbergs Erfindung womöglich ohne die außerordentlich günstigen sozioökonomischen, kulturellen und intellektuellen Rahmenbedingungen, welche im Europa des 15. Jahrhunderts gegeben waren (bspw. Welle von Universitätsgründungen, zunehmende Bedeutung des Humanismus, neue Finanzierungsmethoden oder die steigende und nicht gedeckte Nachfrage nach Büchern), nicht hätte vollzogen werden können, war es doch schlussendlich diese eine Innovation, die die Transformation auslösen sollte (Johns 2012: 870 f.; Moodie 2014: 453–464; Zeisberger 2018: 124–129).

wichtige Baumwollindustrie und der Eisenbahnbau hervorgehoben (Hahn 2011: 54 f.). In der Tat bildete sich im Sinne der oben beschriebenen regionalen Vorreiterrolle bspw. mit der in der Grafschaft Lancashire dominanten Baumwollindustrie eine Keimzelle der Industrialisierung, bei der diese als erster Wirtschaftszweig industrielle Produktionsweisen ausbildete und anwendete (Pierenkemper 1996: 10–14) und dadurch „aus der Bedeutungslosigkeit zum führenden Gewerbe heranwuchs“ (Dean 1972: 354). Dementsprechend betrachtet Rostow die in England während des 18. Jahrhunderts aufblühende Baumwollindustrie, die nicht nur für die Binnen- nachfrage sondern ab 1780 auch für den Export produzierte, als einen der beiden führenden Sektoren im wirtschaftlichen Aufstieg, da ihr Wachstum „sekundäre Effekte [...] auf die Nachfrage nach Kohle, Eisen und Maschinen, nach Betriebskapital und schließlich auf die Nachfrage nach billigen Transportmitteln“ (Rostow 1967: 73) auslöste. Darauf aufbauend folgert Rostow, dass der Eisenbahnbau der aber wohl wichtigste Faktor im wirtschaftlichen Aufstieg gewesen sei, da er drei entscheidende Einflüsse auf das Wirtschaftswachstum gezeitigt habe, nämlich die Senkung der Transportkosten, die Begünstigung der Entstehung des Exportsektors sowie die Voraussetzung für das Aufkommen von Kohle-, Eisen- und Maschinenbau (ibid.: 73 f.). So schlüssig Rostows Ausführungen sein mögen, und auch wenn die beiden Leitsektoren entscheidende Impulse auf die Bereiche Ökonomie, Wissenschaft und Technik entsandt haben, so sehr überschätzen sie doch deren tatsächliche Effekte auf andere Wirtschaftsbereiche und die gesamtwirtschaftliche Nachfrage, wie Dean im Kontext der Baumwollindustrie und Mitchell hinsichtlich des englischen Eisenbahnbaus überzeugend herausgearbeitet haben (vgl. Dean 1972; Mitchell 1964). Hieraus lässt sich folgern, dass obgleich sowohl die Schlüsselindustrien als auch die verschiedenen Schlüsseltechnologien in einer kausalen Beziehung mit dem Industrialisierungsprozess stehen, ihre jeweiligen Wirkungen für sich allein genommen nicht als hinreichend zu werten sind. Dementsprechend gestaltet es sich als fruchtlos, spezifische Faktoren isoliert als Auslöser zu betrachten, ohne dabei auf die in einer Volkswirtschaft zugrundeliegenden Wechselwirkungen und Kausalmechanismen zu achten. In dieser Hinsicht hat Kuznets einen Ansatz entwickelt, der verschiedene für das Aufkommen der Industrialisierung in England (aber auch generell) notwendige und in ihrer Summe hinreichende Vorbedingungen einbezieht:

1. ein Mindestmaß an Effizienz in einigen nichtindustriellen Sektoren der Wirtschaft, 2. ein der Industrie angemessenes Angebot an Arbeitskräften und Kapital, 3. eine ausreichende Nachfrage nach Industrieprodukten, 4. ein Angebot an Unternehmertalenten mit der Fähigkeit, einerseits die Entscheidungen über den Einsatz von Arbeitskräften und Kapital in der Industrie und den Basis- und Komplementär-Sektoren zu treffen und andererseits die Innovation vorzunehmen, die innerhalb des sich verändernden Bezugsgefüges eines in der Industrialisierung begriffenen Landes erforderlich werden. (Kuznets 1972: 19 f.)

Kuznets wirtschaftliche Vorbedingungen lassen sich als relativ umfassenden Erklärungsversuch deuten und liefern wichtige Implikationen hinsichtlich der dem Industrialisierungsprozess zugrundeliegenden Kausalmechanismen. Allerdings erfolgt der Ansatz aus einer primär wirtschaftswissenschaftlichen Perspektive, womit dieser in erster Linie auf der Ebene des Ökonomischen Erklärungskraft beanspruchen kann. Damit sieht sich aber auch dieser Versuch – ebenso wie im Fall der Schlüsselinnovationen und -industrien – einem grundsätzlichen Problem gegenübergestellt, birgt doch der Zentrismus auf die wirtschaftlichen Vorbedingungen die Gefahr, weitere potentielle Bedingungen, etwa auf der Ebene des Politischen und Sozialen, zu übersehen (Rostow 1967: 16; Kieseewetter 2004: 23 f.). Nicht zuletzt auf Grund dieser Erkenntnis „tendiert die neuere Forschung überwiegend dahin, das Zusammenwirken zahlreicher günstiger Faktoren zu betonen und hierin den entscheidenden Stimulus für den Beginn der Industriellen Revolution in England zu sehen“ (Hahn 2011: 61 f.). Folgerichtig ist bei der Betrachtung der für den Industrialisierungsprozess entscheidenden Rahmenbedingungen, die Trias aus technisch-ökonomischen, sozialen und politischen Faktoren im Sinne eines multikausalen Erklärungsansatzes miteinzubeziehen (Rostow 1967: 16; Kieseewetter 2004: 23 f.; Mokyr 2018: 19).²⁶ Gleichwohl gilt es hierbei eine grundsätzliche Einschränkung zu beachten, denn „jeder Vergleich verschiedener Industriegesellschaften ergibt, daß neben wenigen, hochabstrakten Gemeinsamkeiten ein weiter Raum für Alternativen und Variationen besteht“ (Hartmann 1963: 213). Jene Faktoren also, die sich als förderlich für den englischen Fall der Industrialisierung auffinden lassen, können zwar auch bei den anderen Industrialisierungsprozessen von Bedeutung sein, müssen aber einerseits nicht vorliegen und können andererseits auch eine schwächere oder stärkere Ausprägung aufweisen. Kurzum: Die englische Industrialisierungsgeschichte beschreibt keineswegs einen Königsweg, sondern gibt lediglich Einblicke bezüglich der Faktoren, die in diesem konkreten Fall die tatsächlichen Rahmenbedingungen darstellten.

Welche Voraussetzungen bedingten folglich das Eintreten der englischen Industrialisierung? Die jüngere Forschung rechnet mittlerweile mit einer Vielzahl von verschiedenen, teils unabhängig voneinander wirkenden, teils sich gegenseitig verstärkenden Faktoren, die das Aufkommen der Industrialisierung in England und den anderen europäischen Regionen und Ländern positiv beeinflusst haben. Gleichwohl herrscht hinsichtlich der Auswahl und Relevanz der verschiedenen Bedingungen sowie ihrer Priorisierung keineswegs Konsens, was angesichts der

²⁶ Demgegenüber existiert in der Forschung allerdings auch eine Strömung, welche die Sinnhaftigkeit multivariabler Ansätze und den Bedarf eines Erklärungsversuchs der Industrialisierung grundsätzlich kritisch hinterfragt. In diesem Kontext hat bspw. Hartwell seine Bedenken folgendermaßen formuliert: „But do we need an explanation of the industrial revolution? Could it not be the culmination of a most unspectacular process, the consequence of a long period of slow economic growth?“ (Hartwell 1965: 180).

grundsätzlich komplexen Systemen – und um nichts anderes handelt es sich bei historischen Sachverhalten – innewohnenden Problematik der Überprüfung von Ursache und Wirkung sowie der erschwerten Isolierung von abhängigen und unabhängigen Variablen nicht weiter überrascht. Die folgenden Ausführungen sind dementsprechend nicht als Versuch einer Chronologisierung oder Hierarchisierung zu werten, sondern vielmehr als Schaffung eines kursorischen Überblicks jener in der Forschung wiederkehrend genannten Faktoren.

Einen besonderen Stellenwert nehmen die naturräumlichen Bedingungen ein. So verfügte England auf Grund seiner Insellage über ein natürliches, kostengünstiges Verkehrsnetz in Form der Küsten- aber auch der über Flüsse und künstliche Kanäle ermöglichten Binnenschifffahrt, was den Transport und damit den Handel und Austausch von Rohstoffen und Fertigprodukten positiv beeinflusst hat. Zugleich konnte England auf ausgedehnte und leicht zu fördernde Steinkohlevorkommen zurückgreifen. Gerade die Steinkohle stellte einen äußerst günstigen Produktionsfaktor dar, da sie einerseits einen höheren Brennwert als Holz hat und andererseits in Hochöfen – wie etwa jenem 1709 von dem Engländer Abraham Darby entwickelten – in Form von Koks in Verbindung mit Roheisen zur Stahlherstellung verwendet werden kann. Es scheint offensichtlich, welche Implikationen aus der Kombination dieser natürlichen Ressource, welche zudem noch kostengünstig transportiert werden konnte, mit den technologischen Innovationen wie der 1712 entwickelten Dampfmaschine resultieren (Kiesewetter 1993: 40–43; Abelshauer 1995: 106; Hahn 2011: 2; Mokyr 2018: 22–24). In dieser Hinsicht haben selbstredend auch die technologische Kreativität der Gesellschaft und die damit einhergehenden Erfindungen einen entscheidenden Einfluss auf die Industrialisierung ausgeübt und diese vorangetrieben (Kiesewetter 1993: 52–54; Mokyr 2018: 24–26). Zentrale Voraussetzung für das Fußfassen technischer Innovationen war – neben der grundsätzlich erforderlichen Effizienz und Relevanz für die ökonomische Umwelt – ein Unternehmertum, welches bereit und fähig war, die erforderlichen Innovationen zum gegebenen Zeitpunkt auf den Markt zu bringen (Kuznets 1972: 19 f.; Kiesewetter 1993: 54–57; Lenger 2005: 31 f.). Dies verlangte jedoch, dass einerseits der von der Unternehmerseite ausgehenden Kapitalnachfrage auch ein entsprechendes Angebot, und andererseits dem hierdurch produzierten Güterangebot eine entsprechende Güternachfrage auf dem Binnenmarkt gegenüberstanden. Beide Punkte waren im England des 18. Jahrhunderts gegeben, da das akkumulierte Geldkapital, welches unter anderem aus Exportüberschüssen und einer hohen Sparquote resultierte, die Investitionsquote zu decken vermochte und die ansteigende Binnennachfrage das Güterangebot absorbieren konnte (Kuznets 1972: 19; Fischer 1972: 64; Kiesewetter 1993: 50–52; Abelshauer 1995: 106; Hahn 2011: 2; Mokyr 2018: 39–50 u. 63–68). Hiermit stieg zugleich auch der Bedarf an Arbeitskräften,

welcher wiederum auf Grund des Bevölkerungswachstums und einer zeitgleich einhergehenden Steigerung der Produktivität in der Landwirtschaft – die zum einen das Bevölkerungswachstum tragen konnte und zum anderen das Arbeitskräftepotential auf Grund von Freisetzungen im primären Sektor vergrößerte – gedeckt wurde. In diesem Zusammenhang stellte auch die Entwicklung eines auf dem Institut der freien Lohnarbeit aufbauenden Arbeitsmarktes eine wesentliche Voraussetzung dar (Fischer 1972: 64; Kiesewetter 1993: 47–49; Abelshausen 1995: 106; Hahn 2011: 2). Neben diesen Faktoren waren überdies die soziopolitischen Rahmenbedingungen außerordentlich günstig und stellten ihrerseits eine wesentliche Bedingung für die positive Entwicklung der oben genannten Punkte dar. So war die englische Gesellschaft insgesamt von einer im Vergleich zu anderen europäischen Regionen und Ländern höheren sozialen Mobilität geprägt, was seinen Niederschlag nicht zuletzt in der Regierungsform- und -praxis fand. England wies ein starkes Bürgertum auf, das maßgeblich in wirtschafts- und finanzpolitischen Belangen mitentschied und einen wesentlichen Grund für den schwach ausgeprägten Merkantilismus – verglichen mit den kontinentaleuropäischen Monarchien – darstellte. Damit einher gingen zum einen größere Freiheiten für das Unternehmertum, zum anderen aber auch verlässliche rechtliche Rahmenbedingungen, wie etwa ein ausgeprägtes Patentrecht oder das Recht auf und der Schutz von Eigentum für Privatpersonen (Abelshausen 1995: 106; Hahn 2011: 3; Mokyr 2018: 26–39).

Es sollte mit dieser Übersicht der Rahmenbedingungen deutlich werden, dass die Faktoren einerseits zahlreich sind und andererseits einer ausgeprägten Interkonnektivität unterliegen. Zur Systematisierung dieser den englischen Fall betreffenden Faktoren und dem Trend zu multikausalen Erklärungsmodellen folgend, hat Mokyr vorgeschlagen, die entscheidenden Vorbedingungen in den Bereichen (i) Geographie der Volkswirtschaft, (ii) technologische Kreativität der Gesellschaft, (iii) soziale Institutionen, (iv) Regierungspraxis und Politik, (v) Verhältnis von Angebot und Nachfrage, (vi) internationaler Handel und schließlich (vii) Wissenschaftskultur zu verorten (vgl. Mokyr 2018).²⁷ Allerdings werden die möglichen Rahmenbedingungen umso zahlreicher, desto mehr Felder in die Analyse miteinbezogen werden, womit im Umkehrschluss allerdings auch die Erklärungskraft der wesentlichen Triebfedern des

²⁷ In europäischer Perspektive ist vor allem Kiesewetters Modell zu erwähnen, das – ähnlich zu Mokyr – die zentralen Voraussetzungen der Industrialisierung in acht Bereichen verortet, diese Bedingungen jedoch im Unterschied hierzu zwei Kategorien zuteilt: Den (a) zufälligen Faktoren – jene, die von der Natur vorgegeben sind, d. h. vom Menschen nicht beeinflussbar und damit exogen sind – sowie den notwendigen Faktoren, welche erst vom Menschen erschafft werden müssen und damit als endogen zu betrachten sind. Auch wenn die Begriffswahl bisweilen irreführend ist, so sind nach Kiesewetter sowohl die zufälligen als auch die notwendigen Faktoren gleichermaßen voraussetzend für das Eintreten eines Industrialisierungsprozesses. Zu den zufälligen Bedingungen werden (i) Geographie, (ii) Bodenschätze, (iii) Fruchtbarkeit der Böden sowie (iv) Klima, und zu den notwendigen (i) Kapital, (ii) Unternehmerschaft, (iii) Technik und (iv) Bildung gerechnet (vgl. Kiesewetter 1993).

Industrialisierungsprozesses schwindet. Denn wie Mokyr selbst eingesteht, treffen viele der notwendigen Bedingungen natürlich auch auf andere Länder wie bspw. die Niederlande oder selbst Frankreich zu, welche den Industrialisierungspfad jedoch erst später beschritten (ibid.: 22 f.). Ein weiteres Problem, welches aus umfassenden Erklärungsmodellen resultiert, ist der Umstand, dass die Anwesenheit bzw. Abwesenheit eines bestimmten Faktors zu vollkommen unterschiedlichen (industriellen) Entwicklungspfaden führen kann. So hat Mokyr zurecht darauf hingewiesen, dass, während England etwa auf große Kohlereserven bauen konnte, die ihrerseits die Produktionskosten senkten und die Entwicklung komplementärer Technologien wie der auf fossile Brennstoff beruhenden Dampfmaschine begünstigten, kohlearme Länder wie etwa die Schweiz ihren industriellen Weg und Erfolg in feinmechanischen und in nur wenig energieintensiven Bereichen wie bspw. der Uhrmacherei, dem Maschinenbau oder dem Ingenieurwesen fanden. Und in anderen Regionen wiederum setzte trotz des Reichtums an Bodenschätzen überhaupt keine industrielle Entwicklung ein (ibid.: 22). Diese Liste der Ausnahmen ließe sich für alle genannten Faktoren beliebig fortführen, was einmal mehr die Problematik eines generalisierenden Erklärungsmodells verdeutlicht, andererseits aber auch den wesentlichen Kern dieses historischen Sachverhaltes treffend beschreibt. Denn, die Erwartung, den Entwicklungsprozess modellieren und die Faktoren als durchweg äquivalente Bedingungen klassifizieren zu können, bedeutet die Komplexität der industriellen Entwicklungen zu unterschätzen. Wir müssen uns daher vorerst mit folgender Schlussfolgerung begnügen: Weder herrscht Konsens hinsichtlich der wesentlichen Voraussetzungen der Industrialisierung, noch ist ein solcher aus genannten Gründen möglich. Es waren weder distinkt technologische Erfindungen noch Entwicklungen oder Schlüsselindustrien, denen das alleinige Verdienst zugeschrieben werden kann den Stein der Industrialisierung ins Rollen gebracht zu haben. Gleichermassen führt eine isolierte Betrachtung eines speziellen industriellen Entwicklungsverlaufs naturgemäß nicht zu einem generalisierbaren Entwicklungspfad. Gleichwohl lassen sich verschiedene Rahmenbedingungen ausmachen, die als förderlich erachtet werden können, im konkreten Einzelfall allerdings stets zu überprüfen sind. Viele dieser Bedingungen und Faktoren waren für sich genommen zwar notwendig, nicht aber hinreichend. Sie mussten erst in einem Wechselspiel miteinander auftreten, um in ihrer Summe hinreichend zu wirken. Wo diese Situation eintrat, verstärkten sie sich jedoch und konnten den Industrialisierungsprozess einleiten.

3.4 Die Rolle des Staates im beginnenden Industrialisierungsprozess

Mit Blick auf die den Industrialisierungsprozess beeinflussenden Faktoren stellt die Rolle des Staates²⁸ ein gesondert zu betrachtendes Themenfeld dar. Sowohl die ältere als auch die jüngere Forschung ist sich unschlüssig hinsichtlich der tatsächlichen Bedeutung des staatlichen Einwirkens innerhalb der verschiedenen regionalen und nationalen Industrialisierungsprozesse und verortet dieses in einer Bandbreite, die den Staat entweder als – wenn auch eher selten – Initiator, Motivator, neutralen Beobachter oder gar Hemmschuh auffasst. Seine eigentlich Rolle ist dementsprechend an vielen Stellen weit über- und unterschätzt worden (vgl. zusammenfassend bei Hahn 2011: 76–79). Insbesondere für den deutschen Fall finden sich auf Grund des hohen Grades der geographischen und insbesondere politischen Fragmentierung eine Vielzahl von Beispielen für staatliches Handeln, die für sich betrachtet unterschiedlich einzuordnen sind (Borchardt 1972: 27; Kieseewetter 2004: 21; Liedtke 2012: 129 f.). Gleichwohl lässt sich in der Gesamtbetrachtung konstatieren, dass die Industrialisierung „in Deutschland [...] tief verwoben [war] mit den Aktivitäten des Staates“ (Kieseewetter 2004: 23).

Der Versuch, die als förderlich für das Eintreten und Voranschreiten der Industrialisierung zu wertenden staatlichen Aktivitäten vor allem während der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts in klar umgrenzte Kategorien einzuordnen (vgl. etwa Liedtke 2012: 130 f.), gestaltet sich grundsätzlich als komplex und unterliegt in vielerlei Hinsicht Einschränkungen. Einerseits kann eine Kategorisierung auf Grund von für uns heute als sinnvoll und zielführend erscheinender Maßnahmen den Eindruck erwecken, staatliches Engagement hätte im Kontext des Industrialisierungsprozesses eine grundsätzlich eindeutig zuweisbare und intentionale Handlung als Teil

²⁸ Es ist darauf hinzuweisen, dass die Bewertung und der Vergleich staatlichen Verhaltens innerhalb des Industrialisierungsprozesses einer wesentlichen Einschränkung unterliegen, die aus der Natur des Staatsbegriffs respektive des diesem zugrundeliegenden Verständnisses resultiert. Damit ist gemeint, dass es »den Staat« als Akteur selbstverständlich gab, dieser aber insbesondere im 18. und noch in der ersten Hälfte des 19. Jahrhundert einen bisweilen schwer zu fassenden Bezugsgegenstand darstellt, welcher zahlreiche Variationen aufweist. In vielen Fällen konnte der Staat nicht als uniformer Akteur im Industrialisierungsprozess begriffen werden, da zum einen die Kompetenzen oftmals auf eine Reihe von verschiedenen, teils autonom agierenden administrativen Einheiten aufgeteilt waren, diese nicht klar voneinander abgegrenzt waren und sich bisweilen auch überschneiden. Zum anderen hing das effektive Ausüben einer Kompetenz nicht „nur von den politischen Strukturen ab, sondern oft von der Durchsetzungsfähigkeit der jeweiligen Amtsträger (Liedtke 2012: 129 f.). Ferner ist hervorzuheben, dass während wir etwa um das Jahr 1800 im englischen oder französischen Fall in der Tat von einem weitestgehend einheitlichen, teils zentralisierten Staat sprechen können, dieser Befund in keiner Weise auf das Heilige Römische Reich Deutscher Nation – mit seinen zeitweilig mehr als 1.700 Herrschaftsgebieten und den mehreren hundert Zollgrenzen, Währungs-, Münz- und Maßsystemen – oder dem diesem nachfolgenden Deutschen Bund zutrifft. Beide Staatengebilde waren bis zur Reichsgründung von 1871 weder ein geschlossener Wirtschafts- oder Rechtsraum noch stellten sie eine politische Einheit dar. Staatliches Handeln ist somit vor allem im Falle Deutschlands vielmehr von einem regionalen bzw. überregionalen Standpunkt aus zu betrachten (Kieseewetter 1993: 33 f.; Hahn 2011: 88). Aus dieser Perspektive treten dann auch deutliche Unterschiede hinsichtlich des staatlichen Engagements im Industrialisierungsprozess zu Tage, vergleicht man etwa Preußen, Sachsen oder Württemberg mit hoher Staatstätigkeit auf der einen, und Oldenburg, Waldeck und Mecklenburg mit einer nur gering ausgeprägten Staatstätigkeit auf der anderen Seite (Wehler 1995: 119; Kieseewetter 2004: 23; Müller 2006: 1–7; Liedtke 2012: 58).

einer konkreten Strategie dargestellt. Insbesondere neuere Forschungsbeiträge zeigen jedoch, wie groß die Bandbreite staatlicher Beweggründe war.²⁹ Andererseits ist es bei der Analyse staatlichen Handelns auf Grund großer Schnittmengen bisweilen nicht möglich, verschiedene Maßnahmen eindeutig voneinander abzugrenzen.³⁰ Der heuristische Nutzen einer Kategorisierung ist hierbei indes nicht zu unterschätzen, bietet er doch die Möglichkeit, Gemeinsamkeiten und Unterschiede staatlichen Handelns sowie grundsätzliche Tendenzen zu veranschaulichen. Fischer hat in diesem Kontext vorgeschlagen, die Rolle des Staates im Industrialisierungsprozess der deutschen Gebiete anhand von vier Funktionen zu betrachten: Der Staat (i) als Gesetzgeber, (ii) als Administrator, (iii) als Unternehmer sowie (iv) als Konsument und Investor (Fischer 1972: 65–70). Der Staat spielte insbesondere in seiner Stellung als Gesetzgeber und Verwalter eine elementare Rolle für die Entwicklung der Industrialisierung. Gerade die Fixierung der gesetzlichen Rahmenbedingungen – wie im englischen Fall gesehen – stellte bspw. ebenso in Preußen eine grundsätzliche Voraussetzung für den industriellen Fortschritt dar. Zu nennen sind hierbei unter anderem der Erlass von Patent- und Markenschutzrechten, Vereinheitlichungen und Normungen oder der Schutz von materiellem und geistigem Eigentum; kurzum: die Regelungen der wirtschaftlichen Interaktionen der in diesem Prozess partizipierenden Parteien. Damit einher ging auch die notwendige Fähigkeit des Staates, einerseits mittels eines funktionierenden Gerichtswesens Streitigkeiten im Kontext dieser getroffenen Regelungen zu klären und andererseits über das Gewaltmonopol die Gesetze und getroffenen Entscheidungen auch durchsetzen zu können. Entscheidend war dabei nicht zuletzt die Schaffung eines Klimas, in welchem unternehmerische Aktivitäten auf Rechtssicherheit und damit Planungssicherheit bauen konnten (Fischer 1972: 66 f.; Hahn 2011: 77 f. u. 83; Liedtke 2012: 130 f.; Mokyr 2018: 30–39). Ebenso sind in diesem Bereich, aber auch ganz grundsätzlich, die – im deutschen Fall zuerst von Preußen ausgehenden – wegweisenden Reformbestrebungen des Gesetzgebers zu nennen, wie etwa die mit dem Steinschen Oktoberedikt 1807 eingeleitete

²⁹ Während etwa einige Eingriffe und Maßnahmen einen mittel- bis langfristig äußerst wachstumsfördernden Effekt hatten und bisweilen just aus diesem Beweggrund entschieden worden waren, waren andere wiederum oftmals nicht als zielgerichtete Planung der Industrialisierung gedacht (vgl. Hahn 2011: 78–80).

³⁰ Die Infrastrukturpolitik im 19. Jahrhundert mag zur Veranschaulichung dieser Problematik dienen: Liedtke unterteilt staatliches Handeln im Lichte der Industrialisierung in die Kategorien (i) Staat als Gesetzgeber mit normativer Funktion; (ii) Staat als Wirtschaftssubjekt, welches als Unternehmer, Investor, Kreditgeber und Konsument und mit Hilfe der Besteuerung und Nichtbesteuerung in den Industrialisierungsprozess eingriff; und (iii) wirtschaftspolitische Eingriffe des Staates durch Steuererhebungen, Kredite, Subventionen und Zölle zur Förderung der Industrie (vgl. Liedtke 2012: 129–140; hier 130 f.). Hiervon ausgehend ordnet er den Aufbau einer Transportinfrastruktur der zweiten Kategorie zu, d. h. als Handlung des Staates als Wirtschaftssubjekt. In vielen Fällen wurden Infrastrukturmaßnahmen wie etwa der Eisenbahnbau jedoch an private Unternehmen delegiert, welche der Staat über Aktienbeteiligungen und Dividendengarantien mitfinanzierte (Henning 1996: 414 f.). Dahingehend lässt sich der private Eisenbahnbau zwar als Initiative des Staates verstehen, zeitgleich aber auch als direkte Förderung eines Industriezweigs und somit als wirtschaftspolitischer Eingriff, womit beide Kategorien zutreffen.

Bauernbefreiung oder die Gewerbereform von 1810/1811, die in Kombination die Produktivität des Agrarsektors nachhaltig erhöhten, Markteintrittsbarrieren im Handwerkssektor abbauten, dadurch Innovationen förderten und nicht zuletzt zu einer Freisetzung und Mobilisierung eines zusätzlichen Arbeitskräftepotentials führten, welches mittelfristig im industriellen Sektor benötigt und auch absorbiert wurde (Fischer 1972: 66; Abelshauser 1995: 107 f.; Hahn 2011: 79 f.). Ähnlich – und nicht weniger bedeutsam – verhält es sich mit der preußischen Zollgesetzgebung von 1818, die zumindest im Rahmen der kontinentaleuropäischen Staaten etwas genuin Neues darstellte. Dabei stellte nicht etwa das Erheben von Zöllen an den Außengrenzen ein Novum dar, vielmehr war der Verzicht auf dieselben im Binnenland bis dahin ungewohnt. Mittelfristig folgte dem Zollgesetz auch auf Grund hegemonialer Bestrebungen von Seiten Preußens die Gründung des Deutschen Zollvereins im Jahre 1834. Die Tragweite und Relevanz dieses Zusammenschlusses kann im Hinblick auf die Industrialisierung gar nicht genug betont werden, denn mit dem Zollverein entstand nicht nur allein bis 1836 ein in ökonomischen und in zolltechnischen Fragen zunehmend vereinter und zusammenhängender Binnenraum mit 25 Mitgliedsstaaten und rund 25 Mio. Einwohnern, sondern auch die zentrale Voraussetzung für eine effektive Volkswirtschaft, in der erst jetzt damit begonnen werden konnte, die zahllosen Gewichts-, Münz- und Maßeinheiten für den Agrarsektor, das Handwerk, den Handel und die Industrie sukzessive anzugleichen. Der langfristige Effekt für die Industrialisierung lag nicht zuletzt in der Signalwirkung des Zusammenschlusses: er setzte in diesem vergrößerten Binnenmarkt neue Anreize für Unternehmer und Investitionen, führte zu einem stärkeren Austausch zwischen den Wirtschaftsregionen und wirkte positiv auf das wirtschaftlich-industrielle Wachstum der Mitgliedsstaaten (Fischer 1972: 67; Hahn 1984: 45–53; 2011: 80 f.; Henning 1996: 222–228; Kiesewetter 2004: 43–52 u. 60–62; Liedtke 2012: 133).

In ihrer legislativen und in dieser Hinsicht vor allem administrativen Funktion stellte die Bildungspolitik der deutschen Staaten – und damit der Auf- und Ausbau des staatlichen Schul- und Bildungswesens – eine integrale Voraussetzung für den industriellen Aufstieg dar (Hahn 2011: 85). Auch wenn aus heutiger Sicht dieser Befund innerhalb der Forschung als evident betrachtet wird, nahm die wirtschaftswissenschaftliche Perspektive lange Zeit den Zusammenhang zwischen Bildung und ökonomisch-industriellem Fortschritt nur bedingt wahr und bemaß den Stellenwert von Bildung dementsprechend als gering. Gleichwohl lässt sich in „der europäischen Industrialisierung seit dem späten 18. Jahrhundert [...] mit ziemlich großer Genauigkeit nachweisen, daß es zumindest langfristig einen engen Zusammenhang zwischen der Erweiterung der Bildungsmöglichkeiten, vor allem im technischen und wissenschaftlichen Bereich, und dem Wirtschaftswachstum der Volkswirtschaften gegeben hat“ (Kiesewetter

1993: 57). Abermals nahm der Staat Preußen in dieser Hinsicht eine Vorreiterrolle ein, deren Wurzeln jedoch bis in das Jahr 1717 zurückreichen, als König Friedrich Wilhelm I. die allgemeine Schulpflicht³¹ einführte, in deren Zuge extensiv Schulgebäude gebaut und Lehrkräfte eingestellt wurden. Auch wenn der unmittelbare Effekt dieser Verordnung als gering einzustufen ist, so stellte sie doch eine zentrale Weichenstellung für das 1763 erlassene Generalland-schulreglement zur Verbesserung des ländlichen Schulwesens und langfristig auch für die Bildungsreformen zu Beginn des 19. Jahrhunderts dar (Neugebauer 1985: 173–179; Henning 1996: 291; van Ackeren/Klemm 2009: 14). Ähnlich wie in den oben beschriebenen Fällen stellten auch die Bildungsreformen zumindest in ihren Anfängen kein Werkzeug dar, das in erster Linie für die Industrieentwicklung gedacht war, denn die Motive entsprangen zuvorderst nicht nur humanistischen und national-liberalen Beweggründen, sondern auch einem machtpolitisch-strategischen Kalkül. Die hiermit verbundenen Ziele bestanden für die in dieser Hinsicht zentralen und einflussreichen Vordenker wie etwa Johann Gottlieb Fichte und Wilhelm von Humboldt einerseits darin, durch ein höheres Bildungsniveau und durch Erziehung die Lebensverhältnisse der Menschen zu verbessern, und andererseits in der Hoffnung, die Gesellschaft zu reformieren, hierdurch liberale Ideen und Elemente in der Staatsverfassung zu implementieren und damit in letzter Konsequenz den Weg aus der napoleonischen Kontrolle hin zu einem deutschen Nationalstaat vorzubereiten (Henning 1996: 292 f.). Insbesondere das liberale Bürgertum hegte mit der Bildung und der Reform derselben zudem die Intention, sich von dem – Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts noch immer – dominierenden Adel durch die im Bildungssystem erbrachten Leistungen zu emanzipieren. Für den preußischen Staat, dessen Beamten im Verwaltungsapparat sich seit Ende des 18. Jahrhunderts zunehmend aus der gebildeten Schicht des Bürgertums rekrutierte, standen diese Ziele keineswegs im Widerspruch zu den oben bereits angedeuteten machtpolitisch-strategischen Beweggründen. So konnten und sollten Schulen im preußischen Herrschaftsgebiet nicht zuletzt als Instrument dienen, ein kollektives Staats- und Nationalbewusstsein der jungen Untertanen zu fördern. In den 1810er und 1820er Jahren trat dann auch zunehmend der ökonomische Nutzen der Bildung in den Vordergrund, d. h. dem Verwaltungsapparat und der Wirtschaft einen qualifizierten Nachwuchs zu ermöglichen (Preuß 1975: 375–384; van Ackeren/Klemm 2009: 15). Die nun folgende, flächendeckende Expansion des Bildungssystems in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts umfasste dabei den Auf- und Ausbau der Volksschulen, Universitäten, Real-, Gewerbe- und Handelsschulen sowie der Technischen Hochschulen und galt somit nicht nur der Hebung des allgemeinen, sondern auch des

³¹ Die Pflicht meinte hierbei nicht den Schulbesuch, sondern dass Kinder in den Sommermonaten an mindestens zwei Tagen pro Woche unterrichtet werden sollten, was auch im Elternhaus erfolgen konnte (Henning 1996: 291).

gewerblich-technischen und vor allem naturwissenschaftlichen Bildungsstandards. Unabhängig von der ursprünglichen Intention des Staates stellte diese Bildungsoffensive, der auch viele andere Bundesmitglieder zeitversetzt folgten, eine wesentliche Voraussetzung und Rahmenbedingung für das Einsetzen und den raschen Verlauf der Industrialisierung der deutschen Länder dar, gingen nicht zuletzt auch insbesondere von der technischen Bildung weitreichende wachstumsfördernde Impulse für die gesamte Volkswirtschaft aus (Fischer 1972: 68; Kiesewetter 1993: 57–61; Henning 1996: 290–295 u. 387–394; Hahn 2011: 85 f.).

Das letzte Beispiel der administrativen Funktion des Staates im Industrialisierungsprozess, das in diesem Kontext angesprochen werden soll, befasst sich mit der Wirtschaftsförderung und Infrastrukturpolitik, wobei sich diese Bereiche in vielen Fällen thematisch überschneiden und deshalb als teilweise einander ergänzend betrachtet werden können. Bereits aus der merkantilistischen Zeit, die mancherorts freilich noch bis in das 19. Jahrhundert andauerte, standen dem Staat zur Förderung der heimischen Wirtschaft und Industrien eine Reihe von Maßnahmen zur Verfügung. Während einige Instrumente aber, wie etwa die Erteilung von Privilegien und Subventionen an einzelne Betriebe, im Zuge der Liberalisierung der Wirtschaft und Gesellschaft zunehmend aus der Mode kamen, hielten andere Mittel immer stärker Einzug in das staatliche Handlungsrepertoire. Gängig waren bspw. die Vergabe von zinsgünstigen Krediten, das staatliche Garantieverprechen für Zinsen und Dividenden von Unternehmensbeteiligungen, staatliche Direktinvestitionen in sowie Beteiligungen an Unternehmen, die Anwerbung von ausländischen Fachkräften aber auch die amtliche Industriespionage – wie im Falle Preußens – oder das in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts aufkommende Gewerbeausstellungswesen (Fischer 1972: 67; Henning 1996: 414 f.; Kiesewetter 2004: 23; Hahn 2011: 84 f.; Liedtke 2012: 135–140). Was den Aspekt der finanziellen Hilfestellung für bestimmte Unternehmen und Industrien betrifft, so betätigten sich die deutschen Staaten allen voran mittels der Kreditvergabe sowie der Erteilung von finanziellen Zuschüssen. Insbesondere über die Gründung von Banken aber auch die staatlichen Provinzialhilfskassen wurden Kredite mit einem vergleichsweise niedrigen Zinssatz nicht nur an Gemeinden für den Bau von Infrastrukturprojekten wie Straßen und Schuleinrichtungen vergeben, auch die Wirtschaft konnte von dem Angebot der Hilfskassen profitieren: Etwa dann, wenn ein Unternehmer bereit war in einer bestimmten Provinz einen neuen Produktionszweig zu eröffnen oder in einem bereits bestehenden Gewerbe eine neue Produktionstechnik einzusetzen. In wenigen Fällen wurden Unternehmungen zur Errichtung neuer Produktionszweige und -techniken auch direkt über staatliche Investitionen versucht zu fördern. Grundsätzlich lag das Hauptaugenmerk bei einer solchen direkten wirtschaftspolitischen Maßnahme nicht primär auf der Lenkung der Standortwahl des

Unternehmers als vielmehr auf der grundsätzlichen Förderung der heimischen Produktion (Henning 1996: 412 u. 414 f.; Hahn 2011: 83–85). Das wohl prominenteste Beispiel der Wirtschaftsförderung findet sich mit den vom Staat getätigten Investitionen in die Infrastruktur, wie etwa der Auf- und Ausbau des Straßen-, Kanal-, und Eisenbahnnetzes, welches zumindest im Falle Deutschlands eine nicht zu stemmende Größenordnung für allein private Unternehmungen dargestellt hätte (Fischer 1972: 68 f.; Kiesewetter 2004: 23; Hahn 2011: 86 f.). Hierbei förderten die von der Infrastrukturpolitik ausgehenden Effekte die Wirtschaft sowohl direkt als auch indirekt. Insbesondere der Eisenbahnbau als neuer und zugleich zentraler Aspekt der Infrastruktur ist im Kontext der direkten Wirtschaftsförderung hervorzuheben, da dieser in der Regel an private Unternehmen übertragen wurde und hiervon wichtige Impulse für die Kohle- und Stahlindustrie sowie den Maschinenbau ausgingen. Da auf Grund der noch spärlichen Finanzmittel vieler deutscher Staaten eine Vollfinanzierung des Eisenbahnbaus um die Mitte des 19. Jahrhunderts nur in den wenigsten Fällen umsetzbar war, engagierten sich die Staaten, allen voran Preußen, mittels zweier Instrumente in diesem Bereich: Zum einen wurden zinsgünstige Kredite vergeben, zum anderen beteiligte sich der Staat als Aktionär an den Eisenbahngesellschaften und sprach Dividendengarantien aus, nicht nur um den privaten Unternehmungen Kapital zur Verfügung zu stellen, sondern auch, um sich Mitspracherechte und damit Kontrolle über die Vorhaben zu sichern. Der aber vielleicht entscheidendere Aspekt der Wirtschaftsförderung durch die Infrastrukturpolitik, insbesondere durch die Unterstützung des privaten Eisenbahnbaus, lag jedoch nicht primär in den kurz- und mittelfristigen positiven Nachfrageeffekten, sondern in der langfristigen Bedeutung eines zusammenhängenden Verkehrsnetzes für den Handel und die Industrie, durch welches fortan Rohstoffe, Waren und Arbeitskräfte verhältnismäßig schnell und sicher transportiert werden konnten (Rostow 1967: 73 f.; Fischer 1972: 68 f.; Görtemaker 1989: 160–164; Henning 1996: 414 f.; Hahn 2011: 86 f.). In diesem Sinne zählten die Eisenbahnen zwar zu den eigentlichen „Schrittmachern der Entwicklung, die das Tempo der Industrialisierung diktierten“ (Görtemaker 1989: 160), es waren aber in vielen Fällen die staatlichen Unterstützungsleistungen, die eine flächendeckende Ausbreitung neuerer Fortbewegungsmittel erst möglich machten.

Wie diese wenigen Beispiele nahelegen und obgleich es „selbst in den wirtschaftspolitisch aktivsten deutschen Staaten [...] keine bewußte Planung und zielgerichtete Steuerung der Industrialisierung“ (Hahn 2011: 78) gab, stellte der Staat vor allem in seiner Rolle als Gesetzgeber und Verwalter einen zentralen Akteur im Rahmen des Industrialisierungsprozesses dar. Zwar hatten seine Aktivitäten auch eine bisweilen hemmende Wirkung (vgl. Fischer 1972: 73 f.), doch konnten mit seinem Engagement nicht nur bestehende Rahmenbedingungen

ausgebaut, sondern andere auch überhaupt erst realisiert werden. Der Staat schuf so entscheidende Voraussetzung für die Herstellung jenes sozioökonomischen Klimas, in dem unternehmerische Aktivitäten auf Rechts- und Planungssicherheit bauen, Investitionen zukünftige Erträge in einem sich stetig vergrößernden und homogenen Binnenraum in Aussicht stellen und in dem sich Innovationen, technischer Fortschritt und Bildung immer mehr entfalten konnten.

3.5 Gesellschaftliche Aspekte – Pauperismus und die Soziale Frage

Nachdem die ökonomischen Aspekte der Industrialisierung erörtert worden sind, widmet sich der folgende Abschnitt den Auswirkungen, die sich für die Gesellschaft und damit für die sozialen und politischen Verhältnisse Deutschlands – d. h. jener 1871 im Deutschen Kaiserreich aufgegangenen Gebiete – aus der ökonomischen Transformation von der Agrar- hin zu der Industriegesellschaft im Laufe des 19. Jahrhunderts ergeben haben. Augenscheinlich muss sich eine über ein ganzes Jahrhundert erstreckende Analyse der soziopolitischen Zustände auf die als maßgeblich zu erachtenden Elemente und Faktoren beschränken, sich aber zeitgleich und damit zwangsläufig mit der Frage der Generalisierbarkeit getroffener Aussagen auseinandersetzen. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn die Zustände innerhalb des zugrunde gelegten Kontextes, wie etwa im Falle *Deutschlands* einer politischen und geographischen Fragmentierung unterliegen und die verschiedenen Entwicklungsschübe der Industrialisierung sowie anderer einhergehender Prozesse zu unterschiedlichen Zeitpunkten eingesetzt haben (Borchardt 1972: 22–28; Kiesewetter 2004: 19–22).³² Auf der anderen Seite wurde bereits dargelegt, dass die Industrialisierung grundsätzlich kein uniform-staatliches, sondern vielmehr ein regionales Phänomen darstellt (Cameron 1985: 20 f.; Abelshausen 1995: 105 f.; Pierenkemper 1996: 10; Hobsbawm 1999: 13 f.). Hiervon ausgehend ist Borchardt zuzustimmen, wenn er mit Blick auf die Gebiete Deutschlands vor der Reichsgründung 1871 fragt, ob es zulässig sei, „allgemeine

³² Beginnt man mit der Betrachtung etwa um das Jahr 1800, so ist die Geschichte unweigerlich noch in der Ära des Heiligen Römischen Reichs Deutscher Nation mit seinen zwischenzeitlich über 1.700 Herrschaftsgebieten zu verorten und damit in einem Raum der Kleinstaaterei, welcher mit mehreren hundert Zollgrenzen, Währungs-, Münz- und Maßsystemen sich keineswegs als uniformes Wirtschafts- und Rechtsgebiet betrachten lässt (Wehler 1995: 119; Liedtke 2012: 58). Auch nach der im Zuge der napoleonischen Kriege innerhalb der deutschen Gebiete durchgeführten Säkularisierung und Mediatisierung im Jahr 1803 verblieben noch immer mehrere Dutzend dieser Staaten. Demgegenüber stellt auch der am 8. Juni 1815 formalisierte Konzentrationsprozess in Form des Deutschen Bundes mit seinen 38 Mitgliedsstaaten ein ähnlich diffuses Bild dar, weshalb hier ebenso wenig von einem einheitlichen Raum gesprochen werden kann (Müller 2006: 1–7; Liedtke 2012: 58). Erst ab Gründung des Deutschen Zollvereins im Jahre 1834, der den Ausgangspunkt für den sich bildenden deutschen Wirtschaftsraum darstellt, kann – trotz des noch immer vorherrschenden Souveränitätsstrebens der Mitgliedsstaaten – von einer zumindest in Ansätzen spürbaren Angleichung der Lebens-, Rechts- und Wirtschaftsverhältnisse im Zuge der sich zunehmend verstetigenden ökonomischen Integration der deutschen Staaten gesprochen werden (Megerle 1984: 104–106 u. 112 f.; Hahn 1984: 45 f.; 2011: 23 f.; Abelshausen 1995: 108).

Aussagen [...] zu machen, da die Verhältnisse in den einzelnen Teilen in vieler Beziehung unterschiedlich waren [...]“ (Borchardt 1972: 27). Dies gilt es zu bedenken, sollte aber nicht den Blick dafür versperren, dass sich durchaus gesellschaftliche sowie soziopolitische Tendenzen und Strömungen im 19. Jahrhundert ausmachen lassen, die – mit gewissen Abweichungen hinsichtlich des zeitlichen Verlaufs und der Intensität – auf eine Vielzahl der deutschen Regionen zutrafen, weshalb eine dedizierte Betrachtung von Einzelfällen nicht zwingend notwendig sein muss. Insbesondere die negativen Auswirkungen auf die Gesellschaft im Zuge des industriellen Fortschritts waren für die Zeitgenossen offenkundig und stellten in der Gesamtschau der sich industrialisierenden Länder auch einen Tatbestand europäischen Ausmaßes dar (Bohlender 2010: 109 f.; Berger/Przyrembel 2016: 92 f.; Wendt 2017: 97 f.). So beschrieb bspw. Engels 1845 die in England herrschenden ökonomischen und gesellschaftlichen Verhältnisse, die sich seines Erachtens aus der Ende des 18. bzw. Anfang des 19. Jahrhunderts einsetzenden Industrialisierung ergeben hatten, folgendermaßen:

Mit diesen Erfindungen [...] war der Sieg der Maschinenarbeit über die Handarbeit in den Hauptzweigen der englischen Industrie entschieden und die ganze Geschichte dieser letzteren berichtet von nun an nur, wie die Handarbeiter aus einer Position nach der anderen durch die Maschinen vertrieben wurden. Die Folgen hiervon waren auf der einen Seite rasches Fallen der Preise aller Manufakturwaren, Aufblühen des Handels und der Industrie, Eroberung fast aller unbeschützten fremden Märkte, rasche Vermehrung der Kapitalien und des Nationalreichtums; auf der anderen eine noch viel raschere Vermehrung des Proletariats, Zerstörung alles Besitzes, aller Sicherheit des Erwerbs für die arbeitende Klasse, Demonstrationen, politische Aufregungen [...]. Dieselben Grundursachen, welche in England das Elend und die Unterdrückung des Proletariats bewirkt haben, sind in Deutschland ebenfalls vorhanden und müssen auf die Dauer dieselben Resultate erzeugen. (Engels 1848: 9 u. 18)

Engels zeichnet in seiner Beschreibung der vorangeschrittenen englischen Industrialisierung ein zweigeteiltes Bild, welches den technischen Fortschritt, den Siegeszug der Industrie und des Handels sowie die Vermehrung der Produktionsanlagen und der produzierten Waren und Dienstleistungen hervorhebt, im gleichen Zuge aber die negativen Konsequenzen der Mechanisierung in Form von technologischer Arbeitslosigkeit, des Aufkommens und der Vermehrung der arbeitenden Klasse, der Zerstörung von Eigentum und Sicherheit und folglich das hieraus resultierende Elend des Proletariats³³ betont. Auch der bereits angeführte Toynbee, dessen

³³ Der Begriff Proletariat leitet sich vom Lateinischen *proletarius* ab, dessen Aufkommen im Sprachgebrauch ab dem 3. Jahrhundert vor Chr. als gesichert betrachtet werden darf. Der Term verwies auf die zweitärmste römische Bevölkerungsschicht der Freien, die nicht mehr als 1.500 As ihr Eigen nannte und deshalb ebenso wie die ärmste Schicht (d. h. die *capite censi*) zwar nicht zum regulären Wehrdienst, doch aber im Falle eines Notstandes – ganz im Gegensatz zu den *capite censi* – bewaffnet wurde. Wie von Ungern-Sternberg dargelegt, stellte der Begriff lange Zeit ein sprachliches Artefakt dar, das nur vereinzelt verwendet wurde, aber seine Renaissance während der 1830er Jahre im Zuge der *Sozialen Frage* und des Pauperismus erlebte (2002: 97–100). Interessant gestaltet sich in diesem Kontext der Umstand, dass die *proletarii* auf Grund ihres Nutzens für den römischen Staat keine gänzlich ehrlose respektive ausgegrenzte Stellung im Gemeinwesen einnahmen. Im Gegensatz zu dieser ursprünglichen

Charakterisierung für diese Zeit durchaus als beispielhaft betrachtet werden darf, beschreibt in seinen zwischen 1881 und 1882 vorgetragenen *Lectures on the Industrial Revolution of the Eighteenth Century in England* ein ähnlich düsteres Bild:

[...] we now approach a darker period, – a period as disastrous and terrible as any through which a nation ever passed; disastrous and terrible, because, side by side with a great increase of wealth was seen an enormous increase of pauperism; and production on a vast scale, the result of free competition, led to a rapid alienation of classes and to the degradation of a large body of producers. (Toynbee 1894: 84)

Auch wenn die Schlussfolgerungen dieser beiden Vertreter hinsichtlich der Industrialisierung und der mit ihr einhergehenden sozialen Missstände verschiedener nicht sein könnten,³⁴ sind doch ihre Schilderungen der Zustände in der industrialisierten Gesellschaft gleichermaßen pessimistisch und reihen sich in ein seit dem 19. Jahrhundert weit verbreitetes Narrativ ein, in welchem die Industrialisierung nicht nur als Inbegriff des Fortschritts, sondern auch als Keim des sozialen Niedergangs der Arbeiterschicht sowie als Auslöser gesellschaftlich-politischer Missstände verstanden wurde (vgl. Cameron 1982: 377–379; Cannadine 1984).

Die in dieser Hinsicht als maßgeblich zu erachtenden Schlüsselbegriffe zur Charakterisierung der sich – teils mit Bezug zur Industrialisierung – im 19. Jahrhundert ergebenden

Konnotation betonen insbesondere Vertreter der marxistisch-kommunistischen Ideologie den Status des Proletariats als entfremdete, ausgebeutete und erniedrigte Klasse im kapitalistischen System (Schmidt 2010: 648).

³⁴ Friedrich Engels und Karl Marx – Gründer des von ihnen nicht selbst so betitelten Marxismus sowie zeitgleich zwei der einflussreichsten Vertreter des Kommunismus dieser Tage – betrachteten die Industrialisierung und den Kapitalismus als notwendige Bedingung für das Entstehen der Arbeiterklasse. Hierbei waren die Ausbeutung und das Elend des Proletariats im Zuge des Industriekapitalismus eine notwendige Bedingung für die Revolution des Proletariats gegen die herrschende Klasse der besitzenden Bourgeoisie, um – ganz teleologisch als Resultat der Geschichte – nach diesem Klassenkampf eine klassenlose, kommunistische und damit zugleich auch die letzte Gesellschaft zu erschaffen, die hierbei das Heilmittel für die bisher herrschende innere Zerrissenheit und Selbstentfremdung des Menschen darstellen sollte. In diesem Sinne konnte es nicht das Ziel des Marxismus sein, auf eine Linderung der durch die Industrialisierung hervorgerufenen sozialen Missstände hinzuarbeiten, da dies die Revolution des Proletariats und damit die Schaffung der kommunistischen Gesellschaft nur unnötig verzögert hätte (Nolte 1983: 343–357, 446–451 u. 457–460; Schmidt 2010: 485–487; Beyme 2013: 157–191; vgl. auch grundsätzlich Marx/Engels 1848). Arnold Toynbee auf der anderen Seite muss zwar ebenso als kritischer Beobachter der sich im Zuge der Industrialisierung verändernden englischen Gesellschaft während des 19. Jahrhunderts betrachtet werden (Wilson 2014: 139 f.). Als Sozialreformer zielte er jedoch, im Gegensatz zu Marx und Engels, auf die Linderung respektive Auflösung der durch den Industrialisierungsprozess hervorgerufenen sozialen Missstände ab (Cannadine 1984: 134; Cameron 1985: 3). Hierbei betrachtete er den Industrialisierungsprozess weder als genuin schlecht noch beurteilte er die vorindustrielle Phase als grundsätzlich erstrebenswert oder restituierbar (vgl. Toynbee 1894: 147 f.). Problematisch schienen ihm allerdings die Rahmenbedingungen, in welchen der industrielle Transformationsprozess verlief: Für Toynbee stellte „the substitution of competition for the mediæval regulations which had previously controlled the production and distribution of wealth“ (ibid.: 85) eine der zentralen Charakteristika und zugleich wesentliche Rahmenbedingung der industriellen Revolution dar. Dabei differenzierte er zwischen zwei Formen des Wettbewerbs: dem Wettbewerb zwischen den Produzenten und jenem Wettbewerb, der bei der Distribution des produzierten Ertrags herrscht. Während er die erste Form als vorteilhaft für den Fortschritt und die gesamte Gesellschaft erachtete, war es gerade die „competition in distribution“ (ibid.: 87) welche für ihn – bei gleichzeitiger Abwesenheit eines Regulativs – das eigentliche Problem darstellte, d. h. der Verlauf der Industrialisierung in einem unregulierten Raum, gekennzeichnet durch totalen Wettbewerb. Die Lösung bestand für Toynbee daher nicht in der Abschaffung der industriellen Gesellschaft oder in der proletarischen Revolution als Fortsetzung der industriellen, sondern in der Reform derselben (Wilson 2014: 140).

sozialen Missstände sind der *Pauperismus* und die *Soziale Frage*. Obgleich beide Begriffe in einem starken Zusammenhang stehen und von den Zeitgenossen häufig synonym verwendet wurden, verläuft ihre Abgrenzung unscharf, da sie – abhängig vom thematischen und vor allem chronologischen Kontext – unterschiedliche Aspekte umfassen können. Auch wenn sich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts eine sprachgebräuchliche Verlagerung ergeben hat, bei der die Soziale Frage im Zuge des Aufkommens des städtischen Proletariats den Begriff des Pauperismus zunehmend abgelöst hat, so ist es nicht ohne Weiteres möglich zu definieren, wann der Pauperismus endet und die Soziale Frage beginnt (Köllmann 1959: 50 f.; Liedtke 2012: 141). Vielmehr sind beide Begriffe, die in einer engen Verbindung zueinander stehen und inhaltlich aufeinander aufbauen, als Kontinuum zu betrachten, weshalb insbesondere die Soziale Frage des 19. Jahrhunderts aus historischer Perspektive nicht hinreichend erklärt werden kann ohne auch auf den (vor-)industriellen Pauperismus einzugehen (Hunecke 1983: 482). Daher werden zunächst die zentralen Ursachen und Auswirkungen des Pauperismus im historischen Kontext verortet, um sodann die Soziale Frage und die mit ihr einhergehende soziale Dimension des deutschen Industrialisierungsprozesses zu erörtern.

Die Bezeichnung Pauperismus entspringt dem lateinischen *pauper*, zu Deutsch *arm* oder *bedürftig*, und bezeichnet im Rahmen des beginnenden 19. Jahrhunderts die „katastrophale Massenarmut zur Zeit der Frühindustrialisierung“ (Pierenkemper 2009: 14). Auch wenn der Pauperismus als eine Begriffsschöpfung des 19. Jahrhunderts betrachtet werden kann, so ist doch das mit ihm umschriebene Phänomen der Armut besitzloser und einkommensschwacher Schichten nichts genuin Neues, sondern vielmehr das Produkt sozialer Unsicherheit und zugleich ein Zustand, der sich durch den überwiegenden Teil der mittelalterlichen und neuzeitlichen Geschichte Europas vollzogen hat (Fischer 1982: 10–55; Hunecke 1983: 482; Bohlender 2010: 110 f.). Und obgleich diese mit dem Pauperismus umschriebene Armutserfahrung Tradition hatte, wies sie doch für die Menschen des 19. Jahrhunderts Aspekte auf, die in der Tat neuartig erschienen, denn der Pauperismus wurde nicht

[...] mit der traditionellen, der ‚alten‘ Armut identisch erlebt, sondern wurde als höchst unheilvolle neue Erscheinung gedeutet. Den Zeitgenossen erschien die ‚neue‘ Armut tief greifender als der bis dahin stetig empfundene Mangel an Subsistenzmitteln, weil sie eine absolute, unumkehrbare Verelendung zu bedeuten schien. Zudem wurde sie von einer viel größeren Zahl von Menschen erfahren, als das bislang der Fall gewesen war. Der gesamten Gesellschaft schien der Absturz ins Elend zu drohen. Die Gefahr schien vor allem deshalb so real, weil die Armut nunmehr nicht periodisch durch äußere Ereignisse (Missernten etc.) hervorgerufen schien, sondern sich dauerhaft und permanent, quasi strukturell verfestigte. Selbst durch regelmäßige Arbeit konnte man der ununterbrochenen Verarmung kaum noch entgehen. (Pierenkemper 2009: 14 f.)

Doch woher rührte diese neue und umfassendere Armutserfahrung? Um diesen Sachverhalt angemessen zu kontextualisieren, bedarf es eines Rückblicks auf die Ausgangslage der Frühindustrialisierung Deutschlands zu Beginn des 19. Jahrhunderts. Zu den als wesentlich für die sozioökonomische Situation zu erachtenden Einflussfaktoren gehörte der enorme Anstieg der Bevölkerung in den Gebieten des späteren Reichsterritoriums von 1871, der sich bereits im ausgehenden 18. Jahrhundert formierte, insbesondere aber in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts an Fahrt gewann: Betrug die Bevölkerungszahl um 1800 in etwa 23 Mio. und stieg in Folge der enormen Bevölkerungsverluste im Zuge der napoleonischen Kriege bis zum Jahr 1816 nur relativ schwach auf rund 24,8 Mio. an, waren es im Jahr 1845 bereits 32,7 Mio. (ein Wachstum von etwa 42 % im Vergleich zum Basisjahr 1800) und zum Zeitpunkt der Reichsgründung 1871 schließlich 41 Mio. Einwohner. Für das Bevölkerungswachstum maßgeblich waren der ökonomische Fortschritt in der Landwirtschaft und der Protoindustrie, generelle Verbesserungen in der Medizin und Hygiene, aber auch der Wegfall restriktiver Ehegesetze (Saalfeld 1984: 17 f.; Henning 1996: 295–297; Kiesewetter 2004: 124–126; Hahn 2011: 14).

Der Bevölkerungsanstieg als solcher stellte allerdings noch nicht den alleinigen Grund für die zunehmende Verelendung breiter Bevölkerungsschichten dar, sondern muss vielmehr im Lichte der strukturellen Veränderungen während der Industrialisierung einerseits, sowie in den Reformbestrebungen auf staatlicher Ebene andererseits, verortet werden. Insbesondere die mit dem Steinschen Oktoberedikt initiierte Bauernbefreiung und die damit einhergehende Aufhebung der Leibeigenschaft im Jahr 1807 sowie die mit der Gewerbereform von 1810/1811 beschlossene Gewerbefreiheit sind hervorzuheben. Zwar wurden sie ganz im Zeichen eines Modernisierungskurses entschieden, um – nebst anderen Absichten, wie etwa der Reformierung der Armee(n) als Reaktion auf die Niederlage gegen Frankreich – mittel- bis langfristig neue Arbeitskräfte für den sich zunehmend industrialisierenden Arbeitsmarkt zur Verfügung zu stellen und das großbetrieblich-industrielle Produzieren durch den Wegfall ständisch-zünftiger Gewerbebeschränkungen zu fördern. Doch hatte diese Liberalisierung und faktische Deregulierung im ökonomischen Transformationsprozess zumindest in der kurzen Frist einen negativen Effekt auf die arbeitende Bevölkerung (Abelshauer 1995: 107 f.; Hahn 2011: 10 f.; Wendt 2017: 106–108). Hinsichtlich der neugeschaffenen Freiheit des Bauernstandes war zu beobachten, dass obgleich mit der Reform auch die Möglichkeit des Erwerbs von Ackerland für Jedermann angedacht war, die Grundherren in der Regel den größeren Vorteil hieraus zogen und die nun freien Bauern oftmals in den Status schlecht bezahlter Landarbeiter fielen, bei gleichzeitigem Wegfall der ehemals in dem Verhältnis zwischen Grundherren und Bauern begründeten sozialen Sicherung. Auch die Gewerbereform betreffend kam es zunächst zu gravierenden

Missständen. Durch das Aufheben der bisher geltenden Zunft- und Innungsordnungen im Handwerk, die es bisher nur Meistern erlaubt hatte einen Betrieb zu gründen und somit eine künstliche Markteintrittsbeschränkung erzeugt hatte, waren Gesellen fortan ebenfalls befähigt ein Betriebsgründung vorzunehmen. Dies führte einerseits zu einer vorläufigen Expansionsphase des Handwerkswesens und verstärkte den intrasektoralen Konkurrenzdruck, resultierte andererseits aber auch in einer – im Vergleich zur industriellen Produktion mit Maschinen im Fabrikbetrieb – deutlich unrentableren Ertragssituation, was eine Strukturkrise und folglich die Verarmung des Handwerks nach sich zog (Hahn 2011: 16; Wendt 2017: 106 f.).

In diesem Klima des ökonomischen Umbruchs sah sich die Bevölkerung mit zwei fundamentalen Problemen konfrontiert, die sich bis in die 1840er sogar noch intensivierten: einerseits der Kombination aus steigenden Nahrungsmittelpreisen mit zugleich sinkenden Reallöhnen³⁵ und andererseits einer stetig wachsenden Unterbeschäftigung. Denn das stark angestiegene Arbeitskräftepotential – welches anfänglich zwar noch im Handwerks- und Agrarsektor hatte abgefangen werden können, aber auch hier zu sinkenden Löhnen führte – fand im dem während der 1830er und 1840er Jahre noch schwach ausgeprägten industriellen Sektor keine absorbierende Nachfrage. Dies hatte für weite Teile der Bevölkerung entweder die vollkommene Erwerbslosigkeit oder ein existenzbedrohendes Entlohnungsniveau zur Folge, welches zugleich mit längeren Arbeitszeiten von mehr als 80 Wochenstunden und prekären Arbeitsbedingungen einherging (Henning 1978: 105 u. 193–195; Pierenkemper 2009: 15; Hahn 2011: 15 f.; Wendt 2017: 107). Insbesondere mit Blick auf die sich verschlechternde Einkommenssituation der Lohnarbeiter durch die ab etwa 1827 wieder ansteigenden Agrarpreise war eine zunehmende Ausweitung des Arbeitskräftepotentials zu beobachten, da immer mehr Frauen und Kinder zur Schließung der Einkommenslücke ein Arbeitsverhältnis aufnehmen mussten. In der Folge führte dieses Überangebot an Arbeitskräften abermals zu einer Ausweitung der Arbeitslosigkeit unter den Lohnarbeitern und einer weiteren Verschlechterung des generellen Lohnniveaus (Saalfeld 1984: 235; Henning 1996: 283; Wendt 2017: 425 f.). In einem ersten Zugriff bestand aus makroökonomischer Perspektive der Kern des Pauperismus folglich in der Diskrepanz zwischen dem stetig wachsenden Arbeitskräftepotential und der nur geringen Arbeitsplatznachfrage von Seiten des noch unterentwickelten industriellen Sektors (z. B. 1835 betrug der Fehlbestand an Arbeitsplätzen rund 800.000 Stellen), was in der Konsequenz zu sinkenden

³⁵ Über den Zeitverlauf betrachtet war die Situation steigender Agrarpreise und damit sinkender Reallöhne ab der Jahrhundertwende bis in die 1840er Jahren besonders ausgeprägt. Für eine fünfköpfige Arbeiterfamilie war es üblich, rund dreiviertel des Haushaltseinkommens für Nahrungsmittel ausgeben zu müssen, wobei der verbleibende Anteil in Wohnung und Kleidung floss (Henning 1996: 283; Pierenkemper 2009: 16; Hahn 2011: 18).

Reallöhnen und damit zur Verarmung und Verelendung breiter Bevölkerungsschichten führte (Köllmann 1959: 48 f.; Marquardt 1969: 79; Hahn 2011: 15).

Auch wenn konkretes Zahlenmaterial für den gesamtdeutschen Kontext dieser Zeit auf Grund sporadischer und lückenhafter Erhebungen vage bleiben muss und daher mit Vorsicht zu behandeln ist, gehen Schätzungen doch davon aus, dass in dem Großteil der Gemeinden der deutschen Gebiete bis in die 1840er Jahre zwischen 25 % und teilweise bis zu 60 % der Bevölkerung zu dem vom Pauperismus erfassten Personenkreis gerechnet werden muss (Fischer 1982: 56–58; Saalfeld 1984: 220; Abelshausen 1995: 108). Mit dem hier genannten Rekordwert von zeitweise rund 60 % ist auf eine zweite Eigentümlichkeit des Pauperismus hinzuweisen, die für weite Zeiträume des 19. Jahrhunderts Bestand hatte: Der Pauperismus stellte ein Armutspänomen dar, welches zunächst primär die ländliche Bevölkerung betraf. Diese Feststellung überrascht natürlich nicht, bedenkt man, dass zu Beginn des 19. Jahrhunderts einerseits der überwiegende Teil der Bevölkerung in Dörfern oder kleinen Gemeinden lebte und dass andererseits noch bis zur Reichsgründung 1871 etwa die Hälfte aller Erwerbstätigen im Agrarsektor tätig war. Auch der direkte Vergleich zwischen der städtischen und ländlichen Unterschichten bestätigt dieses Bild: Betrug der durchschnittliche Anteil jener zur städtischen Unterschicht gehörenden Personen um 1800 etwa 12 %, waren es auf dem Land ganze 24 % der Bevölkerung (Saalfeld 1984: 218–220; Hahn 2011: 5 f.; Wendt 2017: 106).

Eine wesentliche Reaktion der von Verelendung betroffenen Personenkreise auf die prekären Verhältnisse und die sinkenden Lebensführungschancen lag in der Migration, die ein weiteres Charakteristikum des Pauperismus und zugleich eine zentrale Voraussetzung der damit in Verbindung stehenden Sozialen Frage darstellt. Während der eigentliche Grund für die Bereitschaft zur Abwanderung in den Lebensverhältnissen begründet war, mit dem Ziel anderenorts der Unterbeschäftigung und Armut zu entgehen, stellte die Freizügigkeit im Zuge der in immer mehr deutschen Gebieten einsetzenden Bauernbefreiung die zentrale Rahmenbedingung für diesen neuen Grad an Mobilität dar. Hierbei lassen sich zwei wesentliche Zielrichtungen der Migration beobachten, wobei ihre Intensitäten – je nach Zeitraum – unterschiedlich groß waren: zum einen die Migration in Form der Auswanderung aus den deutschen Gebieten in andere europäische Länder und nach Übersee (insbesondere Nordamerika), zum anderen die Binnenmigration in Gestalt der sich formierenden Urbanisierung, mit Fokus auf die Städte aber auch die sich bildenden (ländlichen) Industriezentren (Saalfeld 1984: 222 f.; Henning 1996: 297–299; Ritter 1998: 1; Kiesewetter 2004: 133–140; Pierenkemper 2009: 15; Liedtke 2012: 117–120; Wendt 2017: 107). Der erste Migrationstypus war bis etwa Ende der 1830er Jahren

noch relativ schwach ausgeprägt, gewann aber ab den 1840er Jahren an Fahrt an und erreichte in den 1850er Jahren seinen Höhepunkt. Wanderten bspw. 1830–1834 rund 500.000 Menschen aus, was ca. 1,79 % an der Gesamtbevölkerung entspricht, so waren dies allein zwischen 1850 und 1854 etwa 7,2 Mio. Personen, ein Anteil von rund 21 % der Einwohnerzahl, wovon der überwiegende Teil (d. h. 6,5 Mio.) in die Vereinigten Staaten emigrierte. Ab den 1860er Jahren nahm die pauperismusinduzierte Auswanderung jedoch stetig ab (mit einigen Ausnahmen wie etwa 1880–1884 mit 19 %) und betrug bis zum Jahr 1914 gemittelt rund 7 % der Bevölkerung (Kiesewetter 2004: 139). Wie sehr diese Fieberkurve der Migration aus den deutschen Gebieten heraus mit der Verelendung der ländlichen Bevölkerung korreliert, lässt sich an den Hintergründen beobachten, die zu dem enormen Anstieg der Auswanderungsquote von 21 % zwischen 1850 und 1854 geführt hatten. Infolge der desaströsen Missernten in den Jahren 1845 bis 1847 kam es zu einer schweren Hungerkrise. Die Preise für Agrarprodukte stiegen rapide an und es kam zu einer starken Entwertung der Reallöhne, was die Lebensführungschancen der Betroffenen erheblich einschränkte (Köllmann 1959: 49; Borchardt 1972: 43 u. 48; Henning 1978: 185 u. 193; Saalfeld 1984: 231; Kiesewetter 2004: 137–140; Hahn 2011: 25).

Hinsichtlich der Binnenmigration als zweite Zielrichtung der Wanderbewegungen ist ein sehr viel stetigerer Verlauf im Vergleich zur Auswanderung zu beobachten, da die Urbanisierung während des 19. Jahrhunderts – und natürlich darüber hinaus – einen Dauerzustand darstellte. Um das Jahr 1800 ist davon auszugehen, dass rund 75 % der Bevölkerungen in ländlichen Gemeinden lebte; Ende des 19. Jahrhunderts trifft dies nur noch auf etwa 40 % zu, was im Umkehrschluss auf den zunehmenden Urbanisierungsgrad verweist (Saalfeld 1984: 218). Grundsätzlich sind bei der Urbanisierung im Zuge der Industrialisierung zwei Unterscheidungen zu treffen, die zwar in dem gleichen Ergebnis mündeten, aber als gesondert zu betrachten sind. Denn die Binnenmigration führte nicht nur zu einer Abwanderung der ländlichen Bevölkerung in die bereits bestehenden Städte, sondern insbesondere ab den 1850er Jahren auch zu der Neugründung von Siedlungen um Rohstoffvorkommen (z. B. Braun- und Steinkohle) herum und der anschließenden Verstädterung dieser Industriesiedlungen (Köllmann 1959: 45 f.; Liedtke 2012: 120). Welche Ausmaße der Urbanisierungstrend während des 19. Jahrhunderts einnahm, wird besonders bei der Analyse der Bevölkerungsentwicklung der damals wie heute größten Städte in den deutschen Gebieten deutlich: So lebten in Berlin des Jahres 1800 etwa 172.000 Menschen, 1850 waren es bereits 419.000, was einer Wachstumsrate von 243 % entspricht. Auffällig ist, dass das verstärkte Wachstum der Stadt somit bereits in der Phase der Frühindustrialisierung einsetzte und somit ein starkes Indiz für die pauperismusinduzierte Landflucht darstellt. Essen hingegen – ein Paradebeispiel für eine Gemeinde vom Typ der

Industriesiedlung – weist ein gänzlich anderes Bild auf. Denn während der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts nahm die Bevölkerung lediglich von 4.000 auf 9.000 Einwohner zu. Als aber die Hochindustrialisierung zu Beginn der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts schließlich einsetzte, kam es zu massiven Zuzügen in die Stadt, was diese bis zum Jahr 1910 auf etwa 295.000 Einwohner anwachsen ließ, das bedeutet eine Wachstumsrate von 7.375 % innerhalb von 110 Jahren (Kiesewetter 2004: 135).³⁶ Gewiss könnte bei dieser Betrachtung der Einwand erhoben werden, dass der Anstieg der Einwohnerzahlen in den Städten primär auf das generelle Bevölkerungswachstum zurückzuführen sei; und tatsächlich war dies ein maßgeblicher Faktor. Dort aber, wo Statistiken zu der Herkunft der Einwohner vorliegen, ist das Bild einheitlich: Die bspw. für das Jahr 1907 vorhandenen Daten zur Herkunft der Bevölkerung deutscher Großstädte verdeutlicht, dass durchschnittlich 56,7 % der Einwohner nicht ortsgebürtig waren, sondern sich aus Zuwanderern zusammensetzten (Köllmann 1959: 63–70).

Ausgehend von den aufgezeigten Eigentümlichkeiten des Pauperismus lässt sich festhalten, dass sowohl die Früh- als auch und insbesondere die Hochindustrialisierung mit einer starken Binnenwanderung vom Land in die Stadt einhergingen, die jedoch erst mit der ab Mitte des 19. Jahrhunderts gebietsübergreifend einsetzenden Aufhebung von Mobilitätsbeschränkungen ihre volle Wirkkraft entfalten konnte (Saalfeld 1984: 218–222). Darüber hinaus lässt sich die Binnenmigration in städtische und vor allem industrielle Zentren in gewissem Maße auch als Ventil für den Bevölkerungsdruck und den damit in Verbindung stehenden Pauperismus des 19. Jahrhunderts betrachten. Denn ein wesentliches Motiv für den Zuzug in die Stadt bestand nicht zuletzt in der Hoffnung, durch die Arbeit in industriellen Betrieben eine Verbesserung der Erwerbssituation und folglich der Lebensverhältnisse herbeizuführen (Köllmann 1959: 49 f.; Kiesewetter 2004: 133) Betrachtet man folglich die Binnenwanderung als Resultat des Pauperismus, so stellt die Industrialisierung zum einen den wesentlichen Anziehungspunkt der Binnenwanderung und zugleich den Grund für die Konzentration der Migrationsbewegung in industriell-urbanen Zentren dar, und zum anderen die Lösung des ländlichen Pauperismus selbst. Während noch in der vor- und frühindustriellen Phase der wesentliche Auslöser für die Massenarmut in dem Ungleichgewicht zwischen Arbeitskräftepotential und -nachfrage bestand, bewirkte die ab den 1850er Jahren einsetzende Hochindustrialisierung – die ja gerade jene Orte umfasste, welche die Ströme der Binnenwanderung absorbierten – eine Umkehr der Verhältnisse: Mit dem Erstarken der Konsumgüter- und Metallindustrie ging der erste industrielle

³⁶ Ähnliche Befunde hinsichtlich der Wachstumsraten finden sich auch für andere Industriesiedlungen wie bspw. Gelsenkirchen, Duisburg oder Dortmund (Köllmann 1959: 46; Kiesewetter 2004: 135).

Aufschwung auf dem Arbeitsmarkt einher, dem eine Arbeitskräfteverknappung folgte, was zu steigenden Nominal- aber auch Reallöhnen führte, da sich zeitgleich die Agrarpreise zumindest kurzfristig erholten (Köllmann 1959: 49 f.; Henning 1978: 185 u. 192–194; Hahn 2011: 33).

Und in eben dieser Phase der Hochindustrialisierung, in welcher der Bevölkerungsdruck auf Grund der Migration und die ländliche Massenverelendung wegen steigender Beschäftigungszahlen im industriellen Sektor zunehmend an Schärfe verloren, verlor auch der Pauperismus, welcher bisher „die Debatte bestimmt hatte, [...] endgültig seinen Schrecken“ (Hahn 2011: 33). Dies bedeutete freilich nicht, dass die sozialen Missstände innerhalb der Gesellschaft aufgehört hatten zu existieren oder beseitigt worden waren; vielmehr hatten sich diese zunehmend vom ländlichen auf den städtisch-urbanen Kontext verlagert. Dieser Umstand wird insbesondere bei der Betrachtung des Wandels innerhalb der ländlichen und städtischen Sozialstrukturen deutlich: Mussten um die Mitte des 19. Jahrhunderts etwa 31 % der ländlichen und 14 % der städtischen Bevölkerung zur Unterschicht gerechnet werden, stieg der Anteil der städtischen Unterschicht im Zuge der Hochindustrialisierung während der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts bis auf rund 42 % an, bei einer gleichzeitigen Abnahme der ländlichen Unterschicht auf 22 % (Saalfeld 1984: 220). Bei dieser Verlagerung der sozialen Missstände auf den städtisch-urbanen Kontext ging es aber nicht mehr nur in erster Linie um die bei der Landbevölkerung vormals dominierende Frage der Unterbeschäftigung und prekären Einkommenssituation; vielmehr ergaben sich neuartige Probleme bei der sozialen Integration der sich in den urbanen Zentren bildenden – bisweilen auch als vierter Stand bezeichneten – Schicht, die sich aus den Arbeitern des Industrie- aber auch des Handwerkssektors rekrutierte (Köllmann 1959: 47; Saalfeld 1984: 236; Ritter 1998: 3 f.; Notz 2009: 74; Wendt 2017: 110; Paulus 2018: 54). In dieser Konstellation wurden die Städte und industriellen Zentren die neuen „Schwerpunkte der sozialen, geistigen, kulturellen und politischen Spannungen und Auseinandersetzungen der Zeit“ (Köllmann 1959: 47) und damit zum Dreh- und Angelpunkt der gesellschaftlichen Transformation, bei der „sich mit der Entstehung der neuen Arbeiterschaft die ‚Soziale Frage‘ vom ländlichen ‚Pauperismus‘ auf die soziale Problematik des städtischen Proletariats“ (ibid.: 50 f.) verlagerte. Dem diskursiven Ende des Pauperismus – so lässt sich konstatieren – folgte der Beginn eines lange währenden öffentlichen Diskurses um die sozialen und letztlich auch politischen Fragen, welche sich aus der Urbanisierung im Kontext der Industrialisierung ergaben und die fortan unter dem Etikett der Sozialen Frage – oder auch Arbeiterfrage – verhandelt wurden (Saalfeld 1984: 236; Ritter 1998: 2; Kiesewetter 2004: 75 f.; Wendt 2017: 110).

Zentraler Ausgangspunkt der Sozialen Frage war die Diskrepanz zwischen dem mit der Industrialisierung einhergehenden wirtschaftlichen Fortschritt einerseits und den oftmals prekären Lebensbedingungen weiter Teile der sich vor allem in den Industriezentren und Städten bildenden Unterschichten andererseits. Zu den wesentlichen Facetten dieses Problems zählten neben den zu Beginn der Hochindustrialisierung noch immer niedrigen Reallöhnen unter anderem: (i) die Ungleichheit der Einkommensentwicklung und -verteilung; (ii) die klägliche Wohnungssituation in Form eines grundsätzlichen Mangels an Unterkünften, die damit einhergehende Unterbringung zu vieler Personen auf knappem Wohnraum (häufig bewohnten mehrere Familien ein und dieselbe Wohnung) sowie die daraus resultierenden hygienischen Probleme (die Lebenserwartung in den Städten lag teilweise mehrere Jahre unter jener auf dem Land); (iii) die harschen Arbeitsbedingungen mit Wochenarbeitszeiten von über 90 Stunden und dem erhöhten Unfallrisiko insbesondere im Bereich der maschinell-industriellen Produktion auf Grund mangelnder Schulungen der Arbeiter an den Maschinen sowie unzureichender oder nicht vorhandener Arbeitsschutzmaßnahmen; (iv) die im Grundsatz für die Arbeiterschicht herrschende Existenzunsicherheit durch konjunkturelle Arbeitslosigkeit, Krankheit, Invalidität und Alter; (v) sittliche Fragen im Zuge des Wegfalls traditioneller Familienstrukturen; und schließlich (vi) ordnungspolitische Risiken auf Grund der Ballung großer Teile der besitzlosen Schichten auf engstem Raum in den Städten. Kurzum: die Soziale Frage formierte sich zum einen um den Umstand, dass die Lebensführungschancen der städtischen aber auch ländlichen Unterschicht – und somit für weite Teile der Bevölkerung – maßgeblich beeinträchtigt und bedroht waren, und zum anderen um die damit einhergehenden Risiken für den sozialen Frieden innerhalb der Gesellschaft (Fischer 1982: 56–83; Ritter 1998: 1–4; Henning 1996: 1094–1151; Kiesewetter 2004: 78; Schmidt 2010: 727; Liedtke 2012: 113–128; Berger/Przyrembel 2016: 92 f.; Wendt 2017: 110; Reiter 2017c: 91 f.).

Wie lassen sich der Pauperismus einerseits und die Soziale Frage andererseits im Lichte der Industrialisierung abschließend bewerten? Überprüft man die von verschiedenen Seiten unterstellte Kausalbeziehung zwischen der Industrialisierung und dem Pauperismus (vgl. etwa Engels 1848: 9), so lässt sich aus heutiger Sicht schlussfolgern, dass der Pauperismus mit all seinen Facetten zwar nicht das eigentliche Resultat der Industrialisierung war, denn er stellte vielmehr die letzten Nachwehen einer langen ländlichen Armutstradition im Kontext eines sozioökonomischen Wandlungsprozesses dar. Allerdings bestimmte die im Laufe der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts einsetzende industrielle Entwicklung zweifellos die Intensität und Geschwindigkeit dieses Wandlungsprozesses maßgeblich mit. Dabei führten die mit ihr einhergehenden transformativen Effekte zu einem Aufbrechen der strukturinhärenten Schwächen

dieses Systems, welches an der Schwelle zur Moderne stand, und verschärfte im Kontext der Desintegration der traditionellen Gewerbe- und Gesellschaftsordnung die Krisenerscheinungen, deren Lösung nicht zuletzt in der zunehmenden Implementierung industrieller Produktionsmethoden und Strukturen bestand (Fischer 1982: 56 u. 62; Hunecke 1983: 483; Pierenkemper 2009: 14; Hahn 2011: 33; Liedtke 2012: 141). Auch die Soziale Frage lässt sich in diesem Sinne als Übergangsphänomen sowie als Phase einer gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Anpassung in einem sich zusehends industrialisierenden Umfeld verstehen und kann damit als Fortführung respektive Verlagerung des Pauperismus auf den städtisch-urbanen Kontext betrachtet werden. Auch sie endete mit dem im Zuge der Industrialisierung einhergehenden Produktivitätszuwachs aller drei volkswirtschaftlichen Sektoren, dem Rückgang langfristiger Arbeitslosigkeit und der Überwindung massenhafter Armut durch den Anstieg der Reallöhne für weite Teile der Bevölkerung bis Ende des 19. Jahrhunderts (Fischer 1982: 82; Henning 1996: 1094–1101; Berger/Przyrembel 2016: 94). Anders aber als der Pauperismus resultierten zentrale Aspekte der Sozialen Frage (bspw. prekäre Wohnungs- und Arbeitssituationen, das Aufkommen des städtischen Proletariats und die in diesem auf Grund der Ausgestaltung des ökonomischen Systems herrschende Existenzunsicherheit) teils unmittelbar aus der Industrialisierung selbst und wurden durch nicht weniger wichtige Faktoren, wie etwa der Gewerbefreiheit, der Bauernbefreiung, der Urbanisierung und dem Bevölkerungswachstum, zusätzlich begünstigt (Schmidt 2005: 26 f.; Schmidt/Ostheim 2007a: 126; Paulus 2018: 54). Die Soziale Frage lässt sich dahingehend als Zuspitzung und Kulminationspunkt verschiedener Krisenerscheinung des 19. Jahrhunderts charakterisieren, die sich einerseits parallel zu und andererseits im Zuge der mit der Industrialisierung einhergehenden ökonomischen und gesellschaftlichen Umwälzung ereigneten. Barg bereits die Pauperisierung der ländlichen Bevölkerung vor allem gesellschaftliche Sprengkraft und war von politischer Relevanz, so mutierte die Soziale Frage in dem jungen Deutschen Kaiserreich zu einem den Alltag bestimmenden Politikum, welches fortan weit mehr als nur die Armutproblematik erfassen und dessen disruptives Potential zunehmend die politische Landschaft der Monarchie entscheidend mitbestimmen sollte (Ritter 1998: 3; Bohlender 2010: 110 f.; Berger/Przyrembel 2016: 92 f.; Wendt 2017: 110). Diese soziale und schließlich zugleich auch politische Frage der Industrialisierung bedurfte politischer Anpassungsinstrumente, um die negativen Externalitäten der ökonomischen und sozialen Transformation zu kompensieren, und fand einen integralen Lösungsansatz in der Genese des deutschen Wohlfahrtsstaates.

4 Genese des deutschen Wohlfahrtsstaates im Lichte der Industrialisierung

4.1 Die Formierung der Arbeiterbewegung im Kontext der Sozialen Frage

Die sich im Zuge der Hochindustrialisierung ab Ende der 1850er Jahre neuformierenden ökonomischen und sozialen Verhältnisse waren auch von tiefgreifender politischer Relevanz. Denn aus Sicht der alten politischen und neuen ökonomischen Eliten, die die Französische Revolution von 1789 sowie die Revolution von 1848/49 in Erinnerung hatten, barg der mit der Sozialen Frage einhergehende Unmut des aufkommenden städtischen Proletariats ein disruptives Potential und glich einem politischem Sprengsatz, war man sich doch des Zusammenhangs zwischen massenhaften Elenderscheinungen und revolutionären Ereignissen bewusst (Bergmann 1976: 285–287; Langewiesche 1980: 530 u. 547; Ritter 1998: 3; Notz 2009: 79; Bohlender 2010: 10 f.; Berger/Przyrembel 2016: 93). Mit diesen Überlegungen ging die konkrete Furcht einher, dass sich das stetig wachsende Proletariat „als Klasse bewußt werden und separat organisieren könne und daß von einer so organisierten Klasse Bestrebungen zur revolutionären Umgestaltung von Staat und Gesellschaft ausgehen könnte“ (Ritter 1998: 3). Dass solcherlei Erwägungen keineswegs aus der Luft gegriffen waren, zeigt insbesondere das von Marx und Engels im Jahr 1848 veröffentlichte *Manifest der Kommunistischen Partei*, welches eben jene Vereinigung des Proletariats mit dem Ziel des gewaltsamen Sturzes der Bourgeoisie forderte und die Errichtung einer Herrschaft des Proletariats propagierte (vgl. Marx/Engels 1848).

Ernst Nolte hat seinerzeit das Manifest als „das umfassendste, packendste und emotionalste Programm, über das irgendeine Partei jemals verfügt hat“ (1983: 349) bezeichnet; gleichwohl war die unmittelbare Wirkung dieser klassenkämpferischen Schrift auf Gesellschaft und Politik, insbesondere aber auf das Proletariat als eigentlichem Adressaten, zu Beginn nur marginal bis überhaupt nicht gegeben. Denn abgesehen von einigen entschiedenen Sozialisten fand das Pamphlet zum Zeitpunkt seines Erscheinens 1848 wenig Beachtung und erlangte erst mit dem Leipziger Hochverratsprozess von 1872 um August Bebel, Wilhelm Liebknecht und Adolf Hepner eine umfassendere Verbreitung und damit seine durchschlagende Wirkung. Allerdings fanden die Kernthesen des Manifests von Beginn an einen nicht zu unterschätzenden Niederschlag in Teilen der Arbeiterbewegungen, dem ersten politischen Sprachrohr der Arbeiterschaft (Notz 2009: 79; Perbentraut/Lütjen 2010: 90–96; Beyme 2013: 73).

Bereits dem Vormärz und der Revolution von 1848/1849 vorausgehend, gründeten Teile der Arbeiterschaft wie etwa die Buchdrucker, Schriftsetzer, Tischler, Zigarettenarbeiter oder Textilhandwerker solidarische Zusammenschlüsse in Form von Bildungs-, Unterstützungs- und Auslandsvereinen als Selbsthilfeorganisationen, um hierdurch die kollektiven und

individuellen Entlohnungs- und Arbeitsbedingungen zu verbessern. In dieser Anfangsphase war die politische Artikulation der Interessen noch nicht der eigentliche Zweck dieser Vereinigungen, auch wenn bereits eine zunehmende Verbreitung sozialistischer Ideen ihren Niederschlag fand. Spätestens aber ab dem Vormärz und der darauf folgenden Revolution lässt sich von einer dedizierten Arbeiterbewegung sprechen, in der sich neben ökonomischen und sozialen Zielen auch politische Beweggründe einreichten (Groh 1963: 354; Offermann 1987: 419 f.; Kocka 1986: 341; Euchner 2005: 21–25; Notz 2009: 79).

Allen voran die Allgemeine Deutsche Arbeiterverbrüderung (ADAV) stellte als Dachorganisation der über 270 Arbeitervereine und Arbeiterkomitees mit rund 20.000 Mitgliedern ein Instrument zur Erreichung sozialpolitischer Zielsetzungen und zur Förderung einer kollektiven Willensbildung dar. Sie verstand sich hierbei nicht nur als Bildungsorganisation, sondern auch als ein politischer Zusammenschluss, der aktiv auf eine politische Mitgestaltung der Gesellschaft hinzuwirken suchte. Zu ihren zentralen politischen – und im Speziellen auch sozial- und arbeitspolitischen – Forderungen zählten etwa die Errichtung eines auf dem allgemeinen und freien Wahlrecht aufbauenden parlamentarisch-demokratischen Staatswesens mit Koalitionsfreiheit, ein allgemein zugängliches Schulwesen, die Einführung von Mindestlöhnen und fester Arbeitszeiten, der Einsatz von Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen zur Vermeidung von Arbeitslosigkeit, die Versorgung von Invaliden oder auch der Aufbau von Kranken- und Sterbekassen. Auf Grund des heterogenen Meinungsspektrums der in der ADAV untergliederten Vereine, welches von sozial-revolutionären über sozialreformerische bis hin zu sozialkonservativen Standpunkten reichte, mangelte es dem Dachverband zwar an einer konkreten einheitlichen ideologisch-politischen Theorie, doch stand die Lösung der Sozialen Frage stets im Fokus ihrer sozialpolitischen Bestrebungen (Langewiesche 1978: 345 f.; Olbrich 2001: 70–72; Hahn/Barding 2010: 580 f.; Boch 2017: 56 f.). Zeitgleich setzte sie mit ihren angestrebten Zielen und Forderungen „eigene sozialpolitische Akzente, mit denen sie wichtige Programmpunkte der späteren sozialistischen und gewerkschaftlichen Bewegung vorwegnahm“ (Hahn/Barding 2010: 581). Wie stark die unmittelbare Reichweite und der Wirkungsgrad der Arbeitervereine sowie der ADAV schlussendlich war, ist schwer zu ermitteln, eindeutig scheint jedoch, dass das ihnen von der Obrigkeit beigemessene Bedrohungspotential im Zuge der Revolution von 1848/49 groß genug schien, um diese – mit wenigen Ausnahmen, wie etwa die durch den katholischen Priester Adolf Kolping gegründeten Gesellenvereine – bereits Anfang der 1850er Jahre zu verbieten (Kiesewetter 2004: 76; Notz 2009: 79; Boch 2017: 56 f.).

Freilich endeten mit dem von 1854 sich auf beinahe alle deutschen Gebiete erstreckenden Verbot nicht auch die Bestrebungen der Arbeitervereine, die informell und aus dem Ausland heraus operierend versuchten weiterzuwirken; vielmehr stellten die 1850er Jahre bis zu der Anfang der 1860er Jahre gebietsweisen Auflockerung des Koalitionsverbotes, das 1869 schließlich mit der Gewerbeordnung im gesamten Norddeutschen Bund aufgehoben wurde, eine programmatische und ideologische Findungsphase dar (Hueber 1984: 125 f.; Henning 1996: 727; Kieseewetter 2004: 76; Notz 2009: 79 f.). Grundsätzlich lassen sich die Arbeiterbewegung sowie die Arbeitervereine vier Strömungen zuordnen, aus denen zahlreiche Gewerkschaften und im späteren Deutschen Kaiserreich auch ein Teil der Parteien hervorgegangen sind. Dabei können die verschiedenen Strömungen anhand zweier Kategorien eingeteilt werden, wobei die ideologischen Differenzen die Gemeinsamkeiten klar übertreffen: zum einen die bürgerlich-religiösen Arbeiterbewegungen, deren Einigkeit sich in der Gegnerschaft zum Sozialismus begründete, und zum anderen die sozialistischen Arbeiterbewegungen, die sich insbesondere über den Klassenkampf und das Ziel definierten, die gesellschaftspolitischen Verhältnisse durch eine sozialistische Gesellschaftsform, wenn nötig durch Umsturz oder Revolution, zu ersetzen (Langewiesche 1978: 359; Henning 1996: 724–726; Notz 2009: 82 u. 84).

Eine erste Strömung besteht in den kirchlich-religiös orientierten bzw. von kirchlichen Institutionen getragenen Arbeitervereinen von katholischer und protestantischer Seite, die sich bisweilen auch ökumenisch zusammenschlossen. Kern der katholischen Arbeitervereine war die Linderung sozialen Elends und der Schutz der Arbeiter, die Ablehnung des Sozialismus und Kommunismus sowie eine kritische Haltung gegenüber der Sozialdemokratie, dem Liberalismus und der Säkularisierung von Seiten der konstitutionellen Monarchie. Auch die protestantischen Arbeitervereine setzten sich für die Lösung der Sozialen Frage und eine Verbesserung der Lage der Arbeiter ein. Sie standen ebenfalls in starker Ablehnung zum Sozialismus, Liberalismus und Kommunismus; anders aber als die katholischen Arbeitervereine wollten sie die angestrebte Sozialreform unter der Ägide des monarchischen Obrigkeitsstaates durchsetzen (Köllmann 1963: 491 f.; Ritter 1998: 17–21; Jähnichen/Friedrich 2005: 948–951; Stegmann/Langhorst 2005: 687–693; Notz 2009: 84; Riese 2019: 83–85).

Eine zweite Strömung, die wichtige Impulse von Max Hirsch, Hermann Schulze-De-litzsch und Franz Dunker erhielt, orientierte sich maßgeblich an liberal-bürgerlichen Grundsätzen. Ihr Ziel war ebenso eine Verbesserung der Situation der Arbeiter, im Unterschied zu den anderen drei Strömungen standen aber nicht die lohnabhängigen Arbeiter im Fokus der Bemühungen, sondern Handwerker und kleinere Gewerbetreibende. Eine Besserung ihrer Lage sollte

insbesondere durch Bildungsmaßnahmen und gewerbliche Genossenschaften erreicht werden, die das Prinzip der individuellen und kollektiven Selbsthilfe bei gleichzeitiger Beibehaltung der unternehmerischen Selbstständigkeit hervorhoben (Henning 1996: 725). Da nach Auffassung der liberalen Vertreter dieser Strömung die sozialen Missstände primär ein Phänomen des Übergangs darstellten, welches sich mit dem Fortschreiten der industriellen Entwicklung auflösen würde, zielten ihre Maßnahmen auf „eine möglichst freie Entfaltung der Marktwirtschaft zur Steigerung der Produktion und damit auch zur Hebung des Wohlstandes und zur Lösung der sozialen Probleme“ (Ritter 1998: 12). Insgesamt stand die liberale Arbeiterbewegung in Gestalt der Allgemeinen Arbeiterversammlung und dem Verband der Deutschen Gewerkvereine sowohl der staatlichen Intervention als auch dem Mittel des Streiks zur Lösung der Sozialen Frage ablehnend gegenüber. Den Gewerkschaften legten sie eine gemäßigte Einstellung hinsichtlich der Arbeitgebern nahe, plädierten für die gegenseitige Hilfe bei Krankheit und Invalidität und favorisierten Schiedsgerichte zur Lösung von Streitigkeiten zwischen den Arbeitgebern und der Arbeiterschaft (Henning 1996: 730; Ritter 1998: 12; Notz 2009: 81; Wendt 2017: 163).

Zu einem wichtigen Impulsgeber für die sozialistische Arbeiterbewegung der 1840er bis 1860er Jahre wurde Ferdinand Lassalle. Der von ihm 1863 gegründete Allgemeine Deutsche Arbeiterverein (ADA) setzte sich nicht nur intensiv für die Rechte der Arbeiter ein, sondern stellte auch die erste politische Arbeiterpartei dar (Ritter 1998: 16; Notz 2009: 80; Wendt 2017: 164). Die Kernthese Lassalles beruhte auf dem *ehernen Lohngesetz* in Anlehnung an Malthus' Überlegungen, wonach der durchschnittliche Arbeitslohn stets zu einem Niveau tendiere, welches für die Sicherung des Existenzminimums notwendig sei. Stiegen die Löhne über ein solches Niveau hinaus, käme es zu einer Vermehrung der Bevölkerung und damit zu einem Anstieg des Arbeitskräfteangebots, weshalb die Löhne naturgemäß wieder auf dieses Existenzniveau fallen müssten (Beyme 2013: 256). Deshalb sprachen sich Lassalle und der ADA für die Gründung von Produktivgenossenschaften aus, mit Hilfe derer die Arbeiter durch eine anfängliche Unterstützung von Staatskrediten zu den Eigentümern der Produktionsmitteln und somit zu den Hauptempfängern der Gewinne aus ihrer eigenen Arbeitsleistung werden sollten. Damit sich der Staat aber in einer solchen Form für die Arbeiter einsetzen könnte, müsste auch die Macht im Staate in den Händen der Arbeiterschaft liegen, weshalb das allgemeine Wahlrecht eine unabdingbare Voraussetzung und zugleich zentrale Forderung der Lassalleaner darstellte. Im Fokus der Bestrebungen standen folglich eine friedliche Sozialreform über den Weg der Demokratie, in welcher dem Staat die Aufgabe zukam für eine Gleichheit der Lebensverhältnisse aller Sorge zu tragen (Henning 1996: 727 f.; Ritter 1998: 16; Kiesewetter 2004: 76; Notz 2009: 80 f.; Beyme 2013: 255–257; Wendt 2017: 164).

Diametral entgegengesetzt zu den Zielsetzungen Lassalles und des ADA positionierte sich die marxistisch-sozialistische Strömung innerhalb der Arbeiterbewegung, die in dem 1863 von August Bebel und Leopold Sonnemann gegründeten Verband Deutscher Arbeitervereine ihre prominenteste und wirkmächtigste Vereinigung fand. Sie stellte, neben dem von Lassalle und – nach dessen Tod 1864 – von Johann Baptist von Schweizer geführten ADA, die zweite große Arbeiterpartei in den 1860er Jahren dar. Unter August Bebel und Wilhelm Liebknecht zielte der Verband auf den von Engels und Marx geforderten Umsturz des bestehenden Systems zur Errichtung der Diktatur des Proletariats und einer damit klassenlosen Gesellschaft. Staatlichen Reformen stand man in diesem Sinne ablehnend gegenüber, da sie den Umsturz nur unnötig verzögern würden (Henning 1996: 731; Kieseewetter 2004: 76; Euchner 2005: 142 f.; Notz 2009: 81; Beyme 2013: 181). Bereits 1869 benannte sich der Verband auf dem Eisenacher Parteitag um und trat fortan als Sozialdemokratische Arbeiterpartei auf. Sie propagierte insbesondere die Aufhebung der Lohnarbeit sowie die Errichtung eines demokratischen Volksstaates im Rahmen einer sozialistischen Gesellschaft (Henning 1996: 731; Kieseewetter 2004: 76; Faulenbach 2012: 14). Im Zuge der 1870er Jahre kam es schließlich zu einer Annäherung an den ADA und im Jahr 1875 stimmten beide Vereinigungen auf dem Gothaer Parteitag dem Zusammenschluss zur Sozialistischen Arbeiterpartei Deutschlands (SAP) zu. Obgleich die neue Partei zwar auch von den Lassalleanern beeinflusst wurde, blieb sie doch in wesentlichen Aspekten dem Marxismus verhaftet. Neben Forderungen nach einem allgemeinen Wahlrecht, einer Volksgesetzgebung, Presse-, Vereins- und Koalitionsfreiheit oder unentgeltlichem Unterricht an allen Bildungseinrichtungen, enthielt das Grundsatzprogramm auch sozialpolitische Zielsetzungen, die sich ganz konkret den herrschenden Missständen im Kontext der Sozialen Frage widmeten. So wurde ein Verbot der Kinderarbeit und der Sonntagsarbeit, Schutzgesetze für die Arbeiterschaft oder auch hygienische Kontrollen der Arbeiterwohnungen gefordert. Brisant am Programm – und hier wurde die marxistisch-sozialistische Konnotation offenbar – war insbesondere die Bestrebung sämtliche Arbeitsmittel in Gemeingut umzuwandeln und das Institut der Lohnarbeit zu beseitigen, sowie der grundsätzliche Wille, den Staat und die Gesellschaft in ihrer gegenwärtigen Form zu stürzen – all dies fortan aber im Rahmen der gesetzlichen Mittel und der Demokratie (Köllmann 1963: 490 f.; Henning 1996: 731; Euchner 2005: 144; Notz 2009: 84; Faulenbach 2012: 14–17; Beyme 2013: 181; Kohl 2013: 30; Wendt 2017: 383).

In Summe oszillierte die deutsche Arbeiterbewegung mit ihren verschiedenen Lösungsansätzen und Zielsetzungen während der 1860er und 1870er Jahre zwischen drei fundamentalen Sichtweisen. Zum einen wurde die Ansicht vertreten, insbesondere im Falle der bürgerlich-liberalen Ausrichtung, dass die Selbsthilfe und ungehinderte Entfaltung der Marktwirtschaft

mit einem in dieser Hinsicht schwachen Staat ausreichende Voraussetzungen für die Überwindung der mit dem Transformationsphänomen im Zuge der Industrialisierung einhergehenden Sozialen Frage darstellten. Folgerichtig wurden staatliche Interventionen, etwa in Form einer obligatorischen Sozialversicherung, als ungeeignet zur Lösung sozialer Missstände betrachtet. Demgegenüber stand einerseits die Auffassung, dass der

[...] Staat als Organ der herrschenden Klassen nur durch die Revolution beseitigt werden könne, und [andererseits] Hoffnung, daß dieser Staat mit Hilfe politischer und gewerkschaftlicher Arbeiterorganisationen durch weitreichende Reformen zu einem sozial engagierten demokratischen deutschen Volksstaat umgewandelt werden könne. (Ritter 1998: 16)

4.2 Staat und Arbeiterschaft – zwischen Repression und Integration

Dass solcherlei politische Bestrebungen und Sichtweisen, die dem Staat entweder die Lösungskompetenz und somit das Handlungsrecht in der Sozialen Frage gänzlich absprachen oder ihn gar in seiner bisherigen Form aufzulösen suchten, mehr als kritisch von Seiten der noch jungen konstitutionellen Monarchie in Form des 1871 gegründeten Deutschen Kaiserreichs betrachtet wurden, scheint nur konsequent (Schmidt/Ostheim 2007a: 126 f.; Hahn 2016: 54). Dementsprechend standen die im Kaiserreich gegen Ende der 1870er Jahre erlassenen Maßnahmen in der Tradition des im 19. Jahrhundert beinahe durchgängigen Versuchs, eine autonome Arbeiterschaft, die sich politisch in konfliktfähigen Gewerkschaften organisierte, mit repressiven Mitteln zu unterdrücken (Blanke 1994: 114).

Rückblickend lässt sich die bundesweite Aufhebung des Koalitionsverbotes im Jahr 1869 daher freilich nur als Intermezzo betrachten, denn diese kurzweilige Lockerung für die Arbeiterbewegung endete mit dem am 21. Oktober 1878 vom Reichstag erlassenen *Gesetz gegen die gemeingefährlichen Bestrebungen der Sozialdemokratie*, welches umso repressivere Maßnahmen gegen diese und die ihr nahestehenden politischen Parteien vorsah (vgl. Reichsgesetzblatt 1878). Der auch als *Sozialistengesetz* bezeichnete Beschluss ist vor allem als Reaktion auf die zunehmend an politischem Einfluss gewinnende Sozialdemokratie in Form der SAP zu sehen, die zwar 1876 in Preußen verboten worden war, jedoch bei den Reichstagswahlen 1877 bereits 9,1 % der Stimmen hatte erzielen können (Kiesewetter 2004: 92 f.; Schmidt/Ostheim 2007a: 127; Schmidt 2010: 733). Insbesondere im Nachspiel des Krisenjahres 1873, welches unter anderem mit extremen Kurseinbrüchen an den Börsen, einer Wirtschaftsdepression und Entlassungen einherging, gewannen die Arbeiterbewegung und die Sozialisten immer mehr an Einfluss, was weite Kreise des Bürgertums – ganz gleich ob liberal oder konservativ – und insbesondere die Regierung um Reichskanzler Otto von Bismarck zusehends alarmierte (Berghahn 2006: 54–61; Gergen 2006: 308; Kohl 2013: 30). Trotz dieser

grundsätzlich kritischen Haltung gegenüber der Sozialdemokratie bedurfte es zweier Anschläge³⁷ auf den Kaiser, um Bismarcks anvisiertes Ziel eines reichsweiten Parteiverbotes mit der von ihm eingebrachten Gesetzesinitiative umzusetzen (Henning 1996: 1169; Berghahn 2006: 280; Kohl 2013: 30; vgl. grundsätzlich Pflanze 1990: 391–414).³⁸ Das Gesetz – das zwar ein Ausnahmegesetz darstellte, jedoch regelmäßig bis 1890 verlängert wurde (Kiesewetter 2004: 93) – sah umfassende Maßnahmen gegen die, der Sozialdemokratie, dem Sozialismus und dem Kommunismus nahestehende Arbeiterschaft vor. So konnten alle Vereine, Verbindungen, Parteien, Genossenschaften, Versammlungen, öffentlichen Festlichkeiten und Aufzüge aber auch Zeitungen und Druckschriften verboten werden, „welche durch sozialdemokratische, sozialistische und kommunistische Bestrebungen den Umsturz der bestehenden Staats- oder Gesellschaftsordnung bezwecken“ (Reichsgesetzblatt 1878: § 1). Wie beabsichtigt, wurde die Lage der sozialistischen Arbeiterbewegungen sowie der Sozialdemokratie im Zuge des Gesetzes, welches schließlich auf die Zerschlagung derselben zielte, ungemein erschwert, denn es war faktisch für weite Teile der Arbeiterbewegung fortan nicht mehr möglich sich politisch – und oftmals darüber hinaus – zu organisieren (Gergen 2006: 308; Notz 2009: 85; Butterwegge 2018: 41). Insgesamt wurden zwischen Inkrafttreten des Gesetzes 1878 bis Ende der 1880er Jahre rund 1.000 Personen des Landes verwiesen und 1.500 verhaftet, an die 250 Vereine und gewerkschaftliche Zentralverbände und über 1.000 Publikation sowie das Erscheinen bzw. die Distribution von rund 100 in- und ausländischen Zeitschriften verboten (Henning 1996: 1169; Kiesewetter 2004: 93; Schäfer 2006: 340). Obgleich die mit dem Sozialistengesetz

³⁷ Obgleich keines der Attentate einen direkten Bezug zur Sozialdemokratie aufwies, wurden diese von Seiten des Reichskanzlers Bismarck gekonnt instrumentalisiert, um die öffentliche Meinung in einer Atmosphäre der Hysterie und die hiervon beeinflussten Parlamentarier des 1877 neugewählten Reichstages für das Gesetzesvorhaben zu gewinnen (Pflanze 1990: 392–397; Berghahn 2006: 280; Faulenbach 2012: 19; Kohl 2013: 30; Hahn 2016: 54).

³⁸ Konträr zu der weitgehend negativen Einstellung gegenüber den Sozialisten und der Sozialdemokratie wäre es noch in der Anfangsphase des jungen Kaiserreichs verfehlt, auf Parlamentsebene von einer generellen Feindseligkeit gegenüber denselben zu sprechen. Denn einerseits waren eine Reihe von Arbeiterbewegungen indirekt über die mit ihnen assoziierten Parteien im Reichstag vertreten, andererseits scheiterte noch die erste Fassung des Sozialistengesetzes, die in Folge eines im Mai 1878 auf Kaiser Wilhelm I. erfolglos verübten Attentates von Reichskanzler Bismarck eingebracht worden war, mit 57 zu 251 Gegenstimmen markant an der nötigen Mehrheit im Reichstag, da insbesondere die Nationalliberalen das Gesetz auf Grund rechtsstaatlicher Bedenken abgelehnt hatten (vgl. Reichstag 1878b: 1552–1554; Henning 1996: 1169; Schäfer 2006: 326). Nach dem kurz darauf verübten Attentat im Juni, bei dem der Kaiser schwer verletzt wurde, ließen es Bundesrat und Kaiser ganz im Sinne Bismarcks nicht mehr auf Eventualitäten ankommen und lösten den Reichstag kurzerhand auf (Pflanze 1990: 387–403; Schäfer 2006: 326 f.). Bei der folgenden Reichstagswahl am 30. Juli 1878 konnten die Konservativen starke Stimmenzuwächse verzeichnen, während vor allem die Nationalliberalen – trotz Behauptung ihrer Mehrheit – substanziell in der Wählergunst sanken (KSA 1882: 136 f.). In dieser Konstellation brachte Bismarck erneut das Sozialistengesetz in einer verschärften Fassung in der Reichstag zur Abstimmung, bei welcher das Gesetz mit deutlicher Mehrheit – und nun auch mit den Stimmen der Nationalliberalen – bei 221 zu 149 angenommen wurde (Reichstag 1878a: 387–389; Berghahn 2006: 280; Schäfer 2006: 339).

einhergehenden Repressalien anfangs einen gewissen Effekt bei den darauffolgenden Wahlen³⁹ zum Reichstag 1881 zeigten, bei der die Sozialdemokraten Stimmenverluste in Höhe von drei Prozentpunkten im Vergleich zu 1878 erlitten, gewannen sie bereits bei den Wahlen 1884 rund 10 % der Stimmen (KSA 1889: 158). Rückblickend vermochten das Sozialistengesetz und die damit einhergehenden Maßnahmen weder die sozialdemokratischen Strukturen auszuschalten noch die Wahlerfolge und somit das politische Erstarken der Sozialisten zu verhindern, stellte die Sozialdemokratie doch eine politische Kraft dar, die längst nicht mehr von der Meinungsbildung und Mitbestimmung im Reich ausgeschlossen werden konnte. Zwar wurden die sozialdemokratischen Organisationen in die Illegalität gedrängt, führten aber im Geheimen und im Ausland ihre Arbeit fort. Auch der Umstand, dass sozialdemokratische Kandidaten noch weiterhin in den Reichstag gewählt werden konnten, stellte einen die Ziele Bismarcks untergrabenden Faktor dar (Henning 1996: 785; Faulenbach 2012: 19 f.; Kohl 2013: 30 f.). Zu guter Letzt gewann die Sozialdemokratie durch die Ächtung von staatlicher Seite gerade „in den Augen der Arbeiter etwas Märtyrerhaftes“ (Kiesewetter 2004: 93), was die Kohäsion und Identifikation mit derselben ungemein beförderte. Angesichts des geringen Wirkungsgrades des Gesetzes und einer sich wandelnden Stimmung in Folge des Führungswechsels im Jahr 1888 mit Kaiser Wilhelm II, der sich als volks- und auch arbeiternaher Kaiser verstanden wissen wollte und deshalb einer Fortführung des Gesetzes ablehnend gegenüberstand, verweigerte der Reichstag am 25. Januar 1890 die Verlängerung mit 169 zu 98 Stimmen. Bei der darauf von Bismarck initiierten Neuwahl im Februar bestätigte sich dieser Trend, als die Sozialdemokraten rund 20 % der Stimmen gewannen. So wurde das Jahr 1890 gleich in zweifacher Hinsicht richtungsweisend: Im März endete mit Bismarcks Entlassung durch den Kaiser dessen politische Karriere und im Herbst schließlich auch die Ära des Sozialistengesetzes (Reichstag 1890: 1253; KSA 1891: 132; Pflanze 1990: 350–373; Berghahn 2006: 282 f.; Kohl 2013: 31).

Das Maßnahmenbündel zur Eindämmung der Sozialdemokratie sowie von Streiks und Unruhen von Seiten der Arbeiter, erstreckte sich indes nicht nur auf die mit dem Sozialistengesetz eingeführten Repressalien. Demgegenüber stand der Wille von Kaiser und Regierung die im Zuge der Sozialen Frage als prekär bewerteten Arbeitsbedingungen und Lebensverhältnisse der Arbeiterschaft zu heben, um diese nicht nur politisch zu befrieden, sondern auch in die hierarchische Struktur der preußisch-kaiserlich dominierten Gesellschaftsordnung zu

³⁹ Vom Gesetz ausgenommen waren Wahlversammlungen für den Reichstag sowie die Landtage (vgl. Reichsgesetzblatt 1878: § 28) und damit auch die Wahl von Einzelpersonen, die zwar keine offiziellen Mitglieder der verbotenen SAP mehr waren, sich in den Parlamenten aber zu einer sozialdemokratischen Fraktionen zusammenschließen konnten (Schmidt/Ostheim 2007a: 127; Notz 2009: 87; Kohl 2013: 30 f.).

integrieren (Pflanze 1990: 350; Ritter 1998: 28 f.; Schmidt 2005: 21; Schmidt/Ostheim 2007a: 126 f.; Notz 2009: 86; Schmid 2010: 129). In diesem Sinne verkündete Reichskanzler Bismarck – drei Jahre nach Erlass des Sozialistengesetzes – in einer kaiserlichen Botschaft⁴⁰ zur Eröffnung des 5. Deutschen Reichstages am 17. November 1881, dass

[...] die Heilung der sozialen Schäden nicht ausschließlich im Wege der Repression sozialdemokratischer Ausschreitungen, sondern gleichmäßig auf dem der positiven Förderung des Wohles der Arbeiter zu suchen sein werde. (Reichstag 1882: 2)⁴¹

Das zentrale Instrument für diese anvisierte positive Förderung bestand in der für ihre Zeit durchaus neuartigen Idee⁴² einer aktiven staatlichen Sozialpolitik und der Errichtung eines Sozialversicherungssystems (vgl. Kapitel 4.3), zu dem bereits 1878 Ansätze im ministerialbürokratischen Kreis um Bismarck entwickelt worden waren (Ritter 1998: 31 f.). Der kaiserlichen Botschaft folgte schließlich während der 1880er und 1890er Jahre der angekündigte Aufbau eines sozialen Sicherungsnetzes. Die hierbei wesentlichen Säulen stellten die Kranken-, Unfall-, Invaliditäts- und Altersversicherung dar, die den von verschiedenen Wechselfällen des Lebens betroffenen Personen Unterstützung (Henning 1996: 1154; Berghahn 2006: 366; Schmidt 2012: 10 f.), d. h. „einen reichsweiten, dauerhaften, durch Rechtsansprüche gesicherten effektiveren Schutz gegen Risiken des Einkommensausfalls“ (Schmidt 2005: 22) gewähren sollte. Dieser Plan stand jedoch von Beginn an vor ungünstige Voraussetzungen. Die rhetorische Gegenüberstellung sowie Ergänzung des Sozialistengesetzes mit der 1881 initiierten Sozialversicherungsgesetzgebung war schwerlich ein Zufall, bedenkt man, dass es gerade Bismarck war, der in einer späteren Reichstagsrede von einem komplementären Verhältnis beider Programme sprach (Reichstag 1884b: 73). Allerdings leistete aber eben diese Verknüpfung auch der ablehnenden Haltung eines Teils des eigentlich von der Sozialgesetzgebung profitierenden Personenkreises

⁴⁰ Die Kaiserliche Botschaft vom 17. November 1881 wird gemeinhin als Geburtsstunde des deutschen Wohlfahrtsstaates erachtet (Ritter 1995: 146; Tennstedt 1997: 88 f.; Schmidt 2012: 10; Wendt 2017: 384 f.; Butterwegge 2018: 41), da mit dieser die „Wende von der Sozialpolitik für Wenige zur Sozialpolitik für Viele“ (Schmidt 2005: 22) eingeläutet wurde.

⁴¹ Bismarck, der den Text der Botschaft in weiten Teilen selbst verfasst hatte, verlas die Botschaft in Vertretung des erkrankten Kaisers Wilhelm I., was nicht nur Rückschlüsse auf die Rolle Bismarcks in thematisch-inhaltlicher, sondern auch in symbolischer Hinsicht im Kontext der proklamierten Sozialpolitikpolitik zulässt (Ritter 1995: 146; Butterwegge 2018: 41).

⁴² Von einer genuin staatlichen Sozialpolitik und sozialen Fürsorge lässt sich bis auf wenige Ausnahmen – z. B. die *cura annonae* als staatlich institutionalisierte Sozialleistung an die römische Stadtbevölkerung ab 22 v. Chr. oder der Aufbau der steuerfinanzierten Militärpensionskasse zur Alterssicherung der Veteranen um das Jahr 6 n. Chr. (Bringmann/Schäfer 2002: 61 und 113) – im eigentlichen Sinne erst seit der Einführung des Bismarck'schen Sozialversicherungssystems sprechen, mit welcher das Deutsche Kaiserreich zum eigentlichen „Pionier der gesamtstaatlichen Sozialgesetzgebung“ (Schmidt 2012: 10) wurde. Denn bis zu den in den 1880er Jahren erlassenen Maßnahmen oblag die soziale Fürsorge entweder dem Familienverband, den kirchlich-karitativen Einrichtungen, den Zünften und Berufsgenossenschaften oder bisweilen den Kommunen. Der Staat spielte hingegen mit seinen vereinzelt Pensionssystemen für Zivilangestellte und das Militär oder der Armenhilfe ab dem 17. Jahrhundert nur eine Nebenrolle (Henning 1996: 1154; Schmidt 2005: 22; Zingel 2007: 24; Bäcker et al. 2010a: 57; Christen 2011: 36–38; Reiter 2017c: 86–88).

der Arbeiterschaft Vorschub. Denn aus Sicht der damaligen Sozialdemokraten, sowie der dieser Interpretation folgenden Strömung der Geschichtsschreibung, verfolgte die Reichsregierung im Kampf gegen Sozialdemokratie und Arbeiterschaft eine Doppelstrategie, die unter der zwar umstrittenen aber auch heute noch weit verbreiteten⁴³ dialektischen Formel *Zuckerbrot und Peitsche* gefasst wird (Henning 1996: 1152 f.; Haerendel 2001: 28; Freytag 2007: 151–157; Schmidt 2005: 28; Butterwegge 2018: 41 f.): Während das Sozialistengesetz die *Peitsche* darstellte, welche die sozialistisch-kommunistische Arbeiterbewegung zerschlagen sollte, bestand das *Zuckerbrot* in dem Versuch das politische Element der Sozialen Frage über die von oben aufoktroyierte Sozialreform durch die Abmilderung der negativen Auswirkungen im Zuge der gesellschaftlichen und ökonomischen Transformation zu lösen (Schmidt 2005: 28 f.; Notz 2009: 86; Kohl 2013: 31; Reiter 2017c: 93 f.; Wendt 2017: 386 f.). Und in der Tat zeugen sozialdemokratische Flugblätter aus dieser Zeit von der Auffassung, dass Bismarcks Vorgehen gegen die Arbeiterbewegung und die Sozialdemokratie von einer derartigen Strategie geprägt gewesen sei, war diesen doch – wie es der marxistische Historiker Franz Mehring in seiner *Geschichte der Deutschen Sozialdemokratie* beschrieb – immer wieder die Wendung zu entnehmen: „Sein Zuckerbrot verachten wir, seine Peitsche zerbrechen wir“ (Mehring 1904: 232).

Rückblickend lässt sich konstatieren, dass die Sozialversicherungsgesetzgebung, gemessen an der ihr zugrundeliegenden Zielsetzung, die Ausbreitung der Sozialdemokratie einzudämmen sowie die Arbeiterschaft mit dem Staat zu versöhnen und in diesen zu integrieren, zumindest auf kurze Sicht scheiterte (Notz 2009: 88 f.; Schmidt 2012: 14; Butterwegge 2018: 42). Dieser Umstand tritt nicht zuletzt bei der Betrachtung der von der SAP erzielten Wahlergebnisse in den Reichstagswahlen zwischen 1890 und 1912 deutlich zu Tage: So gelang es ihr nicht nur ihren politischen Einfluss in der Legislative kontinuierlich auszubauen, auch erzielte sie bei den Wahlen 1912 mit rund 38 % ihr bis dahin bestes Ergebnis und wurde mit 110 von 397 Sitzen zur stärksten Partei im Reichstag (KSA 1912: 327). Hinsichtlich der Frage, weshalb auch die Sozialversicherung als Mittel im Kampf gegen die Sozialdemokratie versagte, lassen sich vier wesentliche Gründe anführen: Erstens betrachteten sowohl die Sozialdemokraten als auch weite Teile der Arbeiterbewegung das Sozialversicherungssystem, welches für sie gemäß der Zuckerbrot-und-Peitsche-Interpretation in enger Verbindung mit dem Sozialistengesetz stand, als eine im Kern kompromittierte Initiative, was die Akzeptanz derselben von vornherein mindern musste. Zweitens wurden gerade die mit der Sozialversicherungsgesetzgebung

⁴³ Auch in den Sozialwissenschaften findet diese monokausale Interpretationslinie immer wieder Anklang (vgl. etwa Notz 2009: 86; Kohl 2013: 31; Wendt 2017: 386 f.; Reiter 2017c: 93 f.).

verbundenen Leistungen und angestrebten Verbesserung des Arbeiterschutzes sowie der Grad an Mitbestimmung bei der Verwaltung von Seiten der Arbeiterschaft als unzureichend betrachtet, was eine Zustimmung in Anbetracht der gleichzeitig durchgeführten Repressalien wenig attraktiv machte. Drittens boten die im Krankenversicherungsgesetz von 1893 ins Leben gerufenen Hilfskassen den sozialistischen Arbeiterbewegungen eine legale Option, sich weiterhin politisch zu betätigen und zu organisieren, womit das Verbot von Parteiorganisationen faktisch umgangen werden konnte und das Sozialistengesetz untergraben wurde. Schließlich wurde die erhoffte Annäherung und Integration nachhaltig geschädigt, da auch nach Ende des Sozialistengesetzes 1890 die Benachteiligung der Sozialdemokraten und der Arbeiterschaft auf gesellschaftlicher und politischer Ebene fortgeführt wurde (Ritter 1998: 51 f.; Haerendel 2001: 27 f.; Schmidt/Ostheim 2007a: 128; Notz 2009: 86–88; Reiter 2017c: 97; Butterwegge 2018: 42–45).

4.3 Das kaiserliche Sozialversicherungssystem als Antwort auf die Soziale Frage

Obleich die Sozialversicherungsgesetzgebung im Sinne der oben aufgeführten Interpretation – d. h. als Mittel zur Eindämmung der Sozialdemokratie sowie zur Integration der Arbeiterschaft – versagte, lässt sich doch keineswegs von einem grundsätzlichen Scheitern sprechen, zumal die in diesem Kontext unterstellte Doppelstrategie von *Zuckerbrot und Peitsche* und auch das daraus resultierende zentrale Motiv zur Errichtung eines Sozialversicherungssystems bis heute in der Forschung kontrovers diskutiert werden. Kern der Auseinandersetzung ist die Frage, ob das komplementäre Verhältnis zwischen Repression und Integration, d. h. die Kombination aus Sozialistengesetz einerseits und Sozialgesetzgebung andererseits, von Beginn an von der Reichsregierung um Bismarck in dieser Form intendiert war und ob deshalb der wesentliche Beweggrund für die Sozialgesetzgebung auch im Kampf gegen die Sozialdemokratie begründet war (Henning 1996: 1152 f.; Tennstedt 1997: 91; Ritter 1998: 27–31; Haerendel 2001: 28–32; Schmidt 2005: 28 f.; Butterwegge 2018: 41 f.). Grundsätzlich zeigen jüngere Forschungsbeiträge zwar, dass die Sozialreform der 1880er Jahre durchaus als „Widerpart zum Sozialistengesetz angesehen werden kann“ (Kiesewetter 2004: 93), da „nicht die wirklich Armen, sondern die von der Sozialdemokratie erfaßten, [...] insbesondere die Facharbeiter und Handwerksgesellen, die ersten und wichtigsten Adressaten der Sozialversicherungsgesetze“ (Ritter 1998: 28 f.) waren. Gleichwohl wäre es verfehlt davon auszugehen, der Konflikt mit der Sozialdemokratie hätte den einzigen Beweggrund für die Sozialgesetzgebung dargestellt. Vielmehr waren es eine Reihe unterschiedlicher Bedingungen und Faktoren, die zu der Sozialreform von oben und dem Auf- und Ausbau des Sozialversicherungssystems im Kaiserreich der

1880er Jahre führten. Hierzu zählen unter anderem einerseits etwa die Tatsache, dass die Sozialstaatlichkeit ein wesentliches Instrument zur Herrschaftssicherung darstellte und von der Obrigkeit als solches wahrgenommen wurde, andererseits aber auch die insbesondere im 19. Jahrhunderts weit verbreitete Auffassung, der Staat trage als paternalistischer Fürsorger eine Verantwortung für die ökonomisch schlechter gestellten Teile der Gesellschaft. Dementsprechend lässt sich auch der Umstand einordnen, dass Bismarck bereits während der 1860er Jahre – d. h. noch ehe sich der Konflikt mit Sozialdemokratie und Arbeiterschaft manifestierte – mit dem Gedanken gespielt hatte, eine staatliche Invaliditäts- und Altersversicherung in Preußen einzuführen, um die soziale und wirtschaftliche Situation der Arbeiter und Armen zu verbessern.⁴⁴ Auf der anderen Seite stand für die Reichsregierung nicht zuletzt auch ein tiefgreifendes Interesse nationaler Prägung im Vordergrund, das zum einen die Angleichung der Wirtschafts- und Lebensverhältnisse zur inneren Stabilisierung des noch jungen Staates und zum anderen sowohl die Förderung der Industrie als auch die Beschäftigungssicherung der Arbeitnehmerschaft im internationalen Kontext betonte. Hiervon ausgehend findet sich schließlich eine Teilmotivation in der bis dahin sowohl für Arbeitgeber als auch Arbeitnehmer unbefriedigenden Lösung (vgl. unten) der Regelung der Entschädigung von Arbeitsunfällen, welche nach einer Reform des Reichshaftpflichtgesetzes von 1871 und somit einer adäquaten Alternative verlangte (vgl. insbesondere Tennstedt 1997: 88 f. u. 94; Ritter 1998: 28–37 u. 49–52; Haerendel 2001: 28–32 u. 126–134; Schmidt 2005: 26–34; Schmidt/Ostheim 2007a: 126 f.; Reiter 2017c: 94 f.; Butterwegge 2018: 38–46). Hiervon ausgehend muss die Sozialversicherungsgesetzgebung also nicht in erster Linie als Instrument zur Eindämmung der Sozialdemokratie betrachtet werden, deren Erfolg oder Misserfolg dann auch den primären Maßstab zur Bewertung derselben darstellen würde. Sie ist vielmehr – und darüber hinaus – als eine Bewältigungsstrategie der politischen, ökonomischen und letztlich auch sozialen Transformationserscheinungen des 19. Jahrhunderts zu betrachten und auf Grund der zwischen diesen Bereichen herrschenden Interkonnektivität der Wandlungsprozesse auch als Lösungsversuch zur Beantwortung der Sozialen Frage einzuordnen (Fischer 1982: 89 f.; Schmidt/Ostheim 2007a: 126 f.; Notz 2009: 86; Promberger/Zapfel 2011: 88 f.; Butterwegge 2018: 40 f.). Freilich gestaltet sich die

⁴⁴ Die Stellung einer würdigen Existenz betonte Bismarck auch später immer wieder, wie etwa in einer Reichstagsrede im Jahr 1881: „Vor dem Verhungern ist der invalide Arbeiter durch unsere heutige Armengesetzgebung geschützt. Nach dem Landrechte wenigstens soll niemand verhungern, ob es nicht dennoch geschieht, weiß ich nicht. Das genügt aber nicht, um den Mann mit Zufriedenheit auf sein Alter und seine Zukunft blicken zu lassen, und es liegt in diesem Gesetze auch die Tendenz, das Gefühl menschlicher Würde, welches auch der ärmste Deutsche meinem Willen nach behalten soll, wach zu erhalten, daß er nicht rechtlos als reiner Almosenempfänger dasteht, sondern daß er ein Peculium an sich trägt,[...] über das er als Armer selbstständig verfügen kann und das ihm manche Thür leichter öffnet, die ihm sonst verschlossen wird [...]“ (Reichstag 1881: 713).

Überprüfung des Erfolgs der Sozialversicherungsgesetzgebung als Anpassungsinstrument dieser Transition auf Grund der Vielschichtigkeit der Sozialen Frage als komplex und würde den vorgesehenen Rahmen sprengen. Es soll daher genügen, einerseits festzuhalten, dass die Sozialversicherung nebst anderen Beweggründen auch als Antwort auf die Soziale Frage gedacht und verstanden wurde, und zum anderen zu veranschaulichen, wie dieser Lösungsvorschlag aussah und welche unmittelbaren sowie mittelbaren Wirkungen von diesem ausgingen.

Der seit 1871 herrschende Streit um die Haftpflichtrevision durch eine mögliche Unfallversicherung mag ein entscheidender Grund gewesen sein, dass – der kaiserlichen Botschaft von 1881 folgend – zunächst das Krankenversicherungsgesetz im Jahre 1883 verabschiedet wurde (Reiter 2017c: 94).⁴⁵ Die getroffenen Regelungen sahen einen Versicherungszwang sowie eine gemeinsame Beteiligung von Arbeitnehmern und Arbeitgeberern an den Versicherungsbeiträgen vor. Zunächst betraf der Versicherungszwang den überwiegenden Teil der Industriearbeiter unabhängig vom Jahreslohn, wurde aber bis 1911 auch auf alle anderen gewerblichen Arbeiter ohne Einkommensgrenze sowie auf Angestellte der Land- und Fortwirtschaft, des Handels, der Hausindustrie, des Baugewerbes, der Seeschifffahrt, des Transportwesens und der Reichs- und Staatsbetriebe mit einem Jahreseinkommen unter 2.000 Mark ausgedehnt. Zusätzlich wurden ab 1892 auch alle Familienangehörige in das Krankenversicherungssystem integriert, die bis dahin keinerlei Versicherungsleistungen in Anspruch nehmen können (Henning 1996: 1154 f.; Kiesewetter 2004: 94; Schmidt 2005: 22; Berghahn 2006: 366 f.). In der beitragsfinanzierten, auf dem Kapitaldeckungsverfahren basierenden Krankenversicherung

⁴⁵ Den eigentlichen Anstoß für die Initiative zur Sozialgesetzgebung – und dieser zugleich thematisch vorausgehend – stellte jedoch das Reichshaftpflichtgesetz von 1871 dar, welches für die involvierten Parteien eine bisher nur unzureichende Lösung dargestellt hatte. Konkret sah das Gesetz hinsichtlich der Entschädigung von Arbeitsunfällen vor, dass ein Unternehmen bei Unfällen nur dann Schadensersatzleistungen an einen Arbeitnehmer zu leisten hatte, wenn höhere Gewalt, technisches Versagen oder die Verschuldung von anderen Arbeitern als Ursache ausgeschlossen werden und folglich die Schuld auf Seite des Unternehmens durch den Geschädigten nachgewiesen werden konnte. Die Konsequenz war, dass der Großteil der Unfälle in Betrieben nicht entschädigt wurde und betroffene Arbeitnehmer ihre Ansprüche in langen Gerichtsprozessen einklagen mussten, was für beide Seiten mit hohen finanziellen und zeitlichen Kosten verbunden war (Henning 1996: 1155; Tennstedt 1997: 94 f.; Ritter 1998: 32; Berghahn 2006: 367; Butterwegge 2018: 43). In Regierungs- und Parlamentskreisen wurden daher zusehends Rufe laut, dass nicht nur eine Beweislastumkehr gesetzlich verankert werden müsse, sondern auch, dass grundsätzlich alle Betriebsunfälle entschädigungspflichtig gemacht werden sollten. Diese Ansicht lehnte Bismarck allerdings entschieden ab, befürchtete er doch die negativen finanziellen Folgen für die deutsche Industrie. In dieser Situation fand insbesondere bei Bismarck der Vorschlag des Industriellen Louis Baare Anklang, anstelle einer Abdeckung von Unfällen durch das Haftpflichtgesetz, vielmehr das Instrument einer Versicherung vorzuziehen und eine Abkehr vom Verschuldensprinzip zu vollziehen, um den schwer kalkulierbaren Haftpflichtprozessen ein Ende zu bereiten. Bismarck ging es in dieser Konstellation einerseits darum, die Industrie vor zu hohen Belastungen zu schützen, andererseits aber auch auf das Prinzip einer rein privaten Versicherung, die allein von den Arbeitern hätte getragen werden müssen, zu verzichten. Potentielle Lösungen bestanden für ihn nicht zuletzt darin, sich vom bisher gängigen Verursacherprinzip abzuwenden und Aspekte wie etwa die Kollektivhaftung, das Versicherungsprinzip oder eine staatliche Beteiligung in Erwägung zu ziehen, die in Teilen zu den zentralen Elementen des späteren Sozialversicherungssystems werden sollten (Fischer 1982: 85; Watermann 1984: 121; Tennstedt 1997: 95–100; Ritter 1998: 32–39; Berghahn 2006: 367; Butterwegge 2018: 43).

hatten die Arbeitnehmer zwei Drittel und die Arbeitgeber ein Drittel der Zahlungen zu leisten. Hierbei stellten die Orts-, Gemeinde-, Bau-, Betriebs-, Knappschafts- und Innungskrankenkassen die Versicherungsträger dar, die einer staatlichen Aufsicht unterstellt wurden. Das Leistungsspektrum der Krankenversicherung sah vor, dass sowohl eine ärztliche Behandlung als auch die benötigten Medikamente im Falle einer Erkrankung für die Versicherten unentgeltlich waren. Darüber hinaus wurde ab dem dritten Krankheitstag ein Krankengeld in Höhe von 50 % des zur Bemessung des Beitragssatzes herangezogenen Arbeitsentgelts für zunächst 13, später sogar 26 Wochen gewährt und Hinterbliebene erhielten im Todesfall ein Sterbegeld in Höhe des zwanzigfachen Betrags des Tageslohns (Fischer 1982: 85; Henning 1996: 1154 f.; Ritter 1998: 38 f.; Kiesewetter 2004: 94; Reiter 2017c: 95 f.; Wendt 2017: 386). Allerdings blieb der von diesen Leistungen profitierende Personenkreis zunächst relativ klein: Zwar waren ab Inkrafttreten des Krankenversicherungsgesetzes 1883 bereits etwa 40 % der Arbeitnehmer versichert, doch stellte dies nur rund 10 % der Gesamtbevölkerung dar. Auch mit der Ausweitung der Versicherungspflicht auf weitere Branchen und der Miteinbeziehung von Familienangehörigen bis 1914 konnten nur etwa 13,5 Mio. Menschen und damit rund 20 % der Bevölkerung Krankenversicherungsleistungen in Anspruch nehmen (Fischer 1982: 85; Kiesewetter 2004: 125). Insgesamt lässt sich aber konstatieren, dass das Krankenversicherungssystem die medizinischen Bedingungen der Versicherten und sukzessive immer größerer Teile der Bevölkerung signifikant verbesserte: „Bei Krankheit einen Arzt in Anspruch zu nehmen, war nicht mehr ein Privileg; es wurde zu einer sozialen Selbstverständlichkeit“ (Wendt 2017: 386).

Den nächsten Baustein der deutschen Sozialpolitik stellte – nach langen Verhandlungen und zwei gescheiterten Gesetzesvorlagen – die Unfallversicherung im Jahr 1884 dar (Berghahn 2006: 366 f.). Mit ihr erzielte Bismarck zwar nicht die von diversen Seiten und insbesondere von der Industrie erhoffte Lösung, wohl aber ein am Ende tragfähiges Konzept, das auf politischer Ebene als Kompromiss ausreichen konnte und die Zustimmung im Reichstag erhielt. Von Seiten der Industrie hatte man sich freilich bei der Handhabung von Betriebsunfällen grundsätzlich gegen eine Fortführung des im Haftpflichtgesetzes verankerten Verschuldensprinzips und für das Vehikel einer privaten Versicherung als unternehmenseigene Institution ausgesprochen, allerdings mit dem Ziel einerseits die Zahl der anrechenbaren Entschädigungsfälle auszuweiten, andererseits aber auch die Höhe der gewährten Entschädigung pro Arbeitnehmer stark zu begrenzen. Zeitgleich sah der Vorschlag der Industrie vor, bis zu 50 % der Versicherungsbeiträge zu zahlen. Bismarck, der dem Konzept von Privatversicherungsanstalten keinen Erfolg beimaß, schwebte in diesem Kontext eine Reichs- oder Staatsversicherung als Träger vor und machte sich zur Finanzierung für ein Umlageverfahren stark, welches zur Entlastung

der Industrie auf eine staatliche Bezuschussung zurückgreifen sollte. In Summe versprach er sich nicht zuletzt einen damit einhergehenden Machtgewinn auf Seiten der Reichsregierung (Tennstedt 1997: 99; Ritter 1998: 34). Diese Absicht blieb auf Parlamentsebene nicht unbeachtet und wurde dementsprechend kritisch beäugt. Der mit der dritten Gesetzesvorlage 1884 eingebrachte Kompromiss sah schlussendlich ein System vor, bei dem das Unfallrisiko für Arbeitnehmer grundlegend als betriebsbedingt erachtet und deshalb eine Kollektivhaftung der Arbeitgeber eingeführt wurde. Obgleich die Unfallversicherung über den Weg des Umlageverfahrens finanziert wurde, Reichsgarantien für die Versicherungsleistungen ausgesprochen und jährliche Vorschusszahlungen der Renten durch die Reichspost geleistet wurden, verzichtete man auf Grund der Bedenken der Mehrheit der Parlamentarier auf das Konzept einer Reichsversicherung mit staatlichen Zuschüsse (Fischer 1982: 85; Watermann 1984: 121; Tennstedt 1997: 99; Wendt 2017: 386; Reiter 2017c: 96). Organisiert wurden die Unfallversicherungen in Berufsgenossenschaften, die als öffentlich-rechtliche Korporationen unter der staatlichen Aufsicht des Reichsversicherungsamtes standen; die Arbeiterausschüsse, die an der Administration beteiligt werden sollten und dies de jure auch waren, hatten jedoch in dieser Konstellation keine weitreichenden Befugnisse. Das Gesetz sah ferner den Erlass von Unfallverhütungsvorschriften vor und verpflichtete die Arbeitgeber fortan – entgegen deren, aber auch Bismarcks ursprünglicher Zielsetzung – sämtliche an die Berufsgenossenschaften zu leistende Versicherungsbeiträge alleine zu tragen, und zwar in Abhängigkeit zuvor aufgestellter Sätze, die nach mit der Arbeitstätigkeit variierenden Gefahrenklassen gestaffelt festgesetzt wurden (Fischer 1982: 85; Henning 1996: 1155; Ritter 1998: 33 f.; Kiesewetter 2004: 95; Wendt 2017: 386). Ebenso wie bei der Krankenversicherung galt bei der Unfallversicherung eine Versicherungspflicht, welcher von Beginn an alle Arbeiter und Angestellte mit einem jährlichen Einkommen von weniger als 2.000 Mark unterlagen. Hinsichtlich des den Arbeitnehmern zustehenden Leistungsspektrums sah das Gesetz vor, dass ab der fünften Woche nach einem Betriebsunfall eine Fortzahlung in Höhe von zwei Dritteln des Lohnes erfolgen sollte, um eine Krankenversorgung zur Wiederherstellung der Erwerbsfähigkeit zu gewährleisten. Diese Leistungen wurden jedoch in den ersten 13 Wochen ausschließlich von den Krankenversicherungen aufgebracht und erst danach von der Unfallversicherung.⁴⁶ Trat aber bedingt durch den Betriebsunfall die völlige Erwerbsunfähigkeit ein, hatte die Unfallversicherung dem Geschädigten eine jährliche Rente in Höhe von zwei Dritteln des Jahreseinkommens zu leisten. Führte der Betriebsunfall zum

⁴⁶ Diese Regelung war für die Arbeitgeber indes äußerst günstig, denn um das Jahr 1900 waren rund 95 % aller Betriebsunfälle zu den weniger gravierenden Fällen (d. h. eine Arbeitsunfähigkeit von bis zu 13 Wochen) zu zählen, weshalb die Mehrheit der Fälle nicht von der Unfallversicherung abgedeckt wurde (Kiesewetter 2004: 95).

Tode des Arbeitnehmers, erhielten Frau und Kinder den zwanzigfachen Betrag des wöchentlichen Lohns als Sterbegeld, nebst einer Hinterbliebenenrente in Höhe von 60 % des Jahresentgelts (Henning 1996: 1155; Kiesewetter 2004: 95; Reiter 2017c: 96). Was den Abdeckungsgrad der Bevölkerung durch die Unfallversicherung betrifft, so war dieser merklich höher als jener der Krankenversicherung: Bis zum Jahr 1913 war die Anzahl der Versicherten auf etwa 29 Mio. Personen angewachsen, womit rund 43 % der Bürger bei Betriebsunfällen grundsätzlich abgesichert waren. Auch wenn die tatsächlichen Leistungen – analog zu jenen der Krankenversicherung – anfangs relativ schwach ausgeprägt waren, so kommen doch dreierlei Aspekten eine besonderer Bedeutung zu: Erstens entfielen rund 75 % der jährlichen Ausgaben der Unfallversicherungen auf tatsächliche Entschädigungsleistungen, womit der überwiegende Teil der Versicherungsbeiträge auch ihrem eigentlichen Zweck zugeführt wurden. Zweitens erhielten mit Einführung der Gefährdungshaftung Arbeitnehmer erstmals überhaupt eine grundsätzliche und realistisch durchsetzbare Möglichkeit, finanzielle Entschädigung in Folge von betriebsbedingten Unfällen zu erhalten, ohne den Rechtsweg beschreiten zu müssen. Und drittens stellte die Unfallversicherung in Kombination mit den Unfallverhütungsvorschriften einen zwar noch zaghaften aber dennoch wichtigen Schritt dar, die herrschende Absicherungslücke der sozialen Risiken von Arbeitsunfällen, welche durch die neuartigen industriellen Produktionsmethoden entstanden waren, zu schließen (Fischer 1982: 85; Watermann 1984: 121 f.; Kiesewetter 2004: 95 u. 125; Schmidt/Ostheim 2007a: 123 f.; Kohl 2013: 31; Reiter 2017c: 96).

Das vorerst letzte Element der Sozialversicherung im Rahmen der kaiserlichen Sozialreform der 1880er Jahre stellte das *Gesetz betreffend die Invaliditäts- und Altersversicherung* von 1889 dar, mit welchem – ausgehend von der Selektion der zu dieser Zeit als dominant erachteten sozialen Risiken der Arbeiterschicht⁴⁷ – eine nicht weniger gravierende Lücke im Kontext der sozialen Absicherung geschlossen werden sollte (Haerendel 2001: 19; Kiesewetter 2004: 95; Butterwegge 2018: 44). Obgleich auch und gerade die Faktoren Alter und Invalidität

⁴⁷ Was die verschiedenen Erscheinungsformen respektive Faktoren der Existenzunsicherheit und damit zugleich die kontextgebundene Wahrnehmung dominanter sozialer Risiken für die Arbeiterschicht betrifft, so zählte die Erwerbsunfähigkeit zweifelsohne dazu. Das Phänomen der Arbeitslosigkeit verlangte jedoch zumindest im öffentlich-politischen Kurs der 1880er Jahre und darüber hinaus nicht – bis auf einige wenige gescheiterte Initiativen von Sozialreformern und -politikern, wie etwa Heinrich Herkner, Gustav Schmoller oder Georg Schanz – nach einem unmittelbaren Handlungsbedarf, zumal diese auf breiter Basis auch nicht als versicherbar galt. Erst mit der sich neu formierenden Problemlage in Gestalt von Massenarbeitslosigkeit in Folge der Demobilisierung und Auflösung der Kriegswirtschaft Ende des 1. Weltkrieges sowie der Krisenjahre 1925/26 gewann der Schutz vor den materiellen Folgen der Arbeitslosigkeit an Bedeutung. Auf die 1918 ins Leben gerufene Erwerbslosenfürsorge, die sich während der Inflationskrise als unzureichend erwiesen hatte, folgte schließlich im Jahre 1926 das Gesetz über die Arbeitsvermittlung und Arbeitslosenversicherung, dessen Grundprinzipien seither den für den heutigen deutschen Wohlfahrtsstaat wichtigen Pfeiler des Sozialversicherungssystems darstellen (Fischer 1982: 84; Wiese 1988: 199 f.; Henning 1996: 1157 f.; Ritter 1998: 59; Butterwegge 2018: 47 f.).

als Gründe für die Erwerbsunfähigkeit in der von Bismarck mitverfassten Kaiserlichen Botschaft von 1881 angesprochen wurden (vgl. Reichstag 1882: 2), ist der persönliche Einfluss des Reichskanzlers auf die Entstehung und Ausgestaltung – ganz im Gegensatz zu der Unfallversicherung – nur schwer zu beurteilen. Bereits im Jahre 1863 verfolgte er im preußischen Staat insbesondere das Ziel der Schaffung einer Alterssicherung, allerdings vergeblich. Der Plan⁴⁸ lebte Anfang der 1880er Jahre wieder auf, wobei Bismarck eine staatlich getragene Alters- und Invaliditätsversorgung anstelle einer auf Beiträgen basierenden Versicherung vorschwebte, die mittels eines Tabakmonopols als Reichssteuer finanziert werden sollte, abermals, um die Export- und Konkurrenzfähigkeit der deutschen Wirtschaft nicht negativ zu beeinträchtigen. Auch diese Initiative scheiterte und man darf annehmen, dass die Thematik für ihn ab diesem Zeitpunkt keine außerordentliche politische Priorität mehr genoss und er den Gesetzesentwurf, welcher schließlich 1889 in Kraft trat, mehr ablehnend als zustimmend akzeptierte. Maßgeblich hierfür war der Umstand, dass das Invaliden- und Altersgesetz konträr zu Bismarcks ursprünglicher Zielsetzung nicht als staatliche Versorgung, sondern – ähnlich zu den im Falle von Krankheit getroffenen Regelungen – als eine von Arbeitgebern und Arbeitnehmern paritätisch finanzierte Versicherung konzipiert wurde (Ritter 1998: 40–44; Haerendel 2001: 29 f.). Das Gesetz sah einen grundsätzlichen Versicherungszwang für alle Lohnarbeiter ab dem 16. Lebensjahr mit einem jährlichen Bruttoeinkommen von unter 2.000 Mark vor. Die Versicherungsprämien, deren Höhe nach vier und ab 1899 nach fünf Lohnklassen⁴⁹ gestaffelt wurde, waren durch Wochenbeiträge je zur Hälfte von Arbeitnehmer und Arbeitgeber an die in den Landesversicherungsanstalten organisierten Körperschaften zu entrichten, wobei der Arbeitnehmer einen jährlichen staatlichen Zuschuss in Höhe von 50 Mark erhielt. Obwohl im Vorfeld darüber diskutiert worden war, analog zur Unfallversicherung ebenfalls bei der Invaliditäts- und Altersversicherung das Umlageverfahren anzuwenden, entschied man sich in der finalen Vorlage für

⁴⁸ Bismarcks Initiative zur Absicherung von Invalidität und Alter stellte nur einen von verschiedenen Plänen dar. Wie Haerendel in diesem Kontext herausgearbeitet hat, gab es nicht nur auf der politischen Ebene andere Ansätze, sondern auch innerhalb der Arbeiter- und Unternehmerschaft diverse Modelle, wie etwa Gesellen-, Knappschafts- oder Betriebskassen, die entweder selbstständig von Arbeitern oder aber gemeinsam mit den mitwirkenden Unternehmen verwaltet und finanziert wurden (vgl. ausführlich 2001: 33–43).

⁴⁹ Die Beitragsstaffelung nach Lohnklassen war als Ziel der Nationalliberalen und Sozialdemokraten gegen den Widerstand der Konservativen aber unter Befürwortung Bismarcks eingefügt worden, um anstelle einer Einheitsrente wie im Falle der von Bismarck vorgeschlagenen Versorgungslösung, den Versicherten unterschiedliche an den Lebensverhältnissen und -bedürfnissen orientierte Beitrags- und damit auch Leistungsniveaus zu ermöglichen (Ritter 1998: 46). Gleichwohl handelte es sich bei dieser Staffelung nicht etwa – wie ursprünglich von den Sozialdemokraten favorisiert – um eine Differenzierung nach Individuallöhnen, d. h. der Einordnung der Versicherten gemäß ihres individuellen Lohns bzw. Gehalts, sondern gemäß dem für verschiedene Arbeiter- respektive Berufskategorien festgelegten durchschnittlichen Tagesverdienst. Dies hatte zur Folge, dass ein Arbeiter auf Grund des berufsspezifischen Durchschnittsentgelts einer bestimmten Lohnklasse zugeordnet wurde, obgleich sein individuelles Tagesentgelt darüber lag, weshalb die Staffelung und damit sowohl die Beiträge als auch die Versicherungsleistungen oftmals nicht den tatsächlichen Lebensverhältnissen entsprachen (Haerendel 2001: 117–119).

das Kapitaldeckungsverfahren,⁵⁰ bei welchem die Versicherungsprämien zinsbar angelegt und bei Eintritt des Versicherungsfalls durch die Reichspost ausgezahlt wurden (Henning 1996: 1155; Ritter 1998: 43; Haerendel 2001: 127; Kieseewetter 2004: 95 f.; Reiter 2017c: 96). Was die Rahmenbedingungen und das Leistungsspektrum betrifft, so unterschieden sich beide Versicherungen in dieser Hinsicht zwar, waren aber nicht zuletzt als ineinandergreifende Ergänzungen gedacht. Während ein Arbeiter – eine Minderung der Erwerbsfähigkeit von zwei Dritteln vorausgesetzt – nach fünf Beitragsjahren mit je 47 Beitragswochen Anspruch auf eine Invalidenrente hatte, musste ein Arbeitnehmer im Falle der Altersrente das 70. Lebensjahres vollendet haben und zuvor 30 Jahre lang in die Versicherung eingezahlt haben. Offenkundig stellte diese Altersgrenze – gemessen an der damaligen durchschnittlichen Lebenserwartung eines Mannes von etwa 60 Jahren – eine tatsächlich hohe Hürde dar, was neben dem anfänglichen Ausschluss der Witwen und Waisen von den Rentenleistungen einen der Hauptkritikpunkte des Altersversicherung darstellte (Fischer 1982: 84; Henning 1996: 1156; Ritter 1998: 39; Haerendel 2001: 128; Kieseewetter 2004: 96). Gleichwohl ist zu beachten, dass diese sowohl bereits im Gesetzestitel als auch in der Leistungshöhe ersichtliche Nachrangigkeit der Alters gegenüber der Invalidenversicherung ganz bewusst verfolgt wurde. Zum einen spielte die Furcht vor einer zu hohen Belastung des Altersversicherungssystems bei einer Altersgrenze von unter 70 Jahren eine entscheidende Rolle, zumal auch die Lebenserwartung der Bevölkerung begann anzusteigen. Zum anderen aber stellte die Invalidität auf Grund der damals herrschenden Arbeitsbedingungen einen sehr viel realistischeren und alltäglichen Tatbestand dar als das Erreichen eines hohen Alters. Die Invaliditätsrente sollte eben deshalb ungleich früher an- und finanziell höher ausfallen, als dies bei der Altersversicherung der Fall war. Für beide Versicherungsfälle galt aber die damals weit verbreitete Auffassung, dass sowohl ein hohes Alter als auch die nicht durch Betriebsunfälle begründete Invalidität, als simple Einbuße in der Arbeitskraft, in der menschlichen Natur begründet seien, weshalb ein niedrigeres Leistungsspektrum beider Versicherungen als angemessen betrachtet wurde (Fischer 1982: 88 f.; Henning 1996: 1156; Ritter 1998: 39 f.; Haerendel 2001: 119–121 u. 128). Die Alters- und Invaliditätsrenten fielen somit relativ gering aus und waren mehr als umfangreicheres Zubrot, denn als wirkliche Absicherung zu verstehen, da der Lebensunterhalt hiermit allein nicht zu bewerkstelligen war. So entsprach bspw. die Höhe der Altersrenten im Mittelwert bis 1914 rund 18 % des durchschnittlichen Jahresverdienstes eines Arbeitnehmers. Dies wundert nicht, da die Rentenhöhe innerhalb der fünf Lohnklassen auf rund ein Drittel der zugrunde gelegten

⁵⁰ Im Zuge der massiven Geldentwertungen nach dem 1. Weltkrieg wurde allerdings auf das Kapitaldeckungsverfahren zugunsten des Umlageverfahren verzichtet (Henning 1996: 1155).

Durchschnittslöhne ausgerichtet war. In der Phase vor dem 1. Weltkrieg setzte man als Existenzminimum ein Jahresentgelt zwischen 1.300 und 1.500 Mark an, weshalb selbst in den *günstigsten* Fällen (d. h. maximale Anzahl der Beitragsjahre und höchste Lohnklasse) die Altersrente lediglich mit 15 % und die Invaliditätsrente nur mit rund einem Drittel an das Existenzsicherungsniveau heranreichte. Aus diesen Gründen waren sowohl die Invaliditäts- als auch die Altersrente als subsidiär zu betrachten, was weitere Unterhaltsoptionen, etwa in Form von familiärer Unterstützung, Ersparnissen oder der Aufnahme leichterer Arbeitstätigkeiten unabdingbar machte. Trotz dieser Einschränkungen verbesserten diese beiden Versicherungen die Lebensverhältnisse der von Alter oder Invalidität erfassten Personenkreise deutlich und stellten eine wesentliche Voraussetzung für den späteren Ausbau des Leistungsspektrum insbesondere der Altersversicherung dar (Fischer 1982: 85 f.; Henning 1996: 1155; Ritter 1998: 46; Haerendel 2001: 119 f. u. 127 f.; Reiter 2017c: 96). Der Ausbau und die Abdeckung des Invaliditäts- und Alterssicherungssystem lässt sich über die Anzahl der Rentenbezieher und den Kapitalstock der Versicherungen entsprechend nachvollziehen. Als die beiden Versicherungen mit Inkrafttreten des Gesetzes im Jahre 1891 ihre Arbeit aufnahmen, stellten etwa 174.000 Personen einen Antrag auf Altersrente, von denen rund 133.000 genehmigt wurden. Zeitgleich gab es nur 865 Anträge auf Invalidenrente, von denen 44 anerkannt wurden. Zu Beginn überwogen also deutlich die Altersrenten,⁵¹ doch änderte sich dieses Verhältnis stetig und bereits im darauffolgenden Jahr wurden 43.000 Alters- und rund 18.000 Invalidenrenten anerkannt (KSA 1894: 189). Für den gesamten Zeitraum bis Ende 1913 wurden nebst anderen Rentenformen⁵² etwa 529.000 Altersrenten gewährt, aber rund 2,24 Mio. Invalidenrenten, womit letztere rund drei Viertel des Gesamtrentenbestandes ausmachten, während die Altersrenten nur einen Anteil von rund 18 % einnahmen (KSA 1915: 382). Für beide Rentenformen lässt sich über den Gesamtzeitraum bis Ende 1913 hinsichtlich des Ausbaus der Versicherung konstatieren, dass sich die Anzahl der gewährten Renten etwa verzwanzigfachte. Was die saldierte Finanzsituation der Versicherungsanstalten betrifft, so wurden im Jahr 1892 rund 22 Mio. Mark an Renten ausbezahlt, wobei nach Abzug der Verwaltungskosten ein Überschuss in Höhe von rund 70 Mio. Mark verblieb (KSA 1894: 189). Im Jahr 1891 betragen die Prokopffrenten für Alter und Invalidität 124 bzw. 113,5 Mark und erhöhten sich bis Ende 1912 auf 166,1 bzw. 186,9 Mark. Trotz dieser Leistungssteigerung, die für das Jahr 1912 ein Volumen von rund 260 Mio. Mark

⁵¹ Die wesentliche Ursache hierfür war, dass zu Beginn jener Kohorte der Personen, die das 70. Lebensjahr erreicht hatten, auch ohne die entsprechende Wartezeit die Rente bewilligt wurde (Henning 1996: 1159).

⁵² Das Kaiserliche Statistische Amt subsumiert im Bereich der Invaliden- und Hinterbliebenenversicherung Invalidenrenten, Krankenrenten, Altersrenten, Witwen- und Wirtwerrenten, Witwenkrankenrenten, Waisenrenten und Zusatzrenten (vgl. KSA 1915: 382).

inklusive Reichszuschuss betrug, konnten die Versicherungsanstalten ihre Kapitaldeckung bei etwa 16,1 Mio. Versicherten – hiervon in Summe 5 Mio. Frauen⁵³ – auf rund 1,93 Mrd. Mark ausbauen (KSA 1915: 382; Kiesewetter 2004: 96). Insgesamt konnten folglich die Leistungen sowie die Anzahl der Leistungsbezieher umfangreich erhöht werden, ohne dabei die Kapitaldeckung der Versicherungsanstalten zu gefährden. Die Rentenleistungen verblieben jedoch auf Grund der oben bereits genannten Gründe mit zwischen ca. 10 und 18 % des Existenzminimums auf einem äußerst niedrigen Niveau. Somit blieben zwar noch immer viele Alters- und Invaliditätsrentenbezieher auf Leistungen der Armenfürsorge angewiesen, doch besserte diese vorerst letzte Säule der kaiserlichen Sozialversicherung die Lebensverhältnisse und vor allem den sozialen Status der Empfänger spürbar (Fischer 1982: 87; Ritter 1998: 51; Haerendel 2001: 133).

Den eigentlichen Abschluss der Sozialgesetzgebung in der Ära des Deutschen Kaiserreiches stellte das Jahr 1911 dar, in welchem die Reichsversicherungsordnung und die Einführung einer Angestelltenversicherung beschlossen wurden. In der Reichsversicherungsordnung, die bis 1992 in weiten Zügen den Kern des bundesdeutschen Sozialrechtes darstellte, wurde grundsätzlich eine Kodifizierung aller bis dahin erlassenen und für das Sozialversicherungssystem relevanten gesetzlichen Vorgaben unternommen. Sie schuf einen vereinheitlichenden Rahmen der allgemeinen, alle Sozialversicherungen betreffenden Vorgaben mit dem Ziel, das Versicherungssystem transparenter zu machen und den Nutzen der Versicherten zu steigern, aber auch den Einfluss der Sozialdemokraten und Gewerkschaften etwa in Form der Hilfskassen einzudämmen und schließlich kleinere Kassen in größere einzugliedern (Henning 1996: 1157; Ritter 1998: 58; Schmidt 2005: 34; Reiter 2017c: 97; Butterwegge 2018: 46). Ferner ergänzte sie das bestehende Sozialversicherungssystem durch zwei wesentliche Erweiterungen: Einerseits durch die Ausweitung der Krankenversicherungspflicht auf weitere Arbeitnehmergruppen wie etwa Dienstboten und aus dem Bereich der Landwirtschaft oder dem Haus- und Wandergerbe. Andererseits ergänzte sie die Invaliditäts- und Altersversicherung anhand der

⁵³ Ein Aspekt, der in dem vorliegenden Kontext bisher nur punktuell gestreift worden ist, betrifft die Stellung der Frau innerhalb der Sozialversicherungsgesetzgebung. Auch wenn Arbeitnehmerinnen grundsätzlich von der Sozialversicherungspflicht und -leistung erfasst wurden, muss dem System als solchem doch insbesondere in seiner Anfangsphase, aber auch darüber hinaus, eine starke Privilegierung des erwerbstätigen Mannes als Versorger von Familie und Ehegemeinschaft sowie die damit bewusste weitgehende Ausblendung der Lebens- und Einkommenssituation der Frau attestiert werden (Fait 1997: 171; Ritter 1998: 47; Haerendel 2001: 123 f.; Notz 2009: 92). So konnten insbesondere verwitwete aber auch in der Ehe lebende Frauen zu Beginn nur bedingt bis überhaupt nicht die Leistungen der Unfall- Kranken- sowie Invaliditäts- und Altersversicherung in Anspruch nehmen, weshalb diese beim Tod des Ehemannes oftmals zu dem Hauptempfängerkreis der Armenfürsorge zählten. Erst allmählich wurden die Versicherungsleistungen auch auf Ehefrauen und Witwen erweitert und schließlich mit der im Zuge der Reichsversicherungsordnung von 1911 beschlossenen Hinterbliebenensicherung auf alle Teile des Sozialversicherungssystems ausgedehnt, wenn auch – wie die oben aufgeführte Zahlen verdeutlichen – auf einem im Vergleich zu Männern signifikant niedrigeren Niveau (Fischer 1982: 88 f.; Ritter 1998: 47–49; Notz 2009: 91–94; Schmidt 2012: 14 f.; Reiter 2017c: 97; vgl. auch grundsätzlich Fait 1997).

Hinterbliebenenversicherung, durch welche generell Waisenkinder aber auch Arbeiterwitwen – im Falle keiner bestehenden Versicherung und bei gleichzeitiger Invalidität – fortan Versicherungsansprüche auf Rentenleistungen des verstorbenen Ehemanns respektive Vaters in Anspruch nehmen konnten. Auch wenn die jährliche Rentenleistung marginal ausfiel,⁵⁴ wurde zumindest aus formaler Sicht eine der letzten Absicherungslücken geschlossen (Fischer 1982: 88; Ritter 1998: 58 f.; Schmidt 2005: 34; 2012: 14 f.; Reiter 2017c: 97). Die ebenfalls im Jahr 1911 beschlossene Angestelltenversicherung war im Grundsatz von wesentlich größerer Tragweite als die Hinterbliebenenversicherung, weitete sie doch den Versichertenkreis erneut erheblich aus. Sie war als eine von der bestehenden Arbeiterversicherung losgelöste Renten- und Hinterbliebenenversicherung konzipiert und im Gegensatz zu den Rentenversicherungen der Arbeiter nicht regional, sondern zentral in der Reichsversicherungsanstalt in Berlin organisiert. Sie erfasste dabei sämtliche Angestellten mit einem Jahreseinkommen in Höhe von bis zu 5.000 Mark, garantierte höhere Leistungen und sicherte auch Witwen vorbehaltlos ab (Henning 1996: 1156 f.; Ritter 1998: 58; Schmidt 2012: 14 f.; Reiter 2017c: 97; Butterwegge 2018: 46). Diese gesonderte, ja bevorzugte Versicherung der Angestellten entsprang zweier grundlegender Motive: Zum einen gab es Befürchtungen, dass eine gemeinsame Versicherung für Arbeiter und Angestellte etwa in Form einer selbstverwalteten genossenschaftlichen Organisation, in welcher beide Parteien kooperieren würden, zu einem wirkmächtigen politischen Gegenspieler mutieren könnte (Henning 1996: 1157). Zum anderen sollte sie „das Sonderbewußtsein der Angestellten gegenüber den Arbeitern fördern und eine Barriere gegen das Vordringen der Sozialdemokratie und der sozialistischen Gewerkschaften in den sogenannten ‚neuen‘ Mittelstand bilden“ (Ritter 1995: 151). Insbesondere der Sonderstatus der Angestelltenversicherung erzielte aber eine starke Signalwirkung bei den Arbeitern, wurde sie doch zu einer Blaupause für all jene Verbesserungen, welche die Arbeiter für ihre Versicherungen forderten und langfristig auch erhalten sollten (Ritter 1998: 58).

Welche Bilanz lässt sich zu der Sozialversicherungsgesetzgebung, die „wir heute als großen Lösungsversuch der klassischen Sozialen Frage des 19. Jahrhunderts, der Arbeiterfrage, anzusehen geneigt sind [...]“ (Fischer 1982: 89 f.) ziehen? Ungeachtet der Zielsetzungen und Motive lässt sich zunächst grundsätzlich festhalten, dass das Deutsche Kaiserreich mit seiner Initiative zur Schaffung eines Sozialversicherungssystems eine Pionierrolle auf dem Weg zum Wohlfahrtsstaat einnahm. Ein Pionier war das Kaiserreich aber nicht etwa deshalb, weil man

⁵⁴ Die Rentenleistung wurde pauschal auf 87 Mark festgesetzt, was noch unter der Hälfte der Höhe der durchschnittlichen Invaliditätsrente lag und nur rund 9 % des durchschnittlichen Jahresentgelts eines männlichen Versicherten betrug (Fischer 1982: 88 f.).

überhaupt gedachte, die Risiken des Unfalls, der Krankheit, des Alters oder der Invalidität abzusichern. Das genuin Neue war vielmehr der – von Tennstedt auch als qualitativer Sprung betitelte – Modus, wie diese Absicherung erzielt werden sollte:

Der ‚Systemsprung‘, der mit der ersten Unfallversicherungsvorlage von 1881 begann und mit der Altersversicherung endete, der bekannte ‚Sprung ins Dunkle‘ lag darin, daß der Staat nicht nur den äußeren Rahmen für die Risikoabsicherung bestimmte, sondern selbst in die entsprechenden Rechtsverhältnisse verstrickt wurde, unmittelbar oder mittelbar zur Befriedigung von Individualinteressen verpflichtet werden konnte. (Tennstedt 1997: 92)

Auch wenn anfangs nicht alle Berufsgruppen und Schichten der Bevölkerung von der Pflicht und den Leistungen des Sozialversicherungssystems erfasst wurden, so zielte dieses doch im Kern auf eine gesamtgesellschaftliche Lösung ab, die – in erster Linie an dem Statut der abhängigen Erwerbsarbeit gekoppelt – auf einer Lastenteilung und somit einer staatlich regulierten und garantierten Vergemeinschaftung individueller Risiken gründete (vgl. grundsätzlich Tennstedt 1997; Ritter 1998: 49 f.; Haerendel 2001: 127; Schmidt 2005: 24; Wendt 2017: 386; Reiter 2017c: 97). Dass die Initiative zur Schaffung eines sozialen Sicherungsnetzes zunächst der Absicht, die primär von der Sozialdemokratie adressierte Arbeiterschicht in das Ordnunggefüge zu integrieren, entsprungen sein mag, steht hierbei keineswegs im Widerspruch zu dem langfristig inklusiven Moment, welches dem System inhärent war. Grundsätzlich galt es – auf Grund staatlicher Legitimationsbestrebungen einerseits und des religiös-moralischen Imperativs die Not zu lindern – die in der kaiserlichen Gesellschaft vorherrschenden und in der Sozialen Frage offen zu Tage tretenden Gegensätze und Konflikte der Klassen durch Ausgleich – und um nichts anderes handelt es sich bei einer paritätischen Versicherung – abzumildern. Und da sich sowohl der potentielle Adressatenkreis von Arbeitsschutzmaßnahmen und Unterstützungsleistungen mit der zunehmenden Implementierung industrieller Produktionsmethoden erweiterte, als auch von den anfänglichen sozialpolitischen Maßnahmen Übertragungseffekte auf andere gesellschaftliche Bereiche und Personenkreise ausgingen, machte die Sozialpolitik dementsprechend nicht etwa bei den Industriearbeitern und Handwerksgesellen halt, sondern erfasste sukzessive weitere Berufsgruppen, Beschäftigungsverhältnisse, nicht arbeitende Personenkreise (z. B. Familienangehörige) und damit auch immer größere Teile der Gesellschaft (Haerendel 2001: 127; Schmidt 2005: 27; Schmidt/Ostheim 2007a: 128; Notz 2009: 86; Promberger/Zapfel 2011: 90 f.; Butterwegge 2018: 42).

In Summe zeichnete sich der im Kaiserreich entstehende Sozialstaat insbesondere dadurch aus, dass zur Abdeckung der als dominant erachteten Risiken (d. h. Unfall, Krankheit, Invalidität und Alter) auf ein verpflichtendes System einer an den Faktor Erwerbsarbeit gekoppelten Arbeitnehmersversicherung gesetzt wurde, welches (i) den Versicherten einen

einklagbaren und von staatlicher Seite regulierten sowie gesetzlich garantierten Rechtsanspruch einräumte; (ii) eine Vergemeinschaftung individueller Risiken vollzog; (iii) durch Beiträge der Arbeitgeber und Arbeitnehmer sowie teilweise von Seiten des Staates finanziert wurde; (iv) die nachträgliche Abmilderung entstandener Schäden einer präventiven Vorsorge im Sinne von Arbeitsschutzmaßnahmen zur Entlastung der Industrie bevorzugte; (v) eine grundsätzliche Vielfalt und Selbstverwaltung der unter staatlicher Aufsicht stehenden Versicherungsträger zuließ; (vi) die mittelfristige Inklusion weiterer potentieller Personenkreise in die Versicherungsgemeinschaft gestattete; dabei aber schließlich (vii) ein nur rudimentäres Leistungsniveau vorsah und deshalb als komplementär zu anderen Absicherungsformen betrachtet werden muss (Ritter 1998: 51; Schmidt 2005: 23–26; Reiter 2017c: 96 f.).

Unter diesen Rahmenbedingungen trug die kaiserliche Sozialgesetzgebung – flankiert durch ein sukzessives Ansteigen der Reallöhne – entscheidend dazu bei, zentrale Sicherungslücken, mit Ausnahme der Erwerbslosigkeit, zu schließen, die materielle Not der Arbeiterschaft abzumildern und so zumindest partiell eine Antwort auf die Soziale Frage zu geben, da sie einen mittelfristig gesamtgesellschaftlich tragfähigen Lösungsvorschlag formulieren konnte (Ritter 1998: 51 f.; Schmidt/Ostheim 2007a: 128). Weitestgehend konsensfähig – obgleich noch mit dem Widerstand der Sozialdemokratie – war das Konzept auf Grund der folgenden Punkte:

Erstens wurde die Konkurrenz zwischen den einheimischen Unternehmen entschärft, zweitens die Solidarität zwischen den Lohnarbeitern fest institutionalisiert und drittens ein Klassenkompromiss zwischen Kapital und Proletariat durch eine ihnen beiden politisch übergeordnete Macht, den Staatsapparat, rechtlich garantiert. (Butterwegge 2018: 42)

Zwar wurde das Ziel der Monarchie, die Sozialdemokratie mittels der Integration der Arbeiterschaft einzudämmen, auf kurze Sicht nicht erreicht. Langfristig jedoch erhielt das Sozialversicherungssystem durch den Ausbau der Leistungen, die Begünstigung weiterer Personenkreise und den Abbau von Klassengegensätzen nicht nur die überwiegende Zustimmung von Arbeitern, Angestellten und Wirtschaft. Auch die Sozialdemokratie selbst integrierte sich zunehmend in dieses, als Teil eines generellen Modernisierungskurses zu wertende System, vollzog einen reformerischen Kurs und damit eine Umkehr vom Widerstand zur Mitarbeit, begann sich doch die Situation der Arbeiter seit Reichgründung nachhaltig zu verbessern (Fischer 1982: 89 f.; Ritter 1998: 51 f.; Kiesewetter 2004: 96 f.; Schmidt 2005: 44; Schmidt/Ostheim 2007a: 128 f.; Notz 2009: 87–91; Wendt 2017: 387).

4.4 Die industrielle Entwicklung als Motor des Wohlfahrtsstaates

Der letzte Aspekt, dem in diesem Kontext nachgegangen werden soll, dreht sich um die Frage, inwieweit sich die im Deutschen Kaiserreich des 19. Jahrhunderts vollziehende industrielle Entwicklung als Motor von Sozialstaatlichkeit verstanden und damit als eine zentrale Determinante sozialpolitischer Entscheidungen sowie als ursächliches Moment für das Aufkommen des deutschen Wohlfahrtsstaates betrachtet werden kann. Diese Frage ist selbstverständlich nicht neu und beschäftigte in Teilen bereits Ökonomen des 19. Jahrhunderts, wie etwa den Wirtschafts- und Finanzwissenschaftler Adolph Wagner, der folgende zentrale Beobachtung über den sich im Deutschen Kaiserreich der 1880er und 1890er Jahre vollziehenden Wandel machte:

[...] der Staat [...] hört immer mehr auf, einseitig Rechtsstaat, im Sinne der möglichst alleinigen Verwirklichung des Rechts- und des Machtzwecks, zu sein und wird immer mehr Cultur- und Wohlfahrtsstaat, in dem Sinne, dass gerade seine Leistungen auf dem Gebiete des Cultur- und Wohlfahrtszwecks sich beständig mehr ausdehnen und einen reicheren und mannigfaltigeren Inhalt gewinnen. (Wagner 1893: 888)

Dieser unter Bismarck initiierte Auf- und Ausbau des Wohlfahrtsstaates resultierte für Wagner aus dem Aufkommen neuer Bedürfnisse der Bevölkerung, welche sich auf Grund des stetig wachsenden, aber ungleichverteilten Volkseinkommens im Zuge des sozialen und technologisch-ökonomischen Wandels ergeben hatten. Die im Wagner'schen Gesetz beschriebene Ausdehnung der Staatsquote und der Staatstätigkeit im Allgemeinen sowie auf dem Gebiet der Sozialpolitik im Speziellen, wurde somit als direkte Reaktion auf die sich in der Bevölkerung verändernden Bedürfnisse und die damit einhergehende angepasste Erwartungshaltung, unter der Voraussetzung eines wachsenden Volkseinkommens begriffen (ibid.: 724–749 u. 900–906).

Die seit Wagner – und teils zuvor von Marx – unterstellte Rückkopplung zwischen sich verändernden sozioökonomischen Rahmenbedingungen und staatlichem Handeln, stellt den zentralen Ausgangspunkt der Sozioökonomischen Schule dar, die auf Grund des gleichzeitigen Wirkens einiger ihrer prominentesten Vertreter mit der Hochindustrialisierung sowie der Entstehungszeit des deutschen Wohlfahrtsstaates gemeinhin als der älteste Erklärungsansatz der historisch und international vergleichenden Wohlfahrtsstaatsforschung betrachtet wird (vgl. Schmidt/Ostheim 2007b: 29; Obinger/Obinger-Gindulis 2013: 288). Zentrale Annahme dieses funktionalistischen Theoriestrangs ist, dass Staatstätigkeit eine Antwort auf sich aus der sozioökonomischen Entwicklung ergebende Probleme darstellt, womit politischen und institutionellen Gegebenheiten keine unmittelbare Relevanz für die Handlungsmotivation hinsichtlich einer vom Staat formulierten Politik beigemessen wird. Demgemäß werden Problemlagen als neue oder sich verstärkende Funktionsprobleme bzw. die Unfähigkeit eines politischen Gemeinwesens, adäquat auf einen modifizierten, zu neuen Bedarfslagen der Bevölkerung führenden

sozioökonomischen Kontext zu reagieren, und damit als zentraler Handlungsimpuls betrachtet (Schmidt/Ostheim 2007b: 29 f.; Zohlnhöfer 2008: 157 f.; Blum/Schubert 2009: 40; Obinger 2014: 233; Knill/Tosun 2015: 47; Reiter 2017a: 13). Der sozioökonomische Wandel kann hierbei als Modernisierungsprozess begriffen werden, der neben den damit einhergehenden neuen Problemen und Bedürfnissen, die von der Politik zu lösen sind, auf Grund der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ebenso zu neuen Handlungsoptionen oder aber zu eingeschränkten Reaktionsmöglichkeiten des Staates führen können (bspw. ökonomischer Aufschwung und ausgeglichener Staatshaushalt versus Stagnation/Rezession und hohe Staatsverschuldung). Die sozioökonomische Schule liefert somit einen bedarfs- und ressourcenorientierten Ansatz, der staatliches Handeln wie folgt erklärt: Staatstätigkeit stellt eine Reaktion auf exogene, d. h. außerhalb des politischen Systems zu verortender Impulse in Form von durch sozioökonomische Modernisierungsprozesse hervorgerufenen Funktionsproblemen dar, mit dem Ziel, die im neuen Status quo obsolet gewordenen Lösungsansätze überlasteter Institutionen durch modifizierte Handlungsoptionen bei gegebener Ressourcenausstattung zu ersetzen (Schmidt/Ostheim 2007b: 29 f.; Zohlnhöfer 2008: 157 f.; Obinger/Obinger-Gindulis 2013: 288 f.).

Während in der Sozioökonomischen Schule der sozioökonomische Problemdruck die maßgebliche Determinante von (sozial-)staatlichem Handeln darstellt und eine wesentliche Stärke dieser Theorie darin liegt, „dass sie systematisch strukturelle wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklungen betrachtet, welche politische Entscheidungsträger dazu motivieren, bestehende Policies zu verändern bzw. neue Policies anzustoßen“ (Knill/Tosun 2015: 48), gestaltet es sich bisweilen jedoch als schwierig, den Nachweis von unterstellten Kausalitätsbeziehungen zwischen Staatstätigkeit und sozioökonomischen Wandlungsprozessen zu erbringen (Reiter 2017a: 13). Darüber hinaus mangelt es „diesem strukturalistischem Ansatz“ einerseits „jedweder Akteurskomponente“ (Obinger/Obinger-Gindulis 2013: 290) – womit deren politische Wertvorstellungen, Präferenzen und Machtressourcen oder handlungsanleitende Ideologien ausgeblendet werden –, andererseits finden qualitative Merkmale wie etwa die Wirtschaftsordnung, der Wirtschaftsstil und das politische System eines Landes einschließlich der in ihm vorherrschenden Institutionen⁵⁵ sowie deren spezifische Rahmenbedingungen

⁵⁵ Obgleich den in einem politischen System wirkenden Institutionen im Rahmen der sozioökonomischen Schule scheinbar zunächst keine tragende Rolle zugesprochen wird, griffe die Einschätzung, dass Institutionen und deren spezifische Handlungskorridore systematisch ausgeblendet würden, zu kurz, geht doch die Theorie gerade davon aus, dass die Staatstätigkeit eine Antwort auf die sich im Zuge von technologischen, ökonomischen, gesellschaftlichen und politischen Modernisierungsprozessen ergebenden Herausforderungen darstellt, in deren Folge ältere Institutionen hinsichtlich der von ihnen auszufüllenden Funktionen versagen und der Staat als Antwort auf den sozioökonomischen und politischen Problemdruck mit adäquaten Maßnahmen diese Funktionsvakui zu füllen

weitestgehend keine Berücksichtigung, weshalb komplexen institutionellen Entscheidungsprozessen keinerlei Aufmerksamkeit geschenkt wird (Schmidt/Ostheim 2007b: 35 f.; Zohlhöfer 2008: 158 f.; Obinger/Obinger-Gindulis 2013: 289 f.). Gerade aber im Kontext der umwälzenden Modernisierungsprozesse des 19. Jahrhunderts in Form der Transformation von der Agrar- zur Industriegesellschaft, vermag die sozioökonomische Schule wertvolle Erklärungen hinsichtlich staatlichen Handelns zu der eingangs aufgeworfenen Frage zu liefern (Schmidt/Ostheim 2007b: 29 f.; Obinger/Obinger-Gindulis 2013: 288; Knill/Tosun 2015: 47 f.). So konstatieren in dieser Hinsicht etwa Obinger und Obinger-Gindulis:

Am eindrucksvollsten kann diese Theorie anhand der eingangs erwähnten Umwälzungen im 19. Jahrhundert illustriert werden. Demnach haben die Industrielle Revolution, Urbanisierung und Bevölkerungswachstum einerseits soziale Probleme und Risiken erzeugt, die von den tradierten Sozialschutzeinrichtungen wie Familie, wechselseitigen Hilfsgesellschaften und der lokalen sowie kirchlichen Fürsorge nicht mehr bewältigt werden konnten und daher an den (National-)Staat zur politischen Bearbeitung überantwortet wurden. Andererseits schufen die industrialisierungsbedingten Produktivitätsfortschritte erst jene fiskalischen Ressourcen, die für die Linderung der dringendsten sozialen Bedarfe notwendig waren. (2013: 288)

Ähnlich argumentieren Schmidt und Ostheim, betonen aber zusätzlich: „Sozioökonomische Entwicklungsmechanismen setzten die Politik folglich in die Zwangslage, solche Funktionsvakuu zu füllen, die durch gesellschaftliche Entwicklungen erzeugt wurden und deren Beseitigung im Interesse der Systemstabilisierung dringlich erscheint“ (2007b: 30). Beide Ausführungen betonen ganz zu Recht die Relevanz der fundamentalen sozioökonomischen Transformationsprozesse mit Blick auf die Entstehung des deutschen Wohlfahrtsstaates. Und obgleich indes vage bleibt, welche explizite Rolle der Industrialisierung in dieser Hinsicht beigemessen werden muss,⁵⁶ hatte die industrielle Transformationen doch einen – wie gezeigt – tiefgreifenden Einfluss auf die Wirtschaft und Gesellschaft sowie schließlich auch auf die politische Realität des Deutschen Kaiserreiches, indem sich nicht nur bestehende Funktionsprobleme intensivierten, sondern sich auch neue Problemfelder offenbarten. Es wurde in Kapitel 3.5 bereits dargelegt, dass sich die sozialen Missstände in Gestalt des Pauperismus anfangs über das Mittel der Emigration und ab Mitte des 19. Jahrhunderts vermehrt über jenes der Urbanisierung und des massiven Zuzugs in die industriellen Produktionszentren auf den städtisch-urbanen Kontext des sich nun bildenden Proletariats als neuer sozialer Klasse verlagerten (vgl. Köllmann 1959: 47

versucht (Schmidt/Ostheim 2007b: 30; Zohlhöfer 2008: 157; Reiter 2017a: 13). Obschon also sozioökonomische Determinanten die erklärende Variable der Staatstätigkeit darstellen, müssen die Institutionen sowie deren Funktionen und Handlungskorridore in Anbetracht ihres Funktionsversagens im Zuge von Modernisierungsprozessen folglich sehr wohl bei der Bestimmung der Staatstätigkeit als Reaktion auf exogene Schocks Beachtung finden.

⁵⁶ Es wurde in Kapitel 3.5 gezeigt, dass sich die Gemeinwesen der deutschen Länder und des späteren Kaiserreiches mit mehreren tiefgreifenden, teils sich überlappenden, teils simultan verlaufenden Wandlungsprozessen und Strukturbrüchen (bspw. Gewerbefreiheit, Bauernbefreiung, Niedergang der Zünfte, Bevölkerungsdruck, Urbanisierung, Nationalstaatsbildungen und Industrialisierung) während des 19. Jahrhunderts konfrontiert sahen.

u. 50 f.). In den nun folgenden soziopolitischen Diskursen verhandelte man fortan die sozialen Missstände unter dem Etikett der Sozialen Frage respektive der Arbeiterfrage (Saalfeld 1984: 236; Ritter 1998: 2; Kiesewetter 2004: 75 f.; Wendt 2017: 110). Doch resultierte die Soziale Frage nicht nur aus den vom Pauperismus tradierten sozialen Missständen; vielmehr entsprangen zentrale Probleme teils direkt aus der Industrialisierung selbst – d. h. der Anwendung industrieller Produktionsmethoden⁵⁷ – und verschärften sich mit dem Grad, in dem diese Methoden Einzug in die Ökonomie hielten, da sich dadurch auch die Gruppe der hiervon Betroffenen sukzessive vergrößerte (Schmidt 2005: 26 f.; Schmidt/Ostheim 2007a: 126; Notz 2009: 86; Paulus 2018: 54). Das während der Hochindustrialisierung bis in die 1880er Jahre herrschende Problem – dieses kann grundsätzlich als die Bedrohung der Lebensführungschancen der städtischen, aber auch ländlichen Unterschichten zusammengefasst werden – überforderte die noch teilweise intakten Institutionen (z. B. Familienverband und städtische Armenfürsorge) und erzeugte neue Bedarfslagen der hiervon beeinträchtigten Bevölkerungsschichten, was nach einer übergeordneten politischen Lösung verlangte (Abelshausen 1995: 112 f.; Schmidt/Ostheim 2007b: 30). Konkret bestanden diese Bedarfslagen unter anderem in adäquaten Arbeitsschutzmaßnahmen und ausreichend sozialen Sicherungsinstrumenten, wie sich am Beispiel der von diversen Arbeiterbewegungen formulierten Forderungen wie etwa der ADAV zeigt (vgl. Olbrich 2001: 70–72; Boch 2017: 56 f.). Kurzum, dem sozioökonomischen Problemdruck folgte ein politischer, der sich zunächst in der Gründung der Arbeiterbewegungen manifestierte und später dann in Gestalt der aus ersteren emporspringenden politischen Parteien kanalisierte. Der Staat reagierte aber auf den politischen Problemdruck zunächst nicht mit einer direkten Übersetzung der neuen Bedarfslage in seine Politiken, sondern griff auf das Mittel der Repression, zuerst im Gewand des 1854 bundesweit beschlossenen – wenn auch kurzweiligen – Verbotes der Arbeiterbewegungen (Notz 2009: 79 f.), später dann mittels des umso tiefgreifenderen 1878 vom Reichstag erlassenen Sozialistengesetzes (vgl. Reichsgesetzblatt 1878). Ohne Frage waren der soziale Frieden innerhalb der Gesellschaft und damit die Stabilität des noch jungen Kaiserreichs auf Grund der mit der Industrialisierung einhergehenden neuartigen und zugleich sich zunehmend verschärfenden Problemlage bedroht (Ritter 1998: 3; Notz 2009: 86 f.; Berger/Przyrembel 2016: 93). Dass diese Problemlage, die ihre politische Artikulation in der

⁵⁷ Hervorzuheben sind hierbei (i) Ungleichheit der Einkommensentwicklung und -verteilung, (ii) desaströse Wohnungs- und Hygienesituation (iii), harsche Arbeitsbedingungen mit Wochenarbeitszeiten von über 90 Stunden und erhöhtem Unfallrisiko und (iv) Existenzunsicherheit der Arbeiterschicht durch konjunkturelle Arbeitslosigkeit, Krankheit, Invalidität und Alter (vgl. Berger/Przyrembel 2016: 92 f.; Wendt 2017: 110; Reiter 2017c: 91 f.).

Sozialdemokratie fand, einen sich stetig intensivierenden politischen Druck erzeugte, der den Staat in Zugzwang setzte, zeigt sich auch an der Einschätzung Bismarcks:

[...] denn die Sozialdemokratie ist so, wie sie ist, doch immer ein erhebliches Zeichen, ein Me-
netekel für die besitzenden Klassen dafür, daß nicht alles so ist, wie es sein sollte, daß die Hand
zum Bessern angelegt werden kann, und insofern ist ja die Opposition, wie der Herr Vorredner
sagte, ganz außerordentlich nützlich. Wenn es keine Sozialdemokratie gäbe, und wenn nicht
eine Menge Leute sich vor ihr fürchteten, würden die mäßigen Fortschritte, die wir überhaupt
in der Sozialreform bisher gemacht haben, auch noch nicht existiren [...] und insofern ist die
Furcht vor der Sozialdemokratie in Bezug auf denjenigen, der sonst kein Herz für seine armen
Mitbürger hat, ein ganz nützlich Element. (Reichstag 1884a: 25)

Nicht eher, als für den Staat offensichtlich wurde, dass die alt bewährten Institutionen der so-
zialen Fürsorge aber auch der Repression nicht mehr griffen und sich der politische Problem-
druck weiter erhöhte, sich folglich abzuzeichnen begann, dass die Systemstabilität nicht allein
auf dem Wege überkommener Bewältigungsstrategien zu erzielen sei, vollzog die Politik mit
der Sozialgesetzgebung der 1880er und 1890er Jahre einen integrativen Wandel, der neue Me-
chanismen – in Abhängigkeit der institutionellen Handlungskorridore – zur Problemlösung vor-
sah und schließlich zu der Genese des Wohlfahrtsstaates führte. Erst mit dieser Strategie wurde
mittel- bis langfristig eine sozialverträgliche Lösung der Industrialisierung als zentraler Trans-
formationserscheinung des 19. Jahrhunderts möglich (Koch 1995: 80; Abelshausen 1995: 113;
Ritter 1998: 4; Schmidt/Ostheim 2007b: 30; Schmidt 2012: 12 f.; Althammer/Lampert 2014:
123; Reiter 2017c: 93 f.). Folgerichtig lässt sich die Industrialisierung und der durch sie entste-
hende zunächst sozioökonomische und später auch politische Problemdruck in der Tat als Mo-
tor der wohlfahrtsstaatlichen Entwicklung des Kaiserreiches betrachten.

5 Grundzüge der Sozialpolitik und des bundesdeutschen Sozialstaates

5.1 Einführung und Kontextualisierung

Wie dargelegt, fand der deutsche Sozialstaat seinen Ursprung nicht erst im deutschen Grund-
gesetz vom 23. Mai 1949, sondern entstand als direkte Reaktion auf die Soziale Frage im Zuge
der ökonomischen, gesellschaftlichen und politischen Transformations- und Krisenerscheinun-
gen während des 19. Jahrhunderts (Schmidt 2010: 737; Althammer/Lampert 2014: 123), bei
welcher die kaiserliche Sozialgesetzgebung der 1880er Jahre den eigentlichen Beginn von So-
zialstaatlichkeit und einer damit genuin staatlichen Sozialpolitik markiert. Die Sozialpolitik
nahm in der Folgezeit bis zur Gründung der Bundesrepublik zwar einen teils unsteten Verlauf
an (Bäcker et al. 2010a: 61), führte jedoch einerseits während der Weimarer Republik zur For-
mulierung der sozialen Sicherung als eine konkrete, programmatische Zielbestimmung in der

Verfassung⁵⁸ und hielt andererseits auch während der Schreckenszeit des Dritten Reichs in Gestalt eines völkisch-rassistischen Wohlfahrtsstaates nationalsozialistischer Prägung noch immer am traditionellen Aufbau des Sozialversicherungssystems⁵⁹ fest (Ritter 1998: 84). Ferner wurde der Anteil der vom Sozialversicherungssystem erfassten Personen bis 1930 von ursprünglich etwa 40 % (Stand 1915) auf mehr als 60 % der Gesamtbevölkerung ausgeweitet (Alber 1987: 152). Obgleich ab 1926 auch die Arbeitslosigkeit von der Sozialpolitik bedacht wurde, beschränkte sich das Leistungsangebot faktisch aber noch immer auf nur wenige Risiken und bot einen vergleichsweise geringen Versorgungsgrad, der auf Grund der ökonomischen Rahmenbedingungen und der staatlichen Austeritätspolitik im Kontext der Kriegsreparationen sowie der Weltwirtschaftskrise und der späteren Kriegswirtschaft ohnehin nur partiell eingehalten werden konnte (Schmidt/Ostheim 2007d: 139 f.; Bäcker et al. 2010a: 61).

Erst mit Gründung der Bundesrepublik erfolgte sodann eine stetige Expansion der Sozialstaatlichkeit sowie der Ausbau des Sozialversicherungssystems. Dies wird insbesondere anhand eines intertemporalen Vergleichs der Sozialleistungsquote ersichtlich: betrug diese 1913 noch 3,1 % und 1938 rund 6 % (Teppe 1977: 195), waren es 1967 in der Bundesrepublik bereits 19,4 % (Bundesregierung 1970: 48). Gleichwohl ist zu betonen, dass sich aus den Sozialleistungsquoten weder unmittelbare Rückschlüsse auf die tatsächliche Qualität (z. B. Leistungsart und Leistungsniveau) der Expansion des Sozialsystems ziehen lassen, noch darauf, dass die in den ersten Nachkriegsjahren erfolgte Expansion eine zwangsläufige Konsequenz dargestellt hätte (vgl. Kapitel 5.3.5). Freilich bestimmten insbesondere der Wiederaufbau der Trizone bzw. der späteren Bundesrepublik die Bewältigung von Kriegs- und Nachkriegsfolgen, die Wohnungsnot, die Eingliederung von rund 10 Mio. Flüchtlingen aus den ehemaligen Ostgebieten oder aber die Versorgung von Kriegsopfern die erste Etappe der Sozialgesetzgebung und machten die sozialpolitische Intervention des Staates mehr denn je erforderlich (Schmidt 2012: 38; Wolfrum/Arendes 2007: 104–106). Gleichzeitig schien jedoch mit einer Sozialleistungsquote in Höhe von rund 17 % im Jahre 1950, gepaart mit dem seit 1945 drastisch abgesunkenen und sich erst langsam wieder auf niedrigem Niveau einpendelnden Volkseinkommen, der Ausbau des Sozialsystems eben nicht wirklich wahrscheinlich oder realisierbar (Bundesregierung 1971: 72; Abelshäuser 2004: 192). Ferner hing eine quantitative und qualitative Ausweitung der sozialen Zuständigkeiten des Staates auch wesentlich mit der Wirtschafts- und Sozialordnung der noch jungen Bundesrepublik zusammen, welche mit der prinzipiell offenen Formulierung in

⁵⁸ Vgl. etwa Art. 162 der Weimarer Reichsverfassung (Reichsgesetzblatt 1919: 1414).

⁵⁹ Zur Sozialpolitik und Ausgestaltung des Wohlfahrtsstaates während des Nationalsozialismus (vgl. Teppe 1977; Ritter 1998: 80–87; Schmidt/Ostheim 2007c).

den Artikeln 20 und 28 des Grundgesetzes (vgl. Kapitel 5.3.1) nicht von vornherein als festgelegt galt und von wirtschaftsliberal-kapitalistischen bis hin zu sozialistischen Vorstellungen reichte (Abelshausen 2004: 186–192; Schmidt 2012: 39). In diesem Kontext setzte sich schließlich die von Konrad Adenauer und Ludwig Erhard propagierte Ausrichtung der Wirtschafts- und Sozialordnung als *soziale Marktwirtschaft* durch, die nicht zuletzt – vor allem im Hinblick auf später anstehenden Reformen – auf einem sozialpolitischen Grundkonsens zwischen CDU, SPD und FDP fußen konnte (Bäcker et al. 2010a: 63; Reiter 2017c: 109). Ungeachtet des dominierenden wirtschaftsliberalen Duktus erfolgte während der 1950er Jahre eine sukzessive Expansion des staatlichen Sozialinterventionismus, der im Zeichen der günstigen Wirtschaftsentwicklung auf der Erkenntnis basierte, dass der Markt mitnichten zu einer optimalen Allokation von Vermögen und Einkommen führte und somit der Grad an Ungleichverteilung anstieg. Aber eben jene Möglichkeit aller Bürger, Vermögen zu bilden und am Wohlstand zu partizipieren, stellte im Konzept der sozialen Marktwirtschaft einen der zentralen Ansprüche dar (Roth 1989: 25 f.; Abelshausen 2004: 193). In dieser Konstellation zielte die Sozialpolitik nun nicht mehr nur auf die Bekämpfung existentieller Notlagen, sondern auch auf die Teilhabe am Wohlstand sowie die Aufrechterhaltung dieser Teilhabe nach dem konjunktur-, krankheits-, invaliditäts- oder altersbedingten Ausscheiden aus dem Erwerbsleben (Schmidt 2012: 39).

Seit seinen Anfängen hat der deutsche Sozialstaat einen facettenreichen Entwicklungsprozess durchlaufen, der sowohl von Perioden des Aus- als auch begrenzten Rückbaus geprägt war (vgl. Ritter 1998: 89–115; Schmidt 2010: 129–132; Bäcker et al. 2010a: 71; Schmidt 2012: 38–43; Boeckh et al. 2017: 103–120). Gegenwärtig aber ist der Sozialstaat gemessen an der Sozialleistungsquote von 33,4 % und einem Zuschussanteil aus Steuermitteln von rund 34,3 % (Stand 2020) auf ein historisch betrachtet nie dagewesenes Niveau herangewachsen (BMAS 2022: 7 f.), überdies noch in einer Konstellation, in welcher die finanzielle Trag- und Zukunftsfähigkeit des Sozialversicherungssystems auf Grund zentraler Herausforderungen ohnehin als zunehmend gefährdet betrachtet werden muss.⁶⁰ Ausgehend von diesen bereits heute

⁶⁰ Dies betrifft einerseits etwa die Alterssicherung, welche wegen des demographischen Wandels und der aktuell im Vergleich zur Inflationsrate noch anhaltenden Niedrigzinsphase vor erheblichen Herausforderungen steht (Walz/Brühl 2015: 35–38; BMBF 2017: 5 f.; Werding 2018: 36–38; Deutsche Bundesbank 2022; StBA 2023). Andererseits sieht sich mittlerweile auch die – durch die bisher positive konjunkturelle Entwicklung mit einer Rücklage von 26 Mrd. EUR solide aufgestellte – Arbeitslosenversicherung einem stetig wachsenden Druck ausgesetzt: Zum einen auf Grund der eingetübten Konjunkturaussichten sowie durch die erheblichen Mehrbelastungen in Form von Kurzarbeitergeld und der Erstattung von Sozialversicherungsbeiträgen in Höhe von rund 10 Mrd. EUR im Zuge der COVID-19-Pandemie (vgl. BA 2019; 2020; Wollmershäuser 2020: 5–9; Dorn et al. 2020: 35; BMAS 2020b: 2; Sachverständigenrat 2022: 15). Gleichzeitig aber steigen die Ausgaben nicht nur wegen der alternden Gesellschaft weiter an, auch wird sich die Sozialleistungsquote obendrein durch zusätzliche Ausgabenposten aufblähen: So wird etwa die im Jahr 2020 beschlossene Grundrente, welche anfänglich 1,3 Mio. Rentnern

ersichtlichen Hürden, gilt es im Sinne einer fundierten Einordnung der womöglich künftig aus der Digitalisierung und Industrie 4.0 resultierenden Folgen die wesentlichen Grundzüge und Determinanten des bundesdeutschen Sozialstaates darzustellen.

5.2 Grundlagen und Formen der Sozialpolitik

5.2.1 Zielsetzungen und normative Hintergründe

Seit Gründung des Wohlfahrtsstaates hat sich das Spektrum der Ziele, das mittels der Sozialpolitik zu erreichen gedacht wird, sukzessive erweitert und sich der Fokus verlagert. Den eigentlichen Impetus der Sozialgesetzgebung stellte anfangs die Bewältigung der in der noch jungen Monarchie dominierenden Sozialen Frage, d. h. der mit der sozioökonomischen und politischen Transformation einhergehenden Konfliktlinien dar (vgl. Kapitel 4). Die wohlfahrtsstaatliche Politik als Mittel im Kampf gegen die Sozialdemokratie und zur gleichzeitigen Integration der Arbeiterschaft erwies sich somit zweifellos als Instrument der Herrschaftssicherung, stellte aber nicht das primäre Motiv dar, galt doch die der Obrigkeit angetragene Fürsorge für materiell schlechter gestellte Mitglieder der Gesellschaft als eine religiös-kulturell begründete Pflicht, die es zu erfüllen galt (Fischer 1982: 89 f.; Schmidt/Ostheim 2007a: 126 f.; Notz 2009: 86; Promberger/Zapfel 2011: 88 f.; Butterwegge 2018: 40 f.). Offensichtlich spielen die Kenntnis des normativen Hintergrundes, vor dem sich Sozialpolitik abspielt und dem sie idealiter gerecht werden muss, sowie das Wissen um die in ihr von der Gesellschaft formulierten Zielsetzungen eine integrale Rolle für die Bewertung derselben, ist doch ihre konkrete Ausgestaltung „[...] immer auch Ausdruck von mehrheitlich vertretenen Leitbildern und Wertvorstellungen“ (Bäcker et al. 2010a: 53) der jeweiligen Gemeinschaft, in der sie praktiziert wird. Kaufman hat in diesem Kontext den Begriff der *Wohlfahrtskultur* geprägt, welcher impliziert, dass:

[...]‘Wohlfahrt’ und ‘Kultur’ in einem harmonischen [...] Sinnverhältnis zueinander stehen. Die Kombination beider Worte stärkt daher den normativen Gehalt: ‘Wohlfahrtskultur’ muß als etwas Gutes, nicht als etwas Ambivalentes gelten. Das Wort verweist auf das, was an der ‘Wohlfahrt’ unbezweifelbar werthaft erscheint, auf den Gesamtbereich der Wissensbestände, welche Wohlfahrt normativ bestimmen. (1991: 21)

Mit Blick auf die sich seit Neuformierung des Sozialstaates in der Bundesrepublik Deutschland herausgebildete Wohlfahrtskultur und auf die bisher praktizierte Sozialpolitik, die im Kern darauf abzielt, auf soziale Risiken und Probleme zu reagieren, herrschen gleich mehrere Zielsetzungen für wohlfahrtsstaatliches Handeln vor (Bäcker et al. 2010a: 43). Subsumieren lassen

finanzielle Unterstützung bieten wird, zusätzliche Kosten für den Fiskus in Höhe von – im günstigsten Fall – rund 1,6 Mrd. EUR pro Jahr generieren (Bundestag 2020a: 5–7; 2020b; 2020c).

sich die dominierenden Motive und Intentionen unter Final- oder auch Leitziele, die als übergeordnete, allgemeine und damit gesamtgesellschaftlich wünschenswerte, aber abstrakte Sollzustände zu werten sind. Die Sozialpolitik strebt dementsprechend nach: (i) dem Schutz vor materieller Verelendung und Not sowie im gleichen Zuge dem Ausbau von materieller Freiheit und der Absicherung individueller Erwerbschancen; (ii) einer Absicherung vor Einkommensausfall auf Grund verschiedener Wechselfälle des Lebens (bspw. Invalidität, Krankheit, Alter, Mutterschaft oder Pflegebedürftigkeit); (iii) der Bekämpfung und Linderung einer ausgeprägten sozialen Ungleichheit und damit der Verwirklichung sozialer Gerechtigkeit innerhalb der Gesellschaft; (iv) der Vergrößerung der gesamtgesellschaftlichen Wohlfahrt; und schließlich (v) der Herstellung und Sicherung eines friedlichen Zusammenlebens innerhalb der Gesellschaft (Schmidt 2010: 736; Althammer/Lampert 2014: 407). Die Erfüllung dieser Leitziele hängt unmittelbar mit dem Erreichen konkreterer Instrumental- oder Teilziele ab, die sich über verschiedene Bereiche der Sozialpolitik erstrecken und deren Bandbreite – abhängig von der vorherrschenden sozialpolitischen Agenda – variieren kann. Gängige Teilziele sind etwa der Schutz der Gesundheit im Rahmen des Arbeitsrechts, die Verbesserung der Erwerbsfähigkeit als zentrale Voraussetzung für eine selbstständige und damit eigenverantwortliche Existenzsicherung durch entsprechende Maßnahmen in der Arbeitsmarkt- und Bildungspolitik oder aber die Schaffung eines sozialen Ausgleichs durch interpersonelle Transfer- und Umverteilungsinstrumente, etwa in Form des Wohn- oder Kindergeldes (Schmidt 2010: 736; Bäcker et al. 2010a: 43–47; Althammer/Lampert 2014: 407; Reiter 2017b: 51–56).

Augenscheinlich stellt im Rahmen der verschiedenen Leitziele der Sozialpolitik insbesondere das Konzept der sozialen Gerechtigkeit und das Hinarbeiten auf diese eine maßgebliche aber zugleich auch wenig konkrete Norm dar, bedarf sie doch gerade auf Grund der offensichtlich fehlenden Allgemeingültigkeit und der mangelnden Trennschärfe des Bezugsgegenstandes einer tieferen und zeitlich fortlaufenden Interpretation im Rahmen des gesellschaftlichen Diskurses (Bäcker et al. 2010a: 53; Althammer/Lampert 2014: 12; Reiter 2017b: 51; Nullmeier 2019: 65 f.). Grundsätzlich bewegt sich die Ausgestaltung der entsprechenden Leitziele, bspw. wie soziale Gerechtigkeit kollektiv definiert und erreicht werden kann, in einem Korridor verschiedener, vorgeschalteter normativer Ziele in Form von *Freiheit*, *Sicherheit* und *Gleichheit*, die im Zuge einer konkurrierenden Gewichtung die Erscheinung von Sozialpolitik prägen. Diese Ziele schließen sich nicht aus, sind aber je nach unterstellter Priorität im Sinne eines Kompromisses von unterschiedlicher Relevanz, wodurch das Verständnis von *sozialer Gerechtigkeit* und damit das Wesen von Sozialstaatlichkeit ganz entscheidend modifiziert wird: Betont man *Freiheit*, dominieren Aspekte einer liberalen Weltanschauung; findet demgegenüber

Sicherheit den Vorzug, so überwiegen sozialkonservative Beweggründe; und wird schließlich *Gleichheit* hervorgehoben, ist der Begriff der sozialen Gerechtigkeit primär sozialdemokratischer bis sozialistischer Prägung (Bäcker et al. 2010a: 54–56). Der Kompromiss, der zwischen diesen drei Zielen vollzogen werden muss, erzeugt verschiedene Erscheinungsformen und Ausprägungen der sozialen Gerechtigkeit und der anderen Leitziele, weshalb auch die Intensität des Staatsinterventionismus variiert (Kaufmann 2005: 27; Reiter 2017b: 51 f.). Laut Dietz et al. wird die Sozialpolitik hierdurch unweigerlich vor ein Trilemma gestellt:

Schützt der Sozialstaat die Selbstbestimmungsrechte des Individuums, will er die Fähigkeit zum Selbsterhalt nicht untergraben, muss er es zulassen, dass soziale Sicherheit persönlich definiert wird. Er kann dann aber nicht auf Gleichheit bedacht sein. Will er also den Einzelnen gegenüber größtmögliche Freiheit zulassen, provoziert er eine ungleiche Gesellschaft. Will er aber größtmögliche Gleichheit anstreben, als egalitärer Fürsorgestaat handeln, muss er soziale Sicherheit vordefinieren, in Art und Umfang standardisiert und normiert anbieten. Er läuft sodann Gefahr, dass diese auch genutzt und irgendwann selbstverständlich wird. Und er läuft Gefahr, die Individuen zu entmündigen, zu Objekten einer Sozialstaatsbürokratie zu machen. (2015: 62)

Eine Möglichkeit dieses Patt zu lösen, kann darin bestehen, erstens nicht von absoluten Größen – wie im Falle der *absoluten Gleichheit* – auszugehen, sondern die Zugangsmöglichkeiten zum Potential zu egalisieren und so eine *Chancengleichheit* herzustellen; zweitens klar umgrenzte Sphären zu definieren, in denen eine absolute Größe zu gelten hat, d. h. im Falle der *Gleichheit* bspw. die Kategorien der *rechtlichen* und *politischen Gleichheit*, die zur Gleichstellung aller Mitglieder einer Gesellschaft führen sollen; und drittens, ein Ziel zwingend mit Mindestanforderungen und einer klar umgrenzten Option auf Ausweitung auszustatten, wie etwa im Falle der *sozialen Gleichheit* (Bäcker et al. 2010a: 54 f.; Dietz et al. 2015: 63–65; Nullmeier 2019: 67 f.). Allen voran die Gleichheit unterliegt als normatives Ziel einem Spannungsverhältnis, zieht man zwei für die Sozialpolitik richtungsweisende Kriterien in Betracht: Leistung und Bedarf. Gerade aber die Forderung nach *absoluter Gleichheit* ist für die Bemessung sozialer Gerechtigkeit nicht zweckdienlich: Einerseits wegen der mangelnden Umsetzbarkeit, andererseits auf Grund der Tatsache, dass die Herstellung einer solchen Gleichheit mit Blick auf die fehlende Vereinbarkeit mit anderen demokratischen und das Individuum betreffenden Zielen wenig sinnvoll oder wünschenswert erscheint, weshalb die Idee der *relativen Gleichheit* sehr viel verbreiteter bei den Theorien und Vorstellungen über soziale Gerechtigkeit ist. Relative Gleichheit impliziert bereits im Kern die Billigung von Ungleichheit als legitimer Zustand in einer Gesellschaft, sofern unterschiedliche Leistungen und Bedarfe für die Ungleichheit ursächlich sind. Allerdings unterliegen auch diese beiden Faktoren der Notwendigkeit, ihre qualitativen und quantitativen Dimensionen gesamtgesellschaftliche stets neu aushandeln zu müssen (Bäcker et al. 2010a: 55 f.; Nullmeier 2019: 67–69).

5.2.2 Gestaltungsprinzipien

Insbesondere für die bundesdeutsche Wohlfahrtskultur haben sich aus diesem politischen Aushandlungsprozess um Gerechtigkeit – und eng verbunden mit dem sich aus der Trias *Freiheit – Sicherheit – Gleichheit* ergebenden Handlungs- und Zielkorridor – drei Gestaltungsprinzipien als zentrale Determinanten der Sozialpolitik herausgebildet: Solidarität, Subsidiarität und Selbst- oder Eigenverantwortung (Althammer/Lampert 2014: 408; Reiter 2017b: 56; Butterwegge 2018: 32). Diese drei Determinanten begründen und regulieren „ein komplexes Geflecht gegenseitiger Pflichten und Rücksichtnahme, grenzen Kollektiv- von Individualverantwortlichkeiten ab und bilden die ethische Grundlage für Umverteilungsmaßnahmen bzw. für Tauschgerechtigkeit“ (Schmid 2010: 132).

Das Solidaritätsprinzip, das sich bereits lange vor der Gründung des Wohlfahrtsstaates im 19. Jahrhundert bei vielen beruflichen Zusammenschlüssen und Hilfseinrichtungen, d. h. über weite Teile der jüngeren Geschichte zeigt, stellt das eigentliche und damit die Sozialpolitik konstituierende Leitmotiv dar. Solidarität basiert auf der Existenz kollektiver Not-, Bedarfs- und Interessenlagen und dem hieraus entspringenden, räumlich begrenzten Bewusstsein der Mitglieder des Kollektivs füreinander verantwortlich zu sein, Sorge zu tragen und gemeinsam auf einen sozialen Ausgleich zwischen den materiell Besser- und Schlechtergestellten hinzuarbeiten. Sozialpolitik entspricht somit der kollektiven Institutionalisierung und Anwendung dieses Prinzips auf Staat, Gesellschaft und Wirtschaft und fordert in der Konsequenz den Aufbau eines gemeinschaftlichen Vermögens zur Absicherung und Versorgung seiner bedürftigen Mitglieder durch Umverteilung von Ressourcen im Rahmen eines kollektiven Sicherungssystems (Althammer/Lampert 2014: 40; Reiter 2017b: 56 f.; Butterwegge 2018: 32 f.).

Das Subsidiaritätsprinzip schließt unmittelbar an das Solidaritätsprinzip an und regelt in gewisser Weise die Organisation von und die Zuständigkeit für Solidarität innerhalb eines Gemeinwesens. Seinen Ursprung findet es in der katholischen Soziallehre des 19. Jahrhunderts im Kontext der bereits erörterten Arbeiterfrage. Formuliert wurde das Prinzip, das sich bereits in Überlegungen des Thomas von Aquin und der Scholastik finden lässt, im Jahre 1891 von Papst Leo XIII. in der Sozialenzyklika *Rerum Novarum* und versucht die Rechte und Pflichten von Arbeitern und Arbeitgebern einzuordnen. Im Kontext der Sozialpolitik besagt es im Grundsatz einerseits, dass eine soziale Funktionseinheit (z. B. Bund, Land oder Kreis) innerhalb einer Gemeinschaft keinerlei Aufgaben übernehmen soll, die von der nächstkleineren Einheit (z. B. Gemeinde, Familie oder Individuum) ebenso effizient von selbst bewältigt werden kann. Andererseits fordert das Subsidiaritätsprinzip, dass die jeweils nächst höhere Funktionseinheit –

im Falle des Versagens – entweder der nachgeordneten, kleineren Funktionseinheit unterstützend zur Seite steht, damit diese in die Lage versetzt, die Aufgabe adäquat zu lösen, oder aber – ist auch dies fruchtlos – die Verantwortung für die Aufgabe übernimmt. Die essentielle Forderung des Subsidiaritätsprinzips ist somit die Aufrechterhaltung des Vorrangs der Selbsthilfe vor der Fremdhilfe. In diesem Sinne fungiert es auch als Klammer zwischen dem Solidaritätsprinzip und der Selbstverantwortung des Individuums (Althammer/Lampert 2014: 408 f.; Dietz et al. 2015: 75; Reiter 2017b: 58; Butterwegge 2018: 32–34).

Die Selbstverantwortung bildet das letzte Gestaltungsprinzip für die Sozialpolitik der bundesdeutschen Wohlfahrtskultur. Die Selbstverantwortung ist allen voran im Kontext des oben angesprochenen Freiheitsaspektes zu verorten und zugleich Ziel und Grenze von sozialpolitischem Handeln einer Gemeinschaft. Denn ausgehend von einem liberalen Verständnis steht – ganz im Sinne der Kontraktualisten wie etwa Thomas Hobbes, Jean-Jacques Rousseau oder John Locke – die Freiheit und die damit einhergehende Selbstverantwortung des vernunftbegabten Individuums in chronologischer, aber auch in sachlicher Hinsicht vor der Existenz des Staates. Dem Staat, der das Resultat des Vertragsschlusses der Individuen darstellt, kommen hierbei durch das ihm übertragene Gewaltmonopol verschiedene Aufgaben zu: Die Aufrechterhaltung der gemeinsam geschlossenen Vertragsregeln, der Schutz des Einzelnen vor Übergriffen anderer, die Garantie auf privates Eigentum sowie der Schutz desselben und schließlich die Bewahrung der Freiheit des Individuums. Die Freiheit des Einzelnen hat stets Vorrang und darf nicht beschnitten werden, solange diese nicht die Freiheit eines anderen einschränkt; die Einhaltung und Überwachung dieses Grundsatzes stellen folglich den Imperativ staatlichen Handelns dar. Hiervon ausgehend fordert das Selbstverantwortungsprinzip im Rahmen der Subsidiarität, dass das Individuum zunächst selbstständig für seine Aufgaben, die Leistungserbringung und die Lösung von Problemen verantwortlich ist. Sozialpolitik darf somit das aus der Freiheit entspringende Institut der Selbstverantwortung und das damit einhergehende Recht auf Eigentum des Einzelnen nicht beschneiden, es sei denn, die Freiheit eines anderen wäre in Gefahr. Gleichzeitig lässt sich aber argumentieren, dass die staatliche Sozialpolitik dementsprechend eine Gewährleistungsinstanz darstellt, welche die Freiheit und die Autonomie des Einzelnen sowie die Möglichkeit, als Individuum überhaupt eigenverantwortlich handeln zu können, durch die Herstellung von Chancen- und Rechtsgleichheit, durch den Schutz des Rechts auf Eigentum und schließlich durch den Schutz vor materiellen Notlagen anhand kollektiv-solidarischer Sicherungsinstrumente erst ermöglicht (Althammer/Lampert 2014: 409; Reiter 2017b: 59 f.; Butterwegge 2018: 32 f.; Nullmeier 2019: 68 f.).

Offensichtlich unterliegen diese Gestaltungsprinzipien einer strengen Interkonnektivität, die bei der Ausgestaltung berücksichtigt werden muss und zugleich entscheidend für die Performanz des Systems ist, in welchem Sozialpolitik vollzogen wird. So ist bspw. die Aufrechterhaltung von Solidarität innerhalb einer Gemeinschaft im hohen Maße davon abhängig, dass sich die Mitglieder nicht nur grundsätzlich füreinander verantwortlich fühlen, sondern auch, dass deren Bereitschaft solidarisch zu handeln – d. h. die Zustimmung zur Umverteilung materieller Ressourcen, ohne unmittelbare und äquivalente Gegenleistung zu erteilen – nicht überreizt wird. Eine wesentliche Voraussetzung ist das Prinzip der Selbstverantwortung, welches dafür Sorge trägt, dass die vom Kollektiv in Anspruch genommenen Leistungen so gering wie möglich gehalten werden. Wichtig ist allerdings im gleichen Zuge, dass die Mitglieder den von ihnen, von Seiten der Gesellschaft und des Systems, abverlangten Grad an Selbstverantwortung auch erbringen können, somit also grundsätzlich in der Lage sind, bestimmte Notlagen mit den ihnen zur Verfügung stehenden Ressourcen und Fähigkeiten meistern zu können. Davon ausgehend setzt die Selbstverantwortung folgerichtig die Solidarität ab jenem Punkt voraus, ab dem in Ermangelung an Ressourcen eine selbstständige Bewältigung von Notlagen nicht mehr möglich ist. Das Subsidiaritätsprinzip lässt sich somit als Regulativ betrachten, welches im Sinne einer möglichst gerechten Ausgestaltung von Sozialpolitik definiert, wie viel Eigenverantwortung vom Einzelnen zu leisten ist und ab welchem Zeitpunkt und mit welchem Maß diese um das Solidaritätsprinzip zu ergänzen ist (Althammer/Lampert 2014: 409 f.).

5.2.3 Abgrenzung

Erst von diesen normativen Gestaltungsprinzipien und Leitzielen sowie den hieraus resultierenden Aufgaben ausgehend, die in letzter Konsequenz auf die Herstellung einer relativen sozialen Gerechtigkeit innerhalb der Wohlfahrtsgemeinschaft abzielen, lässt sich das Wesen sozialpolitischen Handelns adäquat abgrenzen. Gleichwohl überrascht es nicht, dass in der einschlägigen sozialwissenschaftlichen Literatur keine einheitliche Definition des Bezugsgegenstandes Sozialpolitik⁶¹ existiert. Die wesentlichen Gründe liegen zum einen darin, dass die Sozialpolitik – wie gezeigt – streng mit den in einer Gesellschaft vorherrschenden Wertungen und Normen verknüpft ist und zum anderen, dass ihre Klienten, Träger und Institutionen und damit auch ihre Ziele und Inhalte – d. h. ihre Ausgestaltung – einem kontinuierlichen Wandel der sozioökonomischen und politischen Rahmenbedingungen ausgesetzt sind. Der

⁶¹ Der gleiche Befund trifft für die Abgrenzung des Begriffspaars »Sozial- und Wohlfahrtsstaat« zu (Koch 1995: 78; Butterwegge 2018: 16). Vgl. hierzu die Ausführungen in Kapitel 5.2.6.

Bezugsgegenstand ist folglich als prozessual zu verstehen, weshalb Sozialpolitik keineswegs als statisches Konstrukt aufgefasst werden kann, sondern vielmehr als Manifestation verschiedener konkreter Akteurshandlungen als Reaktion auf aktuelle und als dominant erachtete soziale Problemlagen innerhalb einer Gesellschaft (Althammer/Lampert 2014: 3; Dallinger 2016: 13–15; Dietz et al. 2015: 9; Boeckh et al. 2017: 197–200; Butterwegge 2018: 12). Auf einem höheren Abstraktionsgrad operierend ließe sich Sozialpolitik dann definieren als Reaktion „[...] auf soziale Risiken und Probleme“ (Bäcker et al. 2010a: 43), oder ganz grundsätzlich „[...] als Politik für Menschen, die das Ziel hat deren Lebensbedingungen zu verbessern“ (Dietz et al. 2015: 9), womit aber jedes politische Handeln als Sozialpolitik betrachtet werden könnte (ibid.). Aufschlussreich scheint in diesem Kontext die von Butterwegge vorgeschlagene Differenzierung:

Konstitutiv für eine fundierte Theorie des Wohlfahrtsstaates ist m.E. die Unterscheidung zwischen *sozialer* und *Sozialpolitik* [Hervorh. i. Orig.]. Letztere bezeichnet das Politikfeld, Erstere den Gehalt bzw. die Funktion einer *bestimmten* Sozialpolitik. (2018: 12)

Soziales Handeln und soziale Politiken können folglich eine große Bandbreite an Möglichkeiten umfassen; der Sozialpolitik lassen sich aber durchaus übergreifende Kategorien und Kriterien zuordnen, die in der Sozialstaatsforschung gemeinhin als zentrale Elemente zur Konkretisierung von sozialpolitischem (staatlichem) Handeln angeführt werden. So haben etwa Schmidt et al.–ähnlich detailliert wie Bäcker et al. (2010a: 42) oder Althammer und Lampert (2014: 4) – vorgeschlagen, Sozialpolitik⁶² zu definieren als jenen

[...] Teil der Staatstätigkeit [...], der darauf gerichtet ist, materielle Verelendung zu verhindern, vor den Wechselfällen des Lebens zu schützen und krasse soziale Ungleichheit der Lebensführungschancen zu lindern oder ihre Folgen einzudämmen. Wohlfahrtsstaatliche Politik erfolgt durch Eingriffe in die Einkommensverteilung (insbesondere durch Geldzahlungen im Falle von Arbeitslosigkeit, Alter, Unfall, Invalidität, Krankheit, Pflegebedürftigkeit oder Mutter- bzw. Elternschaft), aber auch durch Dienstleistungen in der Gesundheitsversorgung, dem Wohnungswesen und der Arbeitsmarktpolitik sowie durch Gebote und Verbote. (Schmidt et al. 2007: 16)

Wie ersichtlich, umfasst Sozialpolitik zunächst jegliche Tätigkeit eines Staates, die die oben aufgeführten Ziele und Aufgaben verfolgt und umzusetzen sucht, findet aber zwingend auf Grund der hierfür notwendigen und teils umfassenden Eingriffe in Politik, Gesellschaft und Ökonomie eine große Schnittmenge mit benachbarten Politikfeldern, durch welche erst die vorgenommenen Zielsetzungen erreicht werden können (Kaufmann 2005: 27; Bäcker et al. 2010a: 47 f.; Butterwegge 2018: 15). So waren es im Zuge der kaiserlichen Sozialgesetzgebung eben nicht nur die klassischen Felder der sozialen Fürsorge, welche von der Sozialpolitik begonnen

⁶² Für eine ausführliche Definition in diesem Kontext sowie hinsichtlich anderer Nuancen vgl. bspw. Kaufmann (2005: 25–28); Dietz et al. (2015: 9–13); Dallinger (2016: 13–15) sowie Boeckh et al. (2017: 1–7).

wurden zu beeinflussen; vielmehr ergab sich durch die forcierte Intervention des Staates ein neues Aufgabenspektrum, in dem der junge Wohlfahrtsstaat beginnen musste, aktiv zu werden, so etwa im Arbeitsschutz, in der Gesundheitsversorgung oder der Altersvorsorge. Mit dem Auf- und Ausbau des Sozialstaates insbesondere während des 20. Jahrhunderts sowie seiner damit einhergehenden funktionalen Ausdifferenzierung hat sich die Bandbreite der von der Sozialpolitik unmittelbar erfassten Politikfelder sukzessive vergrößert und erstreckt sich im gegenwärtigen Fall der Bundesrepublik allen voran auch auf die Bereiche der Arbeitsmarkt-, Gesundheits-, Bildungs-, Familien-, Steuer-, Einkommens- und Alterssicherungspolitik (Kaufmann 2005: 27; Zohlhöfer 2007a: 307–309; Bäcker et al. 2010a: 64–67; Schmidt 2012: 38–43; Althammer/Lampert 2014: 169; Dietz et al. 2015: 54–57; Reiter 2017c: 107–117).

5.2.4 Funktionen und Wirkungen

Auf Grund der Aufgaben und Erwartungen, die an eine wohlfahrtsstaatliche Politik herangetragen werden, sowie der von ihr unmittelbar berührten Politikfelder ergeben sich verschiedene Funktionen, die sie innerhalb des gesellschaftlichen, politischen, aber auch ökonomischen Systems wahrnehmen muss, um die ausgehandelten Zielsetzungen zu erfüllen. Grundsätzlich lassen sich eine Reihe verschiedener Funktions- und Wirkungsräume identifizieren, wobei eine gängige Einteilung auf der klassischen Trias der Sphären des Gesellschaftlichen, Politischen und Ökonomischen basiert, bisweilen aber auch um jene des Kulturellen ergänzt wird.⁶³ Allen Funktionen von Sozialpolitik ist hierbei sowohl eine relativ große Überschneidung innerhalb der verschiedenen Sphären als auch die jeweilige Ausdifferenzierung der Wirkungsrichtung auf die Ebenen des Individuums und des Kollektivs gemein (Althammer/Lampert 2014: 423; Dietz et al. 2015: 84; Reiter 2017b: 55; Butterwegge 2018: 12).

Hinsichtlich der politischen Funktion von Sozialpolitik lässt sich grundsätzlich konstatieren, dass sie eine stabilisierende Wirkung auf das politische System entfalten soll, indem sie die negativen Auswirkungen sozioökonomischer Störungen für das Individuum und das Kollektiv durch entsprechende Sicherungsinstrumente abfedert und somit verhindert, dass eine sozioökonomische Krise auch zu einer politischen führt. Insbesondere auf Ebene des politischen Systems eines Gemeinwesens soll sie durch Umverteilungsmaßnahmen und Transferleistungen von (finanziellen) Gütern an Bedürftige und dem damit angestrebten Abbau sozialer

⁶³ Neben dieser systembezogenen Dreiteilung der Funktionen von Sozialpolitik in ökonomische, soziale und politische Aspekte findet sich auch eine funktionale Einteilung, die insbesondere die kompensatorische, konstitutive und präventive Rolle und Wirkung von Sozialpolitik hervorhebt, im Kern aber auf das gleiche Wirkungsspektrum sozialpolitischen Handelns verweist (vgl. Boeckh et al. 2017: 161–163).

Ungleichheit nicht nur zu einer verstärkten gesellschaftlichen Integration seiner Mitglieder, sondern auch zu einer erhöhten Sozialverträglichkeit sozioökonomischer Modernisierungsprozesse sorgen. Darüber hinaus fungiert Sozialpolitik als ein Garant für die Teilhabe des Einzelnen an in der Gesellschaft als attraktiv erachteten Gütern und durch die Sicherung der Lebensführungschancen zugleich als eine zentrale Voraussetzung für die Teilnahme des Individuums in der Gesellschaft und Politik. Über diesen Wirkungszusammenhang stellt sie nicht zuletzt ein wesentliches Mittel zur Legitimierung der Staatsordnung im Allgemeinen sowie des demokratisch verfassten Gemeinwesens im Besonderen dar (Kaufmann 2005: 219–224; Schmidt 2007b: 413; Bäcker et al. 2010a: 48 f.; Althammer/Lampert 2014: 423; Dietz et al. 2015: 81 u. 84; Reiter 2017b: 55).

So nimmt die Sozialpolitik auch eine ökonomische Funktion sowohl für den Einzelnen (z. B. Kompensation finanzieller Lücken bei Arbeitslosigkeit) als auch die Gesellschaft wahr, indem sie die Volkswirtschaft stabilisiert und unter Umständen durch bestimmte Interventionsformen (z. B. Arbeitsmarktpolitik) auch nachhaltig stimuliert. In dieser Hinsicht stellen in einer wirtschaftlichen Rezession neben einer Ausdehnung der staatlichen Nachfrage (z. B. Investitionen in die soziale Infrastruktur), gerade auch der Erhalt des Qualifikationsniveaus sowie der Kaufkraft der Arbeitnehmer wichtige sozialpolitische Interventionsformen dar. Grundlegend schützt die Sozialpolitik die Arbeitskraft innerhalb einer Volkswirtschaft und stellt damit zugleich die langfristige Gewährleistung derselben für den Wertschöpfungsprozess sicher, erhöht die Akzeptanz des ökonomischen Systems innerhalb der Gesellschaft und fördert dadurch sowohl die Leistungsbereitschaft als auch die Arbeitsproduktivität der Menschen (Kaufmann 2005: 224–226; Schmidt 2007b: 413 f.; Bäcker et al. 2010a: 48 f.; Althammer/Lampert 2014: 422; Dietz et al. 2015: 84; Reiter 2017b: 54; Boeckh et al. 2017: 162).

Eng verknüpft mit der politischen und ökonomischen Funktion nimmt die Sozialpolitik schließlich auch eine soziale Funktion ein, die sich zuvorderst in der stabilisierenden und befriedenden Wirkung auf die Gesellschaft und das soziale Ordnungsgefüge zeigt. Durch sozialpolitische Maßnahmen, die in Form von Umverteilungsmaßnahmen und der Vergemeinschaftung von Risiken in der Konsequenz auf eine Erhöhung der sozialen Gerechtigkeit zielen, kann nicht nur ein interpersoneller Ausgleich zwischen besser und schlechter situierten Mitgliedern der Gemeinschaft vollzogen sowie eine Angleichung zwischen wirtschaftlich weniger und stärker prosperierenden Regionen erreicht werden; auch lässt sich der klassische Konflikt zwischen Kapital und Arbeit innerhalb einer Marktwirtschaft weitestgehend entschärfen, wodurch gesellschaftliche Spannungen und Konflikte abgemildert oder gar aufgeboben werden können. In

Summe soll die Sozialpolitik in ihrer sozialen Funktion als Regulativ die Kohäsion und Integration nachhaltig fördern und den sozialen Frieden innerhalb der Gesellschaft langfristig sichern (Schmidt 2007b: 412 f.; Bäcker et al. 2010a: 48 f.; Althammer/Lampert 2014: 423; Dietz et al. 2015: 82; Reiter 2017b: 53 f.). Damit aber der Sozialstaat diese Funktionen zu erfüllen vermag, bedarf es nicht nur der grundsätzlichen Kooperationsbereitschaft der Gesellschaft, sondern auch dem notwendigen Grad an Solidarität in derselben als zuvor ausgehandelte normative Grundanforderung (Reiter 2017b: 55 f.).⁶⁴

5.2.5 Instrumente

Ausgehend von der Anforderung an die Sozialpolitik, eine politische, ökonomische und soziale Funktion auszufüllen sowie der Erwartung, die vor dem normativen Hintergrund des Gemeinwesens definierten Zielsetzungen zu erreichen, stehen dem Sozialstaat eine Reihe von möglichen Instrumenten zur Verfügung. Hierbei findet sich in der Literatur allerdings eine große Bandbreite an Kategorien, unter welchen sich die verschiedenen Instrumente subsumieren lassen und die jeweils andere Gewichtungen zum Ausdruck bringen (vgl. Liefmann-Keil 1961: 92–101; Schmidt 2010: 737; Bäcker et al. 2010a: 47–49; Dietz et al. 2015: 65–73; Reiter 2017b: 60–65; Boeckh et al. 2017: 154–158). In einem ersten Zugriff ist für die Bestimmung und damit auch Kategorisierung der dem Staat prinzipiell – d. h. unabhängig vom jeweiligen Politikfeld – bereitstehenden Instrumente zunächst zu klären, auf welche Ressourcen dieser zurückgreifen kann. Wie Reiter – basierend auf Hood (vgl. 1983: 124 f.) – diesbezüglich ausführt, stehen dem

[...] Wohlfahrtsstaat grundsätzlich vier zentrale Handlungsressourcen zur Verfügung: Rechtsetzungsmacht (aufgrund der Verfassung), Geld/finanzielle Ressourcen (über Steuereinnahmen), regierungsrelevante Information (aufgrund der Stellung der demokratisch gewählten Regierung als zentraler Akteur der politischen Herrschaftsausübung) und formale Organisation (öffentliche Verwaltung). (Reiter 2017b: 60)

Hieraus folgen für den Staat verschiedene Politikinstrumente, die er direkt oder indirekt für die Umsetzung politikfeldübergreifender Zielsetzung heranziehen kann.⁶⁵ Auf einem höheren

⁶⁴ Die Auflistung der Funktionen und Wirkungen der Sozialpolitik ist als Skizzierung des Sollzustandes zu betrachten. Für eine tiefergehende Auseinandersetzung mit den Funktionsweisen und eine kritische Betrachtung der möglichen mit einer Sozialstaatsintervention einhergehenden negativen Auswirkungen vgl. Schmidt (2007b), Bäcker et al. (2010a: 47–49); Butterwegge (2018: 12–15), Werding (2019) und Lessenich (2019).

⁶⁵ Hierzu zählen politikfeldübergreifend im Einzelnen: (i) staatliche Hoheitsrechte (z. B. Verteidigung, Polizei oder Steuer- und Finanzrechte); (ii) Herstellung/Angebot von Gütern und Dienstleistungen (d. h. Bereitstellung öffentlicher Güter, wie etwa Bildung, Kultur oder Forschung); (iii) regulative Politik (d. h. direkte Beeinflussung von Verhalten durch Ge- und Verbote); (iv) Finanzierung (d. h. Steuerung durch positive/negative finanzielle Anreize etwa in Form von Subventionen/Verbrauchssteuern); (v) Strukturierung als prozedurale Steuerung (d. h. Beeinflussung durch Bereitstellung von sozialen Verhaltensarrangements, wie etwa Rahmenordnungen, Verfahrensvorschriften, Selbsthilfeeinrichtungen, technische Infrastruktur); (vi) Überzeugung und Informationen (z. B. Aufklärungskampagnen, politische Werbung oder Apelle) (vgl. ausführlich Braun/Giraud 2014).

Abstraktionsgrad ergibt sich für den Staat die Möglichkeit, eine sozialpolitische Agenda mittels einer (a) regulativen Politik; (b) distributiven Politik und (c) Infrastruktur- und Dienstleistungspolitik umzusetzen (Bäcker et al. 2010a: 47–49). Eine etwas feingliedrigere Einteilung des Instrumentarienbündels bietet Reiter, wonach der Sozialstaat über das (i) Mittel der Eigenproduktion von Gütern und Dienstleistungen sowie über (ii) regulative, (iii) finanzielle, (iv) prozedurale und (v) informationelle Instrumente verfügt: So kann der Staat über die Eigenproduktion von Gütern und Dienstleistungen, wie etwa dem Bau sozialer Einrichtungen (z. B. Krankenhäuser), sozialpolitisch direkt intervenieren. Ebenfalls direkt wirken die regulativen Instrumente, mit welchen er anhand von Gesetzen und rechtlichen Vorschriften allgemeinverbindliche Regelungen (bspw. Arbeitsschutzmaßnahmen) durchzusetzen vermag. Finanzielle Instrumente ermöglichen es, mittels Steuererhebungen und Transferzahlungen Einfluss auf die Einkommensverteilungen zu nehmen und direkte finanzielle soziale Leistungen an als bedürftig eingestufte Personenkreise zukommen zu lassen, aber auch positive und negative Anreize zu setzen, um Handlungsweisen von Akteuren zu beeinflussen (z. B. Steuervergünstigungen für gemeinnützige Einrichtungen, oder Sozialleistungskürzungen). Prozedurale Instrumente zielen dagegen auf eine weniger interventionistische Beeinflussung der sozialen Verhältnisse ab, indem ein Teil der Wohlfahrtsproduktion bzw. der öffentlichen sozialen Güter und Dienstleistungen an nicht- oder teilstaatliche Akteure (bspw. Selbstverwaltung der Sozialversicherungen oder kirchliche Trägerschaft von Kindergärten) übertragen wird. Über informationelle Instrumente kann der Staat schließlich versuchen, bestimmte Verhaltensänderungen in der Bevölkerung zur Prävention sozialer Risiken (z. B. Aufklärungskampagnen über Krankheiten/Suchtstoffe) zu bewirken (Dietz et al. 2015: 65–73; Boeckh et al. 2017: 154–158; Reiter 2017b: 60–65).

5.2.6 Sozialstaat – Wohlfahrtsstaat – Regimetypen

Es wurde bereits in Kapitel 5.2.3 angedeutet, dass ebenso wie der Bezugsgegenstand der Sozialpolitik, auch die Begriffe *Sozialstaat* und *Wohlfahrtsstaat* unterschiedlichen Deutungen und – damit einhergehend – auch einer mangelnden Trennschärfe unterliegen. Es herrscht ein bis heute andauernder Abgrenzungsdiskurs innerhalb der deutschen Sozialstaatsforschung, welcher beinahe zwanghaft versucht, neben dem offensichtlich semantischen, auch inhaltliche und damit ordnungspolitisch-konzeptionelle Unterschiede zwischen den beiden Begriffen aufzeigen zu müssen (vgl. zusammenfassend Schmid 2010: 42–45; Butterwegge 2018: 16–22). Gewiss, die deutsche Sprache kennt im Gegensatz zum Englischen (d. h. *welfare state*) oder Französischen (d. h. *état providence*) zwar eben diese beiden Termini, doch folgert daraus nicht die

– wie es bspw. Koch propagiert – Notwendigkeit „auch zwei Funktionssysteme, zwei Modi des Staates unterscheiden“ (1995: 79) zu müssen. Ähnlich differenziert Ritter und zieht den Sozialstaatsbegriff vor: Dieser sei zum einen weiter und eindeutiger gefasst als jener des Wohlfahrtsstaates, zum anderen beuge er den Missverständnissen und negativen Assoziationen vor, mit welchen letzterer behaftet sei (Ritter 1991: 14). Der zweiten Einschätzung Ritters ist sicherlich zuzustimmen, wurde und wird der Begriff Wohlfahrtsstaat im deutschen (politischen) Sprachgebrauch doch als ein insbesondere von „[...] Konservativen und Liberalen meist abwertend verwendetes Schlagwort für einen Staat, dem ein Übermaß an Daseinsvorsorge und Sozialpolitik und, damit einhergehend, freiheitseinschränkende und entmündigende Wirkungen auf die Bürger zugeschrieben werden“ (Schmidt 2010: 910) angeführt. Demgegenüber handelt es sich aber bei den verschiedenen wissenschaftlichen Abgrenzungsversuchen innerhalb der Sozialstaatsforschung in der Regel gerade nicht um gravierende konzeptionelle und inhaltliche Unterschiede, sondern – wenn überhaupt – um Nuancen (vgl. Schmidt 2010: 739 f. u. 909–911; Schmid 2010: 42–45; Butterwegge 2018: 16–22). Darüber hinaus verschwimmen in Anbetracht

[...] des grundlegenden Wandels, den der Sozial- oder Wohlfahrtsstaat seit den 1970er Jahren in allen westlichen Industrieländern erfahren hat, teils auch mit der Folge von Annäherungen sozialer Sicherungsmechanismen über Staatengrenzen hinweg, [...] die vielfach ohnehin nicht eindeutigen und mitunter bemüht wirkenden begrifflichen Grenzziehungen heute mehr denn je. (Reiter 2017a: 1)

Hiervon ausgehend können der Wohlfahrtsstaat und der Sozialstaat – ohne Notwendigkeit einer weiteren Abgrenzung – als Synonyme verwendet und im Kontext der bisherigen Ausführungen und genannten Charakteristika der Sozialpolitik folglich definiert werden als

[...] Staatstypus, dessen Politik, Recht und Verwaltung die Sozialordnung mit interventionsstaatlichen Mitteln im Rahmen einer freiheitlichen, rechtsstaatlichen und demokratischen Verfassung gestalten [...]. Zu den Zielen des entwickelten Sozialstaates gehören im weitesten Sinne vor allem a) der Schutz gegen absolute Armut sowie b) gegen Risiken des Einkommensausfalls oder der Kostenüberlastung insb. infolge von Alter, Arbeitslosigkeit, Invalidität, Krankheit, Mutterschaft, Pflegebedürftigkeit und Tod des Ernährers, c) die Linderung krasser sozialer Ungleichheit, d) die Steigerung der Wohlfahrt, e) die auf Arbeitnehmerschutz zielende Gestaltung der Arbeitswelt insb. durch Arbeitsschutz und politische Beteiligung der Arbeitnehmer bzw. der Arbeitnehmervertretungen [...] sowie f) die soziale Entschädigung und die sozialen Hilfen für verschiedene Zielgruppen. (Schmidt 2010: 739 f.)

Diese Synonymität bedeutet indes nicht, dass die existierenden Wohlfahrtsstaaten als uniform zu betrachten wären, sich also keine Unterschiede hinsichtlich ihrer konkreten Ausgestaltung ergeben würden. Denn abhängig davon, wie stark und umfassend die sozialpolitische Intervention eines Staates in die Ökonomie und Gesellschaft ausgeprägt ist, in welchem Maße also die Sozialpolitik in die politische, ökonomische und soziale Sphäre hineinreicht und ihre Funktionen und Aufgaben anhand der ihr zur Verfügung stehenden Instrumente umzusetzen sucht,

lassen sich Wohlfahrtsstaaten differenzieren und typologisieren. Die heute wohl prominenteste und in der Sozialstaatsforschung am weitesten verbreitete Typologisierung⁶⁶ von Sozial- und Wohlfahrtsstaaten in sogenannte Wohlfahrtsstaatsregime (*welfare state regimes*) geht auf die Arbeiten des dänischen Politikwissenschaftlers Gøsta Esping-Andersen zurück (Kohl 1999: 321; Siegel 2007: 261; Schmidt 2010: 911). Esping-Andersen hat in seinem richtungsweisenden Werk *The Three Worlds of Welfare Capitalism* 18 Wohlfahrtsstaaten miteinander verglichen und anhand der von ihm verwendeten Variablen in drei Regimetypen eingeordnet (vgl. Esping-Andersen 1990). Für den Vergleich und die anschließende Einordnung der verschiedenen Wohlfahrtsstaaten werden die zwei zentralen Variablen Dekommodifizierung und Stratifikation zu Hilfe gezogen (ibid.: 21–26): Die Dekommodifizierung innerhalb eines Wohlfahrtsstaates gibt Aufschluss darüber, in welchem Maß eine Arbeitskraft auf den Faktor Erwerbsarbeit angewiesen ist, um ihre Existenz zu sichern und tritt dann ein, „when a service is rendered as a matter of right, and when a person can maintain a livelihood without reliance on the market“ (ibid.: 21 f.). Sie lässt sich als Entlastungsmerkmal verstehen (Reiter 2017b: 74) und damit als „Grad der marktunabhängigen Existenzsicherung und der Einschränkung des Warencharakters der Arbeitskraft [...], d. h. die Stärke der Entkopplung von Einkommen und sozialer Sicherheit vom (Arbeits-)Markt hinsichtlich Zugangsvoraussetzungen, Anspruchsrechten sowie Leistungshöhe“ (Bäcker et al. 2010a: 50). Die Stratifikation stellt demgegenüber eine Kennzahl

⁶⁶ Wie Ritter bemerkt, haben etwa Furniss und Tilton bereits in den 1970er Jahren den Versuch einer groben Einordnung verschiedener wohlfahrtsstaatlicher Systeme hinsichtlich ihrer Zielsetzungen und dem damit einhergehenden Ausmaß interventionistischer Maßnahmen unternommen (vgl. Ritter 1991: 7 f.). Sie unterscheiden drei Staatstypen, nämlich den *Positive State*, den *Social Security State* und den *Social Welfare State*. Der *Positive State* (z. B. die Vereinigte Staaten) wird nicht als Wohlfahrtsstaat im eigentlichen Sinne aufgefasst. Er zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass unternehmerische und individuelle Interessen betont und damit Besitzansprüche vor den Folgen bewusst unregulierter Märkte und vor damit potentiell einhergehenden redistributiven Maßnahmen geschützt werden. In Summe basiert dieser Typus auf dem Grundsatz, der Wirtschaft möglichst freie Hand zu lassen und diese nicht durch Sozialabgaben in ihrer Entwicklung zu behindern, weshalb ein rudimentäres, privates und damit exklusives, einzig von den Beiträgen fest angestellter Arbeitnehmer finanziertes Sozialversicherungssystem forciert wird (Furniss/Tilton 1977: 15 f.). Demgegenüber kennzeichnet den *Social Security State* (z. B. Großbritannien) einerseits das Streben nach Chancengleichheit und andererseits eine Programmatik der Vollbeschäftigung, notfalls unter Zuhilfenahme staatlicher Beschäftigungsformen, bei gleichzeitiger rechtlicher Fixierung eines Mindestlohns aus. Des Weiteren sieht der *Social Security State* ein Sozialversicherungssystem vor, das zwar auf permanenter Beschäftigung seiner Versicherten basiert, nicht beschäftigte Personen – im Gegensatz zum *Positive State* – aber dennoch einschließt und diese auf Subsistenzniveau unterstützt (ibid.: 16–18). Der *Social Welfare State* (bspw. Schweden) stellt schließlich jenen Wohlfahrtsstaatstyp mit dem höchsten Grad an sozialstaatlicher Intervention dar. Oberstes Ziel sind die Förderung von Gleichheit und Solidarität in der Gesellschaft, weshalb nicht etwa ein Minimum, sondern ein Höchstmaß an Gleichheit der Lebensbedingungen seiner Bürger angestrebt wird. Aus diesem Grund basiert seine Sozialpolitik auf einem inklusiven Sozialversicherungssystem, welches auch die Wirtschaft in die Pflicht nimmt, sowie auf staatlichen Wohlfahrtsleistungen, die jedermann, unabhängig von seiner Leistungsfähigkeit und seiner tatsächlich erbrachten Beiträge, bei der Bewältigung der Wechselfälle des Lebens Unterstützung zukommen. Der Staat übernimmt hierbei die Rolle eines Dienstleisters und Anbieters öffentlicher Güter in wichtigen Sektoren und entzieht diese dem Einfluss der Märkte (ibid.: 18–20). Restlos überzeugen hat dieser Ansatz aber nicht können, da er auf Grund der statischen Abgrenzung und der für die Typologisierung herangezogenen Variablen – mit Ausnahme der drei betrachteten Länderbeispiele – zu teils unglücklichen Einordnungen führt (vgl. Ritter 1991: 8 f.).

der sozialen Verhältnisse innerhalb einer Gesellschaft dar. In diesem Sinne ist der Wohlfahrtsstaat „[...] not just a mechanism that intervenes in, and possibly corrects, the structure of inequality; it is, in its own right, a system of stratification. It is an active force in the ordering of social relations“ (Esping-Andersen 1990: 23). Sie gibt somit Aufschluss über die Veränderung der sozialen Schichtung in Folge von Umverteilungsmaßnahmen und ist ein Gradmesser für „Abbau, Zunahme oder Erhalt sozialer Ungleichheit“ (Reiter 2017b: 74). Zur Untersuchung dieser Variablen schlägt Esping-Andersen eine Reihe weiterer Indikatoren vor (vgl. 1990: 47–54 u. 69–78), deren Ausprägung von schwach, über mittel bis stark gemessen wird: (i) Residualismus (d. h. Anteil der Fürsorge- und Sozialleistungen an Sozialausgaben); (ii) Privatisierung (d. h. Relation der privaten Ausgaben für Vorsorge- und Versicherungsleistungen zu Gesamtausgaben); (iii) Korporatismus (d. h. Anzahl der nach Berufs- oder Statusgruppen differenzierten Sicherungssysteme); (iv) Umverteilungskapazität (Höhe von Sozialtransfers mittels Steuer- und Sozialabgabensystem); (v) Arbeitsmarktregulierungen (d. h. Grad der arbeitsrechtlichen Beschränkungen); und (vi) Beschäftigungspolitik (d. h. Vollbeschäftigungsgarantie, Ausgaben für aktive Arbeitsmarktpolitik und Arbeitslosenquote)(vgl. zusammenfassend Kohl 1999: 322; Siegel 2007: 266–268; Bäcker et al. 2010a: 52; Reiter 2017b: 75).

Ausgehend von den beiden Variablen Dekommodifizierung und Stratifikation sowie den Indikatoren untergliedert Esping-Andersen die 18 untersuchten Wohlfahrtsstaaten in drei Cluster respektive Typen, und zwar (a) den liberalen, (b) den konservativen und (c) den sozialdemokratischen Wohlfahrtsstaat: Wohlfahrtsstaaten des (a) liberalen Typs zeichnen sich durch einen hohen Grad an erwarteter Eigenverantwortung der Bürger sowie die damit einhergehende, schwach ausgeprägte sozialpolitische Einflussnahme des Staates aus; hier dominiert folglich eine Arbeitsethik liberaler Prägung, die den Faktor Erwerbsarbeit zur Existenzsicherung betont. Dementsprechend schwach fallen die Sozialleistungstransfers hinsichtlich Höhe und angesprochenem Adressatenkreis aus, der allen voran Erwerbslose und Geringverdiener bei positiver Bedürftigkeitsprüfung einschließt. Auch das staatliche Sozialversicherungssystem (z. B. gesetzliche Krankenversicherung) ist schwach ausgeprägt – vielmehr werden marktseitige private Versicherungslösungen bevorzugt. Wohlfahrtsstaaten dieses Typs (insbesondere die Vereinigten Staaten, Kanada und Australien) weisen als Ergebnis eine geringe Dekommodifizierung sowie – auf Grund des hohen Grads der sozialen Ungleichheit innerhalb der Gesellschaft – eine starke Stratifikation auf. Wohlfahrtsstaaten des (b) konservativen Typs sind insbesondere durch den historisch begründeten paternalistisch-sozialinterventionistischen Charakter des Staates, die hervorgehobene Rolle der Kirchen als soziale Dienstleister und Fürsorger sowie die Aufrechterhaltung von Statusunterschieden gekennzeichnet. Im Gegensatz zu

liberalen Wohlfahrtsstaaten nehmen konservative einen sehr viel stärkeren Anteil an der Wohlfahrtsproduktion ein; die Effizienz des Marktes steht hierbei nicht im Vordergrund, weshalb private und berufliche Versicherungs- und Vorsorgeinstrumente nur von geringer Relevanz sind. Vielmehr dominieren staatliche, durch Beiträge finanzierte und auf dem Umverteilungsprinzip basierende Sozialversicherungssysteme, deren Zugang auf der Erwerbsarbeit der Versicherten beruht. Staatliche, universelle Sozialleistungen sind nur schwach ausgeprägt und der Familienverband nimmt auf Grundlage des Subsidiaritätsprinzips eine integrale Funktion hinsichtlich der Versorgung ein. In Summe weisen die konservativen Wohlfahrtsstaaten (insbesondere Österreich, Frankreich, Italien und Deutschland) einen moderaten Dekommodifizierungsgrad, eine – mangels ausreichender Kapazität zum Abbau sozialer Unterschiede – höhere Stratifikation sowie eine stark ausgeprägte aktive Arbeitsmarktpolitik und eine hohe Reichweite arbeitsrechtlicher Beschränkungen auf. Wohlfahrtsstaaten des (c) sozialdemokratischen Typs zeichnen sich schließlich insbesondere durch das Solidaritätsprinzip und das Ziel einer größtmöglichen Angleichung der Lebensverhältnisse aus. Dem hierbei propagierten Egalitätsanspruch folgen ein universeller Charakter der Sozialpolitik und zugleich umfassende Effekte für Gesellschaft und Ökonomie, die im Zeichen eines extensiven Kompromisses stehen. Im Gegensatz zu dem Modell staatlicher oder privater Sozialversicherungssysteme, stehen im sozialdemokratischen Wohlfahrtsstaatsregime öffentlich-staatliche Sozialleistungen im Vordergrund, welche im Sinne eines allgemeinen Bürgerrechts und gemäß dem Egalitätsprinzip die gesamte Bevölkerung gleichermaßen einschließen. Hierbei sind die Leistungen hoch und weitestgehend unabhängig von Status oder Beruf, auch wenn höhere Beitragszahlungen mit graduellen, aber moderaten finanziellen Leistungserhöhungen einhergehen. Entgegen dem Subsidiaritätsprinzip, trägt nicht die Familie, sondern die Gemeinschaft die Verantwortung für bedürftige Personen, um so den Grad der individuellen Unabhängigkeit zu maximieren. Dementsprechend gewährt der Wohlfahrtsstaat Sozialtransferleistungen auch direkt an Kinder und Jugendliche und trägt Sorge für Pflegebedürftige und Mittellose. Auf Grund der mit diesen Leistungen einhergehenden Kosten ist eine wesentliche Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit eines solchen Systems die weitestgehende Verwirklichung einer Vollbeschäftigung, um den Kreis der tatsächlichen Bezieher gering zu halten. Insgesamt weisen die sozialdemokratischen Wohlfahrtsstaaten (insbesondere Dänemark, Norwegen und Schweden) einen hohen Dekommodifizierungsgrad und eine – auf Grund der universellen und umfassenden Umverteilungsmaßnahmen – geringe Stratifikation auf (Esping-Andersen 1990: 26–29; vgl. ergänzend Siegel 2007: 262–266; Bäcker et al. 2010a: 51; Reiter 2017b: 76 f.).

Hinsichtlich der Relevanz und Reichweite dieser Typologisierung⁶⁷ ist hervorzugehen, dass mittels dieser Tendenzen zum Ausdruck gebracht sowie zugrundeliegende Triebkräfte veranschaulicht werden und sich so verschiedene Wohlfahrtsstaaten miteinander vergleichen lassen. Gleichwohl stellt die Typologisierung eine Momentaufnahme dar, welche Kursänderungen in der Sozialpolitik eines Landes freilich nicht berücksichtigen kann. Darüber hinaus handelt es sich bei den von Esping-Andersen formulierten Clustern jeweils um Idealtypen, die in dieser Reinform jedoch nicht existieren; vielmehr weisen Wohlfahrtsstaaten in der Realität – wie am Beispiel der Bundesrepublik ersichtlich – verschiedene Charakteristika der drei Idealtypen auf und sind folglich eher in Mischklassen zu verorten (Siegel 2007: 272–275; Bäcker et al. 2010a: 51–53; Schmidt 2012: 64–67 u. 68–70; Reiter 2017b: 77 f.).

5.3 Konstitution des bundesdeutschen Sozialstaates

5.3.1 Sozialstaat und Grundgesetz

Die wesentliche Voraussetzung und zugleich primäre Legitimationsquelle für die Konstitution Deutschlands als Sozialstaat findet sich im deutschen Grundgesetz (GG), nach welchem die Bundesrepublik „ein demokratischer und sozialer Bundesstaat“ (Art. 20 Abs. 1 GG) ist. Hierbei muss die „verfassungsgemäße Ordnung in den Ländern [...] den Grundsätzen des republikanischen, demokratischen und sozialen Rechtsstaates im Sinne dieses Grundgesetzes entsprechen“ (Art. 28 Abs. 1 S. 1 GG). Obgleich diese beiden Artikel hinsichtlich der konkreten Ausgestaltung der sozialpolitischen Ordnung von Bund und Ländern für sich genommen vage bleiben, folgt aus ihnen ein umfassender Auftrag für die Gestaltung der Lebensbedingungen innerhalb der Gesellschaft. Sie sind als normatives soziales Staatsziel zu werten und werden gemeinhin auch als Sozialstaatsgebot oder auch als Sozialstaatspostulat bezeichnet (Zacher 1987: 1046; Schmidt 2010: 741; Bäcker et al. 2010a: 71 f.; Althammer/Lampert 2014: 7; Reiter 2017c: 108; Nullmeier 2019: 65). Wie Zacher in dieser Hinsicht folgert, erschließt sich der normative Charakter des sozialen Staatszieles nicht unmittelbar, doch wo

[...] die Wirklichkeit des Gemeinwesens – genauer: ihre Politik, ihr Recht und alle faktischen Verhältnisse, die soziale Lage der in der Verantwortung des Gemeinwesens stehenden Menschen - der verfassungsrechtlichen Kennzeichnung des Gemeinwesens nicht entspricht, muß sie so verändert werden, daß sie mit dieser übereinstimmt. So wird die Feststellung zum Auftrag, zum Ziel, zur Norm. (1987: 1046)

⁶⁷ Für Modifizierungen der Typologie von Esping-Andersens sowie für neuere Beiträge zur Typologisierung von Wohlfahrtsstaaten vgl. etwa Siegel (2007: 269–272); Schmid (2010: 112–123); Manow (2019: 302–308).

Dass das Sozialstaatspostulat einen konkreten Auftrag darstellt, betont schließlich auch das Bundesverfassungsgerichts, das „in seiner Rechtsprechung [...] das Sozialstaatsprinzip mehrfach als Verpflichtung des Staates interpretiert, für einen Ausgleich der sozialen Gegensätze und für eine gerechte Sozialordnung zu sorgen sowie die Existenzgrundlagen der Bürgerinnen und Bürger zu sichern und zu fördern“ (Bäcker et al. 2010a: 73 f.). Diese Interpretation folgt nicht zuletzt einer zweiten Kategorie von Vorschriften im Grundgesetz, die das soziale Staatsziel weiter konkretisieren. Wie aus untenstehender Tabelle 1 ersichtlich wird, handelt es sich bei den verschiedenen Artikeln zwar um allgemeine Gebote, doch verpflichten sie den Staat zu sozialen Grundwerten und geben diesem hiermit einen sozialpolitischen Handlungsrahmen vor, der auf historisch gewachsenen, sozialetischen Normen basiert (Schmid 2010: 132; Bäcker et al. 2010a: 73; Boeckh et al. 2017: 65 f.; Reiter 2017d: 108).⁶⁸ Die bspw. in Art. 1 GG enthaltene Verpflichtung, die Würde jedes Menschen zu achten und zu schützen, gebietet Staat und Gesellschaft, Sorge zu tragen für die Sicherung eines soziokulturellen Existenzminimums, wie etwa ersichtlich bei der sozialen Grundsicherung in Form der Sozialhilfe oder der Grundsicherung für Arbeitssuchende (Bäcker et al. 2010a: 73; Althammer/Lampert 2014: 315 f.). Auch das in Art. 2 GG enthaltene „Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit“ (Art. 2 Abs. 2 GG) hat als sozialer Grundwert weitreichende sozialpolitische Implikationen, folgt aus diesem doch der generelle (präventive) Auftrag, die Gesundheit eines jeden zu schützen. In der Konsequenz stellt die in Artikel 2 kodifizierte Norm die wesentliche Begründung für Maßnahmen im Kontext des Arbeitsschutzes sowie für das Gesundheitswesen dar. Des Weiteren verpflichtet Art. 3 GG zur Gleichstellung und Gleichbehandlung aller vor dem Gesetz, auf dessen Grundlage bspw. Frauen in sozial-, arbeits- und tarifrechtlichen Aspekten Männern gleichgestellt werden. Der in Art. 6 GG kodifizierte besondere Schutz der Familie stellt die wesentliche Legitimation für eine familienfördernde Steuerrechts- und Rentenpolitik dar. Auch die in Art. 9 GG enthaltene Koalitionsfreiheit ist für sozialpolitische Grundwerte von Relevanz: Erst durch das Recht zur Gründung von Interessenvertretungen können einerseits Arbeitnehmer mittels Gewerkschaften ihre Situation im Arbeitsleben verbessern und andererseits Arbeitgeber ihren unternehmerischen Interessen in Gesellschaft und Politik Geltung verleihen, was folglich demokratische Strukturen fördert und das Ziel, soziale Gerechtigkeit zu verwirklichen, nachhaltig unterstützt. Ebenso elementar für Arbeitsrecht und Arbeitsschutz ist Art. 12 GG, welcher die freie Berufsausübung garantiert, und Zwangsarbeit untersagt. Die schließlich in Art. 14 GG enthaltene Garantie und Regelung von Eigentum, Erbrecht und dem Mittel der Enteignung sind

⁶⁸ Vgl. hierzu auch Nullmeier (2019: 65–67).

nicht nur integrale Aspekte für die Wahrung von Freiheit, sondern zeigen auch an, dass das Eigentum auf Grund seiner Sozialbindung mit Verantwortung einhergeht, was bspw. wichtige Implikationen für das Mietrecht liefert (Pötzsch 2009: 32 f.; Bäcker et al. 2010a: 73; Reiter 2017c: 108; Boeckh et al. 2017: 65 f.).

Tab. 1: Verfassungsrechtliche Verankerung sozialer Grundwerte im deutschen Grundgesetz

Art. 1	(1) Die Würde des Menschen ist unantastbar. Sie zu achten und zu schützen ist Verpflichtung aller staatlichen Gewalt.
Art. 2	(2,1) Jeder hat das Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit.
Art. 3	(2) Männer und Frauen sind gleichberechtigt. Der Staat fördert die tatsächliche Durchsetzung der Gleichberechtigung von Frauen und Männern und wirkt auf die Beseitigung bestehender Nachteile hin. (3) Niemand darf wegen seines Geschlechtes, seiner Abstammung, seiner Rasse, seiner Sprache, seiner Heimat und Herkunft, seines Glaubens, seiner religiösen oder politischen Anschauungen benachteiligt oder bevorzugt werden. Niemand darf wegen seiner Behinderung benachteiligt werden.
Art. 6	(1) Ehe und Familie stehen unter dem besonderen Schutze der staatlichen Ordnung. (2) Pflege und Erziehung der Kinder sind das natürliche Recht der Eltern und die zuvörderst ihnen obliegende Pflicht. Über ihre Betätigung wacht die staatliche Gemeinschaft. (3) Gegen den Willen der Erziehungsberechtigten dürfen Kinder nur auf Grund eines Gesetzes von der Familie getrennt werden, wenn die Erziehungsberechtigten versagen oder wenn die Kinder aus anderen Gründen zu verwahrlosen drohen. (4) Jede Mutter hat Anspruch auf den Schutz und die Fürsorge der Gemeinschaft. (5) Den unehelichen Kindern sind durch die Gesetzgebung die gleichen Bedingungen für ihre leibliche und seelische Entwicklung und ihre Stellung in der Gesellschaft zu schaffen wie den ehelichen Kindern.
Art. 9	(1) Alle Deutschen haben das Recht, Vereine und Gesellschaften zu bilden. (3,1) Das Recht, zur Wahrung und Förderung der Arbeits- und Wirtschaftsbedingungen Vereinigungen zu bilden, ist für jedermann und für alle Berufe gewährleistet.
Art. 12	(1) Alle Deutschen haben das Recht, Beruf, Arbeitsplatz und Ausbildungsstätte frei zu wählen. Die Berufsausübung kann durch Gesetz oder Grund eines Gesetzes geregelt werden. (2) Niemand darf zu einer bestimmten Arbeit gezwungen werden, außer im Rahmen einer herkömmlichen allgemeinen, für alle gleichen öffentlichen Dienstleistungspflicht.
Art. 14	(1) Das Eigentum und das Erbrecht werden gewährleistet. Inhalt und Schranken werden durch die Gesetze bestimmt. (2) Eigentum verpflichtet. Sein Gebrauch soll zugleich dem Wohle der Allgemeinheit dienen. (3) Eine Enteignung ist nur zum Wohle der Allgemeinheit zulässig. Sie darf nur durch Gesetz oder auf Grund eines Gesetzes erfolgen, das Art und Ausmaß der Entschädigung regelt. Die Entschädigung ist unter gerechter Abwägung der Interessen der Allgemeinheit und der Beteiligten zu bestimmen. Wegen der Höhe der Entschädigung steht im Streitfalle der Rechtsweg vor den ordentlichen Gerichten offen.

Eigene Darstellung, wörtlich zitiert aus GG, in Anlehnung an Bäcker (2010a: 72); Boeckh et al. (2017: 66).

Wie aus den sozialen Grundwerten ersichtlich wird, stellen das demokratische aber auch das rechtsstaatliche Element eine wichtige Voraussetzung für den Sozialstaat dar, stehen sie doch in einem symbiotischen Verhältnis zueinander, was sich bereits in der Gleichrangigkeit dieser Attribute bei der im Grundgesetz vollzogenen Charakterisierung des deutschen Bundesstaates erschließt (vgl. Art. 20 Abs. 1 und Art. 28 Abs. 1 S. 1 GG). So resümiert Meister:

Das Sozialstaatsprinzip ist mit den Grundsätzen der Demokratie und des Rechtsstaats untrennbar verbunden. Es leitet sich aus der Volkssouveränität ab und ist darauf gerichtet, den Rechtsstaat über den Rechtswegestaat hinaus zur schrittweisen Annäherung an das Ziel sozialer Gerechtigkeit zu führen. (Meister 1997: 612, zitiert nach Butterwegge 2018: 65)

Auch die Sozialstaatlichkeit selbst stellt im Umkehrschluss eine integrale Voraussetzung für die Demokratie und das Fortbestehen derselben dar, ist doch eine „gleichberechtigte gesellschaftliche und politische Teilhabe aller Bürgerinnen und Bürger [...] nur dann gewährleistet, wenn die formal verbürgten Freiheitsrechte auch materiell und sozial fundiert sind“ (Bäcker et al. 2010a: 73). Der besondere Stellenwert, den die Sozialstaatlichkeit neben der Rechts- und Bundesstaatlichkeit sowie der Demokratie einnimmt, wird nicht zuletzt dadurch deutlich, dass all diese Elemente ebenso wie die sozialen Grundwerte (Art. 1–20 GG) mit der sogenannten Ewigkeitsgarantie versehen und somit vor Veränderung oder gar Termination geschützt sind (Art. 79 Abs. 3 GG). Trotz der Konkretisierung des Sozialstaatsprinzips durch die oben genannten sozialen Grundwerte muss dem Leser des Grundgesetzes unweigerlich auffallen, dass es dennoch hinsichtlich der qualitativen und quantitativen Ausgestaltung von Sozialstaatlichkeit vage bleibt, und das aus einem triftigen Grund: Anhand der sozialen Grundwerte sind Minimalstandards gesetzt, nach denen sich Staat und Gesellschaft zu richten haben. Keine darüber hinausgehende Abgrenzung dessen, was sozial ist, vorzunehmen, gebietet damit dem Gesetzgeber eine implizite Verpflichtung, eröffnet diesem aber auch die Möglichkeit, die sozialen Verhältnisse stets erneut in Anbetracht der aktuellen Erfordernisse zu gestalten (Zacher 1987: 1046 f.; Boeckh et al. 2017: 66; Butterwegge 2018: 65 f.).

Hinsichtlich der verfassungsrechtlichen Verankerung des Sozialstaates im deutschen Grundgesetz lässt sich schlussfolgern, dass die Sozialstaatlichkeit einen Auftrag an und zugleich auch eine Möglichkeit für Staat und Gesellschaft darstellt. Wesentliche Grundlage hierfür stellen das Sozialstaatspostulat sowie die weiteren im Grundgesetz fixierten sozialen Grundwerte dar, die den Staat und die Gemeinschaft dazu verpflichten,

[...] im Rahmen der verfassungsmäßigen Ordnung und der wirtschaftlichen Möglichkeiten für alle Gesellschaftsmitglieder die materiellen Voraussetzungen für die Wahrnehmung der Grundrechte auf persönliche (materiale) Freiheit, freie Entfaltung der Persönlichkeit, Freiheit der Berufs- und der Arbeitsplatzwahl, Gleichberechtigung und Chancengleichheit zu schaffen. (Althammer/Lampert 2014: 7)

Eine letzte sowohl qualitative als auch quantitative Konkretisierung des Sozialstaatspostulates und eine damit zugleich maßgebliche Definition des Handlungsrahmens hinsichtlich der Ausgestaltung des bundesdeutschen Sozialstaates findet sich schließlich in Gestalt der verschiedenen Sozialgesetzbücher (SGB), die ab den 1970er Jahren ratifiziert wurden, die diversen Einzelgesetze zusammenfassten und die Reichsversicherungsordnung von 1911 ab dem Jahre 1991

vollständig ersetzen (Althammer/Lampert 2014: 109–113; Dietz et al. 2015: 39; Boeckh et al. 2017: 88–90). Das Sozialgesetzbuch ist in insgesamt 14 Bücher eingeteilt, die sämtliche Maßnahmen sowie die relevanten Handlungsfelder in Form der Grundsicherung für Arbeitssuchende, der Arbeitsförderung, der Sozialversicherungen, der Kinder- und Jugendhilfe, der Rehabilitation und Teilhabe behinderter Menschen, der Sozialverwaltungsverfahren, der Sozialhilfe sowie der sozialen Entschädigung ausführen (vgl. SGB I–XIV). Seine Aufgaben und Zielsetzungen sind wie folgt definiert:

Das Recht des Sozialgesetzbuchs soll zur Verwirklichung sozialer Gerechtigkeit und sozialer Sicherheit Sozialleistungen einschließlich sozialer und erzieherischer Hilfen gestalten. Es soll dazu beitragen, ein menschenwürdiges Dasein zu sichern, gleiche Voraussetzungen für die freie Entfaltung der Persönlichkeit, insbesondere auch für junge Menschen, zu schaffen, die Familie zu schützen und zu fördern, den Erwerb des Lebensunterhalts durch eine frei gewählte Tätigkeit zu ermöglichen und besondere Belastungen des Lebens, auch durch Hilfe zur Selbsthilfe, abzuwenden oder auszugleichen. (§ 1 Abs. 1 SGB I)

5.3.2 Gestaltungsprinzipien des bundesdeutschen Sozialstaates

Kapitel 5.2.2 hat einen Überblick über die normativen, der Sozialpolitik zugrundeliegenden Gestaltungsprinzipien in Form des Solidaritätsprinzips, des Subsidiaritätsprinzips und des Prinzips der Selbstverantwortung gegeben und zugleich verdeutlicht, in welchem Wirkungszusammenhang diese miteinander stehen. Wie die Ausführungen zur verfassungsrechtlichen Verankerung des bundesdeutschen Sozialstaates zeigen, korrespondieren die sozialen Grundnormen und damit auch das Sozialstaatspostulat mit diesen drei Prinzipien sowie den liberalen Grundsätzen der Freiheit und Gleichheit (Schmid 2010: 132). Für die konkrete Ausgestaltung der Sozialpolitik in Deutschland und die damit einhergehende Struktur des Sozialstaates sowie seiner Instrumente zur sozialen Sicherung, kommt ein weiteres Prinzip zum Tragen, welches zwingend aus den ersten dreien resultiert, nämlich jenes der *sozialen Selbstverantwortung*. Kern dieses Prinzips ist es, dass die Solidargemeinschaft – und nicht in erster Linie der Staat – gemäß dem Subsidiaritätsprinzip eigenverantwortlich und dezentralisiert im Sinne des Korporatismus – d. h. in Form verschiedener öffentlich-rechtlicher Institutionen respektive Träger – partiell die Aufgabe der sozialen Sicherung im Rahmen der gesetzlich definierten Ziele ausübt, womit der Staat als oberstes Organ der Sozialstaatlichkeit funktionell entlastet und zugleich die Qualität der sozialen Leistungserbringung gesteigert werden soll. Das Prinzip der sozialen Selbstverantwortung ist – wie im Verlauf dieses Kapitels ersichtlich – eine wesentliche Determinante der sozialstaatlichen Tätigkeit der Bundesrepublik Deutschland und ihres Sozialversicherungssystems (Althammer/Lampert 2014: 410; Reiter 2017b: 65).

Darauf aufbauend lässt sich das soziale Sicherungssystem anhand dreier weiterer Gestaltungsprinzipien charakterisieren, die Auskunft über seine funktionelle Ausgestaltung geben. Diese sind das Prinzip der Fürsorge, der Versorgung und der (Sozial-)Versicherung. Das Fürsorgeprinzip lässt sich als eine Minimalformulierung der sozialen Sicherung verstehen und basiert im Falle der Bundesrepublik weitestgehend auf Artikel 1 des Grundgesetzes. Es greift dann, wenn eine Person einen Schadensfall oder eine Notlage erleidet, die sie in dem Ausmaß bedroht, versorgungstechnisch unter das gesetzlich definierte Existenzminimum zu sinken. Wesentlich hierbei ist, dass die betroffene Person die Notlage weder aus eigener Kraft noch mit Hilfe von Angehörigen zu überwinden vermag, d. h., dass eine konkrete Bedürftigkeit vorliegt. In einem solchen Falle wird der Betroffene auf Grund eines Rechtsanspruchs durch öffentliche Fürsorgeleistungen etwa in Form der Sozialhilfe aufgefangen und/oder durch steuerfinanzierte Transferleistungen unterstützt. Als weitere Beispiele für das Fürsorgeprinzip lassen sich das Wohn- oder Elterngeld anführen (Schmid 2010: 134; Bäcker et al. 2010a: 287; Althammer/Lampert 2014: 249; Boeckh et al. 2017: 155; Spannagel 2017: 163 f.).

Das Versorgungsprinzip stellt ebenfalls einen Rechtsanspruch dar, bei dem für die Gewährung von Leistungen in der Regel keine Bedürftigkeit, sondern das Erfüllen bestimmter Voraussetzungen vorliegt. Die Leistungsansprüche resultieren nicht etwa aus Beitragszahlungen, sondern aus einer zuvor erbrachten Leistung an den Staat (bspw. Beamtentum oder Wehrdienst) einerseits, oder aus gesetzlich definierten Ansprüchen (z. B. ein potentiell bedingungsloses Grundeinkommen) andererseits. Eine Grundversorgung wird aus Steuermitteln finanziert und liegt per Definition über der Schwelle des Existenzminimums, um die gesellschaftliche und soziale Teilhabe zu ermöglichen. Insbesondere die Beamtenversorgung auf Grundlage von Artikel 33 Abs. 5 GG stellt ein Beispiel des Versorgungsprinzips im sozialen Sicherungssystem der Bundesrepublik dar (Schmid 2010: 133 f.; Bäcker et al. 2010a: 287 f.; Althammer/Lampert 2014: 249; Dietz et al. 2015: 74; Boeckh et al. 2017: 154 f.).

Das Versicherungsprinzip schließlich fußt auf dem Grundsatz der Berechenbarkeit von Risiken und deren Deckung durch Versicherungsbeiträge gemäß dem stochastischen Gesetz der großen Zahlen. Kennzeichnend hierfür ist die Berechnung der Prämien auf Grundlage der Individualäquivalenz, d. h. dem individuellen Erwartungsschaden. Durch die Bildung von Versicherungsgemeinschaften werden die Kosten möglicher Schadensfälle auf die Gesamtheit der Versicherten verteilt; erst hierdurch wird die Absicherung von individuell ökonomisch nicht tragbaren Risiken möglich. Das Sozialversicherungsprinzip stellt demgegenüber eine modifizierte Form, ausgerichtet nach dem Solidaritätsprinzip dar. Charakteristisch für

Sozialversicherungen ist hierbei (i) die Anwendung einer Versicherungspflicht, welche sich entweder auf die Gesamtbevölkerung oder aber einen definierte Personenkreise erstreckt; (ii) die gesetzliche Festschreibung der Leistungen hinsichtlich Art, Höhe und Umfang; (iii) der Entfall von – im Gegensatz zu Privatversicherungen bestehenden – Risiko- und Leistungsausschlüssen; (iv) die kollektive Ausrichtung der Versicherungsprämien mit Beitragsobergrenzen und eine damit weitestgehende Entkopplung von Beiträgen und Leistungen im Sinne des Solidarausgleichs; (v) die im Falle der Kranken- und Pflegeversicherung beitragsfreie Versicherung von nicht erwerbstätigen Familienmitgliedern; (vi) der Entfall einer Bedürftigkeitsprüfung; und (vii) der grundsätzlich einklagbare Rechtsanspruch auf Leistungen (Schmid 2010: 133; Bäcker et al. 2010a: 288; Althammer/Lampert 2014: 248 f.; Reiter 2017b: 73; Boeckh et al. 2017: 154).

Obgleich folglich beim sozialen Sicherungssystem der Bundesrepublik eine Kombination dieser drei Gestaltungsprinzipien vorliegt, lässt sich hinsichtlich ihres Umfangs bzw. der mit ihnen vollzogenen Abdeckung der Gesamtbevölkerung eine klare Dominanz des Sozialversicherungsprinzips als zentrales Charakteristikum feststellen (vgl. Kapitel 5.3.5). Dies bedeutet indes nicht, dass die anderen Gestaltungsprinzipien keine Relevanz besitzen; vielmehr ist auch hier eine funktionale Differenzierung zu beobachten, bei der die Instrumente nach verschiedenen Bedarfslagen ausgerichtet sind (Bäcker et al. 2010a: 288; Boeckh et al. 2017: 155 f.).

5.3.3 Sozialstaatliche Regelungskompetenzen

Die aus den im Grundgesetz kodifizierten sozialen Grundwerten und dem Sozialstaatspostulat hervorgehende Verpflichtung des Staates auf eine soziale Politik mündet in einem komplexen Geflecht aus verschiedenen Regelungskompetenzen innerhalb des Sozialstaates. Dies bedingen neben der föderalen Konstitution der Bundesrepublik auch die Gestaltungsprinzipien in Form der Subsidiarität und der damit verbundenen sozialen Selbstverantwortung in Form des Korporatismus. Verantwortlich für die Vielschichtigkeit des Sozialstaates und der Sozialpolitik ist darüber hinaus auch die bereits in Kapitel 5.2.3 angesprochene Tatsache, dass die Sozialpolitik nicht als isoliertes Handlungsfeld, sondern vielmehr als politikfeldübergreifender Prozess betrachtet werden muss, was einmal mehr die Dynamik des Mehrebenensystems sowie die grundsätzliche Akteurspluralität in sozialstaatlichen Belangen unterstreicht (Bäcker et al. 2010a: 66; Althammer/Lampert 2014: 169; Reiter 2017b: 65).

Hinsichtlich der in der Sozialpolitik bestehenden Regelungskompetenzen nimmt der Föderalismus eine besondere Rolle ein. Das Grundgesetz besagt maßgebend: „Die Bundesrepublik Deutschland ist ein demokratischer und sozialer Bundesstaat“ (Art. 20 Abs. 1 GG), womit

deutlich wird, dass Sozialstaatlichkeit und Föderalismus als unteilbare Einheit zu betrachten sind. Dieser Umstand wird gemeinhin auch als kooperativer Föderalismus beschrieben, womit im Kontext der Sozialstaatlichkeit insbesondere die „[...] soziale Verantwortung aller Staatsebenen“ (Dietz et al. 2015: 92), d. h. von Bund (Bundesregierung, Bundestag und Bundesrat) und Ländern gemeint ist. Obgleich also der Staat auf all seinen Ebenen vom Sozialstaatspostulat in die Pflicht genommen wird und den Ländern durch die im Grundgesetz festgeschriebene konkurrierende Gesetzgebung eine Entscheidungsbefugnis etwa über die „öffentliche Fürsorge [sowie] das Arbeitsrecht einschließlich der Betriebsverfassung, des Arbeitsschutzes und der Arbeitsvermittlung sowie die Sozialversicherung einschließlich der Arbeitslosenversicherung“ (Art. 74 Abs. 1 Nr. 7 und Nr. 12 GG) zugestanden wird, werden die integralen Bereiche der Sozialpolitik dennoch auf Bundesebene geregelt.⁶⁹ Die zentrale Legitimationsgrundlage hierfür beruht auf der Tatsache, dass dem Bund das Gesetzgebungsrecht dann zusteht, „[...] wenn und soweit die Herstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse im Bundesgebiet oder die Wahrung der Rechts- oder Wirtschaftseinheit im gesamtstaatlichen Interesse eine bundesgesetzliche Regelung erforderlich macht“ (Art. 72 Abs. 2 GG). In diesem Sinne regelt der Bund insbesondere die folgenden und damit für die Sozialpolitik relevanten Bereiche des Arbeitsrechts und Arbeitsschutzes, der Arbeitsförderung, der Betriebs- und Unternehmensverfassung, inklusionspezifischer Felder, des Rechts auf Rehabilitation, des Tarifrechts und der Sozialversicherungen. Des Weiteren bestimmt der Bund über alle allgemeinen sozialen Angelegenheiten, die Bestandteil der öffentlichen Sozialfürsorge und -versorgung sind. Hierzu zählen die Grundsicherung für Arbeitsuchende sowie die Grundsicherung im Alter, die Sozialhilfe, das Wohn-, Kinder- und Elterngeld, die Kinder- und Jugendhilfe, die Ausbildungsförderung, Hilfe für Flüchtlinge und Asylbewerber, die Kriegsoferentschädigung und -versorgung sowie sämtliche familienpolitischen Leistungen. Wie aus dieser Auflistung unschwer erkennbar wird, obliegt

⁶⁹ Im Zuge der voranschreitenden europäischen Integration hat die nationale Sozialpolitik nicht zuletzt auch eine europäische Dimension erhalten. Auch wenn diesbezüglich im vorliegenden Kontext keine tiefergehende Thematisierung erfolgt, so ist hervorzuheben, dass die Europäische Union (EU) vermehrt ihre eigenen sozialpolitischen Akzente mit dem Ziel setzt, die Lebensverhältnisse und Arbeitsbedingungen der Bürger innerhalb aller Mitgliedsstaaten anzugleichen und zu verbessern. Obgleich die zentralen Entscheidungsinstanzen der EU (mit Ausnahme des Europäischen Gerichtshofs) in dieser Hinsicht auf Grund des geltenden Subsidiaritätsprinzips (noch) keine tiefgreifenden Regelungskompetenzen besitzen, gibt es bereits heute eine Vielzahl an Beispielen der positiven und negativen Integration sowie der Einflussnahme zur Harmonisierung der Steuer- und Fiskalpolitik mit mittelbaren aber auch unmittelbaren Auswirkungen auf sozialpolitische Aspekte, die einen deutlichen Kompetenzzuwachs auf Seiten der EU andeuten und für eine zukünftig wachsende Beeinflussung nationaler Sozialpolitiken durch europäische Regulierungsmaßnahmen sprechen (vgl. Schmid 2010: 73–85; Bäcker et al. 2010a: 68 f.; Althammer/Lampert 2014: 389–405; Leibfried 2015: 274–285; Schmidt 2016: 217 f.; Reiter 2017b: 72 f.; Boeckh et al. 2017: 103–111; Immerfall 2018: 49–54; Armingeon 2019b: 527–532).

dem Bund somit die eigentliche Trägerschaft der Sozialpolitik (Bäcker et al. 2010a: 67; Althammer/Lampert 2014: 412–413; Dietz et al. 2015: 92; Reiter 2017b: 67 f.).⁷⁰

Demgegenüber besitzen die einzelnen Länderparlamente – d. h. außerhalb des Vehikels Bundesrat – eine im Vergleich nur geringe Bandbreite an Möglichkeiten, um sozialpolitisch aktiv zu werden. Die Gebiete, auf denen die Länder tatsächlich unmittelbaren Einfluss auf die Sozialpolitik ausüben können, beschränken sich hierbei etwa auf die Beamtenversorgung, auf Teile der öffentlichen Sozialfürsorge und -versorgung (z. B. in Form des sozialen Wohnungsbaus) sowie des Gesundheitswesens (etwa Krankenhausplanung und Investitionen in die Infrastruktur des Gesundheitswesens) und schließlich auf die Familien- und Bildungspolitik. In Summe – so lässt sich festhalten – sind die Länder mehr als ausführende Organe, denn als eigentliche Träger staatlicher Sozialpolitik zu betrachten (Bäcker et al. 2010a: 67; Althammer/Lampert 2014: 414; Dietz et al. 2015: 92; Reiter 2017b: 68).

Die Kommunen in Form der Landkreise, kreisfreien Städte sowie der kreisangehörigen Städte und Gemeinden nehmen schließlich eine Sonderstellung im Kontext sozialstaatlicher Regelungskompetenzen ein. Denn obgleich sie unmittelbar – d. h. mit Ausnahme ihrer prozessualen Einbindung in die Legislative in Gestalt des Deutschen Städtetags, des Deutschen Städte- und Gemeindebundes sowie des Deutschen Landkreistages – nicht an der Sozialgesetzgebung beteiligt sind, besitzen sie doch ein grundsätzliches Selbstverwaltungsrecht aller – und damit auch sozialer – „Angelegenheiten der örtlichen Gemeinschaft“ (Art. 28 Abs. 2 S. 1 GG) und agieren in dieser Hinsicht finanziell weitestgehend autonom. Ihr Selbstverwaltungsrecht impliziert zum einen, dass sie die ihnen durch das Bundes- und Landesrecht angetragenen Pflichtaufgaben (z. B. Sozialhilfe, Jugendhilfe oder Gesundheitsaufsicht) gemäß den getroffenen Regelungen eigenverantwortlich ausführen. Zum anderen besitzen sie bei den sogenannten freiwilligen Leistungsaufgaben (bspw. Familienberatungsstellen oder soziale Stadtteilarbeit) einen großen Entscheidungs- und Handlungsspielraum. Die Kommunen nehmen somit eine Doppelrolle ein, in welcher sie zugleich zentrales „Ausführungsorgan und selbstverwaltete Gestalterin“ (Dietz et al. 2015: 98) der Sozialpolitik sind und in vielen Bereichen auch die eigentlichen Träger derselben darstellen. Innerhalb dieses Rahmens übernehmen die Kommunen als primärer Träger der öffentlichen Fürsorge explizit den Aufgabenbereich der Sozialhilfe.

⁷⁰ Indes ist zu betonen, dass der Bund in seiner Regelungskompetenz einerseits durch die mit dem Gesetzgebungsprozess einhergehende Notwendigkeit zur Kooperation mit den Ländern über deren direkte Beteiligung an der Legislative mittels des Bundesrats beschränkt ist und deshalb die sozialpolitischen Interessen der Ländern bisweilen im Voraus berücksichtigt werden. Andererseits findet die Regelungskompetenz des Bundes eine weitere Grenze in Form des Bundesverfassungsgerichts, welches diesen in der Rechtsprechung regelmäßig zur Revision und Konkretisierung von Gesetzen verpflichtet (Dietz et al. 2015: 92; Reiter 2017b: 68).

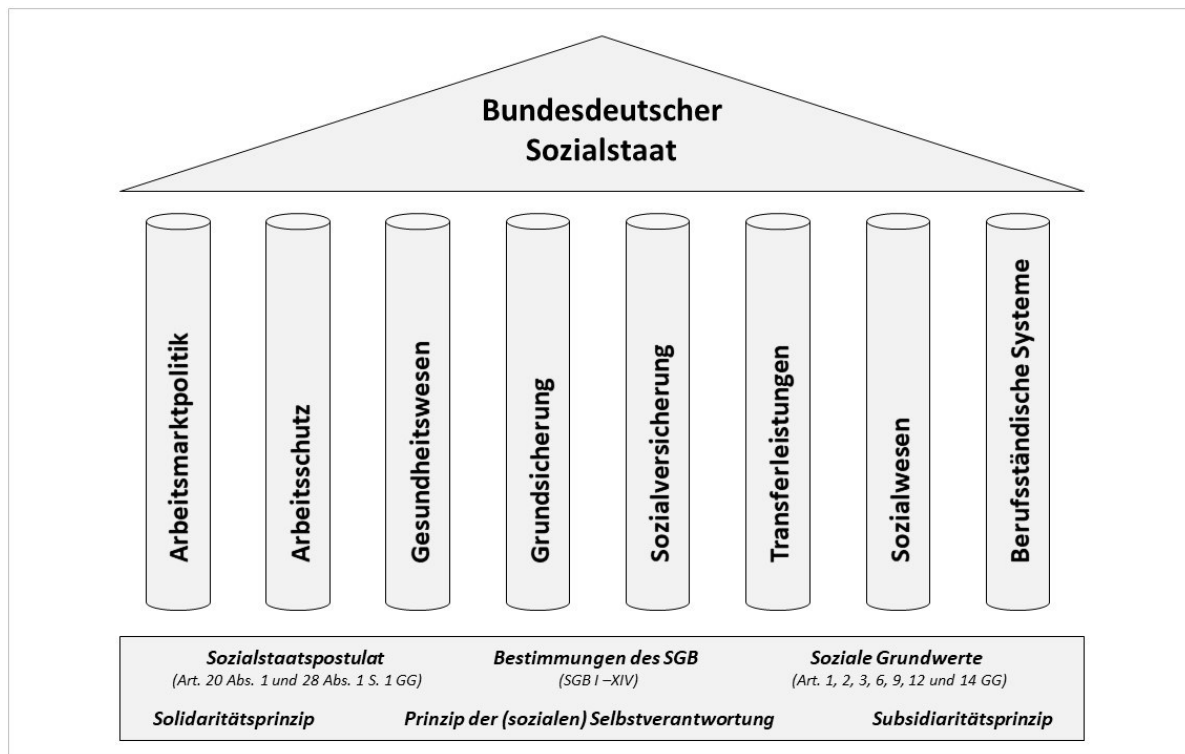
Daneben obliegt es ihnen, die Einrichtungen der sozialen Infrastruktur (z. B. Krankenhäuser, Altenheime, Jugendheime oder Gesundheitsämter) sowie der sozialen Dienste (z. B. Gesundheitsdienste und Jugendämter) zu finanzieren, zu planen und bereitzustellen – teils in Kooperation mit nicht-öffentlichen Sozialträgern gemäß dem Subsidiaritätsprinzips. Obwohl also der Einfluss der Kommunen auf die Sozialgesetzgebung als marginal einzustufen ist, darf ihre sozialstaatliche Relevanz folglich keineswegs unterschätzt werden (Bäcker et al. 2010a: 67; Dietz et al. 2015: 98 f.; Althammer/Lampert 2014: 414; Reiter 2017b: 68 f.).

Einen für die sozialstaatliche Regelungskompetenz wichtigen Aspekt stellen nicht zuletzt das generelle Selbstverwaltungsrecht der zentralen, die Sozialpolitik umsetzenden Akteure sowie der Grundsatz der Tarifautonomie dar. So entscheiden gemäß dem Selbstverwaltungsrecht die Kostenträger (z. B. Pflege- und Krankenversicherungen) und Leistungserbringer (z. B. Pflegeheime und Ärzte) eigenständig über Preis- und Leistungsmodalitäten entsprechend der in der Sozialversicherungs- und Rahmengesetzgebung getroffenen Bestimmungen, die aus diesem Grund auf eine Konkretisierung derartiger Bezugsgegenstände bewusst zugunsten der Selbstverwaltung verzichten. Der Grundsatz der Tarifautonomie, welcher ebenfalls verfassungsrechtlich verankert ist (vgl. Art. 9 Abs. GG) und den primären Verteilungsmechanismus des Volkseinkommens darstellt, sieht vor, dass die Arbeitnehmer- (Gewerkschaften) und Arbeitgebervertretungen (Arbeitgeberverbände) gemeinsam – d. h. ohne die Einwirkung des Staates aber auf Grundlage der Rahmengesetzgebung – die Entlohnungs- und Arbeitsbedingung kollektiv – d. h. branchen- und berufsgruppenspezifisch – verbindlich aushandeln und die Einigungen in Tarifverträgen bspw. gemäß dem Tarifvertrags-, Betriebsverfassungs- oder Arbeitnehmerentsendegesetz festlegen. Zu den in Tarifverträgen verhandelbaren Arbeitsbedingungen gehören nicht nur Arbeitszeiten und Urlaubsregelungen; auch der Umfang betrieblicher Sozialleistungen oder der Kündigungsschutz stellen wichtige Bestandteile dar. Somit entspricht der Grundsatz der Tarifautonomie vollumfänglich den sozialpolitischen Gestaltungsprinzipien des Subsidiaritätsprinzips und des Prinzips der sozialen Selbstverantwortung, indem die für die Sozialstaatlichkeit fundamentalen Regelungskompetenzen bei der sozialen Ausgestaltung von Arbeitsbeziehungen dezentralisiert an die betroffenen Parteien (d. h. Arbeitnehmer und Arbeitgeber) delegiert werden (Bäcker et al. 2010a: 68; Althammer/Lampert 2014: 209–211; Dietz et al. 2015: 115–117; Boeckh et al. 2017: 201 u. 203; Spannagel 2017: 132–134).

5.3.4 Sozialpolitische Handlungsfelder und Aufgabenbereiche

Es wurde gezeigt, dass aus sozialpolitischem Handeln zwangsläufig Interventionen in verschiedene Bereiche der Gesellschaft, Ökonomie und Politik resultieren und dass die Sozialpolitik hierdurch eine große Bandbreite an Schnittmengen mit benachbarten Politikfeldern aufweist (Kaufmann 2005: 27; Zohlhöfer 2007a: 307–309; Dietz et al. 2015: 162). Im Falle des deutschen Sozialstaates gehören zu den von sozialpolitischen Interventionen erfassten Politikfeldern insbesondere der Arbeitsmarkt, das Familien- und Gesundheitswesen, das Bildungs- und Steuersystem sowie die Einkommens- und Alterssicherungspolitik (Bäcker et al. 2010a: 64). Wie Abbildung 2 veranschaulicht, lassen sich die zentralen Handlungsfelder der Sozialpolitik in acht Säulen verorten, die aus den im Grundgesetz kodifizierten, sozialen Grundwerten, dem Sozialstaatspostulat sowie den Bestimmungen des Sozialgesetzbuches resultieren und auf den Gestaltungsprinzipien der Solidarität, der sozialen Selbstverantwortung und der Subsidiarität basieren. Sie bestehen aus (i) Arbeitsmarktpolitik, (ii) Arbeitsschutz, (iii) Gesundheitswesen, (iv) Grundsicherung, (v) Sozialversicherung, (vi) steuerfinanzierten Sozialtransferleistungen, (vii) Sozialwesen sowie (viii) berufsständischen Systemen (Schmid 2010: 44; Bäcker et al. 2010a: 66; Althammer/Lampert 2014: 169).

Abb. 2: Säulen des bundesdeutschen Sozialstaates



Eigene Darstellung, in Anlehnung an Bäcker et al. (2010a: 66) und Althammer/Lampert (2014: 169).

5.3.4.1 Arbeitsmarktpolitik

Unter Arbeitsmarktpolitik lassen sich alle Maßnahmen zur Steuerung des Arbeitsmarktes verstehen (Dallinger 2016: 87). Ihre Notwendigkeit resultiert aus der „[...] Unvollkommenheit der Arbeitsmärkte und aus der Tatsache, dass die Bedingungen der marktmäßigen Verwertung der Arbeitskraft für die Lebenslage der unselbständig Erwerbstätigen von ausschlaggebender Bedeutung sind“ (Althammer/Lampert 2014: 191). Im engeren Sinne wird sie in eine passive und eine aktive Komponente unterteilt. Während die passive Arbeitsmarktpolitik auf die materielle Absicherung respektive Grundsicherung von Einkommensausfällen bei Arbeitslosigkeit gerichtet ist, umfasst die aktive Arbeitsmarktpolitik sämtliche Maßnahmen zur Vermeidung oder Terminierung von Arbeitslosigkeit. Im weiteren Sinne wird die (aktive) Arbeitsmarktpolitik auch als Beschäftigungspolitik begriffen, die auf die Steuerung des Verhältnisses von Arbeitskräfteangebot und Arbeitskraftnachfrage abzielt und in enger Verbindung zur Wirtschafts- und Geldpolitik sowie dem Arbeitsrecht, den Arbeitsbeziehungen aber auch der öffentlichen Beschäftigung steht. Obgleich alle der hier genannten Ausgestaltungsformen für die Sozialpolitik mittelbar von Belang sind, wird im vorliegenden Kontext auf Grund der Tatsache, dass die passive Komponente bereits in den Bereichen des Sozialversicherungswesens und der Grundsicherung berücksichtigt wird, die aktive Arbeitsmarktpolitik respektive Beschäftigungspolitik als dediziertes sozialpolitisches Handlungsfeld begriffen. Zu den wesentlichen Aufgabenbereichen gehören die Arbeitsvermittlung, die Berufsberatung, die Förderung der Aus- und Weiterbildung, sämtliche Maßnahmen zur Wiedereingliederung nach Arbeitslosigkeit sowie Maßnahmen zur Arbeitsbeschaffung (Zohlhöfer 2007b: 353–358; Schmidt 2010: 48 f.; Althammer/Lampert 2014: 191–193; Barlen/Bogdan 2017: 179 u. 182 f.).

5.3.4.2 Arbeitsschutz

Der Arbeitsschutz stellt als spezifisches Handlungsfeld die zweite Säule der Sozialpolitik dar und lässt sich definieren als die „[...] Gesamtheit der Bestrebungen und Institutionen, die auf den Schutz vor Gefahren hinwirken, die im Arbeitsprozess typischer Weise entstehen“ (Schmidt 2010: 51). Insbesondere mit Blick auf jene Personen, die in Lohnarbeitsverhältnissen stehen und folglich als abhängig arbeitend zu klassifizierend sind, wird gemeinhin auch von Arbeitnehmerschutz gesprochen. Grundlegend zielen die hiermit verbundenen sozialpolitischen Maßnahmen nicht nur auf die Prävention von materiellen und immateriellen Schäden im Sinne der Arbeitssicherheit, sondern auch auf die Abschirmung jener Personengruppen vor den aus der Arbeitswelt resultierenden Gefahren, die als besonders schutzbedürftig (d. h. Kinder und Jugendliche im Sinne des Jugendarbeitsschutzgesetzes, Mütter oder Schwerbehinderte)

gelten. Darüber hinaus sind diesem Handlungsfeld auch alle Maßnahmen zuzuordnen, die der Förderung der Gesundheit der Arbeitnehmer dienen. In Summe umfasst der Arbeits- respektive Arbeitnehmerschutz die Regelungsbereiche des Arbeitszeitschutzes, des Betriebs-, Gefahren- und Unfallschutzes, des Lohnschutzes und schließlich des Bestandsschutzes von Arbeitsverhältnissen. Neben den klassischen Beschäftigungsverhältnissen werden auch Heimarbeiter von den Schutzmaßnahmen erfasst. Kennzeichnend ist für diese Säule der präventive Charakter der hiermit einhergehenden Zielsetzungen und Maßnahmen, der im Verbund mit den Leistungen der gesetzlichen Unfallversicherung (vgl. Kapitel 5.3.4.5), als kompensatorisches Mittel zur Abmilderung bereits erfolgter (im-)materieller Schäden zu betrachten ist (Bäcker et al. 2010a: 66; 2010b: 43 f.; Althammer/Lampert 2014: 171 f.; Boeckh et al. 2017: 268 f.).

5.3.4.3 Gesundheitswesen

Als eng mit den Zielen des Arbeitsschutzes verbunden, zugleich aber weit über diese hinausgehend, sind jene des Gesundheitswesens zu werten. Es stellt als sozialpolitisches Handlungsfeld sowohl Aufgabe und Ziel als auch zentralen Pfeiler und Voraussetzung des bundesdeutschen Sozialstaates dar. Denn die Einordnung der Gesundheit als schutzwürdiges Gut basiert – ebenso wie der Arbeitsschutz – auf der im Grundgesetz fixierten Norm, nach der jedem „das Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit“ (Art. 2 Abs. 2 GG) zusteht. Die daraus resultierende Verpflichtung auf den Schutz der Gesundheit strebt nicht nur auf die schlichte Abwesenheit von Krankheit als wesentlichem Maßstab der Gesundheit hin, sondern zielt im Verständnis der Weltgesundheitsorganisation auf einen Zustand „[...] of complete physical, mental and social well-being“ (WHO 2020: 1). Daher ist es Aufgabe des Gesundheitswesens, für die Wiederherstellung und Aufrechterhaltung dieses Zustandes seiner Bürger Sorge zu tragen, indem es allen eine ambulante sowie stationäre ärztliche Versorgung ermöglicht, die Arzneimittelversorgung garantiert und Einrichtungen und Dienste im Bereich der Rehabilitation und Pflege bereitstellt. Neben der öffentlichen Trägerschaft und Bereitstellung dieser Güter, wird die Leistungserbringung allen voran durch die Gesundheitssicherungssysteme in Form der gesetzlichen Kranken- und Pflegeversicherungen (vgl. Kapitel 5.3.4.5) sowie der privaten Krankenversicherungen finanziert. Die dem Gesundheitswesen übergeordnete Gesundheitspolitik verfolgt als Teil der Sozialpolitik die Prävention, Kuration, Rehabilitation, Pflege, soziale Sicherung bei Krankheit, ökonomische Gestaltung des Gesundheitssystems sowie Aufbereitung der für die Gesellschaft gesundheitsrelevanten Daten (bspw. Mortalitätsraten oder Effizienz gesundheitspolitischer Instrumente und Maßnahmen) im Form der Gesundheitsberichterstattung (Bäcker et al. 2010a: 66; 2010b: 108; Schmidt 2010: 308 f.; Boeckh et al. 2017: 297–299).

5.3.4.4 Grundsicherung

Einen weiteren Pfeiler stellt die Grundsicherung mit ihren verschiedenen Ausgestaltungsformen dar, die auf dem Fürsorgeprinzip basieren und eine grundsätzliche Bedürftigkeit in Folge einer Notlage voraussetzen. Im Falle des deutschen Sozialstaates lassen sich verschiedene, funktionell ausdifferenzierte, d. h. auf Grundlage unterschiedlicher Bedürftigkeitsformen gewährte, steuerfinanzierte Varianten der Grundsicherung identifizieren. Sie resultieren aus den hierfür maßgeblichen gesetzlichen Bestimmungen in Form der Grundsicherung für Arbeitssuchende (SGB II), des Sozialhilfegesetzes (SGB XII), des Asylbewerberleistungsgesetzes (AsylbLG) sowie der Kriegsopferfürsorge auf Grundlage des Bundesversorgungsgesetzes (BVG) und der Verordnung zur Kriegsopferfürsorge (KFürsV) und stellen zugleich die unterste Ebene der sozialen Sicherung dar. Die verschiedenen Formen der Grundsicherung streben darauf hin, den Bedürftigen eine würdige Lebensführung – ausgerichtet am soziokulturellen Existenzminimum – zu ermöglichen, sie aber gleichzeitig langfristig dazu zu befähigen, von den Hilfeleistungen – gemäß dem Grundsatz Hilfe zur Selbsthilfe – unabhängig zu werden (Schmidt 2010: 328 u. 730; Bäcker et al. 2010a: 313; Althammer/Lampert 2014: 315).⁷¹

Die erste Form stellt die Grundsicherung für Arbeitssuchende laut SGB II dar, die in Gestalt des Arbeitslosengeld II (ALG II) und des Sozialgelds gewährt wird. Beide stellen eine Basissicherung für Arbeitssuchende im erwerbsfähigen Alter (d. h. ab dem 15. Lebensjahr bis zur Regelaltersgrenze) dar, die gemäß dem Subsidiaritätsprinzip erst bei Unterschreiten spezieller Vermögens- und Einkommensgrenzen gewährt werden (vgl. § 11, 11a, 11b u. 12 SGB II). Während die Leistungen des ALG II für einen Zeitraum von 12 bis 18 Monaten (auch längere Zeiträume sind bei positiver Prüfung der Anspruchsvoraussetzung möglich) an Personen gewährt werden, die grundsätzlich erwerbsfähig⁷² sind, richtet sich das Sozialgeld an nicht-erwerbsfähige, hilfsbedürftige Personen, die als Angehörige (d. h. Kinder und Jugendliche bis zum 15. Lebensjahr) in einer Bedarfsgemeinschaft mit dem leistungsberechtigten Empfänger des ALG II leben. Sowohl ALG II als auch Sozialgeld sind hinsichtlich Leistungsart und -höhe identisch und bestehen neben finanziellen Zuwendungen aus sozialen Dienstleistungen in Gestalt von Informationen, Beratungsangeboten und einer psychologischen Betreuung. Während die Bundesagentur für Arbeit (BA) prinzipiell für die Umsetzung der Leistungen im Rahmen der Grundsicherung für Arbeitssuchende zuständig ist und der Bund die hieraus resultierenden

⁷¹ Für einen Überblick über die Entwicklung, Tendenzen und Ausprägungen der Mindestsicherung im Kontext der sozialen Sicherung vgl. Bahle (2019).

⁷² „Erwerbsfähig ist, wer nicht wegen Krankheit oder Behinderung auf absehbare Zeit außerstande ist, unter den üblichen Bedingungen des allgemeinen Arbeitsmarktes mindestens drei Stunden täglich erwerbstätig zu sein“ (§8 Abs. 1 SGB II).

Kosten trägt, steht es den Kommunen grundsätzlich frei, sich der Umsetzung der Grundsicherung anzunehmen, in welchem Fall diese aber auch die anfallenden Kosten zu tragen haben (Schmidt 2010: 45, 328 u. 730; Bäcker et al. 2010a: 336–347; Althammer/Lampert 2014: 319 f.; vgl. grundsätzlich SGB II, hier §§1-16a u. 19 SGB II).

Die zweite Form der Grundsicherung stellt die Sozialhilfe auf Grundlage des SGB XII dar. Ihre Leistungen stellen eine Ergänzung zur Grundsicherung für Arbeitssuchende dar, da sie sich primär an jene Personen richtet, auf welche die Anspruchsgrundsätze des ALG II und des Sozialgeldes nicht zutreffen (Schmidt 2012: 730). Die Gewährung von Sozialhilfeleistungen erfolgt analog zu anderen Ausgestaltungsformen der Grundsicherung gemäß dem Subsidiaritätsprinzip, steht somit in Abhängigkeit zur Einkommens- und Vermögenssituation der Empfänger (sowie deren Lebenspartnern oder im Falle der Minderjährigkeit auch Eltern) und wird anderen etwaigen Leistungen und Ansprüchen als nachrangig eingestuft. Wesentliche Voraussetzung für den Bezug von Sozialhilfeleistungen ist das Vorliegen eines Zustandes in welchem Kinder und Erwachsene vollumfänglich und dauerhaft als erwerbsgemindert einzustufen sind und somit „ihren notwendigen Lebensunterhalt nicht oder nicht ausreichend aus eigenen Kräften und Mitteln [...] bestreiten können“ (§ 19 Abs. 1 SGB XII). Der aus dieser Bedürftigkeit resultierende Anspruch auf Sozialhilfe umfasst – differenziert nach Alter und Lebenslage – finanzielle Leistungen in Form der Hilfe zum Lebensunterhalt, der Grundsicherung im Alter und bei Erwerbsminderung, Hilfen zur Gesundheit, Hilfe zur Pflege, Hilfe zur Überwindung besonderer sozialer Schwierigkeiten, Hilfe in anderen Lebenslagen sowie nicht-monetäre Leistungen in Gestalt von Beratungs- und Unterstützungsangeboten (§ 8 SGB XII). Im Gegensatz zur Grundsicherung für Arbeitssuchende liegt die Trägerschaft der Sozialhilfe und damit auch die Finanzierung der damit verbundenen Leistungen ausschließlich bei den Ländern und den Kommunen (Schmid 2010: 141 f.; Bäcker et al. 2010a: 313–334; Schmidt 2010: 730 f.; Althammer/Lampert 2014: 320 f.; Dietz et al. 2015: 91).

Da Ausländern nur unter bestimmten Bedingungen Leistungen im Rahmen der Sozialhilfe zugesprochen werden (§ 23 SGB XII), erfolgt insbesondere für Asylsuchende, Geduldete und deren Angehörige sowie für Ausländer und deren Angehörige, die nicht von § 23 SGB XII erfasst werden, eine gesonderte Form der Grundsicherung, deren Anspruch und die hierauf beruhenden Leistungen auf Grundlage des AsylbLG geregelt sind (vgl. §§ 1 u. 1a AsylbLG). Die wesentlichen Leistungen erstrecken sich für Anspruchsberechtigte auf finanzielle Zuwendung oder Sachleistungen „zur Deckung des Bedarfs an Ernährung, Unterkunft, Heizung, Kleidung, Gesundheitspflege und Gebrauchs- und Verbrauchsgütern des Haushalts“ (§ 3 Abs. 1

AsylbLG), die mit dem Alter und der Situation (z. B. Krankheit oder Schwangerschaft) der Leistungsempfänger variieren können (§§ 3a u. 4 AsylbLG).

Eine letzte Variante der Grundsicherung stellt die Kriegsofopferfürsorge dar, die zwar – gemessen an der absoluten Zahl der Leistungsbezieher sowie auf Grund des sukzessiven Rückgangs der Leistungsberechtigten – die am wenigsten verbreitete Form darstellt (StBA 2019b: 29), zugleich aber einen wichtigen Beitrag zur Absicherung der Berufssoldaten leistet. Leistungsberechtigt sind hierbei grundsätzlich Personen, die „durch eine militärische oder militärähnliche Dienstverrichtung [...] eine gesundheitliche Schädigung erlitten“ (§1 Abs 1. BVG) haben. Bei bestehendem Leistungsanspruch werden den Geschädigten Hilfen zur beruflichen Rehabilitation, Kranken- und Altenhilfe, Hilfe zur Pflege und zur Weiterführung des Haushalts, Erziehungshilfe, ergänzende Hilfe zum Lebensunterhalt, Erholungs- und Wohnungshilfe sowie Hilfen in besonderen Lebenslagen gewährt (§§ 26–27d BVG). Die Finanzierung der Leistungen erfolgt gemeinsam durch Bund und Länder anhand von Steuern, wobei die Versorgungsämter der Länder die eigentlichen Träger der Kriegsofopferfürsorge darstellen (Bäcker et al. 2010a: 120; Reiter 2017b: 71).

5.3.4.5 Sozialversicherungssystem

Als sozialpolitisches Handlungsfeld kommt allen voran dem gesetzlich verankerten, öffentlich-rechtlichen Sozialversicherungssystem auf Grund seines Anteils an den Sozialleistungen und der Versichertenanzahl sowie dem Anteil der hierin Versicherten an der Gesamtbevölkerung eine besondere Bedeutung zu und wird deshalb nicht zuletzt auch als das eigentliche „Rückgrat“ (Schmidt 2012: 34) des bundesdeutschen Sozialstaates betrachtet.⁷³ Das Sozialversicherungssystem stellt die wichtigste Institution der sozialen Sicherung dar und umfasst insgesamt fünf Versicherungszweige in Form der gesetzlichen Krankenversicherung (GKV), der Pflegeversicherung (PV), der gesetzlichen Unfallversicherung (GUV), der Arbeitslosenversicherung (ALV) im Rahmen der Arbeitsförderung sowie der Deutschen Rentenversicherung (DRV).⁷⁴ Hierbei fußen deren Struktur und Aufbau in wesentlichen Zügen auf der Sozialversicherungsgesetzgebung des Deutschen Kaiserreiches und der Weimarer Republik zwischen den 1880er und den 1920er Jahren (vgl. Kapitel 4.3), haben aber seit Gründung der Bundesrepublik

⁷³ Vgl. Kapitel 5.3.5 und die dort enthaltene Übersicht zum Aufbau des Sozialbudgets.

⁷⁴ Der hier gebotene Überblick legt den Fokus der Darstellung im Kontext der übergeordneten Forschungsfrage und in Anbetracht des hierfür vorgesehenen Rahmens ausschließlich auf die gesetzlichen Sozialversicherungszweige, weshalb auf private sowie betriebliche Absicherungsformen nicht weiter eingegangen wird.

mehrere Reformphasen und Modifikationen durchlaufen (Bäcker et al. 2010a: 291 f.; Schmidt 2010: 743 f.; 2012: 38–43; Dietz et al. 2015: 210; Butterwegge 2018: 63–72).⁷⁵

Die konkrete Ausgestaltung der einzelnen Sozialversicherungszweige wird grundsätzlich im SGB geregelt (vgl. SGB III-VII u. XI). Hierbei resultiert die eigentliche Zielsetzung des Sozialversicherungssystems einerseits implizit aus dem Sozialstaatspostulat sowie den im Grundgesetz verankerten sozialen Grundwerten und andererseits aus den im SGB gemachten Bestimmungen, nach welchen das Sozialsystem und damit auch das Sozialversicherungssystem dazu beitragen soll, „ein menschenwürdiges Dasein zu sichern [...] und besondere Belastungen des Lebens, auch durch Hilfe zur Selbsthilfe, abzuwenden oder auszugleichen“ (§1 Abs. 1 S. 2 SGB I). In diesem Sinne verfolgen die Sozialversicherungen den Zweck, die versicherten Personengruppen vor existenziellen Notlagen zu schützen und somit gegen die „Risiken des Einkommensausfalls infolge von Alter, Arbeitslosigkeit, Invalidität, Krankheit, Mutterschaft, Pflegebedürftigkeit, Unfall oder Tod des Ernährers“ (Schmidt 2010: 743) abzusichern. Im Einzelnen gewährleisten die verschiedenen Sozialversicherungen eine Reihe von Leistungsformen entsprechend der abzusichernden Notlagen: (i) Krankheit wird von der GKV und deren verschiedenen Trägern in Gestalt der Allgemeinen Ortskrankenkassen, der Betriebskrankenkassen, der Innungskassen, der Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau sowie der DRV Knappschaft-Bahn-See versichert und zielt grundlegend auf die Aufrechterhaltung und Wiederherstellung der körperlichen und geistigen Gesundheit sowie der Linderung von Krankheitsfolgen ab;⁷⁶ (ii) Pflegebedürftigkeit wird von der PV, deren Träger die bei der jeweiligen GKV eingerichteten Pflegekassen darstellen, durch finanzielle Unterstützungsleistungen und Beratungsangebote abgedeckt;⁷⁷ (iii) betriebliche Arbeitsunfälle und Berufskrankheiten werden im Rahmen der von den gewerblichen und landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften sowie den landes- und bundesunmittelbaren Unfallkassen getragenen GUV versichert, wobei die Leistungen grundsätzlich das Ziel einer Wiederherstellung der Gesundheit und

⁷⁵ Die im Jahr 1995 im Rahmen des SGB XI eingeführte PV stellt den fünften und letzten Zweig des Sozialversicherungssystems dar (Keck 2015: 6; Steinmeyer 2015: 22 f.; Boeckh et al. 2017: 96 f.).

⁷⁶ Der Leistungsumfang erstreckt sich unter anderem auf (a) die Förderung der Gesundheit, der Verhütung und Früherkennung von Krankheiten, (b) die Krankenbehandlung, Versorgung mit Arznei-, Verband-, Heil- und Hilfsmitteln, häusliche Krankenpflege und Haushaltshilfe, der Krankenhausbehandlung sowie medizinische und ergänzende Leistungen zur Rehabilitation nebst (c) der ärztlichen Betreuung, Hebammenhilfe, stationären Entbindung, häuslichen Pflege sowie Haushaltshilfe bei Schwangerschaft und Mutterschaft (vgl. § 11 SGB V).

⁷⁷ Leistungen der Pflegeversicherung umfassen gemäß den Pflegegraden 1–5 (a) Geld- und Pflegesachleistungen, Pflegehilfsmittel und wohnumfeldverbessernde Maßnahmen, (b) Tages-, Nacht- und Kurzzeitpflege sowie vollstationäre Pflege und (c) Pflegekurse für Angehörige und ehrenamtliche Pflegepersonen (vgl. § 28 SGB XI).

Leistungsfähigkeit des Geschädigten sowie die Entschädigung der Hinterbliebenen verfolgen;⁷⁸ (iv) durch die von der BA getragene ALV erfolgt im Rahmen der Arbeitsförderung die Gewährleistung der existentiellen Sicherung im Falle der Arbeitslosigkeit einerseits sowie die Bereitstellung eines umfassenden Maßnahmenbündels zur Wiedereingliederung in die Arbeitswelt andererseits;⁷⁹ (v) Alter wird schließlich durch die DRV – organisiert in der DRV Bund und ihren Regionalträgern sowie der DRV Knappschaft-Bahn-See – und die Alterssicherung der Landwirte abgedeckt. Neben Altersrenten erstreckt sich die von den Rentenversicherungsträgern gebotene Absicherung⁸⁰ auch auf Erwerbsunfähigkeitsrenten und – im Falle des Todes des Versicherten – auf Hinterbliebenenrenten (Bäcker et al. 2010a: 299 f.; Steinmeyer 2015: 20–23; DRV 2020b: 80–82, 90, 106, 158–161, 181 f. u. 203).

Hierbei basiert das Sozialversicherungswesen auf fünf wesentlichen Gestaltungsprinzipien, nämlich (i) der gesetzlichen Versicherungspflicht, (ii) der Solidarität, (iii) der Beitragsfinanzierung und dem Umlageverfahren, (iv) der Selbstverwaltung sowie (v) der Wirtschaftlichkeit (Schmidt 2010: 743; Keck 2015: 6; Steinmeyer 2015: 18 f.). Der (i) gesetzlichen Versicherungspflicht unterliegen grundsätzlich alle Personen, „die gegen Arbeitsentgelt oder zu ihrer Berufsausbildung beschäftigt sind, behinderte Menschen, die in geschützten Einrichtungen beschäftigt werden [und] Landwirte“ (§ 2 Abs. 2 Nr. 1–3 SGB IV). Dementsprechend waren im Jahr 2018 etwa 90,6 % der Erwerbsbevölkerung der Bundesrepublik – d. h. rund 40,5 Mio. Personen – von der Sozialversicherungspflicht erfasst (StBA 2019c: 358). Dieser Anteil erweitert sich zusätzlich einerseits durch die Möglichkeit, sich in den gesetzlichen Sozialversicherungen freiwillig zu versichern und andererseits auf Grund der Tatsache, dass ebenso nicht- oder nur geringfügig erwerbstätige Familienangehörige der versicherungspflichtigen Personengruppen im Falle der GKV und PV mitversichert sind und mittelbar die Versicherungsleistungen der DRV und GUV in Anspruch nehmen können in Form der Hinterbliebenenversorgung im Falle des Todes der versicherungspflichtigen Person. Von einer Volksversicherung im

⁷⁸ Zu den Leistungen der GUV zählen konkret (a) die Beseitigung/Verbesserung verursachter Gesundheitsschäden und Abmilderung der Folgen, (b) die Sicherung eines Arbeitsplatzes entsprechend Neigung und Fähigkeiten des Geschädigten, (c) die Bereitstellung von Hilfen zur Bewältigung der Anforderung des täglichen Lebens und zur Teilhabe am Leben in der Gemeinschaft und (d) Unterstützungen bei Pflegebedürftigkeit (vgl. § 26 SGB VII).

⁷⁹ Hierbei sehen die Maßnahmen der ALV und Arbeitsförderung (a) die Gewährung von Entgeltersatzleistungen (z. B. Arbeitslosen- und Teilarbeitslosengeld, Arbeitslosengeld bei Weiterbildung, Kurzarbeitergeld sowie Insolvenzgeld), (b) Programme zur Berufs- und Arbeitsmarktberatung sowie zur Arbeits- und Ausbildungsvermittlung oder auch (c) Leistungen zur Weiterbildung, zum Verbleib in einer Beschäftigung, zur Berufswahl und Berufsausbildung sowie zur Teilhabe behinderter Menschen am Arbeitsleben vor (vgl. §§ 3, 113, 115, 118 u. 149 SGB III).

⁸⁰ Die gesetzliche Absicherung umfasst neben der Gewährung der drei genannten Rentenformen unter anderem auch (a) Leistungen zur Prävention, zur medizinischen Rehabilitation, zur Teilhabe am Arbeitsleben und zur Nachsorge, (b) Zuschüsse zu den Krankenversicherungen sowie (c) die sukzessive auslaufenden Leistungen für die Kindererziehung an Mütter der Geburtsjahrgänge vor 1921 (vgl. §§ 14–17, 106 u. 294 SGB VI).

klassischen Sinne lässt sich indes nicht sprechen, da sich die Versicherungspflicht nicht auf Selbstständige, geringfügig Beschäftigte, Freiberufler, Beamte sowie Soldaten erstreckt und in der GKV sowie PV für Angestellte beim Überschreiten der Versicherungspflichtgrenze aufgehoben wird (Bäcker et al. 2010a: 292–297; Althammer/Lampert 2014: 250; Dietz et al. 2015: 210; Steinmeyer 2015: 18; Knieps 2015: 702 f.; Butterwegge 2018: 30).

Die bereits mehrfach angesprochene (ii) Solidarität als zentrales Gestaltungsprinzip des bundesdeutschen Sozialstaates erfährt im Kontext der gesetzlichen Sozialversicherungen ihre Anwendung in Form des Solidarausgleichs. Kennzeichnend hierfür ist, dass die in der Sozialversicherungsgemeinschaft erfassten Personen die zu entrichtenden Versicherungsbeiträge gemäß ihrer individuellen Leistungskraft (d. h. gemessen an der Höhe ihres erzielten Arbeitsentgelts) bis zu einer definierten Beitragsobergrenze erbringen. Die im Versicherungsfall gewährten, als Lohnersatz fungierenden Leistungen der Sozialversicherungen – mit Ausnahme der GKV und ALV – sind jedoch hinsichtlich Umfang und Höhe von den Beiträgen entkoppelt, womit die leistungsstärkeren Versicherten die leistungsschwächeren tragen. Das Äquivalenzprinzip wird folglich ausgehebelt, womit der gebotene Schutz in der Solidargemeinschaft erst auf diese Weise allen Mitgliedern in gleichem Maße zuteilwerden kann. In Summe wird der Solidarausgleich über vier Wege vollzogen: erstens über den Risikoausgleich zwischen Versicherten mit unterschiedlich hohen Erkrankungswahrscheinlichkeiten; zweitens mittels eines intergenerativen Ausgleichs, d. h. zwischen jüngeren und älteren Versicherten; drittens zwischen Versicherten mit und ohne Kindern; und viertens über die Einkommensumverteilung zwischen Versicherten mit hohen und niedrigen Arbeitsentgelten (Bäcker et al. 2010a: 293 u. 302–305; Althammer/Lampert 2014: 248 f.; Keck 2015: 8 f.; Wagschal 2019: 817).⁸¹

In diesem Kontext sind auch die (iii) Beitragsfinanzierung und – in Teilen – das Umlageverfahren zu verorten, denn die gesetzlichen Sozialversicherungen finanzieren sich durch lohnabhängige, einkommensproportionale Beiträge, die nicht nach der individuellen Risikowahrscheinlichkeit der Beitragszahler und somit nicht äquivalent bemessen werden. Hierzu stellt ausschließlich das sozialversicherungspflichtige Bruttoarbeitsentgelt – d. h. ohne etwaige Gewinne, Mieten und Vermögenseinkünfte – der Versicherten die Beitragsbemessungsgrundlage dar. Darüber hinaus werden die Sozialversicherungsbeiträge gemeinsam und

⁸¹ Wie in dieser Hinsicht hervorzuheben ist, handelt es sich auf Grund der in allen gesetzlichen Sozialversicherungszweigen geltenden Beitragsbemessungsgrenzen und der Möglichkeit für Besserverdienende sich im Zuge des Überschreitens von Versicherungspflichtgrenzen im Falle der GKV und PV um eine limitierte Form der Solidargemeinschaft, da der tatsächliche Solidarausgleich in Teilen eingeschränkt oder gar gänzlich aufgehoben wird. Durch beide Grenzsetzungen entgehen der Solidargemeinschaft somit potentielle Beiträge der finanziell Leistungsstärksten zur Absicherung von Risiken (Fischer 2015: 834; Butterwegge 2018: 30).

weitestgehend paritätisch – d. h. mit Ausnahme der Zusatzbeiträge der Arbeitnehmer an die GKV – von Arbeitgeber und Arbeitnehmer aufgebracht; die Beiträge der GUV sind indes alleine vom Arbeitgeber auf Grund des Entfalls der individuellen Unternehmerhaftpflicht zu entrichten.⁸² Eng verknüpft mit dem Solidarausgleichsprinzip ist die Finanzierung der Versicherungsleistung mittels der Beitragszahlungen über das Umlageverfahren, bei welchem keine Ansparung der Beiträge zur späteren Auszahlung erfolgt, sondern vielmehr die Beitragseinnahmen für die Leistungsansprüche derselben Periode aufgewendet werden. Voraussetzung ist einerseits eine stetige Finanzierungsgrundlage, bei der das Verhältnis von Einnahmen und Ausgaben kalkulierbar bleibt, Einnahmen somit nicht ausbleiben oder Kosten auf Grund veränderter Rahmenbedingungen unvorhergesehen ansteigen, andererseits ein annäherndes Equilibrium zwischen Beitragszahler- und Leistungsempfängerbasis, weshalb eine umfassende Versicherungspflicht unabdingbar ist. Auch auf Grund der Modalitäten und Probleme, die nebst verschiedener Vorteile mit dem Umlageverfahren und dem hiermit insbesondere bei der DRV verbundenen Generationenvertrag einhergehen, stellen schließlich die Bundeszuschüsse eine zweite wichtige Säule zur Finanzierung des Sozialversicherungssystems dar, die allein im Fall der DRV im Jahr 2021 etwa 85,1 Mrd. EUR betragen und damit fast ein Viertel ihres Gesamtbudgets ausgemacht haben (Bäcker et al. 2010a: 301 f.; Althammer/Lampert 2014: 255; Keck 2015: 7 f.; Fischer 2015: 833–836; Wagschal 2019: 821 f.; DRV 2022: 4–7).

Elementar für die Organisation des Sozialversicherungswesens ist die mit der Rechtsform der verschiedenen Sozialversicherungsträger als selbstständig öffentlich-rechtliche Körperschaften⁸³ einhergehende (iv) Selbstverwaltung, gemäß dem für den bundesdeutschen Sozialstaat maßgeblichen Prinzip der sozialen Selbstverantwortung. Die Selbstverwaltung räumt hierbei den unter staatlicher Aufsicht in Form des BMAS, BMG und BAS sowie der Versicherungsämter, Landesarbeitsministerien und Innenministerien (vgl. § 90 SGB IV) zum Zwecke der Sicherstellung der Einheit der Verwaltung, der Funktionssicherung sowie der Rechtsgewährleistung stehenden Sozialversicherungsträgern im Rahmen der im SGB gemachten Regelungen die Möglichkeit ein, die an sie delegierten Aufgaben im Sinne des öffentlichen Interesses eigenständig auszuführen. In diesem Rahmen führen spezielle Organe der Sozialversicherungsträger die selbstständige Verwaltung und Umsetzung der übertragenen Aufgaben aus.

⁸² Gleichzeitig existieren zwischen den Sozialversicherungen gegenseitige Beitragsverpflichtungen, gemäß denen etwa die BA im Fall der Arbeitslosigkeit Beiträge an die GKV, PV und DRV zahlt oder die DRV bei Renteneintritt für die Hälfte der Beiträge an die GKV aufkommt (Bäcker et al. 2010a: 302; DRV 2020b: 77).

⁸³ Wie Althammer und Lampert ausführen, eignet sich diese Rechtsform „besonders, um die Erfüllung der diesen Organisationen gesetzlich übertragenen hoheitlichen Aufgaben mit dem Prinzip der Selbstverantwortung zu vereinbaren. Denn dadurch wird es möglich, die Initiative und Sachkenntnis sozialer Gruppen sowie die Interessen dieser Gruppen zur Geltung zu bringen“ (2014: 253).

Hierzu werden die Organvertreter über die alle sechs Jahre stattfindenden Sozialversicherungswahlen⁸⁴ bestimmt, bei denen die Versicherten – wahlberechtigt sind versicherte Rentner und Arbeitnehmer, die am 2. Januar des Wahljahres das 16. Lebensjahr vollendet haben – und Arbeitgeber gemeinsam die von Gewerkschaften und den Arbeitgebervereinigungen auf den separaten Vorschlagslisten nominierten Kandidaten, welche ihrerseits nach erfolgter Wahl in der Vertreterversammlung den Vorstand bestellen. Im Rahmen der demokratisch verfassten Selbstverwaltung sollen nicht zuletzt eine Verbindung der Versicherten und Arbeitgeber ermöglicht, Erfahrungen und Bedarfslagen der Versicherten miteingepreist und Entscheidungen sozialkonform- und damit bedarfsgerecht vollzogen werden (Bäcker et al. 2010a: 300 f.; Althammer/Lampert 2014: 253; Keck 2015: 11–13; Gerlinger 2015: 747 f. u. 752–757; Beschorner 2015: 778–782; Boeckh et al. 2017: 184 f.).

Das letzte Prinzip, welches zumindest *de jure* als maßgeblich für die Gestaltung des Sozialversicherungssystems zu erachten ist, findet sich im Grundsatz und Gebot der (v) Wirtschaftlichkeit. So sind die gesetzlichen Sozialversicherungen gemäß den im SGB getroffenen Vorgaben dazu verpflichtet, die „[...] ihnen obliegenden Aufgaben unter Berücksichtigung der Grundsätze der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit“ (§ 69 Abs. 2 SGB IV) zu erfüllen und somit unter Einhaltung eines ausgeglichenen Haushalts zu operieren. Für die Sozialversicherungen resultiert hieraus der Zwang und die Notwendigkeit, die ihnen zur Verfügung stehenden Ressourcen in Form der Versichertenbeiträge bestmöglich (d. h. effizient) einzusetzen und den höchstmöglichen Wirkungsgrad der eingesetzten Mittel zu erzielen, um die Funktionsfähigkeit der Solidargemeinschaft zu sichern (Steinmeyer 2015: 19; Bräunig 2015: 908). Obgleich dieses Prinzip in enger Verbindung mit jenem der Selbstverwaltung und der damit einhergehenden finanziellen Selbständigkeit steht, muss vor allem auf Grund der sich verändernden demographischen Rahmenbedingungen (vgl. etwa Boeckh et al. 2017: 380–389; Armingeon 2019a: 386–392) insbesondere mit Blick auf die stetig ansteigenden Bundeszuschüsse zum Haushalt der DRV von einem zunehmenden Ungleichgewicht zwischen Einnahmen- und Ausgaben (DRV 2019: 239 u. 241) und einer somit immer stärkeren Aufweichung des qua Gesetz vorgegebenen Wirtschaftlichkeitsprinzips gesprochen werden.

⁸⁴ Hiervon ausgenommen ist die BA, bei welcher die Arbeitgeber und versicherten Arbeitnehmer sowie die öffentlichen Körperschaften zu gleichen Teilen vertreten sind und die Mitglieder des Verwaltungsrates nicht gewählt, sondern vom BMAS bestellt werden (vgl. §§ 371 u. 377 SGB III).

5.3.4.6 Transferleistungen

Mit den Leistungen im Rahmen der Kriegsopferversorgung oder der Sozialhilfe wurden bereits Formen von steuerfinanzierten Sozialtransferleistungen angesprochen, die zwar dem Modell des Versorgungsprinzips entsprechen und dem Fürsorgesystem zuzurechnen sind, aber im Kontext ihrer Ausgestaltung als Instrumente zur Mindestsicherung grundsätzlich einen dedizierten Teil der Grundsicherung darstellen (vgl. Kapitel 5.3.4.4). Daneben existieren weitere Formen von Transferleistungen, die auf Grund ihrer – im Gegensatz zur Mindestsicherung – expliziten Unterstützungsfunktion als eigenständiges sozialpolitisches Handlungsfeld betrachtet werden können. Zu nennen sind hierbei allen voran das (i) Elterngeld, (ii) Kindergeld, (iii) Wohngeld sowie die (iv) Ausbildungsförderung (Bäcker et al. 2010a: 66; Althammer/Lampert 2014: 259; Boeckh et al. 2017: 147 f.; Bahle 2019: 763).

Das Eltern-, Kinder- und Wohngeld stellen grundsätzlich fördernde Maßnahmen im Bereich der Familien- und Sozialpolitik dar, die als funktionell differenzierte Transferleistungen zur Unterstützung von Familien ausgelegt sind und als direkte finanzielle Zahlungen erfolgen. Diese steuerfinanzierten Transfers resultieren einerseits auf Grund ökonomischer Beweggründe – d. h. als Ausgleich der von Familien an die Gesellschaft erbrachten Leistungen (d. h. Humanvermögensproduktion) – und andererseits im Zuge sozialer Motive, wie etwa der Armutsbekämpfung oder dem Abbau von strukturellen Benachteiligungen und Ungleichheiten (Dallinger 2016: 148; Blum 2017: 300–302). Die Anspruchsvoraussetzung für diese Formen der Transferleistung resultiert zum einen aus dem Familienstatus (d. h. dem Vorhandensein von Kindern) und zum anderen aus der Einkommenssituation und der damit potentiell einhergehenden Bedarfslage. Dementsprechend haben Mütter und Väter als Alleinerziehende, als getrennt Erziehende oder als Elternpaar Anspruch auf (i) Elterngeld, sofern sie ihre Kinder selbst betreuen und erziehen, maximal 30 Wochenstunden erwerbstätig sind, mit den Kindern in einem gemeinsamen Haushalt leben und ihren ständigen Aufenthalt in der Bundesrepublik haben. Die in diesem Rahmen gewährten Leistungen belaufen sich auf 65–100 % des monatlichen Nettogehalts ohne Festsetzung einer Einkommensobergrenze, womit bis zu 1.800 EUR monatlich über einen Zeitraum von 14 Monaten in Anspruch genommen werden können (Dallinger 2016: 157; Althammer/Lampert 2014: 341 f.; Boeckh et al. 2017: 288; BMAS 2020d: 10–12). Unabhängig von den erzielten Nettoeinkünften erhalten einkommenssteuerpflichtige, im Inland wohnende Eltern (ii) Kindergeld als pauschale monetäre Zuwendung für (a) Kinder bis zum 18. Lebensjahr, (b) Kinder in Ausbildung bis zum 25. Lebensjahr sowie (c) arbeitslose Kinder bis zum 21. Lebensjahr. Die Höhe der Leistung ist gestaffelt nach der Anzahl der Kinder und beläuft sich Stand 2020 auf 219 EUR für das erste und zweite, 225 EUR für das dritte sowie 250

EUR für jedes weitere Kind pro Monat (Dallinger 2016: 148; Blum 2017: 311; Boeckh et al. 2017: 279; BMAS 2020d: 7–9).⁸⁵ Demgegenüber handelt es sich beim (iii) Wohngeld als steuerfinanziertem Sozialtransfer nicht um eine pauschale Leistung, sondern um eine Bezuschussung, bei welcher eine konkrete Bedürftigkeit – d. h. gemessen am Gesamteinkommen des Familienhaushaltes – vorliegen muss. Ziel des Wohngeldes ist es, für Personen und Personenhaushalte, die eine festgesetzte Einkommensuntergrenze in Abhängigkeit der jeweils geltenden Mietstufe unterschreiten, durch Mietzuschüsse für Mieter sowie Lastenzuschüsse für Eigentümer einen angemessenen und familiengerechten Wohnraum zu ermöglichen. Die Höhe der Zuschüsse richtet sich nach der Anzahl der zu berücksichtigenden Haushaltsmitglieder, wobei ein Anspruch bei gleichzeitigem Bezug von Leistungen im Rahmen der Grundsicherung nicht besteht. Die mittels der im Rahmen des Wohngeldes gewährten Zuschüsse drücken nicht zuletzt den Willen des Sozialstaates aus, bedürftigen Bürgern über die hierdurch erhöhte Leistbarkeit angemessenen Wohnraums eine menschenwürdige Existenz und damit ein zentrales Grundrecht zu verwirklichen (Bäcker et al. 2010a: 352–355; Althammer/Lampert 2014: 343 f.; Boeckh et al. 2017: 278; BMAS 2020d: 181–183).

Im Vergleich zu den Sozialtransferleistungen in Gestalt des Eltern-, Kinder- und Wohngeldes stehen im Falle der (iv) Ausbildungsförderung neben ökonomischen und sozialen Beweggründen auch arbeitsmarktpolitische Motive im Zentrum. Sowohl die Volkswirtschaft als auch der in ihr aufgehende Sozialstaat eines Landes müssen darauf bedacht sein, dass möglichst viele erwerbsfähige Personen einer Beschäftigung nachgehen, hängt doch hiervon nicht zuletzt die Fähigkeit der Menschen ab, ihre eigene Existenz zu sichern. Wie Althammer und Lamprecht konstatieren, zielt die Ausbildungsförderung nicht nur darauf ab, die (materielle) Chancengleichheit von Jugendlichen auf dem Arbeitsmarkt durch die Vermittlung einer beruflichen und akademischen Ausbildung zu erhöhen, um damit dem Recht auf Bildung zu entsprechen. Auch ist sie eine wesentliche Voraussetzung dafür, dass Kinder und Jugendliche die Grundrechte der freien Entfaltung der Persönlichkeit sowie der freien Berufs- und Arbeitsplatzwahl wahrnehmen können (Althammer/Lampert 2014: 344). In diesem Sinne hat eine Person, die eine laut § 57 SGB III förderungsfähige Berufsausbildung absolviert, Anspruch auf finanzielle Unterstützungsleistungen in Form der Berufsausbildungsbeihilfe (§ 56 SGB III), sofern dem Anspruchsberechtigten „[...] die für seinen Lebensunterhalt und seine Ausbildung erforderlichen Mittel

⁸⁵ Daneben existieren in Form des Unterhaltsvorschusses und des Kinderzuschlags noch zwei weitere Kategorien des Kindergeldes, die bei Ermangelung des gesamten Familieneinkommens für die Sicherung der Grundbedürfnisse von Kindern gewährt werden (vgl. BMAS 2020d: 15–17), aber auf Grund des hiermit verfolgten Ziels einer Mindestsicherung mehr im Kontext der Grundsicherung als sozialpolitischem Handlungsfeld zu verorten sind, als im Bereich der Transferleistungen mit Unterstützungsfunktion (vgl. Bahle 2019: 763).

anderweitig nicht zur Verfügung stehen“ (§ 1 BAföG). Im Rahmen der so gewährten Berufsausbildungsbeihilfe erhalten anspruchsberechtigte Personen steuerfinanzierten Zuschüsse zum Lebensunterhalt, den Mietkosten sowie für ausbildungsbedingt anfallende Fahrtkosten (vgl. §§ 62–64 SGB III). Darüber hinaus wird eine weitere Förderungsart im Rahmen des BAföG an Praktikanten sowie Studierende an höheren Fachschulen, Akademien und Hochschulen in Gestalt einer hybriden Unterstützungsleistung gewährt, bei welcher die ausbildungsrelevanten Kosten sowie die Kosten des Lebensunterhalts je zur Hälfte mittels finanzieller Transferleistung sowie durch ein zinsloses Darlehen bezuschusst werden (vgl. § 17 BAföG).

5.3.4.7 Sozialwesen

Eine weitere wichtige Säule des bundesdeutschen Wohlfahrtsstaates und damit ein entscheidendes sozialpolitisches Handlungsfeld findet sich mit dem Sozialwesen, welches im vorliegenden Kontext als die Gesamtheit der hierin subsumierten sozialen Dienste verstanden wird. Ausgangslage und Objekt der sozialen Dienste ist das Vorhandensein von Problemen, d. h. der konkreten Hilfsbedürftigkeit von Menschen auf Grund besonderer, außergewöhnlicher Notlagen (z. B. Unfall oder Erkrankung) sowie im Zuge der mit bestimmten Lebenslagen und -abschnitten potentiell einhergehenden Unwägbarkeiten (z. B. Arbeitslosigkeit oder Pflegebedürftigkeit im Alter), womit sie sich als Reaktion auf soziale Probleme auffassen lassen (Bäcker et al. 2010b: 505; Hartmann 2011: 77). Hierbei können sie „[...] in funktionaler Hinsicht als soziale Dienstleistungen verstanden werden, die auf persönlicher Basis, also als Interaktion zwischen Anbieter und Empfänger, erbracht werden“ (Schmid 2011: 119). Auf Grund des altruistischen, in der Regel nicht auf Gewinn ausgerichteten, sondern am Gemeinwohl orientierten Charakters, des damit einhergehenden Risikos eines Marktversagens und der integralen Rolle für die Solidargemeinschaft und die Wohlfahrtsgesellschaft, stellen sie gesetzlich streng regulierte und institutionalisierte Gebilde dar, die in der Regel öffentlich, d. h. aus Steuermitteln sowie durch die Sozialversicherungen finanziert werden. Aus einer institutionellen Logik operierend können folglich alle Ämter, Verbände, Behörden, Unternehmen und soziale Einrichtungen als soziale Dienste aufgefasst werden, die Menschen in Notlagen Hilfestellungen durch soziale Dienstleistungen in Form von Beratungs-, Betreuungs-, Erziehungs-, Pflege- und Therapieangeboten innerhalb eines betriebswirtschaftlichen Kontextes gewähren mit dem Ziel, deren soziale Handlungskompetenz zu stärken, um ihnen hierdurch eine weitestgehend uneingeschränkte Teilhabe am gesellschaftlichen Leben zu ermöglichen (Bahle 2007: 34–36; Bäcker et al. 2010b: 507; Hartmann 2011: 77; Schmid 2011: 119; Grunow 2011: 240).

Innerhalb des deutschen Sozialstaates existiert in Abhängigkeit der jeweiligen Bedarfslagen sowie der Adressaten eine große Bandbreite an sozialen Diensten, wobei sich die Zielgruppen aus Kinder und Jugendlichen, Familien, Frauen, älteren Menschen, Arbeitnehmern, Arbeitslosen, Asylsuchenden, körperlich und psychisch Kranken und Pflegebedürftigen, Behinderten und Suchtkranken zusammenstellen (vgl. Bäcker et al. 2010b: 517). Die von den öffentlichen Trägern und Wohlfahrtsverbänden als soziale Dienste erbrachten Hilfen insbesondere in Form der Kinder- und Jugendhilfe, der Altenhilfe, der Behindertenhilfe, der Schuldnerberatung oder der Suchtkrankenhilfe, stellen auf Grund ihrer gesamtgesellschaftlichen Relevanz und Expertise bei der Bereitstellung nicht nur eine elementare Ergänzung im sozialstaatlichen Gefüge dar; sie sind als zentraler Akteur der Sozialpolitik sowohl Verwirklichung der innerstaatlichen Verantwortungs- und Aufgabenteilung als auch Ausdruck der sozialen Selbstverantwortung sowie des Subsidiaritätsprinzips im politischen Mehrebenensystem (Bäcker et al. 2010b: 534–536; Schmidt 2010: 911 f.; Evers et al. 2011a: 20; Reiter 2017b: 61; Spannagel 2017: 124; Blum 2017: 314 f.; Strünck 2018: 129–131; Klenk 2019: 79).⁸⁶

5.3.4.8 Berufsständische Systeme

Das diesen Überblick abschließende sozialpolitische Handlungsfeld und damit auch die letzte Säule des Sicherungssystems stellen mit Blick auf den Bereich der Alterssicherung die berufsständischen Versorgungssysteme dar. Grundlage dieser als getrennt von den restlichen Handlungsfeldern zu erachtenden berufsständischen Versorgungssysteme ist der Umstand, dass für bestimmte Berufsgruppen eine alternative Form der Alterssicherung praktiziert wird, womit die generelle Versicherungspflicht innerhalb der DRV nicht zum Tragen kommt (DRV 2020b: 43 f.). Dies betrifft Beamte sowie Angehörige der kammerfähigen freien Berufe (siehe unten), deren Altersversorgung über die (i) Beamtenversorgung respektive die (ii) berufsständische Versorgung gewährleistet wird (Bäcker et al. 2010a: 66).

Im Rahmen der Beamtenversorgung erfolgt die Alterssicherung der im öffentlichen Dienst arbeitenden Beamten, Richter und Berufssoldaten durch den jeweiligen Dienstherrn (Bund, Länder, Gemeinden und öffentlich-rechtliche Körperschaften), dem es – gemäß dem auf dem Treueverhältnis zwischen Staat und Beamten basierenden Alimentationsprinzip – obliegt, dafür Sorge zu tragen, dass der Lebensunterhalt seiner Beamten sowie deren Angehörigen in angemessenem Umfang durch Dienst- und Versorgungsbezüge gesichert ist (Bäcker et al. 2010b: 459; Benz 2015: 8). Hierbei wird die Beamtenversorgung, die auf dem im Grundgesetz

⁸⁶ Ein Überblick zur Ausgestaltung sozialer Dienste sowie zu deren gesellschaftlicher und rechtlicher Verankerung im deutschen Sozialstaat findet sich umfassend bei Evers et al. (2011b) sowie Bäcker et al. (2010b: 505–604).

verankerten Berufsbeamtentum gründet (vgl. Art. 33 Abs. 5 GG), für die Beamten des Bundes im Rahmen des Beamtenversorgungsgesetzes (BeamtVG) und für die Beamten der Länder und Gemeinden seit der Föderalismusreform im Jahr 2006 durch Landesgesetze geregelt. Unabhängig von den Regelungen von Bund und Ländern resultiert aus dem Treueverhältnis neben der unmittelbaren Sicherung des Lebensunterhalts ebenso die Pflicht des Dienstherrn zur Sicherung der Beamten vor den bereits genannten Wechselfällen des Lebens. Dementsprechend umfasst die Beamtenversorgung die Unfallfürsorge, die Zahlung von Hinterbliebenenrenten, Beihilfeleistungen bei Krankheit und Pflegebedürftigkeit sowie Alterspensionen im Form des Ruhegehalts, womit eine vollumfängliche soziale Sicherung der Beamten erbracht wird (Benz 2015: 10; Bäcker et al. 2010b: 460 f.).⁸⁷ Die Finanzierung erfolgt im Gegensatz zu dem bei den gesetzlichen Sozialversicherungen praktizierten Umlageverfahren durch die von Bund, Ländern und Gemeinden erhobenen Steuergelder. Daneben existieren einerseits zur Überbrückung von Versorgungsengpässen die Versorgungsrücklage des Bundes und andererseits der Versorgungsfonds des Bundes zur Finanzierung der Pensionen der seit 1. Januar 2007 eingestellten Beamten (vgl. BMI 2020; BVA 2018).

Der zweite Flügel der berufsständischen Systeme besteht in der berufsständischen Versorgung respektive den berufsständischen Versorgungswerken, in denen Angehörige bestimmter kammerfähiger freier Berufe⁸⁸ hinsichtlich Alter, Invalidität und Tod abgesichert werden. Dementsprechend bieten die berufsständischen Versorgungswerke als eigenständiges, öffentlich-rechtliches Sicherungssystem den hierbei pflichtversicherten Mitgliedern nicht nur eine Alters- sondern auch eine Invaliditäts- und Hinterbliebenenversorgung an.⁸⁹ Obgleich für Angehörige der hiervon erfassten freien Berufe eine Versicherungspflicht vorliegt (vgl. § 6 Abs 1 SGB VI), handelt es sich bei den berufsständischen Versorgungswerken nicht um Sozialversicherungen im bereits diskutierten Sinne, womit sie keinerlei Bundesgarantien- oder -zuschüsse erhalten, wohl aber der Rechts- und Versicherungsaufsicht der Länder unterstehen. Die Versorgungswerke sind vielmehr als solidarische Versicherungseinrichtungen zu klassifizieren, die vom jeweiligen Berufsstand repräsentativ-demokratisch verwaltet und getragen, und von den in ihnen assoziierten Mitgliedern durch Beitragszahlungen finanziert wird. Kennzeichnend sind

⁸⁷ Neben der generellen Versorgung ist in der Beamtenversorgung ebenfalls eine Grundsicherung, d. h. ein Anspruch auf Mindestversorgung miteinbegriffen, bei der Beamten, die nach fünf Jahren Dienstzeit erwerbsunfähig werden, Leistungen in Höhe von „35 % der ruhegehaltstfähigen Dienstbezüge oder 65 % der Endstufe in der Besoldungsgruppe A4“ (Bäcker et al. 2010b: 461) zustehen (vgl. § 14 Abs 4 BeamtVG).

⁸⁸ Ausgehend von der rechtlichen Definition freier Berufe (vgl. § 18 Abs. Nr. 1 EStG) zählen hierzu Ärzte, Apotheker, Architekten, Tierärzte, Zahnärzte, Notare, Rechtsanwälte, Steuerberater und Steuerbevollmächtigte, Wirtschaftsprüfer und vereidigte Buchprüfer sowie Ingenieure und Psychotherapeuten (vgl. ABV 2020).

⁸⁹ Hiervon zu unterscheiden ist die betriebliche Altersvorsorge, bei welcher sich Angestellte zusätzlich zur DRV freiwillig versichern können (vgl. hierzu Bäcker et al. 2010b: 448–453; Wiß 2011: 207–220; DRV 2020a).

neben der berufsständischen Selbstverwaltung ferner – und im Gegensatz zur DRV – die Finanzierung der hieraus resultierenden Anwartschaften gemäß dem Äquivalenzprinzip und auf Grundlage des Kapitaldeckungsverfahrens (Wirth/Müllenmeister-Faust 2009: 211; Benölken/Bröhl 2018: 99; Hirschberg 2011: 165 f.; ABV 2020).

5.3.5 Finanzielle Dimension der Sozialstaatlichkeit

Nach der qualitativen Darstellung der Grundzüge des bundesdeutschen Wohlfahrtsstaates, seiner verfassungsrechtlichen Verankerung, der ihn bestimmenden Gestaltungsprinzipien, der verschiedenen, aus dem politischen Mehrebenensystem resultierenden Regelungskompetenzen sowie der zentralen sozialpolitischen Handlungsfelder und damit zeitgleich der ihn konstituierenden Säulen, mangelt es diesem Überblick noch einer quantitativen Beschreibung und Einordnung der Sozialstaatlichkeit, d. h. einem Maß, nach welchem sich der Umfang und die Größenordnung der mit ihr einhergehenden Maßnahmen und Instrumente bestimmen lässt.

Wie Schmidt ausführt, lassen sich hierfür mehrere Optionen heranziehen: (i) mittels des Anteils sozialrechtlicher Bestimmungen am Gesamtbestand an Vorschriften; (ii) über die von Alber 1982 für den Vergleich von Wohlfahrtsstaaten vorgeschlagene Relation zwischen der Anzahl an den von sozialpolitischen Maßnahmen tangierten Personen und der Gesamtbevölkerung eines Landes (vgl. Alber 1987); (iii) anhand der Größe und Relation der sogenannten Sozial- oder Wohlfahrtsstaatsklientel, d. h. jener Teil der Wohnbevölkerung, der nicht nur einen Rechtsanspruch auf Sozialleistungen hat, sondern seinen Lebensunterhalt vorrangig aus diesen bestreitet und dem folgerichtig als Versorgungsklasse ein großes Gewicht hinsichtlich politischer Wahlen zukommt; und schließlich (iv) unter Zuhilfenahme der Sozialleistungsquote, also dem prozentualen Anteil und damit dem Verhältnis der öffentlichen Sozialausgaben am Bruttonationaleinkommen⁹⁰ (vormals Bruttosozialprodukt) innerhalb einer Abrechnungsperiode einer Volkswirtschaft (vgl. Schmidt 2007a: 423; 2010: 736 u. 741; 2012: 31 f.).

Da die Sozialleistungsquote nicht nur das gängigste Maß zur Ermittlung des Umfangs von Sozialstaatlichkeit bietet (Schmidt 2007a: 423), sondern darüber hinaus zugleich auch die finanzielle Dimension der Sozialleistungen hinsichtlich der anfallenden Kosten und des (potentiell) gestifteten Nutzens veranschaulicht, wird im Folgenden explizit hierauf Bezug genommen. In diesem Kontext veröffentlicht das BMAS im Zuge der turnusmäßigen Rechenschaftslegung der Bundesregierung im Rahmen der Sozialberichtserstattung seit 1968 Informationen

⁹⁰ So legt etwa das BMAS nicht das Bruttonationaleinkommen, sondern das Bruttoinlandsprodukt für die Berechnung der Sozialleistungsquote zugrunde (vgl. BMAS 2019b: 8).

über die Art und den Umfang der jährlich getätigten öffentlichen Sozialleistungen innerhalb der Bundesrepublik (vgl. BMAS 2017b: 8). Die verschiedenen Aufwendungen von Seiten des Staates, der Arbeitgeber sowie der Arbeitnehmer werden hierbei nach den jeweiligen Sozialleistungssystemen gegliedert und ergeben in aggregierter Form das Sozialbudget. Das Sozialbudget ist nach den wesentlichen Maßgaben der Europäischen Kommission zur Vereinheitlichung der Berichterstattung strukturiert, weshalb die einzelnen Sozialleistungen nach Art, Institution und Funktion aufgeschlüsselt werden. Ausgehend vom kumulierten Sozialbudget und dessen Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt resultiert sodann die Sozialleistungsquote als primäre Kennzahl der Sozialstaatlichkeit, die sich sowohl für den internationalen als auch den intertemporalen Vergleich heranziehen lässt (Schmidt 2007a: 423 f.; 2010: 723 u. 736; Bäcker et al. 2010a: 105–107; Althammer/Lampert 2014: 425 f.; BMAS 2017b: 187–189).

Indes ist hervorzuheben, dass das Konzept der Sozialleistungsquote als quantitativ-monetärer Ausdruck von Sozialstaatlichkeit auch Einschränkungen unterliegt. Zwar gibt das Sozialbudget Aufschluss über den im Rahmen des Sozialsystems getätigten Input, nicht aber über das eigentliche Resultat, d. h. den tatsächlich gestifteten Nutzen, die Qualität oder die Wirksamkeit der erbrachten Leistungen. Ebenso gibt die Sozialleistungsquote lediglich den aggregierten Zahlungsstrom wieder und orientiert sich daher nicht an den tatsächlich vollzogenen Sozialausgaben pro Leistungsempfänger. Demgemäß eignet sie sich nur bedingt für den Vergleich verschiedener Wohlfahrtsstaaten, da wohlhabendere Länder trotz niedrigerer Sozialleistungsquoten durchaus höhere Sozialausgaben pro Kopf aufweisen können und vice versa. Auch ist die Aussagekraft der Bruttosozialleistungsquote dahingehend verzerrt, dass sie weder direkte noch indirekte Besteuerungsformen der Sozialeinkommen berücksichtigt und sozialwirksame Steuererleichterungen sowie gesetzlich vorgeschriebene private und freiwillige private Sozialausgaben nicht erfasst. Findet jedoch eine Berücksichtigung dieser Größen wie etwa im Rahmen jüngerer Forschungsansätze der OECD statt (vgl. Adema et al. 2011), erhält man mit der Nettosozialleistungsquote einen detaillierteren, d. h. näher an den realen Verhältnissen liegenden Eindruck der erbrachten Sozialleistungen und damit ein Maß für die den Empfängern tatsächlich zur Verfügung stehenden monetären Mittel (Schmidt 2007a: 425–429; Bäcker et al. 2010a: 107; Obinger/Obinger-Gindulis 2013: 293 f.).⁹¹

⁹¹ In dieser Hinsicht stellt die jährlich erhobene Sozialleistungsquote einen Mischtyp dar, der zwar deutlich hin zur Bruttoquote tendiert, in begrenztem Maße aber auch Aspekte der Nettoquote miteinschließt. So finden neben Steuererleichterung – bspw. in Form des Familienausgleichs – auch in Teilen private freiwillige Sozialausgaben in Gestalt privater Altersvorsorgeaufwendungen Beachtung (vgl. Schmidt 2007a: 428 f.; BMAS 2020c: 9).

Hiervon ausgehend gibt Tabelle 2 einen Überblick über die Entwicklung der Sozialleistungsquote, des Bruttoinlandsproduktes sowie des aggregierten Sozialbudgets seit 1950 und zeigt die zentralen Institutionen des bundesdeutschen Sicherungssystems einschließlich der in ihrem Kontext getätigten jährlichen Sozialausgaben gemäß der offiziellen Sozialberichtserstattung des BMAS für das deutsche Bundesgebiet seit der Wiedervereinigung, d. h. ab dem ersten gemeinsamen konsolidierten Berichtsjahr 1991. Die Aufschlüsselung des aggregierten Sozialbudgets gibt darüber Auskunft, welche Relevanz den einzelnen Institutionen und Instrumenten hinsichtlich der sozialen Sicherung – gemessen an ihren jeweiligen Anteilen an den Sozialausgaben – zukommt. Hinsichtlich der Relevanz der einzelnen Institutionen respektive der sechs verschiedenen im Sozialbudget subsumierten Sicherungssysteme zeigt sich, dass die Sozialversicherungssysteme hierbei den größten Posten einnehmen und im Jahr 2019 für 60,22 % der Sozialausgaben verantwortlich waren, gefolgt von den Förder- und Fürsorgesystemen mit 18,53 %, den Arbeitgebersystemen mit 9,95 %, den Systemen des öffentlichen Dienstes mit 8,07 %, den Sondersystemen mit 3,66 % sowie den Entschädigungssystemen mit 0,25 %. Diese Größenverhältnisse sind wenig überraschend, ist doch – wie bereits mehrfach gezeigt – die starke Betonung der Sozialversicherungen ein sich durch die Geschichte des deutschen Wohlfahrtsstaates spannendes Charakteristikum und systembestimmendes Merkmal und damit eine Bestätigung der zuvor vollzogenen qualitativen Einordnung. Auch ein Vergleich der Relationen über den Zeitverlauf seit 1991 zeigt, dass sich die Größenverhältnisse⁹² nicht grundlegend verändert haben: So ist etwa der Anteil der Systeme des öffentlichen Dienstes und der Arbeitgebersysteme annähernd gleichgeblieben. In der Tat zeigen sich teils deutliche Unterschiede hinsichtlich der institutionell zurechenbaren Sozialausgaben: Betrug der Anteil der Sondersysteme am Sozialbudget noch im Jahr 1991 lediglich 0,90 %, steigerte sich dieser im Jahr 2010 auf 3,62 % und ist seitdem nahezu konstant. Auch die Förder- und Fürsorgesysteme sind seit dem Jahr 1991 von ehemals 14,07 % auf 18,54 % im Jahr 2019 merklich angewachsen, während der Anteil der Sozialversicherungssysteme an den Sozialausgaben im gleichen Zeitraum um 3,76 % gesunken ist. Allerdings beruhen diese Veränderungen in erster Linie auf methodologischen Anpassungen im Kontext der Sozialberichterstattung. So ist bspw. der steigende Anteil der Sondersysteme primär auf die Miteinbeziehung der Ausgaben im Rahmen der privaten Kranken- und Pflegeversicherungen in das Sozialbudget ab dem Jahr 2010 zurückzuführen.

⁹² Eine Ausnahme stellen hierbei die Entschädigungssysteme dar, die mit einem ursprünglichen Anteil in Höhe von 2,2 % am Sozialbudget im Jahr 1991 sukzessive an fiskalischer Bedeutung verlieren.

Tab. 2: Finanzielle Indikatoren der Sozialstaatlichkeit (1950–2019)⁹³

	1950 ⁽¹⁾	1970 ⁽²⁾	1991 ⁽³⁾	2000	2010	2019
Sozialleistungsquote (in %)	17,10*	20,24	24,90	28,81	30,03	30,13
	<i>in Mrd. EUR</i>					
Bruttoinlandsprodukt	49,69	360,60	1.585,80	2.109,09	2.564,40	3.473,40
Aggregiertes Sozialbudget⁽⁴⁾	8,50	77,99	394,92	607,6	770,1	1.046,43
1 Sozialversicherungssysteme			252,67	396,71	471,29	630,17
1.1 Rentenversicherung			133,18	217,43	253,73	329,99
1.2 Krankenversicherung			92,68	132,08	173,88	250,48
1.3 Pflegeversicherung			–	16,67	21,48	42,44
1.4 Unfallversicherung			7,64	10,83	12,06	14,43
1.5 Arbeitslosenversicherung			35,64	49,70	36,17	28,19
2 Sondersysteme			3,57	5,74	27,88	38,27
2.1 Alterssicherung der Landwirte			2,46	3,27	2,95	2,89
2.2 Versorgungswerke			1,11	1,96	4,32	7,12
2.3 Private Altersvorsorge			–	–	0,16	0,70
2.4 Private Krankenversicherung			–	–	19,65	25,76
2.5 Private Pflegeversicherung			–	0,51	0,80	1,81
3 Systeme des öffentlichen Dienstes			35,64	51,67	60,01	84,40
3.1 Pensionen			23,31	34,94	43,87	62,86
3.2 Familienzuschläge			5,87	7,08	3,25	4,09
3.3 Beihilfen			6,46	9,65	12,89	17,45
4 Arbeitgebersysteme			41,29	52,20	66,64	104,13
4.1 Entgeltfortzahlung			23,42	27,31	32,79	61,02
4.2 Betriebliche Altersversorgung			10,55	15,61	21,94	28,10
4.3 Zusatzversorgung			5,96	8,19	10,69	13,73
4.4 Sonstige Arbeitgeberleistungen			1,30	1,09	1,22	1,29
5 Entschädigungssysteme			8,74	6,44	3,23	2,62
5.1 Soziale Entschädigung			6,50	4,47	1,97	0,79
5.2 Lastenausgleich			0,48	0,13	0,03	0,01
5.3 Wiedergutmachung			0,97	1,20	0,90	1,26
5.4 Sonstige Entschädigungen			0,79	0,63	0,33	0,56
6 Förder- und Fürsorgesysteme			55,57	100,25	149,01	194,00
6.1 Kindergeld und Familienausgleich			10,44	33,14	41,96	47,26
6.2 Erziehungsgeld / Elterngeld			3,23	3,73	4,78	7,79
6.3 Grundsicherung für Arbeitssuchende			–	–	46,38	43,33
6.4 Arbeitslosenhilfe / Arbeitsförderung			9,04	15,09	0,55	1,07
6.5 Ausbildungs- und Aufstiegsförderung			1,33	0,88	2,19	2,14
6.6 Sozialhilfe			18,10	25,76	25,61	41,04
6.7 Kinder- und Jugendhilfe			10,90	17,33	25,65	50,33
6.8 Wohngeld			2,53	4,32	1,91	1,03

* Sämtliche Werte auf zweite Nachkommastelle gerundet

(1) Früheres Bundesgebiet ohne West-Berlin und das Saarland; (2) früheres Bundesgebiet einschließlich West-Berlins und des Saarlandes; (3) Daten ab 1991 für das wiedervereinigte Bundesgebiet; (4) Diskrepanz zwischen Sozialbudget und Gesamtleistungen auf Grund fehlender institutioneller Verrechnung.

Eigene Darstellung, basierend auf: Bundesregierung (1971: 72), StBA (2020a: 1 f.) und BMAS (2022: 7 u. 12).

Analog hierzu ist auch der Anstieg der Förder- und Fürsorgesysteme zu erklären, da die Grundsicherung für Arbeitssuchende und die Arbeitslosenhilfe sowie die Arbeitsförderung bis zur Sozialberichterstattung 2007 in der Ausgabengruppe der Sozialversicherungssysteme erfasst wurden (BMAS 2020c: 4 f.). Verrechnet man diese Werte nachrichtlich, so zeigt sich auch hier, dass die Relationen überwiegend konstant geblieben sind. Hinsichtlich der Bedeutung von

⁹³ Wegen der Vorläufigkeit der entsprechenden Kennzahlen für die Jahre 2020 bzw. 2021 sowie auf Grund der Tatsache, dass beide Haushaltsjahre im Zeichen der pandemiebedingten Krisenmechanismen als sozialleistungstechnische Ausnahmesituationen gewertet werden müssen, wurden die Werte des Jahres 2019 als Grundlage für den hier angestrebten Vergleich herangezogen.

Notlagen und deren Absicherung lässt sich ausgehend vom Sozialbudget folgern, dass innerhalb der deutschen Gesellschaft den Themen Alter und Krankheit die mit weitem Abstand größte Bedeutung beigemessen wird. So stellten im Jahr 2019 allein die DRV und die GKV einen Anteil von 31,53 % bzw. 23,93 % des Sozialbudgets und sind damit für mehr als die Hälfte der öffentlichen Sozialausgaben verantwortlich. Bezieht man des Weiteren die Leistungen für Alter und Gesundheit der anderen Systeme mit ein, rechnet somit die Ausgaben der (a) Sondersysteme abzüglich der privaten Pflegeversicherung, der (b) Systeme des öffentlichen Dienstes abzüglich der Familienzuschläge sowie der (c) Arbeitgebersysteme im Rahmen der Entgeltfortzahlung und der betrieblichen Altersversorgung hinzu, so wachsen diese Ausgaben auf etwa 786 Mrd. EUR und damit auf einen Anteil in Höhe von rund 75 % des Sozialbudgets.

Ausgehend von einer Sozialleistungsquote in Höhe von etwa 17 % im Jahr 1950 zeigt sich schließlich, dass sich mit dem im Bruttoinlandsprodukt ausgedrückten steigenden Wohlstand der deutschen Volkswirtschaft auch das aggregierte Sozialbudget und somit das finanzielle Ausmaß der Sozialstaatlichkeit innerhalb der Bundesrepublik vergrößert hat, um im Jahr 2019 auf einen Wert von rund 30 % anzusteigen. Aufschlussreich ist insbesondere der Vergleich zwischen den Wachstumsraten des Bruttoinlandsprodukts und der Sozialleistungsquote: Während sich etwa das Bruttoinlandsprodukt Westdeutschlands zwischen 1950 und 1990 um mehr als 2.600 % vergrößert hat, wurden die Sozialausgaben im gleichen Zeitraum um beinahe 3.700 % ausgedehnt, womit die Steigerungsrate der Sozialausgaben mit rund 42 % überproportional größer war als jene des Wirtschaftswachstums (Bundesregierung 1971: 72; StBA 2020a: 1; BMAS 2022: 7). Die wesentliche Implikation, die aus dieser Entwicklung resultiert, ist nicht nur, dass die Sozialstaatlichkeit in finanzieller Hinsicht angewachsen ist, sondern auch, dass sich der hiermit einhergehende Ausbau im Bereich der Leistbarkeit bewegt und mit zunehmendem Wohlstand positiv korreliert. Im gleichen Zuge verweist die umfassende Ausdehnung des Sozialbudgets von beinahe einem Drittel der jährlichen Wirtschaftsleistung aber einerseits auch auf die Frage der künftigen Leistbarkeit (vgl. Althammer/Lampert 2014: 444), andererseits auf die Tatsache, dass der Sozialstaat mit seinen Sozialausgaben weit über dem Durchschnitt der OECD-Länder in Höhe von 20 % liegt (OECD 2019: 104 f.) – ein Faktum, das zwar den gesellschaftlichen Wert sozialstaatlicher Leistungen widerspiegeln mag, nicht aber zwangsläufig auf deren Effizienz oder gar die Nachhaltigkeit des Systems hindeutet, da auch eine nachteilige Kostenstruktur etwa im Bereich des Gesundheitswesens bereits einen wesentlichen Faktor für ein extensives Sozialbudget darstellen könnte, ohne dabei zugleich in einem höheren Leistungsniveau zu münden (Bäcker et al. 2010a: 107).

6 Schlussfolgerungen

Wie in Kapitel 3 gezeigt, stellt die im 19. Jahrhundert insbesondere in Europa und Nordamerika flächendeckend einsetzende Industrialisierung einen vielschichtigen Prozess innerhalb der jüngeren und jüngsten Geschichte dar. Er resultierte in erster Linie aus Änderungen in den produktionstechnischen und wirtschaftlichen Bedingungen, beschränkte sich jedoch keineswegs auf diese Bereiche. Vielmehr betrafen die mit der Industrialisierung einhergehenden transformativen Effekte bis ins 20. Jahrhundert sukzessive sämtliche volkswirtschaftlichen Sektoren und erfassten zudem auch die Sphäre des Gesellschaftlichen und Politischen. Dabei fiel sie zeitlich mit zwei der großen Krisenerscheinungen des 18. und 19. Jahrhunderts zusammen: dem Pauperismus und der Sozialen Frage. Die Industrialisierung stellte indes nicht den Auslöser des Pauperismus dar, verschärfte diesen aber kurzfristig für die hiervon Betroffenen, nur um ihn durch die aus ihr resultierende wachsende Nachfrage nach Arbeitskräften und das ansteigende Lohnniveau langfristig abklingen zu lassen. Demgegenüber stellte sie – wie in Kapitel 4 dargestellt – in der Tat einen der wesentlichen Faktoren für das Entstehen der Sozialen Frage dar, bei der vor allem die neuen Produktions-, Arbeits-, Wohn- und Lebensbedingungen in den sich urbanisierenden Zentren und der sich hierdurch bildenden neuen Arbeiterklasse in Form des Proletariats zu sozialen und letztlich auch politischen Spannungen führten, die es zur Bewahrung der Integrität des jungen Deutschen Kaiserreiches zu bewältigen galt. Die Versuche der Monarchie zur Lösung der Sozialen Frage und des zeitgleich entstehenden Konfliktes mit der Arbeiterschaft und der Sozialdemokratie sollten sich hierbei aber nicht nur auf repressive Mittel beschränken, sondern in der Schaffung eines Sozialversicherungssystems zur Integration derselben münden. Mit diesem Ansatz stellte das Kaiserreich die erste Nation mit sozialem Antlitz und damit den eigentlichen Pionier des Wohlfahrtsstaates dar. Dergestalt lässt sich konstatieren, dass das Industrialisierungsphänomen und die Genese des Sozialstaates nicht nur zeitlich zusammenfallen, sondern auch in einer kausalen Beziehung zueinander stehen: Der mit der Industrialisierung einhergehende ökonomische, gesellschaftliche und politische Wandel lässt sich im Rahmen der Sozialen Frage des 19. Jahrhunderts als eine wesentliche Triebfeder der sozialstaatlichen Programme betrachten, an deren Ende das kaiserliche Sozialversicherungssystem als geglückter Kompromiss zwischen Kapital und Arbeit stand. Zu Recht kann die Industrialisierung folglich als Motor der wohlfahrtsstaatlichen Entwicklung betrachtet werden.

Im Rahmen des fünften Kapitels konnte veranschaulicht werden, dass der sich ab 1945 in der Bundesrepublik Deutschland entwickelnde Sozialstaat zweifelsohne in mancherlei Hinsicht aus der historischen Tradition seiner beiden Vorgänger in Gestalt des Deutschen

Kaiserreichs und der Weimarer Republik schöpft. Gleichwohl unterscheidet er sich von diesen insbesondere durch seinen umfassenden, auf die demokratischen und sozialen Grundwerte verpflichteten Charakter, dessen Zielsetzung auf die Achtung der Menschenwürde und die Gleichberechtigung seiner Mitglieder ausgerichtet ist. Dieser umfassende Charakter begründet sich vor allem auf der weitreichenden Miteinbeziehung von als sozialpolitisch relevant erachteten Handlungsfeldern und der hierbei zum Tragen kommenden Instrumente, die im Kern eine möglichst lückenlose Abdeckung vor den Wechselfällen des Lebens unter Berücksichtigung der Gestaltungsprinzipien in Form der Solidarität, Subsidiarität und der sozialen Selbstverantwortung gewährleisten sollen. Schließlich veranschaulicht die in diesem Kontext vollzogene Aufschlüsselung des Sozialbudgets einerseits, dass die gesetzlichen Sozialversicherungszweige noch immer die wichtigsten Instrumente des Sozialstaates darstellen. Andererseits zeigt sich mit einer Sozialleistungsquote von rund 30 % im Jahr 2019, dass der Sozialstaat sowohl seit seiner Gründung als auch im OECD-Vergleich eine beispiellose Ausdehnung erreicht hat, was insbesondere die Frage der zukünftigen Leistbarkeit im Lichte der bereits heute ersichtlichen Herausforderungen (z. B. Alterung der Bevölkerungsstruktur) aufwirft.

Teil 2: Die Digitalisierung und das Konzept der Industrie 4.0

7 Einleitende Hinweise

Nachdem der vorangegangene Teil die Industrialisierung, die Entstehung und Entwicklung des deutschen Wohlfahrtsstaates sowie die gegenwärtige Verfasstheit des bundesdeutschen Sozialstaates zum Gegenstand hatte, wird im Folgenden eine ausführliche Darstellung der beiden für die Fragestellung zentralen Kategorien der digitalen Transformation in Gestalt der Digitalisierung und Industrie 4.0 erarbeitet. Eine detaillierte und zunächst primär technisch-ökonomische Auseinandersetzung mit diesen Themenfeldern ist gerade deshalb von besonderer Bedeutung, da die beiden Bezugsgegenstände innerhalb des wissenschaftlichen Diskurses – insbesondere mit Blick auf das Phänomen der Industrie 4.0 – unterschiedlich und bisweilen unpräzise definiert und behandelt werden und dergestalt die ihnen zugrundeliegenden Charakteristika und Wirkungsweisen keineswegs als gegeben betrachtet werden können. Gerade aber eine umfassende Analyse der mit der digitalen Transformation einhergehenden Auswirkungen auf die Arbeitswelt und die Sozialpolitik bedarf zwingend einer tiefergehenden Betrachtung, um vorab die als wesentlich zu erachtenden Aspekte und Kausalbeziehungen identifizieren und adäquat berücksichtigen zu können. Da es dem Gros politikwissenschaftlicher Abhandlungen an einer detaillierten Auseinandersetzung mit der Digitalisierung gerade in technischer Hinsicht mangelt,

diese als eine bisweilen scheinbar selbstverständliche und daher nicht näher zu bestimmende Entwicklung gehandelt wird, widmet sich Kapitel 8 zunächst einigen semantischen und technischen Aspekten des Digitalisierungsbegriffs. Darauf aufbauend werden theoretische und technologische Voraussetzungen skizziert, um hiernach einen Überblick über die informationstechnologische Digitalisierung während des 20. Jahrhunderts zu geben. Im Anschluss hieran gilt es, den Digitalisierungsbegriff jenseits des Technologischen mit Blick auf soziale und politische Aspekte der Informatisierung und des Informationszeitalters zu diskutieren. Abschließend wird die Digitalisierung aus einer vorgeordnet ökonomischen Sichtweise hinsichtlich der ihr zugrundeliegenden Triebkräfte erörtert. Kapitel 9 diskutiert daran anknüpfend zunächst den Entstehungskontext des – aus historischer Sicht – relativ neuen Phänomens der Industrie 4.0. Daran anschließend wird die Industrie 4.0 definiert und das Konzept hinsichtlich seiner zentralen Gestaltungsprinzipien und Basistechnologien entsprechend eingegrenzt, um darauf aufbauend die mit der Industrie 4.0 anvisierten ökonomischen Potentiale darzustellen. Auf Grundlage der erschlossenen Themenfelder verortet Kapitel 10 abschließend die digitale Transformation in Gestalt der Industrie 4.0 und Digitalisierung im Kontext der Industrialisierung und überprüft, ob und inwieweit die mit ihr einhergehenden Veränderungen tatsächlich etwas Neuartiges darstellen, oder doch vielmehr als Kontinuität einer langen Entwicklung betrachtet werden müssen.

8 Entwicklung und Grundzüge der Digitalisierung

8.1 Problematisierung und Überblick

Neben der fortschreitenden Globalisierung und dem allen voran die westlichen Industrienationen betreffenden demographischen Wandel stellt die Digitalisierung gemeinhin einen der weitreichenderen Transformationsprozesse von Gesellschaft, Wirtschaft und Politik im 21. Jahrhundert dar. Hierbei wird die Digitalisierung bisweilen auch als digitale Revolution oder Informationsrevolution begriffen und zu den sogenannten *Megatrends*⁹⁴ gerechnet, d. h. zu einer Kategorie von Veränderungen, denen grundsätzlich das Potential innewohnen soll, ein gänzlich neues Zeitalter einzuläuten (Rinne/Zimmermann 2016: 3; Mikfeld 2017: 1; Stengel 2017c: 39; Hirsch-Kreinsen 2018: 13; Faber 2019: 3). In diesem Kontext scheint der Befund keineswegs abwegig, dass der Digitalisierungsbegriff mittlerweile im englischen und deutschen Sprachraum den Status eines Schlagwortes eingenommen hat. Hiervon zeugen sowohl der sich verstärkende Forschungsschwerpunkt auf die Digitalisierung innerhalb der technologischen,

⁹⁴ Für eine Abgrenzung des Begriffs im Kontext der Digitalisierung vgl. ausführlich Kapitel 8.4.

sozioökonomischen und politikwissenschaftlichen Auseinandersetzungen als auch die rege und regelmäßige Aufmerksamkeit, welche ihr im Rahmen der medialen Berichterstattung zuteil wird (Heßler 2016: 18). Die Digitalisierung – so lässt sich konstatieren – scheint im zeitgenössischen Modernisierungsdiskurs ein allgegenwärtiges Phänomen zu sein, das hinsichtlich seines eigentlichen Bedeutungsgehalts auf Grund seiner unmittelbaren Erfahrbarkeit als weitgehend bekannt vorausgesetzt wird, obgleich sich doch die Meinungen und Bewertungen an den diesem attestierten positiven, wie negativen Implikationen scheiden. In der Tat stellt die Digitalisierung nicht nur auf inhaltlicher, sondern auch bereits auf sprachlicher Ebene einen abstrakten Bezugsgegenstand dar und erhält „[...] eine nahezu unbegrenzte konnotative und somit auch ideologische Aufladbarkeit“ (Loleit 2004: 209). So wird sie in ihrer teils inflationären, bisweilen ebenso unreflektierten Verwendung nicht nur dafür bemüht, einen seit Mitte des 20. Jahrhunderts immer stärker in Erscheinung tretenden Wandel samt seiner potentiellen disruptiven Effekte zu umschreiben, sondern auch sinnbildlich dafür herangezogen, auf binäre Art und Weise das Digitale als fortschrittlich Neues, vom Analogen als überkommenes Altes, abzugrenzen (Schröter 2004: 7–10; Loleit 2004: 208–214; Bendel 2019: 64). Umso erstaunlicher ist es, dass sich eine Vielzahl sozial- und politikwissenschaftlicher Abhandlungen weder ausreichend mit den informationstechnologischen Charakteristika der Digitalisierung auseinandersetzt noch eine adäquate Abgrenzung dessen vornimmt, was unter dem Bezugsgegenstand konkret zu verstehen ist. Kurzum: Die Digitalisierung wird in vielen Fällen als ein selbstverständliches, nicht näher zu bestimmendes Topos gehandelt – ein Umstand, der einer sachlichen Behandlung der Thematik abträglich ist. In diesem Sinne widmet sich der vorliegende Abschnitt zunächst in Kapitel 8.2 einer primär technikzentrierten Betrachtung der Digitalisierung und erörtert in Kapitel 8.3 exemplarisch ihre theoretischen und technologischen Voraussetzungen. Darauf aufbauend wird in Kapitel 8.4 die Entwicklung der Digitalisierung während des 20. Jahrhunderts aus einer informationstechnologischen Perspektive skizziert. Hiernach diskutiert Kapitel 8.5 die Digitalisierung als Epoche des 20. und beginnenden 21. Jahrhunderts und grenzt den Begriff für den weiteren Kontext der Arbeit ein. Abschließend skizziert Kapitel 8.6 die für das Vorschreiten der Digitalisierung relevanten ökonomischen Treiber.

8.2 Von den analogen Wurzeln des Digitalen

Entgegen der grundsätzlich immateriellen Natur sowie der unterstellten Neuartigkeit des Digitalen zeigt sich, dass dieser Befund zumindest aus etymologischer Sicht nur bedingt zutrifft, findet das Wort *digital* doch seine Wurzeln in einem der menschlichen Physiologie entlehnten

und damit materiellen Merkmal in Gestalt des lateinischen Substantivs *digitus* sowie des Adjektivs *digitalis*, zu Deutsch *Finger* respektive *fingerdick* oder *dick* (vgl. Stowasser 1994: 157). Dabei erhielt das Adjektiv *digital* seinen festen Platz in der deutschen Sprache über zwei Wege: Zum einen über die durch die Apokopierung des Adjektivs *digitalis* als Derivat von *digitus* vollzogene Ableitung während des 19. Jahrhunderts sowie über das gleichlautende, seit dem Mittelalter im Gelehrtenlatein existierende Lehnwort mit medizinisch-anatomischem und pharmakologischem⁹⁵ Sinngehalt; zum anderen während der Mitte des 20. Jahrhunderts in Form eines Anglizismus des vom Englischen entlehnten Adjektivs *digital*, welches ebenso wie das deutsche Adjektiv dem lateinischen *digitus* entstammt, vermutlich aber bereits relativ früh neben der medizinisch-anatomischen auch eine arithmetische Bedeutung besaß und in diesem Zusammenhang seit dem 15. Jahrhundert sukzessive in Form des Lehnworts *digit* in der englischen Sprache auffindbar ist (Loleit 2004: 194–202). Hierbei ist insbesondere die arithmetische Bedeutungsebene, die auf den Akt des Zählens der Zahlen 1 bis 10 anhand der Finger verweist, von entscheidender Relevanz für eine erste Differenzierung zwischen *analog* und *digital*. Denn, obgleich das so vollzogene Zählen *analog* anhand von physikalischen Verhältnisgrößen (d. h. mit den Fingern) stattfindet, erfolgt doch zugleich auch eine gewissermaßen *digitale* Repräsentation der zu zählenden Objekte mittels einer auf einem bestimmten Zahlensystem basierenden Codierung der zu verwertenden Informationen (d. h. Summe/Menge) anhand von gedachten Zahlen, ausgedrückt durch die Anzahl der Finger oder – in Erweiterung – durch eine Zahlenschrift. Die so durch die *digiti* (d. h. Ziffern) beschriebenen Informationen können demgemäß als *digitale* Information aufgefasst und der Akt des Zählens bzw. Codierens im weitesten Sinne als *Digitalisierung* betrachtet werden. Obgleich diese Umschreibung nicht den Grundsätzen der Informatik entspricht und somit der Definition des Digitalisierens (vgl. unten) nur in Ansätzen gerecht wird, verweist dieser rudimentäre Vergleich doch auf ein wesentliches Charakteristikum zur Beschreibung des Verhältnisses zwischen dem Analogen und dem Digitalen, nämlich dem Vorliegen von grundsätzlich verschiedenen Formen der Informationsspeicherung und der dabei einhergehenden Informationsverarbeitung (Wenzel 1999: 37 f.; Haugeland 1981: 225; Loleit 2004: 203 f.; Gehrke et al. 2016: 11 u. 17; Winzker 2017: 49).

Hiervon ausgehend empfiehlt sich ein Blick auf das Feld der Signalverarbeitung als deziderter Teilbereich der Physik. Grundsätzlich stellen Signale jegliche materiellen und

⁹⁵ In eben jenen Zusammenhängen wurden sowohl im Deutschen als auch im Englischen die Worte *Digitalisierung* respektive *digitalization* bis in die 1960er Jahre verwendet und beschrieben hierbei etwa im Bereich der Kardiologie den im Zuge der Verabreichung des Wirkstoffs Digitalis erzielten Zustand bei der Behandlung von Herzleiden (bspw. bei Evans 1937: 1147; Kenzler 1963: 338 f.).

immateriellen Träger oder Transporteure von Informationen und Energie dar. So lassen sich etwa Rauchzeichen, Farben oder Flaggen ebenso als Signale klassifizieren, wie optische, akustische, chemische und elektrische Signale, womit eine große Bandbreite an Instrumenten zur Signalübertragung existiert. Im vorliegenden Fall sind jedoch insbesondere physikalische Größen von Relevanz, die als Signale eine physikalische Repräsentation von Informationen vollziehen und anhand derer erst eine Klassifizierung ermöglicht wird (Meyer 2017: 1; Winzker 2017: 31). Hinsichtlich analoger Signale gilt, dass sie wert- und zeitkontinuierlich erfolgen, wohingegen digitale Signale zeitdiskret und in der Regel auch wertdiskret oder quantisierbar sind. Wertkontinuierlich bedeutet in diesem Kontext, dass ein Signal jeden beliebigen Wert innerhalb eines Dynamikbereiches – d. h. jenes Bereiches⁹⁶ im Rahmen eines definierten Minimal- und Maximalwertes – einnehmen kann. Wertdiskret impliziert demgegenüber, dass ein Signal nur zuvor definierte Werte innerhalb eines Dynamikbereiches einnehmen kann. Ähnlich verhält es sich mit der Gegenüberstellung von zeitkontinuierlich und zeitdiskret. Während ein analoges Signal zu jedem beliebigen Zeitpunkt definiert ist und damit *kontinuierlich* über die Zeitachse abgelesen werden kann, liegt der Wert des digitalen Signals nur zu bestimmten Zeitpunkten vor und kann nur diskret oder diskontinuierlich ermittelt werden: Der Wert eines digitalen Signals ist immer bis zur darauffolgenden Messung des nächsten definierten Zeitpunktes gültig; für die Spanne zwischen den beiden Messzeitpunkten liegt kein Wert außer des zuletzt ermittelten vor (Gehrke et al. 2016: 11–13; Winzker 2017: 50 f.; Meyer 2017: 14–16).⁹⁷

Ausgehend von dieser Differenzierung in Form der Wert- und Zeitkontinuität respektive Wert- und Zeitdiskretheit lassen sich weitere Unterscheidungsmerkmale isolieren. So postuliert etwa Haugeland in seiner weniger technikzentrierten Charakterisierung beider Zustände, dass *analog* und *digital* zunächst schlicht zwei Verfahrensarten zum Schreiben und Lesen von Information darstellen (1981: 225), wobei sich diese durch spezifische Merkmale unterscheiden. So zeichnen sich analoge Signale insbesondere durch „smoothness, sensitivity, and dimensionality“ (ibid.: 220), digitale dagegen durch „copyability, complexity, and medium independence“ (ibid.: 214) aus. Während also im Falle des Analogen (z. B. eine Fotografie) sämtliche

⁹⁶ Wasser liegt unter Normalbedingungen nur zwischen 0–100 Grad Celsius im flüssigen Aggregatzustand vor.

⁹⁷ Veranschaulichen lässt dieser Unterschied anhand des Vergleichs einer analogen Bahnhofsuhr mit einer digitalen Armbanduhr, d. h. über die hier jeweils vollzogene Zeitmessung sowie der dabei visualisierten Zeitangabe: Der sich kontinuierlich bewegende Sekundenzeiger einer analogen Uhr ist ein zeit- und wertkontinuierliches Signal, das dem Betrachter innerhalb des definierten Dynamikbereiches (d. h. 60 Sekunden) zu jedem Zeitpunkt einen – theoretisch unendlich – genauen Wert (die Zeit ist auch zwischen den Sekundenschritten ablesbar) anzeigt. Demgegenüber lassen sich auf einer digitalen Armbanduhr anhand der Ziffern bspw. nur 60 Werte zu 60 definierten Zeitpunkten innerhalb des gleichen Dynamikbereichs ablesen; die Zeit wird folglich nicht permanent gemessen und das Signal wird nur wertdiskret und diskontinuierlich und somit lediglich zu definierten Momenten (d. h. jede Sekunde ein Mal) wiedergegeben.

Veränderungen innerhalb eines (Dynamik-)Bereiches grundsätzlich möglich sind und dabei *sanft* bzw. stetig verlaufen, aus jeder Veränderung ein tatsächlich messbarer Unterschied resultiert und jede hierdurch entstehende Variation relevant sein kann (z. B. mehr oder weniger Kontrast, Schärfe oder Helligkeit eines Fotos), nicht zwangsläufig aber sein muss, ist das Digitale im Gegensatz zum Analogen dadurch bestimmt, dass fehlerfreies Replizieren sowohl analoger als auch digitaler Vorlagen stets gegeben ist und die einem Signal innewohnende Komplexität (z. B. ein Gedicht) durch wenige standardisierte Elemente (z. B. Buchstaben) wiedergegeben werden kann, ganz gleich welches Medium (bspw. Papier, Stein oder Holz) hierbei zur Anwendung kommt (ibid.: 213 f. u. 220). Aus diesen Unterschieden der Verfahrensarten ergeben sich sodann eine Reihe verschiedener technischer Vorzüge und Nachteile der analogen und digitalen Signalverarbeitung beziehungsweise analoger und digitaler Medien. Zwar ist die analoge Verarbeitung vom Grundsatz her sehr viel genauer, da analoge Signale durch die Wertkontinuität theoretisch unendlich präzise wiedergegeben werden können, doch unterliegen die hierfür verwendeten Medien (etwa in Gestalt einer Schallplatte) der Abnutzung und sind auf Grund externer Faktoren (z. B. Licht, Oxidation, Temperatur) störanfällig (Gehrke et al. 2016: 11 f.). Auch die digitale Signalverarbeitung geht mit Nachteilen wie etwa einer teilweise geringeren Geschwindigkeit oder der reduzierten Genauigkeit der Darstellung analoger Signale (z. B. Quantisierungseffekte) einher, doch stellen insbesondere die hohe Störimmunität und Stabilität sowie die inhärente Universalität, Austauschbarkeit und Reproduzierbarkeit digitaler Signale oder Medien eindeutige Vorteile gegenüber analogen dar (Meyer 2017: 225).

Gemeinhin gilt, dass physikalische Werte (z. B. Temperatur, Schalldruck, magnetische Feldstärke) wert- und zeitkontinuierlich sind, d. h. in analoger Form vorliegen (Winzker 2017: 56), womit das Analoge das Digitale im weitesten Sinne überhaupt erst begründet. Da aber digitale Signale, Formate und Systeme gleichzeitig wesentliche Vorteile im Vergleich zu ihren analogen Pendanten mit sich bringen, ist die Umwandlung analoger physikalischer Werte naheliegend, zumal die rechnergestützte Auswertung solcher Daten mit wesentlichen Effizienzsteigerungen hinsichtlich der Aspekte Zeit und Kosten verbunden ist. Hierfür ist jedoch erforderlich, dass die analogen Signale in eine für Computer passende Form übersetzt werden. Dieser Umwandlungsprozess analoger in digitale Signale einerseits sowie die Codierung der Informationen in ein von Rechnern verwertbares Format andererseits wird als Analog-Digital-Wandlung oder auch als *Digitalisierung* bezeichnet und zielt auf eine anschließende, allen voran informationstechnologische Verarbeitung der nun digital vorliegenden Daten ab (León/Bauer 2017: 69; Winzker 2017: 56; Vorländer 2018: 6; Bendel 2019: 62).

Hierbei erfolgt der Digitalisierungsprozess eines analogen Signals in drei wesentlichen Schritten: (i) Diskretisierung/Quantisierung, (ii) Abtastung und (iii) Codierung. Da digitale Signale und die in ihnen enthaltenen Werte nur in diskreter Form vorliegen können, analoge Signale jedoch zeit- und wertkontinuierlich sind, wird zunächst mittels Abtastung das zeitkontinuierliche Signal in ein zeitdiskretes überführt, indem anhand der Abtastfrequenz oder Abtastrate festgelegt wird, wie häufig eine Messung notwendig ist und dementsprechend erfolgen soll.⁹⁸ Anhand der Diskretisierung/Quantisierung wird daran anschließend eine diskrete Teilmenge aus einer kontinuierlichen Datenmenge gewonnen, d. h. die wertkontinuierliche Komponente des Signals wird in eine wertdiskrete übersetzt, indem die theoretisch infinitesimale Anzahl an Werten innerhalb des Dynamikbereichs auf eine definierte Anzahl an möglichen Werten reduziert wird (Gehrke et al. 2016: 354; Meyer 2017: 152 f.; León/Bauer 2017: 69; Vorländer 2018: 6 f.).⁹⁹ Schließlich werden die gemessenen und in digitaler Form umgewandelten Werte in eine von Rechnern lesbare Sprache übersetzt, für die in der Regel ein Binärcode verwendet wird. Um Werte in elektronischer Form verarbeiten zu können, ist es notwendig, dass digitale Signale durch elektronische Größen repräsentiert werden. Üblicherweise erfolgt dies anhand von (zweiwertigen) Binärdaten, die nur zwei mögliche Zustände (d. h. *low* oder *high*, 0 oder 1, ja oder nein) einnehmen können. Um Informationen binär zu codieren, werden aus Bits bestehende Codewörter definiert, wobei ein Bit gemäß dem Binärsystem eben jene zwei codierten Zustände in Form von 0 und 1 repräsentiert. Um jedoch auch Daten mit mehreren Zuständen darzustellen, werden folglich mehrere Binärdaten respektive Bits für die Codierung verwendet. So lassen sich etwa mit zwei Bits vier Zustände und mit 20 Bits bereits über 1 Mio. Zustände codieren. In diesem Kontext ist unter einem Zustand ein Teilbereich einer Information zu verstehen, und je komplexer oder reichhaltiger eine Information wird, desto mehr Bits werden für die Beschreibung der Zustände benötigt, womit die Komplexität des entsprechenden Codeworts ansteigt. Der Vorteil einer Codierung anhand von Binärdaten besteht nicht zuletzt darin, dass einer Bitfolge jede beliebige Bedeutung zugeordnet werden kann und diese somit nicht nur etwa Ziffern und Zahlen (z. B. BCD-Code) sondern auch Zeichen (ASCII-Code), Farben oder sonstige physikalische Werte repräsentieren kann (Gehrke et al. 2016: 18 u. 39–46; Winzker 2017: 51–58). Die Digitalisierung lässt sich somit als ein Umwandlungsprozess von analogen in digitale

⁹⁸ Die Abtastfrequenz richtet sich nach dem zu messenden Wert und der zugrundeliegenden, situativen Relevanz: So kann etwa ein zu seltenes Abtasten zu Datenverlust (bspw. Audiosignale) und ein zu frequentiertes zu einer unnötigen Datenansammlung (bspw. sekundliche Temperaturmessung) führen (Winzker 2017: 57 f.).

⁹⁹ Im Falle der Digitalisierung der Werte eines analogen Thermometers würde dies bedeuten, dass die kontinuierliche Teilmenge, welche unendlich viele Werte des Dynamikbereiches (etwa alle Temperaturen zwischen -50 °C und +50 °C) umfasst, durch eine diskrete Teilmenge definiert wird, indem bspw. nur die jeweiligen Werte eines vollen Grad Celsius sowie die erste Nachkommastelle gemessen und angegeben werden.

Informationen respektive Medien (d. h. Digitalisate) durch die Codierung derselben bei gleichzeitiger Komplexitätsreduktion und Aufrechterhaltung des relevanten Informationsgehaltes verstehen, die anhand standardisierter Elemente bspw. in Form von Binärdaten für die rechnergestützte Verarbeitung und Auswertung vollzogen wird (León/Bauer 2017: 69; Winzker 2017: 56; Vorländer 2018: 6; Walach 2018: 82 f.; Bendel 2019: 62).

8.3 Theoretische und technologische Voraussetzungen

8.3.1 Einordnung

Wie viele Entstehungsgeschichten ist auch jene der Digitalisierung mit Unsicherheit behaftet, hängt doch ihre historische Verortung in hohem Maße davon ab, welche theoretischen Vorarbeiten und technologischen Entwicklungen als maßgeblich für das Digitalisieren als Methode erachtet werden. In der Tat baut die Digitalisierung auf wichtigen theoretischen Überlegungen wie auch auf praktischen Errungenschaften selbst aus der Zeit der frühen Hochkulturen¹⁰⁰ auf, doch reicht bereits ein Blick in die jüngere Geschichte der Neuzeit, um bei der Suche nach ihren Anfängen fündig zu werden. In Anbetracht der technologischen Errungenschaften am Vorabend sowie im Verlauf der Industrialisierung entbehrt es nicht einer gewissen Logik, dass – wie zu zeigen sein wird – einige der elementaren Weichenstellungen der Digitalisierung just in die Entstehungszeit industrieller Produktions- und Arbeitsmethoden fallen. Hiervon ausgehend wird ein cursorischer Überblick über die historischen Ursprünge der Digitalisierung mit Blick auf als zentral erachtete Meilensteine im breiter gefassten Kontext der IKT gegeben.

8.3.2 Die Anfänge der (elektronischen) Nachrichtentechnik

Im Zuge der Industrialisierung änderte sich mit den neuen Transport- und Fortbewegungsmitteln – insbesondere Eisenbahnen und Dampfschiffahrt – nicht nur die Art und Weise, sondern auch die Geschwindigkeit der Mobilität. Aus dieser Veränderung resultierte schließlich auf nationaler und internationaler Ebene der Bedarf an einer Angleichung der Zeitmessung und damit auch die Notwendigkeit schnellerer Kommunikationsinstrumente zur zeitlichen Synchronisation (Wenzlhuemer 2011: 595 u. 604 f.; Bossert 2012: 8). So stellten bis zum Ende des 19. Jahrhunderts – partiell auch bis ins 20.– etwa der Brief und der Gesandte die klassischen

¹⁰⁰ So lassen sich bspw. der zu Beginn des 3. Jahrtausends v. Chr. nachweisbare Gebrauch des Abakus durch die Sumerer (Ifrah 2000: 125 u. 131) als früheste Form der diskreten Rechner und damit als Voraussetzung für das Digitalisieren als Methode im weiteren Sinne, oder auch die Entwicklung einer höheren Algebra ab 1700 v. Chr. und des Sexagesimalsystems ab ca. 1500 v. Chr. durch die Babylonier als wichtige Grundsteinlegung in der Geschichte des Rechnens und damit als mittelbare Grundlage von Computern anführen (O'Regan 2016: 16–18).

Vehikel zum Austausch komplexer Informationen dar. Sie galten hinsichtlich der Übertragung der Inhalte über weite Entfernungen als verlässlich, doch benötigten Nachrichten gerade über größere Distanzen oft Tage oder Wochen. Andererseits fand spätestens seit der Antike die Übermittlung von Informationen auch über akustische und optische Signale (z. B. Trommelschläge, Rauchzeichen, Signalfeuer) statt. Im Gegensatz zu Boten und Briefen zeichneten sie sich zwar durch eine höhere Übertragungsgeschwindigkeit¹⁰¹ aus, dies jedoch nur über kurze Distanzen, bei gleichzeitig geringer Komplexität der übermittelten Informationen und einer hohen Störanfälligkeit durch Natureinflüsse wie bspw. Umgebungsgeräusche oder Nebel (Donaldson 1988: 356; Aschoff 1989: 1–8; Sonnabend 1999: 366; Albrecht 1999: 476–478). Allen voran die optische Signalübertragung in Form der optischen Telegrafie oder auch Zeigertelegrafie erlebte während des 18. Jahrhunderts¹⁰² mehrere Weiterentwicklungen und erfuhr einen raschen Ausbau mit teils beachtlichen Streckenlängen von mehreren hundert Kilometern ab den 1750er Jahren, wie etwa in Japan zwischen Sakata und Osaka, oder ab 1834 zwischen Berlin und Koblenz. Trotz der teilweise erzielten Übertragungsgeschwindigkeiten von bis zu 667 m/s, wie etwa im Falle der rund 600 km langen Strecke Berlin–Koblenz bei einer Übertragungsdauer von insgesamt 15 min, war die Zeigertelegrafie nach wie vor limitiert durch Witterungseinflüsse und somit störanfällig. In Summe genügten die bisherigen Instrumente zur Nachrichtenübertragung folglich ebenso wie die Zeigertelegrafie auf Grund der ihnen inhärenten Nachteile in Form der Störanfälligkeit und mangelnder Geschwindigkeit nicht mehr den neuartigen Anforderungen, die aus den sich zunehmend beschleunigenden Mobilitätsformen resultierten (Wenzlhuemer 2007: 1727 f.; 2011: 595; Bossert 2012: 8; Werner 2017: 3).

Im Verlauf der verstärkten Auseinandersetzung mit dem Phänomen der Elektrizität und der damit einhergehenden Entdeckungen über die ihr zugrundeliegenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten sowie dem bestehenden Wirkungszusammenhang zwischen Elektrizität und Magnetismus während des 18. Jahrhunderts erfuhr das Prinzip des Fernschreibens mit der Geburt der elektromagnetischen Telegrafie jedoch eine richtungsweisende Weiterentwicklung, die die Vorzüge der bisherigen Übertragungsmethoden in herausragender Weise übertraf. Grundlegend für das neuartige Funktionsprinzip war zum einen die Entdeckung, dass elektrischer

¹⁰¹ D. h. im Falle akustischer Signale unter idealen Bedingungen bei trockener Luft von 20 Grad Celsius mit 343,2 m/s und im Falle optischer Signale in bodennaher Luft mit etwa 299.710 km/s.

¹⁰² Bereits den Zeitgenossen war die Kontinuität antiker Erfindungen offenbar, beschrieb doch bspw. der Eisenbahnpionier Max Maria Freiherr von Weber in seiner 1867 erschienenen Abhandlung *Das Telegraphen- und Signalwesen der Eisenbahnen*, dass die Idee der optischen Telegrafie keineswegs neu war, sondern vielmehr auf den Berichten des griechischen Reitergenerals Polybios fußte, welcher bereits im 2. Jahrhundert vor Chr. die optische Telegrafie zur besseren militärischen Koordination anwendete, indem er die Buchstaben des griechischen Alphabets zur Kommunikation in Fackelsignalen codierte (1867: 6 f.).

Strom über einen Leiter fließt und dass anhand dieses Leiters Signale in Form elektrischer Impulse über weitere Distanzen übermittelt werden können. Relevant war zum anderen die Feststellung, dass elektrischer Strom Magnetismus erzeugen kann und vice versa, wodurch am Ende des Leiters eine Umwandlung der elektrischen Energie in eine mechanische Bewegung ermöglicht wird. Interessanterweise lag bereits zu Beginn das Augenmerk der Pioniere des Galvanismus auch auf einer nachrichtentechnischen Anwendung dieser Funktionsprinzipien (vgl. Aschoff 1987: 1–24; Bossert 2012: 7; Neukirchen 2016: 124; Werner 2017: 3).

Bis allerdings aus den nachrichtentechnischen Intentionen der 1770er Jahre auch brauchbare, d. h. kommerziell nutzbare Applikationen unter Anwendung des Elektromagnetismus entstanden, bedurfte es zahlreicher Versuche mit teils völlig unterschiedlichen Entwicklungskonzepten wie etwa jene von Samuel Thomas Soemmering 1809 oder Francis Ronalds 1816. Die ersten funktionsfähigen Konzepte entwickelten sodann 1835 Karl August Steinheil in Deutschland und gleichzeitig im Jahre 1837 Samuel Morse in den Vereinigten Staaten sowie Charles Wheatstone und William Fothergill Cooke in Großbritannien (Aschoff 1989: 65–67; Wenzlhuemer 2007: 1726 f.). Allen drei Apparaten war im Kern das gleiche Funktionsprinzip zu eigen, bei welchem die über den elektrischen Impuls induzierte magnetische Kraft eine Nadel oder einen Stift in Bewegung versetzte und bspw. auf ein Stück Papier Punkte, bei kurzen elektrischen Signalen, und Striche, bei längeren Signalen, zeichnete. Buchstaben und Ziffern wurden mittels dieser Methode anhand der beiden Symbole *Punkt* und *Strich* also binär codiert, indem eine Zuordnung der Buchstaben und Ziffern zu spezifischen Signalfolgen stattfand, welche wiederum eine eindeutige Zuweisung im zugrunde gelegten Code (z. B. Morsecode) erhielten. Die Funktionalität und Störimmunität dieser Methode sorgte schließlich dafür, dass die elektromagnetische Telegrafie die optische Zeigertelegrafie in den 1850er Jahren weltweit ablöste. Der praktische Nutzen ist auch am kommerziellen Erfolg dieser Technologie messbar: Im Jahr 1892 umfasste das globale Netz der elektromagnetischen Telegrafie bereits über 5 Mio. km Länge mit mehr als 1,7 Mio. Anschlüssen. Den schnellen Ausbau verdankte die neue Form der Telegrafie nicht zuletzt der oben genannten, immer stärker werdenden Nachfrage nach schnelleren Kommunikationsmitteln. Allen voran die Eisenbahngesellschaften waren es, die von Beginn an die Vorzüge der Technologie in Gestalt einer in beinahe Echtzeit stattfindenden Koordination des eigenen Schienenverkehrs erkannten, zumal der Aufbau eines Telegrafennetzes entlang des Schienennetzes einen verhältnismäßig geringen Aufwand darstellte. Aus der Entwicklung der elektromagnetischen Telegrafie sowie dem bereits während der Anfangszeit des Galvanismus vermuteten, jedoch erst 1863 nachgewiesenen Prinzips der elektrischen Schallübertragung folgte schließlich bis Ende des 19. Jahrhundert die Erfindung der Telefonie

sowie Anfang des 20. Jahrhunderts jene des Funks (Aschoff 1987: 23 f.; Wenzlhuemer 2007: 1727 f.; Bossert 2012: 8–12; Neukirchen 2016: 123–126; Werner 2017: 3 f.). In Summe sind die aus dem Technologiebündel resultierenden informationstechnischen Implikationen hinsichtlich der Digitalisierung von weitreichender Natur: So änderte die Telegrafie nicht nur die nun in Echtzeit stattfindende Geschwindigkeit, sie revolutionierte als „internet of the nineteenth century“ (Balog 2013: 369) durch die vollzogene Dematerialisierung auch die Art und Weise der Kommunikation, indem sie die Übermittlung von Informationen vom physischen Transport entkoppelte und somit in Form der Telekommunikation die natürlichen Grenzen von Raum und Zeit zu überwinden verhalf (Wenzlhuemer 2007: 1722; Balog 2013: 369 f.).

8.3.3 Das Binärsystem nach Leibniz und die *machina arithmetica*

Die gezielte Anwendung von Rechenmethoden zur Quantifizierung der Umwelt durch den Menschen lässt sich gesichert zurückdatieren auf die Zeit der ersten Hochkulturen im 4. Jahrtausend v. Chr. Gleichwohl ist davon auszugehen, dass der Gebrauch von Zahlen, das rudimentäre Verständnis von Mengen und das Zählen derselben auch ohne ein konkretes Bewusstsein des Konzeptes von der Zahl als solcher dem Homo sapiens seit Beginn seiner nun schon rund 300.000 Jahre währenden Geschichte eigen waren, bot und bietet die Natur doch verschiedenste Beispiele von Mengen in jeglicher Form und stellte die Kenntnis derselben eine Notwendigkeit im Rahmen der sozialen Interaktion des Menschen dar. Demgemäß bediente sich der Mensch seit alters verschiedener Instrumente, um das Rechnen effizienter und schneller zu gestalten, sei es anhand der Finger oder mittels raffinierterer Instrumente etwa in Form von Rechenbrettern (Ifrah 2000: xviii–xxii; Stein/Kopp 2010: 3 f. u. 16 f.; Vollrath 2013: 110 f.; O'Regan 2016: 18; Richter et al. 2017: 293). Da jedoch „im Laufe der Zeit [...] mit den wirtschaftlichen, technischen und wissenschaftlichen Entwicklungen die Anforderungen an das Zählen und Rechnen“ (Vollrath 2013: 108) sukzessive anstiegen, entstand auch ein steigender Bedarf an immer ausgefeilteren Mess- und Rechenvorrichtungen. Insbesondere um die Zeit des Einsetzens der Industrialisierung während des 17. und 18. Jahrhunderts begannen die in diesem Bereich tätigen Erfinder bei der Konstruktion ihrer Apparaturen zunehmend dem Trend einer stärkeren Mechanisierung und Automatisierung zu folgen. Im gleichen Zeitraum ist auch ein verstärkter Fokus innerhalb der Mathematik auf die Behandlung alternativer Zahlensysteme sowie kryptografischer Experimente zu beobachten. Insbesondere das Duodezimal- sowie das Binärsystem erfreuten sich hierbei eines regen Interesses in Gestalt verschiedener Abhandlungen während des 17. und 18. Jahrhunderts. Es gilt mittlerweile als gesichert, dass die Briten Thomas Harriot und

Francis Bacon sowie der Spanier Juan Caramuel y Lobkowitz die ersten im europäischen Kulturkreis¹⁰³ waren, die unabhängig voneinander das Binärsystem entwickelten (Ares et al. 2018: 183–186). Gemeinhin gilt jedoch Gottfried Wilhelm Leibniz mit seinen beiden 1679 und 1703 veröffentlichten Abhandlungen *De Progectione Dyadica* sowie *Explication de l'Arithmétique Binaire* als eigentlicher Begründer des Binärsystems,¹⁰⁴ konnte er doch darlegen, dass sich mittels der Binärcodierung einerseits Rechenoperationen einfacher als in anderen Zahlensystemen durchführen lassen und andererseits, dass anhand dieser die formalen Prinzipien der Logik und Arithmetik kombiniert werden können (Lande 2014: 525–532; O'Regan 2016: 40 f.). Sein ausgeprägtes Interesse an der Mathematik mag denn auch der Grund für seine Arbeit an der Entwicklung eines Rechenapparats gewesen sein, bei welcher er auf die verschiedenen Vorarbeiten zahlreicher Erfinder wie etwa Blaise Pascal aufbauen konnte (Stein/Kopp 2010: 17–32; vgl. Vollrath 2013: 93–120). Die von ihm in den 1670er Jahren begonnene Konzeptualisierung mündete schließlich Anfang des 18. Jahrhunderts in die Fertigstellung seiner – auch als Staffelwalzen-Maschine bekannte – *machina arithmetica*. Mit ihr konnten nicht nur alle Grundrechenarten und das Wurzelziehen mechanisch ausgeführt werden, auch liefen die verschiedenen Rechenoperationen (z. B. Zehnerübertrag) automatisch ab, womit Leibniz' Apparat eine der ersten Rechenmaschinen im engeren Sinne darstellte, deren Funktionsprinzip rund 200 Jahre lang die Wirkungsweise von Kalkulatoren prägen sollte (Vollrath 2013: 114 u. 120; Lande 2014: 532 f.; O'Regan 2016: 38–40).¹⁰⁵

Ebenfalls richtungsweisend war die von Leibniz vorgenommene Konzeption der in der *De Progectione Dyadica* beschriebenen *machina arithmetica dyadicae*, einer mit Binärzahlen operierenden Rechenmaschine, mit welcher er – zumindest auf dem Papier – versuchte seinem eigenen Anspruch gerecht zu werden, „theoretische und praktische Erkenntnisse zur Dyadik [...] zu vereinigen“ (Stein/Kopp 2010: 12). Die von ihm niemals selbst verwirklichte, jedoch mehrfach auf Grundlage seiner Ausführungen nachgebaute Applikation sah eine Konstruktion bestehend aus einer Reihe verschiedener Platten, Schlitten, Schiebe- und Eingabevorrichtungen sowie Wippen und Kugeln vor. Anhand des Rechenapparats und der Kugeln, die innerhalb der

¹⁰³ Tatsächlich konnte unlängst nachgewiesen werden, dass ein polynesischer Stamm auf Magavera im östlichen Südpazifik bereits rund 300 Jahre vor den Veröffentlichungen eines Harriot, Lobkowitz und Leibniz eine Form der Binärkalkulation entwickelt hatte. Obgleich dies zwar offensichtlich keinerlei Relevanz für die hiervon nichts wissenden Zeitgenossen des 18. Jahrhunderts barg, ist diese Entdeckung doch dahingehend aufschlussreich, dass auch in Kulturen, die auf keine Zahlenschrift zurückgriffen, die Ausbildung komplexerer Rechenkenntnisse möglich war (vgl. hierzu die Studie von Bender/Beller 2013).

¹⁰⁴ Gegen diese weitverbreitete Auffassung finden sich allerdings auch Indizien, welche nahelegen, dass Leibniz die zentrale Ideen hinsichtlich des Binärsystems von Lobkowitz plagiiert haben könnte (vgl. Ares et al. 2018).

¹⁰⁵ Hinsichtlich einer ausführlichen Beschreibung der feinmechanischen Funktionsweise der *machina arithmetica* vgl. Lehmann (1993: 177–186), Stein/Kopp (2010: 33–89) sowie Vollrath (2013: 120–123).

verschiedenen Binärstellen die 1 repräsentieren (*keine Kugel* entspricht demgemäß dem Wert 0), sollte sowohl eine Addition als auch eine Multiplikation im Binärsystem automatisiert (d. h. mit Ausnahme des Einlegens der Kugeln) erfolgen können. Die hier zugrundeliegende binären Logik und Schaltungstechnik der *Wahr- und Falsch*-Aussagen war also ein Vorschlag, der die elementare Funktionsweise moderner Computer vorwegnahm (vgl. Stein/Kopp 2010: 14 f. u. 91; Lande 2014: 533 f.).¹⁰⁶ Mit seinen theoretischen Auseinandersetzungen zum Binärsystem und der praktischen Entwicklung von Rechenmaschinen einerseits sowie der potentiellen Applikation der Binärcodierung für automatisierte Rechenoperationen andererseits prägte Leibniz nicht nur den wissenschaftlich-technischen Diskurs seiner Zeit, auch sollten seine Arbeiten im Bereich der Logik und der Rechenmaschinen eine wesentliche Voraussetzung für die Boolesche Algebra und damit langfristig auch für die digitale Schaltungs- und Computertechnik darstellen (Stein/Kopp 2010: 111 f.; Lande 2014: 513; Zuse 2016: 111 u. 114).

8.3.4 Die Computer des Charles Babbage und die Boolesche Algebra

Mit Charles Babbage und George Boole finden sich im 19. Jahrhundert insbesondere mit Blick auf die Entstehungsgeschichte komplexerer Rechenmaschinen und somit mittelbar auch der Computer im heutigen Sinne zwei einflussreiche und wegbereitende Pioniere. Mit Recht lässt sich konstatieren, dass das Lebenswerk des im Jahre 1791 in England geborenen Charles Babbage allen voran im Bereich der Rechenmaschinen auf einem dem praktischen Nutzen ausgerichteten Erkenntnisinteresse beruhte. Er befasste sich als Mathematiker, Statistiker und Astronom eingehend mit mathematischen Funktionen und Tabellen im Feld der Schiffsnavigation, die auf Grund eines zur damaligen Zeit außerordentlichen – insbesondere menschlichen – Fehlerpotentials bei der Berechnung regelmäßig zu Schiffsbrüchen führten. Deshalb setzte sich Babbage zum Ziel, das Problem inkorrektur Kalkulationen mathematischer Funktionen durch die Elimination menschengemachter Fehler anhand einer mechanischen Lösung zu beheben und begann Anfang der 1820er Jahre mit der Konstruktion einer entsprechenden Rechenmaschine, die in der Lage sein sollte Polynomfunktionen zu lösen (Bromley 1987: 117; Roegel 2009: 70 f.; O'Regan 2016: 41). Im Jahr 1821 entwarf Babbage die von ihm bezeichnete *difference engine (no. 1)*, eine mechanisch-analoge Rechenmaschine, mit der theoretisch nicht nur Polynomfunktionen des vierten Grades, sondern auch logarithmische und trigonometrische Funktionen ausgerechnet können werden sollten. Gleichwohl gelang es ihm bis zum Jahre 1842

¹⁰⁶ Für eine detaillierte Darstellung der Mechanismen und Wirkungsweisen sowie verschiedener Nachbauten der *machina arithmetica dyadicae* vgl. ausführlich Stein/Kopp (2010: 90–97) sowie Lande (2014: 533–536).

nicht, als die britische Regierung die Finanzierung schließlich beendete, die theoretischen Konzepte auch in die Tat umzusetzen. Gebaut wurde sie vielmehr von den schwedischen Ingenieuren Georg und Edvard Scheutz im Jahr 1853, die auf Grundlage von Babbages Entwürfen somit die erste Maschine erschufen, die nicht nur mathematische Tabellen berechnen, sondern die Ergebnisse auch auf Papier drucken konnte. Gleichwohl begann Babbage bereits im Jahre 1848 mit der Entwicklung der *difference engine (no. 2)*, welche Polynomfunktionen des siebten Grades mit 31 Ziffern berechnen konnte, gleichermaßen aber nicht von ihm selbst realisiert wurde. Gemein war beiden Entwürfen ein seines Erachtens integraler Mangel, nämlich der Umstand, dass noch immer der Mensch bei zentralen Berechnungsschritten der Maschine hinzugezogen werden musste – ein Faktor, der doch gerade aus dem Rechenprozess herauszunehmen sei (Bromley 1987: 115–119; Roegel 2009: 72 f.; O'Regan 2016: 41–43). Aus diesem Grund entwickelte er parallel zur *difference engine* ab dem Jahr 1834 die sogenannte *analytic engine*, die eine in der Tat revolutionäre Idee vorsah: eine gänzlich mechanisierte und zugleich automatisierte Rechenmaschine, die menschliches Zutun überflüssig machen sollte.

Dabei baute sein Konzept in wesentlichen Zügen auf der Funktionsweise des im Jahre 1804 in Frankreich von Joseph-Marie Jacquard entwickelten mechanischen Webstuhls auf. Obgleich es bereits mechanische Webstühle – wie etwa jener 1785 von Edmund Cartwright erfundene – vor Jacquards Variante gegeben hatte, zeichnete sich der sogenannte Jacquardwebstuhl durch die Verwendung von Lochkarten¹⁰⁷ zur Automatisierung des Prozessablaufs aus. Hierbei repräsentierten die in Papierkarten eingestanzten Löcher das zu webende Strickmuster eines Textils. Ein Strickmuster wurde über mehrere Lochkarten repräsentiert, wobei eine einzelne Lochkarte jeweils für eine Maschenreihe stand. Die Lochkarten wurden dann dem Strickmuster entsprechend sortiert und anschließend in den Webstuhl gegeben, der in der Lage war, die auf den Lochkarten kodierte Informationen auszuwerten und in das gewünschte Strickmuster zu übertragen (Bromley 1987: 121; Davis/Davis 2005: 79–81; O'Regan 2016: 44). Diese Innovation revolutionierte mit der dabei einhergehenden Steigerung der Produktionsgeschwindigkeit, dem neuen Grad an Standardisierung sowie der beinahe vollständigen Prozessautomatisierung nicht nur die Textilindustrie als solche; auch stellte diese Art der Verwendung von Lochkarten

¹⁰⁷ Hinsichtlich der Computertechnik und der Digitalisierungsgeschichte stellte die Lochkarte mit ihren verschiedenen Vorläufern – etwa in Form des 1727 von Basile Bouchon ebenfalls zur Steuerung von Webstühlen entwickelten Lochstreifens – das erste wirkliche Medium zur Programmsteuerung und mechanischen Datenspeicherung dar. Mit ihrer Anwendung zur Verarbeitung der im Rahmen der ersten Volkszählung in den Vereinigten Staaten im Jahr 1890 erhobenen Daten durch Herman Hollerith erfuhr die Lochkarte eine wichtige Weiterentwicklung und zugleich den ersten Einsatz auf Massenbasis. Obgleich sie zum Zwecke der Datenverarbeitung und -speicherung bis weit in die 1970er Jahre verbreitet war, begann mit der Entwicklung und zunehmenden Etablierung der Magnetbandtechnologie, Elektronenröhren und Transistoren ab Ende der 1940er Jahre der Einsatz der Lochkarte sukzessive nachzulassen (vgl. hierzu grundsätzlich Lubar 1992; Heide 1997; Davis/Davis 2005: 78–82).

eine der ersten Applikationen binärer Codes dar, bei der Informationen anhand eines Loches respektive des Fehlens desselben in eine logische Abfolge klarer Ja-/Nein-Aussagen untergliedert und übersetzt wurden (Tan 2020: 2). Inspiriert von diesem Mechanismus sah Babbage bei der Entwicklung seiner *analytic engine* ab dem Jahr 1836 ebenfalls Lochkarten für ihre Steuerung vor.¹⁰⁸ Hierbei unterschied er die Lochkarten hinsichtlich ihrer ausgeübten Funktion in *operation cards* und *variable cards*. Während die *operation cards* für die grundsätzliche Steuerung der Operationen verantwortlich sein würden, sollten die *variable cards* jene Daten bestimmen, auf deren Grundlage die Operationen ausgeführt werden würden. Die Lochkarten dienten folglich als zentrales Medium zur Programmsteuerung und Datenspeicherung. Dabei sah Babbages theoretischer Entwurf neben einem Speicher und der Möglichkeit der Datenein- und -ausgabe überdies eine Prozessoreinheit sowie verschiedene – wenn auch wenig ausgereifte – Benutzerprogramme¹⁰⁹ vor, womit die von Babbage abermals nicht selbst realisierte *analytic engine* den – zumindest in theoretischer Hinsicht – ersten mechanisch-automatisierten Computer und damit einen wichtigen Meilenstein in der Geschichte des Computers im 19. Jahrhundert darstellt (Bromley 1987: 113 u. 127–129; O'Regan 2016: 44).¹¹⁰

Im Gegensatz zu Babbages praktischer Handlungsorientierung und der für seine Zeit visionären Zielsetzung, die freilich während seines Wirkens – mit Ausnahme der Konstruktion der Gebrüder Scheutz – keine wirklichen Resultate zu Tage fördern sollte, galt das Interesse des im Jahre 1815 in England geborenen George Boole von vornherein der Mathematik und damit den Sphären des Theoretischen. Gleichwohl sollten Booles Beiträge im Feld der Wahrscheinlichkeitslogik, vielmehr noch aber im Bereich der Aussagenlogik, von ebenso bedeutender, wenn nicht sogar mittelfristig von größerer Relevanz für die Entwicklungsgeschichte der

¹⁰⁸ Für eine detaillierte Beschreibung der Funktionsweise der *analytic engine* vgl. Bromley (1987: 122–134).

¹⁰⁹ In diesem Kontext sind insbesondere die auf der *analytic engine* aufbauenden Arbeiten der 1815 in London geborenen Mathematikerin Lady Augusta Ada Lovelace hervorzuheben. Lovelace zeigte nach einem Treffen mit Babbage im Jahr 1833 und ersten thematischen Berührungspunkten mit der *analytic engine* reges Interesse an deren Potential. Im Laufe der Zusammenarbeit mit Babbage stellte sie Überlegungen zum Funktionsprinzip sowie der Programmierbarkeit der hypothetischen Maschine an und differenzierte im übertragenen Sinne bereits deren Kernelemente in Hard- und Software. Insbesondere ihre Ausführungen bezüglich des Programmierens sowie die von ihr aufgeworfene Frage nach der potentiellen Programmierbarkeit verschiedener Dinge (z. B. Brettspiele) haben im wissenschaftlichen Diskurs einerseits zu der Ansicht geführt, dass sie als die erste Programmiererin per se zu betrachten sei, andererseits zu der Einschätzung, dass dieses Verdienst vielmehr Babbage selbst zugerechnet werden sollte, hatte dieser doch bereits wenige Jahre vor Lovelace rudimentäre Konzepte von Programmen entwickelt. Immerhin lässt sich aber mit Recht konstatieren, dass ihre Überlegungen von einer visionären Natur besetzt waren. Denn im Gegensatz zu Babbage erkannte sie bereits von Beginn an das inhärente Potential der *analytic engine*, welches über die Sphäre der Mathematik hinausging: Sie mutmaßte, dass mit dieser zukünftig nicht nur wissenschaftliche Probleme gelöst, sondern auf Grundlage der Zahlen auch Musik komponiert und Bilder erschaffen werden könnten (Stein 1984: 33 f. u. 49 f.; Bromley 1987: 127–129; Toole 1996: 6; Davis/Davis 2005: 85–87; O'Regan 2016: 45 f.; Tan 2020: 8).

¹¹⁰ Eine weitgehend detailgetreue Realisierung der *analytic engine* erfolgte mit moderneren Mitteln erst während der 1930er und 1940er Jahre durch Konrad Zuse und Howard Aiken (vgl. Kapitel 8.4.2).

Computer und der Digitalisierung sein wie jene von Charles Babbage, lieferte er doch mit seiner 1847 erschienen Abhandlung *The Mathematical Analysis of Logic* das erste algebraische Logikkalkül und begründete damit die moderne mathematische Logik als eigenständigen Teilbereich der Mathematik (Cooksey 1997: 81 f.; Hooker 2015: 59 f.; O'Regan 2016: 46 f.; Toffano 2020: 175). Booles konkretes Anliegen im Rahmen von *The Mathematical Analysis of Logic* sowie des 1854 erschienenen Buches *An Investigation of the Laws of Thought* bestand darin, mittels der Algebra eine jede mögliche logische Aussage innerhalb einer Gleichung durch universelle Symbole auszudrücken, d. h. die Logik als solche einer mathematischen Formalisierung zu unterziehen. Hierfür nahm er zunächst an, dass sich die Gesamtheit der Dinge in Form eines binären Konzepts – ausgedrückt durch die Mengen 0 und 1 – darstellen lässt, wobei 1 den Verbund aller denkbaren Objekte repräsentiert und 0 die Abwesenheit derselben impliziert. Gleichmaßen stellen 0 und 1 in diesem System der algebraischen Logik auch die Wahrheitswerte (0 =falsch; 1 =wahr) der so ausgedrückten logischen Formeln dar. Darauf aufbauend führte er verschiedene Variablen (z. B. x , y , z) sowie die drei Operatoren $+$, $-$ und \times respektive *UND* (d. h. Konjunktion), *ODER* (d. h. Disjunktion) sowie *NICHT* (d. h. Negation) ein. Boole konnte nicht nur darlegen, dass die Symbole prinzipiell den grundsätzlichen algebraischen Regeln unterliegen, sondern dass sich auf diese auch sämtliche Rechenregeln (z. B. Assoziativgesetz) anwenden lassen, womit sich folglich logische Gleichungen gemäß diesen beiden Wahrheitswerten lösen lassen. Ausgehend von der von ihm entwickelten Verfahrensweise gelang es Boole, die Syllogismen des Aristoteles mittels der vorgeschlagenen Symbole zu codieren und durch schlichte Gleichungen auszudrücken. Boole war mit diesem seinen Logikkalkül in Gestalt der Reinterpretation und Rekombination der Algebra und der Logik, ihm zu Ehren auch als Boolesche Algebra bezeichnet, eine richtungsweisende Weiterentwicklung innerhalb der Mathematik gelungen. Sie sollte nicht zuletzt die notwendige theoretische Fundierung für die später entwickelte digitale Schaltungstechnik und Elektronik sowie für die in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts beginnende Anwendung der Binärcodierung im Bereich der Programmierung darstellen (Cooksey 1997: 81 f.; Schubert 2012: 305; Beutelspacher/Zschiegner 2014: 241 f.; Lande 2014: 536; O'Regan 2016: 46–48; Toffano 2020: 175–177).

8.3.5 Digitale Schaltungstechnik, Nachrichtenübertragung und Informationen

So bemerkenswert Booles Logikkalkül auch war, so wenig praktischer Nutzen ließ sich während des 19. Jahrhunderts tatsächlich daraus generieren – ein Umstand, der sich erst in den 1930er Jahren umkehren sollte. Dem 1916 in den Vereinigten Staaten geborenen Mathematiker

und Ingenieur Claude Shannon gelang es im Rahmen seiner 1936 eingereichten Masterthesis am Massachusetts Institute of Technology (MIT) sowie des gleichnamigen, 1938 publizierten Aufsatzes *A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits* nicht nur die praktische Anwendbarkeit der Booleschen Algebra bei der Konzeptionierung elektronischer Schaltkreise zu demonstrieren, sondern damit auch einen ungesesehenen Grad an Vereinfachung der Schaltungstechnik zu erzielen (vgl. Shannon 1938; Strawn 2014: 70; O'Regan 2016: 49 f.; Effros/Poor 2017: 29 u. 32 f.; James 2014: 436). Shannon nahm ausgehend von Booles Logikkalkül zunächst an, dass sich zwei Zustände durch die beiden Binärzahlen 0 und 1 ausdrücken lassen und dass diese zwei Zustände schlicht zwei unterschiedliche Wahrheitswerte (d. h. falsch/wahr) repräsentieren. Darauf aufbauend folgerte er, dass diese zwei Wahrheitszustände respektive die Binärzahlen auch mittels einer Reihe von elektronischen EIN/AUS-Schaltungen ausgedrückt werden könnten. Er schloss hieraus zum einen, dass elektrische Relaischaltungen auf Grundlage der Booleschen Algebra im Stande wären, logische Operationen, Binärkalkulationen sowie komplexere mathematische Berechnungen durchzuführen, und zum anderen, dass das Logikkalkül grundsätzlich eine adäquate Formalisierung für die Konzeptionierung von Schaltkreisen liefere. Anhand dieser Erkenntnisse gelang es ihm ein mathematisches Fundament für die Schaltungstheorie sowie eine formalisierte Methode für die Planung und den Bau elektronisch-digitaler Schaltkreise zum Ausführen logischer Funktionen zu entwickeln, mittels derer Binärzahlen addiert, Vergleiche vorgenommen und konditionelle Anweisungen vollzogen werden konnten. Obgleich seine Absicht zunächst darin bestanden hatte, die Effizienz der damals umständlichen Telefonschaltungen zu verbessern, zeigte sich schnell, dass sich die von ihm entwickelten Prinzipien gleichermaßen auf Rechenmaschinen respektive Computer anwenden ließen. Damit hatte er nicht nur den Grundstein für die digitale Logik und Schaltungstechnik gelegt, sondern auch den Weg für das kommende Zeitalter der digitalen Computer bereitet (Lande 2014: 537; Strawn 2014: 70; James 2014: 436; O'Regan 2016: 50–52).

Rund zehn Jahre später veröffentlichte Shannon mit seinem Aufsatz *A Mathematical Theory of Communication* sein wohl bekanntestes Werk, das im Hinblick auf die Entwicklungsgeschichte der Digitalisierung als ebenso integraler Beitrag betrachtet werden muss wie seine Arbeiten zur Schaltungstechnik. Aufbauend auf seinem bisherigen Forschungsschwerpunkt und seiner anschließenden Arbeit im Feld der Kryptographie zur Decodierung verschlüsselter deutscher Nachrichten während des Zweiten Weltkriegs begann Shannon, sich vermehrt mit dem Thema der Kommunikation auseinanderzusetzen. Im Zuge seiner Forschung in den Laboren der Bell Telephone Company begründete er mit der oben genannten, 1948 veröffentlichten Studie die sogenannte Informationstheorie – eine aus heutiger Sicht bisweilen irreführende

Bezeichnung, liegt doch ihr eigentlicher Fokus mehr auf der Kommunikation von Informationen, als auf dem Wesen von Information selbst (Buchhaupt 2003: 277; James 2014: 437; Johannsen 2016: 26; Soni/Goodman 2017: 138). So war für Shannon bei der Betrachtung von Kommunikation nicht etwa der semantische Gehalt der übertragenen Information von Relevanz, sondern einerseits vielmehr das, was grundsätzlich in einer Nachricht an Information enthalten sein *kann* und andererseits die Frage, wie, in welchem Umfang und auf welche Art die Übertragung von Informationen funktioniert (vgl. Shannon 1948: 379). Dieser Fokus resultierte nicht zuletzt aus seiner eigentlichen Aufgabe, die Übertragung elektronischer Signale zur Kommunikation in Form von Telefon, Funk und Telegrafie für das US-Militär sicherer und zuverlässiger zu gestalten, bestand doch das fundamentale Problem dieser Kommunikationswege in „[...] reproducing at one point either exactly or approximately a message selected at another point“ (ibid.) und damit in der bis dato noch immer vorhandenen Störanfälligkeit der verwendeten Signale in Gestalt von Übertragungsfehlern (Buchhaupt 2003: 292; Cover/Thomas 2006: 1 f.; James 2014: 437; Strawn 2014: 70 f.; Soni/Goodman 2017: 128; Johannsen 2016: 26; O'Regan 2016: 52). Ein zentraler Aspekt dieser Auseinandersetzung war die neuartige Betrachtungsweise, bei der Shannon auf inhaltliche Aspekte zugunsten eines abstrakten Verständnisses verzichtete, um zu der zugrundeliegenden Struktur, d. h. dem eigentlichen sachlich-technologischen Nukleus von Kommunikation, Information und Nachricht zu gelangen, wobei er den Fokus auf das Verhältnis zwischen Informationsquelle und Übertragungskanal und damit auf das verwendete Signal sowie potentielle Störungen desselben legte. Ein zentrales Ergebnis seiner Beobachtung war ein holistisches Modell zur Schematisierung der integralen Bestandteile der Kommunikation im Sinne der Nachrichten- bzw. Informationsübertragung, welches bis heute eine universelle Geltung für jegliche Kommunikationsform zu beanspruchen vermag (Buchhaupt 2003: 291; Johannsen 2016: 35 f.). Nach Shannon lässt sich eine jede Kommunikation als Nachricht begreifen und setzt sich grundsätzlich aus sechs Komponenten zusammen: (i) Information Source, (ii) Transmitter, (iii) Channel, (iv) Noise Source, (v) Receiver und (vi) Destination. Hierbei stellt die Information Source die eigentliche Quelle einer Nachricht dar, die über den Transmitter versendet wird. Der Transmitter übernimmt in diesem Rahmen die Aufgabe, die in der Nachricht enthaltenen Informationen in ein vom Empfänger lesbares und dem gewählten Channel respektive Kommunikationskanal passendes Format zu codieren. Die nun im Signal vorliegende Information wird mittels des Kommunikationskanals übermittelt, kann aber durch natürliche oder künstliche Störquellen etwa in Form von Rauschen hinsichtlich der Korrektheit und Vollständigkeit der Informationen verfälscht werden, in welchem Fall ein Übertragungsfehler vorliegt. Unabhängig von den Einflüssen etwaiger Störquellen wird das

Signal vom Receiver empfangen und – in inverser Logik zum Transmitter – wieder dekodiert und als Nachricht rekonstruiert, um so das intendierte Ziel (z. B. Person oder Objekt) der Kommunikation zu erreichen (Shannon 1948: 380–382). Neuartig an dieser Darstellung war nicht nur die auf das logische Minimum der für die Nachricht und Kommunikation relevanten Elemente vollzogene Reduktion, sondern auch die Tatsache, dass sich Shannon im Gegensatz zu anderen Wissenschaftlern in diesem Bereich dediziert mit der Störproblematik bei der Nachrichtenübertragung und potentiellen Lösungsansätzen der hieraus resultierenden Fehler im Informationsgehalt auseinandersetzte. Essentiell war hierbei sein Verständnis des Informationsbegriffes, das zum einen davon ausging, dass der informationelle Gehalt einer Nachricht durch Bits (d. h. Binärzahlen als Ergebnis von Binärentscheidungen) ausgedrückt – d. h. digital repräsentiert – und übertragen werden kann, zum anderen, dass Informationen eine messbare physikalische Größe darstellen, die sich mittels der Summe der Bits (z. B. ein Bit pro Symbol) – unabhängig vom ihrem Inhalt – quantifizieren lässt (vgl. Shannon 1948: 380; Buchhaupt 2003: 292; James 2014: 437). Shannon betrachtete Information als die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Zeichens oder Symbols innerhalb eines festgelegten Spektrums möglicher Zeichen (z. B. Alphabet). Darauf aufbauend ist der qualitative Wert von Informationen in der Aktualität respektive Neuartigkeit einer Nachricht begründet, da neuere Nachrichten grundsätzlich seltener sind als bereits bekannte, d. h. wiederkehrende, weniger aktuelle Nachrichten und somit mehr Aufmerksamkeit verdienen (Johannsen 2016: 26). Eng damit verbunden ist das von Shannon eingeführte Konzept der Entropie, das die Menge an Informationen einer Nachricht angibt und als Analogie zu jener Verwendung innerhalb der Thermodynamik gedacht ist. Die Informationsentropie beschreibt ein Maß für den mittleren Gehalt an Unsicherheit, Neuigkeit oder eben Information pro Zeichen einer empfangenen Nachricht. So nimmt bei steigender Entropie der Informationsgehalt einer Nachricht für den Empfänger auf Grund des höheren Grades an Aktualität zu und es werden mehr Bits für die Übertragung der Informationen benötigt. Hier von ausgehend gelang es Shannon nicht nur als erster Informationen messbar zu machen und durch Bits, d. h. 0 und 1 zu repräsentieren; auch schaffte er es, sein anvisiertes Ziel einer Reduktion respektive Elimination der Störanfälligkeit von Signalen in Gestalt von Übertragungsfehlern zu erreichen: er hatte erkannt, dass jede Form von Nachrichtenkanälen zur Übermittlung von Signalen ein technisches Kapazitätsmaximum bei der Übertragung von Informationen besitzt. Übersteigen folglich der Informationsgehalt in Gestalt der zu übertragenden Bits einer Nachricht die jeweils herrschende Übertragungskapazität des Kanals, muss es unweigerlich zu Fehlern bei der Übermittlung kommen. Neben der Kenntnis der Informationsgröße und der Einhaltung der Kanalkapazität schlug Shannon zur Vorbeugung von Informationsverlusten

beim Vorliegen einer Störung des Übertragungskanals vor, redundante Teile einer Nachricht mit einer der Berichtigung von Übermittlungsfehlern zweckdienlichen Redundanz zu ersetzen. Auf diese Weise lassen sich nicht nur von Störungen induzierte Fehler korrigieren, auch kann die Größe einer Nachricht, d. h. die Zahl der zu übertragenden Bits unter Beibehaltung des zugrundeliegenden Informationsgehaltes, bei der die Entropie die Untergrenze der Komprimierung darstellt, reduzieren. Voraussetzung hierfür stellt die zwischen Sender und Empfänger vereinbarte Codierung des Informationsgehaltes dar (Buchhaupt 2003: 292 f.; Strawn 2014: 71; James 2014: 437; Johannsen 2016: 28–34; Jaoude 2017: 381).

Shannons Grundlagenforschung im Bereich der Kommunikation sowie seine revolutionäre Interpretation des Informationsbegriffs stellen nicht zuletzt im Kontext der Entwicklungsgeschichte der Digitalisierung einen entscheidenden Meilenstein dar. So lassen sich seine Arbeiten als Vollendung der bereits im 17. Jahrhundert begonnenen Auseinandersetzung mit dem Binärsystem betrachten, da mit seiner theoretisch fundierten Konzeption der Nachrichtenübertragung und der Informationsentropie die zentralen vorangegangenen Überlegungen von Leibniz und Boole in ein einheitliches Modell zusammengeführt wurden. Insbesondere die hierbei zugrundeliegende Auffassung der Information als physikalische Größe und die daran anschließende über die Binärcodierung vollzogene digitale Repräsentation sind als eine für das Informationszeitalter integrale Weichenstellung zu betrachten, stellten sie doch die eigentliche Voraussetzung für das Digitalisieren von Signalen, Information und Daten dar. Mit Recht kann Shannon folglich nicht nur als „father of digital communications“ (vgl. MIT News 2001) sondern auch als eigentlicher Wegbereiter der Digitalisierung angesehen werden.

8.4 Die informationstechnologische Digitalisierung des 20. Jahrhunderts

8.4.1 Kontextualisierung

Wie im vorhergehenden Kapitel dargestellt, basiert die Digitalisierung als informationstechnologische Methode auf einer Vielzahl von Vorarbeiten innerhalb verschiedener Entwicklungsstränge, die sich in den Feldern der Mechanik, Signaltechnik, Logik, Schaltungstechnik, Algebra aber auch Elektrotechnik bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts herausgebildet haben. Doch auch nach Kenntnis dieser theoretischen und technologischen Ursprünge lässt sich in einem ersten Zugriff nicht ohne Weiteres eruieren, ab welchem Zeitpunkt von der Digitalisierung zu sprechen ist, handelt es sich doch definitionsgemäß um einen Akt des Umwandels und Auswertens, womit diese bereits mit dem ersten Digitalisat in Erscheinung träte. In dieser Hinsicht lässt sich allerdings einwenden, dass der Digitalisierungsbegriff indes nicht nur einen

Umwandlungsprozess von Signalen, Informationen und Daten, sondern – im weiteren informationstechnologischen Kontext und damit entsprechend der landläufigen Bedeutung des Phänomens – zugleich auch einen sehr viel umfassenderen Transformationsprozess der zugrundeliegenden Technologien und Medien beschreibt. Ziehen wir folglich in Betracht, dass Ende der 1940er Jahre in Folge von Shannons Pionierarbeiten im Bereich der digitalen Schaltungstechnik und Nachrichtenübertragung die notwendigen Voraussetzungen vorhanden waren, um digitale Computer zu entwickeln und analoge in digitale Formate zu überführen, lässt sich demgemäß spätestens ab der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts vom Beginn und ab den 1970er Jahren auch von einem Durchbruch der informationstechnologischen Digitalisierung sprechen (Ayres 1990: 121–123; Staab/Nachtwey 2016: 24; Bitkom 2017: 26; Stengel et al. 2017: 4 f.; Walach 2018: 89; Bendel 2019: 62; Steven 2019: 21). Diese sich verstetigende Dominanz des Digitalen über das Analoge innerhalb der IKT während des 20. Jahrhunderts gilt es im Folgenden exemplarisch anhand der Entwicklung der Digitalcomputer und der Speichermedien sowie des Aufkommens des Internets darzustellen.

8.4.2 Von der Z1 zum Personal Computer und dem Aufstieg der Software-Industrie

Besaß der Begriff *Computer* noch in den 1930er Jahren eine primär menschliche Bedeutung (d. h. eine Person, die Berechnungen durchführt) drehte sich dieses Verhältnis ab dem darauffolgenden Jahrzehnt um und erhielt eine zunehmend technische Konnotation, als im Deutschen Reich, den Vereinigten Staaten und England gleich mehrere digitale Rechenmaschinen entwickelt wurden (Ayres 1990: 121; O'Regan 2016: 55 f.; Bauer 2007: 69 f.; Walach 2018: 90; Proudfoot/Copeland 2019: 23 f.). Den Anfang machte hierbei im Jahre 1941 der deutsche Entwickler Konrad Zuse mit der Fertigstellung seiner sogenannten Z3, dem ersten frei programmierbaren, mit Lochstreifen und dem binären Gleitkommazahlensystem operierenden Digitalcomputer. Die auf elektromagnetischen Relais basierende Rechenmaschine beherrschte nicht nur die Grundrechenarten und Quadratwurzelberechnung, auch konnte sie mittels Lochstreifen und einer dezimalen Konsole programmiert werden, um weitere Rechenoperationen auszuführen, für die die Z3 durchschnittlich drei Sekunden benötigte. Zuses Innovation ist in der Tat als wegweisend zu werten, stellten die Funktionalität und die freie Programmierbarkeit nicht nur einen bis dahin ungesehenen Grad der Automatisierung und zugleich die Digitalisierung von Rechenoperationen dar, sondern auch die erste faktische Realisierung der *analytic engine* von Charles Babbage. So wegweisend Zuses Z3 aus heutiger Sicht sein mag, so gering war doch ihre unmittelbare Wirkung auf die technologische Entwicklung: Im Zuge des Zweiten

Weltkrieges wurde die Z3 zerstört und wichtige Patente konnten nicht eingereicht werden, weshalb der erste Digitalcomputer in der Nachkriegszeit weitestgehend unbemerkt blieb (O'Regan 2016: 67–69; Zuse 2016: 119–122; Walach 2018: 91; Hoffmann 2020: 17–19).

Im selben Zeitraum begann ein Team des Unternehmens International Business Machines Corporation (IBM) um den Physiker der US-Marine Howard Aiken zusammen mit der Harvard Universität einen Digitalcomputer¹¹¹ zu entwickeln, der in der Lage sein sollte, komplexe Rechenoperationen auszuführen. Das vorrangige Ziel bestand für Aiken nicht primär in der Realisierung von Babbages *analytic engine*, welche zweifelsohne eine Inspiration für ihn darstellte, sondern fußte auf der Notwendigkeit einen Rechner zu entwickeln, der im Stande war, Schuss- und Flugtabellen für die Geschütze und Flugzeuge der Marine zu kalkulieren. 1943 vollendete das Team die Konstruktion ihres Digitalrechners und stellte den auch als IBM Automatic Sequence Controlled Calculator (ASCC) bekannten Harvard Mark I an der Universität vor. Der Mark I erfüllte hierbei die Konzeption der *analytic engine* vollumfänglich, war frei programmierbar und rechnete mit Binärzahlen. Wie Zuses Z3 basierte der Mark I auf elektromagnetischen Relais, operierte mittels Lochstreifen und war in der Lage, Additionen innerhalb von 3 Sekunden zu vollziehen und bei Berechnungen auf gespeicherte Ergebnisse automatisch zurückzugreifen. Die so erzielte Funktionalität und Effizienz standen jedoch – zumindest verglichen mit heutigen Maßstäben – in keinem Verhältnis mit seinen physischen und monetären Dimensionen: Er bestand aus mehr als 750.000 Teilen, nahm mit 5 Tonnen Gewicht ein Volumen von rund 23 m³ ein und kostete rund 300.000 USD. Seinen denkwürdigsten, aus strategischer Sicht aber wichtigsten Einsatz erfuhr er bei der Kalkulation der Flugbahn und des Zündzeitpunktes der 1945 auf die japanische Stadt Nagasaki abgeworfenen Atombombe, womit er zu Recht als Kind des Krieges bezeichnet werden kann (Davis/Davis 2005: 84; O'Regan 2016: 56–58; Walach 2018: 91; Sandler 2018: 98; Hoffmann 2020: 19 f.).

¹¹¹ Tatsächlich stellte die Arbeit des Physikers John Atanasoff mit seinem Studenten Clifford Berry den ersten geglückten – wenn auch weniger bekannten – Versuch in den Vereinigten Staaten dar, einen Digitalcomputer zu entwickeln. Der aus eigenen Mitteln finanzierte und im Jahre 1941 fertiggestellte Atanasoff-Berry-Computer (ABC) basierte ebenfalls wie die Z3 auf Lochkarten und arbeitete auf Grundlage des Binärsystems. Anders aber als Zuses Computer besaß der ABC keine zentrale Verarbeitungseinheit in Form eines Prozessors und war nicht frei programmierbar. Auch setzte er nicht auf elektromagnetische Relais für die Berechnung, sondern auf 270 Vakuumröhren, anhand derer 30 Rechenoperationen pro Sekunde und damit sehr viel höhere Verarbeitungsgeschwindigkeiten erzielt werden konnten – eine, wie sich zeigen sollte, wegweisende Anwendung effizienterer Technologie. Obgleich sich das Anwendungsgebiet des ABC ausschließlich auf das Lösen linearer Gleichungen beschränkte und somit nicht universell für Rechenoperationen einsetzbar war, ist er als der erste in den Vereinigten Staaten entwickelte Digitalrechner zu betrachten, da er auf keinerlei mechanische Komponenten für Rechenoperationen zurückgriff, auf den Grundlagen der binären Arithmetik und der Booleschen Algebra fußte und die Berechnung und Speicherung anhand getrennter Bündel von Vakuumröhren erfolgte (Strauss 1976: 67 f.; Mackintosh 1988: 92–95; Margolin 2013: 28; O'Regan 2016: 58–60; Choi 2017: 25).

Ebenfalls eine Geburt des Krieges stellte der erste in England entwickelte Digitalcomputer dar. Auch dort wurde fieberhaft während des Krieges an der Entwicklung von leistungsfähigen Digitalrechnern gearbeitet, nicht aber zur Kalkulation von ballistischen Flugbahnen, sondern im Rahmen der nachrichtendienstlichen Aufklärung: Das Deutsche Oberkommando kommunizierte mit den Truppenverbänden im besetzten Europa sowie der Luftwaffe und der Kriegsmarine mittels verschlüsselter Nachrichten. Hierfür setzte das deutsche Militär seit dem Jahr 1941, d. h. kurz nachdem Alan Turing¹¹² im Auftrag des britischen Geheimdienstes MI6 den deutschen Enigma-Code entschlüsselt hatte, die sogenannte Lorenz-Schlüsselmaschine SZ 40 (d. h. Schlüsselzusatz 40) ein, welche die Funksignale durch Ergänzung eines Schlüssels chiffrierte und durch den Empfänger nur mit einer entsprechenden SZ40 und dem korrekten Code entschlüsselt werden konnte. Offenkundig war die Entschlüsselung der deutschen Funksignale sowie der darin enthaltenen Informationen über etwaige Truppenbewegungen oder Angriffsziele von außerordentlicher Relevanz für die Alliierten. Dementsprechend begannen allen voran britische Wissenschaftler wie Tommy Flowers im Auftrag der Regierung mit der Entwicklung möglicher Dechiffrierungsmethoden. In diesem Zuge konstruierten Flowers und sein Team im Jahre 1943 den Colossus Mark I und elf Monate später den Mark II als die ersten Digitalcomputer Englands. Der Colossus Mark II war begrenzt programmierbar, operierte mit Lochkarten sowie rund 2.400 Vakuumröhren auf Grundlage des Binärsystems und konnte rund 5.000 Zeichen pro Sekunde verarbeiten. Erst der Einsatz des Digitalrechners verhalf dem britischen Geheimdienst, den Lorenzschlüssel zu knacken und die deutschen Funknachrichten zu entschlüsseln. Nicht zuletzt für die Planung der erfolgreichen Invasion der Normandie im Juni 1944 spielte der Colossus eine integrale Rolle, ließen sich doch mit seiner Hilfe nicht nur die Truppenstandorte bestimmen, sondern auch der Erfolg der an das Deutsche Oberkommando zur Täuschung weitergeleiteten Desinformationen validieren (vgl. Copeland 2006; Margolin 2013: 28; O'Regan 2016: 64–66; Sandler 2018: 98; Proudfoot/Copeland 2019: 24).

¹¹² Der britische Mathematiker Alan Turing (1912–1956) gilt als einer der einflussreichsten Pioniere auf den Feldern der Logik, Kryptographie, Rechenmodelle, künstlichen Intelligenz, Berechenbarkeitstheorie sowie Computerarchitektur des 20. Jahrhunderts und legte mit seinen Arbeiten insbesondere während der 1930er und 1940er Jahre die Fundamente der theoretischen Informatik. Rückwirkende Bekanntheit erlangte er nicht nur im Zuge seiner kryptoanalytischen Tätigkeiten zur Entschlüsselung des Enigma-Codes, sondern auch auf Grund der nach ihm benannten Turingmaschine und des Turing-Tests. Während die Turingmaschine ein mathematisches Berechnungsmodell darstellt, welches die notwendigen Anforderungen an einen Algorithmus beschreibt, damit ein Computer im Stande ist, eine formalisierte Aufgabe zu erfüllen, handelt es sich beim Turing-Test, den er selbst als *imitation game* bezeichnete, um eine erst posthum formalisierte Vorgehensweise, um zu determinieren, ob und zu welchem Grad eine Maschine respektive ein Algorithmus ein dem Menschen vergleichbares intelligentes Verhalten aufweist (vgl. Newman 1955; Shyamasundar 2014; Sandler 2018: 98; Proudfoot/Copeland 2019).

Den Abschluss dieser Anfangsära der Digitalcomputer bildete der Electronic Numerical Integrator and Computer (ENIAC), dessen Entwicklung in den Vereinigten Staaten 1943 für militärische Zwecke begonnen, jedoch erst ein Jahr nach Kriegsende abgeschlossen wurde und bis 1955 unter anderem zur Berechnung ballistischer Flugbahnen von der US-Army eingesetzt wurde. Konstruiert wurde der ENIAC an der University of Pennsylvania unter John Eckert und William Mauchly. Das Team entschied sich bei der Konzeption des Digitalrechners für die Nutzung von Vakuumröhren. Die Rechnerarchitektur basierte auf dem Dezimalsystem, operierte mit Lochkarten und war durch Neuverkabelung programmierbar. Zwar waren seine Verlässlichkeit und Funktionalität auf Grund des Umstandes, dass Vakuumröhren regelmäßig ausbrannten, eingeschränkt, doch übertraf der ENIAC alle bisherigen Digitalrechner hinsichtlich seiner Ausmaße und Leistungsfähigkeit: Er war bestückt mit rund 18.000 Vakuumröhren, wog 27 Tonnen, nahm dabei eine Fläche von über 170 m² ein und zog Investitionskosten von rund 500.000 USD nach sich. Gleichzeitig aber waren 5.000 Rechenoperationen pro Sekunde möglich, womit er in etwa tausendfach schneller kalkulieren konnte als herkömmliche mechanische Rechenmaschinen. Seinen wohl wichtigsten Auftrag vollbrachte der ENIAC bei der Kalkulation der Durchführbarkeit der Wasserstoffbombe, für die er sechs Wochen lang mit über 500.000 Lochkarten rechnete (Last 1998: 171; Bauer 2007: 70; O'Regan 2016: 60–62; Sandler 2018: 100; Walach 2018: 91; Hoffmann 2020: 20–23; Margolin 2013: 28 f.).

Diese erste Generation der Digitalrechner war einerseits durch grundsätzliches Experimentieren, in der Regel hohe Investitionskosten sowie durch eine starke Beeinflussung durch und Orientierung an kriegstechnischen Zielsetzungen gekennzeichnet. Andererseits zeigte sich bei der Entwicklung rasch, dass elektromagnetische Relais schlicht zu niedrige Geschwindigkeiten bei der Kalkulation erzielten, weshalb der Einsatz von Vakuumröhren zunehmend favorisiert wurde. Diese zogen jedoch einen hohen Stromverbrauch¹¹³ sowie eine intensive Wärmeentwicklung nach sich und fielen trotz aktiver Kühlung regelmäßig aus. Deshalb und auf Grund der Tatsache, dass Vakuumröhren hinsichtlich ihrer Leistungsgeschwindigkeit zunehmend an ihre Kapazitätsgrenzen stießen, begann die Suche nach einer schnelleren, energieeffizienteren und vor allem kostengünstigeren Alternative (Strauss 1976: 68; Ayres 1990: 121; Asaolu 2006: 337; Margolin 2013: 27; Sandler 2018: 100 f.; Hoffmann 2020: 23 u. 26). In diesem Zuge wurde 1947 der Transistor von John Bardeen, William Shockley und Walter Brattain erfunden und ein Jahr später von den US-amerikanischen Bell Laboratories am 1. Juli als entsprechendes Substitut der Öffentlichkeit präsentiert. Der Bipolartransistor, für dessen Entwicklung Bardeen und

¹¹³ So verbrauchte bspw. der ENIAC elektrischen Strom im Umfang von 150 kWh (O'Regan 2016: 60 f.).

seine beiden Kollegen 1956 den Nobelpreis erhielten, war als ein anfangs aus Germanium und später aus Silizium gefertigtes Halbleiterbauelement, das wie die Elektronenröhre im Stande war, elektronische Ströme zu schalten, zu regeln und zu verstärken. Im Gegensatz aber zu seinem Vorgänger benötigte er mit deutlich kleineren Maßen von wenigen Zentimetern und einer hundertfach höheren Geschwindigkeit nur einen Bruchteil der Energie, war weniger störanfällig und zudem günstiger in der Fertigung. Ab den 1950er Jahren verdrängte der Transistor die Elektronenröhre im Bereich der Computer sowie anderer Einsatzgebiete gänzlich und leitete die zweite Computergeneration ein (Ayres 1990: 121; Last 1998: 171; O'Regan 2016: 88–90; Sandler 2018: 101; Hoffmann 2020: 23 f.).

Mit der Verbreitung der Digitalcomputer während der 1950er eröffneten sich nicht nur zunehmend neue Anwendungsfelder im allen voran noch primär institutionellen Kontext, der allmählich über militärische Applikationen hinausging, sondern auch die Anforderungen und damit die Notwendigkeit höherer Rechengeschwindigkeiten. Leistungssteigerungen waren mittels des Transistors zwar grundsätzlich möglich, allerdings beruhte die Herstellung auf der Verkabelung eines jeden einzelnen Transistors mit den restlichen Komponenten, um einen elektrischen Schaltkreis zu bilden – ein kosten- und zeitintensiver Fertigungsprozess. Gleichzeitig war die Computerindustrie aber daran interessiert, ihre Produkte einem größeren industriellen Publikum verfügbar zu machen. Voraussetzung hierfür war, dass die Fertigung der „Hardware für die Rechenoperationen und die Datenspeicherung schneller, kleiner und günstiger werden“ (Sandler 2018: 126) musste, um eine attraktive Preisgestaltung und eine somit wirtschaftliche Anwendbarkeit der Technologie für Unternehmen zu gewährleisten. Im Jahr 1958 entwickelte Jack Kilby, ein bei Texas Instruments tätiger Ingenieur, einen integrierten Schaltkreis (Engl. *integrated circuit*), bei dem er mehrere Bipolartransistoren auf einem einzigen Stück Germanium einschließlich der Widerstände und Kondensatoren aufbringen und in einem Schaltkreis integrieren konnte. Mit dieser Erfindung leitete Kilby den Durchbruch in der Elektronik- und Computerindustrie ein: Fortan war es möglich, zunehmend mehr Transistoren auf dem gleichen Raum von wenigen Millimetern unterzubringen und eine bis dahin ungesehene Leistungssteigerung bei sinkenden Fertigungskosten zu erzielen. Auf diesem Weg erfuhr der integrierte Schaltkreis im Jahre 1960 eine wichtige Verbesserung durch den bei dem Unternehmen Fairchild Semiconductor arbeitenden Robert Noyce, indem dieser das Germanium durch ein einziges Siliziumplättchen ersetzte und den Chip um eine dünne Metallschicht ergänzte, mit Hilfe derer die verschiedenen Komponenten besser im Schaltkreis verbunden werden konnten. Ab diesem Zeitpunkt waren beinahe alle Voraussetzungen für eine Massenfertigung gegeben: Betragen die Produktionskosten eines integrierten Schaltkreises im Jahr 1960 noch rund 1.000

USD, so sanken diese bereits bis zum Jahr 1963 auf etwa 25 USD pro Stück. In der Konsequenz leitete der integrierte Schaltkreis in den 1960er Jahren die Ära der Mikroelektronik und damit die dritte Generation der Digitalcomputer ein, die insbesondere durch eine höhere Leistungsfähigkeit, eine sukzessive Miniaturisierung der Technologie sowie eine zunehmende Ausdehnung der Anwendungsmöglichkeiten und der potentiellen Kundenkreise gekennzeichnet war. Exemplarisch lässt sich hierfür etwa der Einsatz der Technologie in Taschenrechnern von Texas Instruments ab dem Jahr 1966 anführen (Asaolu 2006: 337; Bauer 2007: 121 f.; O'Regan 2016: 95–97; Sandler 2018: 126; Hoffmann 2020: 24 f.).

Ende der 1960er Jahre erreichte der Trend der Miniaturisierung der Komponenten eine neue Stufe: Im Jahr 1968 gründeten Robert Noyce, Gordon Moore¹¹⁴ und Andrew Grove, drei ehemalige Mitarbeiter von Fairchild Semiconductor, in Santa Clara, Kalifornien, das Unternehmen Integrated Electronic Corporation (Intel), um eigenständig integrierte Schaltkreise für die Computerindustrie zu entwickeln. Bereits 1971 gelang es Intel mit der Expertise der Ingenieure Ted Hoff und Federico Faggin sämtliche Komponenten eines Prozessors auf einem einzelnen Siliziumchip zu integrieren und brachte im gleichen Jahr mit dem Intel 4004 den ersten Mikroprozessor auf den Markt. Der Intel 4004 stellte in dieser Entwicklung einen Meilenstein dar, denn nicht nur war es den Ingenieuren mit ihm gelungen, 2250 Transistoren auf einem Chip mit einer Strukturbreite von lediglich 10 µm zu vereinen; sie konnten auf Grund der in der Fertigung erzielten Fortschritte auch eine bis dahin ungesehene Leistungsgeschwindigkeit für 200 USD anbieten. In Summe revolutionierte der erste Mikroprozessor die Computerindustrie und leitete die vierte Generation der Digitalcomputer ein. Zugleich eröffnete sich auf Grund der Größe, Leistung sowie Preisgestaltung des Chips eine neue Dimension der Digitalisierung: Noch im Jahr 1948 soll Howard Aiken hinsichtlich der Nachfrage nach Computern konstatiert haben, dass sich der Rechenbedarf der Vereinigten Staaten mit maximal sechs Computern jährlich befriedigen ließe, weshalb er einer intensivierten Forschung an Digitalrechnern kritisch gegenüberstand (vgl. Walach 2018: 91 f.; Hoffmann 2020: 31). Nun aber bestand der Computer nicht mehr aus mehreren tausend, mehrere Kubikmeter Raum einnehmenden Komponenten, sondern war geschrumpft auf die Größe eines nur wenige Mikrometer zählenden Chips. So eröffneten die Mikroprozessoren ein schier grenzenloses Anwendungsspektrum, das von

¹¹⁴ Gordon Moore ist noch heute für das nach ihm benannte mooresche Gesetz bekannt. Moore hatte erkannt, dass sich die Anzahl der Transistoren in einem integrierten Schaltkreis – d. h. dessen Komplexität bei minimalen Komponentenkosten – zwischen 1958 und 1965 jedes Jahr verdoppelt hatte und formulierte hierauf aufbauend, dass dieser Trend auch mittelfristig einem exponentiellen Wachstum folgen würde (Moore 1965: 115). Tatsächlich sollte sich Moores Feststellung ebenfalls über einen darüberhinausgehenden Zeitraum bewahrheiten, denn auch heute noch folgt die Entwicklung der Komplexität von integrierten Schaltkreisen – in leicht abgewandelter Form – den postulierten Gesetzmäßigkeiten eines exponentiellem Wachstums (O'Regan 2016: 97; Hoffmann 2020: 32).

Verkehrssampeln über elektronische Registrierkassen und Waschmaschinen bis hin zu medizinischen Instrumenten und Geldautomaten reichte (Ayres 1990: 121; Bauer 2007: 120; Asaolu 2006: 337; O'Regan 2016: 120 f.; Walach 2018: 92; Hoffmann 2020: 27–29).

Die Miniaturisierung in Gestalt des Mikroprozessor nahm – wie Wallach konstatiert – eine elementare Entwicklung der Digitalisierung vorweg, nämlich die “[...] selbstverständliche, im Alltag kaum reflektierte und wahrnehmbare Integration von Computern in Objekte des täglichen Gebrauchs“ (2018: 92). Darüber hinaus war jedoch zur Zeit der Einführung des Intel 4004 aus unternehmerischer Perspektive keineswegs klar, ob und in welchem Umfang eine direkte Verwendung von Mikroprozessoren auch für Privatpersonen überhaupt in Frage kommen könnte, geschweige denn wie eine solche aussehen würde – der Computer im heutigen Sinne als eigenständiges Produkt gehörte indes nicht dazu. Demgemäß waren es in diesem Kontext Computerenthusiasten sowie Hobbytüftler, und damit nicht in erster Linie etablierte Unternehmen oder Forschungseinrichtungen, die das Potential der Mikroprozessoren für den Privatgebrauch erkannten. Obgleich im Jahr 1973 das in Palo Alto ansässige Forschungszentrum Xerox PARC mit seinem Xerox Alto den nach heutigen Maßstäben ersten Computer mit einer durch eine Maus ansteuerbaren grafischen Benutzeroberfläche für den individuellen Gebrauch entwickelte, war es das kleine Unternehmen Micro Instrumentation and Telemetry Systems des Hobbyisten Ed Roberts, das 1974 den ersten und auch so beworbenen Personal Computer (PC) auf den Markt brachte. Der Tüftler Roberts, der seine Kenntnisse in Elektrotechnik im US-Militär erworben hatte, konstruierte den Altair 8800 mit Intels ebenfalls im Jahr 1974 entwickelten Mikroprozessor Intel 8080. Er bot den PC sowohl als Bausatz als auch als vormontierte Version zwar ohne Bildschirm und Eingabegeräte, aber zu Listenpreisen von 439 respektive 621 USD und damit um ein Vielfaches günstiger an als den 10.000 USD teuren Xerox Alto. Trotz seines gerade für Privatanwender erschwinglichen Preises war seine Bedienung nicht sonderlich intuitiv oder benutzerfreundlich und richtete sich daher an den vergleichsweise kleinen Kreis von Technikenthusiasten und Computerentrepreneuren. Dennoch sollte der Altair 8800 die Ära des PC einleiten und so die kommenden Generationen der PCs und deren Entwickler inspirieren (Waldrop 2001: 89; Gershenfeld 2012: 45; O'Regan 2016: 128–130; Walach 2018: 92–94; Sandler 2018: 130 f.).

Eine wesentliche Voraussetzung für die zunehmende Implementierung des Mikroprozessors in immer mehr Geräten des industriellen sowie täglichen Gebrauchs und damit in gleichem Maße auch für die Etablierung des PC, war die Möglichkeit, die Technologie abhängig vom jeweiligen Anwendungsbereich anhand von entsprechenden Programmen steuern zu

können. Mit der Expansion der Einsatzmöglichkeiten integrierter Schaltkreise war seit 1965 bereits der Bedarf an entsprechender Software, mittels derer die Hardware ihr volles Leistungsspektrum zur Geltung bringen sollte, sukzessive angewachsen. Als aber die Prozessoren Intel 4004 und 8008 sowie der Altair 8800 Anfang der 1970er Jahre auf den Markt gebracht wurden, sich mit dem PC also weitere und breitgefässere Anwendungsmöglichkeiten eröffneten und mit diesem schließlich die zugrundeliegenden Technologien auch einem immer größeren Kreis an Privatnutzern zur Verfügung gestellt wurde, erlebte die bis dahin noch nicht als solche zu bezeichnende Softwareindustrie ihren eigentlichen Durchbruch. Einer der ersten, der das Potential des im PC integrierten Mikroprozessors erkannte, war der als Berater für Intel tätige Informatiker Gary Kildall. Er begann Anfang der 1970er Jahre Programme für den Intel 4004 zu schreiben und entwickelte für diesen auch die erste Programmiersprache mit dem Ziel, es anderen Programmieren zu ermöglichen, Applikationen für Mikroprozessoren zu kreieren. Im Jahr 1973 entwickelte er das CP/M Betriebssystem (Control Program for Microcomputers), das den Intel 8080 in die Lage versetzte, Dateien auf einer Diskette zu schreiben und zu lesen. Der Altair 8800 stellte sodann den nächsten Schritt in der Anfangsphase der sich sukzessive formierenden Softwareindustrie dar. So entwickelten etwa Bill Gates und Paul Allen mit ihrer kleinen Firma Microsoft, die rund ein Jahrzehnt später zu einem der größten Softwareunternehmen heranwachsen und Gates zur wohlhabendsten Person der Welt machen sollte, den BASIC-Interpreter, mit welchem Programme auf dem Altair ausgeführt werden konnten. Gates und Allen hatten mit ihrem Programm nicht nur eine wichtige Voraussetzung und Ergänzung für den PC geschaffen, sie hatten darüber hinaus auch ein neues, gänzlich digitales Geschäftsfeld eröffnet: Die Software wurde zu einem zwar an die Hardware gebundenen, aber dennoch eigenständigen, immateriellen Produkt, für das Menschen bereit waren, Geld auszugeben. Gleichzeitig bedurfte es für die Herstellung dieses Produktes lediglich eines Programmierers, der mittels Computer und entsprechendem Betriebssystem die Software entwickelte; ein Produkt folglich, für dessen Erschaffung keinerlei weitere Maschinen, Fertigungsstraßen, ja nicht einmal ein Büro benötigt wurde. Auch wenn die Soft- und Hardwarebranche – ebenso wie die Mikroelektronik und Informatik – bis heute in einem symbiotischen Verhältnis zueinander stehen, begann sich die Softwareentwicklung während der 1970er Jahre als eigene Industrie zu emanzipieren und die Hardware immer mehr den Status einer voraussetzenden Plattform einzunehmen. Kaufte man folglich Anfang der 1970er Jahre die Software der Hardware wegen, änderte sich dieses Verhältnis bis Ende des Jahrzehnts in dem Maße, dass die Hardware zunehmend auf Grund der Software und der mit ihr einhergehenden Anwendungen gekauft wurde – die PCs der verschiedenen Hersteller wurden zusehends substituierbar. In der Konsequenz

wurde der PC als Produkt für die Nutzer immer weniger relevant, vorausgesetzt die Softwareanwendungen funktionierten mit diesen. Bald differenzierte sich die Softwareindustrie in verschiedene Teilbereiche und Anwendungsfelder, die von Software für Unternehmen über jene für Wissenschaft und Forschung bis hin zu Spiele- und Unterhaltungssoftware reichten. Welchen Stellenwert die Softwareindustrie im Verbund mit der Computerindustrie begann einzunehmen, erschließt sich nicht zuletzt aus der Tatsache, dass bis Ende der 1970er Jahre beinahe jede Universität in der Vereinigten Staaten Studiengänge im Bereich der Softwareentwicklung anbot – noch im Jahr 1970 hatte es keine einzige gegeben (Bauer 2007: 121–124; Waldrop 2001: 89; Jones 2014: 125–127; O'Regan 2016: 122 u. 130; Sandler 2018: 135 und 151 f.).

Mit dem Aufkommen der Softwareindustrie ab den 1970er Jahren war nicht nur ein neuer digitaler Wertschöpfungssektor in den allen voran westlichen Industrienationen und Japan entstanden, auch begannen die in ihm erschaffenen Produkte zunehmend die Produktion innerhalb der restlichen Wirtschaftszweige zu transformieren. Insbesondere das Aufkommen leistungsfähiger Betriebssysteme wie bspw. MS-DOS (Microsoft Disk Operating System) und Bürosoftware (z. B. Microsoft Office) während der 1980er Jahre veränderte etwa mit den sich nun zunehmend ausbreitenden Formen der elektronischen Text- und Datenverarbeitung die Art der in den Unternehmen, der öffentlichen Verwaltung aber auch im privaten Bereich anfallenden Bürotätigkeiten. Gleichzeitig führten die mannigfaltigen Anwendungsmöglichkeiten und die damit einhergehenden Effizienzsteigerungen innerhalb bestimmter Arbeitsprozesse, die mittels entsprechender Software erzielt werden konnten, zu einem zusätzlichen Schub bei der Verbreitung der Digitalcomputer. Flankiert wurde diese Entwicklung nicht zuletzt auch durch die Entwicklung kompakterer, benutzerfreundlicher, vergleichsweise erschwinglicher und mit Bildschirmen sowie Eingabegeräten in Form von Maus und Tastatur ausgestatteter PCs durch die Unternehmen Apple seit den 1970er und IBM seit den 1980er Jahren, welche ihrerseits – wie auch die restlichen Computerhersteller – bei der Software Lizenzverträge mit Microsoft schlossen. Diese Kooperation der Hard- und Softwareindustrie, der Markteintritt von IBM auf dem PC-Markt, die kompakteren Maße sowie die gleichzeitig vollzogene Erhöhung der Benutzerfreundlichkeit sollten schließlich die letzten Hürden für den Erfolg des PC nehmen und den Markt der Privatanwender erobern: besaßen 1984 lediglich 8,2 % der US-amerikanischen Haushalte einen PC, waren es bereits im Jahr 1990 rund 15 % und bis zum Ende des Jahrtausends über 50 %. In gleichem Maße erhöhten sich die Ausgaben der privaten Haushalte für Computerhardware etwa zwischen den Jahren 1990 und 1997 um mehr als 300 % (vgl. United States

Census Bureau 1988: 9; 2018: 2; U.S. Bureau of Labor Statistics 1999: 2).¹¹⁵ Die Entwicklung des Computers veranschaulicht demgemäß wie keine zweite die informationstechnologische Digitalisierung während des 20. Jahrhunderts. Hierbei sollte der PC nicht nur zu dem – bereits 1983 im Time Magazine¹¹⁶ vorhergesagten – zentralen Symbol der Digitalisierung als einer Epoche sui generis werden, er sollte auch die gegenwärtig fünfte, von einer zunehmend höheren Portabilität gekennzeichneten Generation der Digitalcomputer einläuten (Asaolu 2006: 337; Ebert 2008: 24 f.; Wirth 2008: 35–38; Jones 2014: 165–167; O'Regan 2016: 144–148 u. 219–221; Walach 2018: 94–96; Sandler 2018: 150–152).

8.4.3 Von der Lochkarte zur Compact Disk

Ein weiteres Beispiel, um die sich im 20. Jahrhundert vollziehende informationstechnologische Digitalisierung zu veranschaulichen, findet sich mit der Kategorie der Speichermedien und Datenträger, deren Entwicklung weitestgehend im Verbund mit jener der Digitalcomputer verlief, deren Wurzeln aber bis in die Entstehungszeit der Industrialisierung zurückreichen.

Es wurde in Kapitel 8.3.4 darauf hingewiesen, dass Lochkarten und Lochstreifen erstmals bei dem von Joseph-Marie Jacquard im Jahre 1804 entwickelten Webstuhl zur Automatisierung der mechanischen Prozessabläufe zur Anwendung kamen und mit dem im Jahr 1890 in den Vereinigten Staaten durchgeführten Zensus von Herman Hollerith ihren erstmaligen Einsatz auf Massenbasis erfuhren.¹¹⁷ Die Lochkarte stellte somit ab Beginn ihres Gebrauchs ein Medium zur Speicherung von Anweisungen, Programmen aber auch Daten dar und lässt sich in ihrer Funktionsweise daher als einer der ersten mechanischen Datenträger betrachten (Bromley 1987: 121; Ayres 1990: 121 f.; Heide 1997: 29–33; Davis/Davis 2005: 79–81; O'Regan 2016: 44). Holleriths Unternehmen, die Tabulating Machine Company, welche seit

¹¹⁵ Ein Vergleich der Ausstattungsgrade privater Haushalte mit PCs zwischen den Vereinigten Staaten und der Bundesrepublik Deutschland während der 1990er Jahre lässt sich auf Grund methodischer Unterschiede der jeweiligen Erhebungen leider nur bedingt vollziehen. Dies ist einerseits dem Umstand geschuldet, dass die im Falle der Bundesrepublik hierfür notwendigen Datensätze lediglich in der alle fünf Jahre durchgeführten Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) erhoben werden (d. h. im Berichtszeitraum für die Jahre 1993 und 1998), und andererseits auf die Tatsache zurückzuführen, dass bis zum Jahr 1999 auf Grund der mangelnden Gleichwertigkeit der Lebensverhältnisse im wiedervereinigten Deutschland eine differenzierte Erhebung nach bspw. Haushaltstypen, sozialer Stellung etc. erfolgte und deshalb auf eine gesamtdeutsche Darstellung verzichtet wurde (StBA 1999: 552). Erst mit der Neukonzipierung der laufenden Wirtschaftsrechnung ab dem Jahr 1999 wurde eine in diesem Rahmen gesamtdeutsche Darstellung in Form einer rückwirkenden Hochrechnung auf Grundlage der EVS 1998 vollzogen und in dem im Jahr 2000 veröffentlichten Statistischen Jahrbuch dargestellt. Hierbei zeigt sich, dass der Ausstattungsgrad privater Haushalte mit sogenannten Personalcomputern Ende der 1990er Jahre bei 46,3 % lag und damit ein ähnliches Niveau erreichte (StBA 2000: 541 f.).

¹¹⁶ Das Time-Magazine ernannte anstelle der üblichen *Person of the Year* den Computer zur *Machine of the Year 1982* und widmete den Leitartikel dem Aufkommen, der Verbreitung und Zukunft des PC (vgl. Friedrich 1983).

¹¹⁷ Vgl. Anmerkung 107.

den 1890er Jahren verschiedene Statistikämter sowie Banken, Versicherungen aber auch Unternehmen des Eisenbahn- und Fertigungsgewerbes in Nordamerika und Europa mit Lochkartentabelliermaschinen ausstattete, ging im Jahre 1911 nach einer Fusion in der Computing-Tabulating-Recording Corporation auf, die seit dem Jahre 1924 unter dem Namen IBM firmiert. IBM produzierte ab den 1920er Jahren neben allerlei Büromaschinen für den Gebrauch in Unternehmen auch Lochkartensysteme, bei denen das Unternehmen eine weltweite Monopolstellung innehatte. IBM war mit seinem Lochkartensystem so erfolgreich, dass dieses nicht nur in dem zusammen mit Howard Aiken im Jahr 1943 entwickelten IBM ASCC – beinahe naturgemäß – zur Datenverarbeitung und -speicherung eingesetzt wurde, auch stellten IBMs Lochkarten bis in die 1950er Jahre hinein den weltweiten Standard für Datenträger dar und fanden in Teilen noch eine rege Anwendung bis Mitte der 1980er Jahre. Mit den Fortschritten in der Mikroelektronik und digitalen Computertechnologie, der voranschreitenden Computerisierung und den wachsenden Anwendungsmöglichkeiten dieser Technologien wuchsen jedoch nicht nur die Anforderungen an Rechenmaschinen, auch begannen die zu verarbeitenden Datenvolumina anzuwachsen und damit die Nachfrage nach größeren Speichermedien, waren doch die gängigen Lochkartenformate mit maximalen Speicherkapazitäten von 80 Byte pro Karte längst nicht mehr zeitgemäß und die zugrundeliegenden Prozesse und Geschwindigkeiten der Lochkartensysteme überholt (Norberg 1990: 778 f.; Ayres 1990: 122 f.; Heide 1997: 35–39; Goda/Kitsuregawa 2012: 1433 f.; Sandler 2018: 99; Cortada 2018: 121–125).

Ingenieure hatten bei der Entwicklung von Computern früh erkannt, dass die für die Verarbeitung und Speicherung von Daten verwendeten Medien eine Reihe verschiedener Eigenschaften aufweisen müssen: Datenträger sollten nicht nur löschar und wiederbeschreibbar sein, auch sollten sie die Integrität der gespeicherten Daten für möglichst lange Zeit gewährleisten, kostengünstig sein, eine hohe Schreib- und Lesegeschwindigkeit besitzen und eine ausreichend große Speicherdichte (d. h. viel Speicherplatz bei geringer physischer Größe) aufweisen – mit Ausnahme der niedrigen Kosten und hohen Datenintegrität folglich Eigenschaften, welche die Lochkarte nicht erfüllen konnte (Khurshudov 2001: 5 f.; Inmon/Linstedt 2015: 39). Im Jahr 1951 kam es jedoch zu einer ersten wegweisenden Neuerung in der Datenträgertechnologie als das Magnetband, welches seit seiner Erfindung im Jahr 1928 durch den Ingenieur Fritz Pfelemer für Audioaufnahmen in Form des Tonbands verwendet wurde, erstmalig in einem Digitalcomputer zur Anwendung kam und so den Wandel von der mechanischen hin zu der magnetischen Speichertechnologie initiierte. Hierbei war insbesondere der Bedarf nach größeren und kostengünstigen Speicherformaten mit einer gleichzeitig höheren Datenintegrität ausschlaggebend. Das Magnetband brachte eben jene Eigenschaften mit sich, war

wiederbeschreibbar und zeichnete sich zudem durch eine höhere Speicherdichte sowie schnellere Schreib- und Lesegeschwindigkeiten aus. Als auch IBM kurze Zeit später die Magnetbandspeichertechnologie in seine Produktlinie aufnahm, ersetzte sie während der 1950er Jahre rasch die Lochkartensysteme beim Einsatz in Digitalcomputern und blieb in dieser Hinsicht bis Mitte der 1970er Jahre das primäre Speichermedium. Trotz seiner Vorzüge brachte das Magnetband jedoch auch Einschränkungen mit sich: Die Datenverarbeitung erfolgte auf Grund seines linearen Aufbaus sequenziell, da die verschiedenen Informationen nacheinander geordnet physisch auf dem Magnetband gespeichert wurden; eine randomisierte Abfrage respektive das Lesen einer bestimmten Information oder Datei war somit nur anhand des Durchsuchens des gesamten Bandes durch Rück- oder Vorspulen möglich, was in der Konsequenz zu langen Wartezeiten führte. Darüber hinaus begann die magnetische Schicht des Bandes nach längerer Zeit zu oxidieren, womit nicht nur die gespeicherten Daten verloren gingen, sondern auch der Datenträger als solcher nicht mehr beschreibbar war und unbrauchbar wurde (Khurshudov 2001: 6; Haigh 2009: 7 f.; Goda/Kitsuregawa 2012: 1434; Inmon/Linstedt 2015: 39 f.). In diesem Zuge entwickelte IBM bereits im Jahr 1956 in Form des sogenannten RAMAC (Random-Access Method of Accounting and Control) das erste magnetische Festplattenlaufwerk. Im Kern bestand die Festplatte aus mehreren rotierenden Aluminiumplatten, die mit einer magnetischen Oxidfarbe überzogen war, sowie zwei Schreib-Lese-Köpfen, die über einen Servomotor flexibel jeden beliebigen Bereich der Platten ansteuern konnten. Mittels dieses Funktionsprinzips war es im Vergleich zum Magnetband erstmals möglich, Daten in Echtzeit zu speichern und wiederzugeben. Die Festplatte wog zwar etwas mehr als eine Tonne und kostete bei ihrer Markteinführung mehrere tausend USD, verband aber die hohe Schreib- und Lesegeschwindigkeit mit einer Speichergröße von 4,4 Megabyte, was rund 55.000 Lochkarten á 80 Byte entsprach. In der Folgezeit wurde die Technologie nicht nur signifikant günstiger, auch konnten die physische Größe der Festplatten bei steigenden Speicherkapazitäten immer weiter reduziert sowie schnellere Schreib- und Lesegeschwindigkeiten realisiert werden, womit sie auch in der späteren Generation der PCs einsetzbar wurden. Das magnetische Festplattenlaufwerk sollte nicht nur auf Grund dieser Vorteile sowie der Kostendegression des Datenvolumens bis Anfang des 21. Jahrhunderts das Standarddatenträgerformat darstellen, es findet trotz neuer Technologien teilweise auch heute noch Anwendung in *modernen* PCs (Khurshudov 2001: 6 f.; Goda/Kitsuregawa 2012: 1435 f.; Inmon/Linstedt 2015: 40; Kotsioris 2016: 165–167).

Die Datenspeichertechnologie erfuhr aber nicht nur wichtige Impulse aus der Computerbranche, sondern auch aus der Film- und Musikindustrie. Bereits Anfang der 1970er suchten in der Musikbranche tätige Unternehmen nach möglichen Alternativen für den bisherigen

Standardtonträger in Form der analogen Schallplatte, da diese anfällig für Staub und Kratzer war, welche die Audioqualität nachhaltig schädigten. In diesem Sinne setzte etwa das niederländische Unternehmen Philips zunehmend auf Tonbandkassetten, experimentierte aber zeitgleich – ebenso wie Sony, Toshiba oder Hitachi – auch an optischen und magneto-optischen Verfahren für die analoge und später schließlich digitale Aufnahme und Wiedergabe von Audio- und Videosignalen sowie Daten. Grundlage hierfür waren die Patentanmeldungen von David Gregg und James Russell in den Jahren 1969 und 1970, die optische Verfahren zur Aufnahme und Wiedergabe einerseits von Fotos und andererseits von Videos beschrieben. Aus den verschiedenen Forschungsansätzen folgte schließlich in einem Gemeinschaftsprojekt von Sony und Philips im Jahr 1980 die Entwicklung und im Jahr 1983 die Markteinführung des ersten optischen Datenträgers in Form der CD (Compact Disk), mit welcher Musik digital gespeichert werden konnte. Die CD war als Kunststoffscheibe mit einer Aluminiumbeschichtung konzipiert, in die die Informationen anhand von Vertiefungen eingeprägt werden, welche wiederum in Form der Reflektionen eines auftreffenden Laserstrahls ausgelesen werden können. Auf die CD, mit der bis zu 700 MB an Datenvolumen oder 100 Minuten Musik gespeichert werden konnte, folgte in den 1990er Jahre die DVD (Digital Versatile Disk), die mit bis zu 18,8 Gigabyte an Speicherplatz auch Filme fassen konnte. In der Konsequenz läutete die Einführung der CD die nächste Stufe der Datenträgertechnologie in Gestalt der optischen und magneto-optischen¹¹⁸ Massenspeichermedien dar. Diese zeichnen sich nicht nur durch eine hohe Datenintegrität, Speicherdichte sowie Lese- und Schreibgeschwindigkeit, sondern auch durch ihr digitales Format und die niedrigen Kosten aus. Auf Grund dieser Eigenschaften fanden die optischen und magneto-optischen Massenspeicher seit ihrer Einführung eine rasche Verbreitung: In der Musik- und Videoindustrie bspw., für deren Zwecke sie auch konzipiert worden waren, verdrängten sie zunehmend die analogen Audioträger etwa in Form der Schallplatte in ein Nischendasein. Nicht zuletzt die Softwareindustrie betrachtete die CD wegen ihrer um ein Vielfaches größeren Speicherkapazität als adäquaten Ersatz für die magnetische Diskette bei der

¹¹⁸ Sowohl bei der CD als auch DVD existieren nichtbeschreibbare und (wieder-)beschreibbare Formate. Bei den rein optischen Datenspeichermedien wird das Wiederbeschreiben durch ein entsprechendes Laufwerk erzielt, das mittels eines Laserstrahls die kristalline Struktur der Oberfläche verändert und so neue Informationen auf dem Datenträger speichert. Bei den magneto-optischen Datenspeichermedien erfolgt dieser Prozess zusätzlich unter Zuhilfenahme eines Elektromagneten. Der Laser erhitzt die bei Raumtemperatur nicht magnetische Oberfläche, um anschließend die magnetische Polarisation bestimmter Bereiche durch einen Elektromagneten zu verändern. Hierbei weisen die verschiedenen magnetischen Polarisationen der veränderten Bereiche unterschiedliche Reflexionsgrade auf. Diese Unterschiede stellen sodann – wie beim rein optischen Datenträger auch – die gespeicherten Informationen dar, die beim anschließenden Leseprozess mittels des Laserstrahls ausgewertet werden können. Somit handelt es sich beim Beschreiben des Datenträgers um einen magnetischen und beim Lesen um einen optischen Prozess (Maeda et al. 1995: 510–513; Amos et al. 2002: 193; Goda/Kitsuregawa 2012: 1436).

Auslieferung ihrer Softwareapplikationen (Galbreath 1993; Crawford 1999: 71 f.; Bush 2000: 459–461; Khurshudov 2001: 7; Peek 2010; Goda/Kitsuregawa 2012: 1436 f.; Jones 2014: 168).

Wie die Rückschau auf die Geschichte der Datenspeicher während des 20. Jahrhunderts veranschaulicht, wurde diese technologische Entwicklung von mehreren maßgebenden Trends bestimmt. Hierbei ist nicht nur eine grundsätzliche Leistungs- und Effizienzsteigerung hinsichtlich der Speichergröße und Funktionalität sowie einem damit einhergehenden verbesserten Preis-Leistungs-Verhältnis zu beobachten, auch zeigt sich wie im Fall der Digitalcomputer eine sukzessive Miniaturisierung, die sich in der höheren Speicherdichte ausdrückt. Gleichzeitig vollzieht sich mit den erzielten Fortschritten ein stetiger Wandel der analogen hin zu digitalen Datenspeichermedien. Wie Hilbert und Lopez darlegen, lässt sich tatsächlich zum Ende des 20. Jahrhunderts von einer zunehmend sichtbaren Dominanz des Digitalen über das Analoge sprechen: Noch im Jahr 1986 betrug der Anteil digitaler Daten an der berechneten weltweiten Datenmenge zwar nur rund 0,8 %; er wuchs aber bereits bis zum Ende des Jahrtausends auf 25 % an, um bis zum Jahr 2007 ganze 94 % auszumachen (Hilbert/López 2011: 63).

8.4.4 Die Vernetzung der Welt – vom ARPANET zum World Wide Web

Die informationstechnologische Digitalisierung des 20. Jahrhunderts lässt sich nicht nur am Wandel der analogen hin zu den digitalen Methoden zur Verarbeitung und Speicherung von Informationen und Daten beobachten. Sie drückt sich auch in der seit Anfang der 1990er Jahre zunehmend digitalen Vernetzung der Welt in Gestalt des Internets aus, welche die Art und Weise, mit der Informationen verbreitet, kommuniziert und konsumiert werden, nachhaltig verändern sollte. Ebenso wie die Geschichte der Digitalcomputer und der digitalen Speichermedien beginnt auch die des Internets zu Beginn der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts und fällt damit just in die Zeit des Kalten Krieges, dem zwischen Demokratie und freier Marktwirtschaft auf der einen und Sozialismus und Planwirtschaft auf der anderen Seite herrschenden Systemkonflikt. Als die Sowjetunion am 4. Oktober 1957 erfolgreich Sputnik I – den ersten Satelliten – in die Erdumlaufbahn schoss, besorgte dieses auch als Sputnik-Schock bekannte Ereignis die Vereinigten Staaten und ihre Bündnispartner der NATO zutiefst. Nicht nur schien Sputnik I ein Indiz für die Leistungsfähigkeit der sozialistischen Wirtschaftsordnung sowie für den technologisch-wissenschaftlichen Vorsprung der Sowjetunion zu sein, er führte auch den bisherigen Wettlauf beider Systeme auf eine neue Ebene. Die Vereinigten Staaten reagierten daraufhin ab Ende der 1950er Jahre mit verschiedenen, breitangelegten Initiativen innerhalb des Bildungssystems, der Wissenschaften und des Militärs, um den technologischen Vorsprung des Rivalen

aufzuholen. Hierzu gehörte etwa ein Bildungsprogramm, das nicht nur mit einer Expansion der staatlichen Bildungsausgaben für Schulen und Universitäten einherging und naturwissenschaftliche Fächer in die Bildungspläne der Schulen aufnahm, sondern auch einen verstärkten interuniversitären Austausch forcierte. Des Weiteren sollte mit Gründung der National Aeronautics and Space Administration (NASA) im Jahr 1958 das eigene Raumfahrtprogramm intensiviert und mit der im selben Jahr ins Leben gerufenen Advanced Research Projects Agency (ARPA)¹¹⁹ eine stärkere Kooperation zwischen der Wissenschaft und dem Militär in der Forschung an und Entwicklung von strategisch relevanten Technologien für die militärische und wirtschaftliche Nutzung erzielt werden (Braun 2010: 201; Lukasik 2011: 6; O'Regan 2016: 165; Lang 2017: 8 f.; Sandler 2018: 124 f.; Congressional Research Service 2021: 1).

Gerade die am 7. Februar 1958 gegründete und in Arlington, Virginia, unweit des Pentagon beheimatete ARPA sollte bei dieser Kooperation und Vernetzung von Wissenschaft und Militär eine führende Rolle einnehmen. Dass die militärische Nutzarmachung von Technologien den eigentlichen ihre Agenda bestimmenden Faktor darstellen würde, war den involvierten Wissenschaftlern von Beginn an offensichtlich, ging doch bereits der eigentliche Gründungsakt vom US-amerikanischen Verteidigungsministerium – dem Department of Defense (DoD) – aus, das als Schirmherr einerseits die Finanzierung übernahm und andererseits den anfangs rund 150 Angestellten die Ziele vorgab (Lukasik 2011: 6; Sandler 2018: 125; Congressional Research Service 2021: 1). Diese Zielsetzungen der Behörde wurden dabei allerdings in der konstituierenden Direktive des DoD weitestgehend vage gehalten: „The Agency shall be responsible for the direction or performance of such advanced projects in the field of research and development as the Secretary of Defense shall, from time to time designate by individual projects or by that category“ (vgl. DoD 1958). Im Kern war das Anliegen der an der Errichtung der ARPA beteiligten Akteure von fundamentaler Natur, nämlich der Angst, auch in Zukunft von Ereignissen wie etwa Sputnik oder der erfolgreichen sowjetischen Entwicklung von Fissions- und Fusionswaffen überrascht werden zu können (Lukasik 2011: 4–6; Sandler 2018: 125; Congressional Research Service 2021: 1). Demgemäß lautete das handlungsanleitende Credo, dass es für die Vereinigten Staaten von Vorteil wäre, „[...] the initiator and not the victim of strategic technological surprises“ (DARPA 2019: 3) zu sein. Dieser Grundsatz verlangte bei der Struktur und Organisation der Behörde und der in ihr zu vollziehenden Forschung und Entwicklung nach einem hohen Grad an Agilität und Flexibilität sowie einer – insbesondere in

¹¹⁹ Die ARPA wurde im Jahr 1972 in Defense Advanced Research Projects Agency umbenannt und ist heute gemeinhin unter dem Akronym DARPA bekannt (Congressional Research Service 2021: 1).

Anbetracht der militärischen Ausrichtung der Behörde – ungewöhnlich flachen Hierarchie, was in der Konsequenz nicht nur zu einer in hohem Maße von Vertrauen und Autonomie geprägten Arbeitsatmosphäre für die Forschenden mündete, sondern mit der bewussten Kalkulation und Akzeptanz möglicher Fehlschläge auch riskante, aber vielversprechende Forschungsansätze gestattete und sogar förderte (Lukasik 2011: 6 f.; Congressional Research Service 2021: 3–6).

In dieser Konstellation begann kurze Zeit nach Gründung die Arbeit der ARPA. Noch während der Nachwehen des Sputnik-Schocks forschte sie am US-amerikanischen Raumfahrtprogramm, musste dieses aber 1959 dann vollumfänglich an die zivile NASA und andere militärische Forschungseinrichtungen abtreten. Nach einer kurzen Phase, in der die Ressourcen der Behörde zur Unterstützung von Projekten anderer Organisationen herangezogen worden waren, begann sich ab dem Jahr 1961 mit dem *Command and Control Research* Programm (CCR) ein genuines Aufgabenfeld der ARPA zu formieren. Bereits Anfang der 1950er Jahre priorisierte das US-Militär in Folge des ersten erfolgreichen fliegenergestützten Atombombentests der Sowjetunion am 29. August 1949 den Aufbau eines Frühwarnnetzwerkes aus landesweit aufgestellten und miteinander verknüpften Radarstationen für die Luftabwehr. In diesem Zuge wurden die erhobenen Daten zunächst noch händisch zusammengetragen und ausgewertet, was jedoch mit unzureichenden Reaktionszeiten einherging. Auf Anregung des Air Defense System Engineering Committee – einem Organ der US-Air Force – wurde eine Automatisierung dieses Prozesses in Kooperation mit dem MIT Radiation Laboratory angestrebt, bei der die gesammelten Daten mit Hilfe der neuartigen Digitalcomputer ausgewertet werden sollten. Obgleich die Daten an sich nicht von komplexer Natur waren, überstieg die Masse an Daten die Kapazitäten eines einzelnen Digitalcomputers bei weitem, weshalb man neben dem Radarnetz bei der Datenerhebung auch ein Netzwerk von Computern für eine schnellere Datenauswertung zu implementieren gedachte. Das System, welches den Namen *Semi-Automatic Ground Environment* (SAGE) erhielt und während der 1950er Jahre in Betrieb genommen werden konnte, verlor zwar mit dem erfolgreichen Einsatz von Interkontinentalraketen durch die Sowjetunion im Jahr 1957 rasch an Bedeutung, gleichwohl stellte es als eines der ersten Computernetzwerke eine wichtige Voraussetzung für die Architektur vernetzter militärischer Koordination dar (Schaffel 1991: 197 f. u. 204–209; Lukasik 2011: 4–6; Schmitt 2016: 37 f.).

Genau an diesem Aspekt der Vernetzung setzte das im Jahr 1961 ins Leben gerufene CCR-Programm der ARPA mit dem Ziel an: „to support research on the conceptual aspects of command and control and to provide a better understanding of organizational, informational, and man-machine relationships“ (Richard J. Barber Associates 1975: V-49). Das Programm

nahm Gestalt an, als der Psychologieprofessor und Computerwissenschaftler Joseph Licklider, der bereits in den 1950er Jahren am SAGE-Projekt mitgewirkt hatte, im Jahr 1962 vom MIT zur ARPA wechselte und die Projektleitung des CCR übernahm, bei dem er nicht zuletzt auf Grund seiner Einstellung zu Computernetzwerken und deren potentiellen Möglichkeiten¹²⁰ eine prägende Wirkung entfalten sollte. Integral für die Ausrichtung des CCR-Projekts, aber auch der ARPA als Behörde, waren des Weiteren die Lehren, welche die US-Regierung unter John F. Kennedy aus der sich im selben Jahr ereigneten nuklearen Konfrontation während der Kubakrise gezogen hatte: die militärische Führung sowie deren Kommunikationssysteme – damit folglich auch die bisherige Form des Command and Control – hatten sich in der Eskalation des Konflikts als insgesamt zu träge, nicht flexibel genug und vor allem als unzuverlässig erwiesen. In dieser Anordnung wurde die Forschung und Entwicklung im Bereich der Computer- und Netzwerktechnologien zum bestimmenden Element der ARPA (O'Neill 1995: 76 f.; Lukasik 2011: 7 f.; Schmitt 2016: 71–73). Dementsprechend lautete nun das übergeordnete Ziel des CCR-Programms „to meet the needs of military command and control against nuclear threats, achieve survivable control of US nuclear forces, and improve military tactical and management decision making“ (Lukasik 2011: 4). Licklider weitete daraufhin die Agenda des CCR-Projekts in dem Maße aus, dass fortan eine möglichst große Bandbreite an Aspekten der Informationsverarbeitung bei der Forschung und Entwicklung berücksichtigt werden sollten und benannte das Command and Control Research Office sinnstiftenderweise in das Information Processing Techniques Office (IPTO) um. Zusätzlich galt es grundsätzlich den Austausch und die Kooperation zwischen der IPTO und den mit ihr über verschiedene Projekte assoziierten Wissenschaftlern auszubauen. Im Rahmen dieses Forschungsaustausches, bei dem etwa das MIT sowie die University of California Los Angeles (UCLA), die University of California, Berkeley, aber auch die Stanford University beteiligt waren, sollte ein multifunktionales respektive universales Netzwerk entstehen, welches nicht nur als eine Verknüpfung von Hard- und Software sowie von Maschinen untereinander konzipiert sein würde, sondern auch und insbesondere als Plattform konzipiert sein sollte, auf der Menschen ihre Fähigkeiten und Erfahrungen sowie Informationen austauschen könnten; kurzum: ein interaktives Netzwerk zwischen Menschen und Computern, das seinen Nutzern fundierte Entscheidungshilfen bieten würde und damit nicht

¹²⁰ So entwarf Licklider bereits im Jahr 1960 mit seinem richtungsweisenden Artikel *Man-Computer Symbiosis* ein mögliches Bild des Internets, als er schrieb: „It seems reasonable to envision, for a time 10 or 15 years hence, a "thinking center" that will incorporate the functions of present-day libraries together with anticipated advances in information storage and retrieval and the symbiotic functions [...]. The picture readily enlarges itself into a network of such centers, connected to one another by wide-band communication lines and to individual users by leased-wire services. In such a system, the speed of the computers would be balanced, and the cost of the gigantic memories and the sophisticated programs would be divided by the number of users“ (Licklider 1960: 7).

nur für zivile sondern gleichzeitig auch für die angestrebten militärischen Zwecke nutzbar wäre (O'Neill 1995: 76 f.; Kita 2003: 62–68; Lukasik 2011: 8 f.; O'Regan 2016: 165).

Als Licklider im Jahr 1964 die ARPA und das IPTO verließ, hatte er bereits die Idee eines Kommunikationsnetzwerkes so weit etablieren können, dass die künftige Ausrichtung des CCR-Programms weitestgehend feststand und – rückwirkend betrachtet – auch vollumfänglich umgesetzt wurde. Seine beiden Mitstreiter und zugleich die ihm nachfolgenden Direktoren des IPTO, Ivan Sutherland (1964–1966) und Robert Taylor (1966–1969), standen auch nach Lickliders Ausscheiden noch in regem Austausch mit ihm und waren maßgeblich an der Realisierung und Implementierung des Projekts beteiligt. Essentiell war während dieser ersten Entwicklungsphase Anfang der 1960er Jahre die Erkenntnis und zugleich Anregung des DoD, dass ein derartiges Netzwerk die Kommunikationsfähigkeit des Militärs und der Exekutive trotz eines nuklearen Erstschlags von Seiten der Sowjetunion soweit gewährleisten können sollte, dass ein nuklearer Vergeltungsschlag noch immer umsetzbar wäre; nur auf diese Weise könnte eine glaubwürdige Abschreckung aufrechterhalten und ein nuklearer Angriff verhindert werden (O'Neill 1995: 78; Lukasik 2011: 9 f.; Kita 2003: 71–73; Schmitt 2016: 72 f.; Lang 2017: 10).

Diese Überlebensfähigkeit des Systems verlangte im Umkehrschluss nach einer dezentralisierten Lösung und neuen Formen der Nachrichtenübermittlung. Gleichzeitig war den Beteiligten klar, dass Daten grundsätzlich gemäß einem einheitlichen Standard repräsentiert werden müssten, weshalb bereits im Jahr 1963 der American Standard Code for Information Interchange (ASCII) von einem Komitee der US-Regierung entwickelt und implementiert wurde. Hinsichtlich der anderen Anforderungen an ein künftiges Kommunikationsnetzwerk des Command and Control, erhielt die ARPA wichtige Anstöße durch unabhängige Forschungsarbeiten der Wissenschaftler Paul Baran von der RAND Corporation und Donald Davies vom National Physical Laboratory des Imperial College in London. Beide Ansätze sahen im Kern das Verfahren des *packet switching* und eine Netzwerkinfrastruktur bestehend aus verschiedenen Knotenpunkten zur Datenübermittlung vor. Hierbei sollten Nachrichten mittels des *packet switching* in kleinere Nachrichtenblöcke respektive Datenpakete, in denen die Informationen durch Bits¹²¹ repräsentiert wurden, aufgeteilt und mit Steuerinformationen versehen, unabhängig voneinander über das Netz der Datenknoten verschickt werden, um diese dann am Zielort wieder zusammensetzen. Hintergrund dieser Überlegung war nicht nur durch die mögliche Redundanz der Kanäle sowie die in den Datenpaketen enthaltenen Steuerinformationen zur

¹²¹ Diese digitale Repräsentation durch Bits entspricht der von Claude Shannon im Jahr 1948 entworfenen Interpretation des Informationsbegriffs (vgl. Kapitel 8.3.5).

Fehlerbehebung ein robustes, d. h. vor Angriffen geschütztes Netzwerk zu erschaffen, sondern mit der so vollzogenen digitalen Form der Kommunikation die Kapazität des mit herkömmlichen Telefonkabeln operierenden Netzwerks optimal auszulasten und eine fehlerfreie Übermittlung von Informationen zu gewährleisten.¹²² Obgleich Baran bereits 1965 mit seinem Konzept an das US-Militär und das Kommunikationsunternehmen AT&T herangetreten war, sollte es noch zwei Jahre dauern, bis die ARPA im Rahmen eines Symposiums der Association for Computing Machinery auf das Konzept von Davies und Baran aufmerksam wurde, und beschloss auf dieser Grundlage das Netzwerk aufzubauen (Perry et al. 1988: 52; Denning 1989: 530 f.; Hart et al. 1992: 669; O'Neill 1995: 78 f.; Mowery/Simcoe 2002: 1371 f.; Braun 2010: 202; Lukasik 2011: 10 f.; O'Regan 2016: 165 f.).

Kurz darauf startete im Jahr 1968 eine Ausschreibung des IPTO, in der sich das US-amerikanische Unternehmen Bolt, Beranek and Neumann (BBN) qualifizierte und im Januar 1969 mit dem Aufbau des Netzwerks begann. Zunächst wurden am Stanford Research Institute und an der UCLA zwei Datenknotenpunkte für das Netzwerk errichtet. Über dieses Netzwerk, in dem jeweils ein Computer der beiden Universitäten verbunden war, wurde am 29. Oktober 1969 die erste Nachricht¹²³ geschickt, womit der erste wesentliche Schritt in der Entwicklung des Netzwerks vollzogen war. Bis Ende des Jahres wurden mit der University of California Santa Barbara (UCSB) und der University of Utah zwei weitere Datenknotenpunkte angebunden, und bildeten als sogenanntes UCLA–SRI–UCSB–U net die erste Stufe des ARPANET. Nach mehreren erfolgreichen Testläufen wurden schließlich in den Jahren 1970 und 1971 die restlichen der ursprünglich geplanten 19 Datenknotenpunkte in das Netzwerk integriert, über das mittlerweile mehrere tausend Wissenschaftler Daten austauschten. Das ARPANET, das in erster Linie dafür konzipiert worden war, Daten auszutauschen und Computerressourcen für

¹²² Während bei einem Anruf über eine Telefonleitung eine Verbindung aufgebaut, gehalten und nach Beendigung des Gesprächs wieder terminiert wird, ist die gesamte Kapazität der Leitung für die Dauer des Anrufs belegt. Diese Form der Kommunikation begrenzt somit die Anzahl der gleichzeitig bestehenden Verbindungen. Dergestalt würden Computer auch für die Übertragung einer kleineren Datenmenge die Verbindung voll auslasten, wobei insbesondere der Aufbau und Abbruch der Verbindung zeitaufwändig und damit ungeeignet für eine flüssige Kommunikation ist, bei der verschiedene Computer immer wieder eine Verbindung für die Übermittlung von Daten aufbauen und abbrechen müssen. Bei der Paketvermittlung werden hingegen die Verbindungen zwischen den verschiedenen Computern respektive Netzwerkkomponenten dauerhaft aufrechterhalten und auf mehrere Datenströme aufgeteilt, über die wiederum unterschiedliche Datenpakete mehrerer Sender auf einmal verschickt werden. In einem derartigen Netzwerk kann somit eine Leitung bei Inaktivität eines Datenstroms auch von anderen Datenströmen verwendet werden, um eine optimale Auslastung zu erzielen. Gleichzeitig bietet diese Vernetzung die Möglichkeit, einerseits verschiedene Nachrichtenteile simultan über mehrere Wege respektive Leitungen zur verschicken, andererseits die Übertragung auch beim Ausfall einer Verbindung zu gewährleisten (Perry et al. 1988: 52; Mowery/Simcoe 2002: 1372; Braun 2010: 202).

¹²³ Laut Leonard Kleinrock, als damaliger Leiter des Network Measurement Center an der UCLA maßgeblich bei der Entwicklung und Inbetriebnahme des Netzwerks beteiligt, sollte über das Netzwerk schlicht der Befehl »login« gesendet werden. Allerdings brach die Verbindung bereits nach der Übermittlung der ersten beiden Buchstaben ab, weshalb die erste Nachricht tatsächlich »lo!« lautete (Banks 2008: 5 f.; Campbell et al. 2010: 260 f.).

Rechenoperationen zur Entscheidungsunterstützung zu teilen, erfuhr mit der Entwicklung des ersten E-Mail-Programms durch Ray Tomlinson von BBN im Jahr 1972 eine wichtige Wendung. So zeigte eine zwei Jahre später von der MITRE Corporation veröffentlichte Studie, dass rund 75 % der Nutzung auf E-Mail-Verkehr und damit kommunikative Gründe zurückzuführen war – ein Trend, der von den Architekten des ARPANET keineswegs in dieser Form antizipiert worden war. Darüber hinaus begann sich Mitte der 1970er Jahre zunehmend abzuzeichnen, dass das ARPANET sowohl die Nutzerzahl betreffend als auch in geographischer Hinsicht immer weiter anwachsen würde. In diesem Kontext stellte die geplante Verbindung des University College of London sowie des Royal Radar Establishment of Norway mit dem ARPANET einen wichtigen Entwicklungsschritt dar. Nicht nur sollte der Vernetzungsgrad eine internationale Dimension erreichen, das Vorhaben implizierte auch die Notwendigkeit der Kompatibilität, die zwangsläufig aus der Anbindung des ARPANET an andere Netzwerke und dem damit einhergehenden Umstand resultierte, dass die verschiedenen Verbindungsarten über Funk, Satellit und Telefonkabel unterschiedliche Größen der Datenpakete aber auch abweichende Übertragungsgeschwindigkeiten definierten. Dies machte eine Überarbeitung der bisherigen bzw. die Entwicklung neuer Standards in Form von Protokollen für die fehlerfreie Übermittlung von Daten erforderlich (Perry et al. 1988: 52–56; Denning 1989: 531; Hart et al. 1992: 669 f.; O'Neill 1995: 79 f.; Mowery/Simcoe 2002: 1372 f.; Young 2007: 238; Braun 2010: 202 f.; Campbell et al. 2010: 260 f.; Lukasik 2011: 11–13; O'Regan 2016: 166 f.).

Das von der Network Working Group an der UCLA im Jahre 1969 entwickelte Network Control Protocol (NCP) regelte bisher, wie die im Netzwerk verbundenen Computer miteinander kommunizierten. In diesem Zuge wurden unter der Leitung von Bob Kahn von Seiten der DARPA sowie Vinton Cerf von der Stanford University bis zum Jahr 1983 die beiden miteinander korrespondierenden Protokolle Transmission Control Protocol (TCP) und Internet Protocol (IP) entwickelt. Das TCP stellt hierbei ein Kompendium verschiedener Standards dar, welche nicht nur die Kommunikation zwischen verschiedenen Computern regeln, sondern auch wie unterschiedliche Netzwerke miteinander verbunden werden. Während das TCP insbesondere festlegt, wie Informationen in Datenpakete segmentiert und bei erfolgreichem Zusenden wieder komplettiert werden, regelt das IP, wie diese Datenpakete innerhalb eines Netzwerks versendet werden. Erst diese beiden Protokolle ermöglichten es Nachrichten und Daten in Umgebungen auszutauschen, die sich hinsichtlich ihrer Hardwarearchitektur unterschieden und bildeten einerseits das Fundament für die übergreifende Nutzung und Integration des ARPANET, andererseits die informationstechnische Voraussetzung für das heutige Internet (Perry et al. 1988:

56–59; Denning 1989: 531 f.; Hart et al. 1992: 670 f.; Leiner et al. 1997: 103 f.; Plate 1997: 105; Young 2007: 238; Braun 2010: 203 f.; O'Regan 2016: 167 f.; Lang 2017: 10 f.).

Obgleich das ARPANET ein kontinuierliches Wachstum während der 1970er Jahre erlebte, war es doch auf Grund der mit ihm verfolgten Zielsetzung, den Austausch und die Kooperation bei militärisch-strategischen Forschungsarbeiten zu verbessern, nur einem exklusiven Nutzerkreis vorbehalten. So waren bis zum Jahr 1979 lediglich 15 der insgesamt 120 US-amerikanischen Forschungseinrichtungen im Feld der Computerwissenschaften an das Netzwerk angebunden und von diesen integrierten Anstalten hatte wiederum nur eine kleine Anzahl von Wissenschaftlern tatsächlich Zugang. Hierneben kam es auch nur vereinzelt zu weiteren Anbindungen anderer staatlicher Netzwerke, da einerseits die Vereinigten Staaten Bedenken hatten, steuerfinanzierte Ressourcen mit anderen Ländern zu teilen, andererseits aber die europäischen staatlichen Netzbetreiber selbst eine wachsende Einflussnahme von Seiten der Vereinigten Staaten, die aus einer Verbindung zum ARPANET potentiell hätte resultieren können, fürchteten. Deswegen und auf Grund der Tatsache, dass auch privatwirtschaftlich agierende Unternehmen den zur Kommunikation dienenden Computernetzwerken ein erhebliches Potential beimaßen, entwickelten sich während der 1970er und insbesondere 1980er Jahre eine Reihe alternativer Netzwerke, die sich teils an der Konzeption und Infrastruktur des ARPANET orientierten, teils aber auch eigenständige Lösungsansätze entwickelten. So wurde bspw. GTE Telenet in den Vereinigten Staaten im Jahr 1975 als kommerzielles, öffentlich zugängliches Pendant zum ARPANET in Betrieb genommen. Daneben starteten Anfang der 1980er Jahre mit BITNET (Because It's Time Network), CSNET (Computer Science Network), USENET aber auch dem EARN (European Academic and Research Network) und EUnet (European UNIX Network)¹²⁴ weltweit Netzwerke, die nicht nur dem wissenschaftlichen Austausch auf internationaler Ebene dienen sollten, sondern mit den von ihnen gebotenen Funktionen (z. B. gemeinsame Nutzung von Rechenzeiten, E-Mail und Datentransfer) ebenso von Unternehmen und – mit dem Beginn der PC-Ära – zunehmend auch von Privatanwendern zur Kommunikation genutzt wurden. Obgleich in diesem Kontext andere Protokolle entwickelt wurden und zum Einsatz kamen, zeichnete sich doch rasch ab, dass sich TCP und IP zum künftigen Standard für die Vernetzung der Netze und damit des kommenden Internets entwickeln sollten (Denning 1989: 532 f.; Plate 1997: 104 f.; Mowery/Simcoe 2002: 1374 f.; Young 2007: 238 f.; Braun 2010: 204 f.; Campbell et al. 2010: 261; Lang 2017: 10 f.; Shahin 2006: 683).

¹²⁴ Für eine tiefergehende Betrachtung der Entwicklung europäischer Computernetzwerke vgl. Shahin (2006).

Derweil brachten die 1980er Jahre entscheidende Veränderungen hinsichtlich der Infrastruktur, vielmehr aber noch in Bezug auf die langfristige Ausrichtung und Verwendung des ARPANET mit sich. Auf Grund der steigenden Nachfrage von bisher nicht an das ARPANET angebundenen Forschungseinrichtungen und um in diesem Kontext ein weiteres Wachstum zu ermöglichen, entschied das DoD eine Aufspaltung des Netzwerks vorzunehmen, herrschten doch erhebliche Sicherheitsbedenken hinsichtlich der Integration solcher Institutionen, die bisher keinen wissenschaftlich-militärischen Forschungsbezug hatten. In diesem Sinne begann im Jahr 1983, d. h. nachdem der Wechsel vom NCP hin zu TCP und IP vollzogen worden war, die Aufteilung der mittlerweile rund 100 im Netzwerk eingebunden Datenknoten und damit bis 1984 die Errichtung zweier unabhängiger Netzwerke einerseits in Form des MILNET, welches als Hochsicherheitsnetzwerk fortan exklusiv für militärische Zwecke genutzt wurde, und andererseits in Gestalt des nun für eine breitere Anbindung wissenschaftlicher Institutionen geöffneten ARPANET, welches Dank der Implementierung von TCP und IP auch den hierfür notwendigen Grad an Kompatibilität aufweisen sollte. Die erste Erweiterung des ARPANET erfolgte mit der Anbindung des 1981 errichteten und von der National Science Foundation (NSF) geförderten Computer Science Research Network (CSNET), welches ursprünglich dem Ziel der NSF gedient hatte, eben jene Gruppe der Forschenden aus dem Bereich der Computerwissenschaften zu verknüpfen (d. h. insbesondere anhand eines E-Mail-Service), die bis zur Öffnung des ARPANET keinen Zugriff darauf hatten.¹²⁵ Daneben begann die NSF 1985 mit dem Aufbau eines eigenen Netzwerks in Form des National Science Foundation Network (NSFNET), zu dem fortan Wissenschaftler aller Disziplinen Zugang erhalten sollten. Obgleich ursprüngliche Pläne die vorhandene Infrastruktur des ARPANET als Basisnetz zu verwenden scheiterten, wurde das NSFNET mit TCP und IP konzipiert, womit schließlich beide Netze miteinander verbunden werden konnten und Nutzer beider Netzwerke gegenseitigen Zugriff erhielten. Wegweisend war in diesem Kontext die Vorgabe der NSF, dass alle von ihr für den Aufbau einer Internetverbindung geförderten Universitäten TCP und IP verwenden sollten, was nicht zuletzt dazu führte, dass beide Protokolle zum eigentlichen Standard aufrückten (vgl. Comer 1983; Quarterman/Hoskins 1986: 944 f. u. 963; Perry et al. 1988: 56–58; Denning 1989: 523 f.; Hart et al. 1992: 671–673; Leiner et al. 1997: 104 f.; Plate 1997: 105; Mowery/Simcoe 2002: 1375; Campbell et al. 2010: 261; O'Regan 2016: 168; Lang 2017: 11).

¹²⁵ Das CSNET umfasste hierbei nicht nur Wissenschaftler aus den Vereinigten Staaten und Kanada, sondern unter anderem auch aus Australien, Deutschland, Frankreich, Israel und Südkorea (Quarterman/Hoskins 1986: 945).

Ab Mitte der 1980er Jahre vergrößerte sich das NSFNET stetig und verknüpfte als Metanetz auch eine immer weiterwachsende Zahl von Netzwerken. So verband es im Jahre 1989 über 200 Universitäten auf der ganzen Welt, umfasste mehr als 500 Netzwerke, von denen allein mehr als 100 außerhalb der Vereinigten Staaten situiert waren, und hatte einen Datenumsatz von etwa eine Mrd. Datenpaketen pro Monat, von denen rund ein Viertel auf den Austausch elektronischer Nachrichten zurückzuführen waren – ein bis dahin ungesehenes Volumen. Währenddessen hatte das DoD begonnen – d. h. seit der Aufspaltung seines ursprünglichen ARPANET im Jahr 1983 – die Forschungs- und Entwicklungsleistungen auf das MILNET zu verlagern und damit gleichzeitig das Budget für das nun geöffnete ARPANET immer weiter zu reduzieren, um schließlich am 28. Januar 1990 den Betrieb des Netzwerks gänzlich einzustellen und die restliche Infrastruktur samt der noch im ARPANET befindlichen Nutzerkreise anderer staatlicher Organisationen zum NSFNET zu transferieren. Hiermit endete nicht nur das militärische Engagement; auch startete mit dem von der NSF im Jahr 1991 gefassten Entschluss der Plan, das Metanetz schrittweise zu privatisieren und zeitgleich weiteren Nutzerkreisen den Zugang zu diesem zu ermöglichen, zeichneten sich im Kontext der zunehmenden Verflechtung auch immer mehr mögliche kommerzielle Anwendungsfelder ab, was bereits seit Mitte der 1980er Jahre zu einer steigenden Nachfrage durch die Wirtschaft und Privatverbraucher geführt hatte. In diesem Zuge wuchs das NSFNET im Jahr 1992 auf mehr als 5.000 Netzwerke mit einem monatlichen Datenumsatz von mehr als 15 Mrd. Datenpaketen an, um schließlich im Jahr 1995 – d. h. als das Metanetz in private Hände übergeben worden war – auf insgesamt 50.000 Netzwerke anzuwachsen. Ausgehend von diesem deutlich ansteigenden Grad der Vernetzung entwickelte sich das NSFNET folglich spätestens zu Beginn der 1990er Jahre zu einem Netz der Netze und damit zum Internet im heutigen Sinne (vgl. Petersen 1988; Hart et al. 1992: 673–677; Plate 1997: 105 f.; Leiner et al. 1997: 105 f.; Mowery/Simcoe 2002: 1376 f.; Campbell et al. 2010: 261; Lukasik 2011: 17; O'Regan 2016: 168; Lang 2017: 11).

Eine wesentliche Voraussetzung für den – gemessen an den Nutzerzahlen – raschen Erfolg des Internets war jedoch neben der Absicht einer Privatisierung der zugrundeliegenden Infrastruktur sowie des freien Zugangs nicht zuletzt auch der Beitrag von Tim Berners-Lee, einem britischen Physiker und Informatiker. Berners-Lee, der seit dem Jahr 1984 am Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN) in Genf arbeitete, erkannte bei seiner Tätigkeit ein grundlegendes Problem: Das CERN war als Forschungseinrichtung ein multinationaler Begegnungsort, an dem zum einen festangestellte Wissenschaftler, zum anderen aber auch Forschende arbeiteten, die im Rahmen befristeter Projekte nach Genf kamen. Darüber hinaus bestand ein reger Austausch mit Wissenschaftlern anderer Forschungseinrichtungen. In diesem

Kontext gestaltete es sich als schwierig, einen adäquaten Überblick über Personal, Datenbanken, Computer und Projekte herzustellen. In Summe mangelte es folglich an einem effizienten System zum übergreifenden Informationsaustausch zwischen den am CERN arbeitenden Forschern einerseits und den über Projekte mit dem CERN assoziierten Wissenschaftlern andererseits (Mowery/Simcoe 2002: 1377 f.; Braun 2010: 205; Campbell et al. 2010: 261; O'Regan 2016: 168 f.). Berners-Lee erschuf in diesem Zuge zwischen 1989 und 1991 ein System, das es den Wissenschaftlern ermöglichen sollte, auf Computern gespeicherte Dateien und Informationen untereinander auszutauschen, zu sammeln, zu verwalten und vor allem aktuell zu halten. Das Konzept basierte hierbei auf der Idee, das Prinzip des Hypertextes mit den Funktionalitäten des Computers und des Internets innerhalb einer Applikation mit dem Namen *World Wide Web* (WWW) zu kombinieren. Der Hypertext, der bereits in den 1960er Jahren von Ted Nelson erfunden worden war, erlaubt es, Verknüpfungen bzw. Verweise innerhalb von Dokumenten in Textform darzustellen. Darauf aufbauend entwickelten Berners-Lee und sein Team zunächst die *Hypertext Markup Language* (HTML), mit deren Hilfe sich innerhalb von Dokumenten andere Dokumente sowie Texte, Videos oder Bilder referenzieren und somit verschiedene Hypertext-Dokumente miteinander verknüpfen lassen. In einem derartigen Dokument sollte es mit HTML folglich möglich werden, andere Dokumente über das Internet anhand der auch als Links bekannten Verweise direkt abzurufen und vice versa. Hierbei konnten mit HTML die Dokumente im Internet als sogenannte Websites dargestellt werden und auf andere Seiten verweisen, weshalb HTML grundsätzlich eine Seitenbeschreibungssprache darstellt. Für die so vollzogene Referenzierung bedurfte es eines Protokolls zum Datenaustausch der auf den Websites repräsentierten Informationen, die auf den mit dem Internet verbundenen Computern gespeichert waren. Hierfür wurde das Hypertext Transfer Protocol (HTTP) entwickelt. Über das HTTP konnten sodann mittels eines weiteren Programm in Gestalt eines sogenannten Webbrowser die verschiedenen Websites, denen jeweils eine spezifische Adresse in Form des Universal Resource Locator (URL) vergeben wurde, gefunden, aufgerufen und dargestellt werden, womit das Internet eine graphische Schnittstelle erhielt, die dessen Nutzung signifikant vereinfachen sollte (Mowery/Simcoe 2002: 1378; Young 2007: 239; Campbell et al. 2010: 262; Jungherr/Schoen 2013: 15 f.; O'Regan 2016: 169; Lang 2017: 13). Das WWW wurde fertiggestellt, als Berners-Lee und seine Kollegen am 6. August 1991 die erste Website im Internet veröffentlichten, welche nicht nur erklärt, was das WWW ist und welchem Zweck es dienen soll, sondern auch eine Bedienungsanleitung beinhaltet.¹²⁶ Wesentlich für den Erfolg und die

¹²⁶ Die Seite ist auch heute noch online aufrufbar über die URL: »info.cern.ch/hypertext/WWW/TheProject.html«.

Ausbreitung des WWW war nicht zuletzt die Tatsache, dass es frei zugänglich war, seine Nutzung – mit Ausnahme eines PCs und einer Internetverbindung – mit keinerlei weiteren Kosten einherging und somit auch offen für die Weiterentwicklung blieb. Erst mit dieser Applikation zur Kommunikation und Organisation von Wissen sowie der zunehmenden Verbreitung der PCs wurde das nun von Seiten der NSF geöffnete Internet als physische Infrastruktur einer breiteren Masse von Menschen außerhalb des wissenschaftlichen Umfelds bekannt und für diese auch direkt erfahrbar. Angetrieben wurde dieser Trend auch durch zentrale Weiterentwicklung, wie etwa jener von Marc Andreessen, einem Mitarbeiter des National Center for Supercomputing Applications der Universität Illinois, der 1993 den kostenfreien Webbrowser namens Mosaic veröffentlichte, welcher erstmals in der Lage war sowohl Texte als auch Grafiken anzuzeigen und mittelfristig zu einer Kommerzialisierung des Internets führen sollte. Nach dem Start von Mosaic wuchs der durch das WWW verursachte Datenaustausch im Jahr 1993 um den Faktor 3.416 an und bis zum Jahr 1996 stellte die Applikation die mit weitem Abstand meistgenutzte Anwendung des Internets dar (Mowery/Simcoe 2002: 1378–1380; Braun 2010: 205; Campbell et al. 2010: 262; Jungherr/Schoen 2013: 16; O'Regan 2016: 169 f.; Schmitt 2016: 38 f.; Lang 2017: 13).

In Summe gingen vom Internet und dem WWW weitreichende Effekte und Entwicklungsimpulse aus. So erlangten etwa die Digitalcomputer erst ihr „[...] volles kulturelles Potenzial [...], als sie nicht mehr bloß einzelne Maschinen, gleichsam elektronische Monaden waren, sondern zu Teilen eines Netzwerks wurden, das als kulturelle Matrix, als Wissens- und Erfahrungsraum historisch ohnegleichen ist“ (Walach 2018: 97). Dabei veränderte dieser Wissens- und Erfahrungsraum nicht nur die grundlegende Form des Informationsaustausches, sondern erschuf mittel- und langfristig auch eine neue Art des Zugangs zu Informationen und erhöhte damit die Menge der produzierten Daten nachhaltig (Last 1998: 173; Young 2007: 239; Hilbert/López 2011: 62 f.; Jungherr/Schoen 2013: 16; O'Regan 2016: 170; Stengel et al. 2017: 5; Sandler 2018: 154). Während folglich die Entwicklung der Computer und Speichermedien zu einem Wandel der analogen hin zu den digitalen Formen der Produktion und Verwahrung von Daten und Informationen geführt hat, hat das Internet samt seiner verschiedenen Applikationen schließlich auch die Art und Weise digitalisiert, wie diese kommuniziert und konsumiert werden. Erst aus dieser informationstechnologischen Perspektive lassen sich die Digitalisierung sowie die ihr folgenden Prozesse im beginnenden 21. Jahrhundert verstehen und diskutieren.

8.5 Deutung des Digitalisierungsbegriffs jenseits des Technologischen

Wie dargelegt, beschreibt der Digitalisierungsbegriff nicht nur einen Umwandlungsprozess von Signalen, Informationen und Daten, sondern zugleich auch einen sehr viel umfassenderen und damit fundamentalen Wandel der zugrundeliegenden Technologien und Medien. Dieser Prozess, dessen Wurzeln bis in die Entstehungszeit der Industrialisierung zurückreichen und der spätestens ab der Mitte des 20. Jahrhunderts einzusetzen begann, drückt sich nicht zuletzt in der mit dem technologischen Fortschritt einhergehenden, sich verstetigenden Dominanz des Digitalen über das Analoge aus. Gleichwohl beschreibt die Digitalisierung neben diesen Aspekten allen voran auch einen Transformationsprozess, der zwar grundlegend, d. h. in chronologischer und sachlicher Hinsicht auf der Methode des Digitalisierens sowie der Digitalisierung der IKT aufbaut, sich aber im Verlauf des 20. Jahrhunderts und ausdrücklich seit Beginn des 21. Jahrhunderts sukzessive von der ursprünglich technikzentrierten Interpretation entkoppelt und schließlich eine semantische Bedeutungsverschiebung erfahren hat (Loleit 2004: 208–214). Im Kontext dieses Transformationsprozesses referenziert der Begriff im gegenwärtigen Diskurs noch immer auf eine technologische Dimension, geht aber zugleich weit über den informationstechnologischen Bezugsrahmen hinaus, weshalb die Digitalisierung auf inhaltlicher Ebene einen weitestgehend universellen, nicht aber kohärenten oder einheitlichen Gegenstand darstellt. Aus diesem Grunde lässt sich der Digitalisierungsbegriff als solcher hinsichtlich seiner eigentlichen Bedeutung in einem breiteren Kontext der Literatur und des Sprachgebrauchs folglich als entgrenzt und vage betrachten. So ist die Digitalisierung im weiteren Sinne oftmals auch mit einer Konnotation versehen, die auf die Fundamentalität des mit ihr einhergehenden Wandels und ihr – beinahe naturgesetzlich – disruptives Potential verweisen soll. Dergestalt wird sie bisweilen als Statthalter eines neuen Zeitalters in der Menschheitsgeschichte, einer Epoche *sui generis*, ja sogar als Ausdruck einer (digitalen) Revolution gehandelt, die einen alles bestimmenden Megatrend des 21. Jahrhunderts darstellen soll (Webster/Robins 1989: 323; Rinne/Zimmermann 2016: 3; Castells 2017: XXII; Mikfeld 2017: 1; Stengel et al. 2017: 4 f.; Hirsch-Kreinsen 2018: 13 f.; Sandler 2018: 269; Walach 2018: 178; Faber 2019: 3). Doch welche Rückschlüsse lassen sich aus diesen Umschreibungen der Digitalisierung ziehen und wie lässt sich der Begriff jenseits der IKT für die Weltgesellschaft des 21. Jahrhunderts deuten?

Der Eindruck, dass der seit Mitte des 20. Jahrhunderts erfolgende Wandel der IKT in Form der stetigen (Weiter-)Entwicklung digitaler Computer und Speichermedien auch unmittelbar Veränderungen für andere Bereiche der Gesellschaft und Wirtschaft nach sich ziehen sollte, war bereits während der 1960er Jahre präsent und erzeugte einen nachhaltigen Diskurs

über die potentiell von diesem ausgehenden Effekte. So beschrieb etwa der japanische Anthropologe Tadao Umesao in einem 1963 erschienenen Aufsatz die durch neuartige Technologien ausgelöste Transformation der Ökonomie als eine „Industrialisierung des Geistes“ (Kübler 2009: 59), weshalb er sich dafür aussprach, die bis dahin weitestgehend uniforme Einteilung der volkswirtschaftlichen Aktivitäten in Agrar-, Industrie- und Dienstleistungssektor (vgl. Kapitel 3.2) um einen Informationssektor zu erweitern. Am Ende dieser technologischen Transformation, die er als letzte Stufe in der Evolution der Menschheit erachtete, stand seines Erachtens auch eine Transformation der Gesellschaft, die er als Informationsgesellschaft bezeichnete. In Japan entwickelte sich während der 1960er Jahre eine intensive Diskussion von Seiten des Staates, der Wissenschaft und Wirtschaft. Diese drehte sich einerseits um die ökonomischen Potentiale und gesellschaftlichen Implikationen von technologischen Entwicklungen, wie etwa im Bereich der Automatisierung und Mikroelektronik oder in Form von Radio und Fernsehen, und befasste sich andererseits mit der Frage, wie diese hierdurch initiierte neue Gesellschaftsform zu gestalten sei. Ein wesentlicher Aspekt dieser freilich noch primär theoretischen Auseinandersetzung war die Annahme, dass es in einer Gesellschaft des wachsenden Wohlstandes zu einer „[...] Steigerung des Bedarfs nach psychologisch und emotional orientierten Gütern und zu einer zunehmenden Bedeutung von Mode, Stil und Qualität“ (Steinbicker 2011: 17) kommen würde, weshalb stärker als bisher andere Bereiche des Produktionsprozesses, wie etwa Forschung und Entwicklung oder Design und Marketing, an Relevanz gewinnen würden. Deswegen würden auch die Kosten von Informationen bei der Produktion einen immer größeren Anteil einnehmen und Informationsprozesse wichtiger werden. In Summe drehte sich der Diskurs über die Informationsgesellschaft aber noch nicht etwa um die Ablösung der Industriegesellschaft und ihrer industriellen Produktionsformen, sondern vielmehr um die Stärkung derselben durch die Realisierung der den neuen Technologien beigemessenen Optimierungs- und Rationalisierungspotentiale (Kübler 2009: 59 f.; Cho 2011: 59; Steinbicker 2011: 14 u. 16 f.; Sandler 2018: 139). Während der 1970er resultierte aus dem nunmehr auch international geführten Diskurs schließlich eine kontextuelle Umdeutung des Konzepts der Informationsgesellschaft, das immer mehr mit den neuartigen IKT und der Digitalisierung in Verbindung gebracht wurde und für den Anbruch eines postindustriellen Informationszeitalters stand. So richtete sich der Fokus nicht zuletzt auf Grund des sich zunehmend abzeichnenden strukturellen Wandels der Ökonomien im Zuge der Digitalisierung¹²⁷ auf die Frage, welche weiteren Auswirkungen aus den neuen Technologien resultieren könnten, attestierte man doch etwa den

¹²⁷ Vgl. Anmerkung 131.

Digitalcomputern das Potential, in naher Zukunft alle Lebensbereiche zu verändern. In dieser Hinsicht reichten die Prognosen und Vorstellungen über die kommende Informationsgesellschaft und das Informationszeitalter vom Zerfall des globalen Industriesystems über eine Zukunft, in der Informationen zu einer Ware würden, bis hin zum Erodieren sozialer Rechte und der Auflösung wohlfahrtsstaatlicher Strukturen. In Summe entwickelte sich der Begriff der Informationsgesellschaft als Resultat der voranschreitenden Digitalisierung rasch zu einem holistischen Konzept, in dessen Zentrum zwar technisch-ökonomische Entwicklungen stehen, das aber deren Auswirkungen allen voran in den Sphären des Politischen, Kulturellen und Gesellschaftlichen verortet und die hieraus entstehende (globale) Gesellschaftsformation im Kontext der wachsenden Relevanz von Wissen im Lichte des anbrechenden Informationszeitalters erörtert (Webster/Robins 1989: 323–327; Flecha et al. 2003: 73 u. 76–78; Kübler 2009: 60–63; Steinbicker 2011: 13 f. u. 18; 2013: 408 f.; Sandler 2018: 139 f.; Bendel 2019: 113).¹²⁸

In diesem Kontext stellt die Digitalisierung als eine primär technologische Entwicklung immer mehr auch selbst ein epochenstiftendes Element dar, das als solches sehr viel mehr umfasst als nur die Sphäre des Technologischen.¹²⁹ Doch durch welche *differentia specifica* zeichnet sich das digitale Zeitalter des 21. Jahrhunderts aus? Als eng verwoben mit der Digitalisierung wie auch mit dem Konzept der Informationsgesellschaft lässt sich der Prozess der Informatisierung¹³⁰ betrachten, deren Voraussetzung, Begleiterscheinung und Ergebnis er zugleich darstellt. Hierbei umfasst der Informatisierungsprozess mehrere Dimensionen des mit ihm einhergehenden Wandels. In einem ersten Zugriff beschreibt die Informatisierung zunächst die Entwicklung und zunehmende Ausbreitung der digitalen IKT sowie die daraus resultierende

¹²⁸ Diesem der Informationsgesellschaft sowie auch unmittelbar der Digitalisierung zugrundeliegenden epochalen Verständnis lassen sich zwei Einschränkungen entgegenhalten: Zum einen lässt die Tatsache, dass der Anbruch eines durch die gesellschaftliche Transformation gekennzeichneten Informationszeitalters bereits seit den 1970er Jahren immer wieder im Zuge der Entwicklung neuartiger Technologien beschworen wird, die Radikalität des Wandels fraglich erscheinen. Zum anderen muss der Umstand ernüchternd wirken, dass sich eine Vielzahl der prognostizierten negativen wie auch positiven Auswirkungen des digital-technologischen Wandels auf Ökonomie, Gesellschaft, Kultur und Politik, die ihres Zeichens ebenfalls als Indikatoren eines Epochenumschwungs gewertet werden könnten, schlicht (noch) nicht bewahrheitet haben (Kübler 2009: 61–63 u. 66; Savage 2009: 218–223; Steinbicker 2013: 408 f.). Demgegenüber ist jedoch einzuwenden, dass auch die jeweiligen Zeitzeugen der fort-dauernden Industrialisierung seit dem 18. Jahrhundert immer wieder industrielle Revolutionen zu entdecken glaubten und so den als genuin neu empfundenen Umbrüchen Ausdruck zu verleihen suchten (vgl. Kapitel 3.1); ein Umstand, der umso mehr verdeutlicht, wie sehr die Bewertung respektive Einordnung von historischen Zäsuren und damit schließlich auch der Epochen von den jeweils gegenwärtigen intersubjektiven Maßstäben abhängt.

¹²⁹ Dass die Digitalisierung mehr als nur eine technologische Epoche darstellt, zeigt sich nicht zuletzt daran, dass das Phänomen als solches auch in der Popkultur eine rege Resonanz erfährt, wie etwa am Beispiel der schwedisch-dänischen Melodic-Death-Metal-Band Amaranthe ersichtlich, die in ihrem Lied *Digital World* die digitale Überwachung und die Fortschrittsversprechen der Digitalisierung auf der einen, mit der hieraus resultierenden Aufgabe der individuellen Freiheit auf der anderen Seite kontrastiert (vgl. Amaranthe 2014).

¹³⁰ Das Konzept der Informatisierung, die ihm zugrundeliegenden Prozesse sowie die hieraus resultierenden Implikationen werden in Kapitel 12 separat und detailliert erörtert.

Entstehung und Ausweitung des Informationssektors seit den 1970er Jahren (Schmiede 2006: 457; Steinbicker 2011: 14).¹³¹ Obgleich sich ebenso im Zuge der Erfindung des Buchdrucks durch Johannes Gutenberg um das Jahr 1450¹³² von einem derartigen Prozess sprechen lässt, unterscheidet sich die digitale Informatisierung des 20. und insbesondere 21. Jahrhunderts grundlegend von den vorherigen auf Grund dreier Eigenschaften, die eine weitere Dimension der Informatisierung in Form des qualitativen Bedeutungsgewinns der IKT konstituieren: Zum einen stellt der programmierbare Digitalcomputer als eigentlicher Nukleus der IKT ein universelles Instrument dar, dem hinsichtlich seines potentiellen Aufgabenspektrums keinerlei Grenzen gesetzt sind. Zum anderen sind die digitalen IKT „nicht mehr primär ein Werkzeug, um die Lösung außerhalb ihrer selbst liegender Aufgaben zu unterstützen, sondern sie sind *Bestandteil eines Gesamtprozesses, eines Systems* [Hervorh. i. Orig.]“ (Schmiede 2006: 464). Sie konstruieren in diesem Kontext eine virtuelle Welt der Informationen, in der sie es ermöglichen, eine immer größer werdende Anzahl von „materiellen Prozessen [...] modellierbar, berechenbar, in ihren Varianten simulierbar, in ihren mechanischen, chemischen, biologischen oder elektronischen Wirkungen kalkulierbar“ (ibid.) zu machen. Schließlich ist mit den digitalen Technologien, deren eigentlicher Kulminationspunkt das Internet darstellt, ein ungesehener Grad einer globalen Vernetzung entstanden, der eine in Echtzeit stattfindende Durchführung von Informations- und Kommunikationsprozessen ermöglicht. Aus diesem Kontext resultiert schließlich

¹³¹ Der im Kontext der Informationsgesellschaft angesprochene sektorale Wandel bezieht sich hierbei auf das Aufkommen des sogenannten Informationssektors. Es wurde bereits in Kapitel 3.2 darauf hingewiesen, dass hinsichtlich der Einteilung einer Volkswirtschaft in den Agrar-, Industrie- und Dienstleistungssektor zwar weitestgehend Konsens herrscht, die weitere Ausdifferenzierung und Ergänzung einer Ökonomie in zusätzliche Sektoren jedoch keinen formalen Kriterien zur eindeutigen Abgrenzung unterliegt, weshalb sich eine Vielzahl verschiedener Einteilungsvorschläge findet (vgl. Anmerkung 18 u. 20). Gleichermaßen fluide sind die Definitionen des Informationssektors und die aus diesen resultierenden Methoden zur Messung eines sektoralen Wandels, die davon abhängig sind, ob man unter dem Informationssektor sämtliche Aspekte der Informationsproduktion, d. h. alle technologischen Maßnahmen, Voraussetzungen und Prozesse zur Produktion, Verarbeitung und Verbreitung von Informationen, miteinbezieht, oder den Fokus der Analyse lediglich auf jene Bereiche beschränkt, die digitale IKT für die Informationsproduktion einsetzen. Anders gefragt: Zählt man zum Informationssektor lediglich die Output-Seite des Produktionsprozesses im Sinne jener Industrien, welche die IKT herstellen (z. B. Computer- und Halbleiterindustrie), oder auch die Input-Seite im Sinne aller anderen Industrien und Gewerbe (gegebenenfalls auch der privaten Haushalte), die für ihren jeweiligen Produktionsprozess auf die von der Output-Seite zur Verfügung gestellten digitalen IKT zurückgreifen. So finden sich seit den 1970er Jahren verschiedene Ansätze zur Definition des Informationssektors sowie zur Messung des durch die modernen digitalen IKT hervorgerufenen sektoralen Wandels. Auch wenn diese auf Grund divergierender Konzeptionen zu unterschiedlichen Befunden mit Blick auf die Konstitution des Informationssektors sowie dessen quantitative Ausprägung gelangen, lautet doch der grundlegende Tenor, dass ein derartiger noch nicht abgeschlossener sektoraler Wandel hin zu einer wachsenden Dominanz des Informationssektors innerhalb der westlichen Industrienationen sowie der OECD-Mitgliedsstaaten und darüber hinaus ab dem letzten Drittel des 20. Jahrhunderts beobachtbar ist (Dostal 1995: 527–531; Seufert 2000; Kübler 2009: 61 f. u. 95–97; Steinbicker 2013: 414–417). Dahingehend lässt sich schließlich argumentieren, dass ebenso wie die Industrialisierung nicht nur die grundlegende Entstehung eines industriellen Sektors, sondern auch eine Implementierung industrieller Produktions- und Arbeitsformen innerhalb der anderen Sektoren impliziert (vgl. Kapitel 3.2.), aus der Informatisierung nicht nur die Bildung des Informationssektors, sondern auch die Verbreitung sowie der vermehrte Einsatz digitaler IKT in den restlichen volkswirtschaftlichen Sektoren resultiert.

¹³² Vgl. Anmerkung 24.

eine letzte Dimension der Informatisierung, die sich nicht nur durch eine zunehmende Integration der digitalen IKT in der Arbeitswelt zur Rationalisierung und Produktivitätssteigerung der Prozesse (vgl. Kapitel 8.6), sondern auch in der Durchdringung sämtlicher Lebensbereiche und aller gesellschaftlicher Aktivitäten durch diese Technologien sowie in der wachsenden Relevanz von Informationen hinsichtlich sozioökonomischer und politischer Interaktionsprozesse ausdrückt (Dostal 1995: 527–530; Schmiede 2006: 457 u. 462–465; Boes et al. 2014: 5–7; 2016: 32–34; Hirsch-Kreinsen 2016a: 10 f.; Kübler 2009: 164; Schilcher/Diekmann 2014: 5).

Insbesondere innerhalb eines ökonomischen Bezugsrahmens impliziert die Informatisierung somit, dass „die Generierung, Kommunikation und Verarbeitung von Informationen zum Gegenstand wirtschaftlicher Aktivität wird. Informationen sind nicht mehr nur produktionsunterstützend, sondern werden selbst zum Produkt“ (Schilcher/Diekmann 2014: 5). Entscheidend ist in dieser Hinsicht, dass zunächst und grundsätzlich jede Interaktion – ganz gleich in welchem Bereich – zur Entstehung von Daten führt, die etwa in Gestalt von Zahlen, Wörtern, Bildern oder Texten kodiert sein können. Ein *Datum* als solches, d. h. eine unabhängige und damit bezugslose Beobachtung, ist „[...] allerdings nur der Rohstoff, der für sich wenig bedeutet, wenig kostet und wenig wert ist“ (Willke 2001: 8). Wird den vorliegenden Daten innerhalb eines Systems jedoch Relevanz beigemessen und in einen konkreten Kontext eingebettet, erfahren diese eine entnehmbare spezifische Bedeutung. Erst wenn Daten innerhalb eines derartigen Referenzsystems auf einen relevanten Unterschied hinweisen, konstituieren diese auch Informationen. Als solche zeichnen sich Informationen dadurch aus, dass sie von situativer Nützlichkeit sind, auf Grund ihrer Bedeutung relevant sind und deshalb einen genuinen Wert besitzen. Werden diese Informationen sodann in einen Erfahrungskontext eingebunden, welcher im weitesten Sinne die Fähigkeit darstellt, Handlungen oder Entscheidungen mit Hilfe dieser Informationen vorzunehmen, entsteht aus Informationen schließlich Wissen. Zieht man hierbei in Betracht, dass in der Regel nicht ein Mangel, sondern vielmehr ein Überschuss an Daten vorherrscht, so wird ersichtlich, dass der Wert der digitalen IKT gerade darin begründet ist, dass sich erst mit ihrer Hilfe Daten in Echtzeit, auf Massenbasis und in globaler Form verwerten und zu Informationen aufbereiten lassen (Willke 2001: 7–14; 2002: 15–18; Schilcher/Diekmann 2014: 5–9; Tang et al. 2016: 202–204).

In diesem Kontext stellt die Digitalisierung der zugrundeliegenden IKT in Gestalt der Informatisierung der ökonomischen, gesellschaftlichen und auch politischen Sphäre tatsächlich eine neuartige Entwicklung der jüngeren Vergangenheit dar: Nicht nur kann ihr eine „Durchdringung aller gesellschaftlichen Dimensionen mit neuen Inhalten, Formen und Techniken der

Information“ (Schmiede 2006: 457) attestiert werden, auch werden die Menschen über die von ihnen erzeugten Daten immer mehr zu direkten Schöpfern von Informationen und damit zugleich zu den (un-)mittelbaren Produzenten der von ihnen konsumierten Produkte. Die digitalen Technologien sind also nicht nur einseitige Werkzeuge oder Produkte, sondern Prozesse, in denen die „Anwender die Kontrolle über die Technologie übernehmen, wie im Falle des Internet“ (Castells 2017: 37), und so selbst zu Entwicklern werden können. Es existiert in diesem Sinne eine „enge Beziehung zwischen den sozialen Prozessen [...] und der Fähigkeit, Güter und Dienstleistungen zu produzieren und zu verteilen – den Produktivkräften. Zum ersten Mal in der Geschichte ist der menschliche Verstand eine unmittelbare Produktivkraft und nicht nur ein entscheidendes Element im Produktionssystem“ (ibid.). Gleichzeitig aber stellt die Digitalisierung neben dieser neuen Entwicklungsstufe in der Erzeugung von Informationen, Wissen, Produkten und Dienstleistungen auch eine „Informationsrevolution“ (Stengel 2017c: 39) in mehrfacher Hinsicht dar: Zum einen ist sie durch einen grundlegenden Rückkopplungseffekt gekennzeichnet, bei dem die Anwendung von Wissen und Informationen „zur Erzeugung neuen Wissens und zur Entwicklung von Geräten zur Informationsverarbeitung und zur Kommunikation“ (Castells 2017: 36) führt. Zum anderen ermöglicht die Digitalisierung einen neuen Integrationsgrad der Kommunikation als solcher. War es etwa bis zur Digitalisierung lediglich möglich, Informationen zwischen Menschen zu übertragen, können mit Hilfe besagter Technologien und Prozesse Informationen zusätzlich zwischen „Mensch und Maschine (Roboter), zwischen Maschine und Maschine („Internet der Dinge“) sowie zwischen Maschine und Mensch (Künstliche Intelligenz)“ (Stengel 2017c: 40) ausgetauscht werden (vgl. Kapitel 9).

Wie aus der Erörterung jener der Digitalisierung zugrundeliegenden Konzepte in Form der Informationsgesellschaft, des Informationszeitalters sowie der Informatisierung ersichtlich wird, transportiert der Digitalisierungsbegriff im weiteren Kontext somit nicht nur den Befund einer als digitale Revolution der IKT wahrgenommenen Entwicklung, sondern auch die klare Erwartungshaltung, dass von dieser ebenso Veränderungen auf die Sphären des Ökonomischen, Gesellschaftlichen, Kulturellen und Politischen ausgehen werden – eine Einschätzung, die ausgehend von dem in Kapitel 3 und 4 skizzierten Entwicklungsverlauf der doch zunächst primär technologischen Industrialisierung keinesfalls abwegig erscheint. In Anbetracht der Tatsache, dass es sich um einen andauernden Prozess handelt, scheint ebenso die Klassifizierung der Digitalisierung als sogenannter *Megatrend* des 21. Jahrhunderts (vgl. z. B. Mikfeld 2017: 1; Hirsch-Kreinsen 2018: 13; Faber 2019: 3) eine – wenn auch semantisch hochtrabende, so aber

doch – adäquate Umschreibung des ihr attestierten Wandels zu sein.¹³³ Folgerichtig umschließt der Digitalisierungsbegriff im Rahmen der hier diskutierten Bedeutungszuschreibungen eben nicht nur den digital-technologischen Wandel der IKT, sondern auch und insbesondere die Auswirkungen des verstärkten Einsatzes dieser Technologien auf den (globalen) sozioökonomischen und politischen Kontext und damit auf sämtliche hiervon potentiell erfassten Bereiche des menschlichen Lebens. Aus dieser Perspektive rückt die Digitalisierung – in „[...] einer Gegenwart, die als Epoche der Virtualisierung und Digitalisierung erlebt wird, die darüber hinaus digitale Akteure hervorbrachte und so das Selbstbild des modernen Menschen nachhaltig hinterfragt“ (Walach 2018: 178) – zu einem Begriff auf, der erstens auf die Reichweite dieser digitalen Transformation verweist, zweitens aber auch die Prozesshaftigkeit der ihr zugrundeliegenden sowie der von ihr ausgehenden Entwicklungen verdeutlicht, drittens die Wechselwirkungen zwischen technologischem Fortschritt und sozialem Wandel berücksichtigt, und viertens auf die zwischen Produzenten und Konsumenten herrschenden Rückkoppelungseffekte hinsichtlich der technologischen Innovation hindeutet (Castells 2017: 36; Stengel 2017c: 37 f.; Jodlbauer 2018: 16; Bendel 2019: 62–64; Petersen 2020: 13).¹³⁴

8.6 Treiber der Digitalisierung

In der Auseinandersetzung mit dem Thema der Digitalisierung wurde bisher noch nicht der Frage nachgegangen, weshalb es aus ökonomischen Gesichtspunkten seit den 1970er Jahren zu einer kontinuierlichen und bis heute andauernden Verbreitung der digitalen IKT gekommen ist. Gerade aber die Kenntnis dieser Einflussfaktoren stellt eine wesentliche Voraussetzung dar, um die Industrie 4.0 im Kontext der Digitalisierung zu verorten und die mit ihr erhofften Vorteile in der Produktion hinreichend erörtern zu können (vgl. Kapitel 9). In diesem Sinne zielt der folgende Abschnitt darauf, die ökonomischen Treiber, die auf das Voranschreiten der Digitalisierung hinwirken, zu veranschaulichen.¹³⁵

¹³³ Zur Eingrenzung dieses doch relativ vagen Begriffs sei auf folgende Definition verwiesen: „A megatrend is a significant movement, tendency or force that is commencing or occurring in one (regional) or more (global) parts of the world, and that is expected to continue well into the foreseeable future. Moreover, a megatrend has a profound effect on nearly every aspect of society, affecting individuals and businesses. Typically, a megatrend affects a significant portion of the global population in a major way either directly [...] or indirectly [...]. In some cases, megatrends operate synergistically, thereby increasing the severity of a problem“ (Sultan et al. 2008: 29).

¹³⁴ Ganz im Gegensatz hierzu weiß sich die englische Sprache bei der Differenzierung der Digitalisierung von vornherein mit zwei Begriffen zu helfen: Während der Akt des Digitalisierens unter dem Begriff *digitization* subsumiert wird, sucht die *digitalization* sowohl den sich in der informationstechnologischen Sphäre vollziehenden Wandel als auch alle anderen hiervon angestoßenen Transformationsprozesse zu erfassen (Jodlbauer 2018: 15 f.).

¹³⁵ Offenkundig lassen sich neben primär ökonomischen auch andere Faktoren als potentiell förderlich für die Ausbreitung der Digitalisierung anführen – dies aber teilweise mit Einschränkungen: Denn einerseits ist deren

Bevor im Folgenden auf die der Digitalisierung potentiell zugrundeliegenden Einflussfaktoren eingegangen wird, empfiehlt sich jedoch zunächst ein Blick auf die grundsätzliche Stellung von Technologie im Rahmen der mikroökonomischen Analyse sich rational verhaltender, nach Gewinn strebender, nutzenmaximierender Unternehmen. Um den Gewinn, ausgedrückt als Differenz von Erlös und Kosten, zu maximieren, kann das ein Produkt auf einem Markt anbietende Unternehmen erstens danach streben, seinen Output bei gleichbleibenden Kosten der Produktionsfaktoren¹³⁶ zu erhöhen, zweitens bei gleichbleibendem Output die Kosten der zum Einsatz kommenden Produktionsfaktoren zu minimieren, und drittens eine Kombination dieser beiden Wege zu wählen (Varian 2016: 403 u. 420). Eine Kostenminimierung lässt sich unter gegebenen Umständen etwa durch den Bezug günstigerer Rohstoffe, die Absenkung der Löhne oder etwa auch durch die Substitution des menschlichen Arbeitsfaktors anhand der Ausweitung von Kapitalgütern wie bspw. in Form von Technologien (z. B. Maschinen und Anlagen) und der damit einhergehenden Steigerung der Arbeitsproduktivität erzielen. Hinsichtlich einer erfolgreichen Gewinnmaximierung respektive Kostenminimierung im Produktionsprozess des Unternehmens spielt insbesondere der technologische Fortschritt eine wichtige Rolle, da sich mit effizienteren Produktionsmitteln im Sinne einer steigenden Arbeitsproduktivität die Durchschnittskosten eines Gutes reduzieren lassen, weshalb sich der Gewinn – *ceteris paribus* – erhöht. Gleichzeitig agieren Unternehmen aber in einem von Konkurrenz geprägten

unmittelbarer Einfluss bisweilen nicht hinreichend quantifizierbar, andererseits gestaltet sich eine adäquate Differenzierung zwischen Ursache und Wirkung respektive *Movens* und *Symptom* als schwierig, weshalb in diesem Rahmen auf eine tiefgehende Erörterung zugunsten einer oberflächlichen Ausführung verzichtet wird. Noch am ehesten ist die Ursächlichkeit militärisch-strategischer Erwägungen für die Geschichte der Digitalisierung des 20. Jahrhunderts nachvollziehbar, lässt sich doch deren Einfluss etwa bei der Entwicklung der ersten Generation der Digitalcomputer mit dem ASCC zur Berechnung ballistischer Flugbahnen sowie dem Colossus Mark I und II zur Decodierung der Lorenz-Schlüsselmaschine SZ 40 während des zweiten Weltkrieges (vgl. Kapitel 8.2.4) oder aber am Beispiel der Entstehung digitaler Vernetzungstechnologien im Zuge des ARPANET ab den 1960er Jahren (vgl. Kapitel 8.4.4) beobachten – beiderseits Schöpfungen mit nachhaltigem Effekt. Hierneben stellen zweifelsohne auch die mit Technikenthusiasmus gepaarte menschliche Neugier und Wissbegierde treibende Kräfte für die Erschaffung und Nutzung digitaler IKT dar. Dies einerseits etwa im Sinne der Erfinder und Hobbytüftler, die – wie am Beispiel der Entwicklung der ersten PCs ersichtlich – nicht in erster Linie von ökonomischen Motiven beseelt, sondern von der Technologie als solcher und ihren Möglichkeiten fasziniert waren (vgl. Kapitel 8.4.2), andererseits bspw. auch in Gestalt des *Early Adopter*, der eine Technologie ihrer selbst willen oder aber aus Statusgründen ersteht (vgl. Rogers 1983: 249 f. u. 252 f.). Ein weiterer Treiber mögen sodann auch der *Homo ludens* und das Vergnügungsmotiv in Form des digitalen Konsums sein, in dessen Kontext die Digitalisierung ein Mittel zum Zweck der unmittelbaren, d. h. einer in Echtzeit erfolgenden Bedürfnisbefriedigung durch das Streamen von Musik und Videos oder das Spielen von Computerspielen darstellt, wobei die Nachfrage nach digitalen Konsumgütern die Inanspruchnahme und Verbreitung entsprechender digitaler Informations- und Kommunikationstechnologien (bspw. Hard- und Softwareapplikationen) folgerichtig nach sich ziehen muss. Schließlich lassen sich auch mögliche, dem System der Digitalisierung inhärente Imperative anführen, die auf Grund einer positiven Feedbackschleife in einer beinahe naturgesetzlichen Ausweitung der Digitalisierung im Gewand des Digitalismus als „Philosophie, nach der jedes Problem der analogen Welt [...] in digitale Routinen überführt wird“ (Rust 2019: 1) mündet und sich – aus einem generalisierenden Verständnis heraus – durch Zuboffs zweites Gesetz der Digitalisierung ausdrücken lässt: „[...] everything that can be informed will be informed“ (vgl. Zuboff 2013).

¹³⁶ Eine gängige Einteilung unterscheidet die Produktionsfaktoren Grund und Boden, Arbeit, Rohstoffe und Kapitalgüter sowie bisweilen das von Kapitalgütern als getrennt zu betrachtende Finanzkapital (vgl. Varian 2016: 387).

Umfeld. In dieser Konstellation wird ein Unternehmen die durch technologische Fortschritte induzierten Senkungen seiner Durchschnittskosten dafür verwenden, seinen Output zu erhöhen, um dementsprechend nicht nur seinen Marktanteil zu vergrößern, sondern auch die Durchschnittskosten weiter zu senken. Hierdurch kommt es zu einem Angebotsüberhang und einer Absenkung des Marktpreises, womit folglich auch die Gewinne der anderen Anbieter zurückgehen werden. Als Konsequenz des so entstandenen Preisdrucks werden langfristig alle konkurrierenden Anbieter dieses Gutes auf einem Markt dazu gezwungen, den technologischen Fortschritt voranzutreiben und in ihrer eigenen Produktion zu implementieren, um so einerseits ebenfalls eine Kostenminimierung zu erzielen und andererseits ihre Existenz in der herrschenden Wettbewerbssituation zu sichern. Neben der Kostenminimierung bzw. Erhöhung der Arbeitsproduktivität durch Substitution des Produktionsfaktors Arbeit anhand des Einsatzes von Kapitalgütern etwa in Form von Maschinen kann schließlich auch ein priorisierter Einsatz von Technologie trotz gegen Null strebender Arbeitskosten verfolgt werden, wenn diese der menschlichen Arbeitskraft hinsichtlich der Leistungsfähigkeit oder dem in der Fertigung notwendigen Grad an Präzision überlegen ist (Wiese 2014: 262 f.; Petersen 2020: 23–25; Woeckener 2020: 12–15). Die Motivation eines rational handelnden und nach Gewinn strebenden Akteurs für den Einsatz von Technologien in dessen Fertigungs- oder Leistungserbringungsprozess lässt sich somit auf vier grundlegende ökonomische Prinzipien respektive Zielsetzungen zurückführen: (i) die Technologie kann einerseits zur Steigerung einer als Effizienz verstandenen Produktivität¹³⁷ im Sinne des Minimalprinzips führen, indem ein Unternehmen in die Lage versetzt wird, den über einen spezifischen Standard definierten und somit gegebenen Output eines Produktes oder einer Dienstleistung bei einem ebenfalls gegebenen Grad an

¹³⁷ Auf Grund der teils unterschiedlichen Definitionen und Verwendungen der beiden Konzepte Effizienz und Produktivität scheint eine Präzisierung der Begriffe geboten. Insbesondere die englischsprachige wissenschaftliche Literatur verwendet *efficiency* und *productivity* bisweilen synonym, behandelt diese stellenweise aber auch unterschiedlich. In letzterem Fall beschreibt *efficiency* die Minimierung des Input bei einem gegebenen fixen Outputlevel, während eine steigende oder fallende *productivity* lediglich das sich verbessernde bzw. verschlechternde Verhältnis zwischen Output und Input ausdrückt (vgl. Klassen et al. 1998: 2–4; Thatcher/Oliver 2001: 20). Indes impliziert die *efficiency* gemäß dieser Logik gleichermaßen ein derartiges – um einen fixen Wert ergänztes – Verhältnis, weshalb die vorgeschlagene Differenzierung keinen Mehrwert liefert. Im Gegensatz hierzu werden die Effizienz und Produktivität im deutschsprachigen wissenschaftlichen Diskurs als einander voraussetzend betrachtet. Hierbei stellt die Effizienz die Gesamtheit aller für die „Gegenüberstellung von Zilerträgen und den zur Erreichung dieser Ziele erforderlichen Mitteln“ (Cantner et al. 2007: 3) dar und orientiert sich am Minimal- und Maximalprinzip sowie der Optimierung als Varianten des ökonomischen Prinzips. Die Produktivität ist in dieser Hinsicht ein konkretes, am ökonomischen Prinzip ausgerichtetes Maß zur Messung der Effizienz und misst als eigenständiges Effizienzkonzept die Relation zwischen realem Input und Output (Cantner et al. 2007: 3; Schneider 2020: 3 f.). Übereinstimmend mit dieser Abgrenzung sind folglich auch die Begriffe Produktivität und Effizienz im vorliegenden Kontext zu verstehen. Darüber hinaus lassen sich – abhängig von dem zur Darstellung bzw. Messung von Input und Output herangezogenen Kennzeichen – verschiedene Formen von Produktivität ermitteln. So können neben der absoluten oder partiellen Faktorproduktivität etwa die Mengen-, Wert- und Zeitproduktivität oder aber – im Kontext der volkswirtschaftlichen Terminologie – die Arbeits-, Kapital- und Multifaktorproduktivität gemessen werden (Cantner et al. 2007: 1 f.; Schneider 2020: 12 f.).

Qualität mit geringerem Input bzw. Einsatz der Produktionsfaktoren herzustellen, wobei sich der Produktivitätsanstieg als ein verbessertes Verhältnis (d. h. ansteigender Quotient) zwischen dem hergestellten Output (z. B. Menge) und dem dafür benötigtem Faktoreinsatz (z. B. Menge oder Zeit) ausdrücken lässt; (ii) die Technologie kann andererseits zu einer Steigerung der Produktivität im Sinne des Maximalprinzips führen, indem sie es dem Unternehmen ermöglicht, mit den ihm zur Verfügung stehenden, gegebenen Produktionsfaktoren (Input) den größtmöglichen – d. h. maximalen – Output zu realisieren; (iii) sie kann des Weiteren auch zu einer Steigerung der Produktivität im Sinne der Optimierung herangezogen werden, indem der Output vergrößert und zeitgleich der Input reduziert wird; (iv) und schließlich kann sie zur Steigerung der Qualität der Leistung genutzt werden, wobei sich eine derartige Erhöhung der Güte oder Wertigkeit etwa in einer erhöhten Performanz, Zuverlässigkeit oder Haltbarkeit des Produkts widerspiegelt (Thatcher/Oliver 2001: 18–20; Cantner et al. 2007: 7–15; Schneider 2020: 4 f.).

Welche Implikationen und Triebkräfte resultieren sodann aus der erörterten Stellung von Technologie innerhalb des mikroökonomischen Kontextes für die Digitalisierung? Ein klassisches Beispiel für die technische Substitution menschlicher Arbeitskraft zur Erhöhung der Arbeitsproduktivität, und des daraus folgenden Zwangs für konkurrierende Unternehmen innovative technologische Fortschritte (d. h. Maschinen) hervorzubringen und einzusetzen, findet sich mit der bereits erörterten Entwicklung industrieller Produktionsmethoden (vgl. Kapitel 3.2). Als verhältnismäßig neuartige technologische Entwicklung lässt sich auch die Digitalisierung des 20. und 21. Jahrhunderts in Form digitaler IKT sowie deren sukzessive Implementierung im (industriellen) Produktionsprozess betrachten. Hierbei stellen die digitalen Technologien und Softwareapplikationen zwar materielle bzw. immaterielle Kapitalgüter dar, die mit anfänglich verhältnismäßig hohen Fixkosten einhergehen können, aber auf Grund der relativ geringen variablen Kosten bei Ausdehnung des Outputs in sinkenden Durchschnittskosten resultieren.¹³⁸ Sie stellen somit ein effektives Mittel zur Kostenminimierung und damit zur Steigerung der Arbeitsproduktivität bei konstanten Skalenerträgen dar. Auf Grund dieses Kostenminimierungspotentials ist die Attraktivität für Unternehmen, vermehrt digitale Technologien anzuwenden evident. Gleichzeitig aber zwingt die aus dem Wettbewerbsdruck in Form der technologisch induzierten Kostenführerschaft die Anbieter dazu, Digitalisierungsstrategien in

¹³⁸ Dieser Befund gilt jedoch nur eingeschränkt, da Unternehmen beim Einsatz digitaler IKT nicht zwangsläufig mit hohen Fixkosten konfrontiert werden. So sind Unternehmen bspw. mittels sogenannter *Cloud Computing Services* in der Lage, Teile ihrer informationstechnologischen Infrastruktur (z. B. Rechenzentren) an Drittanbieter auszulagern und von diesen skalierbare Softwaredienstleistungen zu beziehen. In einem solchen Modell fallen für ein Unternehmen unter Umständen nur noch nutzungsabhängige variable Kosten an, während die Fixkosten auf den Anbieter ausgelagert werden und grundsätzlich entfallen (Fauser et al. 2017: 75; Pistorius 2020: 15–17).

ihrer Produktion zu verfolgen. Verstärkt wird dieser Trend zudem durch eine Reihe von Faktoren, die im überwiegenden Teil der hochentwickelten Industrienationen vorliegen. Denn auf Grund des demographischen Wandels und dem hierdurch verschärften, ohnehin bereits herrschenden relativen Mangel an Arbeitskräften in einem Umfeld verhältnismäßig hoher Arbeits-einkommen stellt die Arbeit grundsätzlich den kostenintensivsten Produktionsfaktor für Unternehmen dar, weshalb die Rationalisierung bzw. Substitution desselben mittels digitaler Technologien zusätzlich an Bedeutung gewinnt (Varian 2016: 399; Bartholomae 2018: 5 f.; Petersen 2020: 24; Spermann 2020: 216–218).

Darüber hinaus stellt die Digitalisierung weitestgehend – und ähnlich gelagert wie im Falle der Industrialisierung – eine Entwicklung dar, die zwar in ihrer Entstehungsgeschichte von regionalen Schwerpunkten ausging, aber in ihrem Verlauf mit der sukzessiven Ausbreitung der digitalen IKT während der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts eine zunehmend weltumspannende Dimension erreicht und damit schließlich auch einen globalen Charakter erhalten hat. Dergestalt korreliert sie nicht nur in chronologischer Hinsicht mit der sich insbesondere ab den sechziger Jahren des 20. Jahrhunderts immer deutlicher abzeichnenden ökonomischen und soziopolitischen Globalisierung.¹³⁹ Auch unterliegen beide Phänomene einem kausalen Zusammenhang, in dem sie einander voraussetzen. So zeigt sich, dass die gegenwärtige Globalisierung in hohem Maße getragen wurde und geprägt ist von den technologischen Entwicklungen in den Bereichen der Kommunikation sowie der Informations- und Datenverarbeitung. Erst im Zuge der Fortschritte der digitalen Technologien aber – so lässt sich argumentieren – konnte ein höherer Vernetzungs- und folglich auch Verflechtungsgrad erzielt werden, der sich in der Intensivierung der Handelsbeziehungen und Warenströme sowie des Konsums aber auch des kulturellen und politischen Austausches auf globaler Ebene ausdrückt. Insbesondere mit Blick auf die weltweite ökonomische Entwicklung während des letzten Drittels des 20. sowie innerhalb der ersten beiden Dekaden des 21. Jahrhunderts lässt sich konstatieren, dass die globale Ausbreitung der digitalen IKT zu einer erheblichen Absenkung der in der Produktion sowie der

¹³⁹ Die Anfänge der Globalisierung lassen sich in der frühen Neuzeit des beginnenden 16. Jahrhunderts in einem Umfeld der kontinuierlichen Ausdehnung der weltweiten Handelsbeziehungen verorten, die aus der (Wieder-)Entdeckung Süd-, Mittel- und Nordamerikas und der daran anschließenden forcierten Integration derselben wie auch des afrikanischen und asiatischen Kontinents – mit Ausnahme Australiens – in ein Weltwirtschaftssystem einer zunächst primär europäischen Prägung resultierte. Seit dieser Formierung hat die Globalisierung verschiedene Ausdehnungsphasen durchschritten, wobei die gegenwärtige Stufe der weltweiten Vernetzung während des zweiten Drittels des 20. Jahrhunderts eingeleitet wurde und gemeinhin als eigentliche Globalisierung aufgefasst wird. Diese lässt sich definieren als Intensivierung jeglicher sozialer Interaktionen im Zuge eines sukzessive höher werdenden Grades internationaler respektive transnationaler Verflechtungen auf der Ebene von Ökonomie, Finanzen, Gesellschaft, Kultur, Umwelt, Verkehr, Kommunikation sowie Politik und einer damit gleichzeitig ansteigenden Interdependenz der beteiligten Akteure (Schmidt 2010: 319 f.; Powell/Ghauri 2011: 6 f.; Osterhammel/Petersson 2012: 105–111; Koch 2017: 3–5; Ambrosius 2018: 477–483; Krause 2018: 1729–1731).

im Handel von Rohstoffen und Waren als maßgeblich zu erachtenden Transaktionskosten – allen voran in Form der Kommunikations- und Transportkosten – geführt hat. In der Konsequenz stieg nicht nur die absolute Anzahl an Transaktionen kontinuierlich an, auch resultierte hieraus eine grundlegende Internationalisierung der Märkte (Powell/Ghauri 2011: 24 f.; Osterhammel/Petersson 2012: 106–108; Castells 2017: 89 f.; Koch 2017: 20–23; Ambrosius 2018: 306–308 u. 455; Krause 2018: 1733; Petersen 2020: 25 f.).

Von dieser, durch digitale Technologien flankierten Globalisierung neuen Typs sowie der daraus folgenden Internationalisierung der Märkte gingen gleichzeitig aber auch wichtige Impulse für die Entwicklung der Digitalisierung selbst aus, die im Kontext der oben beschriebenen, betriebswirtschaftlichen Einflussfaktoren in Form der Kostenminimierung und des Wettbewerbsdrucks noch zusätzlich verstärkt werden. Zum einen haben es die zunehmende ökonomische Verflechtung sowie die damit einhergehende Öffnung und Nutzung der weltweiten Produktionsmärkte bei sinkenden Kommunikations- und Transportkosten Unternehmen grundsätzlich ermöglicht, nicht nur die Kosten der Produktionsfaktoren etwa durch den Bezug günstigerer Rohstoffe oder die Auslagerung der Produktion in Gestalt des Offshoring zur Reduktion der Arbeitskosten deutlich zu senken, sondern auch neue Absatzmärkte für ihre Produkte zu erschließen. Zum anderen hat der sich hierdurch erweiterte Handlungsradius für sie aber auch eine gänzlich neue Wettbewerbssituation erzeugt. Die Unternehmen treten folglich nicht mehr nur mit anderen Anbietern der gleichen Volkswirtschaft auf dem heimischen Markt, sondern nun sowohl mit globalen Wettbewerbern auf dem heimischen als auch auf dem internationalen Markt in Konkurrenz. Dies stellt für Unternehmen insbesondere dann ein Problem dar, wenn die globalen Konkurrenten aus Entwicklungs- und Schwellenländern auf Grund der ihnen zur Verfügung stehenden komparativen Faktorkostenvorteile (z. B. niedrigeres Entlohnungsniveau) Druck in Form fallender Marktpreise erzeugen können. Freilich stellt in diesem Kontext und unter den Bedingungen der standardisierten Massenproduktion das Offshoring entweder an Tochterunternehmen in eigener Leitung oder aber an unabhängige Vertragspartner als eigentliche Produzenten eine mögliche Bewältigungsstrategie zur Kostenminimierung wichtiger Produktionsfaktoren wie insbesondere der Arbeit dar und wurde in der Vergangenheit auch in großem Umfang von Unternehmen der hochentwickelten Industrienationen vollzogen. Allerdings steigt bei derartig dezentralisierten Fertigungsmodellen die Komplexität der arbeitsteiligen Produktion, der Kommunikation sowie des Transports und damit auch die Anfälligkeit für Fehler über die gesamte Wertschöpfungskette grundsätzlich an, was den verstärkten Einsatz von digitalen IKT zur Optimierung der in Echtzeit ablaufenden Planung und Steuerung nach sich zieht. Zusätzlich sinkt in manchen Fällen als Konsequenz des Offshoring die Qualität der

Erzeugnisse, während die Qualitätsansprüche der Käufer ansteigen, weshalb die Fertigung solcher Produkte teilweise in die hochentwickelten Industrienationen zurückverlagert wird. Um trotz der hieraus wiederum resultierenden verhältnismäßig – allen voran auf Grund des höheren Entlohnungsniveaus – hohen Produktionskosten wettbewerbsfähig zu bleiben, wird die Implementierung digitaler Technologien in der Fertigung zur Steuerung und Automatisierung von Prozessen als probates Mittel erachtet, um die Arbeitsproduktivität zu erhöhen, kosteneinsparende Effekte zu realisieren und eine kompetitive Preisgestaltung zu ermöglichen. In Summe zeigt sich, dass die Globalisierung in zweifacher Hinsicht als Treiber der Digitalisierung zu betrachten ist: Im Kontext des nunmehr globalen Wettbewerbsdrucks stellen die digitalen Technologien sowohl das Rückgrat der dezentralisierten Produktions- und Lieferketten als auch eine integrale Voraussetzung dar, um trotz partiell steigender Qualitätsanforderungen an Produkte bei gleichzeitig hohen Arbeitskosten in den Industrienationen die notwendigen Kosten- und Preisreduzierungen zur Beibehaltung der Wettbewerbsfähigkeit zu realisieren (Redlich et al. 2017: 161; Ambrosius 2018: 461; Bartholomae 2018: 9–15 u. 22; Obermaier 2019: 16 f.; Will 2019: 263; Petersen 2020: 26).

Als weitere maßgebliche Einflussfaktoren für die Ausbreitung der Digitalisierung und damit als Treiber der voranschreitenden Integration digitaler Technologien in der industriellen Produktion lassen sich schließlich zwei – obgleich jüngere, so doch nicht weniger relevante – Entwicklungen im beginnenden 21. Jahrhunderts anführen. Die industrielle Produktion basierte für den längsten Teil ihrer Geschichte im Zuge des vermehrten Einsatzes von Maschinen auf den Prinzipien der Standardisierung und der Massenfertigung. Der Vorteil dieser Prinzipien liegt nicht zuletzt in der generell aus höheren Losgrößen resultierenden Planbarkeit der Produktionsfaktoren, der Zeitersparnis in der Fertigung, der Stückkostendegression und der damit potentiell einhergehenden Ausweitung der Gewinnmarge einerseits, sowie in einer – insbesondere für die Kundenseite relevanten – gleichbleibenden Fertigungsqualität der Erzeugnisse andererseits. Demgegenüber stehen allerdings zum einen der Mangel an Flexibilisierung der Produktion, zum anderen die grundsätzliche Einschränkung von Variationen eines Produktes respektive die Individualisierung desselben, d. h. die Ausrichtung des einzelnen Produkts an den durchaus vorhandenen, vielfältigen Kundenwünschen nach mehr Personalisierung bei geringen Losgrößen. Im Verlauf der Industrialisierung begannen Unternehmen etwa aus der Automobilbranche zwar verstärkt mehrere Varianten (z. B. Lackierung, Motorisierung, Innenausstattung) ein und desselben Produkttyps anzubieten, allerdings auf Grund der hieraus resultierenden Mehrkosten noch immer lediglich im Rahmen der Massenfertigung. Insbesondere aber seit Anfang des 21. Jahrhunderts zeichnet sich eine zunehmende Nachfrage der Verbraucher nach

individualisierten und damit personalisierbaren Produkten gemäß persönlichen Ansprüchen und Präferenzen ab. Hieraus resultiert auf der einen Seite der Zwang für Unternehmen eine größere Variantenvielfalt bei geringen Losgrößen anzubieten, oder auf der anderen Seite – als extreme Ausprägung – gar die Fertigung eines einzelnen, vollkommen individualisierten Produktes bei gleichzeitig verhältnismäßig günstigen Verkaufspreisen. Eine derartige *Mass Customization/Personalization* bzw. kundenindividuelle Produktion bei geringen Losgrößen (≥ 1) führt mit dem Wegfall der mit dem Prinzip der Standardisierung einhergehenden Vorteile jedoch zwangsläufig zu steigenden Produktionskosten. Um unter diesen Voraussetzungen weiterhin wirtschaftlich produzieren zu können und – noch dazu im Umfeld internationalisierter Märkte – konkurrenzfähig zu bleiben und Gewinne realisieren zu können, bedarf es Produktionsmittel und Fertigungsverfahren, die eine Flexibilisierung und Produkthanpassungen mit signifikant geringeren Kosten der Inputfaktoren ermöglichen. Eng verknüpft mit der Entwicklung sich verändernder Kundenwünsche nach individualisierbaren Produkten einerseits sowie mit der stetigen Entwicklung neuer Technologien andererseits ist schließlich auch der sich im Kontext von Konsumgütern aber auch Investitionsgütern abzeichnende Trend zu immer kürzer werdenden Produktlebenszyklen, aus dem sowohl ein steigender Kosten- als auch Innovationsdruck resultiert. So schränken kürzere Lebenszyklen nachhaltig den Zeitraum ein, in dem der Anbieter eines Produkts Gewinne mit diesem erzielen kann. Hieraus folgt der Zwang, häufiger als zuvor neue Produkte zu entwickeln, weshalb zeitgleich auch höhere Forschungs- und Entwicklungskosten anfallen. In Summe müssen Unternehmen zur Sicherung ihrer Wettbewerbsfähigkeit nicht nur in der Lage sein, ihre Forschungs-, Entwicklungs-, Logistik- und Produktionsprozesse derart zu beschleunigen, dass ein neues Erzeugnis schneller auf den Markt gelangt, sondern diese auch dynamischer, flexibler und vor allem kosteneffizienter zu gestalten. Auch hinsichtlich dieser beiden Entwicklungen in Gestalt personalisierbarer Produkte und kürzer werdender Produktlebenszyklen wird der Einsatz digitaler IKT als adäquates Mittel betrachtet, den mit diesen einhergehenden Herausforderungen im Rahmen der industriellen Produktion zu begegnen (Redlich et al. 2017: 161; Bartholomae 2018: 15–19; Bendel 2019: 63; Obermaier 2019: 17; Steven 2019: 17 u. 41 f.; Steven et al. 2019: 247; Petersen 2020: 27). In diesem Kontext ist sodann die Industrie 4.0 als spezifische Ausprägung und aktueller Ausdruck der digitalen Transformation des industriellen Sektors zu verorten, deren Konzept es im Folgenden ausführlich zu erörtern gilt.

9 Die Industrie 4.0 – digitale Transformation des industriellen Sektors

9.1 Überblick

Die Industrie 4.0 stellt mit Blick auf die Geschichte der spätestens im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts einsetzenden Digitalisierung in der Bundesrepublik Deutschland zweifelsohne nicht nur eine der jüngsten nationalen Bestrebungen zum Vorantreiben der digitalen Transformation der deutschen Industrielandschaft, sondern zugleich auch einen direkten Rückgriff auf die Thematik der Industrialisierung selbst dar und lässt sich dementsprechend als ein nicht nur in semantischer Hinsicht hybrides Konstrukt betrachten, das eine Brücke zwischen diesen beiden Entwicklungssträngen schlägt. In diesem Kontext stellt die Industrie 4.0 eine Digitalisierungsstrategie und zugleich ein Zukunftsprojekt dar, mit der sowohl die deutsche Industrie als auch die Politik sowie die Gesellschaft konkrete Zielsetzungen und Erwartungen aber auch Ängste verbinden. Diese reichen von einer stärkeren Integration digitaler IKT in der (industriellen) Produktion und Dienstleistung für eine intelligente Automatisierung von Fertigungs- und Bereitstellungsprozessen zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit im globalen Kontext und einer damit einhergehenden Realisierung von positiven Beschäftigungseffekten bis hin zu dem befürchteten Wegfall gegenwärtiger Beschäftigungsformen und einer daraus resultierenden flächendeckenden und nachhaltigen Unterbeschäftigung in den besagten Sektoren (Avent 2014: 13 f.; Andelfinger 2017: 5 f.; Hirsch-Kreinsen 2018: 13 f.; Steven 2019: 5).

Gemessen an den der Industrie 4.0 attestierten positiven wie negativen Auswirkungen verwundert es daher nicht, dass seit Aufkommen des Begriffs ein schier unermesslicher Fundus¹⁴⁰ wissenschaftlicher Abhandlungen entstanden ist, der diese Strategie sowie hieran unmittelbar angrenzende Themenfelder diskutiert und zu definieren versucht (Ittermann/Niehaus 2018: 33 f.; Bendel 2019: 108). Vor diesem Hintergrund wird nicht nur deutlich, dass die Industrie 4.0 ein facettenreiches Phänomen darstellt, das eine große Bandbreite an Definitionen nach sich zieht, sondern dass es für den zugrundeliegenden Kontext auch einer Systematisierung der verschiedenen Aspekte und einer gleichzeitig ebenso umfassenden wie auch konzisen Einordnung der Thematik bedarf. In diesem Sinne gilt es zunächst in Kapitel 9.2 den wirtschaftspolitischen Entstehungskontext sowie die Vorläufer der Industrie 4.0 zu skizzieren und eine erste thematische Einführung zu geben. Im Anschluss definiert Kapitel 9.3 den Begriff *Industrie 4.0* und deutet diesen im weiteren Kontext, indem das ihr zugrundeliegende Konzept

¹⁴⁰ So fördert die Recherche mit dem Schlagwort »Industrie 4.0« für den Zeitraum zwischen den Jahren 2011 und 2020 in der International Bibliography of Social Sciences über 500 wissenschaftliche Abhandlungen und in der Online-Datenbank wiso (durchführbar unter »<https://www.wiso-net.de/dosearch><) für den gleichen Zeitraum rund 29.000 Publikationen in einschlägigen Fachzeitschriften zu Tage.

mit Blick auf ihre konstituierenden Elemente in Gestalt der Basistechnologien und übergeordneten Gestaltungsprinzipien sowie ihre proklamierten Potentiale für den Wertschöpfungsprozess dargestellt werden. Hiervon ausgehend schließt Kapitel 9.4 mit einem Überblick über die der Industrie 4.0 attestierten ökonomischen Potentiale für den Wertschöpfungsprozess.

9.2 Entstehungskontext und thematische Einführung

9.2.1 Forschungsprogramme und Technologieinitiativen im Vorfeld der Industrie 4.0

Als im Jahr 2011 die Hannover Messe als eines der wichtigsten Ausstellungsformate der Industrie vom 4. bis 8. April ihre Hallen öffnete, stand diese zwar ganz im Zeichen der angestrebten Energiewende, umfasste aber neben Vorstellungen aus dem Bereich der Energietechnologien allen voran auch Beiträge zur Industrieautomation und zu Zukunftstechnologien im Kontext der *Smart Efficiency* zur Steigerung der Kosten-, Prozess- und Ressourceneffizienz (vgl. Gillhuber 2011; Wollstadt 2011; Ziegler 2011: 30). In diesen Rahmen stellte sich schließlich auch eine Präsentation, die aus heutiger Sicht den wohl nachhaltigsten Eindruck aller gebotenen Vorstellungen auf die deutsche Industrie hinterlassen sollte: Henning Kagermann, Wolf-Dieter Lukas und Wolfgang Wahlster präsentierten als Vertreter der Wissenschaft und Politik eine Initiative, die kein geringeres Ziel hatte als mit Hilfe neuer Technologien einen fundamentalen Paradigmenwechsel innerhalb der industriellen Produktion – und mittelbar auch des Dienstleistungssektors – herbeizuführen: Das Zukunftsprojekt bezeichneten sie hierbei als *Industrie 4.0* im Sinne einer vierten industriellen Revolution. Kern der Idee war es, durch neue digitale Prozesse sowie mittels digitaler IKT und damit durch die Nutzbarmachung bereits bestehender Daten und Informationen „eine Brücke zwischen virtueller [...] und dinglicher Welt bis hin zur wechselseitigen feingranularen Synchronisation zwischen digitalem Modell und der physischen Realität“ (Kagermann et al. 2011: 2) zu schlagen. Auf dieser Grundlage sollten intelligente, autonom agierende Überwachungs- und Entscheidungsprozesse entwickelt werden, um die Wertschöpfungskette von Unternehmen in Echtzeit zu steuern und zu optimieren. In der Konsequenz könnten die in dieser Form in das Gesamtsystem der Wertschöpfung integrierten, intelligenten Produkte als sogenannte cyber-physische Systeme mittels eingebetteter Sensorik den Produktionsprozess autonom und dezentral steuern, um so den Mitteleinsatz effizienter zu gestalten und Optimierungspotentiale zu realisieren (ibid.). Neu an der von Kagermann et al. vorgestellten Idee war hierbei das Aufgreifen des traditionsreichen Begriffs der industriellen Revolution (vgl. Kapitel 3.1) sowie dessen Modernisierung hin zu einem visionären Gesamtkonzept zur Bündelung verschiedener, den digitalen IKT inhärenten Potentiale in dem

eingänglichen und in dieser Form erstmals in der Öffentlichkeit verwendeten Schlagwort der *Industrie 4.0*. Gleichwohl stellen die in diesem Kontext angesprochenen digitalen IKT sowie die mit diesen einhergehenden Anwendungsmöglichkeiten nichts genuin Neues dar, wurde ihre Idee doch unter anderem von der zu Anfang des 21. Jahrhunderts einsetzenden, innerhalb von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik international ausgetragenen Auseinandersetzung um das Thema des sogenannten *Internet of Things* (vgl. Kapitel 9.3.2.3) – welches eben jene, über das Internet vollzogene Verknüpfung physischer Objekte miteinander sowie mit ihren jeweiligen virtuellen Repräsentationen umfasst – nachhaltig beeinflusst (Ittermann/Niehaus 2018: 35; Bendel 2019: 120 f.; Obermaier 2019: 5 f.). Neu an ihrem Vorschlag war ebenso wenig die Rekombination der verschiedenen digitalen IKT mit dem Ziel einer digitalen Transformation des deutschen Industrie- und Dienstleistungssektors, stellte diese doch vielmehr das Resultat einer Entwicklung dar, die – wie zu zeigen sein wird – bereits mehrere Jahre zuvor ihren Anfang genommen hatte. Deshalb fällt die in wissenschaftlichen Abhandlungen häufig anzutreffende Darstellung (z. B. Draht 2014: 2; Siepmann 2016: 20; Steven 2019: 13; Guckelberger 2020: 403), nach welcher die Geschichte der Industrie 4.0 auf der besagten Messe als wundersame *creatio ex nihilo* beginnt, sowohl in chronologischer als auch in sachlicher Hinsicht unzureichend aus. Gerade aber die Würdigung der vorausgehenden Prozesse und der sich im Vorfeld abspielenden politisch-ökonomischen Kooperation sind von zentraler Bedeutung, möchte man die mit der Industrie 4.0 verbundenen Zielsetzungen sowie ihre heutige, teils ambivalente Stellung innerhalb von Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft adäquat einordnen.

Den eigentlichen Ausgangspunkt der Industrie 4.0 stellt die von der Bundesregierung (Kabinett Merkel I) im Jahr 2006 vorgestellte Hightech-Strategie für Deutschland dar, in der das wegweisende Ziel formuliert wurde, zum einen sämtliche für Forschung und Entwicklung entscheidenden Politikbereiche als „Innovationspolitik [...] in das Zentrum des Regierungshandelns“ zu rücken, um so „[das] Land an die Weltspitze der wichtigsten Zukunftsmärkte zu führen“ (Bundestag 2006b: 5) und zum anderen die als hierfür maßgeblich erachteten Technologiefelder gemeinsam mit Akteuren aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft zu definieren und zu fördern (ibid.: 5 f.). In diesem Zuge legte die Bundesregierung in ihrer Hightech-Strategie insgesamt 17 Zukunftsfelder fest und definierte für „[...] jedes Feld der Innovationspolitik einen klaren Fahrplan, der Forschungsförderungen und Rahmenbedingungen gemeinsam“ (ibid.) betrachten sollte. Einen Schwerpunkt der neuen Strategie und damit zugleich eine wichtige Voraussetzung für das Entstehen des Konzepts der Industrie 4.0 stellte dabei das grundsätzliche Vorantreiben der Digitalisierung dar, die allen voran in den drei Zukunfts- und

Handlungsfeldern IKT, Mikrosystemtechnik sowie Produktionstechnologien forciert werden sollte.¹⁴¹ Gleichzeitig sah die Bundesregierung vor, den „Umsetzungsprozess [...] durch alle relevanten Innovationskräfte in Wirtschaft, Wissenschaft und Politik gemeinsam“ (ibid.: 79) zu gestalten. Die Hightech-Strategie symbolisiert demgemäß nicht nur den Beginn einer intensivierten staatlichen Förderpolitik digitaler IKT mit dem Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit zuvorderst des produzierenden Sektors durch intelligente Fertigungssysteme auszubauen und die „[...] Integration von Staat, Wirtschaft und Privatpersonen in die Informationsgesellschaft“ (ibid.: 43) voranzutreiben, sondern zugleich auch den Startschuss zur Etablierung zentraler für die Bundesregierung in Technologiefragen als Beratungsgremien fungierender Netzwerke.

So war etwa die Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft, die am 23. Juni 2006 von der damaligen Bundesministerin des BMBF, Annette Schavan, gegründet wurde und bis zum Jahr 2013 die Hightech-Strategie der Bundesregierung begleitete, als Expertenrunde und Austauschplattform für Vertreter aus Wissenschaft und Wirtschaft einerseits und der Bundesregierung andererseits konzipiert und setzte sich in ihrer ursprünglichen Aufstellung aus 17 Mitgliedern zusammen, die vom BMBF bestimmt wurden und als sogenannte Promotoren jeweils die Verantwortung für eines oder mehrere der 17 in der Hightech-Strategie definierten Zukunftsfelder übernahmen (vgl. BMBF 2007b).¹⁴² Die Forschungsunion stellte indes nicht die einzige aus der Hightech-Strategie resultierende übergreifende Kooperationsform dar. Ebenfalls im Jahr 2006 veranstaltete die Bundesregierung am 18. Dezember den ersten Nationalen IT-Gipfel am Hasso-Plattner-Institut in Potsdam, bei dem mehr als 200 Vertreter aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik geladen waren (HPI 2006b: 1). Ziel des neuen Austauschformates war es – analog zu den in der Hightech-Strategie formulierten Zielsetzungen – einen gemeinsamen Fahrplan zu entwickeln, um Deutschlands internationale Wettbewerbsfähigkeit im Bereich der IKT nachhaltig auszubauen (Krick 2013: 138). Das Ergebnis der Konferenz waren ein hierauf ausgerichtetes und als Potsdamer Initiative benanntes 12-Punkte-Programm zur Bündelung

¹⁴¹ Hinsichtlich des ersten Zukunftsfeldes formulierte die Bundesregierung die Zielsetzung, „[die] Wettbewerbsfähigkeit des Produktions- und Arbeitsplatzstandortes Deutschland [...] insbesondere in den Branchen Maschinen- und Anlagenbau, Automobilindustrie und Telekommunikation durch den Einsatz“ von Informations- und Kommunikationstechnologien auszubauen (Bundestag 2006b: 41). Als konkret förderungsrelevante Felder wurden in diesem Kontext unter anderem die Themen *Embedded Systems* oder Mikroprozessoren (vgl. Kapitel 9.3.2.1), *vernetzte intelligente Systeme* sowie das *Internet der Dinge* (vgl. Kapitel 9.3.2.3) betrachtet (ibid.: 43 f.). Als eng hiermit verknüpft definierte die Hightech-Strategie schließlich die Mikrosystemtechnik als Voraussetzung für intelligente Produkte (vgl. Kapitel 9.3.2.1) sowie die Erforschung neuer Fertigungstechnologien und Produktionssysteme (ibid.: 67–69 u. 76–78). In Summe sollten diese drei Handlungsfelder bis zum Jahr 2009 mit 1,65 Mrd. EUR gefördert werden, wobei das gesamte Fördervolumen für die Erforschung und Verbreitung neuer Technologien in allen 17 Zukunftsfeldern mit rund 12 Mrd. EUR veranschlagt wurde (ibid.: 79 f.).

¹⁴² Für eine Übersicht der beteiligten Personen sowie der von ihnen repräsentierten Institutionen und Unternehmen vgl. BMBF (2007a: 12 f.).

konkreter Maßnahmen (vgl. HPI 2006a), die Bildung von acht permanenten Arbeitsgruppen¹⁴³ zur Erörterung der im Rahmen der Konferenz definierten digital-informationstechnologischen Kernbereiche und Handlungsfelder, das Bekenntnis der Bundesregierung, einerseits Technologie- und Forschungsprojekte aus diesen Bereichen bis zum Jahr 2009 mit insgesamt 1,2 Mrd. EUR zu fördern und andererseits, vermehrt Onlinedienstleistungen in der Verwaltung zu implementieren (ibid.: 1 f.), die künftige Fortführung des IT-Gipfels¹⁴⁴ als jährlich tagendes Kooperationsformat (ibid.: 5) und schließlich die Ausrufung dreier sogenannter Leuchtturmprojekte zur Erforschung informationstechnologischer Anwendungen, die von staatlicher Seite mit rund 280 Mio. gefördert werden sollten. Konkret befassten sich die angedachten Projekte – mit Ausnahme eines relativ weitgefassten Vorhabens zur effizienteren Erzeugung, Verteilung und Nutzung von Elektrizität durch IKT – mit digitalen Technologien und Applikationen, die – wie an späterer Stelle dargestellt – bereits weitestgehend als konstituierend für das Konzept der Industrie 4.0 aufgefasst werden können. So galt der Fokus einerseits der RFID-Technologie (vgl. Kapitel 9.3.2.1) und deren Einsatz in der Wirtschaft und dem öffentlichen Sektor zum Aufbau eines Internet der Dinge (vgl. Kapitel 9.3.2.3) sowie – im Rahmen des Theseus-Projekts – der Erforschung möglicher Suchtechnologien und digitaler Dienstleistungsformen zur Etablierung eines Internet der Dienste (HPI 2006a: 3).

Im Zuge der auf diese Weise institutionalisierten Kooperations- und Beratungsformate in Form der Forschungsunion sowie des Nationalen IT-Gipfels wurde ab dem Jahr 2006 unter der Ägide des damaligen Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie nicht nur damit begonnen, die genannten Leuchtturmprojekte umzusetzen, es wurde auch eine Vielzahl weiterer als wegbereitend für die Entwicklung der Industrie 4.0¹⁴⁵ zu erachtender Förderprogramme und Technologieinitiativen ins Leben gerufen, auf die im Folgenden nur exemplarisch eingegangen werden kann (Seidel 2013: 7; Bischoff 2015: 213–215; Brühl 2015: 213 f.).¹⁴⁶ Zunächst wurde das bereits im Jahr 2005 aufgelegte Forschungsförderungsprogramm des BMWi namens

¹⁴³ Die Bezeichnungen der Arbeitsgruppen decken sich mit den von ihnen behandelten Kernbereichen: Arbeitsgruppe 1: Informationsgesellschaft 2010 – Perspektiven für den IKT-Standort Deutschland; Arbeitsgruppe 2: Konvergenz der Medien – Zukunft der Netze und Dienste; Arbeitsgruppe 3: E-Government – IT-basierte öffentliche Dienste in Deutschland; Arbeitsgruppe 4: Sicherheit und Vertrauen in IT und Internet; Arbeitsgruppe 5: Hightech-Strategie für die Informationsgesellschaft; Arbeitsgruppe 6: IuK und Mittelstand; Arbeitsgruppe 7: IT im Gesundheitswesen; sowie Arbeitsgruppe 8: Service- und verbraucherfreundliche IT (vgl. HPI 2021).

¹⁴⁴ Der IT-Gipfel wurde im Jahr 2017 in Digital-Gipfel umbenannt (BMW i 2017: 3).

¹⁴⁵ Die Relevanz der im Folgenden gezeigten Initiativen hinsichtlich der Industrie 4.0-Thematik ergibt sich ohne entsprechende Eingrenzung des Konzepts der Industrie 4.0 indes nur mittelbar, weshalb auf die im Rahmen von Kapitel 9.3 vollzogene Abgrenzung und Deutung der Industrie 4.0 einerseits sowie die vertiefende Darstellung der integralen Basistechnologien andererseits verwiesen ist.

¹⁴⁶ Für eine vollständige Übersicht der verschiedenen, im Rahmen der Hightech-Strategie initiierten und von Seiten des BMWi geförderten Programme und Projekte vgl. BMWi (2022a).

Next Generation Media - Vernetzte intelligente Systeme konkretisiert. Der Fokus lag hierbei auf der „Entwicklung, Erprobung und Anwendung neuer Technologien und Standards für intelligente Objekte und deren Vernetzung“ (vgl. BMWK 2022e) mit den Schwerpunkten (i) Konsumelektronik in vernetzten Systemen, (ii) intelligente Logistiknetze, (iii) intelligente Vernetzung von Produktionsanlagen und (iv) intelligente Systeme in der Gesundheitsversorgung. Das Resultat des Programms, in dem bis 2011 verschiedene Projekte mit einem Volumen von 36,9 Mio. EUR gefördert wurden, bestand zum einen in der Entwicklung verschiedener Leitfäden, von denen zwei bereits einen direkten Bezug zu Themen aufwiesen, die als zentrale Aspekte im Rahmen des späteren Industrie 4.0-Konzepts aufgegriffen werden sollten,¹⁴⁷ zum anderen in der Erkenntnis, dass das Internet der Dinge von entscheidender Relevanz für die künftige Ausgestaltung der diskutierten Anwendungsfelder sein würde (BMWi 2007a: 7). Auch das für die spätere Industrie 4.0 zentrale, auf dem Internet der Dinge aufbauende Internet der Dienste (vgl. Kapitel 9.3.2.3) fand von Seiten des BMWi Beachtung und wurde im Rahmen des auf dem Nationalen IT-Gipfel beschlossenen Theseus-Forschungsprogramms von 2007 bis 2012 mit insgesamt 100 Mio. EUR gefördert (vgl. BMWK 2022f). Hierbei lautete die grundsätzliche Zielsetzung des Programms, dass es „[...] den Zugang zu Informationen vereinfachen, Daten zu neuem Wissen vernetzen und die Grundlage für die Entwicklung neuer Dienstleistungen im Internet schaffen“ (BMWi 2011b: 6) sollte.

Rückblickend konstituieren die verschiedenen vom BMWi zwischen den Jahren 2006 und 2009 ins Leben gerufenen Forschungsprogramme im Bereich des Internets der Dinge und Dienste sowie in Bezug auf die hierfür relevanten Basistechnologien (z. B. RFID-Technologie) die erste Phase innerhalb des der Industrie 4.0 zugrundeliegenden Entwicklungsprozesses, die gemeinhin unter der Initiative *Next Generation Media* subsumiert werden kann. Die unmittelbar anschließende zweite und letzte Phase, die parallel im Jahr 2007 eingeleitet wurde und ungefähr bis zum Jahr 2010 reichte, setzte neue Forschungsschwerpunkte auf potentielle Anwendungsmöglichkeiten digitaler IKT zur Automation und Optimierung von Wertschöpfungsprozessen im produzierenden Sektor. So wurde bereits auf dem zweiten Nationalen IT-Gipfel, der am 10. Dezember 2007 in Hannover stattfand, das Leuchtturmprojekt zur RFID-Technologie konkretisiert und in das Projekt *Internet der Dinge* umbenannt. Im Rahmen dieses neuen

¹⁴⁷ So diskutierte etwa der Leitfaden *Intelligente Logistiknetze mit RFID* Anwendungsmöglichkeiten der RFID-Funktechnologie zur kontaktlosen Identifikation von Produkten und Gegenständen in Wertschöpfungsnetzwerken, d. h. konkret zur Analyse von Abläufen in den Sparten Logistik, Handel und Automobilindustrie (BMWi 2008b: 7). Demgegenüber thematisierte der Leitfaden *Vernetzte Produktionsanlagen* die intelligente drahtlose Vernetzung von Produktionsanlagen unter Einsatz von Sensorik zur Erfassung von Maschinendaten im Rahmen der digitalvernetzten Fabrik der Zukunft (BMWi 2008c: 7 f.).

Leuchtturmprojektes, das vom BMWi zunächst mit 40 Mio. EUR gefördert wurde, sollten die Einsatzmöglichkeiten der Technologie auch in den Bereichen Konsumelektronik, Logistik, Produktionsanlagen und Gesundheitsversorgung ausgelotet werden (BMWi 2007c: 17). Auf dem folgenden, am 20. November 2008 in Darmstadt abgehaltenen IT-Gipfel schrieb schließlich das BMWi einen bis zum Jahr 2009 laufenden Technologiewettbewerb namens *Autonomik – Autonome und simulationsbasierte Systeme für den Mittelstand* aus, „[...] der auf die Entwicklung einer neuen Generation von Werkzeugen und Systemen mit intelligenten Fähigkeiten zielt, sich selbständig wechselnden Einsatzbedingungen anzupassen, sich mit anderen Systemen zu vernetzen und Nutzer aktiv zu unterstützen“ (BMWi 2008a: 14) – eine Initiative, die sich als zentral für die zukünftige Ausgestaltung der Industrie 4.0 erweisen und wesentliche Aspekte des von Kagermann et al. im Jahr 2011 präsentierten Konzepts vorwegnehmen sollte. Damit einhergehend wurde nach Beendigung des Technologiewettbewerbs der Bereich Autonomik schließlich auf dem in Stuttgart am 8. Dezember 2009 stattfindenden vierten Nationalen IT-Gipfel als eigenständiges Leuchtturmprojekt definiert, dessen Augenmerk allen voran der Verbesserung von Fertigungsprozessen kleiner und mittlerer Unternehmen durch die Implementierung von autonomen und simulationsbasierten Systemen in den Bereichen Produktionslogistik, Materialbeschaffung, Montageablauf und mobile Arbeitsmaschinen galt (BMWi 2009: 19 u. 38; Geisberger/Broy 2012: 209; Brühl 2015: 214). Eng verbunden mit dem Feld der Autonomik sowie dem Internet der Dinge und Dienste wurde auf dem Stuttgarter IT-Gipfel mit der Initiative *Allianz digitaler Warenfluss* ein weiterer Schwerpunkt gesetzt. Das Programm zielte hierbei auf die Erforschung von Möglichkeiten, Geschäftsprozesse grundsätzlich transparenter zu gestalten, indem alle betriebswirtschaftlich relevanten Transaktionen und physischen Warenströme sowie die Zustände der im Wertschöpfungsprozess eingesetzten Ressourcen über das Internet der Dinge jederzeit nachvollziehbar und damit kontrollierbar werden sollten. Die so erhobenen Daten und Informationen sollten dabei durch adäquate, zeitnahe und automatisierte Auswertungsmethoden die operativ-strategische Entscheidungsfindung unterstützen, um zentrale Prozessschritte in Logistik, Handel, Produktion und Servicemanagement zu optimieren (BMWi 2009: 75–77). In diesem Kontext wurde insbesondere den sogenannten *Embedded Systems* bzw. eingebetteten Systemen (vgl. Kapitel 9.3.2.1) eine besondere Bedeutung beigemessen, da sich mit diesen in Kombination mit RFID-Chips sowie entsprechender Sensorik – d. h. der Fähigkeit zur selbstständigen Vernetzung, Erfüllung von Aufgaben und Erfassung ihrer Umwelt – intelligente Objekte herstellen lassen könnten. So hätten eingebettete Systeme das Potential, mittelfristig „[...] autonome Agenten in instrumentierten Umgebungen“ (ibid.: 29) wie etwa digitalen Fabriken zu werden. Für die Relevanz der *Embedded Systems*

spricht nicht zuletzt auch die ebenfalls auf dem Gipfel vorgestellte *Nationale Roadmap Embedded Systems*¹⁴⁸, welche die zugrundeliegende Technologie als Kernkomponente der natürlich zu diesem Zeitpunkt noch nicht so betitelten cyber-physischen System (CPS) definierte, verschiedene Optimierungspotentiale von mit eingebetteten Systemen sowie entsprechenden Sensoren und Aktuatoren ausgestatteter Objekte hinsichtlich der Automatisierung von Abläufen und darauf ausgerichtete Handlungsempfehlungen mit Blick auf den weiteren Forschungsbedarf formulierte (ZVEI 2009: 10–15 u. 41).

Aus heutiger Sicht lässt sich das Jahr 2009 zu Recht gleich in mehrfacher Hinsicht als weichenstellend für die Entwicklung des Industrie-4.0-Konzepts werten. Im Vorfeld des vierten IT-Gipfels hatte die Forschungsunion am 6. Mai bereits einen ausführlichen Katalog mit Empfehlungen¹⁴⁹ an die Bundesregierung adressiert, der zentrale Aspekte wie etwa mögliche Anwendungen des Internets der Dinge und Dienste sowie eingebetteter Systeme im Kontext innovativer, miteinander kommunizierender Produkte in den Mittelpunkt stellte und somit den Ergebnissen des im Dezember abgehaltenen Ludwigshafener Gipfels faktisch vorausging (vgl. Fraunhofer-Gesellschaft 2009; Forschungsunion 2009: 33–35).¹⁵⁰ Die so gleich in doppelter Form gebündelten und angeglichenen Empfehlungen an die Bundesregierung mit den Schwerpunktsetzungen auf Autonomik und eingebettete Systeme durch die Forschungsunion und den IT-Gipfel mündeten in der Konsequenz in zwei für das Konzept der Industrie 4.0 wesentlichen Forschungsförderungsprogrammen des BMWi und BMBF, die beide im darauffolgenden Jahr anliefen. Die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech) initiierte am 1. Mai 2010 das Projekt *Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems* (agendaCPS), welches vom BMBF mit 630.000 EUR gefördert wurde und in Kooperation mit der fortiss GmbH – einem An-Institut der Technischen Universität München – durchgeführt und am 31. Januar 2012 abgeschlossen wurde (Geisberger/Broy 2012: 13 f.; Bundestag 2013: 18–20; 2015: 35). Zentrales Anliegen der agendaCPS war es hierbei, Innovationspotentiale sowie etwaige

¹⁴⁸ Die *Nationale Roadmap Embedded Systems* wurde als Kooperationsprojekt von der Siemens AG, der Technischen Universität München, der EADS Deutschland GmbH, OFFIS (Institut für Informatik), der Daimler AG sowie dem Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering der Universität Kaiserslautern entwickelt und vom Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie e.V. herausgegeben (ZVEI 2009: 3).

¹⁴⁹ Der Publikation versah die Forschungsunion hierbei mit den eingänglichen Titel: *Woher das neue Wachstum kommt. Innovationspolitische Impulse für ein starkes Deutschland in der Welt* (vgl. Forschungsunion 2009).

¹⁵⁰ Die thematische Verzahnung und inhaltliche Abstimmung beider Plattformen zeigt sich zum einen an der Tatsache, dass sowohl die Forschungsunion als auch der IT-Gipfel mit der Bezeichnung *Dinge lernen sprechen* dieselbe Terminologie für die unter dem Internet der Dinge subsumierten Anwendungsmöglichkeiten verwendeten (vgl. Forschungsunion 2009: 33; vgl. BMWi 2009: 19), zum anderen daran, dass die Bundesministerin für Bildung und Forschung, Annette Schavan, sowie der eingangs erwähnte Wolfgang Wahlster als Leiter des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz (DFKI) Mitglieder sowohl der Forschungsunion als auch der Arbeitsgruppe *5 Hightech-Strategie für die Informationsgesellschaft* des IT-Gipfels waren, die sich explizit mit *Embedded Systems* und dem Internet der Dinge befassten (vgl. Forschungsunion 2009: 44; vgl. BMWi 2009: 28–30).

Technologietrends im Kontext der CPS zu erfassen, um so Rückschlüsse auf potentielle Forschungs- und Handlungsfelder zu ziehen und somit „[...] die Stellung Deutschlands auf dem Gebiet der Cyber-Physical Systems zu festigen und auszubauen“ (Geisberger/Broy 2012: 17). In diesem Rahmen stellte die agendaCPS die erste tiefergehende Auseinandersetzung mit der zugrundeliegenden Thematik der CPS im deutschsprachigen Raum dar, die eine ausführliche und multiperspektivische Einordnung des Bezugsgegenstandes vornahm und damit selbst als Grundlagenforschung für die spätere Konzeption der Industrie 4.0 gewertet werden kann. Parallel hierzu startete das auf dem im Jahr 2008 initiierten Technologiewettbewerb aufbauende Programm *Autonomik – Autonome und simulationsbasierte Systeme für den Mittelstand*, welches unter der Leitung des BMWi stand und von diesem über die gesamte Laufzeit mit 54 Mio. EUR gefördert wurde. Im Rahmen des Programms wurden insgesamt 14 Forschungsprojekte¹⁵¹ finanziert, die den Fokus – entsprechend der auf dem vierten IT-Gipfel gefassten Definition des gleichnamigen Leuchtturmprojekts – auf die Entwicklung, Erprobung und Implementierung autonomer Systeme im Sinne intelligenter, d. h. vernetzter, eigenständig handelnder und kommunizierender Objekte auf Grundlage des Internets der Dinge in der Produktion, Logistik, Materialbearbeitung und -beschaffung sowie im Montageablauf kleiner und mittelständischer Unternehmen legten. In Summe generierte das Forschungsprogramm wichtige Implikationen in den Bereichen Recht und funktionale Sicherheit in der Autonomik, Mensch-Maschinen-Interaktion, industrielle Servicerobotik, multimodale Sensorik zur Umwelterkennung und -modellierung, Betriebssysteme für smarte Objekte und Systeme sowie Architektur-Referenzmodelle für das Internet der Dinge. Damit wiesen die verschiedenen Forschungsprojekte, die in vielerlei Hinsicht bereits in das Feld der CPS übergriffen, eine hohe Relevanz für die Thematik der Industrie 4.0 auf, weshalb das Programm sowohl während seiner Laufzeit als auch und insbesondere rückblickend in der Tat als eigentlicher „Wegbereiter der Industrie 4.0“ angesehen werden kann, zumal die „[...] Erkenntnisse der bei AUTONOMIK geförderten Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in den Bereichen Produktion, Logistik und Montage [...] passgenau“ (vgl. BMWK 2022b) zu deren Umsetzung beigetragen haben (BMWi 2011a: 5 f.; 2013a: 5 f.; Bischoff 2015: 213–215; Brühl 2015: 214).

Es zeigt sich somit nicht nur, dass die der Industrie 4.0 unmittelbar vorausgehende thematisch-programmatische Ausrichtung der bundesdeutschen informationstechnologischen Forschungsinitiative das Resultat eines im Jahr 2006 von der Bunderegierung angestoßenen Kooperationsprozesses mit Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik im Rahmen der

¹⁵¹ Für eine Übersicht der im Rahmen der 14 Projekte behandelten Themenfelder vgl. BMWi (2013a).

Forschungsunion sowie des jährlich stattfindenden Nationalen IT-Gipfels darstellt, sondern auch, dass das Gros der inhaltlich-konzeptionellen Grundlagen der Initiative Industrie 4.0 spätestens mit Initiierung der von Seiten des BMWi sowie BMBF und acatech getragenen Forschungsprogramme Autonomik und agendaCPS im Jahr 2010 gegeben waren. Mit Blick auf die eingangs geschilderte Ausgangslage lässt sich konstatieren, dass zu dem Zeitpunkt, als die Industrie 4.0 als Projekt zum ersten Mal auf der Hannover Messe im Jahr 2011 öffentlichkeitswirksam in Erscheinung trat, sowohl die Zielsetzungen der digitalen Transformation des produzierenden Sektors als auch die hierfür grundlegenden Mittel und damit Schwerpunktsetzungen der nationalen Forschungsagenda auf CPS, Autonomik sowie dem Internet der Dinge und Dienste bereits seit längerem feststanden. Gefehlt hatte bis dahin lediglich noch ein diese Zielsetzungen und die hiermit verbundenen Technologien zusammenfassendes Gesamtkonzept einerseits sowie der markante Begriff der Industrie 4.0 andererseits.

9.2.2 Akteure und Institutionalisierung der Industrie 4.0

Die im Zuge der Vorstellung auf der Hannover Messe des Jahres 2011 unmittelbar ausgelöste Debatte führte in der Konsequenz nicht nur zu einer intensivierten Auseinandersetzung mit der tiefgehenden Integration digitaler IKT in der Produktion, sondern auch zu konkreten Handlungsanleitungen im Rahmen formulierter Strategien sowie zu einer sukzessiven Institutionalisierung der Industrie 4.0 als wirtschaftspolitisches Zukunftsprojekt und zugleich Rahmenstruktur der nationalen Technologieinitiative. Maßgeblich für die inhaltliche Ausgestaltung der Forschungsschwerpunkte und damit zentrale Begleiter der Hightech-Strategie waren – wie gezeigt – die beiden von der Bundesregierung im Jahr 2006 ins Leben gerufenen Beratungsgremien in Gestalt der vom BMBF geleiteten Forschungsunion sowie des vom BMWi getragenen Nationalen IT-Gipfels als Kooperationsformate für die von den Ministerien bestimmten Vertreter aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik.

Obgleich in der offiziellen Darstellung der Hightech-Strategie von Seiten der Bundesregierung stets betont wurde, dass sie „[...] der Teilhabe aller gesellschaftlichen Gruppen auf dem Weg in die globale Informationsgesellschaft besondere Bedeutung“ (Bundestag 2006a: 4) beimesse und man sich innerhalb dieses Prozesses deshalb nicht ausschließlich „[...] auf die Förderung von Informations- und Kommunikationstechnologien als Wirtschafts- und Wachstumsfaktoren“ (ibid.: 1) beschränken würde, zeichnete die personelle Zusammensetzung der beiden Beratungsgremien ein deutlich hiervon abweichendes Bild, in welchem vor allem Akteure aus der Wirtschaft im Mittelpunkt des Geschehens standen: Während sich die

Forschungsunion noch in ihrem Gründungsjahr aus zehn Vertretern von Unternehmen und arbeitgebernahen Wirtschaftsverbänden sowie sechs Repräsentanten aus der Wissenschaft und lediglich einem Gewerkschaftsvertreter zusammensetzte, stieg der Anteil der Wirtschaftsvertreter im Jahr 2009 auf elf Personen an, wobei die Anzahl der Mitglieder aus der Wissenschaft gleich blieb und die Arbeitnehmerseite fortan keinerlei Berücksichtigung mehr fand (vgl. BMBF 2007b; Forschungsunion 2009: 44). Eine ähnliche Relation und somit Dominanz der Arbeitgeberinteressen zeigt sich schließlich bei den Teilnehmerzusammensetzungen der verschiedenen IT-Gipfel. Exemplarisch lässt sich hier der Stuttgarter Gipfel des Jahres 2009 anführen, bei dem etwa zwei Drittel der rund 150 in den verschiedenen Arbeitskreisen mitwirkenden Personen der Wirtschaft – und hier vor allem Großunternehmen – entstammten und der Rest der Beteiligten sich überwiegend aus der Wissenschaft und Politik rekrutierte – zivile Akteure und Arbeitnehmervertreter waren auf dem Gipfel somit ebenfalls deutlich unterrepräsentiert (vgl. BMWi 2009: 18–37).¹⁵² Wie Krick in dieser Hinsicht anhand von Befragungen ehemaliger Teilnehmer herausgearbeitet hat, wurde dieses inhärente Ungleichgewicht innerhalb der beiden Gremien überdies durch die vorherrschenden Entscheidungsfindungsprozesse zu Gunsten wirtschaftlicher Interessen verstärkt: So wurden auf den von 2006 bis 2009 abgehaltenen IT-Gipfeln im Rahmen eines informell als Steuerungsgruppe bezeichneten Zirkels, der als exklusiver Kreis für bestimmte Teilnehmer aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik konzipiert war, Vorverhandlungen über wichtige Themenbereiche außerhalb der eigentlich hierfür vorgesehenen Arbeitsgruppen geführt. Es wurde folglich darauf verzichtet, die so getroffenen Beschlüsse mit den restlichen Teilnehmern der jeweiligen Arbeitsgruppe zu erörtern, um etwaige nachträgliche Änderungen zu verhindern. Dementsprechend war die Steuerungsgruppe das zentrale Entscheidungsorgan, das seine finalen Vorschläge den Unternehmen und Ministerien zum Beschluss vorlegte, womit andere nicht involvierte Teilnehmer der Gipfel beim Entscheidungsprozess außen vor blieben. Darüber hinaus fanden nicht nur bilaterale Verhandlungen zwischen Vertretern der Regierung und Wirtschaft statt, auch wurden bestimmte Teilnehmergruppen wie etwa Arbeitnehmersvertretungen, sofern sie denn überhaupt geladen waren, bewusst nicht in die Steuerungsgruppe integriert. Schließlich wurden komplexe Sachverhalte zur Beschleunigung des Entscheidungsprozesses an fachliche Experten aus den Reihen der Wirtschafts- und Wissenschaftsvertreter delegiert, deren ausgearbeitete Vorlagen in den Arbeitsgruppen sodann ohne weitere Erörterung angenommen wurden, zumal thematisch nicht

¹⁵² Die Tatsache, dass insbesondere zivile Vertreter auf den IT-Gipfel unterrepräsentiert waren, blieb von der Öffentlichkeit nicht unbemerkt und wurde im Rahmen verschiedener Anfragen an die Bundesregierung von Seiten der Opposition des Bundestages thematisiert (vgl. Bundestag 2006a: 3; 2007: 1 u. 5 f.).

versierte Teilnehmer schlicht keinerlei inhaltliche Anregungen beisteuern konnten – ein Umstand, der zweifelsohne speziellen wirtschaftlichen Interessen zuträglich war (Krick 2013: 138 f.). Ähnlich verhielt es sich schließlich bei der Entscheidungsfindung innerhalb der Forschungsunion. Zwar waren die Promotoren als Plenum gemeinsam verantwortlich für getroffene Beschlüsse (BMBF 2007a: 10), allerdings waren die einzelnen Fachbereiche

[...] so hochspezialisiert, dass die übrigen Gremienmitglieder nicht über die zum Problemverständnis notwendige Expertise verfügten; somit konnten auch keine Interessenkonflikte auftreten. Den ‚Promotorenpapieren‘ wurde also großteils aufgrund mangelnder Sachkenntnis und der daraus folgenden *Indifferenz* der Teilnehmer zugestimmt. (Krick 2013: 144)

Gleichzeitig herrschten auch hier informelle Aushandlungszirkel und insbesondere bilaterale Dialogformate zwischen Staat und Wirtschaft vor, deren Ergebnisse als final galten und deshalb nicht weiter im Plenum erörtert wurden. Wie Krick in dieser Hinsicht unterstreicht, waren „[...] für die Teilnahme an diesen bilateralen Verhandlungen die Ressourcen der Wirtschaft zentral; die ressourcenschwachen Akteure hatten nichts anzubieten und entsprechend auch keinen Einfluss auf die Ergebnisse“ (ibid.). Schließlich entwickelten die einzelnen Promotoren für das ihnen zugewiesene Zukunftsfeld Handlungs- und Finanzierungsempfehlungen selbstständig und konnten hierzu bei Bedarf in Verhandlungen mit der Bundesregierung eintreten. Der damalige Promotor Berthold Huber hatte allerdings als einziger Gewerkschaftsvertreter eine Sonderstellung inne, denn er betreute in seiner offiziell ausgewiesenen Rolle den Bereich Wissensmanagement, der aber kein eigenes Zukunftsprojekt darstellte (BMBF 2007a: 12 u. 24 f.; Schroth 2007: 7), weshalb er keinen thematischen Einfluss ausüben und bei Gesprächen über öffentlich-private Finanzierungen grundsätzlich nicht involviert war (Krick 2013: 144).

In Summe vermitteln die personellen Strukturen und Aushandlungsprozesse ein zweifelhaftes Bild der grundsätzlichen Entscheidungsqualität der Beschlüsse und stellen die Aufrichtigkeit des Anspruchs der Bundesregierung, alle gesellschaftlichen Gruppen bei der Umsetzung der Hightech-Strategie und eben nicht primär Wirtschafts- und Wachstumsfaktoren zu berücksichtigen, in Frage. Es ließe sich in diesem Kontext argumentieren, dass dieser Umstand zwar hinsichtlich demokratisch-pluralistischer Grundsätze als defizitär einzustufen ist, nicht aber notgedrungen von übergeordneter Relevanz für den wirtschaftspolitischen Entscheidungsprozess sein muss – insbesondere in Anbetracht der Tatsache, dass die beiden Kooperationsformate de jure lediglich eine informativ-konsultative Rolle einnahmen. Beide Institutionen erhielten aber faktisch weitaus mehr Kompetenzen als es ihr in der Hightech-Strategie definierter Status als rein beratende Organe vermuten lassen würde. So heißt es etwa über die Stellung der Promotoren der Forschungsunion in einem Dokument des BMBF ausführlich:

Sie sind dafür zuständig, für ihr Gebiet Konzepte und Fahrpläne für deren Umsetzung mitzuentwickeln, zu kontrollieren und nachzubessern. Die Promotoren treten persönlich für die Hightech-Strategie ein – sie sind die Gesichter der Hightech-Strategie. Die Aufgabe [...] besteht darin, konkrete Handlungs- und Finanzierungsempfehlungen zu entwickeln, die in der Forschungsunion diskutiert und verabschiedet werden. Die Promotoren übernehmen so gemeinsam Verantwortung für ihre Beschlüsse, mit denen sie die Entwicklung der Hightech-Strategie immer wieder nachjustieren können. Das beinhaltet auch, dass sie auf Regulierungsbedarf hinweisen. Die Arbeit der Promotoren richtet sich an Akteure in Wirtschaft, Wissenschaft sowie der Politik in Bund und Ländern gleichermaßen. (BMBF 2007a: 10 f.)

Wenngleich die von der Forschungsunion ausgearbeiteten Konzepte und Empfehlungen also nicht grundsätzlich bindend waren, verdeutlicht der Wortlaut der Erklärung doch nachdrücklich, welches Gewicht dem Gremium und welche Relevanz seiner Expertise in Hinblick auf die konkrete Umsetzung der Hightech-Strategie und die Ausgestaltung der zugrundeliegenden Policy der Bundesregierung (Kabinett Merkel II) in technologischen Fragen beigemessen wurde (vgl. Bundestag 2010a: 10 f.).¹⁵³ Hinsichtlich der eigentlichen Entscheidungskompetenz zwar weniger konkret, nicht aber von geringerem Gewicht war schließlich der Nationale IT-Gipfel, bestand doch seine grundsätzliche Zielsetzung – wie aus dem wirkmächtigen Wortlaut der Hanoverschen Erklärung ersichtlich – darin, einen Prozess anzustoßen, „[...] der den Standort Deutschland im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien [...] an die Weltspitze führen soll“ (BMW 2007b: 1). Rückblickend zeigt sich somit, dass eine Vielzahl der im Rahmen der beiden Gremien verabschiedeten Handlungsempfehlungen und Zielsetzungen einerseits in engem Austausch mit den zuständigen Ministerien entwickelt wurde, und andererseits, dass auf diese – wie etwa am Beispiel der verschiedenen Leuchtturmprojekte und der korrespondierenden Forschungsförderprogrammen des BMWi ersichtlich – in der Regel eine direkte Übersetzung in konkrete Policies der Bundesregierung folgte. Hieraus lässt sich nicht nur schlussfolgern, dass die beiden Beratungsgremien faktisch von besonderer Relevanz für die politische Entscheidungsfindung waren, ihr tatsächlich ausgeübter Einfluss folglich als überaus potent einzustufen ist, sondern auch, dass sie grundsätzlich „[...] als Mittler zwischen politischen und wirtschaftlichen Entscheidungsträgern“ (Ahrens/Gessler 2018: 158) dienten – ihre Tätigkeit lässt sich im Umfeld der dominierenden Berücksichtigung wirtschaftlicher Interessen somit zu Recht als „professionally managed agenda setting“ (Pfeiffer 2017: 112) werten.

In Kontext dieser engen Kooperation zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Politik mit einem klaren Fokus auf ökonomische Interessen und Potentiale ist sodann auch der weitere Entwicklungsverlauf der Initiative Industrie 4.0 zu verorten, der mit der vielzitierten

¹⁵³ Die enge Verzahnung zwischen der Technologie-Policy der Bundesregierung einerseits und der Forschungsunion andererseits zeigt sich nicht zuletzt darin, dass die vom Gremium betreuten Themen vollumfänglich die 17 Zukunftsfelder der Hightech-Strategie abdeckten (vgl. Bundestag 2006b: 2 f.; BMBF 2007a: 12 f.).

Vorstellung auf der Hannover Messe im Jahr 2011 seinen Anfang in der Öffentlichkeit nahm. Bereits im Vorfeld der Messe hatten Wolfgang Wahlster, Henning Kagermann und Johannes Helbig von der Promotorengruppe Kommunikation gemäß Auftrag des BMBF damit begonnen, Zukunftsprojekte mit signifikantem ökonomischen Potential auszuloten. In diesem Zuge entschied die Promotorengruppe im Jahr 2010, ein auf den Bereichen des Internets der Dinge und Dienste sowie der CPS basierendes Zukunftsfeld abzugrenzen. In einem Treffen in der acatech in Berlin entschieden sich die Promotoren Wahlster und Kagermann gemeinsam mit Wolf-Dieter Lukas, damaliger Ministerialdirektor des BMBF, das Projekt auf den eingänglichen Namen *Industrie 4.0* zu taufen.¹⁵⁴ Bereits kurz darauf verständigte sich die Forschungsunion darauf, dem Zukunftsprojekt, dessen Fokus allen voran auf dem produzierenden Sektor lag, die Bezeichnung *Industrie 4.0: Deutschland als Leitanbieter für Cyber-Physical Systems bis 2020* zu geben und kommunizierte am 25. Januar 2011 unter Mitarbeit des BMBF eine Reihe von Handlungsempfehlungen an die Bundesregierung (Kagermann et al. 2011: 2; Forschungsunion 2012: 8; Forschungsunion/acatech 2013: 41; DFKI 2021).

Nach der Präsentation des Konzepts der Industrie 4.0 auf der Eröffnungsveranstaltung der Hannover Messe, der neben verschiedenen Politikern und rund 3.000 Führungskräften aus der Wirtschaft auch die Bundeskanzlerin beiwohnte (vgl. DFKI 2021), führte die Promotorengruppe Kommunikation – bestärkt durch die positive Resonanz – die Ausarbeitung des Zukunftsprojektes fort und definierte zentrale Handlungsfelder und Umsetzungsempfehlungen, die sie in ihrem Abschlussbericht der Bundesregierung vorlegte (vgl. Forschungsunion 2012). Aufbauend auf den so erarbeiteten Strategie- und Handlungsempfehlungen integrierte die Bundesregierung das Thema Industrie 4.0 als eines von zehn Zukunftsprojekten¹⁵⁵ des Aktionsplans der im Jahr 2012 neu aufgelegten Hightech-Strategie 2020.¹⁵⁶ Hierin grenzte sie die Industrie

¹⁵⁴ Es scheint erwähnenswert, dass neben Wolfgang Wahlster, der seit 2006 sowohl Mitglied der Forschungsunion als auch Mitwirkender des nationalen IT-Gipfels war (vgl. Anmerkung 150), ebenso Henning Kagermann als Präsident der acatech im Jahr 2010 als Promotor in die Forschungsunion berufen wurde, sowie Teilnehmer des 5. Nationalen IT-Gipfels war; der Ministerialdirektor Wolf-Dieter Lukas leitete hingegen die Abteilung Schlüsseltechnologien – Forschung für Innovationen im BMBF und war über diese seine Rolle nicht nur in die Tätigkeiten des nationalen IT-Gipfels, sondern auch in die der Forschungsunion direkt involviert (BMWi 2010: 12; Forschungsunion 2011: 22 f. u. 50 f.; 2012: 42 f.).

¹⁵⁵ Neben der Industrie 4.0 definierte die Bundesregierung unter anderem die CO₂-neutrale, energieeffiziente und klimaangepasste Stadt, nachwachsende Rohstoffe als Alternative zum Öl, den intelligenten Umbau der Energieversorgung, nachhaltige Mobilität oder auch internetbasierte Dienste für die Wirtschaft als konkrete Zukunftsprojekte im Rahmen der Hightech-Strategie (Bundestag 2012: 1).

¹⁵⁶ Die Hightech-Strategie wurde erstmals im Jahr 2006 von der Bundesregierung erstellt und wurde seitdem immer wieder an die Rahmenbedingungen angepasst und um aktuelle Schwerpunkte aktualisiert. Seit der im Jahr 2010 veröffentlichten Hightech-Strategie 2020 stehen nicht mehr primär Technologiefelder, sondern globale Herausforderungen als Bedarfsfelder (vgl. *ibid.* 2010b) und mit der 2014 angepassten Hightech-Strategie als Kernelemente respektive Säulen der Innovation im Fokus. Gleichzeitig stellen seit 2014 auch zivile Vertreter aus der Gesellschaft einen Teil des ehemals als Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft benannten Beratungsgremiums der Bundesregierung dar (BMBF 2014: 7 u. 11).

4.0 ab¹⁵⁷ und stellte einen umfangreichen Katalog von Zielsetzungen¹⁵⁸ sowie politischen und wirtschaftlichen Aufgabenfeldern auf. Aus diesen technologie-, wirtschafts-, gesellschafts- und bildungspolitischen Zielsetzungen leitete die Bundesregierung die entsprechenden Aufgabenfelder für Politik, Wirtschaft und Wissenschaft ab. In diesem Rahmen sollte zum einen der Fokus der bisherigen Forschungs- und Förderaktivitäten des BMWi stärker auf die mit der Industrie 4.0 in Verbindung stehenden Technologien, Produktions- und Dienstleistungsformen, aber auch auf die hiervon beeinflusste Arbeitsgestaltung gelegt werden. Zum anderen sollte sich die Wissenschaft im Verbund mit der Bundesregierung und den entsprechenden Sozialpartnern den sich aus der Transformation ergebenden soziökonomischen Veränderungen annehmen, um eine breite Akzeptanz für die Potentiale der Industrie 4.0 innerhalb der Gesellschaft sowie in Betrieben des Anlagen- und Maschinenbaus zu erzielen und so das Konzept insbesondere bei den mittelständischen Unternehmen zu platzieren. Gleichermaßen sollten Wissenschaft und Industrie einen Arbeitskreis¹⁵⁹ zur Entwicklung von Empfehlungen mit Blick auf künftige Handlungsfelder bilden. Für die Finanzierung dieser Aufgaben und Zielsetzungen schlug die Bundesregierung ein Budget von 200 Mio. EUR vor (Bundestag 2012: 36 f.).

Der Aktionsplan der Bundesregierung im Zuge der Neuausrichtung der Hightech-Strategie zeigt somit nicht nur, mit welchem Tempo das Thema Industrie 4.0 von der Politik als nationale Strategie aufgenommen und institutionalisiert wurde, sondern auch, welchen Stellenwert sie diesem für die Entwicklung der deutschen Wirtschaft hinsichtlich der potentiellen Wettbewerbsfähigkeit beimaß. Aus den Zielsetzungen, Aufgaben und Handlungsempfehlungen

¹⁵⁷ Diese zeichne sich insbesondere durch „die starke Individualisierung der Produkte unter den Bedingungen einer hoch flexibilisierten (Großserien-)Produktion, die weitgehende Integration von Kunden und Geschäftspartnern in Geschäfts- und Wertschöpfungsprozesse und die Verkopplung von Produktion und hochwertige[n] Dienstleistungen“ (Bundestag 2012: 34) aus.

¹⁵⁸ Die Zielsetzungen umfassten: (i) die mittelfristige Implementierung des Internets der Dinge im industriellen Produktionsumfeld; (ii) die Forcierung einer stärkeren Automatisierung zur Steigerung der Zeit- und Ressourceneffizienz innerhalb der Industrie durch die Entwicklung neuer Überwachungs- und Entscheidungsprozesse; (iii) die auf Grundlage der mit der Industrie 4.0 verbundenen Technologien auch zur Optimierung gesellschaftspolitisch relevanter Themenfelder in Gestalt von Mobilität, Gesundheit sowie Klima und Energie zu nutzen; (iv) die deutsche Wirtschaft bis zum Jahr 2020 zum Marktführer von auf dem Internet der Dinge aufbauenden CPS (vgl. Kapitel 9.3.2.2) zu machen, um die Wettbewerbsfähigkeit zu stärken; (v) die sich für die Arbeitswelt aus der technologischen Entwicklung im Zuge der Industrie 4.0 ergebenden Veränderungsprozesse und gesellschaftlichen Implikationen zu begleiten und neue Arbeitsplätze und Dienstleistungsformate voranzubringen; (vi) geltende Werte und Normen für die Gestaltung rechtlicher und sozialer Rahmenbedingungen bei der technisch-ökonomischen Entwicklung miteinzubeziehen; (vii) Infrastrukturen und Standards für die neuartigen, mit CPS einhergehenden Geschäftsprozesse zu schaffen; und (viii) die Nachwuchs- und Fachkräftebasis gemäß den sich verändernden Qualifikationsanforderungen auszubauen (Bundestag 2012: 34–36).

¹⁵⁹ Der vom BMBF im Jahr 2012 gegründete Arbeitskreis Industrie 4.0 baute auf den Empfehlungen und Erkenntnissen der Promotorengruppe Kommunikation auf und war als erweiterte Expertenrunde gedacht, deren gemeinsame Leitung der Robert Bosch GmbH und der acatech oblag. Ähnlich wie bereits im Fall der Forschungsunion sowie des Nationalen IT-Gipfels waren auch die Experten des Arbeitskreises im überwiegenden Maße Vertreter der Wirtschaft; die Arbeitnehmerschaft war hingegen – mit wenigen Ausnahmen – abermals unterrepräsentiert (Forschungsunion 2012: 41; Forschungsunion/acatech 2013: 13–15).

folgte nur kurze Zeit später – und ganz im Sinne des im Aktionsplan vorgeschlagenen Arbeitskreises – die Formierung der Plattform Industrie 4.0, die ihrerseits die von der Wirtschaft ausgehende positive Erwartungshaltung hinsichtlich der neuen Technologien zum Ausdruck brachte. Die Plattform Industrie 4.0 wurde vom Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (bitkom), dem Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) sowie dem Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI) im April des Jahres 2013 als Kooperationsnetzwerk gegründet. Die Plattform stellt hierbei den wichtigsten institutionalisierten Zusammenschluss der rund 6.000 bei der Entwicklung der mit der Industrie 4.0 in Verbindung stehenden Technologien, Produkte und Dienstleistungen beteiligten deutschen, aber auch europäischen Unternehmen und Akteure dar (BMBF 2020: 189; Plattform Industrie 4.0 2021a; VDMA 2021). Im April 2015 wurde sie neu strukturiert, wodurch nicht nur einzelne Unternehmen jenseits der Verbände hinzukamen, sondern auch der unmittelbare Kreis der Akteure um gesellschaftliche, wissenschaftliche und politische Elemente erweitert wurde (vgl. BMBF 2015). In Summe wurde die Plattform fortan von Vertretern aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft sowie den Gewerkschaften getragen – was nicht zuletzt eine wichtige Zielgröße des im Jahr 2012 verfassten Aktionsplans der Hightech-Strategie von Seiten der Bundesregierung dargestellt hatte (vgl. oben). Die eigentliche Leitung ging in erster Linie an das BMWi und BMBF sowie an weitere Vertreter aus Wirtschaft, Wissenschaft und Gewerkschaften.¹⁶⁰ Ferner wurden verschiedene Arbeitsgruppen ins Leben gerufen, die sich mit aktuellen Fragen und Herausforderungen im Kontext der Industrie 4.0 befassten.¹⁶¹ Die ursprünglich im Jahr 2015 aus rund 80 Mitgliedern bestehende Plattform ist bis zum Jahr 2020 auf eine Größe von über 350 Akteuren aus rund 150 Unternehmen und Organisationen angewachsen. Dabei versteht sie sich als „Expertennetzwerk [und] als fachlicher Vordenker bei allen Fragen rund um Industrie 4.0“ (BMBF 2020: 189) und lässt sich auf Grund ihrer Größe, fachlichen Reichweite sowie ihrer Verankerung in Politik, Wissenschaft und Wirtschaft sowie den Gewerkschaften zu Recht als die zentrale Institution der Industrie 4.0 charakterisieren. Ihr übergeordnetes Ziel besteht in der Förderung der Entwicklung der Industrie 4.0, um die digitale Transformation voranzubringen und so „die internationale Spitzenposition Deutschlands im produzierenden Gewerbe zu sichern und weiter auszubauen“ (vgl. BMWK 2022c). Dabei gilt

¹⁶⁰ Diese stellten sich unmittelbar nach der Neustrukturierung im Jahr 2015 aus je einem Repräsentanten der Deutschen Telekom AG, dem Bundesverband der Deutschen Industrie e.V., der IG Metall, der SAP SE, der Fraunhofer Gesellschaft, der Siemens AG sowie der Festo AG zusammen (Plattform Industrie 4.0 2015a: 17).

¹⁶¹ Stand 2020 existierten insgesamt sechs Arbeitsgruppen mit den Schwerpunkten (i) Referenzarchitekturen, Standards und Normung, (ii) Technologie- und Anwendungsszenarien, (iii) Sicherheit vernetzter Systeme, (iv) rechtliche Rahmenbedingungen, (v) Arbeit, Aus- und Weiterbildung sowie (vi) digitale Geschäftsmodelle in der Industrie 4.0 (Plattform Industrie 4.0 2020: 33).

es nicht nur, die Standortvorteile und die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie zu stärken, sondern auch das sich hierdurch veränderte soziökonomische Umfeld aktiv mitzugestalten. Dementsprechend verortet die Plattform die hieraus resultierenden Aufgabengebiete in der Mitwirkung an und Entwicklung von internationalen Standardisierungsprozessen, der Beratung von Unternehmen durch die Erarbeitung von Handlungsempfehlungen und Zusammenstellung von Informationsangeboten sowie in der Unterstützung mittelständischer Unternehmen bei der digitalen Transformation (Plattform Industrie 4.0 2015a: 2–4, 8–13 u. 17 f.; 2020: 33 u. 37–39; 2021a; BMBF 2020: 189–191).

Wie diese Rückschau verdeutlicht, verlief die Entwicklung der Industrie 4.0 von ihrer initialen Vorstellung im Jahr 2011 über ihre Formulierung als wirtschaftspolitische Policy bis hin zur Restrukturierung der Plattform Industrie 4.0 als ihrer zentralen Institution nicht nur verhältnismäßig rasch, sondern auch zielstrebig. Ein wesentlicher Grund hierfür stellt die enge Kooperation zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Politik mit Fokus auf ökonomische Zielsetzungen dar, die sich allen voran in den sowohl im Vorfeld der Initiative als auch im späteren Verlauf der Aushandlungsprozesse entwickelten Beratungsgremien in Gestalt des nationalen IT-Gipfels sowie der Forschungsunion widerspiegelt. Diese ökonomische Motiv wird nicht nur aus der starken Repräsentation wirtschaftlicher Akteure ersichtlich, sondern auch aus der anfänglich gezielten Ausklammerung sozialer Vetospieler in Entscheidungsprozessen und ihrer späten Einbindung in die Plattform Industrie 4.0. Gleichzeitig wird deutlich, dass die Bundesregierung über das BMWi und BMBF engagiert bei der Entwicklung und Verwirklichung der Industrie 4.0 beteiligt war, wovon nicht nur die Ausrufung und Anpassungen der Hightech-Strategie und das Etablieren der als wesentlichen Voraussetzung zu wertenden Leuchtturmprojekte und Förderprogramme zeugen, sondern auch die Tatsache, dass das BMBF mit dem damaligen Ministerialdirektor Lukas direkt in die Ausformulierung der Initiative Industrie 4.0 involviert war und damit selbst das entsprechende Agenda Setting vorangetrieben hat.

9.2.3 Die Industrie 4.0 als Ausdruck der vierten industriellen Revolution

Mit Blick auf den gegenwärtigen, im deutschsprachigen Raum sowie international geführten Diskurs über die Entwicklungs- und Anwendungsmöglichkeiten der digitalen IKT lässt sich mit Recht konstatieren, dass dieser – ähnlich wie die bereits in den 1970er Jahren angestoßene Debatte über das Informationszeitalter und die Informatisierung (vgl. Kapitel 8.5) – „alle Merkmale eines Hypes“ (Hirsch-Kreinsen 2018: 13) aufweist, künden doch zahlreiche Publikationen immer wieder beinahe heilsartig vom Anbruch eines neuen Zeitalters, eines „Second Machine

Age“ (vgl. Brynjolfsson/McAfee 2014) oder einer „Third Industrial Revolution“ (vgl. Rifkin 2011) und beschwören das Kommen eines gänzlich neuen Produktionsregimes (vgl. Boes et al. 2014: 5 f.). Gleichmaßen entzieht sich auch die ebenfalls in diesem Kontext zu verortende Thematik der Industrie 4.0 „einer wissenschaftlichen Präzisierung“ (Bendel 2019: 108), was sich nicht zuletzt in der Tatsache ausdrückt, dass bis heute keine „feste Definition des Begriffes existiert“ (Ittermann/Niehaus 2018: 35). Diesem Umstand wird zusätzlich dadurch Vorschub geleistet, dass die Industrie 4.0 – wie in der Skizzierung ihres Entstehungskontextes gezeigt – bereits vor ihrem ersten namentlichen Erscheinen im Jahr 2011 einerseits eng mit wirtschaftspolitischen Zielsetzungen sowie strategischen Aspirationen verzahnt war, und andererseits als Begriff primär im Umfeld der Promotionsplattform Industrie 4.0 anzusiedeln ist, deren semantische Schöpfung und definitorisches Resultat eben der Begriff der Industrie 4.0 auf inhaltlicher Ebene darstellt. Dahingehend beschreibt Industrie 4.0 in einem ersten Zugriff sowohl eine Plattform als auch einen von dieser entwickelten „Marketingbegriff“ (Bendel 2019: 108).¹⁶² Deutlich wird dies, wenn etwa das BMBF resümiert, dass es die Plattform Industrie 4.0 geschafft habe, die „Industrie 4.0 international als Marke“ (2020: 189) zu etablieren.¹⁶³ Als derartige Etikettierung verweist die Semantik des Begriffs zunächst auf eine grundlegend symbolische Dimension. Denn augenscheinlich soll mit der Bezeichnung *Industrie 4.0*, die seit ihrer Schöpfung einen festen Platz innerhalb des medialen, wissenschaftlichen, ökonomischen und politischen Sprachgebrauchs hat einnehmen können, zum Ausdruck gebracht werden, dass mit ihr der Anbruch eines neuen industriellen Zeitalters eingeleitet wird. Dies entspricht auch der Intention der an diesem Projekt beteiligten Akteure, definieren diese doch die Industrie 4.0 unisono als eine *vierte industrielle Revolution* (vgl. Kagermann et al. 2011: 2; Forschungsunion 2012: 13; Bundestag 2012: 34; Forschungsunion/acatech 2013: 5; Plattform Industrie 4.0 2015b: 8). In diesem Kontext steht die Nomenklatur *4.0* einerseits – wie Steven darlegt – in der Tradition der „Versionsbezeichnungen bei der Software-Entwicklung“, bei der „eine neue

¹⁶² Ähnlich argumentiert in diesem Kontext Hirsch-Kreinsen, der die Industrie 4.0 mit einem „eingängigen Label“ (2018: 15) vergleicht, das „von Informatikern, Ingenieurwissenschaftlern, einflussreichen Wirtschaftsverbänden, technologieintensiven Unternehmen der Elektro- und Maschinenbauindustrie sowie der Politik“ (ibid.) in Gestalt der Plattform Industrie 4.0 kreiert worden ist.

¹⁶³ Dass diese Einschätzung keineswegs abwegig ist, zeigt sich nicht zuletzt daran, dass der Begriff ebenso in englischsprachigen, wissenschaftlichen Publikationen entweder in seiner deutschen Schreibweise als »Industrie 4.0« (vgl. Toro et al. 2015; Wang et al. 2016) oder – weitaus geläufiger – in einer ins Englische abgewandelten Form als »Industry 4.0« (Gilchrist 2016; Li 2018; André 2019) Anwendung findet und das obwohl auch andere Länder ähnlich gelagerte nationale Digitalisierungsstrategien respektive Zukunftsprojekte während der 2010er Jahre ausgerufen haben – so etwa die Vereinigten Staaten mit ihrem *Industrial Internet*, Japan mit der sogenannten *Society 5.0* aber auch die Volksrepublik China mit ihren beiden Initiativen *Made-in-China 2025* sowie *Internet Plus* (Hermann et al. 2015: 6; Eigner 2016: 137 f.; Shubin/Zhi 2016: 102–104 u. 112–114; Boyes et al. 2018: 2 f.; Li 2018: 67 f.; Serpanos 2018: 73).

Versionsnummer auf eine stark veränderte Version hinweist“ (2019: 14). Damit stellt sie andererseits aber nicht nur einen direkten Bezug zu den vorangegangenen *industriellen Revolutionen*¹⁶⁴ – d. h. Kontinuität – her, sondern betont auch die Gleichwertigkeit ihrer zukünftigen umwälzenden Effekte mit den (ökonomischen) Transformationsprozessen der vorangegangenen industriellen Entwicklungsschübe (vgl. Kapitel 3 und 4). Dabei resultiert aus diesem assoziativen Verhältnis zwischen der industriellen Revolution und der Industrie 4.0 ein Verweis auf das mit ihr einhergehende revolutionäre Attribut, mit dem nicht zuletzt – und ebenso wie bei der Anfang der 1950er Jahre in Deutschland flächenmäßig einsetzenden Automatisierung – ein Fortschrittsversprechen mit einem bisweilen „technikutopischen Charakter“ (Hirsch-Kreinsen 2016b: 18) propagiert wird. Dieser Fortschritt findet seinen Ausdruck aber nicht nur in der Weiterentwicklung und forcierten Implementierung digitaler IKT in der industriellen Produktion, sondern auch in den optimistischen Erwartungen, die in den, der digitalen Transformation folgenden, sozioökonomischen Wandel von Seiten der deutschen Wirtschaft und Politik¹⁶⁵ gelegt werden. Diese Erwartungen reichen von positiven Beschäftigungseffekten über eine stärkere Entlastung der Arbeitnehmer und Optimierungspotentiale in der Fertigung für Unternehmen bis hin zu der – wie oben gesehen – wettbewerbstechnischen Vormachtstellung der deutschen Industrie im internationalen Umfeld (Heßler 2016: 17 f.; Hirsch-Kreinsen 2016b: 18–20; 2018: 13 f.; Pfeiffer 2017: 108; Ahrens/Gessler 2018: 158; Ittermann/Niehaus 2018: 33–36).

Neben der positiven Erwartungshaltung, die mit und von der Industrie 4.0 als Phänomen ausgeht, ist schließlich – wie Draht es formulierte – auch gerade die Tatsache bemerkenswert, „dass erstmalig eine industrielle Revolution ausgerufen wird, noch bevor sie stattgefunden hat“ (2014: 2). Ein Umstand, der mithin nicht nur erklärt, warum von der Industrie 4.0 eine gewisse Faszination für Unternehmen, Wissenschaftler und Politiker ausgeht, bietet sich diesen doch damit scheinbar die Möglichkeit, aktiv das Zukünftige – ebenso mit Blick auf andere, mit dieser Transformation scheinbar lösbare gesellschaftliche Herausforderungen – bereits heute mitzugestalten. Auch erklärt sich hierdurch einerseits die gegenwärtige Konstellation, in welcher die Industrie 4.0 zu einem durchaus präsenten und zugleich umstrittenen Thema innerhalb des wissenschaftlichen Diskurses aufgerückt ist und damit andererseits, weshalb der Begriff auf inhaltlicher Ebene zusehends unscharf geworden und dementsprechend schwer abzugrenzen ist (Hermann et al. 2015: 3 f.; Andelfinger 2017: 1; Bendel 2019: 107 f.; Hirsch-Kreinsen 2018:

¹⁶⁴ Vgl. Kapitel 3, hier speziell Kapitel 3.1.

¹⁶⁵ Derartige Argumentationen hinsichtlich der großen Potentiale der Industrie 4.0 finden sich in verschiedenen Publikationen der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft, der Plattform Industrie 4.0 aber auch der Bundesministerien (vgl. BMBF 2013: 6 f.; Forschungsunion/acatech 2013: 17–21; BMWi 2015a: 3–6; Plattform Industrie 4.0 2015a: 2 f.; BMAS 2017a: 47–49).

13 f.; Ittermann/Niehaus 2018: 35; Steven 2019: 13). Von dieser mangelnden Trennschärfe und dem damit einhergehenden Deutungsspielraum, der dem Konzept der Industrie 4.0 zugrunde liegt, zeugt nicht zuletzt das gegenwärtige Verständnis des Phänomens innerhalb der deutschen Wirtschaft. So zeigt eine vom Verband der Internetwirtschaft im Jahr 2014 durchgeführte Studie ernüchternd: „85 Prozent der [...] befragten Fachleute sind der festen Überzeugung, dass die meisten Unternehmen in Deutschland keine klare Vorstellung davon haben, was Industrie 4.0 eigentlich ist und wie sie aussehen wird“ (vgl. eco – Verband der Internetwirtschaft 2014). Ein ähnliches Bild fördert eine branchenübergreifende Befragung von über 300 deutschen Unternehmen aller Größenklassen aus dem Jahr 2017 zu Tage. Auf die Frage hin, was unter Industrie 4.0 zu verstehen sei, gaben zwar nur rund 10 % an, keine konkrete Vorstellung hiervon zu haben, doch gingen die Meinungen der restlichen Unternehmen thematisch weit auseinander: So reichten die Vorschläge zur Eingrenzung der Industrie 4.0 schlicht von »die vierte industrielle Revolution« oder »digitale Transformation« über »intelligente Maschinen«, »vernetzte Fabriken« und »automatisierte und flexible Produktion« bis hin zu »Vernetzung von Menschen und IT« oder »direkte Kommunikation zwischen Maschinen« (vgl. IDG Research 2017: 26). Überdies zeigt sich, dass die überwiegende Mehrheit der Unternehmen einerseits die mit der Industrie 4.0 einhergehenden Chancen und Potentiale als grundsätzlich signifikant einschätzt, der konkrete Nutzen im Einzelfall jedoch nicht immer unmittelbar ersichtlich wird (Schuh et al. 2020: 11). Der Begriff unterliegt demgemäß keinem einheitlichen Verständnis hinsichtlich seiner konzeptionellen Ausgestaltung, weshalb mit ihm schließlich nicht nur eine große Bandbreite an Erwartungshaltungen und Zielsetzungen im Kreise der Wirtschaft einhergeht, sondern mitunter auch ein weitreichendes Spektrum an Ängsten innerhalb der breiteren Öffentlichkeit verknüpft ist (Sandler 2016c: 14 f.).¹⁶⁶

9.3 Abgrenzung und Deutung der Industrie 4.0

9.3.1 Begriffsdefinition

Obgleich das Konzept der Industrie 4.0 bereits im Jahre 2011 aufkam, es zu einem zentralen Pfeiler der Hightech-Strategie der Bundesregierung wurde und nur zwei Jahre später eine eigenständige Interessenvereinigung in Gestalt der Plattform Industrie 4.0 erhielt, existierte weder in der Wirtschaft und Politik, noch in der Wissenschaft eine Definition des Projekts, die über vage Assoziationen mit verschiedenen neuartigen Technologien oder Charakterisierungen mittels visionärer Zielsetzungen hinausgegangen wäre. Während etwa die Promotorengruppe

¹⁶⁶ Die möglichen Auswirkungen und soziapolitischen Implikationen sind Gegenstand der Analyse in Teil 3.

der Forschungsunion um Henning Kagermann die Industrie 4.0 noch zu Beginn als einen vom Internet der Dinge und von CPS getragenen Transformationsprozess betrachtete, in dessen Zentrum die „Entwicklung intelligenterer Überwachungs- und autonomer Entscheidungsprozesse [...]“ mit dem Ziel stand, sich „als Produktionsstandort auch in einer Hochlohnregion behaupten zu können“ (Kagermann et al. 2011: 2), verstand die Forschungsunion in ihren späteren Handlungsempfehlungen das Zukunftsprojekt bereits im weiteren Kontext der IKT, d. h. als Realisierung der sogenannten *Smart Factory* oder intelligenten Fabrik, in der „autonome, selbststeuernde, wissensbasierte und sensorgestützte Produktionssysteme“ (Forschungsunion 2012: 8) auf Grundlage des Internets der Dinge und Dienste sowie von CPS zum Einsatz kommen sollten. In Summe wurde versucht, die Industrie 4.0 auch in späteren Ansätzen primär über die technologischen Kategorien *Internet der Dinge*, *Internet der Dienste*, *CPS* und *Smart Factory* zu definieren, wobei sich diese Konzepte hinsichtlich ihrer jeweiligen Ausgestaltung teils erheblich voneinander unterscheiden. Vor allem in der Anfangsphase stellte die Industrie 4.0 folglich noch am ehesten einen Sammelbegriff für eine große Bandbreite verschiedener – teils neuartiger – Konzepte und Methoden zur flächendeckenden, kommerziellen Nutzung von digitalen IKT im Bereich der industriellen Produktion und hier zur Optimierung der Organisation und Steuerung der Wertschöpfungskette dar (Hermann et al. 2015: 6–11). So blieb es letztlich bis zum Jahr 2015, als die Plattform Industrie 4.0 als Kreis jener Akteure, die auch das Zukunftsprojekt bis dahin vorangetrieben hatten, in ihrer ursprünglichen Zusammensetzung – d. h. noch vor Restrukturierung von Seiten des BMWi und BMBF – eine umfassende Definition des Begriffs lieferte. Nach dieser Abgrenzung lässt sich die Industrie 4.0 als Ausdruck der vierten industriellen Revolution betrachten und damit als eine neue

[...] Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten. Dieser Zyklus orientiert sich an den zunehmend individualisierten Kundenwünschen und erstreckt sich von der Idee, dem Auftrag über die Entwicklung und Fertigung, die Auslieferung eines Produkts an den Endkunden bis hin zum Recycling, einschließlich der damit verbundenen Dienstleistungen. Basis ist die Verfügbarkeit aller relevanten Informationen in Echtzeit durch Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Instanzen sowie die Fähigkeit aus den Daten den zu jedem Zeitpunkt optimalen Wertschöpfungsfluss abzuleiten. Durch die Verbindung von Menschen, Objekten und Systemen entstehen dynamische, echtzeitoptimierte und selbst organisierende, unternehmensübergreifende Wertschöpfungsnetzwerke, die sich nach unterschiedlichen Kriterien wie beispielsweise Kosten, Verfügbarkeit und Ressourcenverbrauch optimieren lassen. (Plattform Industrie 4.0 2015b: 8)

Wie aus dieser Definition hervorgeht, zielt die Industrie 4.0 im Sinne ihrer Initiatoren grundsätzlich auf einen höheren Organisations- und Steuerungsgrad zur Optimierung des gesamten Wertschöpfungsprozesses eines Produkts ab, womit nicht nur die Fertigung, sondern auch die damit einhergehenden Dienstleistungen gemeint sind. Besonderes Augenmerk liegt hierbei

zugleich – und entgegen dem für die bisherige Form der industriellen Produktion einschließlich der damit assoziierten Dienstleistungen charakteristischen Prinzip der Standardisierung (vgl. Kapitel 3.3) – auf der zunehmenden Individualisierung der Produkte (vgl. Kapitel 8.6) sowie der damit verbundenen Arbeitsschritte. Ferner scheinen ebenso die nicht explizit erwähnten IKT, d. h. deren stärkere Implementierung in die Wertschöpfungsprozesse, von entscheidender Bedeutung zu sein, um einerseits die für die Individualisierung sowie für die in Echtzeit zu vollziehende Fertigung notwendigen Daten und Informationen aufzubereiten, und andererseits eine stärkere Integration aller beteiligten Objekte und Akteure – und damit auch des Menschen – in einem Gesamtsystem zu erreichen. Entscheidend und weitsichtig ist diese Definition insbesondere deshalb, weil sie zwar primär über neue, durch IKT gestützte Formen der industriellen Fertigung spricht, diesen Wertschöpfungsprozess aber in einem ganzheitlichen Kontext verortet, der auch unmittelbar Dienstleistungen miteinbezieht, woraus ersichtlich wird, dass „es sich um einen grundlegenden Wandel der industriellen Produktionsweise handelt, und nicht nur um eine Veränderung irgendeines Teils davon“ (Sendler 2016a: 18). Eine jüngere Abgrenzung der Plattform verengt den Fokus indes auf Aspekte des industriellen Fertigungsprozesses und definiert Industrie 4.0 demgemäß als „intelligente Vernetzung von Maschinen und Abläufen in der Industrie mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechnologie“ (Plattform Industrie 4.0 2021b) mit Fokus auf den Aspekten: flexible Produktion, wandelbare Fabrik, kundenzentrierte Lösungen, optimierte Logistik, ressourcenschonende Kreislaufwirtschaft sowie Einsatz von Daten (ibid.); unmittelbare Berührungspunkte zu den hiermit verbundenen Dienstleistungen oder gar eine von den veränderten Fertigungslösungen ausstrahlende Transformation des Dienstleistungssektors werden derweil nicht thematisiert.

Abermals zeigt sich somit, dass sich die Industrie 4.0 als Begriff zum einen nicht nur im Rahmen der wissenschaftlichen Auseinandersetzung, sondern auch im betriebswirtschaftlichen Kontext der potentiellen Anwenderkreise einer hinreichend konsistenten Einordnung entzieht und zum anderen einem stetigen Deutungswandel unterliegt. Dies ist sowohl auf die Neuartigkeit des Phänomens zurückzuführen als auch in der Tatsache begründet, dass das Konzept als ein sich noch im Aufbau befindendes und damit dynamisches Zukunftsprojekt betrachtet werden muss, das permanent weiterentwickelt, um neue Technologien und Zielsetzungen ergänzt und dementsprechend immer wieder neu definiert wird. Unabhängig davon wird aber auch deutlich, dass die Industrie 4.0 grundsätzlich ein Konglomerat verschiedener Schlüsseltechnologien und Gestaltungsprinzipien darstellt (vgl. Hermann et al. 2015: 8–13) und dass der von ihr angestoßene Transformationsprozess im Kern – ähnlich wie im Falle der Industrialisierung – auch andere Sektoren der Volkswirtschaft beeinflussen wird, da ihr Konzept und die mit

ihr anvisierten Zielsetzungen „die gesamte Produktionsweise in Frage stellt und verändert“, und das mit „Folgen, die weit über die Produktionsunternehmen hinausgehen“ (Sendler 2016a: 19).

Davon ausgehend und mit Blick auf den aktuellen Diskurs innerhalb der wissenschaftlichen Literatur lassen sich eine Reihe zentraler Aspekte isolieren, die mehrheitlich mit dem Konzept der Industrie 4.0 assoziiert werden und für dessen Eingrenzung herangezogen werden können, auch wenn diese grundsätzlich durch die Weiterentwicklung und Wandelbarkeit des Konzepts erschwert wird. In diesem Sinne lässt sich die Industrie 4.0 zunächst als weitere Stufe der sich bereits seit längerem vollziehenden Entwicklung der Digitalisierung in den technologisch hochentwickelten Industrienationen verstehen. In diesem Kontext kann die Industrie 4.0 definiert werden, als eine Verdichtung der digitalen Transformation hin zur Digitalisierung der industriellen Produktion sowie mittelbar und langfristig auch aller anderen Wertschöpfungsketten innerhalb sämtlicher volkswirtschaftlicher Sektoren. Sie zielt dabei insbesondere auf die Integration digitaler Intelligenz in Maschinen, Anlagen, Fertigungsteilen und Produkten in Form von CPS ab und forciert in der Konsequenz die Synthese physischer Produktionssysteme mit eingebetteter Software einerseits und den globalen virtuellen Datennetzen andererseits. Das Ziel dieser digitalen Integration hin zu einem Internet der Dinge und Dienste ist – mit Fokus auf die Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit im Kontext eines vergleichsweise hohen Lohnniveaus im Umfeld globaler Konkurrenzmuster – die Erhöhung der Produktivität durch Einsatz von digitalen IKT und damit die Effizienzsteigerung des Produktionsprozesses im Sinne der Rationalisierung der Produktionsfaktoren im Rahmen einer kundenindividuellen (d. h. *Mass Customization/Personalization*) nach den Maßstäben einer hochflexibilisierten Großserienproduktion bei geringen Losgrößen (vgl. Kapitel 8.6). Die hierfür notwendige Dezentralisierung und Verbesserung der Automatisierung der Produktion sollen durch die Implementierung von Prozessen der autonomen Konfiguration, Diagnose und Optimierung erreicht werden und somit auf intelligente Weise die Arbeitskräfte unterstützen. Durch die Nutzung von Datenbeständen, die in Echtzeit autonom vom Produkt und den Produktionsanlagen in Form von CPS erhoben werden, soll schließlich die Planung, Steuerung und Überwachung einer noch stärker als bisher automatisierten Produktion von Gütern und Dienstleistungen sowie der dafür notwendigen Logistik ermöglicht und optimiert sowie kostenintensive Fehler erkannt und behoben werden, noch ehe diese eintreten (Kagermann et al. 2011: 2; Bundestag 2012: 34; Jasperneite/Niggemann 2012: 37–40; Anderl 2015: 753 f.; Bertschek 2015: 3; Hermann et al. 2015: 8–13; Plattform Industrie 4.0 2015b: 8; Rinne/Zimmermann 2016: 4; Wang et al. 2016: 1–3; Weber 2016b: 67; BMBF 2017: 7; Hirsch-Kreinsen 2018: 15; Ittermann/Niehaus 2018: 35–37; Steven 2019: 13 f.).

9.3.2 Basistechnologien

9.3.2.1 *Smart Connected Things*

Obwohl im Rahmen der Diskussion über die Industrie 4.0 wie auch im Kontext der verschiedenen Definitionsansätze der Fokus allen voran auf bestimmte Technologien und Anwendungen etwa in Form des Internet of Things, CPS oder die Smart Factory gelegt wird, stellen die sogenannten *Smart Objects* oder auch *Smart Connected Things* (SCoT) – zu Deutsch intelligente verbundene Dinge – sowie die aus diesen resultierenden *Smart Products* das eigentliche Fundament aller Industrie-4.0-Lösungen dar, sind sie doch als die eigentlichen Bausteine zu betrachten, aus denen sich CPS, das Internet der Dinge sowie die anvisierten Neuerungen von Produktions- und Logistikprozessen innerhalb der Smart Factory grundsätzlich zusammensetzen (Kortuem et al. 2010: 44; Jodlbauer 2018: 85).

Bei *smarten* bzw. intelligenten Dingen handelt es sich zunächst und im weiteren Sinne um jede mögliche Form eines physischen, lebendigen oder nicht lebendigen Objekts, welches die Fähigkeit aufweist, mittels verfügbarer Informationen (autonom) fundierte Entscheidungen zum eigenen Vorteil zu treffen. Im engeren Sinne – und damit speziell im Kontext der Industrie 4.0 – stellt ein intelligenter Gegenstand grundsätzlich jedes Objekt dar, „that is [...] aware of its environment and state, and it may have the ability to make its own decisions about itself and its uses, communicate state information, and achieve actuation under its own control“ (Sánchez López et al. 2011: 285). Damit es aber diese, die Intelligenz voraussetzenden Fähigkeiten überhaupt erst erhält und auch zu einem verbundenen und damit interaktionsfähigen Ding wird, bedarf es der Integration bestimmter IKT mit Eigenschaften zur Wahrnehmung und Auswertung sowie zum Austausch von gesammelten Daten (Kortuem et al. 2010: 44). So bestehen SCoT aus drei integralen Arten von Komponenten, nämlich (i) physischen Komponenten, (ii) intelligenten Komponenten sowie (iii) Vernetzungskomponenten. Während physische Komponenten – abhängig vom jeweiligen Objekt – alle erdenklichen Formen etwa in Gestalt mechanischer oder elektronischer Teile (z. B. Motor, Getriebe oder Karosserie im Falle eines Automobils) darstellen, erhöhen „intelligente Komponenten [...] die Leistung und den Wert der physischen Teile“ (Jodlbauer 2018: 85). Als intelligente Komponenten lassen sich sowohl materielle als auch immaterielle Elemente wie bspw. Sensoren, Mikroprozessoren, Datenspeichereinheiten und Benutzeroberflächen aber auch Betriebssysteme und Software – welche die physischen Teile in ihrem Funktionsumfang erweitern oder diese sogar gänzlich ersetzen können – anführen, die Daten während des Betriebsprozesses erheben und zur Optimierung desselben auswerten. Vernetzungskomponenten erhöhen schließlich „die Leistung und den Wert der

intelligenten Komponenten und ermöglichen [...] den Datenaustausch mit anderen Dingen und Computersystemen“ (ibid.). Sie umfassen ebenso wie intelligente Komponenten materielle und immaterielle Elemente und Prozesse wie etwa Anschlüsse, Antennen und Übertragungsprotokolle zum Aufbau einer kabelgebundenen oder kabellosen Verbindung. Die so durch die Vernetzungskomponenten ermöglichte Kommunikation kann hierbei über drei – auch simultan vorliegende – Varianten erfolgen: (a) Ein einzelnes SCoT kann über einen Anschluss oder ein Interface mit dem Anwender, dem Hersteller oder einem anderen SCoT verbunden sein; (b) ein zentrales System kann dauerhaft oder sporadisch mit mehreren SCoT in Verbindung stehen; (c) mehrere SCoT können dauerhaft oder sporadisch miteinander verbunden sein. Die so vollzogene Konnektivität des SCoT dient zum einen dem Datenaustausch, zum anderen können hierdurch verschiedene Funktionen des physischen Objekts bspw. an zentrale Datenverarbeitungseinheiten ausgelagert werden, um dessen Funktionsumfang zu vergrößern oder auch um notwendige Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen ferngesteuert, d. h. ortsungebunden vom eigentlichen Gegenstand vorzunehmen (Porter/Heppelmann 2014: 67; Jodlbauer 2018: 85). Die für SCoT notwendige Verzahnung der intelligenten Komponenten mit den Vernetzungskomponenten einerseits und den physischen Komponenten andererseits wird hierbei grundsätzlich als *Embedded System* (zu Deutsch eingebettetes System) bezeichnet und über mit Funkschnittstellen ausgestattete Mikroprozessoren als autonom agierende Kleinstcomputer erreicht (Jodlbauer 2018: 11; Steven 2019: 79 f.).

Bei der kabellosen Kommunikation von mehreren miteinander innerhalb von Industrie-4.0-Anwendungen interagierenden SCoT kommen insbesondere die (a) auf elektromagnetischen Wellen im Radiofrequenzbereich zwischen 75 kHz und 10 GHz basierende RFID-Technik (Kurzform für *Radio-Frequency Identification*) zur Lokalisierung und Identifizierung von Objekten im Bereich von wenigen Metern, die (b) ebenfalls für kürzere Distanzen nutzbare, auf der RFID-Technik gründende und über Funk vollzogene Nahfeldkommunikation oder auch *Near Field Communication* (NFC), (c) die für kürzere Distanzen mit Funk arbeitende Bluetooth-Technologie sowie das (d) bei kurzen und mittleren Distanzen mit Funktechnologie operierende *Wireless Local Area Network* (WLAN) zum Einsatz. Bei der Verbindung der SCoT mit einem zentralen System, dem Hersteller oder Nutzer sowie weiteren SCoT erfolgen Kommunikation und Datenaustausch über größere Distanzen hingegen mittels mobiler Breitbandtechnologie in Form des 4G- und – vor allem bei größeren Datenmengen – in Gestalt des 5G-Standards (Kortuem et al. 2010: 44 f.; Mattern/Flörkemeier 2010: 109; Sánchez López et al. 2012: 293 f.; Bendel 2019: 91 u. 204; Steven 2019: 80 f.; Pistorius 2020: 71 f.).

Mit Blick auf das Kriterium, mittels verfügbarer Informationen (autonom) fundierte Entscheidungen zum eigenen Vorteil treffen zu können (vgl. Sánchez López et al. 2011: 285), müssen Objekte oder Produkte folglich nicht nur diese drei Komponenten besitzen, sondern auch eine Reihe technischer Fähigkeiten aufweisen, um als genuin intelligent eingestuft zu werden, nämlich (i) Identifizierbarkeit, (ii) Adressierbarkeit, (iii) Lokalisierbarkeit, (iv) Speicherfähigkeit, (v) Rechenfähigkeit, (vi) Kommunikationsfähigkeit (vii) Wahrnehmungsfähigkeit sowie (viii) Änderungsfähigkeit. SCoT sind durch eine entsprechende Kennung, die mittels NFC- und RFID-Technologie oder auch eines Strichcodes (sowie eines Lesegerätes) zugewiesen und ausgelesen werden kann, eindeutig identifizierbar. In diesem Kontext kann die Identifikation eines SCoT zusätzlich über eine individuelle Internet- respektive IP-Adresse erfolgen, womit es über das Internet oder im Rahmen einer anderen Form von Netzwerk adressierbar wird und anhand von RFID, NFC oder globalen Positionsbestimmungssystemen (GPS) lokalisierbar ist, sodass sein Standort jederzeit bestimmt werden kann. Ein SCoT ist darüber hinaus im Stande, mittels entsprechender Sensorik, Daten über seinen eigenen Zustand und seine Umwelt (z. B. Druck oder Temperatur) zu erheben und damit im weiteren Sinne wahrzunehmen. Speicher- und Rechenfähigkeit implizieren, dass SCoT in der Lage sind, die zuvor erhobenen sensorischen Daten und Informationen zum einen zu speichern und zum anderen zu verarbeiten und zu interpretieren, aber auch ganz grundsätzlich sowohl gemäß festgelegten Parametern als auch auf Grundlage gesammelter Daten Entscheidungen zu treffen oder Anpassungen in der Steuerung vorzunehmen. Die Fähigkeit, mit Anwendern, anderen Systemen oder Objekten zu kommunizieren und damit Daten, Informationen und Anweisungen empfangen und senden zu können ist nicht nur eine entscheidende Voraussetzung für die Identifizierbarkeit, Adressierbarkeit und Lokalisierbarkeit des SCoT, sondern erlaubt es auch die Speicher- und Rechnerkapazität an externe Systeme auszulagern und basierend auf sensorischen Daten Steuerungsbeefehle zu erhalten. Für die Kommunikationsfähigkeit des SCoT mit Anwendern und vice versa bedarf es grundsätzlich entsprechender Benutzerschnittstellen (bspw. Eingabekonsolen und Displays), die das Abrufen von Daten sowie externe Eingriffe erlauben. Hiermit verbunden ist die Änderungsfähigkeit, die es einem SCoT ermöglicht, anhand eingebetteter Aktorik aktiv seinen eigenen Zustand sowie die Umwelt zu ändern. Derartige Aktoren können einerseits aus internen physischen (z. B. Ventil) oder virtuellen Komponenten (d. h. Software), andererseits aus externen virtuellen Komponenten bestehen. Aktoren können folglich sowohl autonom und automatisch auf Grundlage der zuvor mittels der Sensoren erhobenen Daten als auch in Folge von externen Zugriffen in Aktion treten (Mattern/Flörkemeier 2010: 108–110; Anderl et al. 2016: 122 f.; Jodlbauer 2018: 86 f.; Steven 2019: 79; Pistorius 2020: 10–15).

Diese technischen Fähigkeiten zielen somit auf vier Kernkompetenzen der SCoT: Überwachung, Kontrolle, Optimierung und Autonomie. So lässt sich ein Objekt hinsichtlich seines Zustandes, seiner Umgebung sowie seines Betriebs und Gebrauchs überwachen und seine Funktionen mittels Software kontrollieren. Darüber hinaus kann anhand der Überwachung und Kontrolle in Kombination mit den vom SCoT erhobenen Daten sowie mit entsprechenden Algorithmen der technische Betrieb hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit optimiert werden, da Wartung, Instandhaltung und Reparaturen vorhersagbar werden und somit durchgeführt werden können, noch ehe es zu Funktionsstörungen kommt. In Summe erlauben es Überwachung, Kontrolle und Optimierung dem SCoT, mit einem höheren Autonomiegrad zu operieren und den Betrieb mit anderen SCoT und Systemen eigenständig zu koordinieren (Porter/Heppelmann 2014: 69–71; Jodlbauer 2018: 88). Sofern die Qualifikationen in Form der gelisteten technischen Fähigkeiten, Komponenten und Kompetenzen erfüllt werden, kann folglich jedes Objekt auch zu einem intelligenten werden. Daraus resultiert eine beinahe grenzenlose Bandbreite an Gegenständen, die als SCoT eingestuft werden können, etwa Dinge wie Smartphones, Fertigungsanlagen oder Kaffeemaschinen, aber auch zunächst unscheinbare Gegenstände:

[...] *Werkstoffe* [Hervorhebung im Original], die als Verbrauchsfaktoren Bestandteil der Produkte werden, können durch den Einsatz von Sender-Empfänger-Systemen (z. B. RFID) zu „intelligenten“ Materialien oder Bauteilen werden. Diese sind in der Lage, Informationen über ihre Eigenschaften und erforderliche Arbeitsschritte (Arbeitspläne) auf einem Datenträger mit sich führen zu können, um so effizient transportiert, gelagert, be- oder verarbeitet bzw. montiert zu werden. (Obermaier 2019: 21)

Eine wesentliche Voraussetzung hierfür stellen nicht zuletzt die oben bereits angesprochenen *Embedded Systems* dar, die als mit Funkschnittstellen ausgestatte Mikroprozessoren die verschiedenen Komponenten miteinander verknüpfen. Nicht nur hat sich die Größe der auch als IoT-Module (vgl. Kapitel 9.3.2.3) bezeichneten *Embedded Systems* im Zuge der stetigen Miniaturisierung seit den 1970er Jahren (vgl. Kapitel 8.4.2) signifikant verringert, weshalb sie nun auch auf Kleingegenständen integriert werden können, auch haben ihre mittlerweile in den einstelligen EURO-Bereich abgesunkenen Anschaffungskosten dazu geführt, dass sie bei Gegenständen des Niedrigpreissegments kosteneffizient zur Anwendung kommen können (Eigner 2016: 138; Michels 2016: 250; Steven 2019: 79 f.; Pistorius 2020: 10). Der Kostenfaktor, die abnehmenden physischen Dimensionen sowie die mit den SCoT grundsätzlich einhergehenden technischen Vorzüge stellen in ihrer Kombination somit auch die zentralen Faktoren für den Erfolg sowie die rasante Verbreitung und Integration der zugrundeliegenden Technologien in Produkten dar: Waren es noch im Jahr 2015 rund 15 Mrd. SCoT, so wird sich diese Anzahl bis 2025 auf schätzungsweise 75 Mrd. und innerhalb der nächsten zwei Dekaden auf etwa 500 Mrd.

erhöhen (Sendler 2016a: 25; Steven 2019: 78 f.; Wolan 2020: 232 f.). SCoT zeichnen sich folglich dadurch aus, (i) dass die Kombination der physischen und intelligenten Komponenten sowie der Vernetzungskomponenten in einer grundsätzlichen Steigerung sowohl des Funktionsumfangs als auch des Leistungsspektrums sowie des Wertes des physischen Objekts resultiert; (ii) dass der Einsatz von IKT die Verknüpfung der physischen mit der digital-virtuellen Sphäre ermöglicht; und (iii), dass ihre Basistechnologien auf Grund der ihnen attestierten Vorzüge einen zukünftig höheren Implementierungsgrad in diversen Objekten des Alltags erwarten lassen (Porter/Heppelmann 2014: 67 f.; Jodlbauer 2018: 85; Steven 2019: 80; Wolan 2020: 232).

9.3.2.2 Cyber-physische Systeme

CPS stellen eine zentrale Technologie der Industrie 4.0 dar und bauen grundlegend auf den Eigenschaften der SCoT auf. Obgleich das Konzept der CPS bereits Anfang des Jahrtausends aufkam und insbesondere in den Vereinigten Staaten seit dem Jahr 2006 einen zentralen Forschungsschwerpunkt ausmacht, stellt die Integration dieser Technologie im Bereich der industriellen Produktion tatsächlich eine jüngere Entwicklung dar, die allen voran im Zuge der durch Kagermann et al. im Jahr 2011 angestoßenen Debatte an Fahrt gewann¹⁶⁷ und sich damit gleichermaßen als eine der fundamentalen Neuerungen des mit der Industrie 4.0 anvisierten Produktionsregimes betrachten lässt (Forschungsunion/acatech 2013: 74; Burger et al. 2017: 60; Pistorius 2020: 10).¹⁶⁸ Gemeinhin können CPS definiert werden als Systeme, die anhand von

[...] Sensoren Daten erfassen, mittels eingebetteter Software aufbereiten und mittels Aktoren auf reale Vorgänge einwirken, über eine Dateninfrastruktur wie z. B. das Internet kommunizieren und über Mensch-Maschine-Schnittstellen verfügen und so eine dezentrale, intelligente Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Akteure ermöglichen, sodass ein Echtzeitabbild aller relevanten Prozesse möglich wird. (Obermaier 2019: 4)¹⁶⁹

Wie aus dieser Definition ersichtlich wird, zeichnen sich CPS offensichtlich durch dieselben technologischen Elemente und Fähigkeiten aus, die auch den SCoT zu eigen sind. Und in der Tat handelt es sich bei allen Gegenständen, die sich durch ihre Eigenschaften als *smarte* Objekte respektive intelligente, vernetzte Dingen im Sinne der SCoT qualifizieren, grundsätzlich

¹⁶⁷ Die Auseinandersetzung mit dem Feld der CPS begann in der Bundesrepublik indes – wie in Kapitel 9.2.1 dargelegt – bereits im Jahr 2009 mit der *Nationalen Roadmap Embedded Systems*, in deren Zuge acatech im Jahr 2010 das Projekt agendaCPS ins Leben rief (Geisberger/Broy 2012: 17; Bundestag 2013: 18 f.).

¹⁶⁸ Das bereits erwähnte *Industrial Internet* stellt in den Vereinigten Staaten das Pendant zur deutschen Initiative Industrie 4.0 dar. Die Idee, CPS in industrielle Wertschöpfungsprozesse zu integrieren, entstand in den Vereinigten Staaten – wie etwa am Beispiel des Programms des Unternehmens *General Electric* beobachtbar, das den Begriff erstmals verwendete – nur kurze Zeit nach dem deutschen Vorstoß und führte im Jahr 2014 zur Gründung der federführenden Promotorengruppe in Gestalt des *Industrial Internet Consortium* (Leber 2012; Boyes et al. 2018: 2–4; Obermaier 2019: 6, 12 u. 14; Industrial Internet Consortium 2021).

¹⁶⁹ Vgl. hierzu ausführlich auch die Analyse verschiedener Einordnungen von CPS bei Greer et al. (2019: 2–5) im Auftrag des National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce.

auch um CPS im engeren Sinne (Sendler 2016a: 27). Darüber hinaus zeichnen sich CPS – wie bereits der Name impliziert – durch ein ihnen zugrundeliegendes symbiotisches Verhältnis aus, setzen sie sich doch aus einem physischen und einem virtuellen System zusammen und können folglich als Verschmelzung der realen mit der digitalen Welt begriffen werden, die durch die integralen Vernetzungskomponenten der SCoT über das Internet oder andere Formen von Netzwerken vollzogen wird. Gemeint ist hiermit auf der einen Seite, dass ein physischer Gegenstand in ein Kommunikationsnetzwerk eingebunden wird, gleichzeitig aber auch in einem digitalen System virtualisiert wird, indem alle physischen Eigenschaften und Spezifika sowie Veränderungen des Objekts (z. B. Dimension, Zustand, Auslastung, räumliche Position oder Situation im Prozessablauf) mittels Software in einem sogenannten digitalen Zwilling oder Agenten abgebildet werden. Über die vom physischen Objekt mittels der durch die Sensorik erhobenen Daten, die in Echtzeit in das Cybersystem eingespeist werden, können somit alle realen Veränderungen virtuell am digitalen Zwilling nachempfunden und beobachtet werden. Steigt etwa die Temperatur oder der Druck innerhalb des physischen Systems an, so wird diese Zustandsänderung sofort im virtuellen System gespiegelt. Auf der anderen Seite ist der digitale Zwilling mit dem realen Zwilling über die Vernetzungskomponenten rückgekoppelt, wodurch Änderungen im virtuellen System gleichermaßen im physischen System erfolgen, indem das reale Objekt diese anhand seiner Aktorik simultan umsetzt (Anderl 2015: 754 f.; Jodlbauer 2018: 147 f.; Kunath/Winkler 2019: 274 f.; Pistorius 2020: 10). Obgleich SCoT prinzipiell als CPS im engeren Sinne zu klassifizieren sind, handelt es sich bei derartigen *Systemen* indes nicht nur um einzelne autonom agierende, mit physischen, intelligenten und informatorischen Komponenten ausgestattete Gegenstände wie bspw. Smartphones oder die bei Automobilen zum Einsatz kommenden Einparkhilfen. Vielmehr können CPS im weiteren Kontext neben als SCoT zu charakterisierenden Objekten und Geräten ebenso ganze „[...] Gebäude, Verkehrsmittel, aber auch Produktionsanlagen, Logistikkomponenten etc.“ umfassen, die „eingebettete Systeme enthalten [und] kommunikationsfähig gemacht werden“ (Bauernhansl 2017: 11 f.). CPS stellen somit aus Systemperspektive und insbesondere mit Blick auf die in der Industrie 4.0 angedachten Produktionssysteme den Verbund verschiedener, in Echtzeit miteinander in einem Netzwerk kommunizierender, verknüpfter und interagierender SCoT dar (Hermann et al. 2015: 8 f.; Anderl 2015: 754; Burger et al. 2017: 60; Boyes et al. 2018: 2; Jodlbauer 2018: 90; Bendel 2019: 45 f.; Steven 2019: 84 f.; Pistorius 2020: 10 f.).

Im Bereich der angedachten Transformation industrieller Wertschöpfungsprozesse durch die Industrie 4.0 kommt den CPS insbesondere in Gestalt der cyber-physischen Produktionssysteme (CPPS) eine besondere Bedeutung zu. Ein CPPS wird definiert als eine

Produktionsanlage oder eine Fabrik, in der verschiedene CPS im Fertigungsprozess integriert sind, folglich in einem Wertschöpfungsnetzwerk miteinander interagieren und als Gesamtsystem autonom operieren. Als kooperative Systeme sind CPPS auf Grund der bereits dargestellten, integralen technischen Eigenschaften, die SCoT und CPS prinzipiell aufweisen, und kraft des damit einhergehenden Vermögens in Form ihrer Rechen-, Kommunikations-, Wahrnehmungs- und Änderungsfähigkeit „weitestgehend selbstständig in der Lage [...], auf Fertigungsanforderungen, Störungen und andere Signale aus ihrer Umwelt zu reagieren“ (Steven 2019: 86) und besitzen somit die „Befähigung zur durchgängigen Betrachtung von Produkt, Produktionsmittel und Produktionssystem unter Berücksichtigung sich ändernder und geänderter Prozesse“ (Forschungsunion/acatech 2013: 84). So können CPPS mittels der in Echtzeit erfolgenden Erhebung und Auswertung relevanter Daten nicht nur Änderungen bei der Produktion sofort erkennen, sondern hiervon betroffene Prozessabläufe in Echtzeit autonom und dezentral organisieren, Justierungen vornehmen und entsprechende Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen einleiten sowie die jeweiligen Daten, Informationen, aber auch durchgeführte Reaktionen und Aktionen über entsprechende Mensch-Maschine-Schnittstellen kommunizieren. Ein weiteres zentrales Ziel hinsichtlich der CPPS und CPS liegt darin, diese anhand entsprechender Software in die Lage zu versetzen, Anomalien oder Abweichungen vom Standard im Prozessablauf mittels der erhobenen Sensordaten zu erkennen, hierfür verantwortliche Ursachen zu determinieren und korrigierend einzugreifen. Insbesondere auf Grund dieser Vorzüge in Gestalt der Selbstkonfiguration und -steuerung sowie des Selbstlernens stellen CPPS eine wesentliche Voraussetzung für die sogenannte Smart Factory im Kontext der Industrie 4.0-Architektur dar (Michels 2016: 266; Jodlbauer 2018: 140 f; Steven 2019: 86; Sohr et al. 2020: 14 f.).

Mit Hilfe der gegenwärtigen, insbesondere aber der künftigen Generationen von CPS und CPPS sollen idealiter eine Reihe verschiedener Potentiale ausgeschöpft und damit klare Vorteile gegenüber klassischen Fertigungsarchitekturen realisiert werden. So eignen sich derartige Systeme etwa dafür, einen grundsätzlich höheren Grad an Flexibilität innerhalb der Fertigung zu erzielen. Eine höhere Anpassungsfähigkeit bedeutet hierbei nicht nur, dass Störungen im Fertigungsprozess rascher erkannt und behoben oder Ausfälle in den Lieferketten schneller als bisher berücksichtigt werden können, sondern auch, dass Änderungen in der Produktion wie bspw. im Fall des Wechsels von Maschinen und Werkzeugen in Form von Fertigungsmodulen (vgl. Kapitel 9.3.3.2) bei der (parallelen) Fertigung mehrerer Produktvarianten oder verschiedener personalisierter Produkte mit geringen Losgrößen im Zuge der *Mass Customization* auch kurzfristig vollzogen werden können. Aus den damit verkürzten Rüstzeiten lässt sich dementsprechend die Maschinenauslastung steigern, wodurch die Fertigungskosten reduziert und die

Produktivität folgerichtig erhöht werden können. Gleichzeitig ermöglichen es CPS respektive CPPS, auf Grund der durchgängigen Vernetzung der beteiligten Akteure und Komponenten sowie der daraus resultierenden Verfügbarkeit aller relevanten Daten und Informationen lückenlose, transparente und dadurch fundiertere sowie agilere Entscheidungen zu treffen, womit der steigenden Fertigungskomplexität Rechnung getragen wird. Darüber hinaus erlaubt die Vernetzung nicht nur eine durchgängige Überwachung, Kontrolle und Steuerung, sondern auch eine bessere Planbarkeit sowie eine höhere Qualität und – mit Blick auf den Ressourceneinsatz – gesteigerte Effizienz der Produktion. In diesem Zuge soll es der mit CPS und CPPS einhergehende erhöhte Automatisierungsgrad ermöglichen, verschiedene Arbeitsschritte innerhalb der Fertigung einzusparen, um so den Produktionsfaktor in Form der menschlichen Arbeitskraft zu reduzieren und die Personalkosten signifikant zu senken. Demgegenüber stehen indes auch spezifische aus diesen Potentialen resultierende Herausforderungen. So sind CPPS auf Grund der höheren Komplexität der Wertschöpfungsketten anfällig für systeminterne- aber auch -externe Störfaktoren. „Autonome Systeme können sich falsch entscheiden, entweder weil sie unpassende Regeln befolgen oder Situationen und Vorgänge unkorrekt interpretieren“ (Bendel 2019: 46). Darüber hinaus hängen sie in hohem Maße „von aktuellen Daten und korrekten Informationen ebenso ab wie von einer funktionierenden Stromversorgung“ (ibid.: 47) und sind im Falle ungeeigneter oder gar fehlender Abwehrmechanismen auch angreifbar durch über das Internet vollzogene Cyberattacken, durch welche ein gesamtes Wertschöpfungsnetzwerk potentiell lahmgelegt und geschädigt werden kann (Forschungsunion/acatech 2013: 5–7; Bendel 2019: 46 f.; Steven 2019: 86–88; Pistorius 2020: 11 f. u. 69 f.).

9.3.2.3 *Das Internet der Dinge und Dienste*

Die Architektur der Industrie 4.0, die auf den Funktionseigenschaften der SCoT gründet und im Kontext der CPS sowie speziell der CPPS konkretisiert wird, findet schließlich das sie tragende Gerüst in Form des *Internet of Things* (IoT) und *Internet of Services* (IoS), die als Verbund bisweilen auch unter dem Begriff *Internet der Dinge und Dienste* zusammengefasst werden. Obgleich das IoT von Beginn an einen prägenden Einfluss auf die sich im Jahr 2011 in der Bundesrepublik angestoßene Debatte ausübte und in diesem Zuge als zentraler Wegbereiter für die vierte industrielle Revolution betrachtet wurde (vgl. Kagermann et al. 2011: 2; Forschungsunion/acatech 2013: 17), reicht das Konzept eines Internet der Dinge – und damit

die grundlegende Idee, Gegenstände jeglicher Art in das herkömmliche Internet¹⁷⁰ einzubinden – auf eine anekdotisch anmutende Begebenheit Anfang der 1980er Jahre zurück: Im Jahr 1982 befand sich der einzige Coca-Cola-Automat des Informatikgebäudes der Carnegie Mellon University in Pittsburgh, Pennsylvania, im dritten Stock der Wean Hall. Allen voran einer Gruppe von Informatikstudenten aus den anderen Stockwerken bereitete der Weg zum Automaten besondere Unannehmlichkeiten, wenn dieser entweder nicht mehr befüllt oder die neu einsortierten Getränke noch nicht kühl genug waren, weshalb sie kurzerhand den Automaten mit dem Computernetzwerk der Universität verbanden. Hierdurch war es den Studenten nicht nur gelungen, stets den aktuellen Füllstand des Automaten sowie die Temperatur der Getränke vor jedem Gang vom Schreibtisch aus *online* zu überprüfen, auch hatten sie faktisch das erste mit Sensoren ausgestattete, nicht als Computer zu klassifizierende Gerät an ein Netzwerk angeschlossen und damit auch eine erste Form des freilich so noch nicht betitelten Internet der Dinge erschaffen (Rothchild 2014: 1; Ornes 2016: 11059).

Die eigentliche Prägung des Begriffs sowie eine erste inhaltliche Spezifizierung des IoT erfolgte indes erst Ende des 20. Jahrhunderts durch Kevin Ashton, dem späteren Mitbegründer und zeitweiligen Direktor des Auto-ID Center am MIT. Ashton, der als Markenverantwortlicher für eine Reihe von Kosmetikprodukten bei dem Unternehmen Procter & Gamble arbeitete, stellte regelmäßig bei der Überprüfung der Bestände des von ihm verwalteten Sortiments vor Ort im Einzelhandel fest, dass bestimmte Artikel nicht mehr verfügbar waren und daher erst nach einer Kontrolle mit zeitlicher Verzögerung nachgeliefert wurden. Hieraus reifte die Idee, Produkte mit RFID-Chips auszustatten, um so nicht nur jeden Artikel eindeutig identifizieren und seine Position während des Fertigungsprozesses bis zum Verkauf an den Endverbraucher bestimmen zu können, sondern auch, um Lagerbestände bei den Abnehmern des Einzelhandels aktuell zu halten und im Bedarfsfall eine Lieferung zu veranlassen. Da ein großflächiger Einsatz zum damaligen Zeitpunkt mit mehreren US-Dollar pro Chip allerdings schlicht noch nicht kosteneffizient zu gestalten war, niedrigere Stückkosten von wenigen Cent bei größeren Chargen mittelfristig aber realistisch erschienen, begann er sein Vorhaben im Austausch mit anderen Wissenschaftlern am Auto-ID Center voranzutreiben und schlug im Jahre 1999 in einer Präsentation bei Procter & Gamble schließlich die Vision eines alle möglichen Gegenstände verknüpfenden, von ihm selbst als *Internet of Things* bezeichneten Netzwerkes vor, das sich durch die Kommunikation zwischen verschiedenen Gegenständen sowie die permanente Erhebung von

¹⁷⁰ Das ursprüngliche und landläufig als Internet bezeichnete Netzwerk (vgl. Kapitel 8.4.4) wird im Kontext sowie in Abgrenzung zum IoT und IoS, deren tragende Infrastruktur es nicht zuletzt darstellt, bisweilen auch als *Internet der Daten* bezeichnet (vgl. Anderl et al. 2016: 123; Günthner et al. 2017: 108; Steven 2019: 77).

Daten auszeichnete und eine – aus seiner Sicht – neue Ebene maschineller Wahrnehmung einläuten könnte (Oriwoh/Conrad 2015: 1; Ornes 2016: 11059; Ferguson 2016: 813 f.; Brandt/Kordel 2019: 140; Greer et al. 2019: 5; Steven 2019: 77; Zhang et al. 2020: 34).

Bis sich jedoch aus Ashtons Vision eines Internet der Dinge das heutige IoT im Sinne einer Erweiterung des herkömmlichen Internets entwickelte, bedurfte es einer Reihe integraler technologischer Weiterentwicklungen innerhalb der Netzwerkarchitektur des Internets einerseits und im Bereich der Vernetzungskomponenten und Datenübertragung andererseits. Denn nicht nur erfordert grundsätzlich jedes im Internet zu vernetzende Objekt eine eigene identifizierbare und adressierbare IP-Adresse, auch ist eine entsprechende Miniaturisierung mit einer gleichzeitig einhergehenden Stückkostendegression der erforderlichen Vernetzungskomponenten von Nöten (vgl. Kapitel 9.3.2.1), um diese selbst bei niedrigpreisigen Gegenständen mit einer Größe von nur wenigen Zentimetern integrieren zu können. Darüber hinaus bedarf es schließlich schnellerer digitaler Kommunikations- und Übertragungsformate, die auch eine mobile Einbindung der Gegenstände ermöglichen. Eine hierfür zentrale Weiterentwicklung stellte die Einführung des Internetprotokolls IPv6 im Jahr 2012 dar, in dessen Zuge der Pool theoretisch verfügbarer IP-Adressen von etwa 4 Mrd. auf 2^{128} oder rund 340 Sextillionen ausgeweitet werden konnte und mit dem nun beinahe jeder denkbare Gegenstand vernetzt werden kann. Zentral war ferner einerseits die Entwicklung und der flächendeckende Ausbau des 4G-Übertragungsstandards in den Mobilfunknetzen Ende der 2010er Jahre, mittels dessen eine Datenübertragungsgeschwindigkeit von mehreren hundert MBit pro Sekunde erreicht werden kann, die damit jene des vorangegangenen 3G-Mobilfunkstandards um ein Vielfaches übersteigt. Andererseits stellte die Einführung des 5G-Übertragungsstandards für Mobilfunknetze im Jahr 2018 insbesondere mit Blick auf die zunehmende Ausbreitung der SCoT sowie die weltweit ansteigende Datenmenge (vgl. Kapitel 9.3.2.4) einen integralen Schritt dar, erlaubt er doch nicht nur Übertragungsraten von bis zu 10 Gbit pro Sekunde, sondern auch einen im Vergleich zu 4G deutlich niedrigeren Energieverbrauch bei kürzeren Latenzzeiten und ermöglicht damit erst einen wirklichen Echtzeitaustausch verschiedener im Internet vernetzter Objekte auch bei hohen Datenvolumina von mehreren Terrabyte pro Stunde (Forschungsunion/acatech 2013: 17; Jodlbauer 2018: 90 f.; Steven 2019: 78 f.; Pistorius 2020: 71 f.; Zhang et al. 2020: 40).

Seit Aufkommen des Begriffs hat das IoT als Technologie ein stetig wachsendes Interesse von Seiten der Wissenschaft und Wirtschaft erfahren, womit sich verschiedene Forschungsschwerpunkte mit teils divergierenden Abgrenzungen des Konzepts herausgebildet haben (vgl. Greer et al. 2019; Zhang et al. 2020). Zunächst und grundsätzlich lässt sich das IoT

als eine weitere Stufe respektive Expansion des Internets der Daten um all jene Gegenstände verstehen, die „über eine Schnittstelle zum Internet verfügen und nicht notwendigerweise ein Computer sind. Das IoT ist somit das weltweite Kommunikationsnetzwerk aller Dinge, die mit einer IP-Adresse ausgestattet sind“ (Jodlbauer 2018: 91) und vollzieht als Erweiterung des herkömmlichen Internets „die Verknüpfung von physischen Objekten aus der realen Welt mit einem Repräsentanten in der virtuellen Welt“ (Pistorius 2020: 9).

Wie in dieser Hinsicht allerdings einzuwenden ist, greifen derartige, primär auf eine bloße digitale Vernetzung von Objekten abzielende Abgrenzungen zu kurz, da sie die notwendige Integration der vernetzten Objekte über Plattformen sowie die durch diese Form der Einbindung ermöglichten und für das IoT als charakteristisch zu wertenden Anwendungen und Funktionen übergeht. Aus diesem Grund ist das IoT vielmehr als eine Verknüpfung von SCoT bzw. CPS untereinander sowie deren Anbindung an integrierende IoT-Plattformen¹⁷¹ und den auf diesen angebotenen Dienstleistungen aufzufassen, für die prinzipiell gilt, dass sie den Nutzern neben der Integration vernetzter Dinge auch eine Reihe von Funktionen durch Anwendungen zur Verfügung stellen. Erst durch diese Einbindung von SCoT auf IoT-Plattformen und der damit einhergehenden Verfügbarmachung bestimmter Dienste, wirkt – so lässt sich konstatieren – eine digitale Vernetzung sinnstiftend und generiert einen tatsächlichen Mehrwert für die Anwender, da die Verarbeitung und der Zugriff auf große Datenbestände mit Bezug auf die im IoT verbundenen Objekte ermöglicht wird. Diese über das Internet bereitgestellten Dienstleistungen, die von einer Onlinewartung von Anlagen im Sinne der SCoT über Lagerbestandsprüfungen und automatisierte Bestellungen bis hin zu Video- und Musikstreamingdiensten reichen können, stellen nicht nur eine wesentliche Voraussetzung für das IoT dar, sondern auch eine zweite wesentliche Erweiterung des Internets, die gemeinhin – und wie eingangs bereits angedeutet – als IoS bezeichnet wird. Das IoT ist mit Bezug auf das im Rahmen der Industrie 4.0 anvisierte Ziel einer intelligenteren und effizienteren Gestaltung von Prozessen folglich stets im Kontext der über die IoT-Plattformen bereitgestellten Dienstleistungen und damit im Verbund mit dem IoS zu betrachten (Hermann et al. 2015: 9 f.; Sandler 2016a: 25–32; Jodlbauer 2018: 91; Steven 2019: 77 f.; Pistorius 2020: 9; Sinsel 2020: 4–7).

Einen wichtigen Bestandteil des IoS und damit zugleich eine zentrale Voraussetzung für das IoT sowie integrale Basistechnologie der Industrie 4.0 stellt das sogenannte Cloud¹⁷²

¹⁷¹ Z. B. Microsoft Azure IoT Suite, Amazon Web Services IoT oder Google Cloud IoT.

¹⁷² Die Cloud – zu Deutsch in etwa Daten- oder Rechnerwolke – ist eine Metapher und lässt sich grundsätzlich als ein Konglomerat verschiedener dezentralisierter physischer und virtualisierter IT-Ressourcen verstehen, die in

Computing dar, bei dem sowohl ein Teil der IT-Infrastruktur als auch der IT-Dienstleistungen an entsprechende, von externen Anbietern bereitgestellte Plattformen ausgelagert werden. Im Zentrum sämtlicher Cloud-Dienste stehen gemeinhin Daten und Informationen sowie die darauf bezogenen Dienstleistungen, d. h. die dezentralisierte Speicherung, Analyse, Verwaltung und Verfügbarmachung von Daten und Informationen für alle berechtigten Parteien. Charakteristisch ist hierbei zum einen, dass sämtliche IT-Infrastrukturen und -Dienstleistungen somit nicht vom Nutzer selbst bereitgestellt werden müssen, sondern extern bezogen werden können, und daraus folgend zum anderen, dass Unternehmen als Nutzer skalierbar entweder auf individualisierte oder aber standardisierte virtualisierte IT-Ressourcen in Abhängigkeit des tatsächlichen Bedarfs zugreifen können, womit die Fixkosten insbesondere der für die Erbringung der Dienstleistung notwendigen Infrastruktur auf den Anbieter ausgelagert werden können und für das Unternehmen nur noch nutzungsabhängige variable Kosten anfallen. Die Bereitstellung von IT-Ressourcen über Cloud Computing kann mittels verschiedener Organisationsformen der Cloud-Infrastruktur in Gestalt von *Private*, *Public*, *Hybrid* und *Community Clouds* erfolgen. Eine *Private Cloud* stellt eine interne Lösung dar, die exklusiv etwa in Form eines Rechenzentrums für ein einziges Unternehmen betrieben, hierbei aber entweder vom Unternehmen selbst oder aber von einem externen Dienstleister – in beiden Fällen aber mit vom Unternehmen eigenständig zu tragenden Fixkosten – bereitgestellt und verwaltet wird, und lediglich den eigenen Mitarbeitern, Kunden und Partnern in einer Umgebung mit größtmöglicher Vertraulichkeit und Sicherheit der Daten zur Verfügung steht. Im Falle einer *Community Cloud* herrschen in der Regel die gleichen Rahmenbedingungen wie bei der *Private Cloud*, allerdings wird die entsprechende IT-Infrastruktur (z. B. Rechenzentren) von einer Gruppe verschiedener Unternehmen mit ähnlichen Anliegen, Zielsetzungen oder Anforderungen etwa im Bereich der Sicherheit in Anspruch genommen, während die anfallenden Kosten abhängig von der Nutzung auf die beteiligten Unternehmen umgelegt werden. Beim Modell einer *Public Cloud*, gehen die Kosten der Infrastruktur sowie für die Bereitstellung der IT-Dienstleistungen gänzlich an den Cloud-Anbieter über. Die über die *Public Cloud* bereitgestellten Ressourcen stehen hierbei grundsätzlich der gesamten Öffentlichkeit für ein nutzungsabhängiges Entgelt zur Verfügung, bergen aber unter Umständen das Risiko einer geringeren Datensicherheit der beteiligten Nutzer. Bei einer *Hybrid Cloud* handelt es sich wiederum um eine Mischform der *Private*, *Community* und *Public Cloud*, da sie – angepasst an die Funktions- und Sicherheitsbedürfnisse des Nutzers

Form der Datenspeicherung, Rechenkapazität sowie softwarebezogener Anwendungen von Dienstleistern über ein Netzwerk, für gewöhnlich in Form des Internets, zur Verfügung gestellt und verwaltet werden (Mell/Grance Timothy 2011: 2; Forschungsunion/acatech 2013: 84; Jodlbauer 2018: 12; Ray 2018: 724; Kubach 2020: 290).

– unterschiedliche IT-Infrastrukturen und Dienstleistungen der verschiedenen Cloud-Typen zur Verfügung stellt. Eine *Hybrid Cloud* kann dementsprechend aus der Infrastruktur einer *Private Cloud*, die als eigenständige Entität unter der Verwaltung des Unternehmens steht, bestehen und an die Infrastruktur einer *Public Cloud* angebunden werden. So können etwa sensible Daten in der *Private Cloud* und damit im Sicherheitsbereich des eigenen Unternehmens belassen werden, gleichzeitig aber bestimmte Ressourcen und Anwendungen eines externen Anbieters in der *Public Cloud* genutzt werden. Neben diesen Organisationformen sind schließlich auch verschiedene Dienstleistungsmodelle des Cloud Computing in Form der *Infrastructure as a Service* (IaaS), *Platform as a Service* (PaaS) sowie der *Software as a Service* (SaaS) zu unterscheiden, die in jedem der genannten Modelle implementiert werden können. IaaS kann gemeinhin als Grundform des Cloud Computing erachtet werden, da sich die Dienstleistung auf die rudimentären Bedürfnisse von Nutzern konzentriert. Hierbei stellt ein externer Dienstleister einem Unternehmen die notwendige Hardware als IT-Infrastruktur und damit Serverkapazitäten zur Datenspeicherung und Rechenkapazitäten zur Datenverarbeitung gegen ein nutzungsabhängiges Entgelt bereit. Bei der PaaS wird das Angebot eines externen Dienstleisters in der Form ausgeweitet, dass neben der IT-Infrastruktur auch eine Plattform mit eigenem Betriebssystem sowie einer entsprechenden Entwicklungsumgebung zur Verfügung gestellt wird, auf welcher Nutzer Softwareanwendungen entwickeln, Tests unterziehen, speichern und ausführen können. Das Modell der SaaS beinhaltet schließlich das umfangreichste IT-Dienstleistungsangebot, da Nutzer zusätzlich extern bereitgestellte Software je nach Bedarf über das Internet gegen ein nutzungsabhängiges Entgelt in Anspruch nehmen können, ohne hierfür eine Lizenz zu benötigen oder ein Programm lokal installiert haben zu müssen. Unabhängig von der jeweiligen Organisationsform der Cloud-Architektur sowie den unterschiedlichen Dienstleistungsmodellen generiert das Cloud Computing durch die Auslagerung der IT-Infrastruktur sowie damit einhergehender spezifischer Dienstleistungen nicht nur signifikante Kosteneinsparungseffekte, sondern befähigt Unternehmen auch Daten und Informationen orts- und zeitunabhängig zu speichern, zu verarbeiten und für alle an der Wertschöpfungskette beteiligten Parteien verfügbar zu machen. Es stellt in diesem Sinne das eigentliche Rückgrat des IoS dar und schafft eine zentrale Voraussetzung für die intelligente und effiziente Vernetzung (Mell/Grance Timothy 2011: 2 f.; Sandler 2016d: 49–52; Fauser et al. 2017: 75; Jodlbauer 2018: 12; Ray 2018: 724; Steven 2019: 82–84; Kubach 2020: 290–292; Pistorius 2020: 15–17).

In welcher Beziehung stehen aber das Internet der Dinge und Dienste zur Industrie 4.0? Zunächst lässt sich festhalten, dass das IoT als globales Kommunikationsnetzwerk im Sinne einer technologischen Infrastruktur zur Einbindung sämtlicher internetfähiger und mit IP-

Adressen ausgestatteter Objekte, die nicht zwingend SCoT darstellen müssen, aufgefasst werden kann. Es bedarf jedoch – wie bereits verdeutlicht – spezifischer IoT-Plattformen, die für die nötige Integration der vernetzten Objekte einerseits essentiell sind und andererseits jenen Raum darstellen, in welchem die für die entsprechenden IT-Dienstleistungen des IoS zur Speicherung und Analyse der von den internetfähigen Gegenständen sowie den SCoT, CPS und CPPS erhobenen Daten bereitgestellt werden. Dergestalt lässt sich das IoT als die auf der Internettechnologie basierende Hardwareinfrastruktur zur digitalen Vernetzung betrachten, während das integral mit ihm verbundene IoS die zugrundeliegende informations- und kommunikationstechnologische Dienstleistungsinfrastruktur konstituiert, und die diversen IoT-Plattformen für die eigentliche Verzahnung und damit die Integration des IoT und IoS hin zu einem Internet der Dinge und Dienste Sorge tragen. Mit Blick auf das IoT und IoS lassen sich schließlich die SCoT, CPS und CPPS im Rahmen der Industrie-4.0-Architektur verorten: Ein oder mehrere SCoT bilden ein eigenständiges CPS oder CPPS. Gleichmaßen können mehrere CPS ein einziges CPPS konstituieren und verschiedene CPS respektive CPPS miteinander kommunizieren. Hierbei gilt, dass unabhängig davon, wie sich die einzelnen Systeme zusammensetzen, sämtliche Bausteine über das im industriespezifischen Kontext auch mit dem Begriff *Industrial Internet of Things* bezeichnete IoT als globales, bisweilen aber auch als lokales Kommunikationssystem miteinander verbunden sind. Als Infrastruktur realisiert das IoT nicht nur die Vernetzung der SCoT, CPS und CPPS, sondern ermöglicht auch die Kommunikation der von diesen mittels passender Sensorik über eigene Zustände, Prozesse und die jeweilige Umgebung gesammelten Daten. Für eine Speicherung und sinnvolle Auswertung der Daten sowie für die daran anschließende Synthese nutzbarer Informationen bedarf es wiederum entsprechender IoT-Plattformen und der auf diesen zur Verfügung gestellten Dienstleistungen, die das IoS konstituieren. Erst durch diese Verzahnung der verschiedenen Technologien können Prozesse und Wertschöpfungsketten in der Industrie 4.0 hinsichtlich des Ressourceneinsatzes effizienter, intelligenter und auf Echtzeitbasis gestaltet werden (Hermann et al. 2015: 9 f.; Eigner 2016: 140–143; Sandler 2016a: 25–28; Steven 2019: 77 f.; Sinsel 2020: 7–12).

9.3.2.4 *Big Data*

Mit der zunehmenden Ausbreitung der digitalen IKT ab den 1970er Jahren hat sich nicht nur grundlegend die Art und Weise verändert, wie Daten und Informationen erhoben, gespeichert, verarbeitet und übermittelt werden, auch hat die absolute Menge der weltweit produzierten analogen und insbesondere digitalen Daten signifikant zugenommen. Auch wenn Erhebungen hinsichtlich des Anstiegs der weltweiten Datenmenge nur eine grobe Einschätzung darstellen, und

die tatsächlichen Volumina der zu einem beliebigen Zeitpunkt existierenden Daten prinzipiell schwierig zu ermitteln sind, lassen sich aus diesen Schätzungen doch zumindest Trendaussagen ableiten. So ist etwa davon auszugehen, dass im Jahr 1986 das weltweite kumulierte (analoge und digitale) Speichervolumen ca. 2,6 Exabyte oder rund 2,8 Mrd. Gigabyte betragen hat und sich bis zum Jahr 2007 auf schätzungsweise 296 Exabyte und damit innerhalb von 20 Jahren um rund 11.400 % vergrößert hat (Hilbert/López 2011: 61 f.).¹⁷³ Dieser Anstieg wurde und wird indes noch weiter übertroffen, zeigen doch aktuelle Hochrechnungen der International Data Corporation (IDC), dass das global produzierte Datenvolumen im Jahr 2020 etwa 64 Zettabyte betragen haben dürfte und bei einer jährlichen Wachstumsrate bis zum Jahr 2025 von 23 % auf rund 180 Zettabyte ansteigen wird (vgl. IDC 2021). Unabhängig von den ursächlichen Faktoren¹⁷⁴ wird das Resultat dieser allen voran spätestens Ende des 20. Jahrhunderts immer deutlicher werdenden, als Datenexplosion zu charakterisierenden Entwicklung gemeinhin als *Big Data* bezeichnet. Hierbei dient der Begriff aber, der als Anglizismus mittlerweile auch eine feststehende Wendung im Deutschen darstellt, nicht nur der quantitativen Beschreibung des exponentiellen Anstiegs der globalen Datenmenge, sondern auch und insbesondere der Kennzeichnung qualitativer Dimensionen. Gemeint sind dabei einerseits die mit Big Data einhergehenden Herausforderungen und Potentiale, andererseits entsprechende Strategien, Methoden und Technologien zur zielgerichteten Analyse von Massendaten für eine informationsgestützte

¹⁷³ Dies entspricht indes nicht der Gesamtmenge der tatsächlich *existenten* Daten zum jeweiligen Zeitpunkt.

¹⁷⁴ Das exponentielle Wachstum lässt sich hierbei grundsätzlich auf die sukzessive Weiterentwicklung sowie Ausdehnung und Implementierung der digitalen IKT im privaten, öffentlichen, wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Raum zurückführen. Dergestalt lassen sich mit Blick auf die Progression digitaler Technologien zwei wesentliche Trends beobachten: Zum einen hat die – durch eine höhere Rechenleistung und Speicherkapazität ausgedrückte – gesteigerte Leistungsfähigkeit in Kombination mit der zeitgleich verlaufenden Kostendegression das Potential erhöht, Daten und Informationen zu verarbeiten und zu speichern. Daraus folgend haben zum anderen die immer leistungsfähigeren technischen Applikationen und Geräte – allen voran in Gestalt von Computern, Smartphones oder des Internets – nicht nur das Vermögen der Anwender vergrößert, Daten massenhaft zu produzieren, sondern auch die Art und Weise verändert, wie diese in Echtzeit global kommuniziert und konsumiert werden, was in der Konsequenz sowohl zu gänzlich neuen Applikationen als auch zu einem veränderten Nutzungsverhalten ihrer Anwender geführt hat. Digitale Daten und Informationen beziehen sich hierbei – wie bereits erörtert – grundsätzlich auf sämtliche in Gestalt von Zahlen, Wörtern, Texten, Bildern und damit auf in audiovisuellen Formaten kodierte Inhalte und umfassen demgemäß Kategorien von Filmen, Bildern und Musik über Nachrichten, physikalische Messgrößen oder Standortdaten bis hin zu geographischen Bewegungsmustern und Sensordaten. Dabei werden alle Formen digitaler Daten und Informationen entweder manuell von Menschen mittels Geräten über die mobile Internetnutzung (bspw. Smartphones, Notebooks und Tablets) bspw. im Rahmen konkreter Applikationen im Bereich sozialer Netzwerke und des Cloud Computing, oder aber automatisch und autonom durch vernetzte Gegenstände, Geräte, Fahrzeuge und Maschinen erzeugt. Während also die zunehmende Ausbreitung und Weiterentwicklung der digitalen IKT sowie deren kontinuierlichen Leistungszunahme erst die Fähigkeit geschaffen hat, Daten und Informationen in größerem Maße zu verarbeiten, liegt die wesentliche Ursache für das rasante Datenwachstum in der Zunahme der über das Internet von Menschen und Maschinen anhand von Geräten und Gegenständen vollzogenen digital-elektronischen Produktion, Kommunikation und Konsumtion von Daten und Informationen (Weiss/Indurkha 1998: 2 f.; Forschungsunion/acatech 2013: 20; Bitkom 2014: 3; Prabhu/S 2014: 627 f.; Jodlbauer 2018: 19 f.; Steven 2019: 74 f.).

und damit wissensbasierte Unterstützung von Entscheidungsprozessen (Christl 2014: 12; Mayer-Schönberger 2015: 14; Sandler 2016d: 46 f.; Wagner/Jost 2020: 66).¹⁷⁵

In dieser Hinsicht werden zur Spezifizierung und Eingrenzung des Phänomens eine Reihe verschiedener Eigenschaften herangezogen, die gemeinhin als die „vier V von Big Data“ (Steven 2019: 73) bezeichnet werden und die Merkmale *Volume*, *Velocity*, *Variety* sowie *Veracity* umfassen, bisweilen aber auch um weitere Aspekte wie bspw. *Value* ergänzt werden (Jodlbauer 2018: 17; Steven 2019: 73; Meier 2021: 6).¹⁷⁶ *Volume* stellt die wohl offensichtlichste Eigenschaft von Big Data dar und drückt den exponentiellen Anstieg der Datenmenge aus, die produziert, erhoben, analysiert und genutzt wird, gleichzeitig aber mit den herkömmlichen, unsystematischen Methoden der Datenverarbeitung nicht länger adäquat bewältigt werden kann. *Velocity* verweist darauf, dass auf Grund der über das Internet in Echtzeit vollzogenen Kommunikationsmöglichkeiten nicht nur die Geschwindigkeit der Transaktionen (z. B. Kauf/Verkauf von Waren oder Dienstleistungen) signifikant gestiegen ist, sondern auch die Geschwindigkeit der Datenentstehung grundsätzlich zunimmt. Sie bezeichnet ferner die Geschwindigkeit der nahezu in Echtzeit erfolgenden Datenübertragung, die absinkende Spanne zwischen dem Zeitpunkt der Datenentstehung und der tatsächlich erfolgenden Datennutzung und somit die Aktualität eines Datensatzes, die in hohem Maße von der kontextuellen Relevanz

¹⁷⁵ Was das Aufkommen des Begriffs betrifft, so muss zwischen zwei Dimensionen von Big Data unterschieden werden. Mit Blick auf seine rein quantitative Bedeutung im Sinne des Datenanstiegs seit Einsetzen der Digitalisierung (vgl. oben) kam der Begriff Big Data – wie zuerst Lohr und jüngst Diebold in etymologischer Absicht herausgearbeitet haben – vermutlich bereits im Jahr 1989 auf, als der US-amerikanische Schriftsteller Erik Larson *Big Data* im Kontext großer Datenmengen verwendete. Bezogen aber auf seinen primär qualitativen Deutungsgehalt im Sinne der Nutzbarmachung von Daten, kann die Prägung des Terms auf den Wissenschaftsleiter des Unternehmens *Silicon Graphics*, John Mashey (1998), zurückgeführt werden, der während der 1990er Jahre mit Big Data vor allem auf technologische Lösungsstrategien zur Verarbeitung der exponentiell verfügbaren Daten referenzierte. In ähnlicher Absicht verwendeten Weiss und Indurkha den Begriff, um sowohl die globale Ausweitung der digitalen Datenmenge als auch konkrete technologische Anwendungsmöglichkeiten im Sinne einer systematisierten Analyse und Nutzung verfügbarer *großer* Datenbestände zu beschreiben (1998: 2–4), womit sie in der akademischen Welt zu den ersten Autoren gehören, die Big Data nicht nur als Phänomen und Herausforderung, sondern zugleich auch als Feld potentieller Applikationen und Strategien im informationsökonomischen Kontext auffassen. Kurz hiernach verfasste Douglas Laney im Jahr 2001, ein Mitarbeiter des auf technische Anwenderfragen spezialisierten Marktforschungsunternehmens META Group, ein internes Strategiepapier, welches das Phänomen Big Data näher spezifizierte, gleichzeitig als Sammelbegriff für Strategien und Technologien zur Verarbeitung großer Datenmengen verwendete und den monetären Mehrwert einer effizienten Datenanalyse für Unternehmen in den Vordergrund stellte. Spätestens ab dem Jahr 2012 erfuhr sodann das Thema Big Data auch und insbesondere im Sinne der Nutzung und Analyse großer Datenbestände in Folge der medialen Berichterstattung eine stärkere Wahrnehmung in der Öffentlichkeit, als dessen Potentiale auf dem Weltwirtschaftsforum in Davos diskutiert wurden und die US-Regierung im März desselben Jahres einen Investitionsplan in Höhe von 200 Mio. USD zur Förderung von Big Data-Anwendungen initiierte (vgl. Lohr 2013; Diebold 2021).

¹⁷⁶ Die *vier V* basieren hierbei grundlegend auf der Konzeptualisierung von Laney, der darauf hinwies, dass sich das Phänomen Big Data nicht nur durch den exponentiellen Anstieg der Datenmenge (*Data Volume*) im Zuge des verstärkten elektronischen Geschäftsverkehrs respektive Internethandels auszeichne, sondern auch durch die von ihm so bezeichneten Attribute *Data Velocity* und *Data Variety*, d. h. einerseits durch die zunehmende Geschwindigkeit, mit welcher Daten entstehen, andererseits durch die grundsätzlich ansteigende Komplexität und Vielfalt der Typen und Formate, in denen Daten vorliegen können (vgl. Laney 2001).

abhängt. Mit der Kennzeichnung *Variety* wird hingegen auf die Tatsache aufmerksam gemacht, dass Big Data grundsätzlich durch eine außerordentliche Vielfalt an Datentypen, -formaten und -quellen gekennzeichnet ist. So liegen Daten nicht nur in strukturierten (z. B. Datenbanken), sondern auch in semistrukturierten (z. B. HTML) oder in gänzlich unstrukturierten Formaten (z. B. E-Mails, Musik, Videos, Bilder) vor, die je nach Typ und Bezugsrahmen unterschiedliche Komplexitätsgrade aufweisen und einer großen Bandbreite unterschiedlicher Quellen¹⁷⁷ entstammen. *Veracity* beschreibt den insbesondere im Kontext von Big Data – aber auch grundsätzlich – geltenden Befund, dass Daten mit Unsicherheit behaftet, vage oder schlicht ungenau sein können und ihr Wahrheitsgehalt dementsprechend variiert bzw. erst gar nicht gegeben ist. Hierbei resultiert die Unsicherheit von Daten aus dem Umstand, dass diese bisweilen nicht komplett, nicht korrekt, nicht mehr aktuell, zufällig entstanden, widersprüchlich oder inkonsistent sein können (vgl. Jodlbauer 2018: 24 f.). *Veracity* beschreibt somit eine Zielmarke von Big Data, d. h. die Notwendigkeit der Authentizität, Überprüfbarkeit und Vertrauenswürdigkeit von Daten und deren Herkunft und damit die prinzipielle Güte oder Qualität von Daten bzw. die Abwesenheit derselben, die es bei der Analyse großer Datenbestände und Massendaten zu berücksichtigen gilt. *Value* weist schließlich darauf hin, dass aus Daten – abhängig von ihrer kontextuellen Bedeutung – Informationen generiert werden können, sie somit nicht nur einen informativen, sondern mittelbar auch monetären Wert besitzen können, der anhand entsprechender Analyseverfahren realisiert werden kann. Das Phänomen Big Data zeichnet sich folglich nicht nur durch die Größe der Datenansammlung, die Geschwindigkeit der Datenentstehung und des -austausches, die Vielfalt der Erscheinungsformen von Daten und durch die Probleme, die aus der latenten Unsicherheit von Daten entstehen, aus, sondern auch durch den potentiellen Mehrwert, der aus adäquaten Lösungen zur Überwindung der inhärenten Herausforderungen und damit aus Analysemethoden für ihre Nutzbarmachung resultiert (Christl 2014: 12; Mayer-Schönberger 2015: 14; Sandler 2016d: 47; Jodlbauer 2018: 19–27 u. 35 f.; Steven 2019: 73; Knorre 2020: 6; Miebach 2020: 248 f.; Wagner/Jost 2020: 66 f.; Meier 2021: 5 f.).

Zunächst handelt es sich bei Big Data also zwar um das Phänomen der Massendaten einschließlich der hieraus resultierenden Herausforderungen; mittelbar aber – und mit Blick auf die Werthaltigkeit sowie den Nutzen von Daten – stellt es allen voran auch ein Mittel dar, das

¹⁷⁷ Zu den primären Quellen zählen (i) Daten aus den sozialen Medien (z. B. Facebook, Twitter, Instagram oder YouTube), (ii) personalisierte Daten etwa im Zuge der Nutzung bestimmter Applikationen (z. B. Suchverhalten auf Google oder Bing), (iii) Sensordaten von SCoT (z. B. Temperatur, Standort oder Geschwindigkeit), (iv) transaktionale Daten (bspw. finanzielle Umsätze oder Zu- und Abgänge im Lager) sowie (v) administrative Daten die etwa im Rahmen von Wertschöpfungsprozessen gesammelt werden (Jodlbauer 2018: 24; Miebach 2020: 249).

[...] neue Einsichten in die Wirklichkeit eröffnet. Big Data ist [...] eine neue oder jedenfalls signifikant verbesserte Methode der Erkenntnisgewinnung. Mit Big Data verbindet sich die Hoffnung, dass wir die Welt besser verstehen – und abgeleitet von diesem Verständnis bessere Entscheidungen treffen. Als Extrapolation der Vergangenheit und der Gegenwart erwarten wir, bessere Vorhersagen über die Zukunft machen zu können. (Mayer-Schönberger 2015: 14)

Während Entscheidungen zuvor noch auf Grundlage von Stichproben getroffen werden mussten, erlauben Big Data und die hierauf ausgerichteten Methoden hingegen Entscheidungsfindungen, die im Zuge „der Vermessung der Grundgesamtheit“ (Stengel 2017c: 45) eine fundiertere Basis ermöglichen sollen. Jene Gewinnung neuer Erkenntnisse, bzw. die Fähigkeit, mittels zielgerichteter Auswertung von Massendaten Informationen für die wissensbasierte Unterstützung von Entscheidungsprozessen generieren zu können, stellt den eigentlichen Kern und das Ziel von Big Data dar. Spricht man von Big Data im engeren Sinne und referenziert hierbei auf die Zielsetzung der Erkenntnisgewinnung auf Grundlage massenhaft erhobener Daten, so werden die hierauf ausgerichteten Verfahrensweisen und Methoden gemeinhin als *Big Data Analytics* bezeichnet (Wagner/Jost 2020: 68 f.; Miebach 2020: 248 f.; Meier 2021: 8–10).

Ausgehend davon, dass kontextuelle Daten einen intrinsisch-informativen Wert besitzen und damit von nutzenstiftender Natur sein können, zugleich aber Milliarden von Geräten über das IoT vernetzt sind sowie mittels entsprechender Dienste kommunizieren und hierdurch auch immer mehr Daten produzieren, ist unschwer erkennbar, dass Big Data und das Feld der Big Data Analytics eine entscheidende Rolle bei der Optimierung von Wertschöpfungsprozessen spielen. Es scheint daher nur konsequent, dass die Forschungsunion bereits im Jahr 2013 die Relevanz von Big Data sowie die Notwendigkeit zur Entwicklung geeigneter Strategien für die Bewältigung und industrielle Nutzung großer Datenbestände in ihren Umsetzungsempfehlungen für die Industrie 4.0 deutlich hervorhob:

Durch die verstärkte Abbildung informationstechnischer Modelle mit skalierbarem Inhalt spielt der effiziente Umgang mit großen Datenmengen (*Big Data*) in der Entwicklung von Produkten und der zugehörigen Produktionssysteme eine wichtige Rolle, was auch die während der Produktion eines Produktionssystems anfallenden Daten betrifft. Hierzu sind geeignete Konzepte, Werkzeuge und Algorithmen zu entwickeln. (Forschungsunion/acatech 2013: 94 f.)

Wie Sandler aber in dieser Hinsicht betont, stellt der Bereich Big Data einschließlich der hierauf aufbauenden Analysemethoden im Kontext der Industrie 4.0 einen Sonderfall dar. Denn im Gegensatz zu personenbezogenen Daten (privater) Endanwender, die aus der Nutzung von bspw. Suchmaschinen entstehen und für sich genommen unstrukturiert und zunächst bezugslos sind, weisen industrielle Daten, die etwa von Geräten, d. h. von den in diesen zum Einsatz kommenden Sensoren und Aktoren sowie Softwareanwendungen erfasst und produziert werden, von vorherein einen Bezug zu ihrem Status, ihrer Nutzung oder zu anderen verknüpften

Geräten auf. Dabei gilt grundsätzlich, dass sowohl die Hersteller als auch die Anwender industrieller Geräte und Maschinen a priori bereits eine Kenntnis darüber haben, „welche Art von Daten sie in welchen Mengen aus welcher Quelle zu erwarten haben“ (Sendler 2016d: 47). Industrielle Daten können somit in zwei Formen vorliegen: Zum einen als erwartbare Solldaten und zum anderen als Ist-Daten, die sich entweder mit den Solldaten decken, oder von diesen abweichen, weshalb Anomalien als nicht erwartbare Daten überhaupt erst im Zuge einer Analyse erkannt, mit entsprechenden Fehlfunktionen eines Geräts oder innerhalb eines Prozesses assoziiert und sodann behoben werden können. Dabei unterliegt der Bereich von Big Data im Kontext der Industrie 4.0 sowie darüber hinaus gemeinhin einem mehrgliedrigen Prozess, in dem die anfallenden und zu verwertenden Daten erfasst, gespeichert und strukturiert, zu Informationen verdichtet, analysiert und schließlich für die spätere produktive Nutzung zur Optimierung des Wertschöpfungsprozesses aufbereitet werden. Da all diese Prozessschritte zur Verwertung von Massendaten die Grundgesamtheit umfassen und somit wegen der Menge und Komplexität der Datenbasis nicht manuell und mitnichten in Echtzeit vom Menschen oder herkömmlichen Verarbeitungsmethoden vollzogen werden können, kommen spezielle Big-Data-Anwendungen zum Einsatz, von denen die *Big Data Analytics* von übergeordneter Relevanz sind, legen diese doch erst den eigentlichen Wert und potentiellen Nutzen von zu Informationen aufbereiteten Daten frei (Sendler 2016d: 47 f.; Steven 2019: 74–77; Pistorius 2020: 27 f.).

Konkrete Methoden der Big Data Analytics im Umfeld der Industrie 4.0 – und darüber hinaus – stellen das *Data Mining*, das maschinelle Lernen sowie die *Preemptive Maintenance* dar, die in jeweils unterschiedlichen Anwendungsfeldern zum Einsatz kommen, grundsätzlich aber bei der Situationsanalyse, der Automatisierung von Produktionsprozessen sowie der Prognose künftiger Entwicklungen Anwendung finden und durch die Generierung von Informationen und Wissen auf eine Optimierung des Wertschöpfungsprozesses abzielen: So ermöglicht es das Data Mining Unternehmen, große Datenmengen in der Form zu interpretieren, dass nicht nur vergangene oder gegenwärtige Zustände erklärt, sondern auch künftige Trends auf Grundlage aktueller Daten vorhergesagt werden können, womit sich bspw. der Wareneinkauf effizienter gestalten oder Sicherheitsrisiken in der Produktion minimieren lassen. Maschinelles Lernen erlaubt es im Kontext der CPS hingegen, Algorithmen mit erhobenen Daten dahingehend zu trainieren, dass diese autonom die Steuerung von Maschinen übernehmen, einen effizienteren Ressourceneinsatz ermöglichen, oder auch als Assistenzsysteme Maschinisten Hilfestellungen leisten, um deren Einarbeitungszeiten zu verringern und Rüstzeiten zu minimieren. Preemptive oder auch Predictive Maintenance ermöglicht schließlich eine – mittels der durch entsprechende Sensorik erfassten Daten – vorsorgliche bzw. voraussagende Wartung von

Maschinen und Anlagen und damit die Behebung von Verschleiß oder sonstiger laufzeitbedingter Ausfälle noch bevor diese eintreten und zu einem Stillstand des Produktionsprozesses führen. Hierbei soll die Wartung, die individuell auf Grundlage von in Echtzeit erhobenen Zustandsdaten und nicht mittels der durchschnittlichen Lebensdauer von Komponenten ermittelt wird, idealiter zum spätmöglichsten Zeitpunkt und zugleich während jenes Zeitraums mit dem geringsten Einfluss auf den Fertigungsprozess (z. B. geringe Auslastung) vollzogen werden. Hierdurch lassen sich Produktionsausfälle vermeiden, Instandhaltungskosten reduzieren und das Leistungsniveau der Produktion sowie die Produktqualität als solche beibehalten oder gar maximieren. Mit Hilfe der Big Data Analytics lassen sich in Summe nicht nur Kostensenkungen sowie Produkt- und Serviceinnovationen realisieren, auch bilden sie die Voraussetzung für fundiertere und schnellere Entscheidungen im Wertschöpfungsprozess (Christl 2014: 12 f.; Jodlbauer 2018: 43, 53–66 u. 108 f.; Steven 2019: 76; Miebach 2020: 210–222, 243–248 u. 251; Pistorius 2020: 28–37; Wagner/Jost 2020: 68 f.).

Wie in der bisherigen Darstellung deutlich geworden ist, stehen die tragenden Elemente der Industrie 4.0 in einem aufeinander aufbauenden Verhältnis. Dabei fußen die verschiedenen Basistechnologien sowie die mit ihrem Einsatz anvisierte Zielsetzung – d. h. den Einsatz von Ressourcen im Wertschöpfungsprozess zu optimieren –, zugleich auf einer zweckdienlichen, effizienten und in Echtzeit vollzogenen Nutzung aller im Rahmen der für die Wertschöpfung als maßgeblich zu erachtenden Prozesse massenhaft anfallenden Daten und Informationen. Hiervon ausgehend lässt sich zurecht konstatieren, dass erst „mit der Erfassung, Verarbeitung und Verwendung von Unmengen von Daten [...] das Internet der Dinge und Dienste [sowie] cyberphysische Systeme“ (Jodlbauer 2018: 11) auch ihr volles Potential entfalten können, weshalb Big Data im Sinne „der systematischen Erfassung sowie der zielgerichteten Analyse und Nutzung von Daten“ den „Dreh- und Angelpunkt von Industrie 4.0“ (Steven 2019: 72) und folglich – als eigentliches Bindemittel zwischen den verschiedenen Basistechnologien einerseits und den zu verwertenden Daten und Informationen andererseits – das zentrale Instrument des angedachten Produktionsregimes zur Optimierung der Wertschöpfung darstellt.

9.3.3 Gestaltungsprinzipien

Neben den bereits aufgeführten digitalen Basistechnologien sowie deren Vernetzung und Kombination fußt das Konzept der Industrie 4.0 auch auf einer Reihe verschiedener Gestaltungsprinzipien. Diese Prinzipien resultieren zwar aus der anvisierten Implementierung der oben beschriebenen Industrie-4.0-Anwendungen in den industriellen Wertschöpfungsprozessen,

stellen aber zugleich eine notwendige Bedingung dafür dar, dass die Technologien ihren vollen Wirkungsgrad erzielen können und lassen sich im weiteren Kontext als grundlegende Anforderungsfelder an die hiermit einhergehenden, neuartigen digitalen Geschäftsmodelle begreifen. In der Konsequenz implizieren die durch die digitalen Technologien sowie die adaptierten Gestaltungsprinzipien veränderten Produktionssysteme und Wertschöpfungsnetzwerke den eingangs beschriebenen Paradigmenwechsel im Zuge der Industrie 4.0 (Dais 2017: 264; Jodlbauer 2018: 134; Steven 2019: 34). Gemeinhin lassen sich sechs dieser Gestaltungsprinzipien identifizieren: (i) Interoperabilität, (ii) Modularität, (iii) Dezentralisierung, (iv) Virtualisierung, (v) Serviceorientierung sowie (vi) Echtzeitfähigkeit (vgl. Hermann et al. 2015: 11).

9.3.3.1 Interoperabilität

Da die im Wertschöpfungsprozess eingesetzten CPS von verschiedenen Herstellern stammen können, gilt grundsätzlich: „Je mehr unterschiedliche Systeme es gibt, desto schwerer wird deren Vernetzung“ (Faber 2019: 16). Um folglich verschiedene, sich innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes im Einsatz befindender CPS untereinander und mit ihren jeweiligen Anwendern über das IoT und IoS zu verknüpfen sowie eine fehlerfreie und effiziente Kommunikation zu gewährleisten, müssen diese miteinander kompatibel sein. Wesentlich für die somit in einem von Industrie-4.0-Anwendungen geprägten Umfeld notwendige Interoperabilität¹⁷⁸ bei der Vernetzung aller am Wertschöpfungsprozess beteiligten Akteure (z. B. Maschinen, Unternehmen, Zulieferer und Kunden) ist die Festlegung und Implementierung einheitlich geltender Kommunikationsstandards in den entsprechenden Produktionssystemen. Im weiteren Kontext der Industrie 4.0 ist das Ziel der Interoperabilität nicht nur von grundlegender Bedeutung für CPS, sondern auch für informationsverarbeitende Systeme in Form von IoT-Plattformen. Hier gilt es, durch eine größtmögliche Kompatibilität mittels einheitlicher Schnittstellen (z. B. standardisierte Codes oder Protokolle) sowohl den Austausch von Daten als auch die Portierung von Applikationen zwischen verschiedenen IoT-Plattformen sowie die Interaktion mehrerer Applikationen unterschiedlicher IoT-Plattformen untereinander zu gewährleisten, um die Effizienz der Kommunikation zu erhöhen (Hermann et al. 2015: 11 f.; Sandler 2016b: 69; Jodlbauer 2018: 104; Steven 2019: 34; Pistorius 2020: 71; Sinsel 2020: 22 f.).

¹⁷⁸ Hinsichtlich der verschiedenen Ebenen der Interoperabilität sowie deren spezifischen Ausprägungen (d. h. organisatorisch, semantisch, syntaktisch und strukturell) und Anforderungen vgl. Sinsel (2020: 22–28).

9.3.3.2 Modularität

Eng verknüpft mit der Interoperabilität ist die Notwendigkeit der Modularität respektive Modularisierung von Systemen. Das Gestaltungsprinzip wird grundsätzlich als adäquate Strategie betrachtet, um den neuen Erfordernissen in Form einer stärkeren Flexibilisierung der industriellen Produktion auf Grund veränderter Rahmenbedingungen im Zuge der stetigen Individualisierung von Kundenwünschen gerecht zu werden (vgl. Kapitel 8.6). In der (traditionellen) industriellen Fertigung werden „Maschinen und Anlagen [...] in der Regel auf einen Zweck hin entwickelt und optimiert“, was dazu führt, „dass sie als Monolithen realisiert werden und den Anforderungen an Flexibilität und Adaptivität nur eingeschränkt folgen können“ (Michels 2016: 249). Demgegenüber zielt die Modularisierung des Wertschöpfungsprozesses auf die Verwendung eines Baukastensystems, bei dem die Leistungen durch „überwiegend standardisierte Komponenten mit klar definierten Schnittstellen zu einem kundenindividuellen Produkt kombiniert werden“ (Will 2019: 279). Baukastensystem meint im Kontext der Modularität eines Systems, dass die im Wertschöpfungsprozess verwendeten Funktionseinheiten¹⁷⁹ sowie das zu fertigende Produkt aus verschiedenen, unabhängigen Modulen bestehen, die miteinander kombiniert und durch andere Module ausgetauscht, oder durch zusätzliche erweitert werden können (Michels 2016: 249; Jodlbauer 2018: 104).

Der Vorteil der Modularisierung zeigt sich insbesondere mit Blick auf das Erodieren eines der zentralen Charakteristika des gegenwärtigen Produktionsregimes in Form der standardisierten Massenproduktion in Folge der wachsenden Nachfrage der Verbraucher nach einer größeren Variantenvielfalt bei geringen Losgrößen sowie nach individualisierten Produkten mit einer einzelnen Losgröße und den damit zugleich ansteigenden Produktionskosten. Die dementsprechend erforderliche Mass Customization der Fertigung, die sich durch eine möglichst hohe Flexibilität bei der gleichzeitigen Realisierung von Skaleneffekten auszeichnet, soll idealiter mittels verschiedener Modularisierungsgrade innerhalb des Wertschöpfungsprozesses erzielt werden (Hompel/Henke 2017: 253; Jodlbauer 2018: 104; Will 2019: 281). Während bei der generischen Modularisierung Güter anhand einer fixen Anzahl vorproduzierter, standardisierter Bauteile mit variierenden Leistungsmerkmalen gefertigt werden und bei der quantitativen Modularisierung – im Vergleich – lediglich eine Flexibilisierung über eine variierbare Anzahl der Bauteile erfolgt, wird bei der individuellen Modularisierung ein Standard- oder Basisprodukt um individualisierte, nach Auftragseingang produzierte Bauteile erweitert. Die freie

¹⁷⁹ Diese umfassen sowohl materielle Einheiten wie Maschinen und Fertigungsanlagen etwa in Form von mechanischen, hydraulischen und elektronischen Komponenten als auch immaterielle Einheiten wie bspw. Softwareapplikationen (Michels 2016: 249).

Modularisierung weist schließlich den höchsten Grad an Flexibilität auf, da das Endprodukt primär aus individuell, d. h. gemäß den Spezifikationen des Kunden und nach Auftragseingang gefertigten Modulen besteht, aber potentiell auf Grund einheitlicher Schnittstellen um standardisierte Module erweitert werden kann, womit sich auch bei dieser Variante in begrenztem Maße Skaleneffekte realisieren lassen (Will 2019: 280 f.). In Summe erlaubt die Modularität eines Produktionssystems als zentraler Baustein der Mass Customization nicht nur grundsätzlich eine größere Variantenvielfalt sowie eine höhere Personalisierbarkeit von Produkten durch Absenkungen der Stückkosten, auch ist die aus dem Baukastensystem resultierende Skalierbarkeit eine wichtige Voraussetzung, um flexibel mit saisonalen und konjunkturellen Nachfrageschwankungen, variierenden Auftragszusammensetzungen sowie sich verändernden Produktanforderungen umzugehen (Hermann et al. 2015: 13; Steven 2019: 34 f.; Will 2019: 285).

9.3.3.3 Dezentralisierung

Wie im Kontext der SCoT und CPS erläutert, stellen die Selbstkonfiguration, Selbststeuerung und das Selbstlernen als Ausdruck der Fähigkeit, eigenständig auf Grundlage von erhobenen Informationen Entscheidungen zu treffen, sowie der hieraus resultierende Anstieg an Autonomie im Produktionsprozess, zentrale Aspekte der Industrie 4.0 dar. Diese Eigenschaften sind auch eine wesentliche Voraussetzung dafür, agil und flexibel mit den bei der Herstellung personalisierbarer Produkte verbundenen Herausforderungen umzugehen, erweisen sich doch die zentrale Steuerung und Kontrolle des Fertigungsprozesses gerade in dieser Hinsicht als zu starr und nicht wandlungsfähig genug. Aufbauend auf der mit der Industrie 4.0 anvisierten Infrastruktur und ausgehend von den neuartigen Erfordernissen stellt die Dezentralisierung der Planung, Steuerung und Organisation von Produktions- und Logistikprozessen ein weiteres Gestaltungsprinzip dar, nach dem der Entscheidungsprozess aufgebrochen und an die involvierten CPS bzw. CPPS ausgelagert wird und zentrale Eingriffe nur im Falle von Störungen des Prozesses angedacht sind (Hermann et al. 2015: 12; Hompel/Henke 2017: 253 f.; Jodlbauer 2018: 134; Obermaier 2019: 17; Steven 2019: 34; Schmelzpfenning/Krämer 2020: 336).

9.3.3.4 Virtualisierung

Ein weiteres Gestaltungsprinzip resultiert aus der grundsätzlichen Konzeption der CPS in Form der Virtualisierung. Wie bereits dargelegt, basieren SCoT und CPS als Verknüpfung der realen mit der virtuellen Sphäre auf dem Prinzip, von physischen Objekten oder ganzen Systemen mittels der Vernetzungskomponenten einen digitalen Zwilling oder Agenten zu erstellen. Dieser digitale Agent verfügt hierbei über die vom realen Gegenstand über die intelligenten Komponenten (z. B. Sensorik) erhobenen Daten und damit über alle relevanten Informationen, wie

etwa dessen Eigenschaften, Fähigkeiten, Zustand, Auslastung, räumliche Position und Situation im Prozessablauf, die stets in Echtzeit abrufbar sind. Hierdurch entsteht in Form virtueller Gegenstände, Prozesse und Systeme ein digitales Abbild der realen Welt. Anhand digitaler Fabrikrepräsentationen sowie von Simulationsmodellen, die mit dem jeweiligen realen Zwilling der physischen Objekte, Prozesse und Systeme vernetzt und rückgekoppelt sind, ermöglicht die Virtualisierung nicht nur die Kontrolle, sondern auch die Steuerung derselben, wodurch menschliche Akteure in ihrer Entscheidungsfindung im Kontext anwachsender technologischer Komplexität unterstützt werden sollen (Anderl 2015: 754 f.; Hermann et al. 2015: 12; Jodlbauer 2018: 147 f.; Kunath/Winkler 2019: 274 f.; Steven 2019: 34; Pistorius 2020: 10).

9.3.3.5 Serviceorientierung

Intelligente Produkte, Prozesse und Systeme sind nicht nur von unmittelbarer Relevanz für den Fertigungsprozess, sondern bilden auch das Fundament für die mit SCoT gekoppelten Dienstleistungen, die sich unternehmensintern und auf Seite des Kunden über die gesamte Spanne des Produktlebenszyklus erstrecken. So impliziert das Gestaltungsprinzip der Serviceorientierung zum einen etwa die grundsätzliche Individualisierbarkeit von Produkten als Betreuung des Kunden während der Produktplanung, zum anderen aber auch die Installation sowie den daran anschließend ermöglichten Kundendienst in Form von Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen. Die Serviceorientierung bezieht sich in der Architektur der Industrie 4.0 indes nicht nur auf den Dienst am Kunden, sondern umschließt auch die Verfügbarmachung verschiedener Leistungen sowie eines höheren Grades der Transparenz bei Prozessen innerhalb des eigenen Unternehmens, was die Steuerung der Fertigung sowie die Arbeit der involvierten Mitarbeiter vereinfachen sollen. Grundlage für die Serviceorientierung und die damit verbundenen Leistungen der Unternehmen sowie der zum Einsatz kommenden CPS bilden sowohl die über das IoT vollzogene Vernetzung als auch und insbesondere die für die Durchführung von Dienstleistungen am Kunden und dem Produkt notwendigen Softwareapplikationen, die im Rahmen von Service-Plattformen über das IoS verfügbar gemacht werden (Hermann et al. 2015: 12; Michels 2016: 258; Bauernhansl 2017: 22 f.; Steven 2019: 35).

9.3.3.6 Echtzeitfähigkeit

Das letzte für das Konzept der Industrie 4.0 maßgebliche Gestaltungsprinzip findet sich in der grundsätzlichen Notwendigkeit an Echtzeitfähigkeit aller Systeme. Die über die in SCoT und CPS respektive CPPS eingebettete Sensorik kontinuierlich erhobenen und aufgezeichneten Daten müssen prinzipiell nicht nur unmittelbar dem System für die Auswertung als Entscheidungsgrundlage zur Verfügung stehen, sondern – sofern vorgesehen – gleichermaßen auch von einem

ausgelagerten, übergeordneten System analysiert werden können, um Veränderungen vornehmen oder bei Störungen im Prozess korrigierend eingreifen zu können. Erst die über das IoT ermöglichte Echtzeitfähigkeit schafft die zentrale Voraussetzung dafür, dass die in SCoT und CPS/CPSS zum Einsatz kommenden digitalen IKT ihr – im Rahmen der mit Industrie-4.0-Anwendungen angedachten Architektur – optimierendes Potential im Wertschöpfungsprozess entfalten können (Hermann et al. 2015: 12; Hompel/Henke 2017: 252; Steven 2019: 35).

9.4 Potentiale der Industrie 4.0 für den Wertschöpfungsprozess

Eine adäquate und umfassende Deutung der Industrie 4.0 darf sich nicht nur damit begnügen, Begriffsdefinitionen vorzunehmen und die zugrundeliegenden Basistechnologien sowie die zentralen Gestaltungsprinzipien des Konzepts zu erörtern, sondern muss auch und insbesondere auf die anvisierten Potentiale Bezug nehmen, stellen diese doch das eigentliche Argument jener breiten Allianz der Befürworter aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik für das Vorantreiben der vierten industriellen Revolution und damit zugleich den größten Aktivposten der Marke Industrie 4.0 dar. Wie bereits dargelegt, ist es das maßgebliche Ziel der Industrie 4.0, eine durch die forcierte Integration der IKT innerhalb der industriellen Fertigung getragene digitale Transformation des produzierenden Sektors herbeizuführen, um hierdurch mittelfristig „Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort“ (Forschungsunion/acatech 2013: 17) sicherzustellen. Die besondere Relevanz dieser Zielsetzung ergibt sich hierbei einerseits aus der Tatsache, dass das produzierende Gewerbe (ohne Baugewerbe) im Jahr 2020 mit einem Anteil von 22,9 % am Bruttoinlandsprodukt einen zentralen Pfeiler der deutschen Wirtschaftsleistung und zugleich den maßgeblichen Faktor für die Erwirtschaftung des im selben Jahr abermals überdurchschnittlich hohen Außenhandelsüberschusses in Höhe von rund 179 Mrd. EUR darstellt, und andererseits aus dem Umstand, dass sich die deutsche Industrie mit einem verhältnismäßig hohen Lohnniveau in einem äußerst kompetitiven internationalen Umfeld bewegt. Soll aber diese Stütze der Ökonomie folglich dauerhaft Bestand haben, so muss das Innovationssystem des produzierenden Sektors permanent ausreichend große kompetitive Vorteile realisieren, um auch künftig gegenüber exportorientierten Volkswirtschaften wie etwa der Volksrepublik China konkurrenzfähig zu bleiben (Bauernhansl 2017: 4; Kagermann 2017: 235; StBA 2021a: 26 u. 83; 2021b: 11).¹⁸⁰

¹⁸⁰ Etwa indem die Qualität der Güter ausgebaut wird, und die Kosten der übrigen zum Einsatz kommenden Produktionsfaktoren durch Technologien reduziert werden (vgl. Kapitel 8.6).

Wie dargelegt, lässt sich die Industrie 4.0 definieren als die grundlegende Digitalisierung der industriellen Produktion, d. h. als Integration zentraler digitaler Basistechnologien (d. h. CPS, IoT und IoS sowie Big Data) im Wertschöpfungsprozess, bei der eine Verschmelzung der real-dinglichen Welt mit der Sphäre des Cyberphysischen vollzogen wird, um eine Vernetzung aller Unternehmensprozesse und die Verfügbarkeit sämtlicher für den Fertigungsprozess relevanter Daten und Informationen in Echtzeit zu gewährleisten. Durch diese Integration soll nicht nur die Produktion einen höchstmöglichen Grad an Automatisierung, Autonomisierung, Flexibilisierung, Dezentralisierung, Individualisierung und Innovationskraft erreichen, sondern sollen sowohl die im Wertschöpfungsprozess involvierten Anlagen, Geräte, Maschinen und Systeme als auch die Rohstoffe, Werkstoffe und sogar die Produkte selbst *intelligent* werden (Forschungsunion/acatech 2013: 23–28; Bischoff 2015: 7; Hermann et al. 2015: 8–13; Plattform Industrie 4.0 2015b: 8; Sandler 2016a: 27; Kagermann 2017: 235; Ittermann/Niehaus 2018: 35–37; Obermaier 2019: 21; Steven 2019: 13 f.). Obgleich die im Kontext der Industrie 4.0 zur Verwendung kommende Terminologie somit eine Vielzahl von Transformationsvorhaben umfasst, zielen die mit den Begriffen umschriebenen Neuerungen schlussendlich auf die „Optimierung der wertschöpfenden Aktivitäten“ (Pistorius 2020: 6) und damit faktisch auf die Erfüllung des ökonomischen Prinzips, d. h. auf die Erhöhung der Produktivität und die Effizienzsteigerung des Produktionsprozesses im Sinne der Rationalisierung hinsichtlich der eingesetzten Produktionsfaktoren durch den Einsatz digitaler IKT. Hiervon ausgehend können sodann eine Reihe verschiedener Optimierungspotentiale innerhalb des industriellen Wertschöpfungsprozesses angeführt werden, welche im Wesentlichen aus „der hohen Flexibilität und Wandlungsfähigkeit der Systeme“ (Jodlbauer 2018: 137) resultieren, die im Rahmen der Industrie-4.0-Architektur als Bündelung der zum Einsatz kommenden digitalen Basistechnologien einerseits sowie der handlungsanleitenden Gestaltungsprinzipien andererseits aufgefasst werden können. In dieser Hinsicht ist grundsätzlich davon auszugehen, dass sich mittels der Implementierung von auf die Industrie 4.0 ausgerichteten Produktionsmethoden beinahe in allen Feldern des industriellen Wertschöpfungsprozesses Potentiale und substantielle Effekte auf zahlreiche Kostenbereiche realisieren lassen (Bauernhansl 2017: 27). Hierbei gehen optimistische Schätzungen etwa davon aus, dass sich die betrieblichen Bestandskosten um bis zu 40 % reduzieren lassen, da Sicherheitsbestände einerseits auf Grund der Echtzeitverfügbarkeit von Daten und andererseits durch eine verlässlichere Planbarkeit künftiger Fertigungsaufträge mit Hilfe verbesserter Prognoseinstrumente wie bspw. Big Data Analytics (vgl. Kapitel 9.3.2.4) signifikant gesenkt werden können. Daneben sollen sich auch die im Rahmen des Fertigungsprozesses anfallenden Kosten mittels einer höheren Automatisierung und Flexibilisierung der

Produktion – d. h. einer gesteigerten Gesamtanlageneffektivität – idealiter um bis zu 30 % reduzieren lassen können. Ebenso wird attestiert, dass der Bereich der Instandhaltung von Maschinen und Anlagen durch die Industrie 4.0 mit einem Kosteneinsparungspotential von bis zu 30 % deutlich profitieren könnte. Denn CPS und CPPS sind über die in ihnen integrierte Sensorik und unter Einsatz von Preemptive sowie Predictive Maintenance-Lösungen nicht nur im Stande, ordentliche und außerordentliche Wartungsbedarfe – ausgerichtet auf den individuellen Zustand der Maschine – prognostizierbar und damit planbar für Phasen mit geringer Auslastung zu machen, wodurch sowohl die Dauer und der Aufwand der Instandhaltungszyklen als auch die Lagerhaltungskosten notwendiger Ersatzteile reduziert werden können; auch erlauben die in Echtzeit erhobenen Zustandsdaten eine rasche Identifikation defekter Komponenten, weshalb Reparaturen zielgerichtet und zügig vollzogen und Produktionsausfälle vermieden werden können (vgl. Kapitel 9.3.2.4). Das aber wohl größte Potential der Industrie 4.0 betrifft den Bereich der Komplexitätskosten innerhalb der Produktion. Grundsätzlich lässt sich beobachten, dass die steigende Nachfrage nach einer größeren Variantenvielfalt und personalisierten Produkten bei geringen Losgrößen sowie der Umstand immer kürzer werdender Produktlebenszyklen nicht nur eine stärkere Individualisierung der Produktentwicklung, sondern auch einen höheren Flexibilisierungsgrad der Fertigungsprozesse erfordert (vgl. Kapitel 8.6), weshalb die Komplexität sowie die dabei anfallenden Kosten in der Wertschöpfung ansteigen. Dementsprechend soll die Integration der Industrie 4.0 im Wertschöpfungsprozess sodann nicht nur eine zielstrebige Koordination und Entscheidungsfindung anhand der Vernetzung und Verfügbarmachung aller relevanten Daten für die am Leistungserstellungsprozess beteiligten Akteure, sondern auch hochpersonalisierbare Produktionsverfahren erlauben, womit die Komplexität als Ganzes gesenkt und die hierbei anfallenden Kosten um bis zu 70 % gesenkt werden könnten (Bischoff 2015: 6–8; Bauernhansl 2017: 27 f.; Jodlbauer 2018: 137 f.; Obermaier 2019: 17 f. u. 31; Sinsel 2020: 131–137).

Im weiteren Kontext werden der Industrie 4.0 indes nicht nur konkrete Kosteneinsparungspotentiale attestiert. Auch wird sie – als spezifische Ausprägung der digitalen Transformation des industriellen Sektors – als eine tiefgreifende technologische Entwicklungsmöglichkeit gehandelt, die eine weitreichende Optimierung der Wertschöpfung verspricht. So wird etwa davon ausgegangen, (i) dass die in Echtzeit erfolgende Erhebung, Verarbeitung und Auswertung aller für die Leistungserbringung relevanten digitalisierten Daten eine grundsätzliche Erhöhung der Entscheidungsqualität nach sich zieht; (ii) dass der durch autonome, sich selbstorganisierende CPS und CPPS erhöhte Automatisierungsgrad die Fertigungsgeschwindigkeit bei einem simultan reduzierten Fehlerpotential erhöht; (iii) dass durch die vollumfängliche

Vernetzung aller Produktionsprozesse entlang der Wertschöpfungskette die Fertigung flexibler und effizienter gestaltet werden kann, wodurch Lieferketten harmonisiert werden können und sich die Fertigungsdauer sowie die Innovationszyklen innerhalb der Produktentwicklung verkürzen; (iv) dass auf Grund der Verfügbarmachung aller relevanten Daten sowie der durchgängigen Verknüpfung sämtlicher Systeme die Transparenz innerhalb des Wertschöpfungsprozesses erhöht wird, womit die Produktionsüberwachung und -steuerung vereinfacht und die Produkt- und Prozessqualität grundsätzlich erhöht wird; und schließlich, (v) dass diese Form der Transparenz in Kombination mit der weltweiten Vernetzung über das Internet neue digitale Anwendungen in Form von Dienstleistungen ermöglicht, welche nicht nur das angebotene Leistungsspektrum der Unternehmen erweitert und neue Einnahmequellen ermöglicht, sondern durch die nahtlose Integration auch unmittelbar den individuellen Nutzen für Kunden (z. B. Wartungsdienstleistungen) vergrößern kann (Bloching et al. 2015: 19; Hermann et al. 2015: 3; Bauernhansl 2017: 13 f.; Jodlbauer 2018: 138; Steven 2019: 42 u. 70 f.; Pistorius 2020: 6).

Diese in Summe folglich als grundsätzliches Potential zur Produktivitätssteigerung der Wertschöpfung zu charakterisierenden Optimierungsansätze der Industrie 4.0 sind schließlich aber nicht nur von betriebswirtschaftlicher Relevanz, sondern ebenfalls Gegenstand makroökonomischer Diskussionen und Prognosen, welche der digitalen Transformation des industriellen Sektors starke Effekte für das Wirtschaftswachstum der deutschen Volkswirtschaft attestieren (BMWi 2015b: 22–25; Hermann et al. 2015: 3; Petersen 2017: 181 u. 186). So wird etwa damit gerechnet, dass die Industrie 4.0 allein in den Branchen chemische Industrie, Kraftwagen und Kraftwagenteile, Maschinen- und Anlagenbau, elektrische Ausrüstung, Land- und Forstwirtschaft sowie Informations- und Kommunikationstechnik von 2013 bis 2025 eine Bruttowertschöpfung von 78,77 Mrd. EUR erzielen wird, was einem jährlichen Wachstum von 1,74 % entspricht. Hiervon ausgehend würde dies – ceteris paribus – ferner bedeuten, dass die Gesamtbruttowertschöpfung innerhalb der deutschen Volkswirtschaft im selben Zeitraum um 11,5 % anwachsen, die digitale Transformation in Gestalt der Industrie 4.0 somit ein Wachstum von rund 267 Mrd. nach sich ziehen könnte – ein in der Tat massives ökonomisches Potential (Bauer et al. 2014: 36; Buhr 2015: 11 f.; Steven 2019: 43).¹⁸¹

Wie aus der Betrachtung der verschiedenen Potentiale zur Produktivitätssteigerung und Optimierung von Wertschöpfungsprozessen ersichtlich, wird grundsätzlich davon

¹⁸¹ Petersen gibt in dieser Hinsicht allerdings zu bedenken, dass wenn „der Preisrückgang infolge des technologischen Fortschritts relativ groß ist und der damit verbundene Anstieg der produzierten und nachgefragten Gütermenge nur relativ gering ausfällt, [auch] der Wert der produzierten und nachgefragten Güter“ (2017: 181) zurück geht – ein Umstand, der in den betrachteten Studien keine Berücksichtigung findet.

ausgegangen, dass die Industrie 4.0 durch eine effiziente Kombination und intelligente Vernetzung digitaler Informations-, Kommunikations- und Datenverarbeitungstechnologien einerseits sowie mittels neuer Automatisierungslösungen im Fertigungsprozess andererseits, die Produktionseffizienz mit Blick auf einen kostenoptimierten Einsatz von Ressourcen und weiterer Produktionsmittel, die Qualität und Individualisierbarkeit der Produkte sowie die Reaktionsfähigkeit, Innovationskraft und Entscheidungsqualität des Managements zu den Bedingungen einer Kostenstruktur wie im Falle der standardisierten Massenfertigung zu steigern vermag, und somit nicht nur in einer langfristigen Sicherstellung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie, sondern auch in einem signifikanten gesamtwirtschaftlichen Wachstum der deutschen Volkswirtschaft münden kann (Draht 2014: 4–6; Bauernhansl 2017: 4; Kagermann 2017: 235; Zollenkop/Lässig 2017: 63 f.; Pistorius 2020: 5 f.; Obermaier 2019: 18).

10 Digitale Transformation im Kontext – alter Wein in neuen Schläuchen?

In Anbetracht der Tatsache, dass die Industrie 4.0 zum einen seit ihrem ersten öffentlichen Auftritt im Jahr 2011 stets als Beginn einer vierten industriellen Revolution und damit als Grundsteinlegung eines Produktionsregimes neuen Typs gehandelt wird (vgl. Kagermann et al. 2011: 2) und sich dergestalt als Fortschrittsversprechen mit technikutopischem Charakter (Hirsch-Kreinsen 2016b: 18) in das althergebrachte, bereits seit Anbruch der Industrialisierung existierende Narrativ der progressiv-revolutionären Entwicklung der Ökonomie einreicht (vgl. Kapitel 3.1), zum anderen aber auf bereits bestehenden Zielsetzungen sowie vorhandenen digitalen IKT aufbaut (vgl. Kapitel 9.2.1 u. 9.3.2) und im Sinne eines Marketingbegriffs sowie einer darauf ausgerichteten Strategie (Sendler 2016c: 10; Bendel 2019: 108) nicht nur von der Wirtschaft, sondern auch und insbesondere von Seiten der politischen Exekutive (z. B. BMBF 2020: 189) im nationalen wie auch internationalen Umfeld als Gütezeichen der deutschen Industrie erachtet und beworben wird, drängt sich unweigerlich die Frage auf, ob und inwieweit die mit ihr angestrebten Veränderungen als Kontinuität einer längeren Entwicklungslinie, oder doch vielmehr als etwas genuin Neuartiges aufgefasst werden müssen – zumal ja der historische Rückgriff auf die industrielle Revolution ganz gezielt auf ein disruptives Moment anzuspielen sucht. Wie also lässt sich die Industrie 4.0 als Phänomen hinsichtlich ihres revolutionären Anspruchs im Radius der Digitalisierung sowie des Industrialisierungsprozesses konkret verorten?

Ausgehend von der in Kapitel 8 vollzogenen Skizzierung der Wurzeln sowie des Verlaufs der Digitalisierung zeigt sich, dass sich ihre Ursprünge zwar – zumindest im weiteren Sinne ihrer Definition und abhängig von den als wegbereitend erachteten technologischen

Entwicklungen und Vorarbeiten – spätestens auf das 18. Jahrhundert zurückverfolgen lassen und sich ihre Entwicklung weitestgehend simultan mit jener der Industrialisierung vollzog (vgl. Kapitel 8.3). Gleichwohl konnte dargelegt werden, dass das Einsetzen der dem heutigen Begriffsverständnis zugrundeliegenden Digitalisierung mit der Schaffung der ersten digitalen Computer auf die Mitte des 20. Jahrhunderts zu datieren ist und die flächendeckende Ausbreitung und Implementierung digitaler IKT im akademischen, geschäftlichen, öffentlichen und privaten Raum ab den 1960er Jahren zu erfolgen begann (vgl. Kapitel 8.4), um insbesondere zu Beginn des 21. Jahrhundert einen der weitreichenderen Transformationsprozesse der Gegenwart anzustoßen, der sich gemeinhin auch im Konzept der Informatisierung der Gesellschaft (vgl. Kapitel 8.5) ausdrückt. In dieser Hinsicht unterlag und unterliegt die Digitalisierung noch immer – gleichsam mit anderen technologischen Entwicklungen – einer Reihe treibender Faktoren, die sich aus ökonomischer Perspektive auf die zunehmende Internationalisierung der Märkte sowie die Erhöhung des Wettbewerbs- und damit Kostendrucks im Zuge der sich während des zweiten Drittels des 20. Jahrhunderts intensivierenden Globalisierung einerseits sowie die sich in jüngster Zeit veränderte Nachfrage von Kunden nach einer stärkeren Personalisierbarkeit (industrieller) Produkte bei gleichbleibenden Kosten und mindestens gleicher, oder aber höherer Qualität erstrecken, und die in ihrer Summe – als klassische Ausprägung der ökonomischen Nutzenmaximierung rational handelnder Akteure – im Einsatz von Technologien zur Produktivitätssteigerung und Kostenminimierung der wirtschaftlichen Aktivität münden (vgl. Kapitel 8.5). Von dieser Warte aus bricht die Digitalisierung als Prozess keineswegs mit den strukturellen Imperativen der Industrialisierung. Ganz im Gegenteil: Sie stellt als technologische Entwicklung lediglich eine moderne Konfiguration der Industrialisierung dar. Denn hält man es mit Schumpeters Verständnis des ökonomischen Fortschritts, so ist die Industrialisierung als ein kontinuierlicher, noch nicht abgeschlossener „evolutionärer Prozess [...] der kreativen Zerstörung“ (Schumpeter 2003: 81 f.; aus dem Englischen) zu verstehen, bei dem veränderte Arbeitsweisen und technologische Innovationen, denen naturgemäß ein disruptives Potential innewohnt, zu einer stetigen Veränderung wirtschaftlicher Strukturen führen (2008: 95–110 u. 176–178). Auch verhältnismäßig neuartige Technologien wie die für die Digitalisierung essentiellen digitalen IKT stellen somit nicht etwa die Abweichung von der Norm, sondern vielmehr eine logische Konsequenz des technologischen Fortschritts dar.

In Übereinstimmung hiermit stellt der im Zuge der Industrie 4.0 anvisierte Einsatz sowie die Kombination neuer digitaler IKT (z. B. IoT, CPS oder Big Data Analytics) per se somit keinen grundsätzlich revolutionären (Um-)Bruch innerhalb des Digitalisierungsprozesses oder der Industrialisierung selbst dar. Denn bereits der etymologische Ursprung des Begriffes der

Industrialisierung, deren Fortführung die Digitalisierung ja bedeutet und auf welche die Industrie 4.0 sowohl in semantischer als auch sachlicher Hinsicht rekurriert, weist auf ein elementares, diesen Entwicklungsprozess bestimmendes Wesensmerkmal hin: Während die lateinische *industria* auf die *Emsigkeit, Betriebsamkeit* oder auch auf den *regen, beharrlichen Fleiß* verweist, impliziert der hierauf aufbauende und sich im deutschen Sprachraum während des 18. Jahrhunderts formierende Begriff der Industrialisierung den *industriellen Fortschritt* (vgl. Hölscher 1982a: 238; 1982b: 296); im weitesten Sinne also die Weiterentwicklung von auf die *industria* ausgerichteter Methoden und damit – im Kontext dieser spezifischen ökonomischen Epoche – die Technologie als solcher zur Verbesserung der Produktion. Daraus lässt sich folgern, dass sich die Industrie 4.0 – ganz gleich, mit welchen neuartigen technologischen Innovationen sie nun aufwartet – im Wesentlichen als Fortführung eines auf die Optimierung des Mitteleinsatzes abzielenden, sich stetig weiterentwickelnden Prozesses betrachtet werden kann, in welchem Technologien sowohl als Substitut zur Rationalisierung der übrigen Produktionsfaktoren wie auch als Mittel zur Steigerung der Qualität und Wertigkeit von Produkten Anwendung finden. Hiervon ausgehend lässt sich die Industrie 4.0 einstweilen sodann gleichsam als eine Kontinuität der Industrialisierung wie auch der Digitalisierung begreifen, die als deren spezifische Ausprägung auf der digitalen Transformation des industriellen Sektors zur Produktivitätssteigerung durch die Implementierung digitaler informations- und kommunikationstechnologischer Anwendungen und Methoden fußt. Dergestalt zeigt sich zum einen, dass etwa die Zielsetzungen der Industrie 4.0 keineswegs neu sind, sondern in weiten Teilen jenen der in den 1980er Jahren aufkommenden, sogenannten Computer-Integrated Manufacturing (CIM) – oder zu Deutsch computer-integrierten und wissensbasierten Produktion – gleichen, lag doch das Hauptaugenmerk des CIM bereits damals darin, über eine digitale Steuerung „Wertschöpfungsprozesse anpassungsfähig zu gestalten, auch Einzelleistungen rentabel zu produzieren und auf Störungen flexibel zu reagieren“ (Brödner 2018: 333). Zum anderen lässt sich – wie oben angemerkt und in Kapitel 9.3.2 gezeigt – auch argumentieren, dass ebenso die der Industrie 4.0 zugrundeliegende Technologie grundsätzlich auf Innovationen wie bspw. den CPS oder der weltweiten Vernetzung von Menschen und Anlagen mittels des Internets, des IoT und der Cloud beruht, die ihr um einige Jahre vorausgehen (Draht 2014: 6; Sandler 2016a: 19).¹⁸²

Gleichwohl stellt der Versuch, die These auf diese Weise zu untermauern, nach der es sich bei der Digitalisierung und speziell der Industrie 4.0 „[...] lediglich um die Fortsetzung der Industrialisierung mit neuen Mitteln“ (Stengel et al. 2017: 1) handele, – wenig überraschend

¹⁸² Zur historischen Rolle der IKT im unternehmerischen Kontext vgl. Baukrowitz (2006).

– nur eine Seite der Medaille dar, übersieht er doch auf Grund der Versteifung auf das Technologische systematisch jene Aspekte, die auf einen genuin neuartigen Entwicklungsstand hinweisen und übergeht zudem den spezifischen Kontext, in welchem sich diese formieren. Denn auch wenn die Digitalisierung eine logische Konsequenz des technologischen Fortschritts darstellt, unterscheidet sie sich doch grundsätzlich vom bisherigen industriellen Entwicklungsverlauf frappierend, nämlich durch ihre Geschwindigkeit, Intensität und Universalität. So setzte die Öffnung des Internets im Jahre 1989, die bisweilen auch als Geburtsstunde der *digitalen Revolution* betrachtet wird, einen Prozess in Gang, der innerhalb nur weniger Jahre – und damit sehr viel schneller als im Falle der Industrialisierung – nicht in erster Linie nur den produzierenden Sektor, sondern alle Lebenswelten gleichsam umfasste und diese von vornherein auf globaler Ebene zu verändern begann (Sendler 2016c: 8; Stengel et al. 2017: 3–5). In der Tat, ginge es also lediglich um Technologien und Zielsetzungen, so wäre Brödnerns Urteil, nach welchem sich die Industrie 4.0 „[...] vor allem als eine Revolution der Worte, [...] bei freilich enorm gesteigerter Leistung der Digitaltechnik“ (Brödner 2018: 335) offenbart, zweifelsohne zuzustimmen. Indes ereignet sich die Entwicklung der auf der Digitalisierung und insbesondere dem Internet gründenden Industrie 4.0 mit der Globalisierung, der Internationalisierung der Märkte, den neuen Konsumenteninteressen sowie mit der sukzessiven Informatisierung aller Lebensbereiche (vgl. Kapitel 8.5 u. 8.6) in einem Umfeld, dessen Wechselwirkungen zu keinem Zeitpunkt stärker ausgeprägt waren als in der gegenwärtigen Konstellation, und das als zunächst ökonomische Herausforderung nicht nur ein neuartiges Produktionsregime verlangt, sondern dieses auch überhaupt erst ermöglicht. So gesehen ist die Ausgangssituation der Industrie 4.0 eine andere, denn insbesondere die in Teilen bereits seit längerem existierenden Technologien etwa in Form der Sensorik, Aktorik, Mikroprozessoren sowie Vernetzungskomponenten sind heute in dem Maße ausgereift, dass der effiziente Masseneinsatz auf Grund der gesteigerten Leistungsfähigkeit und des erhöhten Funktionsumfangs, bei gleichzeitig reduzierten physischen Dimensionen und signifikant gesunkenen Stückkosten in Fertigungsanlagen, Gegenständen des Alltags aber auch Kleinstobjekten ökonomisch tragfähig und damit nutzenstiftend vollzogen werden kann. Damit einher geht mit Blick auf die Internettechnologie, welche das Fundament des IoT und damit zugleich das Rückgrat der Industrie 4.0 darstellt, dass diese erst seit der Einführung des Internetprotokolls IPv6 im Jahr 2012 in der Lage ist, die aus dem Konzept zwangsläufig folgende Nachfrage nach IP-Adressen zur Einbindung beinahe jedes denkbaren Gegenstandes in das IoT zu erfüllen, um eine umfassende Anbindung an andere Objekte sowie Menschen zu ermöglichen (vgl. Kapitel 9.3.2.1 u. 9.3.2.3). Hinsichtlich der Neuartigkeit, die aus dieser Konstellation für die Industrie 4.0 resultiert, resümiert Sendler treffend:

Bisher wurden Geräte programmiert, über ein Intranet oder direkt miteinander vernetzt, programmgemäß zu bestimmten Schritten gesteuert, und vorhandene Daten konnten abgefragt werden. Künftig können Geräte über das Internet Daten zur Verfügung stellen, über ihre Daten Aktionen auslösen oder aufgrund von Daten selbst agieren, ohne dass ein menschliches Handeln zwischengeschaltet sein muss. (Sendler 2016a: 20)

Auch wenn also bereits zuvor ähnliche Absichten wie im Falle der in den 1980er Jahren einsetzenden CIM bekundet wurden, so schmälert dies keineswegs die Signifikanz¹⁸³ der Tatsache, dass mit der Industrie 4.0 im Kontext einer globalen und alles erfassenden Digitalisierung der Lebenswelten die Realisation bereits seit längerem bestehender Zielsetzungen greifbar wird – neu ist in diesem Sinne somit die sich faktisch erstmals eröffnende Möglichkeit zur Umsetzung des Optimierungspotentials. Originell ist im Vergleich zum bisherigen Verlauf der Industrialisierung auch und insbesondere der holistische Anspruch, welcher in der Industrie 4.0 aufgeht, nämlich nicht nur bestimmte Bereiche, sondern alle Glieder der Wertschöpfungskette „ohne inhaltliche und räumliche Einschränkungen“ (Dais 2017: 266) zu optimieren. Eng verbunden hiermit ist die Tatsache, dass die Industrie 4.0 im Vergleich zu den vorausgehenden Industrialisierungsphasen zwar selbstredend auf Technologie gründet, nicht aber die Maschine in das Zentrum ihrer Aktivitäten rückt, sondern vielmehr darauf abzielt, mit Hilfe digitaler IKT die Organisation und Steuerung der Wertschöpfung effizienter zu gestalten und damit in gewisser Weise Parallelen mit dem durch Frederick W. Taylor im Jahre 1911 begründeten *scientific management* als einem der zentralen Charakteristika der bisweilen als zweite industrielle Revolution definierten Phase der Industrialisierung aufweist. Zweifelsohne als innovativ einzustufen sind damit folglich auch die der Industrie 4.0 zugrundeliegenden, auf die Optimierung ausgerichteten und die digitalen IKT abgestimmten Gestaltungsprinzipien (vgl. Kapitel 9.3.3) sowie die Verfügbarmachung und Verknüpfung von Diensten über das IoS entlang des gesamten Wertschöpfungsprozesses (vgl. Kapitel 9.3.2.3), die in ihrer Summe überhaupt erst die Potentiale der zum Einsatz kommenden Technologien zur Geltung zu bringen vermögen (Draht 2014: 6 f.; Dais 2017: 264–266).

Das aber wohl prägnanteste Merkmal, durch welches sich sowohl die Digitalisierung als auch die in der digitalen Transformation verankerte Industrie 4.0 von dem vorausgegangenen Industrialisierungsprozess unterscheidet, resultiert aus der Umkehrung zweier fundamentaler Verhältnisse, die über die gesamte Dauer der Industrialisierung bestanden hatten: So ist auf der einen Seite zu beobachten, dass während sich die bisherigen Phasen der

¹⁸³ Dieser Logik folgend würde sodann auch der erste motorisierte und vom Menschen gesteuerte Flug der Gebrüder Wright im Jahre 1903 weder eine signifikante Neuerung in der Mobilität, noch einen Meilenstein der Aeronautik darstellen, da es bereits zuvor diverse Versuche mit der gleichen Zielsetzung (d. h. maschinelle Fliegen) gegeben hatte, die aber hinsichtlich dieser bestimmten Antriebstechnik misslangen (Rae 1961: 392–394).

Industrialisierung durch den Wandel der Fertigungsmethoden sowie die primär zum Einsatz kommenden Energieformen und -träger (d. h. Kohle, Dampfkraft, Elektrizität, Kernenergie) auszeichneten und in ihrer Transformation zuerst bei der Fertigung, als wesentlichem Schritt des Wertschöpfungsprozesses ansetzten, die *digitale Revolution* des Internets mit dem eigentlichen Ende der Wertschöpfungskette begann, d. h. zuvorderst mit der Bewerbung und dem Verkauf der Produkte, sodann die mit den Erzeugnissen in Verbindung stehenden Dienstleistungen wie etwa die Wartung erfasste, und in Form der Industrie 4.0 nunmehr schließlich die Produktentwicklung und die Fertigung als letzte Glieder der Wertschöpfungskette umfasst. Auf der anderen Seite zeigt sich, dass obschon die industrielle Wertschöpfung für ihre längste Zeit auf dem Prinzip gründete, nach welchem Kundenwünsche bei der Produktentwicklung naturgemäß Berücksichtigung fanden, die eigentlichen Ideen für Produkte aber in erster Linie aus den Reihen der Unternehmen selbst entstammten, im Zeitalter der Digitalisierung und der Industrie 4.0 an erster Stelle die Abnehmer eines Produkts und damit die Kunden und deren spezifische Wünsche über Planung, Entwicklung und Fertigung entscheiden; mehr noch, die Idee für die Ausgestaltung eines Produkts kommt vom Kunden selbst, womit dieser immer mehr zum Schöpfer seines eigenen Produkts wird – ein Umstand folglich, der noch zu Beginn des 21. Jahrhunderts weder denkbar, noch umsetzbar gewesen wäre (Sandler 2016c: 8; 2016a: 19).

Mit Blick auf den historischen Verlauf der Industrialisierung wurde in Kapitel 3.4 dargelegt, dass der Staat grundsätzlich in allen industriellen Ausbauphasen, besonders deutlich aber während der ab der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in den deutschen Gebieten des späteren Kaiserreiches einsetzenden Hochindustrialisierung, eine begleitende Rolle eingenommen hat. Im Unterschied zu den früheren Entwicklungsphasen hat der Staat im Rahmen der Industrie 4.0 jedoch eine spürbar aktivere Position begonnen einzunehmen. Denn obgleich die *ältere* „Industrielle Revolution in Deutschland [...] tief verwoben [war] mit den Aktivitäten des Staates“ (Kiesewetter 2004: 23), dessen Tätigkeiten ihn insbesondere im Zuge seiner Funktion als Gesetzgeber, Administrator, Unternehmer, Konsument und Investor (vgl. Fischer 1972: 65–70) folglich zu einem zentralen Akteur des Industrialisierungsprozesses machten, gab es „selbst in den wirtschaftspolitisch aktivsten Staaten [...] keine bewußte Planung und zielgerichtete Steuerung der Industrialisierung“ (Hahn 2011: 78). Dies aber unterscheidet die Industrie 4.0 grundsätzlich von ihren Vorläufern, da der Staat eine nunmehr diametral entgegengesetzte Rolle als aktiver Gestalter der Transformation einzunehmen versucht. Nicht nur gab die damalige Bundesregierung (Kabinett Merkel I) mit ihrer im Jahre 2006 verkündeten Hightech-Strategie den Anstoß für die strategische Ausrichtung der digitalen Transformation der Ökonomie und initiierte in Kooperation mit Vertretern aus Wissenschaft und Wirtschaft die als zentral für

die Entwicklung des Konzepts der Industrie 4.0 zu erachtenden Forschungsprogramme, auch war das BMBF (Kabinett Merkel II) schlussendlich in den Jahren 2010 und 2011 federführend an der Formulierung und Ausgestaltung der Initiative Industrie 4.0 beteiligt (vgl. Kapitel 9.2.1 u. 9.2.2). Während also der Staat noch in der Hochindustrialisierung die ökonomisch-technologische Entwicklung in unterschiedlichen Rollen – vom Hemmschuh über den neutralen Beobachter bis hin zum fördernden Beisitzer – begleitete, lässt er sich im Falle der Industrie 4.0 weitestgehend dem Kreise ihrer Begründer zurechnen.

Schließlich unterscheidet sich die prognostizierte vierte industrielle Revolution von der bisherigen Industrialisierung auch dadurch, dass sich Ursache und Wirkung scheinbar gedreht haben. Damit ist gemeint, dass während der Staat anfänglich noch die „Heilung der sozialen Schäden“ (Reichstag 1882: 2), welche in Teilen nachweislich durch die industrielle Transformation ausgelöst worden waren (vgl. Kapitel 3.5), zunächst symptomatisch und sodann systematisch mit der Bismarck’schen Sozialgesetzgebung der 1880er und 1890er reaktiv herbeizuführen suchte, er dieses Mal den Gaul beim Schwanz aufzäumt und umgekehrt beabsichtigt mittels seiner digitalen Industrialisierungsstrategie im Gewand der Industrie 4.0 gerade auch sozial- und gesellschaftspolitische Herausforderungen aktiv zu lösen. So reichen die mit der digitalen Transformation in Gestalt der Digitalisierung und Industrie 4.0 verbundenen Erwartungen keineswegs nur von arbeitsorganisatorischen und technologischen Optimierungspotentialen, sondern zielen ebenso auf den vereinfachten Zugang zu Bildungsangeboten wie auch auf die die effizientere sowie schonendere Nutzung der eingesetzten Ressourcen und damit die ökologische Nachhaltigkeit der industriellen Produktion, die Schaffung neuer Arbeitsplätze oder die revolutionäre Umgestaltung der Arbeitswelt ab, in welcher die Vereinbarkeit von Privat- und Arbeitsleben signifikant gesteigert werden und der Mensch alsbald von seinem Dasein als simpler „Maschinenbediener“ erlöst werden soll, um „künftig in die Rolle des Erfahrungsträgers, Entscheiders und Koordinators“ (Kagermann 2017: 240) zu schlüpfen (Hirsch-Kreinsen 2016b: 18–20; Pfeiffer 2017: 113–115; Dörre 2018: 366–369). Dieses so gezeichnete Bild des Wachstums und Fortschritts im Zuge der Digitalisierung und Industrie 4.0 ist freilich nicht neu, erinnert es doch in weiten Teilen an die zum Ausdruck gebrachten Erwartungen und Hoffnungen der Industrialisierungsdebatte der 1950er und 1960er Jahre (Hirsch-Kreinsen 2016b: 19; Howaldt et al. 2018: 350 f.) oder des Informatisierungsdiskurses der 1970er Jahre (vgl. Kapitel 8.5); die Totalität des alle Lebensbereiche umfassenden Anspruchs ist es aber durchaus, weshalb die Industrie 4.0 aus intentionaler Sicht tatsächlich ein neuartiges Phänomen der Industrialisierung darstellt. Unabhängig davon jedoch, ob es sich bei der Industrie 4.0 nun um eine industrielle Revolution neuen Typs oder lediglich um die Fortführung der vor mehr als

250 Jahren einsetzenden Industrialisierung mit neuen technologischen Mitteln handelt, bleibt die Implikation doch dieselbe, denn wenn die Industrialisierung

[...] noch nicht beendet ist, [...] so bedeutet das, daß sogar die fortgeschrittenen Industriegesellschaften sich mit Problemen sozialer Umschichtung und kultureller und politischer Erneuerung auseinandersetzen müssen, die nicht weniger einschneidend sind als diejenigen, die den sogenannten unterentwickelten Ländern zu schaffen machen. (Cipolla 1972: 18)

Dies muss im Umkehrschluss freilich nicht bedeuten, dass – wie Stengel et al. dies konstatieren – die Industrie 4.0 das „Ende des Industriezeitalters“ markiert und damit den „Beginn einer neuen Epoche der Menschheitsgeschichte“ (Stengel et al. 2017: 1) einläutet. Gleichwohl hat die Geschichte der Industrialisierung gezeigt, dass sie als sozioökonomischer Transformationsprozess weitreichende Auswirkungen zu zeitigen im Stande ist, zu denen nicht nur wirtschaftliches Wachstum und technologischer Fortschritt, sondern auch sozialpolitische Spannungen zählen. Sie hat als ökonomischer, sozialer und politischer Katalysator stets die Gemüter ihrer jeweiligen Zeitgenossen erregt (vgl. Kapitel 3.1 u. 3.5) und so nicht zuletzt auch die wohlfahrtsstaatliche Entwicklung entscheidend vorangetrieben (vgl. Kapitel 4). Obgleich noch während der Anfangsphase der Industrie 4.0 in der Tat galt, dass jede „Aussage zur Industrie 4.0, ihrer Ausgestaltung und ihrer Konsequenzen [...] notwendigerweise spekulativ“ (Kärcher 2015: 47) bleiben musste, scheint es heute evident, „dass wir es [...] mit einem grundlegenden Wandel unserer Produktionsweise zu tun haben, der mit den Wertschöpfungsprozessen auch alles verändert, was wir bisher gewohnt waren und in der Industrie als selbstverständlich vorausgesetzt haben“ (Sendler 2016c: 15). Sollte die Industrie 4.0, die zunehmend praktische Realität¹⁸⁴ anstelle eines rein theoretischen Zukunftsprojekts zu sein beginnt, in diese Fußstapfen der *klassischen* Industrialisierung treten, so wird diese digitale Transformation nicht nur Auswirkungen auf den industriellen Sektor, sondern auch auf alle übrigen Lebenswelten und damit das Sozialgefüge sowohl der globalen als auch und insbesondere der bundesdeutschen Gesellschaft haben – womit erneut ein Spannungsgefüge entstehen könnte, in dessen Zentrum der deutsche Wohlfahrtsstaat sowohl als oberste Instanz sozialer Gerechtigkeit wie auch als bisher geglückter Kompromiss zwischen Kapital und Arbeit steht.

¹⁸⁴ Hiervon zeugt grundlegend die Tatsache, dass bereits im Jahr 2020 rund 60 % der im Rahmen einer repräsentativen Erhebung befragten 552 deutschen Industrieunternehmen spezifische Industrie 4.0-Anwendungen zur Optimierung ihrer Produktion eingesetzt haben (Bitkom 2020: 2).

Teil 3: Sozialpolitik im Spannungsgefüge der digitalen Transformation

11 Einleitende Hinweise

Für die Beantwortung der Forschungsfrage der Dissertation wurde als wesentliche Voraussetzung in den vorangehenden Kapiteln einerseits zunächst die Industrialisierung eingehend erörtert, d. h. ihr unmittelbarer Einfluss auf die Produktions- und Arbeitsformen dargelegt sowie die zugrundeliegende Kausalbeziehung zwischen technisch-ökonomischem Fortschritt und Sozialstaatlichkeit aufgezeigt. Darauf aufbauend wurden andererseits die Grundlagen der Sozialpolitik und die Konstitution des bundesdeutschen Wohlfahrtsstaates beschrieben, um so den Status quo ihres gesetzlich verankerten Leistungsspektrums zu beschreiben. Darüber hinaus wurden die zentralen Wesensmerkmale und Ausprägungen der digitalen Transformation des 21. Jahrhunderts in Gestalt der Digitalisierung und Industrie 4.0 insbesondere mit Blick auf hiervon beeinflusste (produktions-)technische und ökonomische Gesichtspunkte erläutert und zugleich mit der vorausgehenden Industrialisierung hinsichtlich ihrer Kontinuitäten sowie Neuartigkeit kontrastiert. Dabei lässt sich als zentrales Ergebnis festhalten, dass die sich Anfang des 21. Jahrhunderts flächendeckend intensivierende Digitalisierung sowie die im Jahr 2011 ins Leben gerufene Industrie 4.0 die gegenwärtige Form des technologischen Fortschritts und zugleich die logische Fortführung des Industrialisierungsprozesses im Sinne der Produktivitätssteigerung und Rationalisierung anderer Produktionsfaktoren durch den Einsatz von Technologie darstellen. Anders aber als die (alte) Industrialisierung zeichnet sich die digitale Transformation durch eine höhere Geschwindigkeit und Intensität sowie ihre grundsätzliche Universalität aus, weshalb ihre kurz-, mittel- und vor allem langfristigen Folgen gegenwärtig – so eine verbreitete Ansicht – nur schwer abzuschätzen seien (Avent 2014: 13 f.; Kärcher 2015: 47). Dieser Einschätzung ist indes aus zweierlei Gründen zu widersprechen, lehrt die Geschichte der dieser aktuellen Entwicklung vorstehenden Periode doch einerseits nachdrücklich, dass sich technologischer Fortschritt auf sämtliche Lebensbereiche einer Gesellschaft auswirkt und seine Effekte somit von grundsätzlich sozialpolitischer Bedeutung sein *können*. Andererseits zeigt sich: Während die Diskussion über die positiven, wie negativen ökonomischen und insbesondere soziopolitischen Implikationen noch zu Beginn der sich zunehmend verstetigenden Digitalisierung Anfang des 21. Jahrhunderts sowie während der initialen Phase der Industrie 4.0 noch von primär hypothetischen Natur war, werden heute – mehr als eine Dekade der Entwicklung später – die Effekte der digitalen Transformation im Allgemeinen sowie der in mittlerweile rund 60 % der deutschen Industrieunternehmen implementierten Industrie 4.0 im Speziellen (Bitkom 2020: 2) auf den Produktions- und Wertschöpfungsprozess zunehmend empirisch

beobachtbar, womit die hieraus potentiell resultierende Konsequenzen sich nicht länger ausschließlich im Bereich der Fiktion bewegen und damit immer mehr an Relevanz gewinnen. Mit welchen Auswirkungen wird sich der bundesdeutsche Sozialstaat aber sodann in Anbetracht einer digitalen Transformation konfrontiert sehen, welcher nicht nur attestiert wird, „einen grundlegenden Wandel unserer Produktionsweise“ (Sendler 2016c: 15) anzustoßen, sondern auch der „Sozialen Frage eine Neuauflage“ (Stengel 2017a: 194) zu widmen? Kurzum – und die zentrale Forschungsfrage dieser Dissertation aufgreifend –: Welche Anforderungen stellen sich an die bundesdeutsche Sozialpolitik im Spannungsgefüge der digitalen Transformation des 21. Jahrhunderts in Gestalt von Digitalisierung und Industrie 4.0?

Zur Beantwortung der Forschungsfrage – und der prozessualen Logik des industriellen Wandels folgend, nach welcher der technisch-ökonomische Fortschritt einstweilig die Produktionsweisen und die Arbeitswelt zu verändern begann ehe die Sozialpolitik als direkte Konsequenz¹⁸⁵ geboren und hiernach sukzessive an die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen angepasst wurde – liegt das Augenmerk der in diesem Teil folgenden Analyse auf den bereits heute ersichtlichen sowie kurz- bis mittelfristig erwartbaren Auswirkungen der digitalen Transformation auf die Arbeitswelt der deutschen Volkswirtschaft und den hieraus resultierenden Anforderungen an die Sozialpolitik. Hierbei richtet sich der Fokus auf die Arbeit als eigentlicher Untersuchungsgegenstand – d. h. Form, Umfang und Ausprägung des Arbeitens sowie den ökonomischen Kontext, in den diese eingebettet ist – aus zweierlei Gründen: Erstens ist bereits zum gegenwärtigen Zeitpunkt zu beobachten, dass das Arbeiten in Folge der Veränderungen der Produktionsweisen und Wertschöpfungsprozesse im Zuge der anvisierten Automatisierung,

¹⁸⁵ Wie aus der in dieser Arbeit vorangestellten Untersuchung der Industrialisierung und deren Rolle bei der Entwicklung des deutschen Wohlfahrtsstaates deutlich geworden ist (vgl. Kapitel 3 u. 4), steht die kaiserliche Sozialversicherungsgesetzgebung als Resultat des gesellschaftlichen und politischen Problemdrucks in einer direkten Kausalbeziehung mit der industriellen Entwicklung. Die sich aus der Industrialisierung ergebende Problemlage im Deutschen Kaiserreich drückte sich für weite Teile der Bevölkerung – insbesondere die Arbeiterklasse – grundsätzlich in der Bedrohung ihrer Lebensführungschancen aus und überlastete die bis dahin noch größtenteils funktionsfähigen familiären, berufsständischen und städtischen Institutionen der sozialen Sicherung in dem Maße, dass für die hiervon beeinträchtigten Bevölkerungsschichten eine gänzlich neue Bedarfslage (z. B. Arbeitsschutz und soziale Absicherung gegen die Wechselfälle des Lebens) entstand, die mit den bisherigen Instrumenten nicht länger adäquat zu erfüllen waren (Abelshausen 1995: 122 f.; Olbrich 2001: 70–72; Schmidt/Ostheim 2007b: 30; Boch 2017: 56 f.). In dieser Hinsicht lässt sich konstatieren, dass die industriell-ökonomische Entwicklung zunächst einen sozioökonomischen Problemdruck hervorrief, der in Ermangelung geeigneter Bewältigungsstrategien und dem hieraus resultierenden Funktionsvakuum einen politischen Problemdruck in Gestalt der sich in Aufständen von Teilen der Arbeiterklasse sowie der sich im Aufstieg sozialdemokratischer und sozialistischer Arbeiterparteien manifestierenden Sozialen Frage erzeugte. Als die Politik in Folge dessen erkannte, dass sowohl die bestehenden Institutionen der sozialen Fürsorge als auch das Mittel der Repression (d. h. Sozialistengesetz) nicht geeignet waren, den politischen Problemdruck zu reduzieren, ja dieser sich vielmehr sogar noch weiter erhöhte und die Systemstabilität nachhaltig zu gefährden begann, setzte der Staat an, die im Zuge der sozioökonomischen Entwicklung erzeugten Funktionsvakua mit der Sozialversicherungsgesetzgebung der 1880er und 1890er Jahre als neuer Institution zu füllen (Koch 1995: 80; Abelshausen 1995: 113; Ritter 1998: 4; Schmidt/Ostheim 2007b: 30; Schmidt 2012: 12 f.; Althammer/Lampert 2014: 123; Reiter 2017c: 93 f.).

Autonomisierung, Flexibilisierung, Dezentralisierung und Individualisierung (vgl. Kapitel 9.4) unmittelbar – und damit ähnlich wie im Falle der Industrialisierung – von der Digitalisierung und Industrie 4.0 beeinflusst wird (Sendler 2016a: 19), sie also den primären Wirkungsraum des technisch-ökonomischen Wandlungsprozesses bildet. Zweitens stellt die Arbeitswelt den eigentlichen Dreh- und Angelpunkt der Sozialpolitik als solcher dar und fungiert damit zugleich als direkter Transmissionsriemen zwischen technisch-ökonomischen Modernisierungsprozessen und dem Wohlfahrtsstaat. Denn das Arbeiten – hier speziell die Erwerbsarbeit und die aus ihr resultierenden Steuerleistungen sowie Beitragszahlungen in das Sozialversicherungssystem, als „Hauptstandbein“ (Reiter 2017b: 76) des bundesdeutschen Sozialstaates – ist nicht nur eine wesentliche monetäre Voraussetzung für das gestalterische Potential der Sozialpolitik (Bäcker et al. 2010a: 48).¹⁸⁶ Auch bestehen wesentliche Ziele der Sozialpolitik zum einen in der Sicherung der Leistungsbereitschaft und Produktivität einer Arbeitskraft, und zum anderen in der Linderung des grundsätzlichen Mangels an Arbeit, d. h. der Absicherung vor Einkommensausfällen auf Grund verschiedener Wechselfälle des Lebens und damit zugleich der Aufrechterhalten der durch Arbeit entstandenen Teilhabe am Wohlstand nach dem konjunktur-, krankheits-, invaliditäts- oder altersbedingten Ausscheiden aus dem Erwerbsleben eines Menschen (Kaufmann 2005: 224–226; Schmidt 2007b: 413 f.; 2010: 736; 2012: 39; Schmidt et al. 2007: 16; Bäcker et al. 2010a: 48 f.; Althammer/Lampert 2014: 407; Dietz et al. 2015: 84; Boeckh et al. 2017: 162; Reiter 2017b: 54). Die möglichen Auswirkungen der digitalen Transformation auf die Arbeitswelt und speziell die Erwerbsarbeit stehen daher in direkter Beziehung zum Wohlfahrtsstaat (Buhr 2019: 203 f.; Kurz et al. 2019: 35 f.; Nullmeier 2022: 297 f.) und können somit zu neuen Handlungsbedarfen und Anforderungen für die bundesdeutsche Sozialpolitik führen.

In diesem Sinne basiert die folgende Analyse auf einem dreigliedrigen Aufbau: So bereitet Kapitel 12 zunächst wichtige theoretische Zugriffe für das sich auf Grund der digitalen Transformation des 21. Jahrhunderts im Wandel befindende Konzept von Arbeit auf. Hierbei liegt das Hauptaugenmerk auf der – so der hier vorgeschlagene Begriff – *digitalen Informatisierung von Arbeit*, der sich im Zuge von Industrie 4.0 und Digitalisierung verändernden Mensch-Technik-Interaktion sowie den Auswirkungen des technologischen Fortschritts auf die Qualifikationsanforderungen an die menschliche Arbeitskraft. Darauf aufbauend werden in Kapitel 13 gegenwärtig empirisch beobachtbare sowie kurz- bis mittelfristig erwartbare

¹⁸⁶ So umfasst etwa das Sozialversicherungssystem, als „Rückgrat“ (Schmidt 2012: 34) des bundesdeutschen Sozialstaates, – wie in Kapitel 5.3.4.5 dargelegt – im Rahmen der gesetzlichen Versicherungspflicht grundsätzlich alle gegen Arbeitsentgelt beschäftigten Personen (§ 2 Abs. 2 Nr. 1–3 SGB IV) und damit rund 91 % der Erwerbsbevölkerung (StBA 2019c: 358).

Auswirkungen der digitalen Transformation auf die Arbeitswelt der deutschen Volkswirtschaft, allen voran in Gestalt von Beschäftigungseffekten, strukturellen Veränderungen des Arbeitsmarktes, Qualifikationsanforderungen sowie Modifikationen der Arbeitsformen erarbeitet und bewertet. Daran anschließend erörtert Kapitel 14 die arbeitsmarkt- und arbeitstechnisch relevanten Effekte dahingehend, welche Anforderungen sich hieraus an die bundesdeutsche Sozialpolitik ergeben. Kapitel 15 fasst schließlich die im Rahmen der Dissertation gewonnen Ergebnisse zusammen und diskutiert die hieraus zu ziehenden Schlussfolgerungen.

12 Die digitale Transformation und ihr Modifikationspotential der Arbeit

12.1 Die digitale Informatisierung der Arbeit

Die Auseinandersetzung darüber, welchen Einfluss Technik und die technologische Entwicklung als Ganzes auf die Art, Gestaltung und den Umfang von Arbeit sowie auch und insbesondere auf den diese ausführenden Menschen grundsätzlich ausüben, ist keineswegs neu, hat sie doch etwa in hohem Maße bereits die Zeitgenossen der Industrialisierung des 18. und 19. Jahrhunderts polarisiert (vgl. Kapitel 3.1). Hierbei oszillierte die Debatte zum einen um positive Aspekte wie bspw. die Entlastung des Menschen durch neue Technologien, das Versprechen eines gesamtgesellschaftlichen Fortschritts durch Technik (vgl. Hirsch-Kreinsen 2016b: 12 f.) und das bis dahin ungesehene Produktivitätswachstum, zum anderen aber auch um negative Begleiterscheinungen, etwa in Form rationalisierungsbedingter Arbeitsplatzverluste als schicksalhaft interpretierte Verdrängung des Menschen durch die Maschine (vgl. etwa Engels 1848: 9 u. 18). In dieser Hinsicht lässt sich die gegenwärtige Debatte über die Auswirkungen der digitalen Transformation in Gestalt der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Arbeitswelt und den in ihr wirkenden Menschen sowie über die Hoffnungen und Ängste als durchaus traditionell einstufen, zumal sie auf Grund der in ihr fortwährend erörterten „Frage nach dem Verhältnis von Technik und Arbeit eine [...] Renaissance“ (Hirsch-Kreinsen 2018: 16) der sozialwissenschaftlichen Arbeitsforschung darstellt. Damit rekurriert sie zugleich auf die unter dem Begriff der Informationsgesellschaft (vgl. Kapitel 8.5) ausgetragene Diskussion, die sich bereits während der 1960er und 1970er Jahre im Zuge des vermehrten Einsatzes der digitalen IKT in immer mehr Bereichen der von ihnen erfassten Gesellschaften formierte und allen voran die Folgen sowie die gesellschaftliche Gestaltbarkeit des damaligen Digitalisierungsschubs zum Gegenstand hatte (Boes/Pfeiffer 2006: 19; Schmiede 2006: 457; Schilcher/Diekmann 2014: 5; Hirsch-Kreinsen 2016b: 19; Ittermann/Niehaus 2018: 36; Stich et al. 2018: 143 f.).

Doch auch wenn die grundsätzliche Fragestellung im Kontext der Digitalisierungsdebatte durchaus als historische Kontinuität aufgefasst werden darf, stellt das Spektrum der aus ihrer Beantwortung resultierenden Implikationen aus heutiger Sicht in der Tat ein Novum dar. Denn der Digitalisierungsprozess hat sich über seinen bisherigen Entwicklungsverlauf hinweg sukzessive intensiviert, womit auch das Ausmaß der durch die Digitalisierung gezeitigten Veränderungen innerhalb der Sphäre des Ökonomischen und Gesellschaftlichen zugenommen hat. Kurzum: Ihre einst noch im Rahmen der vorangegangenen Debatte als primär hypothetisch erachtete Potentialität beginnt scheinbar folglich immer mehr zu einer neuen ökonomischen, sozialen, kulturellen und politischen Realität zu werden, die in Gestalt der einst prognostizierten Informations- und Wissensgesellschaft zusehends ansetzt, auch die Natur der Arbeit selbst zu transformieren (Boes/Pfeiffer 2006: 19–21; Leimeister et al. 2015: 10–13; Rinne/Zimmermann 2016: 4f.; Stengel 2017b: 169 f.; Hämmerle et al. 2018: 5 f.; Hirsch-Kreinsen 2018: 16 f.; Stich et al. 2018: 143–146; Buhr 2019: 203 f.; Kurz et al. 2019: 38–40). Um zu verstehen, mit welchen grundsätzlichen Wandlungstendenzen sich das Arbeiten im Zeitalter der Digitalisierung des 21. Jahrhunderts ausgesetzt sieht und inwiefern diese jüngere Entwicklung als „qualitativer Sprung“ (Boes/Pfeiffer 2006: 20) hin zu einer Informationsgesellschaft¹⁸⁷ aufgefasst werden kann, empfiehlt es sich, die ihr zugrundeliegende – bereits in Kapitel 8.5 skizzierte – Theorie der Informatisierung zu erörtern, bietet diese doch einen „Rahmen, der den zunehmenden Einsatz und die Verarbeitung von IKT konzeptionell einbettet und reflektiert – ohne jedoch darin ‚aufzugehen‘ und die Entwicklung von Arbeit zu einem bloßen Anhängsel der Technik zu machen“ (Boes et al. 2014: 7).

Während der Begriff der Informatisierung ursprünglich noch auf die Ausbreitung der IKT während der 1970er referenzierte (Schmiede 2006: 457), hat dieser im Laufe seiner Entwicklung eine tiefergehende und zugleich umfassendere Bedeutung erlangt und umschreibt heute gemeinhin einen sozialen Prozess der willentlichen, systematischen Erzeugung und Nutzung von Informationen sowie deren Verwaltung in Informationssystemen, um daraus weitere Informationen erzeugen zu können (Boes/Pfeiffer 2006: 22; Boes et al. 2014: 6; Stich et al. 2018: 143 f.). Darüber hinaus werden im Zuge dieses Verfahrens

[...] geistige Tätigkeiten von ihren Urhebern geschieden, um sie anderen zugänglich zu machen. Dazu muss der Informationsgebrauch ‚materialisiert‘ bzw. individuell gebundenes Wissen in eine gegenständliche Form gebracht und in überindividuell nutzbare Informationen und Informationssysteme überführt werden. Die fortwährende Erzeugung, Reproduktion und Weiterentwicklung

¹⁸⁷ Diese zeichnet sich insbesondere durch die „[...] Gewinnung, Speicherung, Verarbeitung, Vermittlung, Verbreitung und Nutzung von Informationen und Wissen einschließlich wachsender technischer Möglichkeiten der Kommunikation und Transaktion“ (Bendel 2019: 113) aus und ist nicht zuletzt auch in hohem Maße mit der Digitalisierung verknüpft (Schilcher/Diekmann 2014: 5).

dieser Informationen und vor allem der Informationssysteme lässt sich kurz als Prozess der Informatisierung bezeichnen. (Boes et al. 2014: 6)

Hinsichtlich des Charakteristikums, nach welchem die Informatisierung prinzipiell als Materialisierung des Informationsgebrauchs aufzufassen ist, überrascht es nicht, dass ihre Entwicklungsgeschichte bereits weit im Vorfeld der Digitalisierung des 20. Jahrhunderts zu verorten ist und damit rückblickend zunächst nur mittelbar mit dieser in Verbindung steht.¹⁸⁸ Mit Ausbreitung der digitalen IKT während der 1970er Jahre erlebte die Informatisierung aber schließlich einen entscheidenden Entwicklungsschub: Sie nahm fortan nicht nur immer stärker Bezug auf die Digitalisierung, sondern begann auch auf die grundsätzlich neue Qualität der digitalen IKT zu verweisen, die sich allen voran durch die exponentiell ansteigende (globale) Verfügbarkeit von Daten und Informationen über Produktions- und Arbeitsprozesse sowie die umfassende inner- und überbetriebliche Vernetzung zur Kommunikation auszeichnete. Gleichzeitig bedingte die Digitalisierung durch ihren weltumspannenden Charakter eine neue Dimension der Informatisierung selbst: Einerseits wandelte sie sich von einem bis zu diesem Zeitpunkt noch immer in erster Linie subsidiären Instrument der Produktion zu einer eigenständigen Produktkategorie und verhalf damit der Informationen als zentraler Gegenstand ökonomischer Tätigkeit zum Durchbruch (Boes/Pfeiffer 2006: 23; Schmiede 2006: 462 f.; Schilcher/Diekmann 2014: 5; Hirsch-Kreinsen 2016a: 10; Stich et al. 2018: 144). Andererseits ist zu beobachten, dass die digitalen IKT, die eine stetige Entgrenzung der technisch verarbeitbaren Menge von Daten und Informationen nach sich ziehen und damit die menschlichen (Rechen-)Kapazitäten in nicht allzu ferner Zukunft in ungeahntem Maße zu übersteigen beginnen werden, auch zu einer sukzessiven Dematerialisierung des Informationsgebrauchs führen. So wird es mittels der Digitalisierung zunehmend realisierbar,

¹⁸⁸ Dergestalt begann der Informatisierungsprozess im Rahmen größerer organisationaler Strukturen, wie etwa dem Oikos, der Kirche oder prinzipiell wirtschaftlichen Unternehmungen, in denen Menschen nicht nur landwirtschaftliche Betätigungen und handwerkliche Produktionsaufgaben arbeitsteilig mit physischer Kraft vollrichteten mussten, sondern mit steigender Komplexität und Größe der Operation auch immer mehr Aufgaben im Feld der Steuerung von Arbeitsprozessen, der Dokumentation des Arbeitseinsatzes, der eingesetzten Ressourcen und des erwirtschafteten Ertrags, aber auch im Bereich der Versorgung und Pflege der arbeitenden Menschen und deren Angehörigen sowie weiterer zum Einsatz kommender Produktionsfaktoren (z. B. Nutztiere) notwendig wurden. Obgleich letztere Tätigkeitsfelder als klassische Dienstleistungen aufgefasst werden können, stellen die Steuerungs- und Dokumentationsaufgaben in dieser Hinsicht einen Sonderfall dar, da ihr Kern auf der Erhebung, Verwaltung und Nutzarmachung von Informationen beruht. Im Kontext der in diesen Strukturen vollzogenen Informationsdienstleistungen entwickelte sich sodann eine Informationskultur, in der das Verarbeiten von Daten und Informationen zu einer eigenständigen wirtschaftlichen Tätigkeit wurde. Hieraus entwickelten sich nicht nur entsprechende, auf Informationen ausgerichtete Berufsfelder, sondern auch spezifische Methoden der Informatisierung selbst, angefangen mit der grundlegenden Verschriftlichung der Kommunikation über die doppelte Buchführung in der Neuzeit bis hin zu Konstruktionszeichnungen oder Stücklisten als Basis für Informationssysteme zur wertbezogenen und zeitorientierten Steuerung komplexer Arbeits- und Fertigungsprozesse Ende des 19. Jahrhunderts (Dostal 1995: 527 f.; Boes/Pfeiffer 2006: 22 f.; Schmiede 2006: 463; Boes et al. 2014: 8).

[...] auf einer virtuellen Ebene die unterschiedlichsten Operationen, Kombinationen und Simulationen an den Abbildern von Realität vorzunehmen, welche die Informationen repräsentieren. Durch Informatisierungsprozesse können Realitäten, befreit von den Grenzen der Materialität, in einer virtuellen Welt beliebig manipuliert werden. Hier entsteht ein tendenziell kaum begrenzter Experimentier- und Möglichkeitsraum. (Schilcher/Diekmann 2014: 5 f.)

Mit diesem Befund ist bereits ein wesentlicher Aspekt des angedeuteten *qualitativen Sprungs* der Informatisierung als unmittelbare Konsequenz der Digitalisierung angesprochen, nämlich „[...] die Schaffung einer prinzipiell unbegrenzten virtuellen Welt der Information durch die universale Maschine Computer“ (Schmiede 2006: 465). Auch wenn der Computer als quasi Statthalter der Digitalisierung und zugleich Erweiterung der menschlichen Rechenleistung nicht das eigentliche Objekt des Arbeitens, sondern zunächst vielmehr ein rein „informatisiertes Arbeitsmittel“ (Boes/Pfeiffer 2006: 30) darstellen mag, dessen Universalität freilich noch Grenzen kennt, zeichnet sich im Kontext einer zunehmend greifbaren künstlichen Intelligenz (KI)¹⁸⁹ oder dem Einsatz sich selbst steuernder CPS doch ein eben solcher Pfad der Omnipotenz ab. Unmittelbar damit einher geht als weiteres Charakteristikum des qualitativen Sprungs der Informatisierung die voranschreitende Automatisierung und „Autonomisierung des Maschinensystems“ (Schmiede 2006: 465), welche nicht nur die physische, sondern auch die geistige Arbeit des Menschen in einen – zumindest aus historischer Sicht – fremdartigen Kontext einbettet und das Produktivitätspotential auf eine neue Ebene zu heben vermag. Ferner hat die Digitalisierung als Gesamtentwicklung mit der Entstehung des Internets im Allgemeinen sowie der Applikation des WWW im Speziellen, einen in der Menschheitsgeschichte beispiellosen Grad globaler Vernetzung geschaffen und damit die zeitlichen und räumlichen Strukturen, in denen sich die Informatisierung vollzieht, radikal verändert. Das Internet ist als weltumspannender

¹⁸⁹ Hinsichtlich der Möglichkeit, künstliche Intelligenz(en) zu erschaffen, muss freilich zwischen verschiedenen Ausprägungen bzw. unterschiedlichen Ebenen der technischen Intelligenz als Solcher differenziert werden. So wird in den Informatikwissenschaften zum gegenwärtigen Zeitpunkt und insbesondere mit Blick auf das in Zukunft womöglich realisierbare Potential der KI zwischen zwei grundsätzlichen Stufen derselben unterschieden, nämlich der *engen* oder auch *schwachen* KI, welche als Software bzw. als Algorithmus allen voran bei der Lösung dedizierter und vordefinierter Aufgaben zum Einsatz kommt, sowie der *allgemeinen* oder auch *starken* KI, die – gleichsam dem Menschen – nicht nur kognitive Fertigkeiten besitzt, mit deren Hilfe sie komplexe, intellektuelle Herausforderungen zu meistern im Stande ist, sondern auch bestimmte Attribute, oder gar das volle Spektrum des menschlichen Wesens nachzuahmen bzw. zu entwickeln im Stande ist. Dieser hypothetische, künftige Zeitpunkt der Erschaffung einer allgemeinen KI – die in der Konsequenz als finale Erfindung des Menschen betrachtet wird, impliziert, dass diese ultimativ die menschliche Intelligenz überflügeln würde und, entkoppelt und entgrenzt von ihrem Schöpfer, begäbe sich selbst zu verbessern sowie eigenständig Innovationen hervorzubringen, um so zu einem den technologischen Fortschritt als Ganzes bestimmenden Element aufzurücken – wird gemeinhin auch unter den Begriffen *technologische Singularität* bzw. *AI (Artificial Intelligence) Singularity* diskutiert. Während verschiedenste Formen der schwachen KI bereits heute existieren und erfolgreich bei diversen interaktiven Anwendungen (bspw. Chatbots) zum Einsatz kommen und zahlreiche menschliche Tätigkeiten teilweise unterstützen oder gar vollumfänglich beginnen zu ersetzen, gehen die Meinungen darüber, inwiefern die Umsetzung einer allgemeinen KI in naher Zukunft, d. h. bspw. bis zum Jahr 2060 oder darüber hinaus, erfolgreich realisiert werden wird oder ob diese überhaupt jemals grundsätzlich verwirklicht werden kann, wie bei allen Zukunftsprognosen grundsätzlich weit auseinander (vgl. hierzu Braga/Logan 2019; Dilmegani 2022a; 2022b).

Kommunikations- und Informationsraum gleichzeitig auch zu einem Ort der sozialen Interaktion einer vernetzten Gesellschaft, oder schlicht der „Netzwerkgesellschaft“ (Castells 2017: 567) geworden, die von beinahe jedem Ort der Welt aus in Echtzeit nicht nur das Produzieren und Konsumieren des Digitalen zu vollziehen, sondern auch die dinglich-reale Produktion und Konsumtion realer Güter und Dienstleistung digital zu organisieren und zu steuern im Stande ist, was in der Konsequenz auch die Internationalisierung der Produktions- und Konsumstrukturen (vgl. Kapitel 8.6) weiter vorantreibt (Dostal 1995: 534; Boes/Pfeiffer 2006: 20; Schmiede 2006: 464 f.). In dieser Konstellation ist das Internet folglich nicht

einfach nur ‚Technik‘ oder ein Medium zum Transport digitaler Informationen, sondern eine lebendige globale Informations- und Kommunikationsumgebung, deren Zwecke und Verwendungsmöglichkeiten sich durch aktive Nutzung beständig verändern und erweitern. Weil so geistige Tätigkeiten in neuer Qualität aneinander anschlussfähig werden, entsteht hier ein ganz neues Potenzial der Nutzung geistiger Produktivkraft. (Boes et al. 2014: 9)

Diese digitale Entwicklung hat zu Beginn des 21. Jahrhunderts nicht nur zu einer neuen Qualität der Informatisierung geführt, sondern auch deren Intensität und Reichweite gravierend gesteigert, waren doch zu keinem Zeitpunkt die „realen Auswirkungen von Informatisierungsprozessen so vielgestaltig, so durchdringend und so breit in ihrem Zugriff wie heute“ (Boes/Pfeiffer 2006: 21 f.). Aber welche Auswirkungen resultieren aus dieser Komposition der sich gegenseitig bedingenden Informatisierung und Digitalisierung für die heutige, allen voran aber künftige Ausgestaltung von (menschlicher) Arbeit? Die ursprüngliche, d. h. historische Informatisierung beschreibt ja zunächst einen Prozess, der auf die Erzeugung und Anwendung spezieller informationsgeleiteter Methoden abzielt, die im Sinne geistiger Arbeitsformen als komplementär zu physisch-körperlichen Arbeitsprozessen aufgefasst werden können, womit die Informatisierung grundsätzlich und unmittelbar die Ausgestaltung der Arbeit zum Gegenstand hat. Dahin gehend ist diese *Informatisierung der Arbeit* folglich nicht nur

[...] die Voraussetzung dafür, dass Kopfarbeit als eigenständige Form menschlicher Arbeit existieren und rational betrieben werden kann; sondern sie schafft mit der Informationsebene eine neue Handlungsebene. Diese Handlungsebene ermöglicht es, zunehmend steuernd und planend in die Sphäre der Handarbeit einzugreifen, und bildet die Grundlage für die Verwissenschaftlichung der Produktionsprozesse. (Boes et al. 2014: 7 f.)

Ogleich geistige und körperliche Arbeitsformen einander zunächst bedingen, impliziert die Informatisierung der Arbeit in ihrem heutigen Stadium – wie angedeutet – auch immer mehr, dass „die Generierung, Kommunikation und Verarbeitung von Informationen zum Gegenstand wirtschaftlicher Aktivität wird. Informationen sind nicht mehr nur produktionsunterstützend, sondern werden selbst zum Produkt“ (Schilcher/Diekmann 2014: 5). Der so vollzogenen Aufspaltung physischer und informatorischer Arbeitsprozesse folgt sodann die Expansion jener

Gruppe der Erwerbstätigen, die in erster Linie geistige Arbeiten vollrichtet, in diesem Sinne mit der Informationsbeschaffung, -verarbeitung und -nutzung befasst ist und dementsprechend informationstechnische Arbeitsmittel mit dem Zweck anwendet, physisch-dingliche Prozesse des Arbeitens und Produzierens auf Grundlage *objektiver* (d. h. auf dem ökonomischen Prinzip beruhender) Informationen zu optimieren. In dieser Hinsicht stellt die Informatisierung – gleichsam wie die Technologie im Allgemeinen als substituierender Produktionsfaktor – schließlich auch eine Methode zur Rationalisierung menschlicher Arbeit mittels der Verarbeitung von Informationen dar (Dostal 1995: 527; Boes et al. 2014: 8; Pfeiffer/Suphan 2015: 206). Hieran anknüpfend treibt die in den 1970er Jahren einsetzende digitale Transformation anhand der digitalen *Informations- und Kommunikationstechnologien* und ihrer immer raffinierteren Verfahren und Anwendungen zur Erhebung, Verarbeitung und Kommunikation von Informationen die Informatisierung weiter voran und perpetuiert damit zugleich den ihr zugrundeliegenden Prozess sowie die ihr innewohnende Logik der Optimierung durch Information. Aus dieser Warte wird die Digitalisierung folglich zum Mittler der Information und zum eigentlichen Katalysator der Informatisierung, weshalb einerseits die Digitalisierung der Arbeit mit der größten Verfügbarmachung von Informationen über Produktions- und Arbeitsprozesse grundlegend auch als ein Prozess der Informatisierung von Arbeit verstanden werden muss, andererseits mit dem Voranschreiten der Digitalisierung aber auch eine weiter zunehmende Informatisierung der Arbeitswelt grundsätzlich unterstellt werden kann (Botthof 2014: 4; Hirsch-Kreinsen 2015a: 16; Stich et al. 2018: 147). Kurzum: Die sich im Lichte der Ausbreitung digitaler IKT sowie des nunmehr global etablierten Internet vollziehende Digitalisierung und Informatisierung führen auf Grund der zwischen ihnen herrschenden Interdependenz zu einer *digitalen Informatisierung* von Arbeits- und Produktionsprozessen, bei der der spezifische Prozess der Informatisierung um jene Methoden und Technologien der Digitalisierung qualitativ aufgewertet und quantitativ intensiviert wird, woraus – *ceteris paribus* – tiefgreifende Veränderungen für das Wesen der Arbeit von morgen resultieren können.

So ist auf Grund der diesem Entwicklungsprozess innewohnenden Dynamik zunächst davon auszugehen, dass mit dem Voranschreiten der Digitalisierung „immer mehr Menschen „als ‚Kopfarbeiter‘ vorwiegend mit der Beschaffung, Verarbeitung und Anwendung von Informationen befasst“ (Boes et al. 2014: 8) und Erwerbstätige somit zunehmend in Berufen tätig sein werden, „in denen die Informationsverarbeitung dominant ist“ (Dostal 1995: 527). Dies hat nicht nur zur Folge, dass sich die Arbeitswelt in ihrer Zusammensetzung und damit strukturell ändert, sondern auch, dass die physische-körperliche Arbeit generell einem quantitativen Schwund unterliegt, machen doch die Tätigkeiten der sich zunehmend ausbreitenden geistig-

informationsverarbeitungsspezifischen Berufe „die Rationalisierungsschübe im Bereich der Handarbeit überhaupt erst möglich (Boes et al. 2014: 8). Dieser Logik folgend resultiert aus der Optimierung von Arbeits- und Produktionsprozessen auf Grundlage der informationsgetriebenen Automatisierung und Autonomisierung nicht nur die Rationalisierung repetitiver Aufgaben im Bereich physisch-körperlicher Tätigkeiten, sondern auch im Feld der geistig-informativen Arbeiten selbst, da der Computer als eine – zumindest vorerst lediglich – multipotente Maschine eines in der virtuellen Welt grundsätzlich universalen Typs zunehmend durch die Tätigkeiten der geistig-informativen Berufe in die Lage versetzt wird, ein immer größer werdendes Spektrum an Aufgaben auszuführen – bei einer signifikant höheren Effizienz und damit Produktivität des Tuns.¹⁹⁰ Hieraus folgt somit nicht nur die sukzessive Verzahnung der geistig-informativen mit der physisch-dinglichen Arbeitswelt bei einer zusehends unscharfen Abgrenzung beider Bereiche, sondern auch die qualitative Transformation der in der gesamten Arbeitswelt übrig bleibenden sowie neu anfallenden Tätigkeiten, die sich in einer steigenden Komplexität der Aufgaben und einem somit höheren Anforderungsniveau an die menschliche Arbeitskraft ausdrücken kann (Schmiede 2006: 465; Boes et al. 2014: 8–10; Hirsch-Kreinsen 2015a: 16 f.; Ittermann/Niehaus 2015: 42; Rinne/Zimmermann 2016: 3–5; Stich et al. 2018: 147–149).

12.2 Modi der Mensch-Technik-Interaktion

Entscheidend für den im Zuge der digitalen Informatisierung resultierenden Wandel von Arbeit ist ferner die Frage, in welchem Verhältnis Mensch und Technik künftig zueinander stehen werden und damit in welchem Kontext Arbeit grundsätzlich vollrichtet wird. Diese auch als anthropotechnologisch zu bezeichnende Beziehung lässt sich in der wissenschaftlichen Debatte gemeinhin unter dem Begriff der Mensch-Technik- oder auch Mensch-Maschine-Interaktion umgreifen, wobei in letzterem Fall die Maschine durchaus als Synonym für sämtliche informationstechnologischen und virtuellen Applikationen verstanden werden muss. Obgleich die Auseinandersetzung über das Verhältnis zwischen Mensch und Maschine vermutlich bereits so alt ist, wie der erste Einsatz von Technologie durch den Menschen selbst zurückreicht und insbesondere während der Industrialisierung des 18. und 19. Jahrhunderts im Kontext der Sozialen Frage Auftrieb erhielt (vgl. Kapitel 3.1 u. 3.6), gewann die Debatte der Mensch-Technik-

¹⁹⁰ Hierbei gilt es allerdings zu betonen, dass eine Rationalisierung von Tätigkeiten oder ganzer Arbeitsplätze auf Grund technischer Möglichkeit keineswegs eine Zwangsläufigkeit, sondern auch immer eine Kosten-Nutzen-Abwägung darstellt. Viele routinebasierten Aufgaben werden trotz technischer Gegebenheiten unter Umständen weiterhin von Arbeitskräften ausgeführt, sofern die Kosteneinsparungspotentiale durch technische Investitionen unter den Lohn- und Lohnnebenkosten liegen.

Interaktion gerade im Rahmen der während der 1980er Jahre entwickelten CIM, die auf eine digitale Steuerung von Wertschöpfungsprozessen abzielte (vgl. Kapitel 10), einen neuen Bedeutungsgehalt: So wurden nun zunehmend nicht mehr nur rationalisierungsbedingte Problemlagen erörtert, auch rückte die Frage nach der künftigen Aufteilung von Aufgaben und der Verantwortung zwischen dem Menschen und der eingesetzten Technologie ins Zentrum des Diskurses.¹⁹¹ Da die digitale Transformation in Gestalt der IKT und Industrie 4.0 zweifelsohne eine logische Fortführung der vorangegangenen Digitalisierung des 20. Jahrhunderts darstellt (vgl. Kapitel 10), gleichzeitig aber mit Blick auf ihre „reale Wirkkraft“ (Boes/Pfeiffer 2006: 19) und die von ihr ausgehende Tragweite sehr viel tiefgreifendere Veränderungen zu zeitigen im Stande ist als dies in den 1980er Jahren der Fall war, wundert es nicht, dass die Gestaltung der Mensch-Technik-Interaktion somit abermals einen zentralen Stellenwert in der Diskussion über den technologischen Fortschritt und den von ihr ergriffenen Menschen einnimmt (Botthof 2015: 4; Ittermann et al. 2015: 52; Wischmann 2015: 149 f.; Hoffmann/Suchy 2016: 10; Brödner 2018: 333–335; Hirsch-Kreinsen 2018: 15–17; Windelband/Dworschak 2018: 67). In dieser Hinsicht beschäftigt sich die gegenwärtige Debatte über die sich im Laufe der Digitalisierung und Industrie 4.0 verändernde Mensch-Maschine-Interaktion allen voran mit der künftigen Funktionsteilung zwischen sowie der wechselseitigen Integration und gegenseitigen Kontrolle der beiden Produktionsfaktoren Mensch und Technologie im (industriellen) Wertschöpfungsprozess. Hierbei lassen sich – in einem dualistischen Spannungsgefüge, bestehend aus der „Angst, dass menschliche Arbeit maschinell ersetzt werden könnte“ (Genner et al. 2017: 9) einerseits und dem sprühenden Technikoptimismus, der den Menschen bald von seinem Dasein als reiner „Maschinenbediener“ (Kagermann 2017: 240) erlöst sieht – insgesamt drei grundlegende Entwicklungsszenarien der Mensch-Technik-Interaktion unterscheiden, aus denen weitreichende Konsequenzen für das Wesen der Arbeit resultieren können.

Im Falle des sogenannten Automatisierungsszenarios, welches zweifelsohne als ausgesprochen pessimistische Einschätzung gewertet werden muss, führen Maschinen und Programme künftig auf Grund des ansteigenden Automatisierungs- und insbesondere Autonomisierungsgrades viele der zentralen Planungs-, Kontroll-, Steuerungs- sowie Produktionsaufgaben im Wertschöpfungsprozess selbst aus. In einem derartigen Produktionskontext erfährt der Mensch sodann eine ungleichgewichtige Zweiteilung als Produktionsfaktor: Denn während der größte Teil der menschlichen Arbeitskräfte zu einem dirigierten, d. h. primär ausführenden

¹⁹¹ Gemeint sind dabei insbesondere die im Zuge des auf diese Weise anvisierten höheren Grades der Automatisierung und Autonomisierung der maschinellen Produktion – zumindest in theoretischer Hinsicht – resultierenden Auswirkungen auf den arbeitenden Menschen.

Glied innerhalb der Wertschöpfungskette umfirmiert wird, obliegt es einigen wenigen Spezialisten (z. B. Produktionsmanager und Softwareingenieure) für die Installation und Instandhaltung des cyber-physischen Produktionssystems Sorge zu tragen: In der Konsequenz sinkt folglich das notwendige Qualifikationsniveau der industriellen Einfacharbeit im Zuge der Automatisierung und Autonomisierung der Fertigungsanlagen signifikant ab, wohingegen die Qualifikationsanforderungen an die Facharbeit auf Grund der höheren Komplexität der Produktionssysteme ansteigt. Schließlich wird in diesem Szenario davon ausgegangen, dass die menschliche Arbeitskraft im Felde der industriellen Einfacharbeit überwiegend jene Aufgaben des physischen Produktionsprozesses wahrnimmt, für welche Automatisierungslösungen (noch) nicht ökonomisch gestaltbar sind (Buhr 2015: 14; Deuse et al. 2015: 152; Ittermann et al. 2015: 53; Trompisch 2017: 371; Ahrens/Spöttl 2018: 181; Weiß 2018: 1075; Windelband/Dworschak 2018: 68 f.; Mütze-Niewöhner/Nitsch 2020: 1193 f.).

Dieser Einordnung diametral entgegengesetzt ist das Werkzeug- oder auch Spezialisierungsszenario zu verorten, das zwar eine grundlegend optimistische Erwartungshaltung zum Ausdruck bringt und allen voran von Proponenten der Industrie 4.0 vorgetragen wird, stellenweise aber mit ähnlichen Implikationen aufwartet, wie sie aus dem Automatisierungsszenario resultieren. Grundsätzlich soll die Technik – wie im Rahmen der Industrie 4.0 vorgetragen – sehr wohl mittels einer stärkeren Automatisierung und Autonomisierung der Produktionssysteme zu einer Rationalisierung und damit Optimierung des (industriellen) Wertschöpfungsprozesses führen. Obgleich CPS und CPPS insbesondere in die Lage versetzt werden sollen, auch und gerade komplexe Fertigungsprozesse selbstständig, d. h. weitestgehend ohne menschliches Zutun vollziehen zu können, besteht das proklamierte Ziel des neuen Produktionsregimes derweil aber nicht etwa in einer „Entwicklung hin zu menschenleeren Produktionsanlagen [...] – vielmehr soll der Mensch unter optimalem Einsatz seiner ureigenen Fähigkeiten in das cyber-physische Gefüge eingebunden werden“ (Gorecky et al. 2017: 218). Während also der schaffende Mensch nach wie vor im Zentrum der Wertschöpfung steht, hat die Technologie den Status eines Hilfsmittels oder Werkzeugs inne, dessen übergeordnete Funktion in der Assistenz des Menschen liegt. Dementsprechend obliegt die Steuerung und Kontrolle des Wertschöpfungsprozesses somit auch nicht dem cyber-physischen Produktionssystem selbst – diese Aufgaben verbleiben in der Domäne des spezialisierten industriellen Facharbeiters, der durch vernetzte intelligente Systeme mit allen für eine fundierte Entscheidungsfindung notwendigen Informationen auf Echtzeitbasis über entsprechende Mensch-Maschine-Schnittstellen unterstützt wird. Dies bedeutet im Umkehrschluss indes nicht, dass die menschliche Arbeitskraft als Produktionsfaktor keiner Verdrängung durch die zum Einsatz kommenden Technologien

ausgesetzt ist. Ganz im Gegenteil: Auch in diesem Wertschöpfungskontext liegt der Fokus auf der Optimierung all jener Produktionsabläufe, die mittels ökonomisch tragfähiger Automatisierungslösungen nicht nur kostengünstiger, sondern auch mit höherer Qualität respektive geringeren Fehlerquoten rationalisiert werden können, womit ebenfalls die industrielle Einfacharbeit mittelfristig weitestgehend obsolet wird. Anders aber verhält es sich mit dem industriellen Facharbeiter als Arbeitskraft auf der mittleren sowie den akademisch qualifizierten Beschäftigten der oberen Qualifikationsebene. So liegt dem Spezialisierungsszenario die Annahme zugrunde, dass jene Arbeitskräfte des qualifikatorischen Mittel- und Oberbaus im cyber-physischen Produktions- und Wertschöpfungsprozess ein größeres Aufgabenspektrum zu erfüllen haben werden, das sich „von rein ausführenden Tätigkeiten hin zu Aufgaben der kontextabhängigen, situativen Steuerung sowie Überwachung und Regulierung der intelligent vernetzten Produktionsressourcen“ (Deuse et al. 2015: 152) verschiebt. Fachkräfte und Spezialisten lenken also die Arbeitsprozesse der CPPS, geben die eigentliche Produktionsstrategie vor und fungieren als Supervisoren der Ausführung des selbstorganisierten Produktionsprozesses. Dergestalt wird den Arbeitskräften der mittleren und oberen Qualifikationsebene, deren Fachkompetenz permanent von Nöten ist, „bei Vorliegen von komplexen Problemen – und als eine Art letzte Instanz innerhalb des cyber-physischen Gefüges – die Rolle des kreativen Problemlösers zuteil“ (Gorecky et al. 2017: 218). Während folglich die industrielle Einfacharbeit entsprechend ökonomischer Kriterien durchaus rationalisiert wird, impliziert die Industrie 4.0 mittels der CPPS die „Entwicklung von Expertensystemen mit Werkzeugcharakter für qualifizierte Fachkräfte“ (Ahrens/Spöttl 2018: 181). Als übergeordnete Steuerungsinstanz und primäre Träger von Optimierungs- und Entscheidungsprozessen müssen die involvierten Arbeitskräfte für die Beherrschung der hochkomplexen Wertschöpfungssysteme einen größeren Wirkungs-, Verantwortungs- aber auch Gestaltungsbereich bedienen, weshalb somit ebenfalls die an sie gestellten Kompetenz- und Qualifikationsanforderungen naturgemäß ansteigen müssen. Gleichzeitig jedoch ist die Industrie-4.0-Architektur als Assistenzsystem konzipiert, welche die menschliche Arbeitskraft unterstützt. In dieser Konstellation ist die Mensch-Maschine-Interaktion idealiter als Kontinuum, d. h. als System der gegenseitigen Unterstützung und wechselseitigen Beeinflussung aufzufassen, bei dem die CPPS folgerichtig als entscheidungsunterstützende Werkzeuge fungieren, während die Facharbeiter und Spezialisten die ultimative Entscheidungshoheit behalten (Buhr 2015: 14; Deuse et al. 2015: 152; Ittermann et al. 2015: 53 f.; Gorecky et al. 2017: 218 f.; Kagermann 2017: 240; Trompisch 2017: 371; Ahrens/Spöttl 2018: 181; Weiß 2018: 1074; Windelband/Dworschak 2018: 68 f.; Mütze-Niewöhner/Nitsch 2020: 1193).

Einen Mittelweg dieser beiden möglichen Entwicklungspfade stellt schließlich das Hybrid- oder auch Kollaborationsszenario dar, in dem der grundsätzliche „Dualismus zwischen Mensch und Technik zugunsten neuer Kooperationsformen aufgebrochen“ (Ahrens/Spöttl 2018: 182) wird.¹⁹² Auch hier dient die Technologie in Form vernetzter intelligenter Objekte und Systeme durch den höheren Autonomisierungs- und Automatisierungsgrad einer tiefergehenden Rationalisierung des menschlichen Produktionsfaktors primär im Bereich der industriellen Einfacharbeit einerseits sowie der Optimierung von Arbeitsprozessen durch die informationsgestützte, maschinelle Assistenz der menschlichen Arbeitskraft andererseits. Demgegenüber liegen aber die Kontroll- und Steuerungsaufgaben nicht ausschließlich im Bereich der CPPS – wie etwa im Automatisierungsszenario – oder in der Domäne des Facharbeiters und Spezialisten – wie im Falle des Werkzeugszenarios –, sondern werden kooperativ von beiden Seiten wahrgenommen. Der ausschlaggebende Faktor für die Teilung der Kontroll- und Steuerungsaufgaben resultiert hierbei aus den jeweiligen Stärken der menschlichen Arbeitskräfte sowie der zum Einsatz kommenden Technologien. Die dabei entstehenden neuartigen Interaktions- und Kooperationsformen sollen es nicht nur ermöglichen, komplexe Prozesse zu erfassen und zu visualisieren und damit folglich auch komplexe Sachverhalte für den Menschen aufzubereiten, auch stellen sie neue Anforderungen an die menschliche Arbeitskraft und verlangen dergestalt trotz der so gebotenen maschinellen Assistenz nach einer sehr viel breiteren qualifikatorischen Basis (Buhr 2015: 14; Ittermann et al. 2015: 54; Trompisch 2017: 371; Ahrens/Spöttl 2018: 182; Weiß 2018: 1075; Mütze-Niewöhner/Nitsch 2020: 1194).

12.3 Neue Qualifikationsanforderungen an die Arbeitskraft von morgen

Wie die verschiedenen Szenarien veranschaulichen, resultieren aus den hypothetisch möglichen Entwicklungen grundsätzlich unterschiedliche Modi der Mensch-Technik-Interaktion sowie ein damit jeweils variierender Grad der Substitution des menschlichen Produktionsfaktors, der von der maschinellen Rationalisierung körperlich anstrengender und geistig-komplexer Tätigkeiten über die technische Assistenz bei der Entscheidungsfindung und die weitestgehende Übernahme industrieller Einfacharbeit bis hin zu der kooperativen Wahrnehmung von

¹⁹² Die Frage der künftigen Ausprägung und Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion wurde ebenfalls in dem im Jahr 2009 vom BMWi ins Leben gerufenen Forschungsförderprogramm Autonomik (vgl. Kapitel 9.2.1) aufgegriffen und als eigenständiger Forschungsschwerpunkt definiert. Der in diesem Zuge entwickelte Leitfadendiskutiert hierbei Aspekte wie etwa die Arbeitssicherheit, die Gestaltung von Arbeitsprozessen, die Arbeitsorganisation, die sich neu ergebenden Qualifikationsanforderungen an die menschliche Arbeitskräfte oder auch die innerbetrieblichen Mitbestimmungsrechte im Kontext autonomer Produktionssysteme, und favorisiert – ausgehend vom Hybridszenario und dem diesen zugrundeliegenden komplementären Verhältnis zwischen Mensch und Maschine – eine möglichst kooperative Ausgestaltung der Mensch-Technik-Interaktion (BMW 2013b: 11–13).

Kontroll- und Steuerungsaufgaben gemeinsam durch Mensch und CPS reicht. Freilich muss eine Einschätzung darüber, welches der drei Szenarien sich im industriellen Sektor durchsetzen wird, zum gegenwärtigen Zeitpunkt ohne weitere Informationen vage bleiben, zumal die individuellen innerbetrieblichen Produktionsprozesse und -zielsetzungen final bestimmen, inwieweit CPPS implementiert werden können und sollen. Doch es scheint bereits jetzt absehbar, dass zum einen der Rationalisierungsprozess mit neuen Mitteln fortgeführt wird und zum anderen, dass sich mit der Veränderung der Mensch-Technik-Interaktion – ganz gleich welcher Ausprägung – auch die Ansprüche an die sich neu formierenden Tätigkeiten und damit die Qualifikationsanforderungen an den im jeweiligen Wertschöpfungskontext arbeitenden Menschen einem grundsätzlichen Wandel ausgesetzt sind (Ittermann et al. 2015: 46; Hirsch-Kreinsen 2016a: 10; Ahrens/Spöttl 2018: 182 f.). Ausgehend von diesen Entwicklungsszenarien der Mensch-Technik-Interaktion werden in der arbeitssoziologischen Debatte verschiedene Auswirkungen auf das Gefüge der Produktionsarbeit und die sich ergebende Qualifikationsstruktur diskutiert, die weitestgehend um zwei Pole oszillieren und nicht nur jeweils tiefgreifende Konsequenzen für die Gestaltung der Arbeitswelt, sondern mittelfristig auch für die volkswirtschaftliche Beschäftigungsstruktur insgesamt implizieren. So werden mit Blick auf die künftige Qualifikation von Arbeitskräften zum einen die generelle bzw. substitutionsbedingte Aufwertung und zum anderen die Polarisierung des notwendigen Qualifikationsniveaus als potentielle Entwicklungspfade diskutiert, die mit jeweils verschiedenen Graden der Funktionsteilung einhergehen (vgl. Buhr 2015: 15 f.; Ittermann et al. 2015: 45–51; Hirsch-Kreinsen 2016a: 10–12; Ittermann/Niehaus 2018: 39–48; Mütze-Niewöhner/Nitsch 2020: 1192 f.).

Hinter dem auch als *Upgrading* bezeichneten Szenario der generellen Aufwertung von berufsbezogenen Tätigkeiten und den mit diesen verbundenen Qualifikationen steht zunächst die Annahme, dass im Zuge der digitalen Transformation und der damit einhergehenden Automatisierung zuerst jene Arbeitsplätze und Tätigkeiten der (industriellen) Wertschöpfung sukzessive rationalisiert werden, die ein niedriges Qualifikationsniveau verlangen und von geringer Komplexität sind, mit steigender Autonomisierung der Produktionsstrukturen in Form vernetzter intelligenter Objekte und Systeme aber auch zunehmend komplexere Fertigungsschritte und Aufgaben – die jedoch in hohem Maße als regel- und routinebasiert einzustufen sind – durch mit entsprechender Software gestützte maschinelle Lösungen allen voran in Gestalt von mit Algorithmen ausgestatteter CPPS ausgeführt werden können. Mit diesem substitutionsbedingten Wegfall einfacher Tätigkeiten geht sodann die Annahme einher, dass die verbleibenden, von Menschen auszuführenden Tätigkeiten einem Aufwertungsprozess unterliegen. So erhält die künftige menschliche Arbeit auf Grund der Digitalisierung und der daraus

resultierenden digitalen Informatisierung der industriellen aber auch dienstleistungsbezogenen Arbeit und Wertschöpfung (vgl. Kapitel 12.1), die zu einer höheren Dichte und Vielfalt an Informationen über die zugrundeliegenden Produktionsprozesse führt, einen signifikant höheren Komplexitätsgrad, weshalb Tätigkeiten prinzipiell anspruchsvoller werden und größeres Erfahrungswissen erfordern. In der Konsequenz „nimmt die Bedeutung von Fähigkeiten der Beschäftigten zu, die sich auf das theoretische Verständnis von Prozessen und die adäquate Nutzung der verfügbaren Informationen richten“ (Ittermann et al. 2015: 46). Dergestalt sind menschliche Arbeitskräfte künftig nicht mehr wie zuvor primär die Bediener einer Maschine und schiere Ausführer von Prozessen, sondern treten in die Rolle des „kreativen Problemlösers“ (Gorecky et al. 2017: 218), d. h. des „Erfahrungsträgers, Entscheiders und Koordinators“ ein, wobei ihr „Arbeitsumfeld interdisziplinärer“ wird und „die Vielzahl der Arbeitsinhalte für den einzelnen Mitarbeiter“ (Kagermann 2017: 240) zunehmen. Dieser Aufwertungsprozess der im Rahmen der technischen Rationalisierung verbleibenden Arbeitsinhalte, die sich durch eine hohe Handlungskomplexität auszeichnen und nur wenig bis überhaupt nicht regel- und routinebasiert sind, bezieht sich folglich nicht nur auf das für die Ausführung von Tätigkeiten notwendige Qualifikationsniveau, sondern auch auf die Qualität der Arbeit als solcher und kann grundsätzlich sämtliche Beschäftigtengruppen aller volkswirtschaftlichen Sektoren betreffen. Während also „die anfallenden [...] Routinetätigkeiten in zunehmendem Maße technologisch-maschinell bewältigt werden und somit die Einfacharbeiten wegfallen, wachsen qualifizierte Wissensarbeit und traditionelle Produktionsarbeit immer weiter zusammen“ (Ittermann et al. 2015: 48) und machen auf Grund der steigenden Anforderungen die permanente Re- bzw. Weiterqualifizierung der Arbeitskräfte unabdingbar. Zu den hierbei als grundsätzlich relevant erachteten, künftig vermehrt benötigten Fähigkeiten gehören neben den ersichtlichen IT- und Medienkompetenzen auch jene im Bereich der Prozesssteuerung in der Fertigung und Montage sowie in der Arbeitsvorbereitung, Produktionsplanung und Qualitätssicherung. Darüber hinaus erhalten auch die erhöhte Flexibilität und Lernbereitschaft im Kontext sich stetig verändernder Technologien und sich immer wieder neu ergebener Herausforderungen, aber auch solche Kompetenzen wie ein abstraktes Denkvermögen oder die sogenannten Softskills (bspw. die Fähigkeit, kommunizieren, verhandeln und vermitteln zu können) einen immer größeren Stellenwert (vgl. Ahrens/Spöttl 2018: 188–191; Ittermann/Niehaus 2018: 40 f.; Dollhausen 2019: 17–24). Mit Blick auf die digitale Informatisierung von Arbeit scheint die Einschätzung folglich nicht verfehlt, dass, wie bereits im vorausgegangenen Informatisierungsprozess deutlich erkennbar, die „intellective skills“ (Zuboff 1988: 76) als übergeordnete Kompetenzkategorie – d. h. die kognitiven und insbesondere intellektuellen Fähigkeiten, abstrakte und komplizierte informatisierte

Prozesse auf theoretischer Ebene zu verstehen – mehr denn je eine essentielle Grundanforderung an die menschlichen Arbeitskräfte darstellen werden, sollen diese die zunehmend komplexer werdenden Tätigkeiten erfolgreich im Stande sein auszuführen (Hirsch-Kreinsen 2015a: 16; Rinne/Zimmermann 2016: 6; Ittermann/Niehaus 2018: 40). In dieser Hinsicht propagiert aber der allen voran im Rahmen der Industrie-4.0-Debatte positiv hervorgehobene Effekt eines qualifikatorischen und zugleich qualitativen Upgrading von Arbeit das Narrativ der „better jobs – jobs that at every level [will] be enriched by information technology“ (Zuboff 1988: 159) und damit abermals ein Fortschrittsversprechen mit „technikutopischen Charakter“ (Hirsch-Kreinsen 2016b: 19), gelten doch als „die Gewinner des fortschreitenden Einsatzes digitalisierter Technologien [...] jene Beschäftigungsgruppen, die ohnehin schon über höhere Qualifikationen und Handlungsressourcen verfügen“ (ibid. 2015a: 16) – eine verheißungsvolle Zukunft für die einen, während der unmittelbar von einer Substitution des Arbeitsplatzes betroffene Teil sich mit einer ungleich schlechteren Ausgangslage konfrontiert sieht und auf umfassende Qualifizierungsmaßnahmen angewiesen ist (Ahrens/Spöttl 2018: 191; Leicht-Scholten/Bouffier 2020: 1247 f.; Dollhausen 2019: 11 u. 14–16).

Die zweite mögliche Konfiguration der Qualifikationsanforderungen an Arbeit mit Blick auf die sich im Zuge der Digitalisierung und Industrie 4.0 neue eröffnenden Wertschöpfungskontexte wird gemeinhin anhand der Polarisierungshypothese beschrieben. Bereits im Jahr 2007 postulierten Goose und Manning, dass die sich auf dem britischen Arbeitsmarkt seit den 1970er Jahren immer stärker abzeichnende Polarisierung der Löhne und Gehälter, d. h. die Generierung von Arbeitseinkommen, zunehmend durch die untere und obere Stufe der Arbeitsentgelte bei gleichzeitiger Erosion der mittleren Einkommensstufe, einen engen Zusammenhang mit den unterschiedlichen Qualifikationsniveaus der verschiedenen Arbeitsplätze aufweist und sich mittels des von Autor et al. (2003) im Zuge der Digitalisierung beobachteten Wegfalls von Routinearbeiten bei gleichzeitiger Zunahme der gering bis nicht routine- und regelbasierten Aufgaben erklärt werden könnte (Goos et al. 2007). Aufbauend auf der so identifizierten Polarisierung der Arbeitseinkommen und der unterstellten Rückkopplung an die entsprechenden Qualifikationsniveaus formulierten Acemoglu und Autor (2010) sodann die Polarisierungshypothese der Qualifikationen, die sich mittlerweile zu einem weitestgehend etablierten Ansatz der Arbeitsforschung zur Deutung möglicher Effekte der digitalen Transformation entwickelt hat. Ihre zentrale Annahme lautet, dass mittlere Qualifikationsverbände

[...] massiv an Bedeutung verlieren und sich daher zunehmend eine Schere öffnet zwischen komplexen Tätigkeiten mit hohen Qualifikationsanforderungen einerseits und einfachen Tätigkeiten mit niedrigem Qualifikationsniveau andererseits. (Hirsch-Kreinsen 2016a: 11)

Folglich bleiben bestimmte, nicht substituierbare oder – auf Grund wirtschaftlicher Erwägungen – schlicht nicht rationalisierungswürdige Kategorien *einfacher* Arbeitsplätze in der Industrie und dem Dienstleistungssektor erhalten, während komplexere – d. h. dementsprechend ebenfalls nicht substituierbare – höher bis hoch qualifizierte Arbeitsplätze respektive Tätigkeitsfelder an Bedeutung zunehmen, weshalb eine gleichzeitige „Erosion mittlerer Qualifikationsebenen“ (Ittermann/Niehaus 2015: 49) stattfindet, da diese zunehmend maschinell-digital austauschbar werden und sich gerade deshalb durch eine Rationalisierung mittels Technologien kosteneinsparende Effekte realisieren lassen. Dabei kann der Wegfall des qualifikatorischen Mittelbaus nicht nur Fertigungsarbeiten wie bspw. die Montage oder Überwachung von Maschinen, sondern auch Aufgaben aus dem Feld der Verwaltung und der Dienstleistungen umfassen, womit sowohl die Tätigkeiten industrieller Facharbeiter als auch Angestellter in den unmittelbaren Wirkungsbereich von Rationalisierungsmaßnahmen gelangen. Die eigentliche Ursache für die sich gemäß der Polarisierungshypothese abzeichnende Verlagerung hin zu den beiden Extremen der verschiedenen Qualifikationsebenen und die damit einhergehende Auflösung der Mittelschicht ist dabei auf die Wechselwirkung der sich gegenseitig bedingenden und sich verstärkenden Informatisierungs- und Automatisierungsprozesse zurückzuführen. Denn sofern die Tätigkeiten des qualifikatorischen Mittelbaus als routine- und regelbasierte Aufgaben konzipiert sind und damit eine ähnliche Struktur wie nicht bis weniger komplexe Tätigkeiten einfacher Arbeitsprozesse aufweisen, lassen sich diese grundsätzlich standardisieren, algorithmisieren sowie automatisieren und können folglich von entsprechenden Softwareapplikationen respektive CPPS autonom ausgeführt und durch diese substituiert werden. Neben der potentiell vollständigen Rationalisierung ganzer Arbeitsplätze führt die Informatisierung aber auch zu einer sukzessiven qualifikatorischen und qualitativen Degradation von gegenwärtig noch dem Mittelbau zuzurechnenden Tätigkeitsprofilen: Zwar steht den hiervon betroffenen Beschäftigten im Zuge des Einsatzes digitaler IKT eine deutlich fundiertere Informationsbasis über Arbeitsprozesse zur Verfügung, allerdings werden durch „computergestützte Informationsvorgaben, etwa über entsprechend ausgelegte Assistenzsysteme, ursprünglich komplexe Tätigkeiten durch ihre Modellierung und Formalisierung“ (Hirsch-Kreinsen 2016a: 12) zunehmend standardisierbar und dadurch in dem Maße vereinfacht, dass ein in Summe signifikant geringeres Qualifikationsniveau zur Erfüllung der verbleibenden Aufgaben ausreicht. In dieser Gemengelage werden die einstigen Handlungsspielräume von Facharbeitern der mittleren Qualifikationsebene durch die stetige Implementierung automatisierter sowie autonom agierender und Entscheidungen treffender Systeme im Produktionsprozess immer mehr reduziert, was in der Konsequenz die „Dequalifizierung von Sach- und Facharbeitertätigkeiten“

(Ittermann/Niehaus 2018: 46) der in diesen Bereichen eingesetzten Arbeitskräfte impliziert und damit eine generelle Herabstufung des erforderlichen Anforderungsprofils zur Folge hat. Während gemäß der Polarisierungshypothese diese „Substitutions- und Dequalifizierungsprozesse von Facharbeiten“ (Ittermann/Niehaus 2015: 50) teils im Wegfall ganzer Tätigkeitsbereiche, teils in der technischen Rationalisierung einzelner Prozessschritte einer Arbeit münden und so die Entstehung einer digitalisierten Form der vormals industriellen Einfacharbeit fördert, wird „eine ausgeweitete oder auch neu entstandene Gruppe hochqualifizierter Experten und technischer Spezialisten anzutreffen [sein], deren Qualifikationsniveau deutlich über dem bisherigen Facharbeiterniveau liegt“ (Hirsch-Kreinsen 2015a: 19). Da in dieser Konstellation folglich „qualifizierte Facharbeiten aufgewertet und zunehmend mit hochqualifizierter Entwicklungsarbeit verschmelzen“ (Ittermann/Niehaus 2018: 46) werden, übernimmt dieser neue Typ von Arbeitskräften sodann „nicht nur dispositive Aufgaben etwa der Störungsbewältigung, sondern [...] verschiedentlich auch Aufgaben des Produktionsmanagements“ (Hirsch-Kreinsen 2015a: 19 f.). Während die „Bereiche hochqualifizierter Arbeit, insbesondere in den Segmenten Ingenieursdienstleistungen, Informatiker, IT-Fachkräfte und Kreativarbeit“ (Ittermann/Niehaus 2018: 46) als die eigentlichen Profiteure betrachtet werden können, verlieren durch den Polarisierungsprozess – der sich nicht nur in einer auseinandergehenden Schere der Komplexität und Qualifikationsanforderungen, sondern auch in einem Auseinanderdriften der im Rahmen der Tätigkeiten erzielbaren Löhne und Gehälter ausdrückt – somit keinesfalls nur die mittleren Qualifikationsebenen. Vielmehr unterliegen auch Tätigkeiten des qualifikatorischen Unterbaus durch die digitale Automatisierung und Autonomisierung der Produktionsprozesse – so das Ergebnis der These – einer sukzessiven Degradierung (Buhr 2015: 15; Ittermann et al. 2015: 49–51; Hirsch-Kreinsen 2015a: 18–20; 2016a: 11 f.; Ittermann/Niehaus 2018: 45–48; Dollhausen 2019: 11–13; Kurz et al. 2019: 38–40; Mütze-Niewöhner/Nitsch 2020: 1192–1194).

13 Auswirkungen der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Arbeitswelt

13.1 Einordnung und Überblick

Die Auseinandersetzung darüber, welche Auswirkungen etwa in Gestalt von Beschäftigungseffekten aus dem technologisch-industriellen Fortschritt resultieren, hat – wie bereits mehrfach gezeigt und speziell in Kapitel 3.5 dargelegt – in gewisser Weise Tradition. Dabei erreichte sie spätestens mit dem Beginn der über den Pauperismus und die Soziale Frage geführten Debatte im Verlauf der Industrialisierung während des 19. Jahrhunderts einen ersten verbalen Höhepunkt, der nur noch von den verschiedenen, von den Zünften und Handwerksvereinigungen –

und dem damit bessergestellten, arbeitenden Mittelstand – getragenen Maschinenstürmerbewegungen als Modus des physisch-gewaltsamen Protests übertrumpft wurde (Ohme-Reinicke 2014: 33).¹⁹³ Auch, oder gerade im Zuge der digitalen Transformation hat die Thematik keineswegs an Aktualität verloren, stellt sie doch ganz im Gegenteil mittlerweile einen wichtigen Forschungsbereich innerhalb der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften dar und wird, wenn auch mit abwechselnder Intensität, regelmäßig im öffentlich-politischen Diskurs thematisiert. Und obgleich die dabei stets unterschwellig mitschwingende, bisweilen aber auch offen formulierte „Angst, dass die existenzsichernde Arbeit von Menschen durch Maschinen ersetzt werden könnte, [...] kein neues Phänomen“ (Genner et al. 2017: 9) darstellt, scheint die Debatte über ein technikinduziertes Massenaussterben menschlicher Arbeitsplätze mit dem Voranschreiten der Digitalisierung sowie dem Aufkommen der Industrie 4.0 zu Beginn der 2010er Jahre wieder an Relevanz und zugleich neuer Popularität gewonnen zu haben.¹⁹⁴

Insbesondere eine Studie aus dem Jahr 2013 von Frey und Osborne, die ein – auf den ersten Blick – durchaus pessimistisches Bild der von der digitalen Transformation ausgehenden Beschäftigungseffekte auf den US-amerikanischen Arbeitsmarkt zeichnet, lässt sich hierbei stellvertretend für die Neuauflage der Diskussion über die Konkurrenz zwischen Mensch und Maschine anführen. Die zentralen Befunde von Frey und Osborne, die sowohl international also auch über die Grenzen der wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Arbeitsforschung hinaus hohen Wellen schlugen, werden bis heute kontrovers diskutiert und stellen zugleich den eigentlichen Ausgangspunkt für die neuerdings wieder ausgeprägte Thematisierung dieses klassischen human-technologischen Dualismus innerhalb der Forschungsgemeinde dar. In der Konsequenz ist hieraus nunmehr insbesondere im deutschsprachigen Raum ein extensives Reservoir an Studien entstanden, deren Befunde wiederum selbst einen großen Deutungsspielraum hinsichtlich der künftig erwartbaren Effekte auf die Arbeitswelt eröffnen. Ein Umstand folglich, der in Anbetracht der Tatsache, dass bei einem derart polarisierenden Thema nicht nur die Vorstellungen über die potentiellen Auswirkungen von Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Volkswirtschaft, den Arbeitsmarkt und die Gesellschaft weit auseinanderklaffen (vgl. Schaible et al. 2017), sondern auch die Empirie höchst ambivalente Prognosen zu Tage fördert

¹⁹³ So erwachsen die Zusammenschlüsse der Maschinenstürmer grundsätzlich aus der Furcht, den eigenen ökonomischen Status im Konkurrenzkampf mit der Maschine zu verlieren, und entluden sich, wie etwa im Fall der Ludditen, die als relativ unorganisierter Trupp englischer Textilarbeiter insbesondere zwischen 1811 und 1816 aktiv waren, in der zwar kurzfristig für das Unternehmertum schädlichen und prokrastinierenden, mittelfristig aber doch vergeblichen Sabotage und Zerstörung der eingesetzten neuartigen technischen Produktionsanlagen (Linton 1992: 530; Ohme-Reinicke 2014: 33).

¹⁹⁴ Hiervon zeugt nicht zuletzt auch die neuerdings stärkere Thematisierung dieser Ängste in der politischen Debatte insbesondere von Wohlfahrtsstaaten (vgl. Kemmerling/Gast Zepeda 2022).

(Buhr 2015:10), keineswegs überrascht. Möchte man folglich verstehen, welche positiven wie auch negativen Auswirkungen dieser digitalen Transformation auf die Arbeitswelt zugeschrieben werden, auf welchen Annahmen die teils widersprüchlichen Befunde fußen und wie sich diese Einschätzungen bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt des hier vorliegenden Forschungsvorhabens verändert haben, d. h. mit der technologischen Entwicklung der letzten Jahre adaptiert worden sind, ist die Betrachtung des Entstehungskontextes der empirischen Auseinandersetzung unerlässlich, um eine adäquate Einordnung der zentralen Befunde vornehmen zu können. Daher gilt es im Verlauf dieses Kapitels die maßgeblichen, allen voran für den deutschen Arbeitsmarkt relevanten Studien, in einem breiter gefassten Kontext der Arbeitsmarktforschung während der letzten Dekade zu verorten und in einem aufeinander aufbauenden Verhältnis zu analysieren, und nicht als bloße Auflistung voneinander losgelöster empirischer Befunde.

Ausgehend von dem oben veranschaulichten Transformationspotential, dem das Arbeiten im Zuge der Digitalisierung und Industrie 4.0 ausgesetzt sein könnte sowie den erörterten möglichen Szenarien, lässt sich zum jetzigen Stand der Untersuchung festhalten, dass die Arbeit fortlaufend, d. h. im Angesicht des technologischen Fortschritts grundsätzlich durch Wandel gekennzeichnet ist, künftig aber einer tiefgreifenden Revision unterliegen könnte, die zwar – je nach Entwicklungsvariante – verschiedene Konfigurationen aufweisen kann, sich aber im Kontext der digitalen Informatisierung von Arbeit in einer bedeutsamen Veränderungen der zugrundeliegenden Mensch-Technik-Interaktion und der hiervon abhängigen Anforderungen an die für die künftige Vollrichtung von Arbeit notwendigen Qualifikationen ausdrücken könnte. Mit Blick auf die konkrete Ausgestaltung dieses Wandels scheint es plausibel anzunehmen, dass die Informatisierung als konsekutiver Prozess – insbesondere im Verlauf der digitalen Transformation des 21. Jahrhunderts – zu einer stärkeren Gewichtung jener Arbeitsaktivitäten in Tätigkeitsfeldern führen könnte, die sich mit der Gewinnung und Verfügbarmachung sowie der Verarbeitung und Nutzung von Informationen befassen. Im Ergebnis würde dies nicht nur zu einer Intensivierung der sich ohnehin schon bei dieser Entwicklung seit längerem abzeichnenden Optimierung von Arbeitsprozessen auf Grundlage von Informationen und der gleichzeitigen Reduktion physisch-körperlicher Tätigkeiten, sondern auch zu gänzlich neuen Spielarten der Mensch-Technik-Interaktion in Folge des vermehrten Einsatzes von digitalen Technologien in der Automatisierung und Autonomisierung zur Rationalisierung der Wertschöpfung führen. Wie sich dieser Wandel von Arbeit im engeren Sinne jedoch in Veränderungen der hiervon erfassten Arbeitswelt sowie der dieser zugrundeliegenden Wertschöpfungskultur übersetzen wird, lässt sich nicht ohne Weiteres bestimmen und bedarf einer tiefergehenden Analyse.

Basierend auf den denkbaren Modi der Mensch-Technik-Interaktion und der damit einhergehenden Stratifizierung möglicher Qualifikationsanforderungen lässt sich indes konstatieren, dass sich auch die Arbeitswelt als Ganzes mit einem grundsätzlichen Wandel konfrontiert sieht – und dies unabhängig davon, welches Entwicklungsszenario sich auf volkswirtschaftlicher Ebene ultimativ durchzusetzen vermag, oder ob es, wie bei anderen soziotechnologischen Entwicklungen auch, vielmehr zu einer Hybridisierung¹⁹⁵ der verschiedenen Ausprägungen kommt. So kann etwa davon ausgegangen werden, dass die sich zunehmend digitalisierende Arbeitswelt durch drei ausschlaggebenden Faktoren – mit freilich variierendem Umfang – gekennzeichnet sein wird: (i) durch die grundlegend der Logik der Rationalisierung folgende technologische (Teil-)Substitution bestimmter Tätigkeiten oder ganzer Arbeitsplätze, welche nur geringere Qualifikationsanforderungen voraussetzen, in hohem Maße routine- und regelbasiert konzipiert sind und deren Automatisierung kostenminimierende bzw. gewinnmaximierende Resultate verspricht; (ii) durch die unmittelbar mit der Teilsubstitution von Tätigkeiten in Verbindung stehende Dequalifizierung von Arbeitsplätzen; und (iii) durch die qualifikatorische und qualitative Aufwertung von technologisch nicht substituierbarer Arbeit, die sich in einem generellen Anstieg der zugrundeliegenden Komplexität sowie des Umfangs der zu vollführenden Tätigkeiten ausdrückt und aus diesem Grund nach einer sehr viel breiteren und zugleich tieferen Qualifikation der menschlichen Arbeitskräfte verlangt (Hirsch-Kreinsen 2015b: 91 f.). Im Lichte dieser Trias des Wandels muss folgerichtig angenommen werden, dass sowohl im Verlauf als auch am Ende der digitalen Transformation sowie Industrie 4.0¹⁹⁶ nicht nur ausschließlich und allumfassend „better jobs“ (Zuboff 1988: 159) resultieren werden und damit ein Umfeld entsteht, in dem alle Beteiligten ex post besser gestellt sind, sondern sich vielmehr eine Spannungsgefüge der „lovely and lousy jobs“ (Goos et al. 2007: 120) entwickelt, in dem es sowohl besser- als auch schlechter gestellte Arbeitnehmer geben wird. Darüber hinaus ist schließlich davon auszugehen, dass die in einer derartigen – von Aufwertungs- über Degradierungs- bis hin zu Polarisierungsprozessen gekennzeichnete – Konstellation wirkenden Triebkräfte nicht nur die Anforderungen an Arbeit sowie den Modus des Arbeitens verändern,

¹⁹⁵ Zumal ja nicht zuletzt die verschiedenen Fertigungsstrukturen und Zielsetzungen eines jeden Betriebes, die zwar prinzipiell dem Grundsatz ökonomischer Prinzipien folgen, ganz individuelle Entwicklungspfade hinsichtlich der Implementierung entsprechender digitaler Technologien ermöglichen und unterschiedliche Modifikationen der Arbeitsorganisation und Qualifikationsanforderungen nach sich ziehen können.

¹⁹⁶ Gemeint ist hierbei indes nicht ein wie auch immer zu definierendes Ende des digitalen Transformationsprozesses im engeren Sinne – zumal technologischer Fortschritt sich ja gerade durch die Kontinuität der Diskontinuitäten und somit eine permanente Weiterentwicklung auszeichnet –, sondern vielmehr die Realisierung eines derart fortgeschrittenen Implementierungsgrades besagter digitaler Technologien, Anwendungen, Strukturen, Arbeitsweisen und Produktionsprozesse, welcher von einer eindeutigen Dominanz derselben gegenüber ihren klassisch-analogen Pendants in der Wertschöpfungskultur einer Volkswirtschaft im Vergleich zum Status quo ante zeugt.

sondern auch zu neuen „Bruchlinien in einer sich digitalisierenden Arbeitswelt“ (Kurz et al. 2019: 35) führen, die unter Umständen tiefgreifende Auswirkungen darauf haben können, mit welchem Volumen, in welcher Form und in welchem Kontext menschliche Arbeit künftig im Rahmen des volkswirtschaftlichen Wertschöpfungsprozesses angeboten, nachgefragt und vollrichtet werden wird. Im Rahmen dieser Annahmen beschränkt sich die folgende Analyse der von der Digitalisierung und Industrie für die Arbeitswelt resultierenden transformativen Effekte allen voran auf drei Untersuchungsfelder: nämlich erstens den Wandel der Qualifikationsanforderungen an Arbeit im Zuge des vermehrten Einsatzes digitaler Technologien; zweitens den Wandel des Beschäftigungsvolumens sowie der Struktur des Arbeitsmarktes, d. h. in welcher Menge und in welchem Bereich künftig Arbeit nachgefragt werden wird; und drittens den Wandel der Arbeitsformen, d. h. in wie fern sich durch die sich modifizierenden technisch-ökonomischen Rahmenbedingungen auch die Arbeitskontexte ändern und inwiefern dies zu neuen Typen von Arbeit führt.¹⁹⁷ Hierbei besteht das Anliegen indes nicht darin, eine holistische Erfassung sämtlicher Auswirkungen, sondern vielmehr eine beispielhafte Betrachtung verschiedener Veränderungen und Effekte vorzunehmen, um die bereits im Vorfeld als grundlegend identifizierten Trends zu veranschaulichen und so die übergeordnete Fragestellung zu beantworten. Da bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt ein ausgedehnter Fundus an empirischen Studien im Bereich der Arbeitsforschung für den Fall der Bundesrepublik entstanden ist, konzentriert sich folgende Analyse auf eine Auswahl der für den jeweiligen Kontext relevanten Studien,¹⁹⁸ gibt deren grundlegenden Aussagen kondensiert wieder und nimmt eine Darstellung und Bewertung der zentralen Implikationen vor.

¹⁹⁷ Naturgemäß lässt sich argumentieren, dass a priori eine ganze Reihe von Bereichen des Arbeitsmarktes einem digitalen Wandel unterliegen und somit auch potentiell geeignete Untersuchungsfelder darstellen mögen, wie etwa die Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz oder die betriebliche Mitbestimmung. Und in der Tat offenbart sich in der oben vollzogenen Darstellung und Diskussion der von der Industrialisierung, allen voran im 19. Jahrhundert, auf die Arbeitswelt und Gesellschaft ausgehenden transformativen Effekte eine Vielzahl von Auswirkungen. Gleichwohl verweisen nicht nur die im Rahmen der digitalen Informatisierung von Arbeit, der möglichen Modi der Mensch-Technik-Interaktion sowie der durch den technologischen Fortschritt veränderten Qualifikationsanforderungen von Arbeit erörterten Tendenzen, sondern auch die gegenwärtige thematische Verdichtung der Studienlandschaft eindrucklich auf die potentielle Substitution der menschlichen Arbeitskraft, den Wandel der Qualifikationsanforderungen sowie die grundsätzlich denkbare Modifikation der Arbeitsformen als geeignete Schwerpunktsetzungen, weshalb gemäß dem Prinzip der Schlankeit und im Sinne des fallstudienartigen Charakters der Dissertation eine Beschränkung auf die drei hier vorgeschlagenen Untersuchungsbereiche als angemessen und für die Beantwortung der Fragestellung als gleichermaßen zielführend gewertet wird.

¹⁹⁸ Der Korpus der relevanten Studien über die Auswirkungen auf die Arbeitswelt resultiert aus einer im Auftrag des BMWi durchgeführten Zusammenstellung der maßgeblichen Forschungsliteratur bis zum Jahr 2018 (vgl. Effenberger et al. 2018) sowie aus der für die zu untersuchenden Themenfelder regelmäßig durch das Institut Arbeit und Qualifikation der Universität Duisburg-Essen aktualisierten Gesamtschau wichtiger Forschungsbeiträge bis zum Jahr 2022 (vgl. Institut für Arbeit und Qualifikation 2022). Dabei erfolgte die Auswahl der Studien nach thematischen, geographischen und zeitlichen Gesichtspunkten, d. h. es wurden nur jene Studien herangezogen, die inhaltlich den zu analysierenden Bereichen und Fragestellungen entsprechen, den Fokus auf die deutsche Arbeitswelt legen bzw. Erkenntnisse für dieselbe generieren und Rückschlüsse auf zukünftige Entwicklungen zulassen.

13.2 Technische Substitutionspotentiale der digitalen Transformation

Da das technische Substitutionspotential den eigentlichen Dreh- und Angelpunkt der Debatte über die möglichen Auswirkungen und transformativen Effekte der Digitalisierung und Industrie 4.0 sowie der mit diesen in Verbindung stehenden Technologien auf die Arbeitswelt darstellt, werden im Folgenden zunächst verschiedene Ansätze zur Bestimmung technischer Substitutionspotentiale diskutiert. Hierbei dienen die in diesem Rahmen hervorgebrachten Erkenntnisse auch und insbesondere als wesentliche Grundlage und zugleich als zentraler Ausgangspunkt für die im weiteren Verlauf dieses Kapitels zu vollziehende Analyse.

Ogleich die Forschung über die Auswirkungen des technologischen Fortschritts allen voran in Gestalt der digitalen Transformation immer wieder wichtige Impulse seit den 1970er Jahren etwa im Rahmen des Konzepts der Informatisierung von Arbeit (vgl. Kapitel 8.5 und 12.1) oder aber auch im Zuge des vornehmlich durch Autor et al. (2003), Goos et al. (2007), Acemoglu und Autor (2010) sowie Autor und Dorn (2013) prognostizierten Wegfalls von Routinearbeiten und der hieraus abgeleiteten Polarisierungshypothese sowie der unterstellten Rückkopplung an die entsprechenden Qualifikationsniveaus erhalten hat, somit also einige der heutigen zentralen Annahmen der Arbeitsmarktforschung bereits seit längerem getroffen worden waren und zugleich zentrale Implikationen scheinbar feststanden, war es doch erst die im Jahr 2013 veröffentlichte Studie der beiden Ökonomen Frey und Osborne, die einen weitreichenden und damit nachhaltigen Effekt auf die öffentliche Debatte über die möglichen Externalitäten des technologischen Wandels erzielte (Bonin et al. 2015: i; Lorenz 2017: 7; Effenberger et al. 2018: 4; Özkiziltan/Hassel 2020: 10). Ein nicht unerheblicher Grund für diese Wirkmächtigkeit dürfte speziell in der Tatsache begründet sein, dass die beiden Forscher die von ihnen kalkulierten Automatisierungs- und potentiellen Beschäftigungseffekte quantifizierten, was die unterstellten Konsequenzen der digitalen Transformation auch für ein breites Publikum außerhalb der Wissenschaftsgemeinde greifbar machte. Frey und Osborne untersuchen Berufe der US-amerikanischen Volkswirtschaft hinsichtlich der Probabilität durch Computer, d. h. durch im weitesten Sinne auf Computern und Algorithmen basierende Technologien wie bspw. maschinelles Lernen, automatisiert und damit substituiert zu werden. Sie gelangen im Rahmen ihrer Studie, die auf subjektiven Experteneinschätzungen beruht und auf – wegen teils mangelnder Vergleichswerte – notgedrungen teils spekulativen Annahmen fußt,¹⁹⁹ zu dem Ergebnis, dass

¹⁹⁹ Das Design von Frey und Osbornes Studie, die den bedeutungsgeladenen Titel *The Future of Employment* trägt, an der University of Oxford durchgeführt und im Jahr 2013 publiziert wurde, folgt hierbei einem dreigliedrigen Aufbau: In einem ersten Schritt diskutieren die Autoren die bisherige technische Substitutionsrate der

etwa 47 % der mehr als 700 von ihnen betrachteten Berufe der US-amerikanischen Volkswirtschaft und somit zugleich rund die Hälfte der Arbeitsplätze einem hohen Risiko unterliegen, innerhalb eines Zeitraums von etwa ein bis zwei Dekaden auf Grund neuartiger (digitaler) Technologien zu entfallen, während 19 % ein mittleres und 33 % ein nur geringes Risiko aufweisen. Dabei zählen zu den Berufen, die mit einer Automatisierungswahrscheinlichkeit von über 70 % dem höchsten Risiko unterliegen einer technischen Substitution zum Opfer zu fallen, allen voran Arbeitsplätze in den Bereichen Transport und Logistik, Produktion und Fertigung, Installation, Wartung und Reparaturen, Bauwesen sowie grundsätzlich unterstützende Büro- und Verwaltungstätigkeiten – womit in erster Linie Beschäftigungsfelder betroffen sind, die sich in hohem Maße auf Grund ihres routine- und regelbasierten Charakters standardisieren lassen.²⁰⁰ Ein vergleichsweise niedriges Automatisierungsrisiko liegt hingegen insbesondere für Berufe in den Bereichen Management, Finanzen, Wissenschaften, Ingenieurwesen, Soziales, Künste und Medien, Gesundheitswesen und Recht vor, d. h. in jenen Feldern, in denen bestehende technische Engpässe eine Automatisierung von Tätigkeiten und Fertigkeiten (bspw. Kreativität, Wahrnehmung oder soziale Intelligenz) vorerst nicht zulässt. Gleichzeitig argumentieren sie, dass die Automatisierung allen voran Berufe mit geringen Qualifikationsanforderungen bzw. des Niedriglohnsegments betrifft. Im Umkehrschluss unterliegen diejenigen Arbeitskräfte mit

menschlichen Arbeitskraft hinsichtlich der Tatsache, dass eine massenhafte Automatisierung bisher nicht eingetreten ist, die ihres Erachtens allen voran auf den Wachstumseffekt von Technologie – d. h. das durch neue Technologien induzierte Entstehen neuer Firmen, wodurch mehr neue Arbeitsplätze geschaffen werden, als durch die Automatisierung substituiert werden – und die Fähigkeit des Menschen, komparative Vorteile gegenüber Technologie durch Weiterbildung zu bewahren, zurückzuführen ist (Frey/Osborne 2013: 5–13). Mit Blick auf die Robotik, das maschinelle Lernen sowie Formen der KI als zentrale technologische Neuerungen der digitalen Transformation des 21. Jahrhunderts argumentieren Frey und Osborne sodann zweitens, dass künftig zunehmend mehr und vor allem komplexere Tätigkeiten von nicht-routineartigem Charakter substituiert werden könnten, die Aufrechterhaltung der komparativen Vorteile von menschlichen Arbeitskräften gegenüber den Technologien folglich sukzessive abnimmt (ibid.: 14–22). Dieser Entwicklung stehen indes eine Reihe technologischer Engpässe gegenüber, die eine Automatisierung bestimmter Tätigkeiten bis aus Weiteres unwahrscheinlich machen. Sie verorten diese technischen Flaschenhälse insbesondere innerhalb der Fähigkeitsspektren (i) *perception and manipulation*, (ii) *creative intelligence* sowie (iii) *social intelligence* – alle anderen komplexen Tätigkeiten ließen sich im Gegenzug aber automatisieren, sofern über deren grundlegende Prozesse ausreichend Daten für die Mustererkennung und damit algorithmische Standardisierung gesammelt werden könnten (ibid. 22–28). Ausgehend von diesen Rahmenbedingungen und den getroffenen Annahmen berechnen Frey und Osborne schließlich in einem letzten Schritt die jeweils hypothetische Automatisierungswahrscheinlichkeit von Berufen. Grundlage hierfür bilden Tätigkeitsprofile und Beschäftigungsdaten der 903 im sogenannten O*Net – einer Datenbank des US-amerikanischen Arbeitsministeriums – gelisteten Berufe (Stand 2010), die sie den 702 Berufen, die in der *Labor Department's Standard Occupational Classification* gelistet sind, zuordnen. Darauf aufbauend bestimmen sie im Rahmen eines Workshops zusammen mit einer Reihe von Experten im Bereich des maschinellen Lernens die Automatisierungswahrscheinlichkeit der Tätigkeiten von 70 eigens ausgewählten Berufen und extrapolieren anschließend die Probabilität für die verbleibenden 632 Berufe. Schließlich erfolgt eine Risikoeinteilung: Sie klassifizieren eine erste Gruppe von Berufen, die mit einer Wahrscheinlichkeit von bis zu 30 % einem geringen Risiko unterliegt, künftig automatisiert zu werden, eine zweite Gruppe mit einem mittleren Risiko zwischen 30 % und 70 %, sowie eine dritte Gruppe mit einem Risiko von mehr als 70 % durch besagte Technologien substituiert zu werden (ibid.: 32–42).

²⁰⁰ Dementsprechend allesamt Tätigkeiten, die im weitesten Sinne vom Konzept der Industrie 4.0 erfasst und mittels neuartiger Technologien optimiert oder aber vollautomatisiert werden sollen (vgl. Kapitel 9).

guter Ausbildung bzw. hohem Bildungsgrad einem deutlich geringeren Risiko, ihren Arbeitsplatz im Zuge der digitalen Transformation zu verlieren, weshalb gerade die von der Automatisierung betroffenen Arbeitnehmer des qualifikatorischen Unterbaus dem drohenden Arbeitsplatzverlust nur durch adäquate Weiterbildung und die notwendige Aneignung kreativer und sozialer Kompetenzen entgegentreten könnten (Frey/Osborne 2013: 37 f., 42 u. 44 f.) – eine Prognose folglich, die scheinbar nicht nur gravierende Folgen für die Ökonomie, sondern auch für die hiervon betroffene Gesellschaft impliziert.

Die von Frey und Osborne präsentierten Zahlen für den US-amerikanischen Arbeitsmarkt führten in der Folge nicht nur – wie eingangs erwähnt – zu einer Intensivierung der wissenschaftlichen Auseinandersetzung hinsichtlich der Beschäftigungseffekte als Konsequenz der digitalen Transformation, auch wurden zahlreiche Adaptionen ihrer Studienmethodik sowie der von ihnen zugrunde gelegten Fragestellung auf eine Reihe anderer Volkswirtschaften vorgenommen. So kalkulieren etwa Pajarinen und Rouvinen für den finnischen Arbeitsmarkt, dass mehr als 35 % der Berufe einem hohen Risiko unterliegen innerhalb der nächsten 10 bis 20 Jahre durch neue Technologien substituiert zu werden (2014). Ein ähnlich hohes technologisches Automatisierungspotential berechnen Pajarinen et al. für die norwegische Volkswirtschaft mit rund 33 % innerhalb der nächsten zwei Dekaden (2015), und Bowles wiederum prognostiziert, dass zwischen 45 % und 60 % der Arbeitsplätze der damals 28 EU-Mitgliedsstaaten Gefahr laufen, innerhalb der nächsten 10 bis 20 Jahre automatisiert zu werden (2014). Auch für den deutschsprachigen Raum finden sich entsprechende Adaptionen von Frey und Osbornes Methodik. So kommen etwa Willmann und Käppeli für den Schweizer Arbeitsmarkt zu dem Schluss, dass rund 51 % der Arbeitsplätze einem hohen Risiko unterliegen, auf Grund neuer Technologien zu entfallen, relativieren aber, dass die durch die digitale Transformation neu geschaffenen Arbeitsplätze nicht berücksichtigt seien und verweisen darauf, dass längst nicht jeder automatisierbare Beruf auch tatsächlich substituiert würde (2017).

Eine der ersten Adaptionen der Studienmethodik und zugleich Hochrechnungen für den deutschen Arbeitsmarkt findet sich im Jahr 2015 mit einer Arbeit von Brzeski und Burk, die bei ihrer Betrachtung insbesondere die automatisierungsbedingten Arbeitsplatzverluste im Kontext der Industrie 4.0 thematisieren. Sie kommen bei ihrer Analyse²⁰¹ der bundesdeutschen

²⁰¹ Hierzu schlüsseln sie in einem ersten Schritt die 702 von Frey und Osborne untersuchten Berufe mittels einer Umwandlungstabelle des US-amerikanischen Bureau of Labour Statistics den 436 im International Standard Classification of Occupations der International Labour Organization gelisteten Berufsgattungen für alle übertragbaren Fälle zu, um darauf aufbauend die verbleibenden 412 Berufe anhand eines Umsteigeschlüssels in diese im Rahmen der sogenannten Klassifikation der Berufe der BA umzuwandeln, und die nicht entsprechenden bzw. nicht

Berufslandschaft zu dem Schluss, dass 59 % der untersuchten Berufe einem hohen Risiko unterliegen innerhalb der nächsten 20 Jahre im Zuge der Digitalisierung und Industrie 4.0 substituiert zu werden und damit mehr als 18 Mio. Arbeitsplätze unmittelbar von einer Automatisierung bedroht sind. Dabei zeigen sich für bestimmte Berufsgruppen erhebliche Abweichungen sowohl nach oben wie auch nach unten: Während bspw. rund 85 % der Kategorie Bürokräfte und verwandte Berufe sowie Hilfsarbeitskräfte und etwa 70 % der Montageberufe einschließlich der Anlagen- und Maschinenbediener einem hohen Risiko ausgesetzt sind automatisiert zu werden, unterliegen – ähnlich zu Frey und Osbornes Berechnungen – nur 11 % der Berufe im leitenden Management sowie 12 % der akademischen und kreativ-künstlerischen Berufe einem Risiko der Substitution, was angesichts der gegenwärtig noch bestehenden technologischen Engpässe wenig überrascht. Und trotz des im Vergleich zu den Ergebnissen von Frey und Osborne ungleich höheren Automatisierungsrisikos für 59 % der Berufe in der Bundesrepublik, verweisen die Autoren einschränkend darauf, dass die Wahrscheinlichkeit der technischen Substitution lediglich ein Potential darstellt und konstatieren, dass es – gewiss ohne dies näher auszuführen – zu keinem schlagartigen Arbeitsplatzsterben kommen wird, die Automatisierung vielmehr bereits in vollem Gange sei und gegenwärtig wie auch künftig einen schleichenden Übergang darstellt (vgl. Brzeski/Burk 2015: 1–4).

In Summe weisen die verschiedenen Studien offensichtlich für alle untersuchten Volkswirtschaften eine bedenklich hohe, bisweilen sogar in der Formulierung bewusst bedrohlich präsentierte Automatisierungswahrscheinlichkeit auf. Es ist indes – gerade in Anbetracht der attestierten Gefahr – anzumerken, dass, auch wenn die unterstellte Kausalität einer technikinduzierten Rückgangs von Berufen und Arbeitsplätzen grundsätzlich plausibel erscheint, die zugrundegelegte Datenbasis sowie die angewendete Methodik derartige Rückschlüsse hinsichtlich der künftigen Beschäftigungseffekte für einen Arbeitsmarkt – wenn überhaupt – nur bedingt zulässt, weshalb die Ergebnisse von Frey und Osborne sowie der auf sie rekurrierenden Studien kritisch zu betrachten und die weiteren angedeuteten arbeitsmarkttechnischen Implikationen folglich mit Vorsicht zu interpretieren sind. So ist zuvorderst der Umstand problematisch, dass die Beschreibungen und Tätigkeitsprofile der 903 in der O*Net-Datenbank²⁰² auf

übertragbaren Berufe sowie jene Berufe, für die keine Automatisierungswahrscheinlichkeit vorliegt, zu eliminieren. Für die hieraus resultierenden 369 deutschen Berufe in insgesamt 127 Berufsgruppen wenden Brzeski und Burk sodann die von Fry und Osborne im Rahmen der Expertenbefragungen ermittelten Automatisierungswahrscheinlichkeiten hinsichtlich der diesen jeweils entsprechenden Anforderungsniveaus – differenziert nach Helfer, Fachkraft, Spezialist und Experte – an, wobei die untersuchten Berufe insgesamt rund 31 Mio. Arbeitsplätze der sozialversicherungspflichtigen und geringfügigen Beschäftigungsverhältnisse auf Basis der von der BA erhobenen Beschäftigungsdaten für das Jahr 2010 umfassen (Brzeski/Burk 2015: 5).

²⁰² Vgl. Anmerkung 199.

den Einschätzungen von Wissenschaftlern und Experten des Arbeitsmarktes sowie teilweise von Personen, die diese Berufe aktiv ausüben, beruhen, womit das individuelle Tätigkeitsspektrum eines Berufs nur bedingt erfasst werden kann, zumal ein und derselbe Beruf in unterschiedlichen Arbeitskontexten naturgemäß verschiedene Tätigkeiten und Anforderungen aufweisen kann.²⁰³ Darüber hinaus leidet die Aussagekraft der Ergebnisse vor dem Hintergrund, dass die zugrunde gelegten Automatisierungswahrscheinlichkeiten ausschließlich auf subjektiven Einschätzungen von Experten beruhen. Dies kann unter Umständen nicht nur dazu führen, dass die Potentiale²⁰⁴ sowie die ökonomische Bedeutung der in Frage kommenden neuartigen Technologien auf Grund der Affinität der für die jeweilige Technologie konsultierten Experten überbewertet werden, sondern auch, dass die komparativen Vorteile von Menschen gegenüber diesen Technologien schlicht als zu niedrig erachtet werden. Ein zusätzlich anzuführender Kritikpunkt lautet, dass Frey und Osbornes Studie sowie die angeführten, auf ihren Datensätzen und errechneten Wahrscheinlichkeiten aufbauenden Arbeiten für die untersuchten Berufe ausschließlich die automatisierungsbedingten Substitutionspotentiale analysieren, die für sich genommen einen Möglichkeitsraum aufzeigen, nicht aber auch unweigerlich einer entsprechenden Automatisierung und einem korrespondierenden Abbau von Arbeitsplätzen führen müssen, zumal makroökonomische Rahmenbedingungen und künftige Anpassungsprozesse in der Analyse nicht miteinbezogen werden, weshalb ipso facto Aussagen über etwaige durch den technologischen Wandel hervorgerufene Gesamtbeschäftigungseffekte nicht möglich sind. Zu den relevanten Rahmenbedingungen zählen hierbei etwa (i) das Verhältnis der Preise der beiden maßgeblichen Produktionsfaktoren menschliche Arbeitskraft und Technologie respektive Kapital und das herrschende Arbeitsangebot, und damit ob der Einsatz von Technologien zur (Voll-)Automatisierung geringere Kosten respektive höhere Gewinne verspricht, als der Einsatz von menschlichen Arbeitskräften (vgl. Kapitel 8.6); (ii) die Frage, ob und ab wann genügend Fachkräfte für die Umsetzung und den Betrieb neuartiger Technologien zur Automatisierung verfügbar sind, um eine neues Produktionsregime zu implementieren; und (iii) der bisher grundsätzlich beobachtbare Wachstumseffekt des technologischen Wandels, bei welchem neue Technologien trotz Automatisierung auch immer neue Arbeitsplätze erschaffen. Dem von Frey

²⁰³ Dieser Kritik ist allerdings entgegenzuhalten, dass die O*Net-Datenbank in Anbetracht des Umfangs der gelisteten Berufe und trotz dieser Einschränkungen zum damaligen, wie auch gegenwärtigen Zeitpunkt die nächstbeste Datenbasis für eine derart holistische Studie des US-amerikanischen Arbeitsmarktes darstellt und es in der Natur der Sache liegt, dass eine Modellierung – als vereinfachtes Abbild der Realität – grundsätzlich auf individuelle Aspekte zugunsten der Generalisierung von Aussagen verzichten muss.

²⁰⁴ Und selbst in dem Fall, dass die befragten Experten die *technischen* Potentiale korrekt einschätzen würden, „[...] können der praktischen Umsetzung neuer Technologien rechtliche, gesellschaftliche und ethische Hürden entgegenstehen, die von Frey und Osborne vernachlässigt werden“ (Bonin et al. 2015: 19).

und Osborne und den anderen Autoren propagierten technischen Substitutionsszenario sowie der hier unterstellten Logik der Automatisierung ist schließlich – und dies ist von besonderer Relevanz – entgegenzuhalten, dass eine vereinfachte Betrachtung von Berufen ohne Würdigung der Vielfalt an Tätigkeitsbereichen und damit eine weitestgehend *blinde* Berechnung des Automatisierungspotentials eines Berufs zu kurz greift. Vielmehr müsste zunächst das Tätigkeitsspektrum innerhalb eines Berufs, der sich in der Regel aus einer großen Bandbreite an Anforderungen, Handlungen, Prozessen und Aktionen zusammensetzt, hinsichtlich der Automatisierbarkeit durch neue Technologien überprüft werden, ehe ein Beruf pauschal als substitutionsgefährdet gelten kann. Im Umkehrschluss scheint die so vollzogene berufsorientierte Betrachtung ohne Berücksichtigung von komplexeren, interaktiven und damit schwer bis überhaupt nicht automatisierbaren Tätigkeiten unzureichend und kann dementsprechend zu weitaus höheren Automatisierungspotentialen führen, als dies bei einer ganzheitlichen Betrachtung der Fall wäre (Bonin et al. 2015: 18–22; Dengler/Matthes 2015a: 1; Arntz et al. 2016: 4; 2017: 160; Lorenz 2017: 9 f.; Effenberger et al. 2018: 5; Özkiziltan/Hassel 2020: 10).

Ausgehend von diesen Kritikpunkten sind insbesondere drei von Frey und Osbornes Arbeit inspirierte Studien für den bundesdeutschen Arbeitsmarkt von Relevanz, die zwar deren errechnete Automatisierungswahrscheinlichkeiten als Grundlage nehmen, zugleich aber die Problematik des berufsorientierten Ansatzes adressieren und dementsprechend eine Methodik wählen, die die Tätigkeiten von Berufen bei der Überprüfung des technischen Substitutionspotentials ins Zentrum rückt. So haben etwa Bonin et al. im Auftrag des BMAS sowohl den berufsorientierten Ansatz von Frey und Osbornes Studie auf die Entwicklung der Bundesrepublik übertragen als auch – gespeist aus dem letzten Kritikpunkt – eine tätigkeitsbasierte Modifikation der Methodik vorgenommen, die überraschende Unterschiede zu Tage fördert. In letzterem Modell ziehen Bonin et al. für die Bestimmung des Automatisierungspotentials von Berufen zwei Tätigkeitsfelder heran, die nur schwer bis gegenwärtig überhaupt nicht automatisiert werden können, nämlich analytische und interaktive Tätigkeiten. Als Grundlage hierfür dienen ihnen die Ergebnisse von Befragungen des *Programme for the International Assessment of Adult Competencies* (PIACC) der OECD, welches das Ziel verfolgt, die Kompetenzen von Erwachsenen international in einem einheitlichen Format zu erheben und vergleichbar zu machen und auch die bei Berufen ausgeübten Tätigkeiten dokumentiert. Hiervon ausgehend zeigt sich zwar, dass der Anteil der analytischen und interaktiven Tätigkeiten je nach Beruf in Deutschland variiert und etwa bei akademischen Berufen mit ca. 80 % einen ungleich höheren Anteil als bspw. bei Maschinenbedienern oder Hilfsarbeitskräften einnimmt. Allerdings machen eben diese nicht automatisierbaren Tätigkeitstypen auch in den Berufen letzterer beiden Kategorien

mit zwischen rund 10 % bis etwa 30 % einen nicht unerheblichen Anteil am gesamten Tätigkeitsspektrum aus, womit das Potential einer technischen Substitution ganzer Berufe folgerichtig abnimmt. Während Bonin et al. bei der linearen Übertragung des berufs-basierten Ansatzes zu dem Schluss kommen, dass rund 42 % aller Berufe einem hohen und damit ähnlich starken Risiko wie im Fall des US Arbeitsmarktes unterliegen künftig von technischer Substitution betroffen zu sein, sehen sich beim tätigkeitsbasierten Ansatz nur noch 12 % der Berufe des deutschen respektive 9 % des US-amerikanischen Arbeitsmarktes einer hohen Automatisierungswahrscheinlichkeit innerhalb der nächsten 10 bis 20 Jahre ausgesetzt, wobei Geringqualifizierte sowie Beschäftigte unterer Einkommensklassen grundsätzlich stärker gefährdet sind. Sie folgern, dass umfassende Beschäftigungseffekte durch den technologischen Wandel zwar unter Berücksichtigung der bereits genannten Einschränkungen²⁰⁵ unwahrscheinlich sind und das technische Automatisierungspotentiale keine Prognose der obsolet werdenden Stellen darstellen, bestimmte Berufsfelder aber von der Automatisierung und einem höheren Anpassungsdruck betroffen sein werden (Bonin et al. 2015: 11-17 u. 23 f.).

Darauf aufbauend haben Arntz et al. (2016) den tätigkeitsbasierten Ansatz von Bonin et al. zur Ermittlung des technischen Substitutionspotentials wiederholt. Für ihre Untersuchung nutzen sie ebenfalls die Ergebnisse der PIACC-Erhebung zur Ermittlung der Bandbreite von berufsbezogenen Tätigkeiten sowie zur Bestimmung der verschiedenen Anteile von Tätigkeiten für die betrachteten Berufe. Dabei beschränkt sich ihre Analyse indes nicht nur auf Deutschland und die Vereinigten Staaten, sondern richtet sich auf das Automatisierungspotential innerhalb von 21 der 32 OECD-Mitgliedsstaaten. Sie bestätigen grundlegend den Befund von Bonin et al. und kommen ebenfalls zu einem ungleich niedrigeren Risiko der Automatisierung von Berufen als im Falle des berufs-basierten Ansatzes. Sie errechnen mit Verweis auf dieselben Einschränkungen, dass etwa 9 % der Arbeitsplätze innerhalb der untersuchten Staaten einem hohen Risiko unterliegen, künftig automatisiert zu werden, wobei die Bundesrepublik mit rund 12 % – nicht zuletzt auf Grund des ausgeprägten industriellen Sektors – den höchsten Wert potentiell bedrohter Arbeitsplätze ausweist (Arntz et al. 2016: 15–20 u. 25).

In gleicher Absicht überprüfen schließlich Nedelkoska und Quintini – abermals auf Grundlage der PIACC-Erhebung – die Automatisierungswahrscheinlichkeit für sämtliche der 32 OECD-Mitgliedsstaaten in der bis dahin für die OECD umfangreichsten Studie zum technischen Substitutionspotential gemäß dem tätigkeitsbasierten Ansatz. Auch diese Studie bestätigt

²⁰⁵ D. h. die Überschätzung technischer Möglichkeiten, makroökonomische Rahmenbedingungen und Anpassungsprozesse zur Aufrechterhaltung komparativer Vorteile (Bonin et al. 2015: 18–22; Arntz et al. 2016: 21–24).

weitgehend den Befund, dass die Betrachtung einzelner Tätigkeiten zu einer niedrigeren Automatisierungswahrscheinlichkeit von Berufen führt, zeigt aber eine sehr viel größere Streuung innerhalb der untersuchten Länder. So unterliegen etwa in Norwegen nur 6 % der Arbeitsplätze einem hohen Risiko der technischen Substitution, während es in der Slowakei rund 33 % sind. Im OECD-Durchschnitt unterliegen rund 14 % der Arbeitsplätze einem hohen Risiko automatisiert zu werden, wobei sich weitere 32 % der Arbeitsplätze künftig einem signifikanten Anpassungsdruck auf Grund neuartiger Technologien ausgesetzt sehen werden. Für den deutschen Arbeitsmarkt errechnen sie, dass 18 % der Arbeitsplätze einem hohen Automatisierungsrisiko ausgesetzt sind und zeigen, dass dies allen voran Berufe in der Produktion und dem Baugewerbe sowie Arbeitnehmer mit unterstützenden Bürotätigkeiten und Angestellte in der Verwaltung betrifft, wohingegen insbesondere Fachkräfte, studierte Spezialisten, akademische Berufe und das Management einem weitaus niedrigeren Risiko unterliegen. Sie schlussfolgern, dass die Automatisierungswahrscheinlichkeit mit dem Grad der (Aus-)Bildung und dem Einkommenslevel abnimmt, in hohem Maße mit den notwendigen beruflichen Fertigkeiten zusammenhängt und das Risiko vorrangig geringqualifizierte Beschäftigungsverhältnisse betreffen wird (Nedelkoska/Quintini 2018: 7, 98–101 u. 115 f.).

Obgleich die Studien von Bonin et al. (2015), Arntz et al. (2016) sowie Nedelkoska und Quintini (2018) mit ihrem tätigkeitsbasierten Ansatz die mit der berufs-basierten Betrachtung einhergehenden Einschränkungen umgehen und damit unisono verdeutlichen können, dass das von Frey und Osborne errechnete Risiko einer Automatisierung zu hoch angesetzt ist, fußen ihre Modelle nach wie vor auf den ursprünglichen von Frey und Osborne mittels subjektiven Experteneinschätzungen berechneten Automatisierungswahrscheinlichkeiten von nur 70 ausgewählten Berufen, die zudem ausschließlich für den US-amerikanischen Berufs- und Arbeitsmarktkontext ermittelt wurden und zu Zuordnungsproblemen führen, womit der methodische Ansatz einer direkten Übertragung der Ergebnisse anfällig für Fehler bleibt und die Automatisierungswahrscheinlichkeiten für das OECD-Umfeld strittig sind (Effenberger et al. 2018: 6 f.). Für sich genommen weisen die Ergebnisse trotz der Mängel dennoch als Approximation darauf hin, dass mit zwischen 12 und 18 % ein nicht unerheblicher Teil der Berufe und Arbeitsplätze in Deutschland ein großes technisches Substituierungspotential aufweisen und damit einem hohen Risiko unterliegen können, mittelfristig automatisiert und ersetzt zu werden.

Demgegenüber ist der tätigkeitsbasierte Ansatz von Dengler und Matthes zur direkten Ermittlung der technischen Substituierbarkeitspotentiale von Arbeitsplätzen hervorzuheben, der ausschließlich mit speziell für den bundesdeutschen Arbeitskontext erhobenen Daten

operiert, womit sowohl etwaige Zuordnungsprobleme einer Übertragung vermieden als auch die speziellen Rahmenbedingungen des Bildungssystems und Arbeitsmarktes berücksichtigt werden. Kernstück der Untersuchung stellen hierbei die im Rahmen der Expertendatenbank BERUFNET der BA gesammelten Daten über mehr als 3.900 Berufe im deutschen Arbeitsmarkt für das Jahr 2013 dar, die nicht nur die im jeweiligen Beruf anfallenden Aufgaben und Tätigkeiten, genutzte Arbeitsmittel, oder rechtliche Bestimmungen, sondern auch Informationen über die Organisation der Arbeitsbedingungen sowie die erforderliche Ausbildung umfassen. Auf Grundlage von der von Dengler et al. (2014) für jeden der in der BERUFNET-Datenbank gelisteten Berufe ermittelten Task-Komposition, d. h. dem anfallenden Tätigkeitsspektrum, und der zugleich vollzogenen Definition von und Unterscheidung zwischen Routine- oder Nicht-Routinetätigkeiten der analytischen, interaktiven, manuellen und kognitiven Aufgaben, ermitteln Dengler und Matthes sodann, in wie weit die Tätigkeiten der verschiedenen Berufe von Computern respektive programmierten Maschinen automatisch, d. h. selbstständig ausgeführt werden können, wobei sie hinsichtlich des Substituierbarkeitspotentials von Tätigkeiten weitestgehend der von Frey und Osborne vorgeschlagenen Risikoeinteilung²⁰⁶ folgen. Darauf aufbauend ermitteln sie die Substituierbarkeitspotentiale nach Anforderungsniveaus, Berufssegmenten sowie nach sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten. Bei den verschiedenen Anforderungsniveaus, bei denen zwischen Hilfs- und Fachkräften sowie Spezialisten (z. B. Meister- und Technikerausbildung oder weiterführender Fachhochschul- oder Bachelorabschluss) und Experten (d. h. abgeschlossenes, mindestens vierjähriges Hochschulstudium) unterschieden wird, zeigt sich, dass – wie zu erwarten – das Automatisierungspotential grundsätzlich mit der Höhe des für den Beruf vorausgesetzten Anforderungsniveaus respektive Bildungsgrades sinkt, wobei Helfer- und Fachkraftberufe jeweils ein Potential von 45 %, Spezialistenberufe ein Potential von rund 30 % und Expertenberufe eines von knapp unter 20 % aufweisen. Hinsichtlich der Kategorie *Berufssegmente* ermitteln Dengler und Matthes, dass das Substituierbarkeitspotential von Tätigkeiten mit über 70 % bzw. über 65 % am höchsten bei fertigungs- und fertigungstechnischen Berufen ausgeprägt ist. Interessanterweise zeigen aber Berufe in der Unternehmensführung und -organisation ebenso ein hohes Automatisierungspotential von knapp 50 % und IT- und naturwissenschaftliche Dienstleistungsberufe eines von ca. 45 %, während am unteren Ende – auf Grund der schwer bis überhaupt nicht umsetzbaren Automatisierbarkeit von Tätigkeiten – die sozialen und kulturellen Dienstleistungsberufe mit unter 10 % zu

²⁰⁶ Ein geringes Potential liegt vor, wenn bis zu 30 % der Tätigkeiten automatisiert werden können, ein mittleres, bei zwischen 30 und 70 % automatisierbarer Tätigkeiten und ein hohes Potential, wenn mehr als 70 % der Tätigkeiten automatisiert werden können (Dengler/Matthes 2015b: 12).

finden sind. Grundsätzlich ist aber auch hier einschränkend festzuhalten, dass selbst in den Berufsgruppen mit einem hohen Potential, die Wahrscheinlichkeit der Automatisierung für Spezialisten und Experten ungleich niedriger ausfällt, als dies bei Helfern und Facharbeitern der Fall ist. Hinsichtlich der letzten Kategorie, die offenkundig für den vorliegenden Kontext von besonderer Relevanz ist, zeigt sich, dass im Jahr 2013 zwar rund 11,8 Mio. sozialversicherungspflichtige Beschäftigte in Berufen tätig waren, in denen maximal 30 % der Tätigkeiten potentiell automatisiert werden könnten, jedoch 13,2 Mio. ein mittleres Substituierbarkeitspotential von 30 bis 70 % aufweisen sowie 4,4 Mio., und damit in etwa 15 % der Beschäftigten, in Berufen mit einem hohen Automatisierungspotential angestellt waren, was die Berechnungen von Bonin et al. (2015), Arntz et al. (2016) sowie Nedelkoska und Quintini (2018) grundsätzlich bestätigt. Auch hier bleibt festzuhalten, dass es sich bei diesen Ergebnissen nicht um Prognosen tatsächlich entfallender Arbeitsplätze, sondern in erster Linie um Potentiale automatisierbarer Tätigkeiten innerhalb von Berufen handelt. Auf Grund der Resultate schlussfolgern Dengler und Matthes, dass ein massiver Arbeitsplatzabbau auf Grund neuartiger Technologien vorerst unwahrscheinlich sei, zumal sie davon ausgehen, dass lediglich einzelne Tätigkeiten respektive Tätigkeitsbündel in Berufen, nicht aber ganze Berufe ersetzt werden können. Gleichwohl zeigen sie sich überrascht von dem Befund, dass – im Gegensatz zu den vorangehenden Studien – Fachkraftberufe dem annähernd gleichen Substituierbarkeitspotential unterliegen, wie Helferberufe. Eine Erklärung hierfür liegt ihres Erachtens in dem Verhältnis und der Verteilung der Nicht-Routine- und Routinetätigkeiten. So können qualifizierte Fachkräfte oftmals einen größeren Anteil an automatisierbaren Routinetätigkeiten in ihrem Beruf ausüben, während Helfer zu einem großen Teil auch nicht automatisierbare Nicht-Routinetätigkeiten ausführen (Dengler/Matthes 2015a: 1 u. 6 f.; 2015b: 12–16 u. 21–24). Die Studie bietet grundsätzlich nicht nur wertvolle Einsichten zu den möglichen Auswirkungen der digitalen Transformation in Gestalt technischer Substituierbarkeitspotentiale auf den bundesdeutschen Arbeitsmarkt für das Jahr 2013, sondern auch wichtige Implikationen für die gesamten 2010er Jahre und heute, da ihre Studie für die Berichtsjahre 2016 und 2019 mit aktualisierten Daten wiederholt wurde, womit folglich auch die Veränderungen der Automatisierungswahrscheinlichkeit über einen längeren Zeitverlauf nachvollzogen werden können. So zeichnet sich hinsichtlich der technischen Substituierbarkeitspotentiale bei den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten gleich in mehrfacher Hinsicht ein Wandel zwischen den Berichtsjahren 2013 und 2019 ab. Während im Jahr 2013 rund 40 % der Beschäftigten in Berufen arbeiteten, deren Tätigkeiten zu maximal 30 % automatisierbar waren, ist dieser Anteil im Jahr 2016 auf 28 % und sodann im Jahr 2019 auf mit etwa 8,5 Mio. Beschäftigten auf 25 % gesunken, während der Anteil von Berufen mit

mittlerem Substituierbarkeitspotential ebenfalls von 45 auf 41 % leicht abgenommen hat. Gleichzeitig aber hat sich der Anteil der in Berufen mit hohem Automatisierungspotential Beschäftigten von ursprünglich 15 auf 25 % im Jahr 2016 und schließlich 34 % im Jahr 2019 erhöht, was nahelegt, dass die Substituierbarkeitspotentiale kontinuierlich angestiegen sind. Dabei sind die Veränderungen innerhalb der letzten sechs Jahre nicht etwa auf den Umstand zurückzuführen, dass sich die Anzahl der Arbeitnehmer in jenen Berufen mit hohem Automatisierungspotential verändert hat, sondern vielmehr darauf, dass die möglichen Einsatzgebiete neuartiger Technologien zur Automatisierung zunehmend mehr Tätigkeitsfelder und Berufe umfassen. Zwar sind im Berichtszeitraum auch neue Berufe und Tätigkeiten entstanden, allerdings zeigt sich, dass zunehmend komplexe Tätigkeiten potentiell durch Technologien ausgeführt und damit ersetzt werden können (Dengler/Matthes 2018: 7–11; 2021: 4–8).

13.3 Wandel der Qualifikationsstruktur – Polarisierung oder Upgrading?

Es wurde bereits in Kapitel 12 dargelegt, dass die digitale Transformation eine Reihe verschiedener hypothetischer Modifikationspotentiale für das Arbeiten mit sich bringt, die im Zuge des voranschreitenden Prozesses der digitalen Informatisierung der Arbeit sowie der sich hieraus ergebenden Modi der Mensch-Technik-Interaktion nicht zuletzt zu grundlegend neuen Anforderungen an die Arbeit, d. h. speziell zu veränderten Qualifikationsanforderungen an menschliche Arbeitskräfte führen können. In diesem Kontext wurde gezeigt, dass hinsichtlich der künftigen Qualifikationsstruktur primär zwei Entwicklungspfade innerhalb der Forschung diskutiert werden, die mit unterschiedlichen Graden der Funktionsteilung einhergehen, und entweder zu einer substitutionsbedingten Aufwertung von berufsbezogenen Tätigkeiten und einem Anstieg der notwendigen Qualifikationen hinzu analytischen Fähigkeiten, kurz Upgrading, oder aber zu einer Polarisierung der Qualifikationsniveaus führen, bei der es zum weitgehenden Wegfall des qualifikatorischen Mittelbaus und zur parallelen Zunahme von einfachen Tätigkeiten und Berufen mit geringen sowie komplexen Tätigkeiten und Berufen mit hohen Qualifikationsanforderungen kommt, was gleichermaßen einen polarisierenden Effekt auf Löhne und Gehälter ausübt (vgl. Buhr 2015: 15 f.; Ittermann et al. 2015: 45–51; Hirsch-Kreinsen 2015a: 19; 2016a: 10–12; Ittermann/Niehaus 2018: 39–48; Mütze-Niewöhner/Nitsch 2020: 1192 f.). Ausgehend von den in Kapitel 13.2 diskutierten berufs- und tätigkeitsbasierten Ansätzen zur Ermittlung des technischen Substitutionspotentials der digitalen Transformation wird deutlich, dass die Qualifikationsanforderungen an menschliche Arbeitskräfte auf dem deutschen Arbeitsmarkt mittelfristig einem grundsätzlichen Wandel unterliegen, der sich allen voran in einem Drift von

kognitiven sowie manuellen Routine- zu Nicht-Routinetätigkeiten ausdrückt und insbesondere Helfer- und Fachkraftberufe erfasst, gleichzeitig aber auch Spezialisten- und Expertenberufe betrifft und somit alle Anforderungsniveaus zu einem gewissen Grad miteinschließt (vgl. Dengler/Matthes 2015a: 1 u. 6 f.; 2015b: 12–16 u. 21–24; 2021: 5 f.). Unbeantwortet bleibt indes die Frage, in welcher Form sich die Qualifikationsstruktur des deutschen Arbeitsmarktes im Zuge der digitalen Transformation entwickeln wird.

Gerade aber die Beantwortung der Frage, ob sich die Berufslandschaft der Bundesrepublik in qualifikationstechnischer Hinsicht auf Grund der Digitalisierung und Industrie 4.0 in einem Polarisierungsprozess befindet, oder vielmehr dem Trend des Upgradings unterliegt, ist von grundlegender Relevanz, resultieren aus beiden Varianten doch jeweils unterschiedliche Auswirkungen auf die künftige Komposition respektive Struktur des Arbeitsmarktes. Dies wird insbesondere deutlich bei der Betrachtung des gegenwärtig herrschenden Status quo der Qualifikationsstruktur innerhalb der deutschen Arbeitslandschaft: Im Jahr 2021 hatten laut der jüngsten OECD-Erhebung in Deutschland rund 14 % der Erwerbspersonen im Alter zwischen 25 und 64 Jahren einen Bildungsgrad unterhalb des Sekundarbereichs II, 32 % besaßen einen im tertiären Bereich angesiedelten Bildungsabschluss (z. B. Hochschulstudium und höher) und ca. 54 % konnten einen Abschluss innerhalb des Sekundarbereichs II einschließlich des sogenannten *postsekundaren, nicht tertiären Bereichs* (d. h. Berufsausbildung) vorweisen. Damit liegt die Bundesrepublik hinsichtlich der letzten Kategorie nicht nur weit über dem OECD-Durchschnitt von 42 %, auch speisen sich ihre Berufslandschaft sowie der volkswirtschaftliche Wertschöpfungskontext in hohem Maße aus Erwerbspersonen des qualifikatorischen Mittelbaus (OECD 2022: 45). Ipso facto hätte eine Polarisierung der Qualifikations-, Beschäftigungs- und Gehaltsstruktur, bei der gerade die Berufe der mittleren Qualifikationsebenen und Einkommensstufen im Laufe der digitalen Transformation sukzessive erodieren und die Einkommensungleichheit zwischen Berufen des qualifikatorischen Unter- und Oberbaus steigen würde, weitreichende Konsequenzen für die Gesellschaft, da eine Teilhabe am Wohlstand für immer weniger Menschen trotz Beschäftigung realisierbar wäre.

Obgleich die Polarisierungshypothese der Qualifikationen im Zuge der Arbeiten von Autor et al. (2003), Goos et al. (2007), Acemoglu und Autor (2010) sowie Autor und Dorn (2013) auf Grund ihrer großen Erklärungskraft zur Deutung und Prognose der Effekte der digitalen Transformation seit Mitte der 1980er Jahre eine breite Akzeptanz erreichte und fortan einen der zentralen Forschungsansätze innerhalb der Arbeitsmarktforschung darstellte (Özkitan/Hassel 2020: 7), erschienen in den 2010er Jahre vermehrt empirische Studien, die den

Trend einer Polarisierung der Qualifikationen bei den untersuchten Fällen nicht bestätigen konnten und die Validität des Ansatzes teilweise in Frage stellten. Eine der ersten Studien dieser Art war abermals die Arbeit von Frey und Osborne, weisen ihre Ergebnisse doch darauf hin, dass die Automatisierung allen voran Berufe geringer Qualifikationsebenen respektive des Niedriglohnsegments betrifft, womit der bisher auf dem US-amerikanischen Arbeitsmarkt herrschende Polarisierungstrend mittelfristig gebrochen würde (Frey/Osborne 2013: 42). In dieser Hinsicht gelangte auch Autor, als einer der Begründer der Polarisierungshypothese, zu der Ansicht, dass die Polarisierung der beruflichen Qualifikationen im Zuge der Automatisierung nicht auf unbestimmte Zeit Bestand haben müsste, da auch Arbeitsfelder mit mittleren Qualifikationsniveaus durchaus höhere, d. h. komplexere und damit nur schwer automatisierbare Fähigkeiten voraussetzen und Berufe des qualifikatorischen Mittelbaus auf dem US-amerikanischen Arbeitsmarkt gegenwärtig sogar zunehmen würden (Autor 2015: 26–28). Da einerseits die von Frey und Osborne ausgewerteten Daten aus dem Jahr 2010 sowie die von Autor gemachten Beobachtungen lediglich eine Momentaufnahme des US-amerikanischen Arbeitsmarkt darstellen, andererseits aber in weiteren Fällen sowohl Tendenzen der Polarisierung als auch eines zunehmend Upgrading beobachtet wurden (z. B. Eurofound 2014; 2015), erfolgte in der wissenschaftlichen Diskussion ein nachhaltiger Wandel hin zu einer differenzierteren Betrachtung, mit einer stärkeren Berücksichtigung der länderspezifischen Eigenheiten der Arbeitswelten sowie der institutionellen Charakteristika der verschiedenen Ausbildungssysteme.

Hiervon ausgehend wurden für den Fall der Bundesrepublik während der letzten Jahre eine Reihe von Untersuchungen zu den Auswirkungen der digitalen Transformation auf die Qualifikationsanforderungen und die hieran rückgekoppelte Ausprägung der Qualifikationsstruktur des deutschen Arbeitsmarktes durchgeführt. So untersuchten etwa Helmrich et al. in ihrer im Jahr 2016 erschienen Studie die Beschäftigungs- und Lohnentwicklung auf dem deutschen Arbeitsmarkt zwischen 1979 und 2012 auf Grundlage der regelmäßig vom Bundesinstitut für Berufsbildung, dem Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung sowie der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin durchgeführten Erwerbstätigenbefragungen dahingehend, ob sich grundsätzlich Belege für eine Polarisierung finden lassen. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass ein Polarisierungsprozess des Arbeitsmarktes lediglich zwischen den Jahren 1992 und 1999 für einen kleinen Teil der deutschen Wirtschaft stattgefunden hat, gesamtübergreifend aber seit 1979 ein generelles Upgrading erfolgt ist. Darauf aufbauend analysieren sie die Entwicklung der betrieblichen Tätigkeitsstrukturen zwischen 2014 und 2015 auf Basis der Ergebnisse der Unternehmensbefragungen im Rahmen des Qualifizierungspanels des Bundesinstituts für Berufsbildung mit Blick auf den Wandel der Qualifikationsanforderungen von

Berufen. Dabei zeigt sich, dass nur 13,5 % der deutschen Unternehmen sogenannte polare Entwicklungsmuster aufweisen.²⁰⁷ Im gleichen Zuge kam es bei nur 2,1 % der Betriebe zu einem Abbau an hochqualifizierten Beschäftigten, während es bei 16,5 % der Unternehmen zu einem Upgrading der Qualifikationen kam und bei 67,8 % die qualifikatorische Struktur der Belegschaft unverändert blieb. Sie schlussfolgern daraus, dass sich zwar Polarisierungstendenzen nachweisen lassen, diese aber keinen globalen Trend für den deutschen Arbeitsmarkt darstellen, sondern vielmehr auf einen Mangel an Fachkräften im mittleren Qualifikationssegment zurückzuführen sind, der sich sogar zeitgleich hemmend auf die erfolgreiche Implementierung neuer Technologien in Unternehmensprozessen auswirken könnte (Helmrich et al. 2016: 19, 41–47, 50–53 u. 69).

Gleichermaßen vergangenheitsbezogen haben Roy und Consoli in ihrem tätigkeitsbasierten Ansatz den bisherigen Einfluss von Technologien im weiteren Sinne sowie Handel und Humankapital im Allgemeinen auf den deutschen Arbeitsmarkt zwischen 1979 und 2012 analysiert. Sie kommen sie zu dem Ergebnis, dass sich im beobachteten Zeitraum der Anteil der Routinetätigkeiten innerhalb der betrachteten Berufsstruktur sukzessive reduziert hat, wofür die Globalisierung in Form der Auslagerung der Produktion in andere Länder²⁰⁸ und der vermehrte Einsatz von Technologien zur Automatisierung verantwortlich sind. Insbesondere mit Blick auf die Effekte des vermehrten Einsatzes von Technologien auf die Qualifikationsstruktur konstatieren sie, dass trotz des zunehmenden Wegfalls von Routinetätigkeiten keine signifikante Ausdühlung des qualifikatorischen Mittelbaus stattgefunden hat, sondern es bei den betroffenen Berufen der mittleren und oberen Ebenen mit der vermehrten Übernahme von Nicht-Routinetätigkeiten vielmehr zu einer substitutionsbedingten Aufwertung, d. h. zu einem Anstieg der Qualifikationsanforderungen in Gestalt des oben beschriebenen Upgrading gekommen ist (Roy/Consoli 2018: 262 u. 265–273).

Anders als Roy und Consoli legen Arntz et al. den Fokus ihrer 2018 veröffentlichten Studie nicht nur auf die vergangenen Auswirkungen von Technologien auf das Arbeitsumfeld in Deutschland, sondern ebenfalls auf die Zukunft der Arbeit im Kontext der Digitalisierung und betrachten speziell die makroökonomischen Effekte auf Beschäftigung, Arbeitslosigkeit und Löhne. Gleichzeitig beruht ihre Prognose bis zum Jahr 2023 auf zwischen den Jahren 2011 bis 2016 erhobenen Daten, wodurch auch jüngere Entwicklungen Beachtung finden. Dabei

²⁰⁷ Gemeint sind hierbei drei mögliche Ausprägungen: (a) ein gleichzeitiger Zuwachs von Ungelernten- und Hochqualifiziertentätigkeiten, (b) ein Zuwachs von Ungelernten- sowie Konstanz bei Hochqualifiziertentätigkeiten oder (c) eine parallele Konstanz von Ungelernten- und Hochqualifiziertentätigkeiten (Helmrich et al. 2016: 52).

²⁰⁸ Vgl. hierzu auch die Ausführungen in Kapitel 8.6.

stellen Arntz et al. fest, dass sich zwischen 2011 und 2016 die Beschäftigung und Löhne in „[...] Hochlohnberufen und -sektoren deutlich stärker erhöht haben als in mittel- und niedrigentlohnnten Berufen und Sektoren“ (Arntz et al. 2018: 108) während diese im mittleren Lohnsegment langsamer als in niedrigeren Lohnsegmenten zugenommen haben, womit in der Vergangenheit tatsächlich eine – wenn auch nur leichte – Gehalts- und Beschäftigungspolarisierung auf dem deutschen Arbeitsmarkt zu beobachten war. Allerdings prognostizieren die Ökonomen trotz des Umstandes, dass insbesondere Hochlohnsektoren und -berufe größere Gehalts- und Beschäftigungszuwächse registriert werden, dass es nicht zu einer zusätzlichen Abnahme der Beschäftigung sowie Löhne und Gehälter in Berufen mit mittleren und niedrigeren Qualifikationsanforderungen kommen wird, womit zwar eine zunehmende Ungleichheit der Einkommen, nicht aber eine weitere Polarisierung zu erwarten ist (ibid.: 95 f. u. 108).

Ein ähnlich moderierender Befund findet sich bei einer Untersuchung von Stettes, der insbesondere auf Grundlage des jährlich erhobenen Personalpanels des Instituts der Deutschen Wirtschaft die Auswirkungen der digitalen Transformation für die Jahre 2014 bis 2017 mit Fokus auf die Automatisierung von Arbeitsplätzen überprüft. Hierbei kommt er zu dem Ergebnis, dass die Beschäftigung branchenübergreifend in sämtlichen Anforderungsniveaus – d. h. Hilfskräfte, Fachkräfte, Spezialisten und Experten – im beobachteten Zeitraum gewachsen ist. Aufschlussreich ist in dieser Hinsicht zunächst der Umstand, dass insbesondere sowohl die niedrig- als auch hochqualifizierten Stellen für Hilfskräfte mit 17,5 % respektive Experten mit 9,9 % das stärkste Wachstum verzeichnen konnten, was auf den ersten Blick für eine leichte Polarisierungstendenz sprechen könnte. Gleichwohl erzielten auch die Fachkräfte- und Spezialistenberufe mit 4,5 bzw. 7,0 % einen ausgeprägten Zuwachs (Stettes 2018: 16–22). Auf Basis dieser Daten lässt sich somit schlussfolgern, dass keine hinreichende Evidenz zur Bestätigung der Polarisierungshypothese gegeben ist, zumal ein schwächeres Wachstum bestimmter Berufe der verschiedenen Anforderungsniveaus im Untersuchungszeitraum „in vielen Fällen auch die Folge von Angebotsengpässen und weniger auf eine sinkende Nachfrage aufgrund von Automatisierungsprozessen zurückzuführen“ (ibid.: 4) ist.

Oesch und Piccitto wiederum sind der Frage nachgegangen, ob sich Belege für eine Polarisierung oder aber eine substitutionsbedingte Aufwertung der Qualifikationsstruktur auf den Arbeitsmärkten Deutschland, Schweden, Spanien und Großbritannien zwischen 1992 und 2015 finden lassen. Hierfür setzen sie das Beschäftigungswachstum verschiedener Berufe, die in fünf Anforderungsniveaus eingeteilt werden, in Beziehung zu Einkommen, Bildung, Ansehen und Arbeitsplatzzufriedenheit, als maßgebliche Indikatoren der Arbeitsplatzqualität.

Grundlage bilden die regelmäßig durchgeführten Erhebungen im Rahmen der European Union Labour Force Survey, der European Union Structure of Earnings Survey sowie die im European Statistical System aggregierten Daten der nationalen statistischen Ämter.²⁰⁹ Für den Fall der Bundesrepublik kommen sie zu dem Ergebnis, dass die Qualifikationsstruktur des deutschen Arbeitsmarktes im beobachteten Zeitraum grundsätzlich von einem Aufwertungsprozess geprägt gewesen ist, von der insbesondere die hochqualifizierten Berufe der Anforderungsniveaus 4 und 5 betroffen waren. Da der Beschäftigungsrückgang von Berufen der mittleren Qualifikationsebenen 2 und 3 leicht größer ausgefallen ist als bei den Arbeitsplätzen des unteren Anforderungsniveaus 1, halten auch Oesch und Piccitto eine sich gleichzeitig vollziehende – wenn auch nur schwache – Polarisierung für möglich, schränken aber ein, dass der Arbeitsplatzrückgang in Verbindung mit der 2008 einsetzenden Finanz- und Wirtschafts- und sodann Staatsschuldenkrise in der EU stehen könnte. In Summe kommen auch sie zu dem Schluss, dass keine hinreichende Evidenz für eine grundlegende Polarisierung der beobachteten Arbeitsmärkte – mit Ausnahme Großbritanniens – gegeben ist, sondern dass die Ergebnisse vielmehr für den Prozess einer substitutionsbedingter Aufwertung sprechen, der sich auch künftig fortsetzen könnte (Oesch/Piccitto 2019: 447–449, 453–456 u. 460–462).

Erwähnenswert scheint in diesem Kontext schließlich auch eine Studie aus dem Jahr 2020, die der Frage nachgeht, warum ähnliche Automatisierungsprozesse in den westlichen Industrienationen zu unterschiedlichen Ergebnissen führen, d. h. konkret weshalb etwa Großbritannien eine Polarisierung des Arbeitsmarktes durchläuft, die Bundesrepublik aber – trotz verschiedener Gemeinsamkeiten im Bereich der Beschäftigungs- und Wirtschaftsstruktur – von einer generellen substitutionsbedingten Aufwertung der Qualifikationen gekennzeichnet ist, bei der die Beschäftigten zunehmend von Berufen mit primär (manuellen) Routinetätigkeiten in Berufe mit einem höheren Anteil an (kognitiven) Nicht-Routinetätigkeiten wechseln. Wang verortet den wesentlichen Grund hierfür in der unterschiedlichen Konfiguration der für den jeweiligen Arbeitsmarkt relevanten Institutionen: Im Gegensatz zum britischen System, herrscht in der Bundesrepublik ein strengerer Kündigungsschutz, d. h. eine höhere Arbeitsplatzsicherheit und damit ein größerer Bestandsschutz der Beschäftigungsverhältnisse, was grundsätzlich den Abbau von bestehenden Arbeitsplätzen erschwert, selbst wenn eine automatisierungsbedingte Substitution ganzer Berufe und nicht nur bestimmter Tätigkeiten technisch möglich wäre. Gleichzeitig haben die Beschäftigten auf dem deutschen Arbeitsmarkt über die Gewerkschaften – allen voran im produzierenden Sektor – ein sehr viel ausgeprägteres

²⁰⁹ Hinsichtlich der Datengrundlage sowie der Methodik vgl. ausführlich Oesch/Piccitto (2019: 449–453).

Mitspracherecht im kollektiven Aushandlungsprozess mit den Arbeitgebern hinsichtlich der Gestaltung der Arbeitsumstände und der Festsetzung von Löhnen und Gehältern, was eine einkommenstechnische Abwertung von Berufen insbesondere der mittleren Qualifikationsebene auf Grund der Automatisierung bestimmter (Routine-)Tätigkeiten nachhaltig hemmt. Wegen des ausgeprägten gesetzlichen Bestandsschutzes von Beschäftigungsverhältnissen sowie der tarifrechtlich begründeten Rigidität von Löhnen und Gehältern wird folglich – flankiert vom berufsorientierten, dualen Aus- und Weiterbildungssystem – die substitutionsbedingte qualifikatorische Aufwertung von Berufen nachhaltig begünstigt (Wang 2020: 101875–101877).

Wie sind die Ergebnisse der vorgestellten Studien abschließend zu bewerten? Ausgehend vom technischen Substitutionspotential von beruflichen Tätigkeiten und Arbeitsplätzen im Lichte der Digitalisierung und Industrie 4.0 zeigt sich, dass im Falle der deutschen Arbeitswelt innerhalb der betrachteten Zeiträume durchaus eine schwache und bestimmte Berufsgruppen betreffende Polarisierung vorgelegen hat.²¹⁰ Gleichwohl finden sich mit Blick auf die künftige Entwicklung im Zuge der digitalen Transformation zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine Hinweise auf eine weitere oder gar umfassende Polarisierung der Arbeitswelt; vielmehr ist tendenziell mit einem Prozess des Upgradings zu rechnen. Damit wird der qualifikatorische Mittelbau, der – wie eingangs gezeigt – von elementarer Bedeutung für den Wertschöpfungskontext der deutschen Volkswirtschaft ist, zwar entgegen der häufig anzutreffenden Annahme nicht erodieren, allerdings muss dennoch von einem zunehmenden Wegfall von Routinetätigkeiten und einer damit einhergehenden substitutionsbedingten Aufwertung von Tätigkeitsfeldern und einem nachhaltigen Anstieg der Qualifikationsanforderungen ausgegangen werden, was weitreichende Konsequenzen für die hiervon Betroffenen hat. Wie die Ergebnisse der verschiedenen Studien nahelegen, betrifft das Upgrading indes nicht nur geringqualifizierte Hilfskräfte, sondern auch zunehmend mittelqualifizierte Fachkräfte. In einer solchen Konstellation, in der es folglich zu einem Abbau von Einfacharbeit und einem gleichzeitigen Anstieg komplexerer Tätigkeiten kommt, geraten allen voran Beschäftigte mit niedriger aber auch mittlerer Qualifikation zunehmend unter einen Anpassungsdruck sich hinreichend weiterzubilden, während hochqualifizierte Experten und Spezialisten ungleich bessere Voraussetzungen haben.

²¹⁰ Allerdings ist in dieser Hinsicht einzuwenden, dass in den Phasen, in denen eine Polarisierung der Beschäftigung und Arbeitseinkommen empirisch nachgewiesen werden kann, eine eindeutige Bestimmung des zugrundeliegenden Wirkungszusammenhangs zwischen Technologie und Polarisierung grundsätzlich problematisch ist, da mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Bündel verschiedener Faktoren – wie etwa die Globalisierung und Internationalisierung aber auch die arbeitsmarktrelevanten Institutionen einer Volkswirtschaft – verantwortlich für einen solchen Prozess ist, und nicht allein die Digitalisierung als solche (Fernández-Macías/Hurley 2017: 581 f.).

13.4 Wandel des Beschäftigungsvolumens und der Struktur des Arbeitsmarktes

Auch wenn es sich bei den in Kapitel 13.2 vorgestellten Ergebnissen von Bonin et al. (2015), Arntz et al. (2016), aber auch Dengler und Matthes (2015; 2018; 2021) zwar in erster Linie um Potentiale der Automatisierbarkeit handelt, die auf Einschätzung von Experten beruhen, weisen doch insbesondere die Beobachtungen von Dengler und Matthes für den Zeitraum zwischen 2013 und 2019 darauf hin, dass bei einem Substituierbarkeitspotential von mehr als 70 % der Tätigkeiten in Berufen, in denen laut der jüngsten Erhebung mittlerweile mehr als 11,3 Mio. Arbeitnehmer und damit mehr als ein Drittel der gesamten sozialversicherungspflichtig Beschäftigten tätig sind, eine künftige Progression der Automatisierbarkeit keineswegs abwegig erscheint und selbst eine Vollautomatisierung einzelner Berufe immer weniger ausgeschlossen werden kann, zumal offensichtlich auch zunehmend komplexere Tätigkeiten im Zuge der fortlaufenden Entwicklung neuer Technologien von computergesteuerten Maschinen und Algorithmen übernommen werden können und deshalb mit einer substitutionsbedingten Aufwertung von Berufen höherer Qualifikationsebenen zu rechnen ist. Und obgleich die Frage, inwiefern technische Automatisierungspotentiale Beschäftigungseffekte nach sich ziehen etwa im Rahmen der Langzeitstudie von Dengler und Matthes nicht eindeutig beantwortet werden kann, legen ihre Ergebnisse auf den ersten Blick doch nahe, dass die Beschäftigung mit steigendem Substituierbarkeitspotential weniger stark wachsen könnte: Steigt das Potential um 10 Prozentpunkte an, so sinkt das ermittelte Beschäftigungswachstum in den hiervon betroffenen Berufen signifikant um 1 Prozentpunkt, was eine mittelfristige Entwicklung der Beschäftigungsstruktur zulasten von Berufen mit hohen Substituierbarkeitspotentialen suggeriert (2018: 7 f.). Hiervon ausgehend muss zurecht die Frage gestellt und beantwortet werden, welche potentiellen Effekte mittelfristig aus dem technischen Substitutionspotential sowie der sich hieraus ergebenden Modifikation der Qualifikationsstruktur in Form des Upgrading für die deutsche Volkswirtschaft im Bereich des Beschäftigungsvolumens sowie der Arbeitsmarktstruktur resultieren können.

Bereits kurze Zeit nach Frey und Osbornes Veröffentlichung im Jahr 2013 wurden die ersten Modellrechnungen zu möglichen Beschäftigungseffekten in Folge der Digitalisierung sowie – insbesondere mit Blick auf den deutschen Fall – der Industrie 4.0 durchgeführt. So wurde eine der ersten für den internationalen Vergleich der Arbeitsmarkt- und Beschäftigungseffekte konzipierte Studien vom McKinsey Global Institute im Jahr 2017 veröffentlicht. In Anlehnung an Frey und Osbornes Methodik, allerdings gemäß einem tätigkeitsbasierten Ansatz, werden zunächst auf Grundlage von Informationen aus Datenbanken der Weltbank und des US-amerikanischen Bureau of Labour Statistics (d. h. O*Net 2014) rund 800 Berufe in etwa 2.000

Tätigkeiten differenziert sowie die jeweiligen Kernfähigkeiten zur Ausführung der Tätigkeiten bestimmt, um darauf aufbauend das technische Automatisierungspotential der Kernfähigkeiten zu berechnen, wobei davon ausgegangen wird, dass jede anhand technischer Mittel automatisierbare Arbeitsstunde grundsätzlich einen proportionalen Rückgang menschlicher Arbeitszeit zufolge hat. Neben den so errechneten Automatisierungsrisiken berücksichtigt das Studiendesign zusätzlich auch wirtschaftliche Rahmenbedingungen, potentielle Treiber der Arbeitskräftenachfrage sowie die Lohn- und Gehaltsentwicklung und betrachtet die sich verändernden Fertigungsanforderungen an menschliche Arbeitskräfte. Anhand der makroökonomischen Simulationsmodelle werden sodann im Rahmen von zwei Szenarien, die jeweils unterschiedliche Grade der Diffusions- und Implementierungsgeschwindigkeit der Digitalisierung (d. h. mittel und schnell) voraussetzten, die Beschäftigungseffekte der digitalen Transformation für insgesamt 46 Länder bis zum Jahr 2030 ermittelt, wobei der Fokus der Analyse auf der Volksrepublik China, Indien, Japan, Mexiko, den Vereinigten Staaten und Deutschland liegt. Im Fall der Bundesrepublik gehen die Autoren davon aus, dass im Szenario einer mittleren Implementierungsgeschwindigkeit der Digitalisierung im Vergleich zum Referenzjahr 2016 rund 24 % der ursprünglich von menschlichen Arbeitskräften geleisteten Arbeitsstunden automatisiert werden.²¹¹ Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass rund 9 Mio. Arbeitsplätze verloren gehen und etwa 3 Mio. Arbeitskräfte einen neuen Beruf einnehmen werden müssen, während ca. 10 Mio. neue Arbeitsplätze geschaffen werden, womit saldiert eine Mio. neue Arbeitsplätze zur Verfügung stünden und die Arbeitsplatzverluste durch die Automatisierung bei Berücksichtigung eines demographisch bedingten Rückgangs der Erwerbsbevölkerung in Höhe von ca. 3 Mio. mehr als ausgeglichen würden. Obgleich im Szenario einer mittleren Implementierungsgeschwindigkeit von positiven Gesamtbeschäftigungseffekten ausgegangen wird, deuten die Ergebnisse auf einen radikalen Wandel innerhalb der Berufswelt und des Arbeitsmarktes hin (McKinsey Global Institute 2017: 1–31, 91, 94 f. u. 131–139).

Zu einem ähnlich optimistischen Befund hinsichtlich der erwartbaren Arbeitsmarkteffekte im Zuge der digitalen Transformation für die Bundesrepublik Deutschland gelangt eine bereits im Jahr 2016 im Auftrag des BMAS von Vogler-Ludwig et al. durchgeführte

²¹¹ Im Szenario einer hohen Implementierungsgeschwindigkeit prognostiziert die Studie – ceteris paribus – sogar eine Automatisierungsrate von bis zu 47 % der geleisteten Arbeitsstunden im Vergleich zum Referenzjahr 2016. Dabei würden rund 17 Mio. Arbeitsplätze bis zum Jahr 2030 vernichtet, während nur 11 Mio. neue Arbeitsplätze geschaffen würden, womit saldiert und abzüglich der um 3 Mio. gesunkenen Erwerbsbevölkerung 2 Mio. weniger Arbeitsplätze benötigt würden. Gleichwohl weisen die Autoren explizit darauf hin, dass die neuen Arbeitsplätze und Berufe, die auf Grund der Digitalisierung entstehen könnten und mittels historischer Vergleichswerte auf zusätzliche 8-9 % geschätzt werden, keine Berücksichtigung finden. Würden diese mit eingepreist, lägen folglich auch im Beschleunigungsszenario positive Beschäftigungseffekte vor (McKinsey Global Institute 2017: 94 f.).

Modellrechnung, die allerdings von einer deutlich geringen Gesamtveränderung ausgeht. Für ihre Arbeitsmarktprognose bis zum Jahr 2030, in deren Zentrum die Digitalisierung in erster Linie als mögliche Strategie zur Bewältigung des durch den demographischen Wandel induzierten Arbeitskräftemangels diskutiert wird, werden grundsätzlich zwei mögliche Spielarten diskutiert: Im ersten Fall, dem Basisszenario, wird eine verstärkte Einwanderung zur Kompensation des sich abzeichnenden Rückgangs des inländischen Arbeitskräfteangebots vorangetrieben, wobei von einer stetigen Digitalisierung ausgegangen wird, bei der die Entwicklung und Implementierung neuer digitaler Technologien sowie der Industrie 4.0 nicht explizit forciert werden. In dem zweiten – und insbesondere für den vorliegenden Kontext relevanten – Fall, dem Szenario einer beschleunigten Digitalisierung, intensivieren Politik und Wirtschaft die Entwicklung und den Einsatz digitaler Technologien, um die Arbeitsproduktivität und die internationale Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands zu erhöhen.²¹² Im makroökonomischen Simulationsmodell für das Szenario einer beschleunigten Digitalisierung gehen Vogler-Ludwig et al. von – sozusagen – idealen Parametern der digitalen Transformation aus, d. h. zum einen, dass neue digitale Technologien nicht nur eine hohe Diffusionsgeschwindigkeit, sondern auch eine breite Akzeptanz innerhalb der Wirtschaft, Gesellschaft und Politik erfahren, und zum anderen, dass für das Erzielen einer Vorreiterrolle im Bereich der Industrie 4.0 wichtige Voraussetzungen erfüllt werden, wie etwa entsprechende Investitionen in die IT-Infrastruktur, die Anwerbung von IT-Experten oder auch die Anpassung von Bildungsplänen samt der beruflichen Aus- und Fortbildung. Im Gegensatz zu den bis zu diesem Zeitpunkt erschienen Studien von Frey und Osborne (2013), Bonin et al. (2015) sowie Dengler und Matthes (2015) berücksichtigen Vogler-Ludwig et al. nicht nur negative Beschäftigungseffekte in Form der technischen Automatisierungspotentiale, sondern lassen auch positive Effekte im Zuge von Produktinnovationen, gesteigerten Investitionen sowie Kosten- und Preissenkungen in ihr Modell miteinfließen. Ihren Berechnungen zufolge führt eine Intensivierung der digitalen Transformation im Vergleich zum Basisszenario bis zum Jahr 2030 zu einem Nettobeschäftigungszuwachs von rund 250.000 Arbeitsplätzen. Zwar gehen sie davon aus, dass ein automatisierungsbedingter Beschäftigungsverlust in Höhe von ca. 750.000 Arbeitsplätzen in 27 der 44 untersuchten Berufssektoren – wie etwa im Einzelhandel oder der öffentlichen Verwaltung – erfolgt, dieser aber durch einen starken Zuwachs von Stellen innerhalb der restlichen 13 Sektoren, d. h. insbesondere in Berufen mit einem hohen Anteil an analytischen Tätigkeiten wie etwa in den IT-Diensten oder dem Bereich Forschung und Entwicklung, positiv ausgeglichen wird. Dergestalt

²¹² Hinsichtlich der den beiden Szenarien zugrundeliegenden Annahmen sowie der Methodik zur Messung der Digitalisierungseffekte vgl. ausführlich Vogler-Ludwig et al. (2016: 141–151).

weisen die Ergebnisse darauf hin, dass die digitale Transformation einerseits zu positiven Beschäftigungseffekten und andererseits zu einer grundsätzlichen Veränderungen innerhalb der Beschäftigungsstruktur zu Lasten von Berufen mit Routineaufgaben führt (Vogler-Ludwig et al. 2016: 13 f. u. 21–28).

Im Vergleich zur international ausgerichteten Studie des McKinsey Global Institute oder jener von Vogler-Ludwig et al., welche die Digitalisierung primär als Strategie zur Abmilderung der Folgen des demographischen Wandels untersucht, wurde die erste modellbasierte Wirkungsabschätzung mit Fokus auf die Industrie 4.0 und deren Auswirkungen für die Ökonomie und den Arbeitsmarkt in Deutschland bereits im Jahr 2015 durchgeführt und zugleich als Längsschnittstudie konzipiert, was die Beobachtung von Veränderungen und die Anpassung der Ergebnisse über einen größeren Zeitraum ermöglicht. Im Jahr 2016 wurde die Studie ausgeweitet und umfasste neben der Industrie 4.0 sodann auch die Digitalisierung des Dienstleistungssektors.²¹³ Dabei untersucht das Team um Wolter und Weber am Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der BA in seiner Arbeitsmarktprognose ebenfalls die mittelfristigen Beschäftigungs- und Arbeitsmarkteffekte für das Jahr 2025 im Rahmen einer fünfstufigen Szenarioanalyse, die unterschiedliche Annahmen respektive aufeinander aufbauende Teilszenarien betrachtet, was die umfassende makroökonomische Modellierung eines detailliert umschriebenen Arbeitsmarktes erst ermöglicht. Auf Grundlage der im Rahmen der fünf Teilszenarien festgelegten Parameter und getroffenen Annahmen gelangen Wolter et al. zu dem Schluss, dass bei einer beschleunigten Digitalisierung im Vergleich zum Referenzszenario²¹⁴

²¹³ Da die Neuauflage der ersten Studie (vgl. Wolter et al. 2015) aus dem Jahr 2016 nicht nur die Beschäftigungseffekte der Industrie 4.0, sondern auch die Digitalisierung als weitgefasstes Phänomen behandelt, zusätzlich neue Datensätze zur Überprüfen, Anpassungen und Ergänzungen der für die Industrie 4.0 zuvor getroffenen Annahmen beinhaltet, gleichzeitig aber keine grundlegend konzeptionellen oder methodischen Änderungen vornimmt, wird im Folgenden ausschließlich auf die Ergebnisse der 2016 und 2019 wiederholten Studie eingegangen.

²¹⁴ So wird zunächst in den ersten beiden Teilszenarien davon ausgegangen, dass die Ausrüstungs- (z. B. Sensorik und IT-Dienstleistungen) und Bauinvestitionen (z. B. Ausbau der Telekommunikationsnetze) zur Umsetzung einer digitalisierten Wirtschaft mit einem preisbereinigten Gesamtvolumen von rund 185 Mrd. EUR respektive 12 Mrd. EUR signifikant ausgedehnt werden. Hinsichtlich des im dritten Teilszenario abgedeckten Bereichs des Material- und Personalaufwands werden die sich auf Grund der Digitalisierung verändernden Kosten- und Gewinnstrukturen der Betriebe definiert, die allen voran durch gesteigerte Kosten von Weiterbildungsmaßnahmen, gesenkte Materialausgaben sowie eine leicht gestiegene Arbeitsproduktivität gekennzeichnet sind. Im vierten Teilszenario werden zentrale Annahmen hinsichtlich der künftigen Veränderungen der Berufsfeld- und Anforderungsstrukturen getroffen. Hierbei wird davon ausgegangen, dass sich im Zuge der Digitalisierung Anforderungsniveaus grundsätzlich in der Form ändern werden, dass sukzessiv mehr Routinetätigkeiten automatisiert und somit mehr Nicht-Routinetätigkeiten von menschlichen Arbeitskräften ausgeführt werden. Bezüglich der Automatisierungswahrscheinlichkeit orientieren sich Wolter et al. maßgeblich am tätigkeitsbasierten Ansatz und den in diesem Rahmen errechneten technischen Substitutionspotentialen von Dengler und Matthes (2015a; 2015b), gehen aber gleichzeitig davon aus, dass lediglich 50 % der Routinetätigkeiten auch faktisch durch neue Technologien substituiert werden. Im fünften und letzten Teilszenario werden die Konsumnachfrage der privaten Haushalte, die Exportnachfrage sowie die Konsumausgaben des Staates in die Modellierung miteinbezogen. Dabei wird angenommen, dass die Gesamtnachfrage nach Gütern um 2 % und jene nach Dienstleistungen um 3 % bis zum Jahr 2025 ansteigt. In einem letzten

bis zum Jahr 2025 rund 320.000 Arbeitsplätze im Zuge der der Automatisierung allen voran im produzierenden Gewerbe ersetzt und ca. 290.000 neue Arbeitsplätze insbesondere in der IT-Branche sowie in naturwissenschaftlichen Berufen neu entstehen werden, womit die befürchteten Arbeitsmarkteffekte relativ gering ausfallen (Wolter et al. 2016: 52–64). Für die erneute Durchführung der Arbeitsmarktprognose im Jahr 2019 und damit jüngste Fassung der Studie wurden die Datensätze aktualisiert und einige Rahmenbedingungen sowie Annahmen angepasst.²¹⁵ Hierbei bestätigen die aktuellen Befunde trotz leichter quantitativer Abweichungen grundsätzlich die Ergebnisse der vorausgehenden Studien: So ist davon auszugehen, dass im Szenario einer beschleunigten digitalen Transformation im Vergleich zum Referenzszenario – d. h. mit einer gemessen an der technologischen Fortschrittsrate des Jahres 2018 monotonen digitalen Transformation – bis zum Jahr 2030 rund 100.000 weniger Erwerbstätige auf Grund der höheren Arbeitsproduktivität benötigt werden, womit die Beschäftigungseffekte zwar vergleichsweise niedrig ausfallen, zugleich aber von teils signifikanten branchenspezifischen Veränderungen der Erwerbstätigenzahlen und damit von weitreichenden Arbeitsmarkteffekten auf die Volkswirtschaft ausgegangen werden muss. Während insbesondere in der Automobilbranche, dem verarbeitendem Gewerbe, im Gesundheits- und Sozialwesen, aber auch bei Verkehr und der Lagerei – d. h. sowohl in Berufszweigen des sekundären als auch tertiären Sektors – Arbeitsplätze auf Grund der Automatisierung von Routinetätigkeiten verschwinden, entstehen allen voran in der Informations- und Kommunikationsbranche, deren Berufe einen hohen Anteil an analytischen Aufgaben aufweisen, neue Arbeitsplätze, was auf dem Arbeitsmarkt zu einer Gesamtveränderung in Höhe von mehr als 540.000 Stellen führt. Einher mit diesem Strukturwandel des Arbeitsmarktes geht eine Veränderung der Erwerbstätigen gegliedert nach den vier Anforderungsniveaus: Während der Stellenabbau in erster Linie Helfer und Fachkräfte betroffen wird, richten sich neu entstehende Arbeitsplätze vorrangig an Spezialisten und Experten und folglich an höher- bis hochqualifizierte Arbeitnehmer (Wolter et al. 2019: 22–24 u. 29 f.).

Gerade aber im Vergleich zum gegenwärtigen Status quo der Arbeitslandschaft des Jahres 2018 werden die signifikanten Beschäftigungseffekte und der tiefgreifende Strukturwandel des Arbeitsmarktes in Folge der digitalen Transformation bis zum Jahr 2030 besonders deutlich: So gehen Wolter et al. davon aus, dass etwa 2.542.000 Arbeitsplätze durch neue

Schritt werden die in den fünf Teilszenarien getroffenen Annahmen und aufgestellten Parameter sodann im sogenannten Wirtschaft-4.0-Szenario zusammengefasst und für die Prognose einem Referenzszenario, dem die zum damaligen Zeitpunkt vorliegende technologische Fortschrittsrate einer gleichbleibenden digitalen Transformation zugrunde liegt, gegenübergestellt (Wolter et al. 2016: 23–52).

²¹⁵ So wird unter anderem von einer längeren Umsetzungsphase der von der Digitalisierung und Industrie 4.0 geprägten Wirtschaft 4.0 bis zum Jahr 2030 statt bis zum Jahr 2025 ausgegangen, um den zum damaligen Zeitpunkt „erkennbaren Verzögerungen in der Umsetzung“ (Wolter et al. 2019: 9) Rechnung zu tragen.

Technologien substituiert, gleichzeitig aber 2.768.000 neue Arbeitsplätze erschaffen werden, was nach Saldierung zwar für positive Beschäftigungseffekte spricht, aber zu einer Gesamtveränderung in Höhe von 5,2 Mio. Arbeitsplätzen führt, rund 12 % aller Arbeitsplätze entspricht, ebenfalls in erster Linie die bereits zuvor identifizierten Berufszweige im produzierenden Sektor sowie im Dienstleistungssektor betrifft und damit gerade jene Berufe, die einen hohen Grad automatisierbarer Routinetätigkeiten aufweisen (ibid.: 34–38).²¹⁶ In Summe werden die Ergebnisse hinsichtlich der zum Referenzszenario leicht negativen bzw. der im Vergleich zum Status quo des Jahres 2018 leicht positiven Beschäftigungseffekte sowie der Befund, dass die digitale Transformation mit einem massiven Strukturwandel des Arbeitsmarktes zulasten jener Jobs mit hohem Anteil an Routinetätigkeiten und zugunsten von analytisch-wissensintensiven Berufen einhergehen wird, grundlegend bestätigt, weshalb gerade Geringqualifizierte nicht zu den Gewinnern dieser neuen Berufe zählen werden (Weber 2015: 722 f.; 2016: 70 f.).

Die letzte Studie über mögliche Beschäftigungseffekte der digitalen Transformation, deren Ergebnisse in diesem Rahmen zu thematisieren sind, stellt eine unlängst von Dauth et al. veröffentlichte Untersuchung dar, die sich allen voran mit den durch die Robotik induzierten Anpassungen auf dem deutschen Arbeitsmarkt auseinandersetzt. Hierbei berechnen die Autoren auf Grundlage von durch die BA zwischen den Jahren 1994 und 2014 erhobene statistischen Arbeitsmarktdaten die Arbeitsmarkteffekte der voranschreitenden Automatisierung. Im Gegensatz zu vergleichbaren Studien, wie bspw. von Acemoglu und Restrepo, die mit Blick auf den US-amerikanischen Arbeitsmarkt zu dem Ergebnis kommen, dass ein einzelner Industrieroboter künftig bis zu sechs menschliche Arbeitskräfte ersetzen und so die Einkommensungleichheit weiter verschärfen könnte (Acemoglu/Restrepo 2020: 2238 u. 2240–2242), kommen Dauth et al. in ihrer vergangenheitsbezogenen Analyse der deutschen Fertigungsbranche mit Fokus auf die Automobilindustrie zu einem sehr viel ausgeglicheneren Ergebnis: Obgleich zwar jeder in Betrieb genommene Industrieroboter im Berichtszeitraum 1,7 menschliche Arbeitsplätze substituiert hat, lagen die Gesamtbeschäftigungseffekte bei lediglich 0,3 automatisierten Arbeitsplätzen, was nicht zuletzt auf positive Beschäftigungseffekte im Dienstleistungssektor zurückzuführen ist. Auch kam es in Folge des zunehmenden Einsatzes von Industrierobotern nicht zu einem Stellenabbau durch Entlassungen im herkömmlichen Sinne, vielmehr wurden altersbedingt freiwerdende Arbeitsplätze nicht wieder besetzt, was im gleichen Zuge zu

²¹⁶ Eine vom BMAS im Jahr 2019 in Auftrag gegebene Studie, die ebenfalls vom IAB erarbeitet wurde, geht hingegen bis zum Jahr 2030 sogar von einer Gesamtveränderung von 5,5 Mio. Arbeitsplätzen aus, bestätigt aber grundsätzlich den Befund von Wolter et al. hinsichtlich der positiven Gesamtbeschäftigungseffekte sowie der branchenspezifischen Veränderungen (Zika et al. 2019: 29–33).

Anpassungsreaktionen bei jungen Erwerbspersonen geführt hat. Nicht nur erfolgte der Arbeits-einstieg häufiger in wirtschaftsnahen Dienstleistungsberufen anstatt in der Industriebranche, auch wurden Ausbildungs- und Studienentscheidungen entsprechend angepasst. Ein weiterer Grund für die geringe technische Substitutionsrate zwischen 2011 und 2016 findet sich schließlich auch und gerade in dem – im Rahmen von Studien erstaunlich selten adressierten – starken Kündigungsschutz der Arbeitnehmer, der eine wesentliche Hürde für umfassende Maßnahmen zum Arbeitsplatzabbau darstellt (Dauth et al. 2021: 3119–3133 u. 3142).

Es bleibt abschließend festzuhalten, dass obgleich im Falle des deutschen Arbeitsmarktes – der eine der höchsten Robotisierungsquoten aufweist – etwa 12 bis 18 % der beruflichen Tätigkeiten einem hohen Automatisierungspotential und somit dem grundsätzlichen Risiko einer technischen Substitution unterliegen, sich keine konkreten Hinweise für ausgeprägte negative Gesamtbeschäftigungseffekte als Konsequenz der digitalen Transformation finden. Ganz im Gegenteil: Die jüngsten Modellrechnungen verdeutlichen, dass zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine hinreichenden Indizien für die angeführten Befürchtungen über einen umfassenden Arbeitsplatzabbau vorliegen, was sich im Übrigen auch mit der historischen Evidenz der Auswirkungen von Technologien im Zuge der verschiedenen Industrialisierungsperioden²¹⁷ deckt. Vielmehr zeigt sich in den Ergebnissen des überwiegenden Anteils der betrachteten Studien, dass die digitale Transformation zu einer leicht positiven Gesamtbeschäftigungsentwicklung führen wird, an deren Ende – d. h. während der nächsten 10 bis 15 Jahre – unter Berücksichtigung des demographisch bedingten Rückgangs des Erwerbspersonenpotentials einige hunderttausend bis mehrere Mio. neue Arbeitsplätze stehen. In dieser Hinsicht ist allerdings anzuführen, dass eine bloße Saldierung der verschiedenen Beschäftigungseffekte gleich in dreifacher Hinsicht zu kurz greift, verdeckt sie doch die teils signifikanten Arbeitsmarkteffekte mit denen die digitale Transformation aller Voraussicht nach einhergehen könnte. So gelangen alle in diesem Rahmen angeführten Studien unisono zu dem Ergebnis, dass einerseits auf Grund zunehmend verbesserter Automatisierungslösungen innerhalb der Berufe mit hohem Anteil an Routinetätigkeiten sehr wohl mit lokalen negativen Beschäftigungseffekten zu rechnen ist und dass es andererseits infolge der für bestimmte Branchen und Berufe herrschenden negativen sowie positiven Beschäftigungseffekte zu einem tiefgreifenden strukturellen Wandel auf dem gesamten Arbeitsmarkt in Form von umfassenden Wanderungsbewegungen von jenen Berufsfeldern mit hohem Routineanteil hin zu den neu entstehenden, analytisch-wissensintensiven Arbeitsplätzen kommt, wobei dies keineswegs nur Berufe in der Industrie und des verarbeitenden

²¹⁷ Vgl. hierzu etwa die in Kapitel 3.5 diskutierte Überwindung des Pauperismus im Zuge der Industrialisierung.

Gewerbes, sondern sämtliche volkswirtschaftliche Sektoren betrifft. Schließlich zeigt sich, dass sich der Arbeitsplatzrückgang in diesem Zuge wegen des zugrundeliegenden Drifts insbesondere bei Helfer- und Fachkräftestellen niederschlagen könnte, während neue Arbeitsplätze allen voran im Bereich der Spezialisten- und Expertenberufe entstehen.

13.5 Wandel der Arbeitsformen am Beispiel der Plattformökonomie

Wie im Rahmen der ersten Abschnitte dieses Kapitel deutlich geworden ist, unterliegt das Konzept der Arbeit im Kontext der Digitalisierung und Industrie 4.0 nicht nur hinsichtlich der sich verändernden Qualifikationsanforderungen im Verlauf des Upgrading, sondern auch und insbesondere mit Blick auf die hierdurch künftig vermehrt nachgefragten Berufe sowie die damit einhergehende strukturelle Zusammensetzung des Arbeitsmarktes einem grundsätzlichen Wandel. Ausgehend von der digitalen Informatisierung der Arbeit, möglicher neuer Modi der Mensch-Technik-Interaktion und der Rekombination von Tätigkeitsbereichen und -anforderungen, scheint folglich die Annahme konsequent, dass sich ebenso die Arbeitsformen im Kontext des vermehrten Einsatzes digitaler Technologien grundsätzlich dem Einfluss transformativer Effekte ausgesetzt sehen, was nicht zuletzt auch die zunehmende Schwerpunktsetzung innerhalb der wissenschaftlichen Auseinandersetzung auf jenen Aspekt des Wandels erklärt. In dieser Hinsicht liegt das Augenmerk der arbeitssoziologischen aber auch politikwissenschaftlichen Forschungsbeiträge in jüngster Zeit auf den sogenannten atypischen Beschäftigungsverhältnissen, bei denen sich speziell die Plattformökonomie bzw. die in dieser vollzogenen Plattformarbeit als zentraler Untersuchungsgegenstand herauskristallisiert hat, stellt sie doch nicht nur die scheinbar offensichtlichste Normabweichung von den bisherigen, uns bekannten Arbeitsformen dar. Auch verkörpert sie als relativ neue Beschäftigungsform den ersten greifbaren Vorboten einer künftig immer stärker digitalisierten Arbeitswelt, die auf Grund der ihr innewohnenden Produktionslogik tiefgreifende Veränderungen für die hierin tätigen Menschen und künftig womöglich ebenfalls für weitere Teile der bundesdeutschen Arbeitslandschaft implizieren könnte (Leimeister et al. 2015: 13; Stettes 2017: 5; Staab/Prediger 2019: 51). In diesem Sinne untersucht der folgende Abschnitt den Wandel der Arbeitsformen im Zuge der digitalen Transformation exemplarisch anhand der Plattformarbeit und verzichtet damit bewusst auf eine holistische Betrachtung möglicher Veränderungen in anderen Bereichen, die bereits im Rahmen von Kapitel 12 in theoretischer Hinsicht erörtert worden sind.

Das Phänomen der Plattformökonomie beschreibt zunächst eine verhältnismäßig neue Methode der Arbeitsorganisation, die prinzipiell bei jeder Form von Arbeit – insbesondere aber

der Dienstleistungsarbeit – und in sämtlichen Branchen Anwendung finden kann. Auch wenn sich das auf dem Plattformgedanken basierende Geschäftsmodell bereits Ende des 20. Jahrhunderts entwickelt hatte, erfuhr die heutige Ausprägung der Plattformökonomie, die in erster Linie auf dem Internet und auf den damit verbundenen Potentialen der digitalen IKT fußt, erst mit der Expansion der globalen Vernetzung während der 2010er Jahre größere Verbreitung und Anwendung. Sie lässt sich dabei als eine gesonderte, virtuelle Kategorie eines Arbeitsmarktes und zugleich als digitaler Produktionsraum begreifen, in dem nicht nur Anbieter und Nachfrager von Arbeitsleistungen als klassische Akteure auftreten, sondern auch die namensgebenden Internetplattformen. Die in diesem Kontext ablaufenden Austauschprozesse werden gemeinhin unter dem Begriff des Crowdsourcing²¹⁸ zusammengefasst, der auf einen Artikel des Journalisten und Informatikers Jeff Howe aus dem Jahr 2006 zurückgeht und eine Kompositionen der beiden englischen Wörter *crowd* und *outsourcing* darstellt: Während mit Outsourcing die Fremdbeschaffung von Leistungen gemeint ist und damit der Ausgliederungsprozess „[...] einer definierten Aufgabe an ein Drittunternehmen oder eine bestimmte Institution verstanden wird, adressiert die Auslagerung im Falle des Crowdsourcings [...] die Crowd, also eine undefinierte Masse an Menschen“ (Leimeister 2012a: 388). Die Crowd beschreibt hierbei im Allgemeinen zunächst die Gesamtheit der Menschen, die das Internet nutzt; im Fall des Crowdsourcing aber speziell jenen Anteil der Gesamtheit der Internetnutzer, die als sogenannte *Crowd Worker* oder Plattformarbeiter Leistungen über das Internet bzw. eine Internetplattform unentgeltlich²¹⁹ oder aber – und damit für die hier zu beantwortende Fragestellung von zentraler Bedeutung – gegen Bezahlung zur Verfügung stellen. Kennzeichnend für das im Rahmen des entgeltlichen Produktions- und Wertschöpfungskontextes auch als *Crowdworking*²²⁰ bezeichnete Crowdsourcing innerhalb dieser triangulären Arbeitsbeziehung zwischen Plattform,

²¹⁸ Dem Autor der Dissertation ist die im Folgenden hohe Dichte der zweifelsohne für den Lesefluss hinderlichen Anglizismen bewusst. Mit Blick auf die Prävalenz der angeführten Begriffe insbesondere in der deutschsprachigen Forschung und dem daraus resultierenden Umstand, dass diese mittlerweile allen voran innerhalb des vorliegenden Forschungsfeldes den terminologischen Standard darstellen, wird indes davon abgesehen, eine behelfsmäßige Übersetzung in das Deutsche vorzunehmen und um Nachsicht des Lesers gebeten.

²¹⁹ Ein prominentes Beispiel für ein unentgeltliches Crowdsourcing stellt etwa die Wissensplattform Wikipedia dar, die im Jahr 2001 als gemeinnütziges Projekt zur Schaffung einer freien, kostenlosen und mehrsprachigen Internetenzyklopädie gegründet wurde und inhaltlich auf die kostenlose Arbeit in Form von Wissensbeiträgen der Gemeinschaft der Internetnutzer zurückgreift (vgl. Wikipedia 2022), wobei die Wikipedia auf Grund der Tatsache, dass sie zugleich Internetplattform und Auftraggeber darstellt, im Vergleich zu dem hier thematisierten Konzept des Crowdsourcing im Kontext der Plattformökonomie freilich einen Sonderfall darstellt.

²²⁰ Die wissenschaftlichen Literatur kennt neben dem auch als *Crowdcreation* bezeichneten *Crowdworking* weitere Kategorien des Crowdsourcing wie etwa das *Crowdvoting* oder das *Crowdfunding*, die zwar zweifelsohne interessante Methoden zur Finanzierung und Meinungserhebung darstellen mögen, mit Blick auf die übergeordnete Fragestellung und im Kontext des digitalen Wandels der Arbeits- und Beschäftigungsformen aber keinerlei Relevanz besitzen, weshalb in diesem Rahmen von einer tiefergehenden Thematisierung abgesehen wird (vgl. hierzu weiterführend Leimeister 2012a: 389–391; Leimeister et al. 2016b: 14; Schneider-Dörr 2021: 32 f.).

Nachfrager und Anbieter ist zum einen, dass die Initiierung des Vermittlungsprozesses über den Auftraggeber zustande kommt, wobei die Crowd Worker ihre Arbeitsleistungen auf Abruf anbieten und bedarfsabhängig von Unternehmen über Internetplattformen eingekauft werden können. Charakteristisch ist zum anderen, dass die hierbei als Auftraggeber fungierenden Unternehmen außerhalb des eigenen Produktionsprozesses Arbeitsleistungen im Sinne eines Nachfragemarktes von einer Vielzahl gegeneinander konkurrierender Auftragnehmer beziehen können. Darüber hinaus handelt es sich bei den beim Crowdsourcing involvierten Internetplattformen²²¹ folgerichtig weder um Auftrag- oder Arbeitgeber, noch besitzen diese grundsätzlich die angefragten Produktionsmittel. Sie stellen vielmehr die Kommunikationsmittel sowie den eigentlichen Transaktionsraum für die beteiligten Akteure bereit und gewährleisten damit die Vermittlung²²² gemäß eigens festgelegten, variierenden Kerndienstleistungen²²³ sowie definierter Transaktionsregeln, womit die auf Crowdworking spezialisierten Internetplattformen bisweilen eine ähnlich aktive Rolle bei der Verhandlung mit und zwischen Prinzipal und dem bzw. den Agenten einnehmen können, wie beim Intermediär im klassischen Outsourcing. Bestimmend für Plattformen ist demgemäß, dass sie die Aufgaben eines internetbasierten, digitalen Marktplatzes wahrnehmen, die Bildung von Netzwerken sowie die Förderung von Netzwerkeffekten ermöglichen, auf diese Weise die Vermittlung von angebotenen und nachgefragten Arbeitsleistungen organisieren, mitunter Preise aushandeln, Zahlungsflüsse orchestrieren, Bewertungen der Auftraggeber hinsichtlich der Qualität der Arbeitskräfte für Ratingmechanismen erheben und teils die erbrachten Arbeitsleistungen direkt überwachen (Leimeister 2012a: 388; 2015: 14–16; Leimeister et al. 2016b: 13 f; Hoffmann/Suchy 2016: 25–27; Keller/Seifert 2018: 285 f.; Lücking 2019: 3–5; Staab/Prediger 2019: 51; Vallas/Schor 2020: 274 f.; Apt et al. 2021: 41–43; Schneider-Dörr 2021: 28 f. u. 31; Spencer et al. 2021: 39).

Obgleich das Crowdworking – als das in diesem Rahmen zentrale Modell des Crowdsourcing – eine große Bandbreite an Variation aufweist und in verschiedensten Szenarien Anwendung finden kann, existieren eine Reihe gemeinsamer Merkmale, anhand derer es sich von

²²¹ Als Beispiele für auf Crowdsourcing spezialisierte Internetplattformen lassen sich etwa Unternehmen wie Lieferando, das die Bestellung und Auslieferung der von den teilnehmenden Gastronomien angebotenen Mahlzeiten online organisiert, Uber, das insbesondere für seine Onlinevermittlungsdienste zur Personenbeförderung bekannt ist, oder aber Clickworker, das allen voran globale IT-Dienstleistungen online vermittelt, anführen.

²²² Hierfür erheben die Crowdsourcing-Plattformen Transaktionsentgelte oder Provisionen, die in der Regel zwischen 10 und 30 % des Werts der vermittelten Leistung betragen (Spencer et al. 2021: 39).

²²³ Zu dem Leistungsspektrum der auf Crowdsourcing und speziell Crowdworking spezialisierten Internetplattformen zählen in der Regel Aufgaben, wie etwa das Netzwerk und die Crowd zu organisieren und zu verwalten, den Auftraggeber bei der Bedarfsermittlung sowie dem Aufgabenprozess zu unterstützen und passende Kooperationspartner vorzuschlagen oder den Auftraggeber und die Crowd Worker zusammenzuführen und bei Verhandlungen zu unterstützen (Leimeister et al. 2016b: 29).

herkömmlichen Arbeitsformen differenziert. Grundsätzlich kann Crowdfunding entweder ortsgebunden als *Gigworking* erfolgen, bei dem Leistungen von Liefer- und Transportdiensten über eine Internetplattform angeboten und lokal produziert und konsumiert werden, oder aber – und dies ist für die hier übergeordnete Fragestellung von besonderer Bedeutung – ortsunabhängig in Form des sogenannten *Cloudworking* vollzogen werden, bei dem Leistungen wie etwa im Falle des Programmierens über Crowdsourcing-Plattformen in einem räumlich entgrenzten Kontext nachgefragt und erbracht werden. Hierbei können die im Rahmen der beiden Varianten erbrachten Dienstleistungen unterschiedliche Grade an Komplexität der zu vollziehenden Tätigkeiten sowie der dabei vorausgesetzten Anforderungsniveaus aufweisen und dementsprechend aus Routineaufgaben mit geringer Komplexität (sogenannte *Microtasks* oder *Microjobs*) oder Nicht-Routineaufgaben mit hoher Komplexität oder einem hohen Maß an Kreativleistung (*Macrowork*, Projektarbeit und Kreativwettbewerbe) bestehen. In dieser Hinsicht stellt insbesondere das ortsungebundene Cloudworking im Vergleich zu traditionellen, analogen Arbeitsformen ein Novum dar: So können die sich des ortsunabhängigen Cloudworking bedienenden Unternehmen nicht nur kurzfristig und flexibel auf ein globales Reservoir von Arbeitskräften mit für die jeweilige auszulagernde Aufgabe passgenauen Qualifikationen zurückgreifen. Auch sind die Auftraggeber dabei sowohl im Falle kognitiver Routine- als auch Nicht-Routinearbeiten auf Grund einer zunehmend technischen Realisierbarkeit in der Lage, anfallende komplexe Aufgaben noch vor der eigentlichen Delegation über eine Crowdsourcing-Plattform teilweise in voneinander getrennte, inkrementelle Arbeitspakete zu zerlegen, um sodann nicht nur diese standardisierten, einfachen, sondern auch komplexeren Tätigkeiten im Sinne einer intensivierten globalen Arbeitsteilung cloudbasiert von gering- respektive hochqualifizierten Arbeitskräften ausführen zu lassen. Auf der anderen Seite dieser auf das Crowdsourcing ausgerichteten Wertschöpfungskette unterscheiden sich schließlich die Plattformarbeiter nicht nur auf Grund ihrer ortsunabhängigen und zeitlich flexiblen Arbeitszeiten fundamental von Beschäftigten in traditionellen Arbeitsformen, sondern auch und insbesondere hinsichtlich des beim Crowdfunding dominierenden Beschäftigungsmodells, welches auch in der Bundesrepublik vorherrscht: Auf Grund der Tatsache, dass weder die Auftraggeber noch die Plattformen im arbeitsrechtlichen Sinne als Arbeitgeber auftreten, die Crowd Worker aber gleichzeitig die kurzfristigen, zeitlich terminierten Aufträge mit Projektcharakter eigenständig annehmen und ausführen oder ablehnen können, gelten sie de jure nicht als klassische Arbeitnehmer, sondern vielmehr als Freelancer oder Soloselbstständige, die als quasi freie Mitarbeiter in der Regel auf Honorarbasis im Rahmen von Dienst- oder Werkverträgen ihre Leistungserbringung zur Erfüllung von Aufträgen der Unternehmen anbieten und sich auf Grund der zeitlichen Befristung der

Arbeitsprojekte in einem atypischen Beschäftigungsverhältnis²²⁴ befinden (Leimeister et al. 2016b: 18 f.; Keller/Seifert 2018: 281 f. u. 285; Staab/Prediger 2019: 51–53; Apt et al. 2021: 41 f.; Schneider-Dörr 2021: 49 f.; Spencer et al. 2021: 39 f.).

Als eine grundlegend neue Organisationsform von Arbeit wird das Phänomen der virtuellen Plattformökonomie bzw. Plattformarbeit innerhalb der sozialwissenschaftlichen Auseinandersetzung nicht ohne Grund mittlerweile vermehrt unter dem Konzept eines modifizierten, digitalen Taylorismus²²⁵ analysiert und diskutiert. Dieser zeichnet sich dabei – das Konzept der digitalen Informatisierung der Arbeit konsequent weitergedacht – nicht nur durch die Trennung geistig-kognitiver Tätigkeiten von einfachen manuellen Aufgaben aus, sondern auch durch die Verlagerung der Produktion in einen virtuellen Kontext sowie durch die im Zuge der digitalen IKT entfachten Möglichkeiten der „standardisation, decomposition, quantification and surveillance of labour – often through forms of (semi-)automated management, cooperation and control“ (Altenried 2020: 146). Wie Schneider-Dörr in dieser Hinsicht resümiert, verdeutlicht die zugrundeliegende Methodik dieser neuen, global ausgerichteten Beschaffungs- und Arbeits- bzw. Produktionsform im Gewand des digitalen Taylorismus, dass das „Crowdsourcing keinen herkömmlichen Organisationsstrukturen folgt [und] weder einen betrieblich verfassten Ort noch feste Beschäftigte braucht“ (2021: 31). Somit handelt es sich bei der Plattformökonomie und speziell der Arbeitskategorie des Crowdworking folgerichtig nicht etwa nur um eine „neue Form des Outsourcings, sondern um die Etablierung eines neuen Produktionsmodells, das es den Unternehmen erlaubt, die Grenzen und die Reichweite ihrer Wertschöpfung im Informati-onsraum immer wieder zu verschieben und flexibel zu justieren“ (Boes et al. 2016: 38). Die damit einhergehende Realisierbarkeit einer hochgradigen „Zerlegung, Verteilung, Parallelisierung, Standardisierung und Automatisierung sowie anschließenden Aggregation von Teilaufgaben“ (Schneider-Dörr 2021: 31) ermöglicht es Unternehmen auf Basis des Prinzips der sogenannten *On-Demand Economy* nicht nur die Leistungen der Plattformarbeiter für den eigenen Wertschöpfungsprozess innerhalb kürzester Zeit – „den Prinzipien eines digitalen Fließbands“ (Boes et al. 2016: 37) folgend – bei Bedarf zu mobilisieren, in Anspruch zu nehmen und zu überwachen und so eigene Arbeitskräfte in diesem Bereich einzusparen bzw. erst gar nicht anzustellen, sondern auch die Beauftragung derselben bei unmittelbarem Ende des Bedarfs oder einem Wechsel innerhalb der Produkt- bzw. Produktionsstrategie umgehend und problemlos wieder zu beenden. Verstärkt wird diese vorteilhafte Ausgangslage für Unternehmen ebenfalls

²²⁴ Vgl. auch die arbeitsmarkttechnische Abgrenzung atypischer Beschäftigungsverhältnisse des StBA (2022a).

²²⁵ Hinsichtlich der Ursprünge des klassischen Taylorismus im Kontext der Industrialisierung vgl. Anmerkung 15.

dadurch, dass das Crowdworking – gleichsam dem klassischen Taylorismus – auf eine Optimierung der Produktionsprozesse abzielt: Denn obgleich auch beim Crowdworking kollaborative Ansätze existieren, ist der eigentliche Kern dieser neuen Arbeitsform grundsätzlich auf das Prinzip des Wettbewerbs ausgerichtet, womit bei crowdsourcingbasierten Arbeitsprojekten „viele potenzielle [Auftragnehmer] als Soloselbstständige um wenige ausgeschriebene Aufträge“ (Staab/Prediger 2019: 51) in zeitlicher oder aber ergebnisorientierter Hinsicht konkurrieren. Zur Einhaltung dieser zeit- und ergebniszentrierten Leistungsstandards unterliegen die Crowd Worker darüber hinaus während des Produktionsprozesses in variierendem Umfang auch digitalen Kontroll- und Überwachungsmaßnahmen²²⁶ von Seiten der Crowdsourcing-Plattformen, die in Kombination mit den bereits erwähnten Bewertungsmechanismen der erbrachten Arbeitsleistungen einen nachhaltigen Leistungsdruck²²⁷ erzeugen und die Produktivität der Arbeitskräfte steigern sollen (Boes et al. 2016: 37 f.; Leimeister et al. 2016a: 12 f. u. 69–71; 2016b: 9 f.; Gerber/Krzywdzinski 2017: 7 f.; Staab/Prediger 2019: 51 u. 53; Altenried 2020: 156; Kirchner et al. 2020: 3 f.; Vallas/Schor 2020: 276; Apt et al. 2021: 53; Schneider-Dörr 2021: 65–67; Spencer et al. 2021: 40 f.).

Gleichwohl profitieren nicht nur die Unternehmen von der Plattformökonomie, generiert diese doch auf Grund der damit einhergehenden mobilen Arbeitsform sowie der intrinsischen Ungebundenheit des zugrundeliegenden Beschäftigungsverhältnisses auch Vorteile für die Crowd Worker. So kann die bereits erwähnte zeitliche und räumliche Entgrenzung der Arbeit in Kombination mit der Quasi-Selbstständigkeit der Plattformarbeiter zu einem generellen Zugewinn (i) an Souveränität über die Arbeitsweise, (ii) an Unabhängigkeit hinsichtlich der gewählten Arbeitsinhalte und Aufgabenspektren sowie (iii) an zeitlicher und geographischer Flexibilität des Arbeitens selbst führen (Leimeister et al. 2016a: 13; Eichhorst/Linckh 2017: 4 f.; Baethge et al. 2019: 21). Einher mit diesem vergrößerten Handlungsspielraum darüber, welche Aufgaben ein Plattformarbeiter von welchem Auftraggeber annimmt oder ablehnt und in welchem Umfang dieser zu welcher Zeit und an welchem Ort arbeitet, geht nicht zuletzt auch „das Narrativ der Gig-Economy, das vor allem Freiheit, Autonomie und Entrepreneurship betont“ (Hoose et al. 2022: 10) und als Ausdruck einer neuen „digitalen Selbstbestimmung durch

²²⁶ Zu den Überwachungs- und Kontrollmechanismen gehören unter anderem „das Aufzeichnen von Tastenanschlägen oder die verdeckte Erstellung von Screenshots“ (Leimeister et al. 2016a: IV).

²²⁷ Dieser Leistungsdruck lässt sich je nach Ausgestaltung noch durch ausgeschriebene Wettbewerbsmechanismen steigern: Während bspw. beim zeitorientierten Wettbewerb nur jener Plattformarbeiter bezahlt wird, der am schnellsten eine Aufgabe beendet hat und alle anderen trotz Arbeitseinsatz keinerlei Entlohnung erhalten, findet beim „ergebnisorientierten Wettbewerb [...] eine qualitative Beurteilung der Ergebnisse statt. Demnach wird das als bestes empfundene Ergebnis mit der zuvor definierten Belohnung prämiert“ (Schneider-Dörr 2021: 48), abermals aber ohne Entlohnung aller anderen Arbeitenden.

die zunehmende Verbreitung digitaler Technik“ (Kirchner et al. 2020: 5) aufgefasst werden kann. Tatsächlich decken sich die hier beschriebenen Vorteile in weiten Teilen mit den im Rahmen von Erhebungen ermittelten Beweggründen und Bewertungen der befragten Plattformarbeiter auf dem deutschen Arbeitsmarkt. So sind unlängst etwa Baethge et al. (2019) in einer Onlinebefragung von 700 aktiven Plattformarbeitern unter anderem der Frage nachgegangen, welche Motive ausschlaggebend sind, um sich im Crowdworking zu verdingen und ein damit einhergehendes atypisches Beschäftigungsverhältnis zu verfolgen. Dabei zeigt sich zunächst, dass rund 70 % der Crowd Worker die Digitalisierung grundsätzlich als eine Chance betrachten, um die zeitliche Flexibilität des Arbeitens zu erhöhen und damit die Vereinbarkeit von Arbeits- und Privatleben zu steigern. Hiervon ausgehend dominieren bei den Befragten mit Blick auf die Plattformarbeit insbesondere die Themen zusätzliche Verdienstquellen, gesteigerte zeitliche Flexibilität, höherer Grad an beruflicher Unabhängigkeit, Entscheidungsfreiheit und Spaß an der Arbeit sowie die Möglichkeit des mobilen Arbeitens. Aus demographischen Gesichtspunkten sind Männer mit 56 % häufiger in der Plattformarbeit anzutreffen als Frauen. Crowd Worker sind im Durchschnitt 41 Jahre alt, während etwa 70 % von ihnen die Fach- bzw. Hochschulreife besitzen und 51 % ein abgeschlossenes Hochschulstudium vorweisen können, womit Hochqualifizierte mittleren Alters in der Plattformökonomie im Vergleich zur übrigen Erwerbsbevölkerung überdurchschnittlich bei dieser Arbeitsform repräsentiert sind. Darüber hinaus leben 66 % der Crowd Worker in einer Ehe oder einer festen Beziehung, wodurch zweifelsohne der hohe Stellenwert der Vereinbarkeit von Arbeits- und Privatleben innerhalb der Beweggründe erklärt werden kann. Ausfällig ist schließlich auch, dass sich etwa zwei Drittel der Crowd Worker aus den unteren und mittleren Einkommenschichten rekrutieren, was offensichtlich mit dem Motiv, mittels der Plattformarbeit zusätzliche Verdienstmöglichkeiten in Anspruch nehmen zu können, korrespondiert (Baethge et al. 2019: 16 f. u. 20).

Obgleich die demographische Zusammensetzung der Plattformarbeiter in Deutschland sowie – aufbauend auf den wahrgenommenen Vorteilen des Crowdworking – deren zentrale Beweggründe mittlerweile als relativ gut erforscht gelten, fällt die empirische Evidenz hinsichtlich der Ausdehnung der Plattformökonomie – d. h. wie viele Personen als aktive Crowd Worker tätig sind – innerhalb der EU im Allgemeinen sowie in der Bundesrepublik im Speziellen bisher mäßig aus. Auf Grund der bestehenden Unschärfen der bis heute durchgeführten Studien, die in erster Linie auf die weitestgehend noch immer bestehende Abgrenzungsproblematik der Plattformökonomie sowie die prinzipielle Vielschichtigkeit des Crowdsourcing-Phänomens zurückgeführt werden muss, zeigen sich teils erhebliche Abweichungen hinsichtlich der absoluten sowie relativen Anzahl an Crowd Workern. In Ermangelung an Alternativen bieten die

Erhebungen aber dennoch eine erste Approximation, um das quantitative Ausmaß zu bestimmen und zugrundeliegende Trends zu bestimmen, auch wenn jüngere Faktoren wie bspw. die pandemiebedingten Homeofficeregelungen seit dem Jahr 2020 studententechnisch noch keinerlei Berücksichtigung haben finden können. Im Auftrag des BMAS untersuchte etwa Serfling im Jahr 2019²²⁸ die Verbreitung der Plattformarbeit in Deutschland. Mittels eines onlinebasierten Tools wurden in den Jahren 2017 und 2018 rund 495.000 Personen befragt und die Resultate gewichtet auf die Gesamtbevölkerung der Bundesrepublik hochgerechnet mit dem Befund, dass im Jahr 2018 rund 2 Mio. Personen entgeltlich als aktive Crowd Worker tätig waren (Serfling 2019: 4 u. 12 f.). In gleicher Absicht haben auch Brancati et al. im Auftrag der Europäischen Kommission eine breit angelegte Querschnittstudie zur Ermittlung der Häufigkeit von Plattformarbeit in 16 EU-Mitgliedsstaaten über eine Onlinebefragung durchgeführt, bei der sie über 34.000 Internetnutzern im Alter zwischen 16 und 74 Jahren befragten. Sie kamen dabei zu dem Ergebnis, dass rund 9 % der Erwerbstätigen in den untersuchten Ländern im Jahr 2018 aktiv der Plattformarbeit nachgegangen sind. Für den Fall der Bundesrepublik berechnen sie, dass ca. 7,5 % der Erwerbstätigen bzw. rund 3,4 Mio. Menschen als Crowd Worker einzustufen sind (Brancati et al. 2020: 10 f. u. 27).

Auch wenn sich die beiden Studien ausschließlich auf Befragungen von Internetnutzern stützen, sind die Ergebnisse durchaus als repräsentativ einzuordnen, zieht man in Betracht, dass im Jahr 2018 rund 87 % und im Jahr 2020 bereits 90 % der bundesdeutschen Bevölkerung über einem Alter von 10 Jahren regelmäßig das Internet genutzt haben (vgl. StBA 2020b: 47).²²⁹ Und obwohl die Befunde über den Verbreitungsgrad in der Bundesrepublik – allen voran auf Grund methodischer Unterschiede sowie abweichender Definitionen von *aktiver* Plattformarbeit – voneinander abweichen, lässt sich mittlerweile keineswegs mehr argumentieren, dass die Plattformökonomie mit 2 bis 3 Mio. Crowd Workern eine Randerscheinung ist. Ganz im Gegenteil: Sie stellt heute vielmehr bereits einen festen Bestandteil in der sich sukzessiv verändernden Arbeitswelt der Bundesrepublik und damit ein klares Indiz dafür dar, dass die digitale Transformation – neben ihren Auswirkungen auf die Qualifikationsanforderungen und die Beschäftigungsstruktur – auch zu einem Wandel der Arbeitsformen und der Ausdehnung atypischer Beschäftigungsverhältnisse führt. In Summe ist davon auszugehen, dass die Relevanz der

²²⁸ Obgleich die Untersuchung von Bonin und Rinne aus dem Jahr 2017 eine der ersten Erhebung über die Ausdehnung der Plattformökonomie auf dem deutschen Arbeitsmarkt darstellt, wird diese im vorliegenden Kontext auf Grund einiger methodischer Probleme im Studiendesign nicht berücksichtigt (vgl. Bonin/Rinne 2017).

²²⁹ In diesem Kontext scheint somit der Vorwurf, die Ergebnisse wären wegen der zugrundeliegenden Auswahlverzerrung nicht repräsentativ und würden dementsprechend eine zu hohe Inzidenz der Plattformarbeit ausweisen (vgl. Schäfer 2020: 5 f.), zu kurz zu greifen.

Plattformökonomie im volkswirtschaftlichen Produktionsprozess auch künftig auf Grund der zahlreichen Vorteile für Unternehmen und Crowd Worker nachhaltig steigen und die Anzahl der in ihr arbeitenden Menschen im Zuge der digitalen Transformation weiter anwachsen wird, ohne allerdings damit das Ende der *typischen* Arbeitsformen und Beschäftigungsverhältnisse einzuläuten oder eine dominierende Stellung gegenüber diesen einzunehmen (Eichhorst/Linckh 2017: 4; Baethge et al. 2019: 31 f.; Kirchner et al. 2020: 286; Paprotny 2021: 7; Schäfer et al. 2021: 193; Spencer et al. 2021: 40–42).

14 Anforderungen an die Sozialpolitik im Zuge der digitalen Transformation der Arbeit

14.1 Eingrenzung

Wie zunächst in Kapitel 12 in theoretischer Hinsicht dargelegt worden ist, führt die digitale Transformation in Gestalt der Industrie 4.0 und Digitalisierung nicht nur den Prozess der Informatisierung der Arbeit auf einer digitalen Ebene weiter, auch resultieren aus ihr potentiell veränderte Modi der Mensch-Technik-Interaktion und damit zugleich auch neue qualifikatorische Anforderungen an die künftigen Arbeitskräfte. Davon ausgehend wurde in Kapitel 13 überprüft, ob und in welchem Ausmaß die digitale Transformation als übergreifender Prozess der Industrie 4.0 und Digitalisierung Auswirkungen auf die Arbeitswelt der deutschen Volkswirtschaft zeitigen wird. Hierbei wurde gezeigt, dass sich das Konzept der Arbeit und die Arbeitswelt im Allgemeinen einem grundlegenden Wandel ausgesetzt sehen: Die zunehmenden technischen Substitutionspotentiale bedingen eine verstärkte Automatisierung vor allem von manuellen und kognitiven Routinetätigkeiten und führen demgemäß zu einer substitutionsbedingten Aufwertung von Berufen aller Qualifikationsstufen, die eine Rekonfiguration der Struktur des Arbeitsmarktes zur Folge hat, obgleich umfassende negative Gesamtbeschäftigungseffekte bis in das nächste Jahrzehnt hinein nicht zu befürchten sind. Gleichzeitig konnte mit dem Aufkommen der Plattformökonomie und der sukzessiven Verbreitung der Plattformarbeit exemplarisch dargelegt werden, dass die digitale Transformation durch die Verlagerung von Produktionsprozessen in einen virtuellen Kontext, der von einer räumlichen und zeitlichen Entgrenzung der Leistungserbringung gekennzeichnet ist und „weder einen betrieblich verfassten Ort noch feste Beschäftigte braucht“ (Schneider-Dörr 2021: 31), auch zu einem Wandel der Methodik, Organisation und Form von Arbeit führt.

Darauf aufbauend gilt es im Folgenden mit Blick auf die übergeordnete Fragestellung der Dissertation zunächst zu eruieren, welche sozialpolitischen Implikationen aus den

beobachteten sowie mittelfristig als wahrscheinlich zu erachtenden Auswirkungen auf die Arbeitswelt resultieren, um dann zu klären, welche konkreten Anforderungen sich hieraus für die bundesdeutsche Sozialpolitik im Spannungsgefüge der digitalen Transformation ergeben. Unter sozialpolitischen Implikationen werden in diesem Kontext Veränderungen bzw. Auswirkungen verstanden, die von unmittelbarer Relevanz für den Sozialstaat hinsichtlich der an ihn herangetragenen Erwartungen sind. Die Überprüfung der sozialpolitischen Implikationen zielt hierbei nicht auf eine umfassende und zugleich detaillierte Analyse sämtlicher Effekte ab, welche die verschiedenen Handlungsfelder der Sozialpolitik²³⁰ potentiell tangieren können, sondern adressiert diese nur fallweise in Abhängigkeit der jeweils ermittelten Konsequenzen. Unter Anforderungen werden schließlich sämtliche Handlungsbedarfe verstanden, die aus den isolierten Implikationen für die bundesdeutsche Sozialpolitik gemäß ihrem in Kapitel 5 aufgezeigten und auf dem Grundgesetz sowie dem Sozialgesetzbuch basierenden Auftrag resultieren. Dementsprechend werden im Anschluss die zuvor untersuchten, aus der digitalen Transformation für die Arbeitswelt entstehenden Wandlungskorridore mit Fokus auf Beschäftigungseffekte im Digitalzeitalter, die strukturelle Transformation des Arbeitsmarktes im Lichte des Upgrading sowie mit Blick auf die atypischen Beschäftigungsverhältnisse im Rahmen der Plattformökonomie hinsichtlich ihrer sozialpolitischen Implikationen und den sich hieraus unmittelbar ergebenden Handlungsbedarfen und Anforderungen an die bundesdeutsche Sozialpolitik diskutiert.

14.2 Beschäftigungseffekte im Digitalzeitalter und ihr Einfluss auf den Sozialstaat

Wie bereits verdeutlicht worden ist, scheint die Angst, dass die menschliche Arbeitskraft von Maschinen ersetzt werden könnte, einen steten Begleiter des technologischen Fortschritts darzustellen. Und obgleich bisher weder die Geschichte der Industrialisierung des 19. Jahrhunderts noch jene der jüngeren Digitalisierungsperiode des späten 20. und frühen 21. Jahrhunderts konkrete Anlässe für diese Furcht geboten hätte, lassen sich auch heute in der wissenschaftlichen Diskussion immer wieder Abhandlungen finden, die ungeachtet der offensichtlichen Fundamentalität des vergangenen Industrialisierungsprozesses für die Arbeitswelt mit dem dystopischen Narrativ einer künftigen „Gesellschaft ohne Arbeit“ (Stengel 2017b: 185) kokettieren und alsbald eine Renaissance der Sozialen Frage im Digitalzeitalter heraufziehen sehen. Ein wesentlicher Grund für den hohen Kurs der Furcht vor der digitalen Transformation mag nicht zuletzt darin liegen, dass obgleich die Eintrittswahrscheinlichkeit des Arbeitsplatzverlustes aus

²³⁰ Gemeint sind die in Kapitel 5.3.4 beschriebenen Handlungsfelder und Aufgabenbereiche der Sozialpolitik in Form von Arbeitsmarktpolitik, Arbeitsschutz, Gesundheitswesen, Grundsicherung, Sozialversicherung, Transferleistungen und berufsständische Systeme.

makroökonomischer Perspektive sowohl mit Blick auf die bisherige, vergangenheitsbezogene Evidenz des technologischen Fortschritts als auch hinsichtlich der in Kapitel 13.4 aufgezeigten Studienlage als gering einzuschätzen ist, der Erwartungswert auf individueller Ebene indes höher und die Schadensschwere als grundsätzlich gravierend eingeschätzt werden. Denn die Arbeit stellt nicht nur das primäre Mittel für die Sicherung der eigenen Existenz sowie das Fundament der gesellschaftlichen Teilhabe dar, auch wirkt sie in vielerlei Hinsicht identitätsstiftend. Ein Verlust derselben hat daher tiefgreifende Auswirkungen auf das von ihr abhängige Individuum und konstituiert – nicht zuletzt als klassischer Wechselfall des Lebens in Folge des damit verbundenen Einkommensausfalls – eine zentrale Motivation der Sozialpolitik, zielt diese gerade darauf ab, eine hierdurch entstehende materielle Verelendung zu verhindern (Schmidt 2010: 736; Althammer/Lampert 2014: 407). Gleichwohl spielt die Arbeit auch eine elementare Rolle für den bundesdeutschen Wohlfahrtsstaat selbst, bilden doch erst die aus den Arbeitsleistungen der mehr als 90 % der Erwerbsbevölkerung resultierenden Steuerleistungen und Beitragszahlungen in das Sozialversicherungssystem, als eigentliches „Rückgrat“ (Schmidt 2012: 34) des bundesdeutschen Wohlfahrtsstaates, den Möglichkeitsraum der Sozialpolitik (Bäcker et al. 2010a: 48). Daher sind sowohl das zu schützende Individuum als auch der beschützende Sozialstaat in hohem Maße von der Erwerbsarbeit abhängig, weshalb auch die diskutierten Auswirkungen der digitalen Transformation auf die Arbeitswelt in Form der erwartbaren Gesamtbeschäftigungseffekte von unmittelbarer Relevanz für die Sozialpolitik hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Erfüllung der an sie gestellten Aufgaben sind.

So wäre etwa in dem Szenario einer „Gesellschaft ohne Arbeit“ (Stengel 2017b: 185), in dem auf Grund einer intensivierten Automatisierung in Folge gesteigerter technischer Substitutionspotentiale die menschliche Arbeitskraft durch Kapital großflächig²³¹ ersetzt würde – es dementsprechend zu einem massiven Abbau von Arbeitsplätzen und einer krassen technologischen Arbeitslosigkeit käme – mit weitreichenden sozialpolitisch relevanten Auswirkungen in gleich mehrfacher Hinsicht zu rechnen, die sich in Kombination mit dem demographischen Wandel potenzieren würden. Denn die sich seit längerem in der Bundesrepublik abzeichnende Alterung²³² der Gesellschaft, die bereits heute als eine zentrale Herausforderung für die

²³¹ Konkrete Zahlen zum Beschäftigungsrückgang werden in derartigen Abhandlungen in der Regel nicht genannt.

²³² Der demographische Wandel hat in Deutschland etwa seit Anfang der 1970er Jahre auf Grund sinkender Geburtenzahlen und einer steigenden Lebenserwartung migrationsbereinigt nicht nur zu einem Bevölkerungsrückgang, sondern auch und insbesondere zu einer zunehmenden Alterung und damit einer unausgeglichenen Altersstruktur der Gesellschaft geführt (Pack et al. 2020: 8). So zeigt sich, dass das Durchschnittsalter der bundesdeutschen Bevölkerung im Jahr 2018 mit 44 Jahren rund 5 Jahre höher war als im Vergleich zum Jahr 1990 mit 39 Jahren. Gleichzeitig stellte 1990 die Kohorte der 20- bis 35-jährigen Personen die mit Abstand größte Altersgruppe dar, die aber innerhalb der nächsten ein bis zwei Dekaden aus dem Erwerbsalter scheiden wird (StBA 2019a: 11).

Sozialpolitik erachtet wird, führt nicht zuletzt zu einer nachhaltigen Reduktion des künftigen Erwerbspersonenpotentials und stellt deshalb grundsätzlich²³³ eine entscheidende Rahmenbedingung für die Arbeitswelt und den Sozialstaat dar. Wie die jüngste Vorausberechnung des StBA in dieser Hinsicht nahelegt, wird dieser Alterungsprozess zu einer sukzessiven Verkleinerung der Erwerbsbevölkerung führen: Gegenwärtig stellen die rund 51,4 Mio. Menschen im Alter von 20 bis 66 Jahren zwar noch 62 % der Bevölkerung dar, womit der überwiegende Teil der Gesellschaft einer Erwerbsarbeit nachgeht oder zumindest erwerbsfähig ist, doch wird dieser Anteil bis zum Ende der 2030er Jahre ohne eine entsprechende Nettozuwanderung um 4,6 Mio. und selbst mit entsprechenden positiven Migrationseffekten um 1,6 Mio. Menschen auf 57 % bzw. bis zum Jahr 2070 auf 54 % absinken (2022e: 12), weshalb das Erwerbspersonenpotential folglich mittel- und langfristig abnehmen und sich einem kontinuierlich wachsendem Anteil nicht erwerbstätiger Menschen gegenübergestellt sehen wird. Dementsprechend wäre in einer Konstellation breiter technologischer Arbeitslosigkeit ein zunehmender Teil der ohnehin schon schrumpfenden Erwerbsbevölkerung zur Sicherung der eigenen Existenzgrundlage auf sozialstaatliche Leistungen angewiesen. Arbeitslose müssten gemäß den in Kapitel 5.3.4 erörterten sozialpolitischen Handlungsfeldern und Aufgabenbereiche zunächst und kurzfristig auf sozialversicherungsrechtliche Leistungen der GKV, GUV sowie der ALV zurückgreifen, wobei letztere Instanz zugleich auch die Beitragsfinanzierung der restlichen Sozialversicherungen einschließlich der PV und DRV übernehme. Mittel- und langfristig – d. h. in Anbetracht einer andauernden individuellen technologischen Arbeitslosigkeit – würde zur Sicherung des Lebensunterhalts sodann anstelle der ALV, die Grundsicherung für Arbeitssuchende im Sinne des ALG II als steuerfinanzierte Transferleistung greifen, womit der Staat mittels Steuerleistungen vollumfänglich die zu erbringenden Beitragszahlungen der Betroffenen für die GKV, GUV, PV und DRV erbringen müsste, bis entweder ein pflege- oder aber altersbedingter Anspruch auf Leistungen der PV respektive DRV entstünde. Zeitgleich würden die resultierenden Rentenleistungen bei Eintritt in die Altersrente auf Grund der im Rahmen der langfristigen Arbeitslosigkeit reduzierten Beitragszahlungshöhe in die DRV nicht für die Sicherung des Lebensunterhalts ausreichen. Die hierdurch entstandene Rentenlücke könnte in einer derartigen Konstellation ipso facto auch nicht durch betriebliche, geschweige denn private Formen der Altersvorsorge kompensiert werden, womit der Sozialstaat anhand von Steuermitteln im Rahmen der Grundsicherung im Alter aktiv Unterstützung bereitstellen müsste.

²³³ D. h. unabhängig von der erwarteten automatisierungsbedingten Beschäftigungsentwicklung im Kontext der Digitalisierung und Industrie 4.0.

Abgesehen von den in diesem Kontext zwar abgemilderten, aber dennoch gravierenden, teils prekären Missständen für die hiervon erfassten Individuen, würde die Situation einer ausgeprägten technologischen Arbeitslosigkeit die Leistungsfähigkeit sowohl der gesetzlichen Sozialversicherungen als auch des Sozialstaats selbst vor Herausforderungen stellen. Da die Sozialversicherungszweige sich durch lohn- und gehaltsabhängige, einkommensproportionale Beiträge finanzieren, würde die Reduktion der Beitragszahlerbasis das auf dem Solidarausgleichsprinzip basierende Umlageverfahren, bei dem die Beitragseinnahmen für die Leistungsansprüche derselben Periode aufgewendet werden, in zweifacher Hinsicht belasten, setzt dieses doch einerseits eine stabile Finanzierung, andererseits aber zugleich auch ein leichtes Übergewicht von Beitragszahlern gegenüber Leistungsempfängern voraus. Ein tiefgehender Rückgang der Erwerbstätigenzahlen würde einerseits die Finanzierungsgrundlage erheblich stören und andererseits auch zu einer äquivalenten Vergrößerung des Kreises der Leistungsempfänger der ALV, GKV, GUV und PV führen, womit die Aufrechterhaltung des Umlageverfahrens eine erhebliche Ausweitung der Bundeszuschüsse verlangen würde und zentrale Prinzipien des Sozialversicherungswesens ausgehebelt würden. Besonders heikel wäre in dieser Hinsicht aber die Situation der DRV sowie der von ihr umzusetzenden und auf dem Generationenvertrag basierenden Alterssicherung. Denn zusätzlich zu der Problematik der entstehenden Rentenlücke müsste der Sozialstaat bei langfristiger technologischer Arbeitslosigkeit nicht nur die Beitragszahlungen der hiervon betroffenen Personen übernehmen, auch wird die Beitragszahlerbasis im Zuge der kontinuierlichen Alterung der Gesellschaft und der damit einhergehenden Reduktion der Erwerbspersonen immer weiter zurückgehen, während sich der Leistungsempfängerkreis zunehmend vergrößert, womit die Ausgaben, die bereits heute über den Einnahmen der DRV liegen (vgl. BMF 2021: 48), umfänglich ansteigen würden.

Sollte die Alterssicherung auch künftig eine würdige Existenz nach dem Ausscheiden aus dem Erwerbsleben und eine adäquate Teilhabe am gesellschaftlichen Leben garantieren, wären mehrere Anpassungen denkbar: So könnte zum einen die Höhe der Beitragszahlungen der Sozialversicherungspflichtigen sowie der diese beschäftigenden Unternehmen substantiell angehoben werden, was indes dämpfende Effekte auf die Beschäftigung nach sich zöge und sich zugleich auf Grund der Verringerung des verfügbaren Einkommens negativ auf die Kaufkraft und den Konsum auswirken könnte. Zum anderen könnte der Kreis der Sozialversicherungspflichtigen auf weitere Teile der Bevölkerung ausgedehnt werden, wobei eine Ausweitung der Beitragszahlerbasis zwar kurzfristig zu zusätzlichen Rentenversicherungsbeiträgen, mittel- und langfristig aber ebenfalls zu in Summe höheren Ausgaben der DRV in Form von Rentenleistungen führen würde und das Finanzierungsproblem sogar noch verschärfen könnte.

Darüber hinaus bestünde schließlich die Möglichkeit, die Regelaltersgrenze auf das 68. Lebensjahr bis zum Jahr 2048 oder gar das 70. bis zum Jahr 2052 anzuheben, womit die Beitragszahlungen gesenkt und die Leistungsniveau konstant gehalten werden könnten (vgl. Buslei 2017; Pimpertz 2021). Gleichwohl wäre auch diese Maßnahme hinsichtlich ihres Effekts in Anbetracht einer ausgedehnten technologischen Arbeitslosigkeit, d. h. inwiefern diese Optionen unter den Bedingungen einer reduzierten Arbeitskräftenachfrage fruchtbar wäre, fraglich. Selbst wenn eine der drei genannten Anpassungen in begrenztem Umfang tatsächlich Abhilfe verspräche, stünde der Fiskus mit hoher Wahrscheinlichkeit – wie bereits heute – in der Pflicht, einen erheblichen Anteil der Finanzierung der Alterssicherung zu stemmen (vgl. BMF 2021: 48).

Die Machbarkeit einer solchen Aufgabe wäre indes problematisch, zumal allein die steuerfinanzierten Zuschüsse für das Sozialversicherungssystem einschließlich der Arbeitslosenversicherung und zuzüglich des ALG II als Teil der Arbeitsmarktpolitik im Jahr 2020 rund 34 % des gesamten Bundeshaushaltes ausmachten, womit eine weitere Ausdehnung zwar nicht unmöglich, aber dennoch ungewiss erscheint (BMF 2021: 48). Denn während in dem unterstellten Szenario einer massenhaften technologischen Arbeitslosigkeit als Folge der digitalen Transformation die Zahl der Leistungsempfänger ansteigen würde, die der Sozialstaat mittels zusätzlicher Transferleistungen unterstützen müsste, sähe er sich gleichzeitig mit einem signifikanten Rückgang seiner Einnahmen konfrontiert, die allein in Form der Lohnsteuer im Jahr 2020 rund 28 % des gesamten Steueraufkommens der Bundesrepublik ausmachten und beinahe ein Drittel des Bundeshaushaltes stellten (vgl. StBA 2022c; 2022d). Im Lichte rückläufiger Erwerbstätigenzahlen und hiermit sinkender Steuereinnahmen würde der finanzielle Spielraum des Sozialstaats somit gerade trotz des erhöhten Bedarfs an Sozialleistungen schrumpfen. In der Konsequenz würden der Gestaltungsraum und die Realisierbarkeit der Sozialpolitik erheblich eingeschränkt. Unter den Bedingungen der im Grundgesetz verankerten Schuldenbremse (Art. 109 Abs. 3 GG) wäre eine Aufrechterhaltung der Sozialleistungsquote bei einem rückläufigen Bundeshaushalt nur über zwei Wege denkbar: Zum einen über Kürzungen innerhalb anderer wichtiger staatlicher Handlungsfelder und Aufgabenbereiche wie etwa dem Bildungswesen, der Infrastruktur oder der äußeren und inneren Sicherheit, die aber teilweise wichtige Voraussetzungen für die Digitalisierung selbst darstellen und zugleich elementar für ein wachstums-, innovations- und investitionsfreundliches Klima und damit für die Volkswirtschaft und die Wohlfahrt sind. Der Fiskus könnte zum anderen schließlich den ihm für die Sozialpolitik zur Verfügung stehenden relativen Anteil am Gesamtbudget durch eine Erhöhung der Umsatzsteuer, oder aber durch das Anheben der Kapital- und Unternehmenssteuern aufrechterhalten. In dieser Hinsicht ist

allerdings einerseits einzuwenden, dass eine Erhöhung der Umsatzsteuer, die zwar gegenwärtig den zweitgrößten Einnahmeposten darstellt (vgl. StBA 2022c), das verfügbare Einkommen der privaten Haushalten schmälern und so den Konsum nachhaltig dämpfen würde, womit eine solche Maßnahme nur kurzfristig und begrenzt anwendbar wäre. Andererseits sieht sich der Staat hinsichtlich der letzten beiden Besteuerungsformen mit dem grundsätzlichen Problem der hohen Mobilität von Kapital sowie des zwischenstaatlichen Wettbewerbs konfrontiert, weshalb eine Erhöhung insbesondere der Unternehmenssteuern zu einer Abwanderung von Unternehmen und Arbeitsplätzen in steuerlich attraktivere Länder und so zu einem Absinken des gesamten Steueraufkommens führen könnte (Becker 2019: 11 f.).²³⁴ Hiervon ausgehend scheint es fraglich, inwieweit eine künftig erheblich in ihren finanziellen Mitteln beschnittene Bundesrepublik in Anbetracht einer beispiellosen technologischen Arbeitslosigkeit und mangels Besteuerungsalternativen im Stande wäre, auf die „Verwirklichung sozialer Gerechtigkeit und sozialer Sicherheit“ hinzuarbeiten und zugleich „den Erwerb des Lebensunterhalts durch eine frei gewählte Tätigkeit“ (§ 1 Abs.1 SBG I) gewährleisten zu könnten, um so der ihr im Grundgesetz auferlegten Definition als „sozialer Bundestaat“ (Art. 20 Abs. 1 GG) gerecht zu werden.

Auch wenn das hier beschriebene Szenario der negativen Gesamtbeschäftigungseffekte im Lichte der digitalen Transformation zweifelsohne tiefgreifende Auswirkungen auf den bundesdeutschen Sozialstaat zu zeitigen im Stande wäre, lassen sich doch weder aus der Historie der industriell-technologischen Entwicklung noch aus der Betrachtung der gegenwärtigen Transformationsperiode in Form der nunmehr schon über 50 Jahre währenden Digitalisierung sowie in Gestalt der vor mehr als einem Jahrzehnt ausgerufenen Industrie 4.0 konkrete Anhaltspunkte hierfür finden. Gleichzeitig weisen alle im Rahmen von Kapitel 13.4 erörterten Modellrechnungen zudem darauf hin, dass die digitale Transformation vielmehr bis zum Jahr 2030 im Vergleich zum heutigen Status quo zu leicht positiven Gesamtbeschäftigungseffekten führen könnte. Diese reichen von einigen hunderttausend bis zu mehreren Mio. neuen Arbeitsplätzen (vgl. Vogler-Ludwig et al. 2016: 13 f.; McKinsey Global Institute 2017: 94 f.; Wolter et al. 2019: 7) und lassen in Summe – trotz der relativ großen Streuung der Einzelergebnisse sowie des Umstandes, dass alle Prognosen grundsätzlich, wie es unter anderem dem dänischen Physiker Niels Bohr nachgesagt wird zum Ausdruck gebracht zu haben, dem Problem der Zuverlässigkeit der von ihnen getroffenen Vorhersagen unterliegen (Kac 1975: 5) – den Rückschluss zu, dass sich der bundesdeutsche Sozialstaat gerade nicht einer großflächigen technologischen

²³⁴ Eine ausführliche Diskussion über die steuerpolitischen Herausforderungen und Hürden für den Wohlfahrtsstaat im Kontext digitaler Ökonomien findet sich bei Gelepithis (2022).

Arbeitslosigkeit ausgesetzt sehen wird, sondern – unter Berücksichtigung des demographischen Wandels – mit einer weitgehenden Kontinuität der Beschäftigungszahlen bis hinzu mit positiven Gesamtbeschäftigungseffekten zu rechnen ist. Dennoch generiert die Kontrastierung des erwartbaren günstigen Verlaufs des Arbeitsmarktes mit den im negativen Szenario vorgetragenen Auswirkungen auf den Wohlfahrtsstaat aufschlussreiche Einsichten hinsichtlich der sozialpolitischen Implikationen der digitalen Transformation. So kann in der prognostizierten Konstellation, in der die deutsche Volkswirtschaft keiner ausgeprägten technischen Arbeitslosigkeit auf Grund der Digitalisierung und Industrie 4.0 ausgesetzt ist, sich aber gleichzeitig bereits heute mit rund 500.000 unbesetzten Stellen einem in vielen Branchen offen zu Tage tretenden Fachkräftemangel konfrontiert sieht (Hickmann/Koneberg 2022: 1 f.), davon ausgegangen werden, dass sich das Verhältnis der Beitragszahler- und Leistungsempfängerbasis in allen Sozialversicherungszweigen mit Ausnahme der DRV auch künftig in einem annähernden Gleichgewicht befinden wird, womit nicht nur die Finanzierungsgrundlage für das Umlageverfahren des Sozialversicherungssystems mittelfristig gesichert ist, sondern auch die Staatsfinanzen nicht durch zusätzliche Bundeszuschüsse zu den Sozialversicherungen oder durch Transferleistungen (z. B. Grundsicherung für Arbeitssuchende) unter Druck geraten.

Abgesehen vom Ausbleiben einer technischen Arbeitslosigkeit, d. h. der positiven Umkehr in Form eines Beschäftigungszuwachses auf Grund gesteigerter Nachfragepotentiale und den damit einhergehenden Entlastungen des Sozialversicherungssystems und des Staatshaushaltes, kann die digitale Transformation darüber hinaus – wie bereits vergangene Phasen des technologisch-industriellen Fortschritts gezeigt haben – durch den Einsatz neuer digitaler IKT zu einer Optimierung von Wertschöpfungsprozessen führen. In dieser Hinsicht ist naheliegend, dass die Digitalisierung und Industrie 4.0 sodann ebenfalls mit einer gesteigerten Arbeitsproduktivität einhergehen, was nicht zuletzt eine der in Kapitel 9.4 erörterten Zielsetzungen des Vorhabens widerspiegelt. In Verbindung mit der substitutionsbedingten qualifikatorischen Aufwertung der Berufslandschaft und unter den Bedingungen des Schwundes des Erwerbersonenpotentials sowie dem attestierten Fachkräftemangel kann hieraus idealiter resultieren, dass nicht nur mit weniger Erwerbspersonen ein ähnliches oder sogar höheres Produktionslevel innerhalb der Volkswirtschaft realisiert werden kann, sondern dass auch die Durchschnittseinkommen sowie die Lohnsumme und damit das Wohlstandsniveau insgesamt ansteigen (Vogler-Ludwig et al. 2016: 20; Becker 2019: 3 f.; Matthes et al. 2019: 23; Wolter et al. 2019: 19). Dies hätte offenkundig weitreichende positive Effekte für den Sozialstaat: Auf Grund der geringen Arbeitslosigkeit, höherer Einkommen sowie der anwachsenden Lohnsumme könnte für den Staat tendenziell ein höheres, zumindest aber stabiles Steueraufkommen folgen, was „die

langfristige Tragfähigkeit der Staatsfinanzen und des Sozialstaates stärken“ (Becker 2019: 4), die Aufrechterhaltung der Sozialleistungsquote begünstigen und somit einen weiteren finanziellen Spielraum für sozialpolitische Handlungsfelder und Aufgabenbereiche, etwa in Form von Bundeszuschüssen an das Sozialversicherungssystem oder in Gestalt steuerfinanzierter Transferleistungen begünstigen würde. Zugleich würde der Umstand steigender Reallöhne bei gegebener Sparquote nicht nur höhere Rentenbeiträge in die DRV, sondern auch einen größeren Aktionsradius für private Formen der Alterssicherung ermöglichen, womit eine Reduzierung der bestehenden Rentenlücke realisierbar wäre. Zwar wird auch in dieser Konstellation das alterungsbedingte Ungleichgewicht zwischen der Beitragszahlerbasis und dem Leistungsempfängerkreis innerhalb der DRV nach wie vor die Finanzierungsgrundlage des Umlageverfahrens und die Tragfähigkeit des Generationenvertrags belasten, doch gestaltet sich die Situation ungleich günstiger als im Negativszenario der ausgeprägten technischen Arbeitslosigkeit: Nicht nur wäre eine Erhöhung der Beitragszahlungen im Lichte steigender Durchschnittseinkommen denkbar, auch würden auf Grund der bestehenden Arbeitskräftenachfrage sowie des Fachkräftemangels eine Anhebung des Renteneintrittsalters oder die Ausweitung des Kreises der Sozialversicherungspflichtigen realistische Optionen darstellen, womit ebenfalls die gesetzliche Alterssicherung in Form der DRV stabilisiert werden könnte.

Wie sich zeigt, bietet die digitale Transformation mit den ihr im Rahmen der verschiedenen Modellrechnungen attestierten Wachstumseffekten für den Arbeitsmarkt und die Volkswirtschaft eine Reihe positiver sozialpolitischer Implikationen, die mittelfristig zu einer Stabilisierung des Sozialstaates und des Sozialversicherungssystem führen könnten. Das Ergebnis des prognostizierten Szenarios ist dabei keineswegs als Automatismus zu verstehen und die Wachstumseffekte der Digitalisierung und Industrie 4.0 sind indes nicht als naturgegeben zu betrachten; sie haben – ganz im Gegenteil – „eine Vielzahl von Weichenstellungen zur Voraussetzung“ (Vogler-Ludwig et al. 2016: 14), die sowohl eine Chance als auch eine Gefahr für den bundesdeutschen Sozialstaat darstellen: Denn „wenn Deutschland nicht in der Lage ist, eine Umsetzung der Wirtschaft 4.0 durchzuführen, dann werden andere Länder dies dennoch tun“ (Wolter et al. 2016: 64). Die Bundesrepublik befindet sich innerhalb der technologischen Entwicklung offenkundig mit den anderen sich digitalisierenden Ökonomien der Welt in einem globalen Wettbewerb. Erst eine technologische Vorreiterrolle, die Realisierung von Wettbewerbsvorteilen der deutschen Volkswirtschaft und die Verfügbarkeit von entsprechend qualifizierten Fachkräften, Spezialisten und Experten zur Deckung des Fachkräftemangels sowie der zusätzlichen Arbeitskräftenachfrage werden zu den beschriebenen Wachstumseffekten führen und die Abwanderung von Unternehmen in andere Länder sowie den damit potentiell

einhergehenden Abbau von Arbeitsplätzen verhindern. Möchte die Bundesrepublik folglich auch künftig den Anforderungen, die aus dem im Grundgesetz kodifizierten Sozialstaatspostulat entspringen (Art. 20 Abs.1 GG), und die langfristige Tragfähigkeit der sozialstaatlichen Institutionen garantieren, wird sich die Sozialpolitik im Spannungsgefüge der digitalen Transformation folglich gerade auf die Ermöglichung derselben fokussieren müssen, wobei der aktivierende Sozialstaat den Wandel nicht nur fordern, sondern auch durch eine bedarfsorientierte Einwanderungspolitik sowie die Ausdehnung von Investitionen in die Bereiche Forschung und Entwicklung, digitale Infrastruktur (d. h. Netzausbau) und insbesondere Bildung fördern muss (Wolter et al. 2016: 64; Vogler-Ludwig et al. 2016: 74; Becker 2019: 26), während er zugleich die in den folgenden Kapitel beschriebenen Umwälzungen innerhalb der Arbeitswelt mit entsprechenden Maßnahmen flankiert.

14.3 Strukturelle Transformation des Arbeitsmarktes im Lichte des Upgrading

Wie im vorangegangenen Abschnitt dargelegt worden ist, sind auf Grund der im Zuge der Weiterentwicklung und Implementierung digitaler IKT sukzessive ansteigenden technischen Substitutionspotentiale und der hieraus prinzipiell resultierenden hohen Automatisierbarkeit von Arbeitsprozessen und Tätigkeiten, die künftig für zwischen 12 bis 18 % der zum gegenwärtigen Zeitpunkt existierenden Berufe erreicht werden könnten, keine negativen Gesamtbeschäftigungseffekte für den bundesdeutschen Arbeitsmarkt sowie eine damit einhergehende ausgedehnte technologische Arbeitslosigkeit bis Mitte der 2030er Jahre zu befürchten. Es kann – ganz im Gegenteil – davon ausgegangen werden, dass die digitale Transformation vielmehr zu nachhaltigen Nachfrageeffekten und zu Wachstumsstimuli im volkswirtschaftlichen Wertschöpfungsprozess mit verschiedenen positiven sozialpolitischen Implikationen führen könnte, weshalb der technologische Fortschritt im Vergleich zu alternativen Szenarien grundsätzlich forciert werden sollte. Gleichwohl wurde in Kapitel 13.2–13.4 ebenfalls darauf hingewiesen, dass die Automatisierbarkeit von manuellen und kognitiven Routinetätigkeiten zu einem Wandel der hiervon erfassten Berufe in Gestalt eines generellen, substitutionsbedingten Aufwertungsprozesses der Qualifikationsanforderung führt, in dessen Folge sich Arbeitskräfte mit einem wachsenden Anteil von wissensintensiven Nicht-Routinetätigkeiten konfrontiert sehen, womit insbesondere im Bereich der klassischen Helfer- und Fachkraftberufe nicht nur eine Vielzahl von Aufgaben rationalisiert werden, sondern auch – allen voran auf Grund der zunehmenden Komplexität der künftigen Tätigkeitsspektren – neue Aufgaben hinzutreten, die eine höhere Qualifizierung voraussetzen. Hieraus resultiert sowohl ein Wandel des einzelnen

Berufes als auch schließlich eine Transformation der gesamten Berufslandschaft, weshalb aus dem Voranschreiten der Digitalisierung und Industrie 4.0 im Lichte des Upgrading in der Tat tiefgreifende und zugleich weitreichende Umwälzungseffekte für den bundesdeutschen Arbeitsmarkt erwachsen können, die damit unabhängig von der – aus makroökonomischer Perspektive – positiven Gesamtbeschäftigungsentwicklung sehr wohl mit negativen branchenspezifischen Beschäftigungseffekten einhergehen können.

Hinsichtlich des quantitativen Ausmaßes dieser Effekte legen die in diesem Kontext bereits angeführten Modellrechnungen nahe, dass die strukturelle Transformation des Arbeitsmarktes zu teils ausgewachsenen Arbeitsmarktfluktuation führen wird. So gehen Vogler-Ludwig et al. davon aus, dass bis zum Jahr 2030 etwa 1 Mio. neue Arbeitsplätze entstehen und 750.000 bestehende Stellen im Zuge der digitalen Transformation verloren gehen werden, was zu einer Gesamtveränderung in Höhe von 1,75 Mio. Arbeitsplätzen führen wird. Demgegenüber rechnen Wolter et al. für den gleichen Zeitraum mit einem Umschlag von rund 5,2 Mio. Beschäftigungsverhältnissen, was ca. 12 % der Arbeitsplätze, die noch im Jahr 2018 existierten, entspricht. Zu einem ähnlichen Ergebnis gelangen auch Zika et al., die bis zum Jahr 2030 von einer Gesamtveränderung in Höhe von rund 5,5 Mio. Arbeitsplätzen ausgehen. Die Studie von McKinsey erwartet schließlich, dass zwischen den Jahren 2016 und 2030 etwa 9 Mio. Stellen vernichtet und rund 10 Mio. neu entstehen werden, was mit einem saldierten Gesamtwert in Höhe von 19 Mio. Stellen zwar die größte, zugleich aber auch die am wenigsten fundierte Folgeabschätzung darstellt (vgl. Vogler-Ludwig et al. 2016: 14; McKinsey Global Institute 2017: 94; Wolter et al. 2019: 37; Zika et al. 2019: 33). Trotz der offensichtlich großen Varianz der verschiedenen Ergebnisse suggerieren die Prognosen mit mehreren Mio. wegfallender und hinzukommender Stellen doch grundsätzlich, dass der sich abzeichnende Wandel der Arbeitswelt von fundamentaler Art zu sein scheint. Allerdings vollziehen sich die errechneten Umwälzungen nicht plötzlich, sondern erstrecken sich über einen Zeitraum von mehr als einem Jahrzehnt, womit der jährliche *Job Turnover* einer erwarteten Gesamtveränderung entsprechend mit Vergangenheitsdaten in Beziehung gesetzt werden kann (Knuth 2021: 38). Demnach läge der jährliche Umschlag einer mittleren Gesamtveränderung in Höhe von 5,5 Mio. Arbeitsplätzen bis zum Jahr 2030 bei rund 460.000 neu entstandenen und vernichteten Stellen. Dies mag a priori beachtlich klingen, stellt aber lediglich einen jährlichen Job Turnover von rund 1 % der Arbeitsplätze des Jahres 2021 dar (vgl. StBA 2022b), womit der Arbeitsplatzbestand erst nach 100 Jahren vollständig umgeschlagen werden würde. Darüber hinaus liegt diese Quote um ein Vielfaches niedriger als bspw. die jährliche Umschlagrate von rund 10 % während der 1990er und 2000er Jahre (Matthes et al. 2019: 6 f.). Hohe Fluktuations- bzw. Umschlagraten sowie der

darin implizierte Ab- und Aufbau von Arbeitsplätzen stellen folglich nicht eine Ausnahme, sondern – aus historischer Perspektive – die Regel in der Entwicklung des Arbeitsmarktes dar.

Problematisch an dem mit der Digitalisierung und Industrie 4.0 einhergehenden Wandel der Berufs- und Arbeitsplatzlandschaft ist demgegenüber vielmehr der Umstand, dass die potentiell kompensierend wirkenden, neu entstehenden Stellen nicht in jenen Branchen und Berufszweigen oder gar regionalen Bezugsräumen aufgebaut werden, wo sie entfallen, sondern in anderen Branchen und Arbeitsbeziehungen, die sich von ersteren sowohl in inhaltlicher als auch qualifikatorischer Hinsicht erheblich unterscheiden werden (Dollhausen 2019: 79; Knuth 2021: 39), was nicht zuletzt als Ausdruck der strukturellen Transformation des Arbeitsmarktes gewertet werden kann und eine der zentralen Aussagen widerspiegelt, die von allen oben genannten Studien gleichermaßen prognostiziert wird. Gleichwohl werden die branchenspezifischen Veränderungen der Beschäftigungsstruktur auf Grund der jeweils getroffenen Annahmen und bisweilen unscharfen Abgrenzungen der Branchen und Berufszweige, die den verschiedenen Modellrechnungen zugrunde liegen, teilweise sehr unterschiedlich eingeschätzt (vgl. Vogler-Ludwig et al. 2016: 15; Wolter et al. 2019: 23; Zika et al. 2019: 30), weshalb eine einheitliche Darstellung der branchentechnischen Zusammensetzung des künftigen Arbeitsmarktes und der hierin auf die verschiedenen Berufszweige verteilten Erwerbstätigen zum gegenwärtigen Zeitpunkt weder möglich, noch in Anbetracht der geringen Aussagekraft sinnvoll erscheint.²³⁵ Trotz der zahlreichen Unterschiede legen die verschiedenen Modellrechnungen aber einerseits doch nahe, dass Teile des klassischen produzierenden Gewerbes grundlegend an Bedeutung verlieren, während sämtliche mit den digitalen IKT, dem Bildungsbereich und der Forschung und Entwicklung in Verbindung stehenden Berufe sowie – wenig überraschend – auch der Dienstleistungssektor als Ganzes an Relevanz gewinnen werden, womit der Trend weg von manuellen und kognitiven Routinetätigkeiten hin zu Nicht-routinetätigkeiten sowie zu wissensintensiven Aufgabenspektren abermals unterstrichen wird. Damit einher geht auch der Befund, dass einerseits die Qualifizierungsbedarfe grundsätzlich in allen Anforderungsniveaus zunehmen werden, gleichzeitig aber auf Grund der steigenden Qualifikationsanforderungen die Nachfrage in den jeweiligen Wachstumsbranchen nach Hilfs- und Fachkräften weniger stark

²³⁵ Während Vogler-Ludwig et al. etwa davon ausgehen, dass die Branchen Maschinen- und Fahrzeugbau oder auch das Feld der Unternehmensdienstleistungen sowie die Logistik an Bedeutung gewinnen und ein Beschäftigungswachstum erleben werden, aber bspw. das Gesundheits- und Sozialwesen stellentechnisch an Relevanz verlieren wird (2016: 15), sehen Wolter et al. insbesondere den Fahrzeugbau oder die Bereiche Unternehmensdienstleistungen sowie Verkehr und Lagerei als gefährdet an und befinden, dass das Gesundheits- und Sozialwesen als aufstrebende Branche einzustufen sei (Wolter et al. 2019: 23) Hinsichtlich des Fahrzeugbaus und des Gesundheits- und Sozialwesens gelangen Zika et al. zu einem ähnlichen Befund wie Wolter et al., mutmaßen aber wiederum, dass der Verkehr und die Lagerei nur geringen bis überhaupt keinen Wandlungseffekten unterliegen (2019: 30).

ausgeprägt sein wird als im Falle von Spezialisten und Experten (Vogler-Ludwig et al. 2016: 16–18; Wolter et al. 2019: 30; Oesch/Piccitto 2019: 462; Zika et al. 2020: 57 f.).

Obgleich also ausreichend Arbeitsplätze durch die im Kontext der digitalen Transformation neu entstehenden Stellen unter dem Einfluss der fortschreitenden Alterung der Gesellschaft für die künftig vorhandene Erwerbsbevölkerung zur Verfügung stehen werden, ist mit teils signifikanten branchenspezifischen Verwerfungen in Form eines mehrere Mio. Stellen umfassenden Job Turnover zu rechnen. Eine zentrale Bedingung dafür aber, dass sich diese Umwälzung in Gestalt der im Rahmen von Kapitel 13.4 und 14.2 erläuterten positiven Gesamtbeschäftigungseffekte niederschlägt ist folglich, dass die vom Stellenabbau betroffene Arbeitskraft neben ihrer grundsätzlichen Bereitschaft zu arbeiten auch in der Lage ist oder in den Stand versetzt wird, den neu entstehenden oder den sich im Zuge des Upgrading verändernden Arbeitsplatz zu besetzen bzw. weiterhin auszuführen, was offensichtlich zugleich – und je nach zu erfüllendem Anforderungsgrad – ein entsprechendes Bündel an Kompetenzen und eine hinreichende (Re-)Qualifizierung voraussetzt. Entscheidend für die fachliche und qualifikatorische Eignung des Arbeitssuchenden ist nicht zuletzt seine inhaltlich-fachliche und qualifikatorische *Nähe* zum neuen Arbeitsplatz, weshalb mit zunehmender *Distanz* auch der notwendige Requalifizierungsbedarf ansteigt.²³⁶ Ist dies individuell nicht gegeben und stellt dies zugleich ein großflächiges Phänomen bei der von friktioneller Arbeitslosigkeit erfassten Erwerbsbevölkerung dar, entsteht eine Situation, in der es für bestimmte Gruppen von Erwerbspersonen trotz eines ausgeprägten Nachfrageüberhangs in Form eines Fachkräftemangels und somit ausreichend offener Stellen dennoch zu Arbeitslosigkeit kommen kann. Dieses ebenfalls als *Mismatch* bezeichnete Problem der inhaltlich-qualifikatorischen Nichtübereinstimmung von Arbeitskräfteangebot und -nachfrage ist auch in der gegenwärtigen Situation auf dem deutschen Arbeitsmarkt zu beobachten: So existierten im Juli des Jahres 2022 rund 880.000 offene Stellen, obgleich etwa 2,40 Mio. Arbeitslose gemeldet waren, womit durchschnittlich 2,7 Arbeitslose pro unbesetzter Beschäftigungsposition potentiell zur Verfügung stehen. Allerdings zeigt sich, dass während 269.000 arbeitslose Spezialisten und Experten etwa 182.000 unbesetzten Stellen sowie 649.000 arbeitssuchende Fachkräfte ca. 502.000 offenen Arbeitsplätzen mit einem den diesen entsprechenden Anforderungsniveau gegenüberstanden, lediglich 193.000 nicht besetzte

²³⁶ Vereinfacht ausgedrückt: Bei der Besetzung eines neuen Arbeitsplatzes im selben Beruf mit dem gleichen Anforderungsniveau (z. B. Fachkraft) besteht ein geringerer Umschulungsbedarf als bei einem anderen Berufsfeld in derselben Branche (z. B. Automobilindustrie). Handelt es sich bei der zu besetzenden Stelle hingegen um einen Arbeitsplatz in einer anderen Branche (z. B. Elektroindustrie) mit gleichem Anforderungsniveau, oder sogar um eine Position mit einem höheren Anforderungsniveau (z. B. Spezialist), sind umfassende Requalifizierungsmaßnahmen erforderlich.

Stellen den mehr als 1,50 Mio. arbeitslosen Hilfskräften zur Verfügung standen (BA 2022a: 16). Daraus lässt sich nicht nur schließen, dass die Gefahr einer längerfristigen Arbeitslosigkeit mit abnehmendem Qualifizierungsgrad auf Grund verhältnismäßig weniger verfügbarer Arbeitsplätze steigt, sondern auch, dass, obgleich ein nominaler Angebotsüberhang hochqualifizierter Erwerbspersonen besteht, offene Stellen mit höheren Anforderungsniveaus dennoch nicht besetzt werden können. Es scheint in diesem Kontext daher evident, dass auch ein genereller Angebotsüberhang von Hilfskräften ohne umfassende Weiterbildungsmaßnahmen kurz- und mittelfristig keine Engpässe in Fachkraft-, oder gar Spezialisten- und Expertenberufen zu überwinden vermag (Bonin/Rinne 2022: 667).

Anders aber als noch in der heutigen Konstellation, drückt sich die strukturelle Transformation des Arbeitsmarktes im Zuge der Digitalisierung und Industrie 4.0 offenkundig nicht nur durch den Auf- und Abbau von Arbeitsplätzen in bestehenden Branchen und Berufen sowie dem Aufkommen gänzlich neuer Berufsfelder in verhältnismäßig neuen Branchen wie etwa im Bereich der digitalen IKT aus, sondern auch durch einen grundsätzlichen Anstieg sämtlicher Qualifikationsanforderungen, d. h. von der Hilfskraft bis zum Experten, mit einem künftig stärker ausgeprägten Wachstum von Arbeitsplätzen im Bereich der höheren Qualifikationsniveaus. Ausgehend von der gegenwärtigen Situation des deutschen Arbeitsmarktes, auf dem sich bereits mit den bspw. 137.000 fehlenden Fachkräften in der IT-Branche erste Anzeichen von Engpässen abzeichnen (vgl. Bitkom 2022: 3) sowie mit Blick auf den prognostizierten Prozess des Upgrading bedeutet dies zwar nicht, dass es künftig keine Arbeitsmöglichkeiten mehr für geringqualifizierte Arbeitskräfte geben wird. Gleichwohl sinken allen voran die Beschäftigungschancen für Hilfskräfte, die im Jahr 2021 rund 13 % der sozialversicherungspflichtigen Vollzeitbeschäftigten ausmachten (BA 2022b: 88), mit dem Anstieg der Qualifikationsanforderungen sukzessive ab, weshalb diese unter sonst gleichbleibenden Bedingungen einem nachhaltigen Anpassungsdruck ausgesetzt sind (Oesch/Piccitto 2019: 462). Darüber hinaus ist damit zu rechnen, dass sich das Problem eines ausgedehnten Mismatch auf dem deutschen Arbeitsmarkt verschärfen könnte, weshalb auch die Gefahr eines großflächigen Engpasses von Fachkräften, Spezialisten und Experten trotz vorhandenem Arbeitskräftepotential anwachsen könnte.²³⁷ In der Konsequenz könnte dies sowohl dazu führen, dass die verfügbaren, aber unzureichend

²³⁷ Obgleich die qualifizierte Zuwanderung zurecht als eine geeignete Strategie zur Linderung bestehender und künftiger Fachkräfteengpässe sowie als Maßnahme gegen die voranschreitende Alterung der Gesellschaft gehandelt wird (Bonin/Rinne 2022: 666; Brenke 2022: 678 f.; Wagner 2022: 58 f.), wird diese im Rahmen der Fragestellung nicht weiter thematisiert, da einerseits der Fokus allen voran auf den Beschäftigungs- und Arbeitsmarkteffekten der Digitalisierung und Industrie 4.0 liegt und andererseits die Engpassproblematik zuvorderst im Kontext des beruflichen Bildungssystems und der generellen „Ausbildungs- und Weiterqualifizierungsbereitschaft“ (Krings 2022: 21) innerhalb der deutschen Arbeitswelt betrachtet und gelöst werden muss.

qualifizierten Arbeitskräfte ungeachtet der Nachfrage nicht beschäftigt würden als auch den Umstand nach sich ziehen, dass die bereits erörterten Wachstumsstimuli der digitalen Transformation auf Grund des Fehlens notwendiger Fachkräfte in den Wachstumsbranchen nachhaltig gehemmt würden (Helmrich et al. 2016: 69).

Damit einhergehend könnten einerseits die prognostizierten Nachfrageeffekte weitestgehend ausbleiben, andererseits würde das Risiko der technologischen Arbeitslosigkeit für einen Teil der geringqualifizierten sowie der nicht ausreichend höherqualifizierten Erwerbspersonen in der Bundesrepublik folglich zunehmen, was in Summe weitreichende sozialpolitische Implikationen nach sich zöge. Denn gelingt es dem Staat nicht, die strukturelle Transformation des Arbeitsmarktes mit einem erwartbaren Umfang von mehreren Mio. Arbeitsplätzen bis in die 2030er Jahre hinein zu bewältigen, d. h. konkret jene Arbeitskräfte, deren Stellen auf Grund der Digitalisierung und Industrie 4.0 entfallen könnten durch eine „Umschichtung [...] in andere Tätigkeiten, Berufe, Betriebe, Branchen und Regionen“ (Knuth 2021: 39) zu unterstützen, hätte dies die in Kapitel 14.2 diskutierten Auswirkungen in Gestalt der Überlastung des Sozialversicherungssystems sowie der langfristig schwindenden finanziellen Tragfähigkeit des Wohlfahrtsstaates als Ganzes zur Folge. Möchte die Bundesrepublik den aus dem Grundgesetz und dem Sozialgesetzbuch ableitbaren Anspruch als Sozialstaat auch künftig erfüllen, werden die Bildung und die nachhaltige (Re-)Qualifizierung der Erwerbsbevölkerung im Lichte des Upgrading einen besonderen Stellenwert einnehmen müssen. Zwar ist bereits heute zu beobachten, dass Unternehmen im Zuge des Fachkräftemangels sowie auf Grund des Kündigungsschutzes, der tarifrechtlich begründeten Rigidität von Löhnen und Gehältern sowie des gesetzlichen Mindestlohns nicht mit Entlassungen, sondern vielmehr mit der Weiterbildung ihrer Beschäftigten reagieren (Helmrich et al. 2016: 50–52; Oesch/Piccitto 2019: 462; Wang 2020: 101875–101877). Gleichwohl stellt dieser Mechanismus keinen Selbstläufer dar, kann doch die substitutionsbedingte Aufwertung von Beschäftigungsverhältnissen nur dann von Unternehmen forciert werden, wenn ihre Geschäftsmodelle angesichts der digitalen Transformation langfristig tragfähig und damit zugleich ihre eigene Existenz als gesichert gilt. Wie die verschiedenen Modellrechnungen indes nahelegen, wird ein wirtschaftlicher Betrieb künftig nicht für alle Unternehmen möglich sein, weshalb auch die Fortführung einer Vielzahl von Arbeitsplätzen trotz einer möglichen qualifikatorischen Aufwertung der Mitarbeiter nicht darstellbar sein wird (Knuth 2021: 40). Insbesondere mit Blick auf diese Arbeitnehmer ist der Einschätzung beizupflichten, dass die Arbeitsmarktpolitik als Teil der Sozialpolitik „die Herausforderungen des digitalen Umbruchs nicht bewältigen“ kann, „wenn abgewartet wird, bis Arbeitslosigkeit eintritt“ (Dengler/Matthes 2019: 57), kann diese dann doch „(neben der Mitwirkung der

Arbeitslosen) nur noch auf ihre eigenen Ressourcen und Maßnahmen zurückgreifen“ (Weber 2016a: 373), welche allerdings in Anbetracht des schieren Umfangs des prognostizierten Job Turnovers sowie mit Blick auf die beschriebene Problematik unbesetzter Stellen auf Grund der mangelnden inhaltlich-qualifikatorischen Nähe der Arbeitssuchenden bereits heute in vielen Fällen zu Fachkräfteengpässen für die Unternehmen sowie zu andauernder Arbeitslosigkeit für die betroffenen Erwerbspersonen führt.

Gleichwohl gilt, dass die „Digitalisierung kein Tsunami ist, der über Unternehmen und Beschäftigte [sowie den Staat] einbricht, sondern in seinen unterschiedlichsten Facetten menschengemacht ist“ (Stettes 2018: 22). In dieser Hinsicht konstatieren Busemeyer et al. treffend: „There is nothing automatic in how new technologies shape labor markets, economies, policies, or societies at large. [...] Technologies can be regulated, the power of new actors can be kept in check [and] policies can be adjusted to new realities“ (2022a: 391), womit die Entwicklung und das Ergebnis der digitalen Transformation grundsätzlich beeinflussbar ist und der Politik folglich eine wesentliche Rolle und besondere Verantwortung bei der Gestaltung dieses Wandels zukommt. Dementsprechend wird eine proaktive Arbeitsmarktpolitik immer mehr auch im Kontext bildungspolitischer Maßnahmen und Zielsetzungen gedacht werden müssen, die sowohl die Erstausbildung als auch und insbesondere die „berufliche Weiterbildung in eine Reallokations- und Transformationsperspektive einzubetten“ (Knuth 2021: 40) haben wird. Nicht nur scheint es in Anbetracht steigender Qualifikationsanforderungen sowie der damit sukzessiv abnehmenden Beschäftigungschancen für Hilfskräfte evident, dass die digitale Transformation des Arbeitsmarktes mittel- und langfristig nach einer Reduzierung jenes Anteils der Erwerbspersonen verlangt, die mit aktuell 14 % lediglich einen Bildungsgrad unterhalb des Sekundarbereichs II aufweisen (OECD 2022: 45), um damit zugleich die Quote der Arbeitskräfte mit einer abgeschlossenen Berufsausbildung bzw. einem Hochschulstudium bedarfsgerecht zu erhöhen, zumal beide Formen „weiterhin die beste Ausgangsbasis für einen gelungenen Start ins Erwerbsleben“ (Dengler/Matthes 2019: 58) darstellen. Darüber hinaus ist ebenfalls ersichtlich, dass die staatliche Förderung von (Re-)Qualifizierungsmaßnahmen einschließlich der beruflichen Weiterbildung den Dreh- und Angelpunkt eines aktivierenden Sozialstaates darstellen wird. In dieser Hinsicht ist hervorzuheben, dass der Gesetzgeber im Rahmen der Nationalen Weiterbildungsstrategie²³⁸ unlängst erste Schritte unternommen hat, um einen Teil der

²³⁸ Die Nationale Weiterbildungsstrategie ist eine von Bund, Ländern, Wirtschaft, Gewerkschaften sowie der BA im Jahr 2019 verabschiedete Grundsatzerklärung mit dem Zweck, die Beschäftigungsfähigkeit von insbesondere geringqualifizierten Arbeitnehmern, Arbeitslosen und Arbeitssuchenden durch eine gezielte Förderung von Weiterbildungsmaßnahmen zu verbessern (vgl. BMAS 2019a).

bestehenden Probleme mit Blick auf die Zukunftsfähigkeit des Arbeitskräftepotentials zu lösen. So gewährt etwa das 2018 in Kraft getretene Qualifizierungschancengesetz erstmals auch Arbeitnehmern – unabhängig von deren Alter, Qualifikationsgrad sowie der Größe des sie beschäftigenden Betriebs – Anspruch auf Weiterbildungsförderung von Seiten der BA, sofern sie „berufliche Tätigkeiten ausüben, die durch Technologien ersetzt werden können, in sonstiger Weise von Strukturwandel betroffen sind oder eine Weiterbildung in einem Engpassberuf anstreben“ (Bundesregierung 2018b: 2). Darüber hinaus konkretisiert das hieran anknüpfende, sogenannte Arbeit-von-morgen-Gesetz, welches 2020 verabschiedet wurde, unter anderem die Weiterbildungsmaßnahmen und erweitert die im Rahmen der Weiterbildung durch die BA an die Arbeitnehmer sowie Unternehmen zu leistenden Zuschüsse (ibid.: 2020).²³⁹ In Summe stellen die beiden Gesetze und die damit einhergehende Reformierung des SGB zwar eine erste wichtige Weichenstellung zur Verbesserung der Beschäftigungschancen von allen voran geringqualifizierten Arbeitnehmern und Arbeitslosen dar. Gleichwohl zielen sie auf Grund der engen Bewilligungsvoraussetzungen in erster Linie darauf ab, Erwerbspersonen – in reaktiver Manier – entweder „bei Arbeitslosigkeit beruflich einzugliedern oder eine ihnen drohende Arbeitslosigkeit abzuwenden“ (§ 81 Abs. 1 SGB II), und sind im Gegenzug gerade „nicht geprägt von der Sorge, dass vorhandene Weiterbildungspotenziale unverwirklicht bleiben könnten“ (Knuth 2021: 44), welche aber von besonderer Relevanz für die Zukunftsfähigkeit des Arbeitskräftepotentials und damit für die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Volkswirtschaft im Kontext der digitalen Transformation sind (Vogler-Ludwig et al. 2016: 20). Und obschon die im Rahmen der Gesetzgebung vorgesehenen Weiterbildungsmaßnahmen unter den gleichen Bedingungen auch „Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten“ umfassen können, „die über ausschließlich arbeitsplatzbezogene kurzfristige Anpassungsfortbildungen hinausgehen“ (§ 82 Abs. 1 SGB II), stellt sich zu Recht die Frage, inwieweit „die Gatekeeper-Funktion des Arbeitgebers“ zur Folge haben könnte, „dass der Einsatz des Instruments auf den betrieblichen Interessen- und Planungshorizont beschränkt bleibt“ (Knuth 2021: 41), besteht doch für Unternehmen die grundsätzliche Gefahr, dass ein sodann höher qualifizierter Mitarbeiter das Unternehmen verlässt und die Investition im Sande verläuft. Ein weiterer Aspekt, der von der Gesetzgebung bislang nicht beachtet worden ist, ja sogar in der gegenwärtigen Rechtsgestaltung konterkariert wird, ist die proaktive, individuelle berufliche Um- oder Neuorientierung, die im Zuge der oben beschriebenen strukturellen Transformationsprozesse „zunehmend häufiger in

²³⁹ Dergestalt werden bspw. Kleinunternehmen mit weniger als 10 Angestellten durch die Übernahme der vollen Höhe der Weiterbildungskosten sowie die Bezuschussung des Arbeitsentgelt des zu qualifizierenden Mitarbeiters in Höhe von 90 % gefördert (§ 82 Abs. 2 u. 3 SGB II).

Betracht gezogen werden müssen“ und als „Ausschöpfung der individuellen Entwicklungspotenziale“ (Dengler/Matthes 2019: 58) betrachtet werden können. Allerdings verhalten sich Arbeitnehmer, die aus eigenen Stücken – sei es aus auf Grund neuer Präferenzen und Interessen, schlechter Arbeitsbedingungen oder wegen eines erwarteten automatisierungs- oder konjunkturbedingten Arbeitsplatzverlustes – ihr Beschäftigungsverhältnis beenden und sich beruflich neu ausrichten möchten, nach den geltenden Vorschriften versicherungswidrig und werden nicht nur mit einer Sperrzeit von bis zu 12 Wochen hinsichtlich des Anspruchs auf Leistungen der ALV sanktioniert (§ 159 SGB III), sondern erhalten im gleichen Zeitraum auch keine Weiterbildungs- und Fördermaßnahmen, womit nur jener Personenkreis, der es sich finanziell leisten kann, auch in der Lage ist, eine berufliche Umorientierung zu vollziehen. Es scheint aber fraglich, ob eine solch starre Arbeitsmarktförderung angesichts der prognostizierten strukturellen Umbrüche in der Arbeitswelt zukunftsfähig ist und vorteilhaft auf die Ausbildung neuer Spezialisten und Experten wirkt, ist doch eine berufliche Weiterbildung oftmals „zu dem Zeitpunkt und mit dem Inhalt, die für die beschäftigte Person richtig sind, nur um den Preis der Trennung von einem Betrieb zu haben“ (Knuth 2021: 42).

Trotz der Tatsache, dass die digitale Transformation der Arbeitswelt immer mehr Beachtung innerhalb der Arbeitsmarkt- und Sozialpolitik findet und bereits in gewissem Umfang auch einen Niederschlag in Gesetzen gefunden hat, werden Bund und Länder gerade auf Grund ihrer Rechtsetzungsmacht und der damit einhergehenden Fähigkeit, allgemeingültige, bildungstechnische Normen und Standards festlegen zu können, für eine konsequent zu Ende gedachte Erwachsenenbildung im Sinne eines Rechts auf Weiterbildung ihre Aufmerksamkeit allen voran auf drei Handlungsfelder richten müssen: Erstens gilt es insbesondere für geringqualifizierte Arbeitslose die Qualifizierungsmaßnahmen weiter auszubauen, um nicht nur reaktiv die Beschäftigungsfähigkeit aufrechtzuerhalten, sondern auch eine vertikale Bildungsmobilität in Anbetracht des langfristigen substitutionsbedingten Aufwertungsprozesses zu ermöglichen. Hiermit können einerseits deren individuellen Beschäftigungschancen nachhaltig gesteigert werden, andererseits aber auch kommende Fachkräfteengpässe mittel- und vor allem langfristig effektiv abgemildert werden. Zweitens muss die Weiterbildung für Beschäftigte über alle Anforderungsniveaus hinweg weiter forciert werden. Die betriebliche Weiterbildung sollte sich dabei aber ebenfalls nicht nur primär an der berufsfachlichen Vertiefung oder Spezialisierung zur Aufrechterhaltung der Beschäftigungsfähigkeit orientieren, sondern idealiter auf den Ausbau der individuellen Kompetenzen und Entwicklungspotenziale sowie die Höherqualifizierung der Arbeitskraft abzielen, was in späteren Berufsphasen auch eine zusätzliche Berufsausbildung oder ein Studium miteinschließt, um den Grundsätzen des lebenslangen Lernens in Anbetracht

der immer kürzer werden Halbwertszeit des Wissens im Zuge des digital-technologischen Fortschritts Rechnung zu tragen (Weber 2016a: 373 f.; Dollhausen 2019: 78 f.; Dengler/Matthes 2019: 57–59). Drittens – und damit eng in Verbindung stehend – wird es auf Grund der Geschwindigkeit von Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt und der Berufslandschaft immer wichtiger werden, Beschäftigte noch vor dem Eintritt der Arbeitslosigkeit im Kontext sich abzeichnender Transformationsprozesse aktiv bei der beruflichen Um- und Neuorientierung zu fördern, indem zuvorderst die grundsätzliche Möglichkeit hierzu rechtlich verankert wird, steht die Bundesrepublik doch für eine „Gesellschaftsordnung, in der die freie Entfaltung der Persönlichkeit, die Berufsfreiheit und die räumliche Freizügigkeit durch die Verfassung garantiert sind. In einer solchen Ordnung ist es Aufgabe des Sozialstaats, die selbstverantwortliche und eigensinnige Wahrnehmung dieser Rechte zu fördern und zu unterstützen“ (Knuth 2021: 43).

14.4 Atypische Beschäftigungsverhältnisse im Kontext der Plattformökonomie

Wie in Kapitel 13.5 exemplarisch veranschaulicht, hat die digitale Transformation mit der zunehmenden Verbreitung sowie dem vermehrten Einsatz digitaler IKT auch einen entscheidenden Einfluss darauf, in welchem Kontext Arbeit stattfinden kann. In dieser Hinsicht wurde gezeigt, dass dieser Transformationsprozess mit Blick auf die Plattformökonomie als neuer Arbeitsform auch zu modifizierten Typen der Arbeitsorganisation und -methodik führt, die grundlegend auf den Vernetzungstechnologien des Internets sowie den damit einhergehenden Möglichkeiten aufbauen. Der in diesem Kontext mittels der Internetplattformen geschaffene virtuelle Produktionsraum hat eine zeitliche und räumliche Entgrenzung des Arbeitens zur Folge, die eine generelle Flexibilisierung der Produktion und eine höhere Inkrementalisierung von Aufgaben ermöglicht. Ferner wurde erörtert, dass aus dieser neuen digitalen Form der Arbeit sowohl für die Unternehmen als auch für die Crowd Worker verschiedene Vorteile resultieren. Auf Seiten der Plattformarbeiter, die in diesem Modell als selbstständige Auftragnehmer im Rahmen atypischer Beschäftigungsverhältnisse agieren, sind dies allen voran vergrößerte Handlungs- und Gestaltungsspielräume und ein höherer Grad der Autonomie hinsichtlich der zeitlichen und geographische Flexibilität, der Wahl der Aufgaben, Auftraggeber und Arbeitsinhalte sowie der Wahrnehmung zusätzlicher Verdienstquellen; allesamt Aspekte, die bisweilen unter dem Konzept der digitalen Selbstbestimmung subsumiert werden. Im Fall der Unternehmen erstrecken sich die Vorteile hingegen im Sinne des digitalen Taylorismus primär auf wirtschaftliche Gesichtspunkte, die von einer gesteigerten Flexibilität der Produktion über die Realisierung eines stärkeren Innovationspotentials bis hin zu neuen Möglichkeiten der

Produktivitätssteigerung, etwa im Zuge einer erhöhten Arbeitsteilung im Sinne der On-Demand Economy, der Standardisierung von Aufgaben sowie des kompetitiven Charakters der Plattformarbeit und der Gewinnmaximierung reichen (Keller/Seifert 2018: 286; Baethge et al. 2019: 21 u. 31 f.; Kirchner et al. 2020: 3–5; Hoose et al. 2022: 9 f.; Schneider-Dörr 2021: 65–67). Im Lichte dieser Vorzüge ist unschwer nachzuvollziehen, warum in der Bundesrepublik gegenwärtig zwischen 2 und 3 Mio. Menschen aktiv der Plattformarbeit nachgehen und die Plattformökonomie als neue Arbeitsform künftig eine größere Verbreitung²⁴⁰ erfahren wird.

Welche sozialpolitischen Implikationen hat aber sodann das Phänomen der Plattformökonomie angesichts dieser Bandbreite an offensichtlichen Vorteilen aller Vertragsparteien? Um diese Frage zu beantworten, werfen wir zunächst einen Blick auf die Arbeitsbedingungen der Plattformarbeiter. Es wurde bereits angesprochen, dass das Crowdfunding inhärent wettbewerbsorientiert ausgerichtet ist und grundsätzlich viele Crowd Worker um wenige Arbeitsaufträge nach zeit- oder aber ergebnisbasierten Gesichtspunkten konkurrieren, wobei dieser Wettbewerbs- und Leistungsdruck innerhalb des Produktionsprozesses in der Regel durch digitale Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen sowie Ratingmechanismen mit Bezug auf die Qualität der erbrachten Leistungen intensiviert werden (Boes et al. 2016: 37 f.; Leimeister et al. 2016a: 13 u. 69–71; 2016b: 10; Baethge et al. 2019: 60; Staab/Prediger 2019: 51 u 53; Spencer et al. 2021: 40; Altenried 2020: 156; Vallas/Schor 2020: 276; Schneider-Dörr 2021: 48). Diese kompetitive Prägung führt – insbesondere weil das Crowdsourcing den Regeln eines globalen Beschaffungsmarktes von Arbeitskräften folgt – nicht zuletzt zu dem Umstand, dass die in diesem Rahmen tätigen Plattformarbeiter – der allen voran europäischen und nordamerikanischen Industrienationen – in hohem Maße mit Crowd Workern aus Niedriglohnländern in Konkurrenz treten, für welche wiederum die erzielbaren Einkünfte aus der Plattformarbeit oftmals signifikant höher sind als der jeweilige Landesdurchschnitt, weshalb diese auch dazu bereit sind, ihre Arbeitsleistung weit unterhalb westlicher Arbeitsstandards und Einkommensniveaus zu erbringen. Infolgedessen sowie der Tatsache, dass einerseits die Plattformarbeit typischerweise nicht auf Stundenbasis, sondern auf Honorar- bzw. Werkvertragsbasis und damit im Sinne eines Akkordlohns konzipiert ist, und Crowd Worker andererseits auf Grund der Furcht vor negativen Ratings und dem damit potentiell einhergehenden Wegfall künftiger Aufträge stellenweise zusätzliche Leistungen unentgeltlich erbringen müssen, liegen die auf die

²⁴⁰ Ausgehend davon, dass sich die durch die Crowdsourcing-Plattformen in der EU generierten Umsätze im Zeitraum zwischen 2016 bis 2020 von 3 Mrd. EUR auf 14 Mrd. EUR beinahe verfünffacht haben, rechnet der Europäische Rat mit einem substantiellen Wachstum der Plattformökonomie innerhalb der nächsten Jahre und geht davon aus, dass sich die Zahl der aktiven Crowd Worker von rund 28 Mio. im Jahr 2022 auf etwa 43 Mio. im Jahr 2025 ausdehnen wird (vgl. Europäischer Rat 2022).

Arbeitsstunde heruntergebrochenen Löhne der Plattformarbeiter oftmals faktisch nicht nur unter jenen von Festangestellten mit gleichen Tätigkeitsspektren und ähnlichen Qualifizierungsgraden gemäß tariflich vereinbarten Sätzen, sondern bisweilen sogar unter dem gesetzlich festgelegten Minimum (Leimeister et al. 2016a: 12; Staab/Prediger 2019: 52; Altenried 2020: 156; Keller/Seifert 2020: 230; Vallas/Schor 2020: 276; Spencer et al. 2021: 40). Obgleich die empirische Evidenz darüber, wie es sich in dieser Hinsicht entlohnungstechnisch konkret für die Plattformarbeiter in Deutschland verhält, noch ausbaufähig ist, spiegeln die ersten Forschungsarbeiten doch die Einkommensproblematik wider. So berechnen Leimeister et al., dass nebenberufliche Crowd Worker im Jahr 2015 durchschnittlich rund 300 EUR pro Monat mit einer Wochenarbeitszeit von etwa 15 Stunden und hauptberufliche im Schnitt ca. 1.500 EUR pro Monat bei einem wöchentlichen Einsatz von beinahe 30 Stunden Arbeitszeit verdienten (2016a: 49–51). In ähnlicher Absicht haben auch Baethge et al. die Arbeits- und Verdienstbedingungen von Plattformarbeitern in Deutschland untersucht. Ihre Ergebnisse zeigen, dass 56 % der Befragten Crowdfunding dazu nutzen, um sich mit sechs Stunden wöchentlicher Arbeitszeit 400 EUR pro Monat dazuzuverdienen und 23 % mit einem Arbeitseinsatz von 11 Stunden pro Woche zwischen 400 und 1.500 EUR pro Monat zusätzlich erwirtschaften, während nur 7 % in der Lage sind, mit durchschnittlich 14 Stunden Arbeitszeit pro Woche mehr als 1.500 EUR im Monat an zusätzlichem Einkommen zu generieren. Zugleich förderte die Studie zu Tage, dass hauptberufliche Geringverdiener in der Regel auch die am wenigsten verdienende Kohorte der Plattformarbeiter ausmachen, während besser Verdienende im Hauptberuf auf Grund ihrer Qualifikationen – wenig überraschend – grundsätzlich höhere Einkünfte über Crowdfunding erzielen können (Baethge et al. 2019: 22–24). Zwar ließe sich argumentieren, dass obwohl die in beiden Studien präsentierten, durchschnittlichen Monatseinkommen der verschiedenen Kohorten mit wenigen Ausnahmen weit unter den durchschnittlichen Bruttomonatsverdiensten²⁴¹ der Berichtsjahre lagen, diese dennoch pro Stunde weit höher als der damals jeweils geltende gesetzliche Mindestlohn waren. Gleichwohl zeigt sich bei genauer Betrachtung, dass die über Plattformarbeit erzielten Einkommen nur bedingt skalierbar sind, da auf Grund der genannten Wettbewerbsdynamik in der Regel nur wenige Aufträge vielen Crowd Workern gegenüberstehen, eine Ausweitung des Arbeitsangebots folglich nicht auf eine zunehmende Arbeitsnachfrage treffen muss, womit die Einkünfte also durchaus signifikant unter den auf Grundlage des Mindestlohns erzielbaren Bruttomonatseinkünften liegen können. Plattformarbeitseinkünfte fallen bisweilen somit relativ zum Mindeststundenlohn höher aus, müssen aber absolut

²⁴¹ Der durchschnittliche Bruttomonatsverdienst in Deutschland betrug im Jahr 2015 rund 3.600 EUR und im Jahr 2019 knapp 3.900 EUR (vgl. StBA 2022f).

betrachtet in vielen Fällen dem Niedriglohnsektor zugerechnet werden (Keller/Seifert 2020: 230). Zurecht folgern Baethge et al. in dieser Hinsicht: „Nur wenige wären annähernd in der Lage, mit Plattformarbeit ihren Lebensunterhalt zu decken“ (2019: 22).

Eng verwoben mit der offensichtlichen Einkommensproblematik im Kontext der Plattformarbeit ist die arbeitsrechtliche Stellung der Crowd Worker in der Bundesrepublik. Da weder die Unternehmen als Auftraggeber noch die Crowdsourcing-Plattformen rechtlich gesehen als Arbeitgeber auftreten, agieren die auftragsnehmenden Plattformarbeiter als Soloselbstständige, die ihre Arbeitsleistung im Rahmen von durch Plattformen vermittelten Werk- und Dienstverträgen und damit auf einer Honorarbasis, bei welcher die Vergütung ergebnisorientiert erfolgt, für zeitlich befristete Projekte als freie Mitarbeiter den Unternehmen zur Verfügung stellen. Da sie als Soloselbstständig nicht als abhängige Beschäftigte gelten, genießen sie auch nicht die vom Gesetzgeber garantierten arbeitstechnischen Schutz- und Mitbestimmungsrechte sowie sozialversicherungsrechtlichen Ansprüche, wie sie den *klassischen* Arbeitnehmern im Rahmen typischer, d. h. regulärer Beschäftigungsverhältnisse zuteilwerden – mit weitreichenden Konsequenzen und offenkundigen Nachteilen für die Plattformarbeiter (Eichhorst et al. 2016: 397; Pürling 2016: 413; Hoffmann/Suchy 2016: 26; Kalkhake 2016: 55; Stettes 2017: 5; Keller/Seifert 2018: 285; Staab/Prediger 2019: 52; Weber 2019: 9; Paprotny 2021: 7; Greef/Schroeder 2017: 73–76; Nullmeier 2022: 297 f.). Dies hat zur Folge, dass Plattformarbeiter auf Grund der Tatsache, dass sie ohne eigene anhängige Beschäftigte weder als Arbeitgeber noch als Arbeitnehmer gelten, gegenwärtig von keinen „der klassischen Interessenvertretungen repräsentiert“ (Eichhorst/Linckh 2017: 3) werden. Zeitgleich aber fällt weder ihre Arbeit „in den Geltungsbereich eines Tarifvertrags“, noch haben sie ein „Recht auf betriebliche Mitbestimmung“ (Staab/Prediger 2019: 52). Zwar steht es den Crowd Workern grundsätzlich frei, sich selbst mittels einer Interessenvertretung zu repräsentieren, um so etwaigen Ansprüchen Geltung zu verleihen, allerdings zeigt sich, dass Crowdsourcing-Plattformen gezielt den Austausch zwischen Plattformarbeitern zu verhindern suchen „indem sie Absprachen und Kontakte in ihren AGBs verbieten [...] die Kontaktaufnahme erschweren [oder] keine Möglichkeit zur Kontaktaufnahme anbieten“ (Greef/Schroeder 2017: 76). Da somit die Bedingungen, sich selbst kollektiv zu organisieren, faktisch von vornherein behindert werden, bleibt auch das kompetitive Klima naturgemäß unangetastet, mit der Konsequenz, dass mögliche Absprachen oder eben die Repräsentation durch eine Interessenvertretung bisher weitestgehend

ausbleiben.²⁴² Erschwerend kommt hinzu, dass, obwohl Paragraph 12a des Tarifvertragsgesetzes die Möglichkeit vorsieht, „dass Gewerkschaften oder [...] tariffähige Berufsverbände für Selbstständige Tarifverträge abschließen, sofern die Selbstständigen wirtschaftlich abhängig und vergleichbar einem Arbeitnehmer sozial schutzbedürftig sind und somit als arbeitnehmerähnliche Personen gelten“ (BMAS 2017a: 174), eine Anwendung dieser Regelung auf Grund der hybriden rechtlichen Stellung der Plattformarbeiter nicht gegeben ist, womit sowohl der Mindestlohn als auch tarifliche Regelungen zur Verbesserung der Einkommenssituation ausgeschlossen sind (Keller/Seifert 2020: 230 f.). Hierbei beruht das Problem allen voran auf der Interpretation der wirtschaftlichen Abhängigkeit sowie Selbstständigkeit mit Bezug auf die Crowd Worker. Obgleich die Entscheidungsfreiheit und Unabhängigkeit zentrale Charakteristika der Selbstständigkeit darstellen, lässt sich mit Blick auf die in der Plattformökonomie herrschenden Verhältnisse, wie Grieser ausführt, feststellen, dass Crowdsourcing-Plattformen durch „weitreichende Marktkontrolle häufig Quasi-Monopole“ darstellen und sie „durch ihre Aggregation von Nachfrage kaum umgangen werden“ können, weshalb sich die Crowd Worker im Zuge der „Nutzung der von der Plattform bereitgestellten Ressourcen“ (2021: 6) faktisch in einem Abhängigkeitsverhältnis befinden. Darüber hinaus sind es in der Regel nicht die Plattformarbeiter, die die Preise für ihre Arbeitsleistungen und die Parameter der Leistungsinhalte mit den Unternehmen aushandeln, sondern die Plattformen, die bisweilen den Eindruck vermitteln, „dass die Dienstleistung durch [sie] selbst erbracht wird, nicht durch einen vertraglichen Partner, der rechtlich selbstständiger Partner der Plattform ist“ (Kalkhake 2016: 56).

Da die Crowd Worker folglich auf Grund der Abhängigkeit ihres Geschäftsmodells in hohem Maße auf die Plattformen angewiesen sind,²⁴³ und damit nur in begrenztem Umfang selbstständig agieren können, gleichzeitig jedoch „das unternehmerische Risiko, aber auch die

²⁴² Obgleich bereits – wie Hoose et al. darlegen – erste Ansätze wie etwa in Form der YouTubers Union, des Couriers Collective oder der Riders Union beobachtbar sind, ist der Grad ihrer künftigen Organisationsmacht zum jetzigen Zeitpunkt noch unklar, zumal sie noch immer „nicht in die eingespielten und institutionell verankerten Regelungen der kollektiven Interessenvertretung eingebunden sind“ (2022: 12).

²⁴³ Die hier beschriebene Abhängigkeit von digitalen Plattformen ist Ausdruck einer neuen Form der Machtasymmetrie innerhalb der digitalen Ökonomie und beschränkt sich indes keineswegs nur auf die Crowd Worker. So legen Kemmerling und Trampusch im weiteren Kontext der Plattformökonomie und des digitalen Kapitalismus anhand ihres Konzepts der *Digital Power Resources* dar, dass die digitale Transformation nicht nur zu einem Wandel der Produktions- und Arbeitsformen, sondern auf Grund der Konzentration von digitalen Technologien und Daten als neue digitale Form von Produktionsmitteln auch zu einer Um- und Ungleichverteilung der verfügbaren digitalen Machtressourcen von Unternehmen führt. In Folge der einseitigen Kontrolle von Daten sowie digitalen Technologien und Infrastrukturen und der Regulierung des Zugangs zu denselben insbesondere durch Plattformen geraten auch Unternehmen, die bei ihrer Produktion und Leistungserbringung auf die Ressourcen der Plattformen angewiesen sind, in ein Abhängigkeitsverhältnis. Jenseits der Plattformökonomie ist zudem zu beobachten, dass die Formierung der Digital Power Resources schließlich nicht nur von Relevanz für den unternehmerischen Wettbewerb ist, sondern sich auch in einer zunehmenden Beeinflussung der Politik durch Unternehmen mit hohen Digital Power Resources manifestiert, wie die intensive Lobbyarbeit zur Einflussnahme auf Regulierungen der EU in den letzten Jahren verdeutlicht (vgl. hierzu ausführlich Kemmerling/Trampusch 2022).

Kosten für die Erbringung von Dienstleistungen bzw. die Erzeugung von Produkten und Informationen [...] nicht von den Plattformunternehmen selbst getragen“ (Jetzke/Peters 2019: 2) werden, liegt grundsätzlich eine „Risikoverlagerung vom Plattformanbieter auf die selbstständigen Arbeitskräfte der Plattform“ (Kalkhake 2016: 55) vor, womit sie mindestens „denselben sozialen Risiken ausgesetzt“ (Eichhorst/Linckh 2017: 3) sind, wie klassische Arbeitnehmer in einem regulären Beschäftigungsverhältnis. Umso bedenklicher ist es folglich, dass sie trotz der oftmals offensichtlichen Abhängigkeit nicht auch als abhängige Beschäftigte klassifiziert werden und somit auf Grund ihres fragwürdigen Status als Selbstständige nicht vom sozialstaatlichen und arbeitsrechtlichen Sicherungsschirm vor den grundlegenden existentiellen Lebensrisiken abgedeckt werden: Weder steht ihnen ein aus einem Beschäftigungsverhältnis resultierender gesetzlicher Anspruch auf Urlaub und Kündigungsschutz zu (Jetzke/Peters 2019: 3), noch sind sie sozialversicherungstechnisch gegen die zentralen Wechselfälle des Lebens in Form von „Krankheit, Unfall, Arbeitslosigkeit, Alter und Pflegebedürftigkeit abgedeckt“ (Weber 2019: 9) und müssen sich dementsprechend gegen diese Risiken „selbst versichern, sofern sie dazu finanziell überhaupt in der Lage sind“ (Paprotny 2021: 7). Die eigenständige Absicherung scheint aber gerade auf Grund der prekären Einkommenssituation gepaart mit der teils unsicheren Auftragslage bzw. dem Ausbleiben von Arbeit und der begrenzten Skalierbarkeit der Einkünfte fragwürdig. Obgleich die Forschung auch in dieser Hinsicht der Notwendigkeit einer umfassenden empirischen Betrachtung der sozialen Absicherung der Plattformarbeiter bisher noch nicht gerecht geworden ist, verdeutlichen doch erste Erhebungen diese grundlegende Problematik: So zeigen etwa Leimeister et al., dass von den Crowd Workern, die der Plattformarbeit hauptberuflich nachgehen, rund ein Drittel nicht gegen Krankheit und Arbeitslosigkeit abgesichert ist und etwa die Hälfte nicht für das Alter vorsorgt; Personen, die nebenberuflich Plattformarbeit vollrichten sind hingegen in der Regel über ihre Hauptbeschäftigung sozialversicherungsrechtlich gegen diese Risiken abgedeckt (2016a: 54–58). Entscheidend ist im Kontext der sozialen Absicherung folglich auch, ob die Betroffenen aus der Plattformarbeit ihr Primär- oder aber ihr Nebeneinkommen generieren. In dieser Hinsicht ließe sich nun argumentieren, dass die Crowd Worker mit 2 bis 3 Mio. Tätigen zwar kein Randphänomen darstellen, aber sie der Plattformarbeit in erster Linie nebenberuflich nachgehen, weshalb eine Abdeckung vor sozialen Risiken über die Primärbeschäftigung gegeben ist. Gleichwohl zeigt sich, dass rund 50 % der Crowd Worker absolut betrachtet mindestens die Hälfte ihres Einkommens aus Plattformarbeit erwirtschaften und beinahe 26 % sogar ihr Primäreinkommen hieraus beziehen (Serfling 2019: 13). Darüber hinaus stellen Hoose et al. mit Blick auf Personen, die nur nebenberuflich als Crowd Worker arbeiten, fest, dass „es teilweise auch zu einer Kumulation

mehrerer schlecht bezahlter und schlecht abgesicherter Jobs“ kommt, weshalb „der Hauptjob nicht zwingend eine ausreichende Absicherung bieten muss“ (2022: 8). Auch wenn es also zum jetzigen Zeitpunkt im Fall der Bundesrepublik an einer fundierten Datengrundlage mangelt, muss doch davon ausgegangen werden, dass ein signifikanter Teil der Plattformarbeiter tendenziell nicht adäquat gegen die existentiellen Wechselfälle des Lebens abgedeckt ist und diese Zahl mit der Verbreitung der Plattformökonomie künftig weiter ansteigen wird. Bestätigt wird dieser Befund nicht zuletzt durch die Tatsache, dass die mangelnde soziale Absicherung gegenwärtig als die größte Herausforderung und Sorge von Seiten der haupt- und nebenberuflichen Plattformarbeiter in Deutschland betrachtet wird (Baethge et al. 2019: 26).

Folgt man der Definition von Brinkmann et al., nach der ein Erwerbs- respektive Beschäftigungsverhältnis als prekär zu betrachten ist, sofern „die Beschäftigten aufgrund ihrer Tätigkeit deutlich unter ein Einkommens-, Schutz- und soziales Integrationsniveau sinken, das in der Gegenwartsgesellschaft als Standard definiert und mehrheitlich anerkannt wird“ und dieses mit „Anerkennungsdefiziten und Planungsunsicherheit“ (2006: 17) einher geht, ist die Plattformarbeit in der Bundesrepublik mit Blick auf die niedrige Entlohnung in Kombination mit dem weitreichenden Mangel an sozialer Absicherung und der Abstinenz betrieblicher Mitbestimmungsrechte somit gleich in dreifacher Hinsicht als prekär einzuordnen – ein Umstand folglich, der weitreichende sozialpolitische Implikationen hat. Denn die Sozialpolitik – abermals auf die in Kapitel 5 erörterten Grundlagen des Wohlfahrtsstaates rekurrierend – strebt doch grundsätzlich unter anderem danach, Schutz vor materieller Verelendung und Not zu geben, die materielle Freiheit der Bürgerinnen und Bürger auszubauen, die individuellen Erwerbchancen abzusichern und zugleich den Einkommensausfall auf Grund verschiedener Wechselfälle des Lebens (z. B. Invalidität, Krankheit, Alter, Mutterschaft oder Pflegebedürftigkeit) zu lindern (Schmidt 2010: 736; Althammer/Lampert 2014: 407). Angesichts der gegenwärtigen Ausgestaltung der Plattformarbeit scheint die Bundesrepublik weder ihren allgemeinen sozialpolitischen Zielsetzungen noch den an sie im Rahmen des Grundgesetzes sowie des Sozialgesetzbuches gestellten sozialstaatlichen Aufgaben vollumfänglich gerecht zu werden. Nicht nur ist die Erfüllung speziell von Artikel 9 GG auf Grund des Fehlens betrieblicher Mitbestimmungsrechte oder der erschwerten Bedingungen, Interessenvertretungen zu bilden, fraglich; auch wird der Gesetzgeber – unter Duldung der mangelnden sozialen Absicherung der Plattformarbeiter und ihrer teilweise prekären Einkommenssituation im Zuge der ergebnisorientierten Entlohnung und teils unbezahlten Mehrarbeit – dem im Sozialgesetzbuch kodifizierten Versprechen, „den Erwerb des Lebensunterhalts durch eine frei gewählte Tätigkeit zu ermöglichen und besondere Belastungen des Lebens, auch durch Hilfe zur Selbsthilfe, abzuwenden oder

auszugleichen“ (§ 1 Abs.1 SGB I) faktisch nicht gerecht, obwohl ihm über die Rechtsetzungsmacht alle Instrumente zur Verfügung stünden, um etwa die notwendige und zugleich zentrale „Neudefinition“ (Keller/Seifert 2020: 231) des die Plattformen betreffenden Arbeitgeber- und die abhängigen Crowd Worker umfassenden Arbeitnehmerbegriffs zu vollziehen.

Ogleich die grundlegende Problematik der Plattformökonomie und der in ihr tätigen Menschen von Seiten der Legislative und Exekutive nicht unbemerkt geblieben ist, sind hieraus bisher noch keine veränderungstiftenden Resultate hervorgegangen. Nachdem zuerst die zentralen Arbeitnehmervverbände auf die oben beschriebenen Missstände hingewiesen hatten (vgl. etwa ver.di 2015; Deutscher Gewerkschaftsbund 2016), nahm sich schließlich auch das BMAS der Thematik im Rahmen verschiedener Publikationen an (z. B. BMAS 2016; 2017a). Gleichwohl sollte es noch bis zum Jahr 2020 dauern, bis das Ministerium ein Positionspapier herausbrachte, dass allen voran die Probleme der kollektivrechtlichen Organisation, der sozialen Sicherung und der teilweise unzureichenden Entlohnung adressierte (vgl. BMAS 2020a), aber als bloße Absichtsbekundung dabei nicht weiter konkret wurde und dies bis zum heutigen Zeitpunkt auch nicht getan hat. Gleichwohl sind auf europäischer Ebene erste Ansätze für Regulierungsbestrebungen erkennbar. So hat die Europäische Kommission im Jahr 2021 eine Beschlussvorlage erarbeitet, um die Arbeitsbedingungen der Plattformarbeiter in den EU-Mitgliedsstaaten zu verbessern. Kernstück des Entwurfs ist ein Katalog zur Bestimmung des Arbeitgeberstatus von Plattformen respektive des Arbeitnehmerstatus von Plattformarbeitern, der insgesamt fünf Kriterien²⁴⁴ auflistet. Sofern zwei der fünf Kriterien zutreffen, soll künftig davon auszugehen sein, dass es sich bei der Plattform um einen Arbeitgeber und bei dem Plattformarbeiter folgerichtig um einen Arbeitnehmer handelt. Grundsätzlich ist vorgesehen, dass die Plattform die Klassifizierung anfechten kann, sofern sie im Stande ist zu beweisen, dass es sich nicht um ein Beschäftigungsverhältnis handelt. Liegt ein solches jedoch vor, sollen dem Plattformarbeiter sämtliche reguläre arbeits- und sozialversicherungsrechtliche Privilegien des für ihn maßgeblichen EU-Mitgliedsstaates zugesprochen werden, in dem er seine Arbeit vollrichtet (vgl. European Commission 2021). Noch ist unklar, in welcher Form die ursprünglichen Pläne der Europäischen Kommission ratifiziert werden, ist doch seit Erscheinen der Beschlussvorlage ein heftiger Streit über die Regulierung der Plattformökonomie entbrannt, der die Vielschichtigkeit der verschiedenen Positionen widerspiegelt. Ungeachtet des Ausgangs ist aber

²⁴⁴ Hierzu zählt, dass die Plattform: (i) die Höhe der Vergütung oder Verdienstobergrenzen festlegt, (ii) die Arbeit und Leistung mittels elektronischer Mittel überwacht, (iii) die Freiheit der Arbeitenden hinsichtlich der Arbeitszeiten, der An- oder Ablehnung von Aufträgen einschränkt, (iv) Regeln bezüglich Arbeitsweise vorschreibt, oder (v) die Möglichkeiten des Tätigen zur Etablierung einer eigenen Kundenbasis oder die Arbeit desselben für Dritte untersagt (European Commission 2021: 14–17).

ersichtlich, dass der bundesdeutsche Sozialstaat zügig die bestehenden prekären Zustände innerhalb der Plattformökonomie beheben muss, um den sich neu formierenden Realitäten im Lichte der digitalen Transformation Rechnung zu tragen. Dies umfasst – analog zu regulären Beschäftigungsverhältnissen – insbesondere bei nachweislich abhängigen Crowd Workern das Recht auf betriebliche Mitbestimmung, die Gewährung bestehender arbeits- und sozialrechtlicher Ansprüche²⁴⁵ auf Schutz vor den existentiellen Wechselfällen des Lebens sowie die Setzung von Einkommensstandards, die den Erwerb des Lebensunterhalts und damit die Sicherung eines „menschenwürdigen Daseins“ (§ 1 Abs. 1 SBG I) durch die ausgeübte Tätigkeit ermöglichen. Die Erfüllung dieser sozialpolitischen Anforderungen einer sich zunehmend digitalisierenden Arbeitswelt wird nicht zuletzt mit dem nötigen Augenmaß zu erfolgen haben, gilt es doch die zahlreichen Vorteile und Chancen, welche die Plattformökonomie für die beteiligten Akteure im Wertschöpfungsprozess mit sich bringt und Ausdruck einer neuen Form der Arbeit ist, so weit wie möglich aufrechtzuerhalten.

15 Zusammenfassung der Ergebnisse und abschließender Befund

Ausgehend von der übergeordneten Fragestellung der Dissertation wurde zunächst untersucht, in welcher Beziehung der Wohlfahrtsstaat und die Sozialpolitik mit der vorausgegangenen Industrialisierung als ein uns bereits bekannter sozioökonomischer Modernisierungsprozess stehen. So konnte in Kapitel 3 und 4 dargelegt werden, dass die Industrialisierung des 19. Jahrhunderts einen vielschichtigen Entwicklungsprozess darstellte, der ausgehend von den verschiedenen Änderungen innerhalb der Produktions- und Verarbeitungsmethoden in einem ersten Schritt die Volkswirtschaft begann zu verändern, sodann aber auch die Sphären des Gesellschaftlichen und Politischen erfasste. Sie führte durch die ihr zugrundeliegende Mechanisierung – entgegen der bisweilen anzutreffenden Ansicht – nicht zu einem Ende der Arbeit, wohl aber zu einem langfristigen Wirtschaftswachstum und einem generellen Anstieg der Wohlfahrt sowie zu einer radikalen Transformation der Arbeitswelt, die in Kombination mit den neuen Produktions-, Arbeits-, Wohn- und Lebensbedingungen in den sich urbanisierenden Zentren und der sich hierdurch neu bildenden Arbeiterklasse zu sozialpolitischen Spannungen in Form der Sozialen Frage führte. Für deren Bewältigung reagierte das Deutsche Kaiserreich nicht nur mit Mitteln der Repression, sondern auch und insbesondere mit der Schaffung des Sozialversicherungssystems zur Integration der Arbeiterschaft ab den 1880er Jahren. Damit stellen der

²⁴⁵ Für eine tiefergehende Auseinandersetzung mit den möglichen Reformoptionen des Sozialversicherungssystems im Kontext der Plattformökonomie vgl. Nullmeier (2022).

Industrialisierungsprozess und die von ihm ausgehenden Effekte auf die Wirtschaft, die Gesellschaft und das politische System des Deutschen Kaiserreichs eine wesentliche Triebfeder der sozialstaatlichen Programme und zugleich der wohlfahrtsstaatlichen Entwicklung insgesamt dar, womit die Annahme eines direkten Wirkungszusammenhangs zwischen technisch-ökonomischen Transformationsprozessen und der Sozialstaatlichkeit für den vorliegenden Fall bestätigt wird. Daran anschließend erfolgte in Kapitel 5 eine Darstellung der wesentlichen Grundlagen und Formen der Sozialpolitik sowie des gegenwärtigen Status quo des bundesdeutschen Sozialstaates, als Fundament für die später zu vollziehende Überprüfung möglicher, sich ergebender Anforderungen im Zuge der digitalen Transformation. Es wurden nicht nur wichtige Aspekte der Sozialpolitik mit Blick auf ihre normativen Hintergründe, Funktionen, Handlungsfelder und Aufgabenbereiche erörtert. Auch wurde gezeigt, wie der im Grundgesetz und dem Sozialgesetzbuch verankerte, demokratisch verfasste soziale deutsche Bundesstaat über die ihm innerhalb zentraler Handlungsfelder zur Verfügung stehenden Instrumente auf die Verhinderung materieller Verelendung und damit auf eine möglichst umfassende Abdeckung vor den Wechselfällen des Lebens unter Berücksichtigung der Solidarität, Subsidiarität und der sozialen Selbstverantwortung abzielt, um die Menschenwürde und Gleichberechtigung seiner Mitglieder zu verwirklichen sowie deren Teilhabe am Wohlstand und der Demokratie nachhaltig zu sichern. Ausgehend von diesen im Rahmen des Grundgesetzes und des Sozialgesetzbuches kodifizierten Anforderungen an die Sozialpolitik wurde anhand der Aufschlüsselung des Sozialbudgets schließlich einerseits gezeigt, dass das Sozialversicherungssystem eines der wichtigsten Instrumente zur Realisierung der sozialpolitischen Zielsetzungen darstellt, und andererseits, dass seit Bestehen der Bundesrepublik der Umfang der Sozialleistungen im Zuge des Wirtschaftswachstums und der damit einhergehenden Wohlfahrtssteigerung sukzessive ausgebaut worden ist, womit der Wohlfahrtsstaat bei einer Sozialleistungsquote von rund 30 % (Stand 2019) eine beispiellose Ausdehnung erfahren hat, die im Lichte kommender Herausforderungen die Frage nach der künftigen Leistbarkeit aufwirft.

Danach widmete sich die Untersuchung der Klärung, was die Digitalisierung und Industrie 4.0 in technischer und ökonomischer Hinsicht auszeichnet und wie diese beiden Entwicklungen im Industrialisierungsprozess zu verorten sind, um aufbauend auf der so erarbeiteten Basis die von der digitalen Transformation ausgehenden Effekte auf die Arbeitswelt nachzuvollziehen. Dementsprechend wurde in Kapitel 8 der Fokus der Analyse auf die Entwicklung sowie die Grundzüge der Digitalisierung gelegt. In diesem Kontext wurden zunächst ihre historischen Voraussetzungen erarbeitet. Dabei hat sich gezeigt, dass die Ursprünge sowie die theoretischen und technologischen Grundlagen der Digitalisierung mindestens bis in das 17.

Jahrhundert zurückreichen, eng mit den Zielsetzungen ihrer Vordenker hinsichtlich der Mechanisierung und Automatisierung von Prozessen verbunden sind und ihre Entwicklung in hohem Maße mit den technologischen Fortschritten der Industrialisierung des 19. Jahrhunderts zusammenhängen, womit ihre Entstehungsgeschichte nicht als eine vom Industrialisierungsprozess losgelöste Entwicklung, sondern vielmehr als eine besondere Ausprägung desselben verstanden werden kann. Mit dem Voranschreiten der Industrialisierung erfolgte dann spätestens ab der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts die informationstechnische Digitalisierung und damit die unser heutiges Verständnis prägende Ausgestaltung der digitalen Transformation, welche mittels neuer Formen der digitalen Speicher-, Computer- und Vernetzungstechnologien begann die analoge Welt zunehmend in eine digitale zu verwandeln. Jenseits des Technologischen transformiert die Digitalisierung schließlich über den Prozess der Informatisierung die Form des Arbeitens und Wirtschaftens, bei der die Erzeugung, Verbreitung und Verarbeitung von Informationen immer mehr in das Zentrum ökonomischen Handels rückt. In diesem Kontext konnte dargelegt werden, dass die digitale Transformation als Ausdruck der Technologisierung und Automatisierung grundlegend dem ökonomischen Prinzip der Effizienzsteigerung folgt, der vermehrte Einsatz digitaler IKT als Produktionsfaktor auf eine technische Substitution der menschlichen Arbeitskraft zur Erhöhung der Arbeitsproduktivität im Rahmen eines globalen Wettbewerbs abzielt und deshalb in der industriellen Produktion als probates Mittel betrachtet wird, den neuen Herausforderungen in Gestalt kürzer werdender Produktlebenszyklen sowie des Wunsches nach zunehmend personalisierbaren Erzeugnissen Rechnung zu tragen. Darauf aufbauend wurde in Kapitel 9 das Konzept der Industrie 4.0 als digitale Transformation des industriellen Sektors beleuchtet. Hierbei wurden zunächst die Entstehungshintergründe der Industrie 4.0 sowie die dem Zukunftsprojekt vorausgehende Kooperation zwischen Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik aufgezeigt. In diesem Kontext wurde herausgearbeitet, dass insbesondere die damalige Bundesregierung über das BMWi und das BMBF eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung, Verwirklichung sowie Institutionalisierung des Zukunftsprojektes in Gestalt der Plattform Industrie 4.0 spielte, mit der Absicht, die internationale Wettbewerbsposition des deutschen Produktionsstandortes nachhaltig zu verbessern. Bei der Analyse der zugrundeliegenden Gestaltungsprinzipien und der zum Einsatz kommenden digitalen IKT wurde gezeigt, dass die Industrie 4.0 als Produktionsregime neuen Typs nicht nur als eine Digitalisierung der industriellen Produktion, sondern auch der damit in Verbindung stehenden Dienstleistungsbereiche zu verstehen ist. In diesem Sinne zielt sie auf eine zunehmende Integration digitaler Intelligenz in Maschinen, Anlagen, Fertigungsteilen und Produkten in Form von CPS und CPPS zur Effizienzsteigerung des Produktionsprozesses im Hinblick auf

den Mitteleinsatz unter den Bedingungen der flexibilisierten Großserienproduktion bei geringen Losgrößen ab, weshalb dem Konzept ein ausgeprägtes Potential zur Produktivitätssteigerung und der ganzheitlichen Optimierung von Wertschöpfungsprozessen attestiert wird. Im Rahmen von Kapitel 10 wurde schließlich erörtert, inwieweit die digitale Transformation in Gestalt der Digitalisierung und Industrie 4.0 einen von der vorangehenden Industrialisierung losgelösten Prozess darstellt. Zwar finden sich verschiedene Kontinuitäten, womit sie als technologische Entwicklung eine Fortführung und zugleich moderne Konfiguration der Industrialisierung als sozioökonomischer Wandlungsprozess darstellt, sich zeitgleich aber etwa durch eine höhere Geschwindigkeit und Intensität sowie durch ihren globalen Charakter von derselben unterscheidet, weshalb mindestens von ähnlich tiefgreifenden Umwälzungen innerhalb der Wirtschaft und Gesellschaft ausgegangen werden kann.

Vor diesem Hintergrund wurden die bereits heute ersichtlichen sowie kurz- bis mittelfristig erwartbaren Auswirkungen der digitalen Transformation auf die Arbeitswelt der deutschen Volkswirtschaft untersucht. Der gewählte Fokus gründet auf der Tatsache, dass die Arbeit – wie bereits zuvor – nicht nur den primären Wirkungsraum des technisch-ökonomischen Wandels bildet, sondern auch in einem direkten Wirkungszusammenhang mit der Sozialpolitik selbst steht. Denn einerseits bildet die Erwerbsarbeit, d. h. die aus dieser resultierenden Steuerleistungen sowie Beitragszahlungen in das Sozialversicherungssystem, eine wesentliche monetäre Voraussetzung für das gestalterische Potential der Sozialpolitik und konstituiert andererseits ein zentrales Handlungsfeld derselben, ist diese doch darauf ausgelegt, Personen vor Einkommensausfällen auf Grund verschiedener Wechselfälle des Lebens zu schützen und damit zugleich für eine Aufrechterhalten der durch Arbeit entstandenen Teilhabe am Wohlstand nach dem konjunktur-, krankheits-, invaliditäts- oder altersbedingten Ausscheiden aus dem Erwerbsleben Sorge zutragen. Demgemäß wurden zunächst in Kapitel 12 die möglichen Modifikationspotentiale der Arbeitswelt durch die digitale Transformation reflektiert. Wie in theoretischer Hinsicht dargelegt wurde, führt die Digitalisierung den Prozess der Informatisierung der Arbeit auf einer digitalen Ebene weiter, weshalb Erwerbstätige künftig zunehmend in wissensintensiven Berufen tätig sein könnten, in denen die Verarbeitung von Informationen den Hauptbestandteil der Aufgaben ausmacht. Zum anderen resultieren aus ihr – einhergehend mit der zunehmenden Implementierung digitaler IKT – nicht nur potentiell veränderte Modi der Mensch-Technik-Interaktion, sondern zugleich auch neue Anforderungen an die künftigen Arbeitskräfte. Dieser Anstieg der Qualifikationsanforderungen kann hierbei entweder zu einer Polarisierung der Qualifikationsstruktur mit einem weitestgehenden Erodieren der mittleren

zugunsten der niederen sowie höheren Qualifikationsebenen oder aber zu einer generellen Aufwertung von Tätigkeiten auf allen Anforderungsniveaus in Form des Upgradings führen.

Daran anschließend wurde in Kapitel 13 anhand der Auswertung von Studien mit Blick auf die Arbeitswelt der Bundesrepublik geprüft, inwiefern die digitale Transformation (i) zu einer Umstellung der Qualifikationsanforderungen und -strukturen der Arbeitskräfte führt; (ii) Effekte auf das Beschäftigungsvolumen sowie die Struktur des Arbeitsmarktes nach sich zieht; (iii) und einen Wandel der Arbeitsformen induziert, um – falls zutreffend – zu klären, in welcher Form und in welchem Ausmaß sich diese Veränderungen künftig manifestieren könnten. Die Ergebnisse vermitteln ein vielschichtiges Bild der erwartbaren Entwicklungen und obschon nicht alle der zuvor in Kapitel 12 erörterten theoretischen Auswirkungen eintreffen werden, lässt sich doch grundsätzlich attestieren, dass die Arbeitswelt einem tiefgreifenden und zugleich umfassenden Wandel im Kontext der Digitalisierung und Industrie 4.0 unterliegt. So konnte gezeigt werden, dass im Zuge der Ausbreitung digitaler IKT das technische Substitutionspotential von beruflichen Tätigkeiten sukzessiv angestiegen ist und aller Voraussicht nach auch weiterhin ansteigen wird. Auch wenn folglich die im Rahmen der verschiedenen Modellrechnungen ermittelten Wahrscheinlichkeiten lediglich eine Potentialität, d. h. einen Möglichkeitsraum der Automatisierung darstellen und nach gegenwärtigem Kenntnisstand vorerst nur einzelne Tätigkeiten bzw. Aufgabenbereiche betreffen, scheint die Substitution ganzer Berufe mit voranschreitendem Entwicklungsstand mittelfristig plausibel. Mit dem Ansteigen des technischen Substitutionspotentials im Kontext der digitalen Transformation geht zeitgleich einher, dass es auf Grund der zunehmend möglichen Automatisierung von manuellen und kognitiven Routineaufgaben zu einer generellen, substitutionsbedingten Aufwertung der Tätigkeitsfelder und Berufe kommen wird, womit die Arbeitskräfte stetig wachsende Qualifikationsanforderungen zu erfüllen haben werden. Dies hat einerseits zur Folge, dass zunächst bestimmte routinebasierte Tätigkeitsfelder insbesondere der Helfer- und Fachkraftberufe automatisiert werden, die Nicht-Routinetätigkeiten fortan einen höheren Stellenwert einnehmen und deshalb Berufe qualifikationstechnisch aufgewertet werden, was unter Umständen aber andererseits auch dazu führen kann, dass es zu einem Wegfall ganzer Berufe im Bereich der unteren Qualifikationsebenen kommt. Auch Experten- und Spezialistenberufe unterliegen dem Prozess eines qualifikatorischen Upgrading mit steigenden Requalifizierungsbedarfen, sehen sich im Umkehrschluss jedoch einem signifikant niedrigeren Risiko der technischen Substitution all ihrer Tätigkeitsfelder ausgesetzt. Ausgehend von der voranschreitenden Automatisierung und dem hieraus resultierenden Aufwertungsprozess der beruflichen Qualifikationen weisen die angeführten Studien mit Blick auf den deutschen Arbeitsmarkt indes nicht darauf hin, dass es

mittelfristig zu gravierenden negativen Gesamtbeschäftigungseffekten kommen wird, womit etwaige Befürchtungen hinsichtlich einer technisch induzierten Massenarbeitslosigkeit auf Grund der digitalen Transformation entkräftet werden. Vielmehr ist davon auszugehen, dass der Einsatz digitaler IKT einen Produktivitätseffekt bedingen könnte, in dessen Zuge zwar manuelle und kognitive Routinetätigkeiten sukzessiv automatisiert, gleichzeitig aber neue Dienstleistungen und Produkte sowie zusätzliche Tätigkeitsfelder, Berufe und Arbeitsplätze entstehen werden, die zu einer positiven Gesamtbeschäftigungsentwicklung führen können. Obgleich die menschliche Arbeitskraft ihre Relevanz im künftigen Wertschöpfungsprozess also beibehält, hat die digitale Transformation dennoch tiefgreifende Auswirkungen auf die Arbeitswelt zur Folge: So ist zum einen davon auszugehen, dass das kontinuierlich größer werdende technische Substitutionspotential in Kombination mit dem hieraus resultierenden höheren Automatisierungsgrad sowie dem Aufwertungsprozess zwar neue Arbeitsplätze in wissensintensiven Berufen mit Schwerpunkt auf Nicht-Routineaufgaben zeugt, dies gleichzeitig aber durchaus zu Arbeitsplatzverlusten in bestimmten Berufszweigen und Branchen zu Lasten manueller und kognitiver Routinetätigkeiten führen wird, was eine umfassende Rekomposition der Arbeitsmarktstruktur zur Folge haben wird. Zum anderen zeigt sich, dass die Einflüsse der digitalen Transformation schließlich auch – wie am Beispiel der Plattformökonomie veranschaulicht – zu einem Wandel des Kontextes führt, in dem Arbeit stattfindet. Dabei ist im Zuge der globalen Vernetzung mittels des Internets und des vermehrten Einsatzes digitaler IKT nicht nur ein virtueller Produktionsraum entstanden, in dem die agierenden Unternehmen einen bisher ungesesehenen Grad an Flexibilität genießen und eine höhere Standardisierung und Arbeitsteilung innerhalb ihrer Wertschöpfung gemäß den arbeitsorganisatorischen Prinzipien des digitalen Taylorismus verwirklichen können. Auch hat sich speziell mit der Plattformarbeit eine gänzlich neue Arbeitsform im Sinne einer zunehmenden räumlichen und zeitlichen Entgrenzung des Wirkens gebildet, die auf Grund ihrer Vorzüge für die beteiligten Akteure voraussichtlich eine größere Relevanz in der sich digitalisierenden Arbeitswelt einnehmen und eine wachsende Ausdehnung innerhalb des volkswirtschaftlichen Wertschöpfungskontextes erfahren wird.

Für die Beantwortung der zentralen Fragestellung der Dissertation wurde schließlich in Kapitel 14 überprüft, welche sozialpolitischen Implikationen aus den zuvor identifizierten Transformationsbereichen der Arbeitswelt resultieren und inwiefern sich hieraus konkrete Handlungsbedarfe für, sowie Anforderungen an die bundesdeutsche Sozialpolitik ableiten lassen. Hierfür wurde erstens der Einfluss positiver Beschäftigungseffekte auf den Wohlfahrtsstaat und die Sozialpolitik betrachtet, zweitens die Auswirkung der strukturellen Transformation des Arbeitsmarktes im Lichte des Upgrading beleuchtet und drittens der Wandel der Arbeitsformen,

exemplarisch in Form atypischer Beschäftigungsverhältnisse im Kontext der Plattformökonomie, erörtert. In diesem Rahmen wurde zunächst gezeigt, dass die bis zum Jahr 2030 prognostizierten Wachstums-, Nachfrage- und Beschäftigungseffekte der digitalen Transformation, im Gegensatz zu dem gegenwärtig nicht als wahrscheinlich anzunehmenden Szenario einer ausgeprägten technologischen Arbeitslosigkeit, eine Reihe positiver Auswirkungen auf den bundesdeutschen Sozialstaat sowie die Sozialpolitik, die grundsätzlich sensibel für Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt ist, zur Folge haben können. Zum einen ist in Anbetracht einer niedrigen Arbeitslosenquote davon auszugehen, dass sich die Beitragszahler- und Leistungsempfängerbasis der GKV, GUV, PV und ALV auch künftig in einem annähernd gleichgewichtigen Verhältnis befinden wird, womit nicht nur die Finanzierung des auf dem Umlageverfahren basierenden Sozialversicherungssystems nachhaltig aufgestellt ist, sondern auch die Staatsfinanzen unter sonst gleichbleibenden Bedingungen durch das Ausbleiben weiterer Bundeszuschüsse an die Sozialversicherungszweige oder zusätzlicher Transferleistungen in Form der Grundsicherung für Arbeitssuchende nicht belastet werden. Zum anderen ist damit zu rechnen, dass das Produktionsniveau der deutschen Volkswirtschaft trotz des schwindenden Erwerbspersonenpotentials auf Grund der höheren Arbeitsproduktivität im Kontext der zunehmenden Implementierung digitaler IKT stabil gehalten oder gar angehoben werden kann, und die Durchschnittseinkommen, die Lohnsumme und das Wohlstandsniveau im Zuge des substitutionsbedingten Aufwertungsprozesses sowie des erwartbaren Fachkräftemangels ansteigen werden. Eine niedrige Arbeitslosenquote, höhere Einkommen und eine wachsende Lohnsumme würden sich entsprechend positiv auf das Steueraufkommen und die langfristige finanzielle Tragfähigkeit des Sozialstaates auswirken, wodurch die Aufrechterhaltung der gegenwärtig hohen Sozialleistungsquote und damit der Gestaltungsspielraum der Sozialpolitik nachhaltig begünstigt würden. Darüber hinaus würden aus steigenden Einkommen nicht nur höhere Beitragszahlungen in die DRV resultieren, ebenso wären bei gegebener Sparquote auch zusätzliche Leistungen für private Formen der Alterssicherung darstellbar, womit die bestehende Rentenlücke verkleinert werden könnte. Schließlich scheinen in dieser Konstellation auch die Anhebung der Regelaltersgrenze oder die Erhöhung der Rentenbeiträge zur Stabilisierung der DRV im Zuge des alterungsbedingten Ungleichgewichts zwischen Beitragszahlerbasis und Leistungsempfängerkreis realistisch. Die prognostizierten Wachstumseffekte der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf den Arbeitsmarkt sowie die Volkswirtschaft können sich folglich positiv auf die Rahmenbedingungen der Sozialpolitik und des Sozialversicherungssystems auswirken. Eine wesentliche Voraussetzung hierfür liegt aber nicht zuletzt darin, dass der sich aus der digitalen Transformation ergebenden Nachfrage auch ein entsprechend qualifiziertes Angebot an Fachkräften,

Spezialisten und Experten zu Verfügung steht, was in Anbetracht des bereits heute ersichtlichen Fachkräftemangels einen zentralen Handlungsbedarf für den Sozialstaat konstituiert.

Diese Anforderung steht zugleich in einem direkten Zusammenhang mit den sich aus der strukturellen Transformation des Arbeitsmarktes im Lichte des substitutionsbedingten Aufwertungsprozesses ergebenden Herausforderungen. In diesem Kontext wurde erläutert, dass die voranschreitende Automatisierung und der generelle Anstieg der Qualifikationsanforderungen nicht nur dazu führen, dass immer mehr Tätigkeiten rationalisiert werden, sondern auch, dass auf Grund des daraus resultierenden Komplexitätsanstiegs von Berufen neue Aufgaben hinzutreten, was sowohl einen Wandel einzelner Berufe als auch eine grundlegende Transformation der gesamten Berufs- und Arbeitslandschaft zur Folge hat. In der Konsequenz ist mit weitreichenden Verwerfungen und Umwälzungseffekten in Form eines Job Turnovers in Höhe von mehreren Mio. Stellen auf dem deutschen Arbeitsmarkt bis zum Jahr 2030 zu rechnen. Obgleich hohe Fluktuationsraten aus historischer Sicht die Regel in der Entwicklung des Arbeitsmarktes darstellen, ist ferner damit zu rechnen, dass während bestehende Stellen und Berufe insbesondere in Teilen des produzierenden Gewerbes auf Grund der Automatisierung verloren gehen, neue Arbeitsplätze allen voran im Bereich der digitalen IKT, des Bildungswesens sowie der Forschung und Entwicklung und im Dienstleistungssektor als Ganzes entstehen, die sich aber in inhaltlicher und qualifikatorischer Hinsicht erheblich von den wegfallenden unterscheiden werden, weshalb unabhängig von der prognostizierten günstigen Gesamtbeschäftigungsentwicklung durchaus negative branchenspezifische Beschäftigungseffekte resultieren können. Auf Grund des hierbei vorliegenden qualifikatorischen Mismatch würde folglich nicht nur das Risiko technologischer Arbeitslosigkeit für einen Teil der geringqualifizierten sowie der nicht ausreichend höherqualifizierten Erwerbspersonen in der Bundesrepublik zunehmen, auch würden die bereits heute ersichtlichen Fachkräfteengpässe verschärft, wodurch wichtige Wachstumsstimuli der Digitalisierung und Industrie 4.0 gehemmt würden. Für die Vermeidung von Arbeitslosigkeit einerseits und zugleich für das Gelingen der digitalen Transformation und ihrer Wachstumseffekte andererseits bedarf es erstens des Ausbaus der bisherigen Qualifizierungsmaßnahmen insbesondere für geringqualifizierte Arbeitslose, die sowohl auf die Wiederaufnahme eines Beschäftigungsverhältnisses abzielen als auch eine vertikale Bildungsmobilität hin zu einer grundsätzlichen Höherqualifizierung ermöglichen. Zweitens muss die Weiterbildung für Arbeitskräfte über alle Qualifikationsebenen hinweg weiter forciert werden, wobei der Fokus künftig zunehmend nicht nur auf der Aufrechterhaltung der Beschäftigungsfähigkeit, sondern auch auf dem Ausbau individueller Kompetenzen und Entwicklungspotentiale sowie auf der Höherqualifizierung liegen muss. Darüber hinaus scheint es notwendig, gesetzliche

Rahmenbedingungen zu schaffen, um Erwerbstätige aktiv bei der beruflichen Neuorientierung zu unterstützen, noch ehe Arbeitslosigkeit im Kontext von Transformationsprozessen eintritt.

Mit Blick auf die möglichen sozialpolitischen Implikationen im Kontext der Plattformökonomie hat die Auswertung der jüngsten empirischen Studien in diesem Feld schließlich gezeigt, dass das Crowdfunding in seiner gegenwärtigen arbeits- und sozialrechtlichen Ausgestaltung für die in der Bundesrepublik rund 3 Mio. aktiven Plattformarbeiter mit einer Reihe von Nachteilen im Vergleich zu regulären abhängigen Beschäftigten einhergeht. In dieser Hinsicht befinden sich Crowd Worker nicht nur in einer ungleich schlechteren Einkommenssituation auf Grund der dem Geschäftsmodell der Plattformökonomie zugrundeliegenden Wettbewerbsmechanismen, was oftmals zu einem Stundenlohn unterhalb des gesetzlich festgelegten Minimums führt. Auch werden ihnen als Soloselbstständige nicht die vom Gesetzgeber im Falle einer abhängigen Beschäftigung garantierten arbeitstechnischen Schutz- und Mitbestimmungsrechte sowie sozialversicherungsrechtlichen Ansprüche zuteil, obwohl sie in hohem Maße bei der Arbeitsverrichtung auf die Plattformanbieter angewiesen sind, sich faktisch also in einem Abhängigkeitsverhältnis befinden, beinahe sämtliche Kosten der Leistungserbringung sowie das unternehmerische Risiko tragen, häufig keinerlei Einfluss auf die Preisgestaltung ihrer eigenen Dienstleistung ausüben können und sich damit teils sogar höheren sozialen Risiken ausgesetzt sehen als regulär abhängige Beschäftigte. So ist das Crowdfunding gegenwärtig nicht in einen tarifrechtlichen Rahmen eingebunden und Plattformarbeiter sind als Soloselbstständige weder über eine der klassischen Interessenvertretung repräsentiert, noch steht ihnen ein Recht auf betriebliche Mitbestimmung zu. Darüber hinaus haben Crowd Worker keinen gesetzlichen Anspruch auf Urlaub oder Kündigungsschutz und sind nicht über das Arbeitsverhältnis durch sozialversicherungsrechtliche Leistungen vor Krankheit, Unfall, Arbeitslosigkeit, Alter und Pflegebedürftigkeit geschützt, sondern müssen sich selbst versichern, sofern die in vielen Fällen schlechte Einkommenssituation in Kombination mit der volatilen Auftragslage und der nur begrenzten Skalierbarkeit der erzielbaren Einkommen dies überhaupt zulässt. Während rund 50 % der Crowd Worker mindestens die Hälfte ihres Einkommens und fast 26 % ihr Primäreinkommen aus der Plattformarbeit generieren, zeigt sich insbesondere mit Blick auf hauptberufliche Plattformarbeiter, dass etwa ein Drittel von ihnen nicht gegen Krankheit und Arbeitslosigkeit abgesichert ist und rund die Hälfte nicht für das Alter vorsorgt. Es lässt sich folglich konstatieren, dass die gegenwärtige Ausgestaltung der Plattformarbeit in der Bundesrepublik auf Grund der teils unter dem gesetzlichen Mindestlohn liegenden Einkommenssituation, der mangelnden sozialen Absicherungen sowie des Fehlens betrieblicher Mitbestimmungsrechte

und arbeitsrechtlicher Schutzmechanismen in vielerlei Hinsicht als prekär einzustufen ist und damit konkrete sozialpolitische Handlungsbedarfe erzeugt.

Hiervon ausgehend hat die Untersuchung veranschaulichen können, dass die digitale Transformation der Arbeitswelt im Zuge der voranschreitenden Digitalisierung und Implementierung der Industrie 4.0 nicht nur mit weitreichenden Chancen für den bundesdeutschen Sozialstaat einhergeht, sondern zugleich auch ein vielfältiges Spektrum an Herausforderungen und Handlungsbedarfen für die Sozialpolitik begründet. Dabei stehen die von der digitalen Transformation für den Sozialstaat ausgehenden Chancen in einem engen Wirkungszusammenhang mit den sich für ihn aus dem Wandel der Arbeitswelt ergebenden Herausforderungen, die ihrerseits konkrete Anforderungen an die Sozialpolitik im Spannungsgefüge der digitalen Transformation darstellen. Diese Anforderungen sind allerdings keineswegs neu, sondern resultieren unmittelbar aus dem im Grundgesetz sowie dem Sozialgesetzbuch verankerten Anspruch, als demokratisch verfasster, sozialer Bundesstaat auf die Verhinderung materieller Verelendung und dementsprechend auf eine umfassende Abdeckung vor den Wechselfällen des Lebens hinzuwirken, um den Bürgern ihre Teilhabe am Wohlstand und der Demokratie zu ermöglichen. In dieser Hinsicht wird deutlich, dass der Sozialstaat den sich oben beschriebenen, neu formierenden Realitäten einer sich im Kontext der Digitalisierung und Industrie 4.0 zunehmend verändernden Arbeitswelt Rechnung tragen müssen. Konkret bedeutet dies, dass die Sozialpolitik reaktiv den Wandel der Arbeitsformen sowie den sich kontinuierlich modifizierenden Kontext, in dem Arbeit stattfindet, aufgreifen und hierfür konsensfähige Lösungen finden muss. Obgleich ein zentrales Anliegen etwa im Falle der Plattformarbeit auch darin bestehen muss, die verschiedenen Vorteile, die diese neue Arbeitsform für die beteiligten Akteure im Wertschöpfungsprozess mit sich bringt, auszuschöpfen, gilt es dennoch zuvorderst, den sozialpolitischen Anforderungen einer digitalen Arbeitswelt gerecht zu werden. Dementsprechend muss der Sozialstaat die gegenwärtig in der Plattformökonomie herrschenden prekären Zustände beheben, indem die bestehenden gesetzlichen Rahmenbedingungen angepasst und auf jene Plattformarbeiter angewendet werden, die sich nachweislich in einem abhängigen Beschäftigungsverhältnis befinden, zumal das Recht auf betriebliche Mitbestimmung, die Gewährung bestehender arbeits- und sozialrechtlicher Ansprüche und die Setzung von Einkommensstandards, die den Erwerb des Lebensunterhalts anhand der ausgeübten beruflichen Tätigkeit erlauben, bereits heute für reguläre Beschäftigungsverhältnisse Bestand haben. Andererseits muss sich der Sozialstaat der erwartbaren Auswirkungen der digitalen Transformation auf die Arbeitswelt – allen voran in Form des strukturellen Wandels des Arbeitsmarktes, steigender Qualifikationsanforderungen und der künftig erhöhten Nachfrage nach Facharbeitern, Spezialisten und

Experten bei einem gleichzeitigen Wegfall von Arbeitsplätzen für geringqualifizierte Hilfskräfte – auch proaktiv annehmen, um nicht nur die attestierten Wachstumseffekte als ausgewiesene Chancen der Digitalisierung und Industrie 4.0 zu realisieren, sondern auch, um sein sozialpolitisches Gestaltungspotential im Lichte der voranschreitende Alterung der Bevölkerung und des bereits heute ersichtlichen Fachkräftemangels aufrechterhalten zu können. Dabei wird die Arbeitsmarktpolitik als zentrales sozialpolitisches Handlungsfeld immer mehr im Verbund mit bildungspolitischen Maßnahmen und Zielsetzungen aufgefasst werden müssen, die sowohl die Qualität der Erstausbildung adressiert als auch und insbesondere die berufliche Weiterbildung als konsequent zu Ende gedachte kontinuierliche Erwachsenenbildung über alle Qualifikationsniveaus hinweg im Sinne des lebenslangen Lernens forciert, um nicht nur die langfristige Beschäftigungsfähigkeit von Erwerbslosen und Arbeitskräften, sondern auch deren Potential im volkswirtschaftlichen Wertschöpfungsprozess des Digitalzeitalters nachhaltig zu fördern. Diese Investitionen in die Aus- und Weiterbildung sind offenkundig mit einem erheblichen finanziellen Einsatz verbunden, scheinen aber im Kontext der potentiell gegenüberstehenden sozialen und monetären Kosten einer *verschlafenen* digitalen Transformation der Arbeitswelt vertretbar (Vogler-Ludwig et al. 2016: 20) und die einzig valide Option im andauernden Wettlauf zwischen Bildung und technologischem Fortschritt (Tinbergen 1975).

In der Tat lässt sich folglich zwar konstatieren, dass die digitale Transformation der Arbeitswelt sowohl mit Chancen als auch konkreten Herausforderungen für den bundesdeutschen Sozialstaat einhergeht und umfassende Anstrengungen notwendig sein werden, um den ökonomischen Wandel zu meistern und das Rennen zwischen Bildung und technischem Fortschritt zu gewinnen. Gleichzeitig verdeutlicht aber die im Rahmen der Dissertation dargelegte Geschichte des deutschen Wohlfahrtsstaates, dass dieser bereits seit seiner Entstehung auf das engste mit der industriell-technologischen Entwicklung verwoben ist und in vielerlei Hinsicht sowohl als direkte Konsequenz der Industrialisierung als auch als erfolgreiche Lösungsstrategie des damit verbundenen, bis dahin in Deutschland ungesehenen sozioökonomischen und politischen Wandlungsprozesses betrachtet werden kann. In diesem Kontext hat sich der Wohlfahrtsstaat über den gesamten Verlauf des 19., 20. und 21. Jahrhunderts als äußerst resilient erwiesen, hat er doch in seiner bald eineinhalb Jahrhunderte umfassenden Geschichte nicht nur die Industrialisierung begleitet und damit zugleich ein Kaiserreich, eine Diktatur, zwei Weltkriege und zahlreiche Wirtschaftskrisen überlebt, sondern auch die Teilung und Wiedervereinigung Deutschlands erlebt und die Demokratie in der Bundesrepublik nachhaltig belebt. Obgleich die Digitalisierung und Industrie 4.0 ähnlich wie die Industrialisierung des 19. Jahrhunderts mit weitreichenden Verwerfungen für die Arbeitswelt und zugleich einer Bandbreite an

sozialpolitischen Implikationen und Herausforderungen aufwarten, lässt sich doch retrospektiv folgern, dass der Sozialstaat – ganz im Gegensatz zum jungen Kaiserreich während der Industrialisierung – heute bereits existiert, fest verankert mit dem politischen, sozialen und wirtschaftlichen System ist, seine zentralen Instrumente seit langem etabliert und erprobt sind und sich die Sozialpolitik im Zuge des technisch-ökonomischen Fortschritts nicht nur selbst als höchst wandlungsfähig, sondern zugleich auch als eine passende Ergänzung zu demselben erwiesen hat. Hiervon ausgehend und mit Blick auf die Tatsache, dass die digitale Transformation kein gegebenes Naturphänomen darstellt, ist ihre Entwicklung beeinflussbar und damit auch eine „Gestaltungsaufgabe“ (Stettes 2018: 22), derer sich die Wirtschaft, die Gesellschaft und nicht zuletzt die Sozialpolitik annehmen können und müssen (Busemeyer et al. 2022a: 391). Gelingt es dem bundesdeutschen Wohlfahrtsstaat folglich die aus der Digitalisierung und Industrie 4.0 resultierenden sozialpolitischen Anforderungen gemäß seinem verfassungsrechtlich verankerten Anspruch sowie die für die attestierten Wachstumseffekte notwendigen Bedingungen mit Augenmaß zu erfüllen, wird er die Menschenwürde und Gleichberechtigung der Bürger auch im Zuge dieses sozioökonomischen Wandels verwirklichen und deren Teilhabe am Wohlstand und der Demokratie langfristig sicherstellen können.

16 Fazit und Ausblick

Die Dissertation hat sich mit der Frage auseinandergesetzt, welche Anforderungen sich an die bundesdeutsche Sozialpolitik im Spannungsgefüge der digitalen Transformation des 21. Jahrhunderts in Gestalt der Digitalisierung und Industrie 4.0 stellen. Denn obgleich der digitalen Transformation als einer der großen Wandlungsprozesse unserer Gegenwart rege Aufmerksamkeit innerhalb der sozial- und politikwissenschaftlichen Forschung insbesondere mit Blick auf die erwartbaren Auswirkungen auf die Arbeitswelt zuteil wird, hat bisher keine tiefere Auseinandersetzung darüber stattgefunden, in welcher Beziehung der digitale Wandel der Arbeitswelt mit dem bundesdeutschen Wohlfahrtsstaat steht und welche Implikationen hieraus potentiell für die Sozialpolitik resultieren. Gleichzeitig ist eine Thematisierung dessen, was unter der Digitalisierung und Industrie 4.0 als konkrete Ausprägungen dieses Wandels in technischer und ökonomischer Hinsicht zu verstehen ist und wie dieser von der vorausgehenden technologischen Entwicklung abzugrenzen ist, ausgeblieben. In diesem Sinne wird die digitale Transformation in der Regel als ein neuartiges, von der vorausgehenden industriellen Entwicklung weitestgehend losgelöstes Fortschrittsphänomen betrachtet, was nicht zuletzt dazu führt, dass die wissenschaftliche Debatte die synchrone Entwicklung sowie Interkonnektivität der

Wohlfahrtsstaatlichkeit und Industrialisierung im 19. Jahrhundert in diesem Kontext übergeht. Im Gegensatz hierzu fußt die Dissertation auf der Auffassung, dass die Industrialisierung, die Sozialstaatlichkeit sowie die digitale Transformation in einem engen Wirkungszusammenhang miteinander stehen und sich demgemäß aus der Betrachtung der vorangegangenen Entwicklungen wichtige Voraussetzungen zur Erklärung der gegenwärtigen und künftigen Transformationsprozesse ableiten lassen. In diesem Sinne hat die Dissertation eine Analyse der verschiedenen Themenfelder in einem gemeinsamen Kontext verfolgt, um sowohl die benannten Forschungslücken zu schließen als auch eine fundierte Grundlage für eine sachliche Diskussion über die Auswirkungen der digitalen Transformation auf den bundesdeutschen Sozialstaat und die hieraus resultierenden Anforderungen an die Sozialpolitik zu schaffen.

In diesem Rahmen hat die vorliegende Untersuchung nicht nur die Industrialisierung des 19. Jahrhunderts mit Fokus auf ihre ökonomischen, sozialen und politischen Auswirkungen beleuchtet und die damit in Verbindung stehende Genese und Entwicklung des deutschen Wohlfahrtsstaates thematisiert, sondern auch die wesentlichen Grundlagen der Sozialpolitik und die gegenwärtige Konstitution des bundesdeutschen Sozialstaates dargestellt. Des Weiteren wurden die Digitalisierung des 20. Jahrhunderts und das Konzept der Industrie 4.0 sowohl mit Blick auf die ihnen zugrundeliegenden technischen und ökonomischen Charakteristika und Zielsetzungen untersucht als auch ihre grundlegende Bedeutung für den volkswirtschaftlichen Produktions- und Wertschöpfungsprozess erörtert und als ein in der digitalen Transformation des 21. Jahrhunderts aufgehender technisch-ökonomischer Wandlungsprozess mit der Industrialisierung in Bezug gesetzt. Darauf aufbauend konnten die Auswirkungen der digitalen Transformation auf die Arbeitswelt anhand verschiedener Aspekte nachvollzogen werden, die sich allen voran in einer leicht positiven Gesamtbeschäftigungsentwicklung bis zum Jahr 2030, einer umfassenden Rekomposition der deutschen Berufs- und Arbeitsmarktstruktur einschließlich branchenspezifischer Beschäftigungseffekte, in dem substitutionsbedingten Aufwertungsprozess von Berufen und den hierbei steigenden Qualifikationsanforderungen in Form des Upgrading auf Grund der digitalen Informatisierung von Arbeit, sowie in einem – am Beispiel der Plattformarbeit skizzierten – Wandel der Arbeitsformen manifestieren. Es konnte nicht nur bewiesen werden, dass die in verschiedenerlei Hinsicht bereits heute beobachtbare sowie kurz- bis mittelfristig erwartbare digitale Transformation der Arbeit über die bestehende Rückkopplung der Arbeitswelt mit der Sozialpolitik – wie schon die Industrialisierung zuvor – grundsätzlich Auswirkungen auf den bundesdeutschen Wohlfahrtsstaat nach sich zieht, sondern auch in welcher Form diese Effekte für die Sozialpolitik als Chancen und Herausforderungen betrachtet werden können und schließlich welche Anforderungen – ausgehend von dem im Grundgesetz

und dem Sozialgesetzbuch verankerten Anspruch und Auftrag – hieraus für die Sozialpolitik resultieren. So wird der Sozialstaat angesichts des alterungsbedingten Rückgangs der Erwerbsbevölkerung und des erwartbaren Fachkräftemangels für die Realisierung der mit der digitalen Transformation verbundenen Wachstums- und Nachfrageeffekte auf die Wirtschaft und den Arbeitsmarkt sowie mit Blick auf die damit verbundenen positiven Auswirkungen auf das Sozialversicherungssystem und seine finanzielle Tragfähigkeit, d. h. folglich zur Aufrechterhaltung seines sozialpolitischen Gestaltungspielraums insgesamt, grundsätzlich proaktiv dafür Sorge tragen müssen, dass der künftig erhöhten Nachfrage nach qualifizierten Fachkräften, Spezialisten und Experten auch ein entsprechendes Angebot zur Verfügung steht. Diese Anforderung ist zugleich eng verknüpft mit den aus der strukturellen Transformation des Arbeitsmarktes im Zuge steigender Qualifikationsanforderungen resultierenden Implikationen, weshalb die Sozialpolitik im Kontext des Rückgangs von Arbeitsplätzen für Geringqualifizierte bzw. des Zuwachses von Stellen für höher- und hochqualifizierte Arbeitskräfte Bedingungen für eine umfassende und kontinuierliche Requalifizierung der Erwerbsbevölkerung forcieren muss, um nicht nur ihre langfristige Beschäftigungsfähigkeit, sondern auch ihre Potentiale im volkswirtschaftlichen Wertschöpfungsprozess des Digitalzeitalters nachhaltig zu fördern. Schließlich besteht hinsichtlich des am Beispiel der Plattformökonomie veranschaulichten Wandels der Arbeitsformen bereits heute unmittelbarer Handlungsbedarf für die Sozialpolitik, reaktiv die aktuell herrschenden einkommenstechnischen, tarif-, mitbestimmungs- sowie sozial- und arbeitsrechtlichen Missstände für nachweislich abhängige, hauptberufliche Plattformarbeiter durch die Anpassung bzw. Ausweitung bestehender Regelungen zu beheben, um gleichwertige Verhältnisse in einer digitalisierten Arbeitswelt zu schaffen.

Auf Grund der übergeordneten Zielsetzungen und der in diesem Rahmen gewonnenen Ergebnisse stellt die vorliegende Arbeit einen wichtigen Forschungsbeitrag innerhalb der Politikwissenschaften und speziell der Sozialstaatsforschung im deutschen Sprachraum dar, der eine detaillierte, multiperspektivische Darstellung und zugleich überspannende Betrachtung der digitalen Transformation – als einer der großen technischen und vor allem soziökonomischen Wandlungsprozesse des 21. Jahrhunderts – mit der vorausgehenden Industrialisierung sowie dem bundesdeutschen Wohlfahrtsstaat und der Sozialpolitik vornimmt. In dieser Hinsicht erbringt die Dissertation über den gewählten interdisziplinären Forschungsansatz, der sowohl politische als auch historische, technologische sowie betriebs- und volkswirtschaftliche Aspekte diskutiert und in einen gemeinsamen Bezugsrahmen setzt, eine wichtige Syntheseleistung im Hinblick auf die betrachteten Themenfelder und legt die zugrundeliegende Interkonnektivität zwischen der Industrialisierung, der digitalen Transformation und der Sozialpolitik frei. Da

zudem aus politikwissenschaftlicher Sicht bisher weder eine umfassende Einordnung der Digitalisierung und Industrie 4.0 sowie eine detaillierte Beschreibung ihrer technologischen Voraussetzungen und Charakteristika samt ihrer ökonomischen Effekte auf den volkswirtschaftlichen Produktions- und Wertschöpfungsprozess existiert, noch eine tiefergehende Analyse der Wechselwirkungen zwischen der digitalen Transformation und der bundesdeutschen Sozialpolitik erfolgt ist, schließt die vorliegende Dissertation folglich mehrere Forschungslücken. So leistet sie konkret nicht nur einen wichtigen Beitrag für ein besseres Verständnis der digitalen Transformation innerhalb der Sozialstaatsforschung und öffnet dieser damit eine Tür zu der bisher primär technikzentrierten und weitestgehend von der Arbeitssoziologie und den Wirtschaftswissenschaften dominierten Debatte. Auch trägt sie durch die erarbeiteten Grundlagen und die multiperspektivische Darstellung, die bestrebt ist, einen Mittelweg zwischen den bisweilen anzutreffenden Positionen eines übermäßigen Technikpessimismus sowie überzogenen Fortschrittsoptimismus hinsichtlich der potentiellen Herausforderungen und Chancen durch die Digitalisierung und Industrie 4.0 aufzuzeigen, zu einer sachlich-fundierten Diskussion in den Politikwissenschaften über die möglichen sozialpolitischen Auswirkungen des technisch-ökonomischen Wandlungsprozesses bei. Schließlich generiert die Dissertation durch die Analyse der Effekte der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Arbeitswelt sowie der zugrundeliegenden Wechselwirkung mit dem Sozialstaat auch erste wichtige Einsichten zu den hieraus resultierenden Handlungsbedarfen für und Anforderungen an die bundesdeutsche Sozialpolitik im Spannungsgefüge der digitalen Transformation des 21. Jahrhunderts.

Trotz dieser Leistungen unterliegt die Dissertation auch einer Reihe von Einschränkungen, die zugleich aber konkrete Anregungen und fruchtbare Ansatzpunkte für künftige Forschungsvorhaben in dieser Richtung darstellen. So wurden bei der Analyse der möglichen Auswirkungen der digitalen Transformation auf die Sozialpolitik und der damit einhergehenden Anforderungen ausschließlich die Effekte der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Arbeitswelt, nicht aber auf andere mit dem Sozialstaat und der Sozialpolitik in Verbindung stehender Transformationsbereiche – bspw. mögliche Kostenersparnisse in der öffentlichen Verwaltung und dem Gesundheitswesen durch die Digitalisierung oder der Einfluss digitaler IKT und neuer Arbeitsformen auf Krankenstände – überprüft. Auch wurde der Wandel der Arbeitsformen nur exemplarisch anhand der Plattformökonomie betrachtet, wohingegen Trends wie etwa die Ausweitung des Homeoffice und dessen Einfluss auf den Arbeitskontext nicht berücksichtigt wurden. In dieser Hinsicht sind folglich weitere Untersuchungen notwendig, um ein möglichst umfassendes Bild der Einflüsse auf den bundesdeutschen Sozialstaat zu erstellen und weitere Handlungsbedarfe und Anforderungen zu identifizieren. Darüber hinaus ist die Aussagekraft

der erwartbaren Auswirkungen auf die Arbeitswelt in Form der technischen Substitutionspotentiale, der Wachstums- und Nachfrageeffekte sowie in Gestalt der strukturellen Transformation der Berufs- und Arbeitslandschaft begrenzt. Denn obgleich weitestgehend Konsens in den herangezogenen Modellrechnungen hinsichtlich der grundlegenden Tendenzen herrscht, hat sich doch gezeigt, dass die prognostizierten Effekte einer hohen Streuung unterliegen. Zudem basieren die Prognosen naturgemäß auf Annahmen über künftige Entwicklungen und stellen damit lediglich einen Möglichkeitsraum dar. Mit Blick auf die strukturelle Transformation des Arbeitsmarktes ist des Weiteren zwar davon auszugehen, dass es einerseits zu einem Anstieg der Nichttroutinetätigkeiten und einer Zunahme wissensintensiver Berufe kommen wird, künftig mehr höher- und hochqualifizierte als geringqualifizierte Arbeitskräfte nachgefragt werden und Arbeitsplätze allen voran in Teilen des produzierenden Gewerbes verloren gehen, während neue Stellen im Bereich der digitalen IKT, des Bildungswesens sowie der Forschung und Entwicklung und im Dienstleistungssektor entstehen. Unklar ist in der Forschung aber nach wie vor, wie ein künftiges Qualifikationsspektrum zur Aufrechterhaltung der Beschäftigungsfähigkeit werden aussehen müssen und welche konkreten Berufsfelder und Arbeitsplätze künftig einem Wachstum respektive Rückgang unterliegen werden, weshalb weitere Forschungsleistungen notwendig sind, um entsprechend ausgerichtete Requalifizierungsmaßnahmen zu entwickeln. In dieser Hinsicht braucht es sodann auch tiefergehende Untersuchungen hinsichtlich der Frage, wie der Sozialstaat über die Arbeitsmarkt- und Bildungspolitik eine umfassende Höherqualifizierung der vom substitutionsbedingten Aufwertungsprozess betroffenen Erwerbsbevölkerung finanzieren und gestalten kann und wie dies im Wechselspiel zwischen Bund und Ländern einerseits, sowie Staat und Wirtschaft andererseits arrangiert werden kann. In diesem Kontext – und wie am Beispiel der Plattformökonomie ersichtlich – wird sich der Blick auch immer mehr auf die sozialpolitischen Impulse und Regulierungen der EU und die damit einhergehenden Anforderungen an die wohlfahrtsstaatliche Politik der Bundesrepublik richten müssen. Es gilt abschließend hervorzuheben, dass die hier vollzogene Analyse der Auswirkungen auf die Arbeitswelt lediglich bis zum Jahr 2030 reicht und notgedrungen dem technischen Stand der Gegenwart verhaftet bleibt. Bedeutende Fortschritte etwa im Bereich der allgemeinen künstlichen Intelligenz, die dann womöglich in der Lage wäre, auch zunehmend kognitive Nichttroutinetätigkeiten zu übernehmen, könnten einen entscheidenden Einfluss auf die Entwicklung der Arbeitswelt zur Folge haben, weshalb die Forschung nicht nur ein besonderes Augenmerk auf dieses Feld legen sollte, sondern auch den technischen Entwicklungsprozess grundsätzlich permanent evaluieren muss, zumal die digitale Transformation auf Grund ihrer exponentiellen Geschwindigkeit auch kurzfristig weitreichende Veränderungen zu zeitigen im Stande ist.

Literatur- und Quellenverzeichnis

- Abelshauer, Werner (1995): Die deutsche industrielle Revolution. In: Scheidewege der deutschen Geschichte. Von der Reformation bis zur Wende 1517–1989, hg. von Hans-Ulrich Wehler. München: Beck, S. 103–115.
- Abelshauer, Werner (2004): Deutsche Wirtschaftsgeschichte seit 1945. München: Beck.
- ABV (2020): Berufsständische Versorgungswerke. Online verfügbar unter: <https://www.abv.de/berufsstaendische-versorgungswerke.html> [abgerufen am 16.09.2020].
- Acemoglu, Daron/Autor, David (2010): Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings (NBER-Working Paper No. 16082). Online verfügbar unter: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w16082/w16082.pdf [abgerufen am 18.09.2021].
- Acemoglu, Daron/Restrepo, Pascual (2020): Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets. In: *Journal of Political Economy* 128 (6), S. 2188–2244.
- Acomb, Evelyn (1961): The Library of the Institut de France. In: *French Historical Studies* 2 (2), S. 247–253.
- Adema, Willem et al. (2011): Is the European Welfare State Really More Expensive? Indicators on Social Spending, 1980-2012; And a Manual to the OECD Social Expenditure Database (SOCX) (OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 124.). Paris: OECD Publishing.
- Ahrens, Daniela/Gessler, Michael (2018): Von der Humanisierung zur Digitalisierung. Entwicklungsetappen betrieblicher Kompetenzentwicklung. In: Kompetenzentwicklung in analogen und digitalisierten Arbeitswelten. Gestaltung sozialer, organisationaler und technologischer Innovationen, hg. von Daniela Ahrens und Gabriele Molzberger. Berlin: Springer, S. 157–172.
- Ahrens, Daniela/Spöttl, Georg (2018): Industrie 4.0 und Herausforderungen für die Qualifizierung von Fachkräften. In: Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen, hg. von Hartmut Hirsch-Kreinsen et al. 2. Aufl. Baden-Baden: Nomos, S. 175–194.
- Alber, Jens (1987): Vom Armenhaus zum Wohlfahrtsstaat. Analysen zur Entwicklung der Sozialversicherungen in Westeuropa. 2. Aufl. Frankfurt am Main und New York: Campus-Verlag.
- Albrecht, Helmut (1999): Signaltechnik. In: Mensch und Landschaft in der Antike. Lexikon der Historischen Geographie, hg. von Holger Sonnabend. Stuttgart u.a.: Metzler, S. 476–478.
- Allen, Robert (2009): The Industrial Revolution in Miniature. The Spinning Jenny in Britain, France, and India. In: *The Journal of Economic History* 69 (4), S. 901–927.
- Altenried, Moritz (2020): The Platform as Factory. Crowdwork and the Hidden Labour Behind Artificial Intelligence. In: *Capital & Class* 44 (2), S. 145–158.
- Althammer, Jörg/Lampert, Heinz (2014): Lehrbuch der Sozialpolitik. 9. Aufl. Berlin und Heidelberg: Springer Gabler.
- Amaranthe (2014): "Digital World". Von Olof Mörk, Jake E und Elize Ryd. In: Massive Addictive. Spinefarm Records. Online verfügbar unter: <https://genius.com/Amaranthe-digital-world-lyrics> [abgerufen am 09.01.2022].

- Ambrosius, Gerold (2018): Globalisierung. Geschichte der internationalen Wirtschaftsbeziehungen. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Amos, Stan et al. (2002): *Newnes Dictionary of Electronics*. 4. Aufl. Oxford u.a.: Newnes.
- Andelfinger, Volker (2017): Einführung. In: *Industrie 4.0. Wie cyber-physische Systeme die Arbeitswelt verändern*, hg. von Volker Andelfinger und Till Hänisch. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 1–8.
- Anderl, Reiner (2015): *Industrie 4.0 – Technological Approaches, Use Cases, and Implementation*. In: *at – Automatisierungstechnik* 63 (10), S. 753–765.
- Anderl, Reiner et al. (2016): *Effiziente Fabrik 4.0 Darmstadt – Industrie 4.0 Implementierung für die mittelständige Industrie*. In: *Industrie 4.0 grenzenlos*, hg. von Ulrich Sandler. Berlin und Heidelberg: Springer Vieweg, S. 121–136.
- André, Jean-Claude (2019): *Industry 4.0. Paradoxes and Conflicts*. London: Wiley.
- Anke, Jürgen et al. (2018): *Lernen aus Anwendung: Transferorientierte Entwicklung von Methoden für das Smart Service Engineering*. In: *Service Engineering. Von Dienstleistungen zu digitalen Service-Systemen*, hg. von Kyrill Meyer et al. Wiesbaden: Springer Vieweg, S. 91–107.
- Apt, Wenke et al. (2021): *Qualität der Arbeit, Beschäftigung und Beschäftigungsfähigkeit im Wechselspiel von Technologie, Organisation und Qualifikation – Querschnittsanalyse (BMAS Forschungsbericht 522/9)*. Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales.
- Ares, Juan et al. (2018): *Who Discovered the Binary System and Arithmetic? Did Leibniz Plagiarize Caramuel?* In: *Science and Engineering Ethics* 24 (1), S. 173–188.
- Armingeon, Klaus (2019a): *Herausforderungen der Sozialpolitik durch den sozio-ökonomischen Strukturwandel*. In: *Handbuch Sozialpolitik*, hg. von Herbert Obinger und Manfred Schmidt. Wiesbaden: Springer VS, S. 385–408.
- Armingeon, Klaus (2019b): *Inter- und supranationale Herausforderungen der nationalen Sozialpolitik*. In: *Handbuch Sozialpolitik*, hg. von Herbert Obinger und Manfred Schmidt. Wiesbaden: Springer VS, S. 515–536.
- Arntz, Melanie et al. (2016): *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries. A Comparative Analysis (OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 189)*. Online verfügbar unter: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5j1z9h56dvq7-en.pdf?expires=1672311782&id=id&accname=guest&checksum=C20EC10527E287CFE6D667403B779861> [abgerufen am 22.08.2022].
- Arntz, Melanie et al. (2017): *Revisiting the Risk of Automation*. In: *Economic Letters* 159, S. 157–160.
- Arntz, Melanie et al. (2018): *Digitalisierung und die Zukunft der Arbeit: Makroökonomische Auswirkungen auf Beschäftigung, Arbeitslosigkeit und Löhne von morgen*. Mannheim: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung.
- Asaolu, Olumuyiwa (2006): *On the Emergence of New Computer Technologies*. In: *Journal of Educational Technology & Society* 9 (1), S. 335–343.
- Aschoff, Volker (1987): *Geschichte der Nachrichtentechnik. 2. Band: Nachrichtentechnische Entwicklungen in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts*. Berlin u. Heidelberg.

- Aschoff, Volker (1989): Geschichte der Nachrichtentechnik. 1. Band: Beiträge zur Geschichte der Nachrichtentechnik von ihren Anfängen bis zum Ende des 18. Jahrhunderts. 2. Aufl. Berlin und Heidelberg: Springer.
- Autor, David (2015): Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. In: *Journal of Economic Perspectives* 29 (3), S. 3–30.
- Autor, David et al. (2003): The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration. In: *The Quarterly Journal of Economics* 118 (4), S. 1279–1333.
- Autor, David/Dorn, David (2013): The Growth of Low Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market. In: *The American Economic Review* 103 (5), S. 1553–1597.
- Avent, Ryan (2014): The Third Great Wave. In: *The Economist Special Report* (October 4th 2014), S. 1–14.
- Ayres, Robert (1990): Technological Transformations and Long Waves. Part II. In: *Technological Forecasting and Social Change* 37 (2), S. 111–137.
- BA (2019): Der Haushalt der BA 2020: Solide Finanzen in unsicheren Zeiten. Presseinfo Nr. 34 vom 08.11.2019. Online verfügbar unter: <https://www.arbeitsagentur.de/presse/spr-2019-34-der-haushalt-der-ba-2020> [abgerufen am 18.04.2020].
- BA (2020): Sehr starker Anstieg bei Kurzarbeit-Anzeigen. Presseinfo Nr. 14 vom 20.03.2020. Online verfügbar unter: <https://www.arbeitsagentur.de/presse/2020-14-sehr-starker-anstieg-bei-kurzarbeit-anzeigen> [abgerufen am 20.04.2020].
- BA (2021): BA-Haushalt 2022 gut aufgestellt für anstehende Aufgaben. Presseinfo Nr. 38 vom 12.11.2021. Online verfügbar unter: <https://www.arbeitsagentur.de/presse/2021-38-ba-haushalt-2022-gut-aufgestellt-fuer-anstehende-aufgaben> [abgerufen am 31.01.2022].
- BA (2022a): Arbeits- und Fachkräftemangel trotz Arbeitslosigkeit. Online verfügbar unter: https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Statischer-Content/Statistiken/Themen-im-Fokus/Fachkraeftebedarf/Generische-Publikationen/Arbeits-und-Fachkraefte-mangel-trotz-Arbeitslosigkeit.pdf?__blob=publicationFile&v=2 [abgerufen am 16.10.2022].
- BA (2022b): Der Arbeitsmarkt in Deutschland 2021 (Amtliche Nachrichten der Bundesagentur für Arbeit 69. Jahrgang, Sondernummer 2). Nürnberg: Bundesagentur für Arbeit.
- Bäcker, Gerhard et al. (2010a): Sozialpolitik und soziale Lage in Deutschland. Band 1: Grundlagen, Arbeit, Einkommen und Finanzierung. 5. Aufl. Wiesbaden: Springer VS.
- Bäcker, Gerhard et al. (2010b): Sozialpolitik und soziale Lage in Deutschland. Band 2: Gesundheit, Familie, Alter und Soziale Dienste. 5. Aufl. Wiesbaden: Springer VS.
- Backhaus, Klaus et al. (2014): Effizienzmessung industrieller Dienstleistungen mittels Data Envelopment Analysis (ServDEA). In: Produktivität von Dienstleistungen, hg. von Klaus Möller und Wolfgang Schultze. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 53–133.
- Baethge, Catherine et al. (2019): Plattformarbeit in Deutschland. Freie und flexible Arbeit ohne soziale Sicherung. Online verfügbar unter: https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Plattform_07lay.pdf [abgerufen am 20.11.2022].
- Bahle, Thomas (2007): Wege zum Dienstleistungsstaat. Deutschland, Frankreich und Großbritannien im Vergleich. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Bahle, Thomas (2019): Soziale Mindestsicherung. In: Handbuch Sozialpolitik, hg. von Herbert Obinger und Manfred Schmidt. Wiesbaden: Springer VS, S. 761–782.

- Balog, Iosif (2013): The Economic Policy of the Habsburgs in Transylvania in Mid-Nineteenth Century. Significance and Effects of the Introduction of Telegraph. In: *Anuarul Institutului de Istorie «George Barițiu» din Cluj-Napoca* 52, S. 369–379.
- Banks, Michael (2008): *On the Way to the Web. The Secret History of the Internet and its Founders*. Berkeley: Apress.
- Barlen, Vivien/Bogdan, Claudia (2017): Arbeitsmarktpolitik. In: *Sozialpolitik aus politikfeldanalytischer Perspektive. Eine Einführung*, hg. von Renate Reiter. Wiesbaden: Springer VS, S. 173–220.
- Bartholomae, Florian (2018): *Ökonomische Auswirkungen der Digitalisierung auf den internationalen Wettbewerb und die internationale Arbeitsteilung (Volkswirtschaftliche Diskussionsbeiträge, No. 2018,1)*. Neubiberg: Universität der Bundeswehr München.
- Bauer, Friedrich (2007): *Kurze Geschichte der Informatik*. München und Paderborn: Fink.
- Bauer, Wilhelm et al. (2014): *Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland*. Online verfügbar unter: https://www.ipa.fraunhofer.de/content/dam/ipa/de/documents/UeberUns/Leitthemen/Industrie40/Studie_Volkswirtschaftliches_Potenzial.pdf [abgerufen am 22.07.2021].
- Bauernhansl, Thomas (2017): Die Vierte Industrielle Revolution – Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma. In: *Handbuch Industrie 4.0*. 4. Band: Allgemeine Grundlagen, hg. von Birgit Vogel-Heuser et al. 2. Aufl. Berlin und Heidelberg: Springer Vieweg, S. 1–31.
- Baukrowitz, Andrea (2006): Informatisierung und Reorganisation. Zur Rolle der IT jenseits der Automatisierung. In: *Informatisierung der Arbeit - Gesellschaft im Umbruch*, hg. von Andrea Baukrowitz et al. Baden-Baden: Nomos, S. 98–115.
- Becker, Sebastian (2019): *Digitaler Strukturwandel und der Sozialstaat im 21. Jahrhundert*. Online verfügbar unter: https://www.dbresearch.de/PROD/RPS_DE-PROD/PROD0000000000486872/Digitaler_Strukturwandel_und_der_Sozialstaat_im_21.pdf?undefined&reaload=dPvp7e5kMPRqfsuWgDA4CtOUI5r431IbCNP~krDkYG0E1q2yd5yEQ3DtIThclejS [abgerufen am 06.12.2022].
- Bendel, Oliver (2019): *350 Keywords Digitalisierung*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Bender, Andrea/Beller, Sieghard (2013): Mangarevan Invention of Binary Steps for Easier Calculation. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 11 (4), S. 1322–1327.
- Benölken, Heinz/Bröhl, Nils (2018): *Altersvorsorge am Scheideweg. Erfolgreiche Strategien gegen Altersarmut*. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Benz, Thomas (2015): *Ausgabenprojektion, Reformszenarien und Rücklagenbildung der Beamtenversorgung in der Bundesrepublik Deutschland*. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Berger, Stefan/Przyrembel, Alexandra (2016): Moral, Kapitalismus und soziale Bewegungen. Kulturhistorische Annäherungen an einen ‚alten‘ Gegenstand. In: *Historische Anthropologie* 24 (1), S. 88–107.
- Berghahn, Volker (2006): Gebhard. *Handbuch der deutschen Geschichte*. Band 16: 19. Jahrhundert (1806 - 1918). Das Kaiserreich 1871 - 1914. Industriegesellschaft, bürgerliche Kultur und autoritärer Staat. 10. Aufl. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Bergmann, Jürgen (1976): *Ökonomische Voraussetzungen der Revolution von 1848: Zur Krise von 1845 bis 1848 in Deutschland*. In: *Geschichte und Gesellschaft Sonderheft 2* (1976), S. 254–287.

- Bertschek, Irene (2015): Industrie 4.0 – Kein Spiel für Einzelkämpfer. In: *ifo Schnelldienst* 68 (10), S. 3–5.
- Beschorner, Jürgen (2015): Staatsaufsicht über Sozialversicherungsträger. In: *Handbuch Sozialversicherungswissenschaft*, hg. von Laurenz Mülheims et al. Wiesbaden: Springer VS, S. 777–798.
- Betsch, Oskar/Thomas, Peter (2005): *Industrialisierung der Kreditwirtschaft. Informationstechnologie und Managementkonzepte*. Wiesbaden: Gabler.
- Beutelspacher, Albrecht/Zschiegner, Marc-Alexander (2014): *Diskrete Mathematik für Einsteiger. Bachelor und Lehramt*. 5. Aufl. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Beyme, Klaus von (2013): *Sozialismus. Theorien des Sozialismus, Anarchismus und Kommunismus im Zeitalter der Ideologien 1789 – 1945*. Wiesbaden: Springer VS.
- Bezanson, Anna (1922): The Early Use of the Term Industrial Revolution. In: *The Quarterly Journal of Economics* 36 (2), S. 343–349.
- Bischoff, Jürgen (2015): Erschließen der Potenziale der Anwendung von ‚Industrie 4.0‘ im Mittelstand. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). Online verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/erschliessen-der-potenziale-der-anwendung-von-industrie-4-0-im-mittelstand.pdf?__blob=publicationFile%26v%3D5 [abgerufen am 11.06.2021].
- Bitkom (2014): *Potenziale und Einsatz von Big Data. Ergebnisse einer repräsentativen Befragung von Unternehmen in Deutschland*. Online verfügbar unter: <https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/Studienbericht-Big-Data-in-deutschen-Unternehmen.pdf> [abgerufen am 23.05.2021].
- Bitkom (2017): *Künstliche Intelligenz. Wirtschaftliche Bedeutung, gesellschaftliche Herausforderungen, menschliche Verantwortung*. Online verfügbar unter: <https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/171012-KI-Gipfelpapier-online.pdf> [abgerufen am 19.05.2019].
- Bitkom (2020): *Industrie 4.0 – so digital sind Deutschlands Fabriken*. Online verfügbar unter: https://www.bitkom.org/sites/default/files/2020-05/200519_bitkompräsentation_industrie40_2020_final.pdf [abgerufen am 30.07.2021].
- Bitkom (2022): *Der Arbeitsmarkt für IT-Fachkräfte*. Online verfügbar unter: https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-11/Bitkom-Charts%20IT-Fachkr%C3%A4fte%2016%2011%202022_final.pdf [abgerufen am 17.12.2022].
- Black, Eugene (1959): The New Industrial Revolution. In: *The Virginia Quarterly Review* 35 (3), S. 353–367.
- Blanke, Thomas (1994): Die Entdeckung des Arbeitsrechts durch die Gewerkschaften. In: *Arbeit und Recht* 42 (4), S. 113–122.
- Blanqui, Adolphe Jérôme (1837): *Histoire de l'économie politique en Europe. Depuis les anciens jusqu'à nos jours. Suivie d'une bibliographie raisonnée des principaux ouvrages d'économie politique*. 2. Band. 3. Aufl. Paris: Guillaumin.
- Bloching, Björn et al. (2015): *Die digitale Transformation der Industrie. Eine europäische Studie von Roland Berger Strategy Consultants im Auftrag des BDI*. Online verfügbar unter: https://bdi.eu/media/presse/publikationen/information-und-telekommunikation/Digitale_Transformation.pdf [abgerufen am 21.07.2021].

- Blum, Sonja (2017): Familienpolitik. In: Sozialpolitik aus politikfeldanalytischer Perspektive. Eine Einführung, hg. von Renate Reiter. Wiesbaden: Springer VS, S. 297–340.
- Blum, Sonja/Schubert, Klaus (2009): Politikfeldanalyse. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- BMAS (2017a): Arbeit weiter denken. Weissbuch Arbeiten 4.0. Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales.
- BMAS (2017b): Sozialbericht 2017. Bonn: Bundesministerium für Arbeit und Soziales.
- BMAS (2019a): Nationale Weiterbildungsstrategie. Online verfügbar unter: https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/Aus-Weiterbildung/strategiepapier-nationale-weiterbildungsstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=1 [abgerufen am 02.12.2022].
- BMAS (2019b): Sozialbudget 2018. Bonn: Bundesministerium für Arbeit und Soziales.
- BMAS (2020a): Faire Arbeit in der Plattformökonomie – Positionspapier des BMAS. Online verfügbar unter: https://www.denkfabrik-bmas.de/fileadmin/Downloads/Eckpunkte_des_BMAS_Faire_Arbeit_in_der_Plattformoekonomie.pdf [abgerufen am 28.11.2022].
- BMAS (2020b): Referentenentwurf Verordnung über Erleichterungen der Kurzarbeit (Kurzarbeitergeldverordnung – KugV). Online verfügbar unter: https://www.bdsw.de/images/Covid-19/200318_Entwurf_KugV_Kab.pdf [abgerufen am 19.04.2020].
- BMAS (2020c): Sozialbudget 2019. Bonn: Bundesministerium für Arbeit und Soziales.
- BMAS (2020d): Soziale Sicherung im Überblick 2020. Bonn: Bundesministerium für Arbeit und Soziales.
- BMAS (2022): Sozialbudget 2021. Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales.
- BMAS (Hg.) (2016): Werkheft 01. Digitalisierung der Arbeit. Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales.
- BMBF (2007a): Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- BMBF (2007b): Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft. Strategische Kooperation in der Hightech-Strategie für Deutschland. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- BMBF (2013): Zukunftsbild „Industrie 4.0“. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- BMBF (2014): Die neue Hightech-Strategie. Innovationen für Deutschland. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- BMBF (2015): Startschuss zur Gründung der Plattform Industrie 4.0. Pressemitteilung 27/2015 vom 16.03.2015. Online verfügbar unter: <https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/pressemitteilungen/de/startschuss-zur-gruendung-der-plattform-industrie-4-0.html> [abgerufen am 03.03.2021].
- BMBF (2017): Industrie 4.0. Innovationen für die Produktion von morgen. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- BMBF (2020): Industrie 4.0. Innovationen im Zeitalter der Digitalisierung. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- BMF (2021): Monatsbericht des BMF. Dezember 2021. Berlin: Bundesministerium der Finanzen.

- BMI (2020): Beamtenversorgung. Online verfügbar unter: <https://www.bmi.bund.de/DE/themen/oeffentlicher-dienst/beamtinnen-und-beamte/versorgung/versorgung-artikel.html> [abgerufen am 15.09.2020].
- BMWi (2007a): next generation media. Vernetzte Lebens- und Arbeitswelten. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- BMWi (2007b): Zweiter Nationaler IT-Gipfel 2007- Hannoversche Erklärung. Online verfügbar unter: https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/IT-Gipfel/Publikation/2007/it-gipfel-2007-it-gipfel-abschlusserklaerung.pdf?__blob=publicationFile&v=7 [abgerufen am 13.01.2023].
- BMWi (2007c): Zweiter Nationaler IT-Gipfel am 10. Dezember 2007 in Hannover. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- BMWi (2008a): Dritter Nationaler IT-Gipfel. Programm – Personen – Projekte (Darmstadt, 20. November 2008). Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- BMWi (2008b): Innovationspolitik, Informationsgesellschaft, Telekommunikation. Praxisnahe Informationen für Hersteller, Anwender und Dienstleister. Band 1: Intelligente Logistiknetze mit RFID. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- BMWi (2008c): Innovationspolitik, Informationsgesellschaft, Telekommunikation. Praxisnahe Informationen für Hersteller, Anwender und Dienstleister. Band 4: Vernetzte Produktionsanlagen. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- BMWi (2009): Vierter Nationaler IT-Gipfel. Programm – Personen – Projekte (Stuttgart, 8. Dezember 2009). Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- BMWi (2010): Fünfter Nationaler IT-Gipfel. Programm - Personen - Projekte (Dresden, 7. Dezember 2010). Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- BMWi (2011a): Autonomik. Autonome und simulationsbasierte Systeme für den Mittelstand. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- BMWi (2011b): Das Theseus-Forschungsprogramm. Neue Technologien für das Internet der Dienste. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- BMWi (2013a): Autonomik – Autonome und simulationsbasierte Systeme für den Mittelstand. Band 1: Die Projekte. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- BMWi (2013b): Autonomik - Autonome und simulationsbasierte Systeme für den Mittelstand. Band 3: Mensch-Technik-Interaktion. Leitfaden für Hersteller und Anwender. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- BMWi (2015a): Industrie 4.0 und Digitale Wirtschaft. Impulse für Wachstum, Beschäftigung und Innovation. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- BMWi (2015b): Industrie 4.0. Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland. Eine Studie im Rahmen der Begleitforschung zum Technologieprogramm AUTONOMIK für Industrie 4.0. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- BMWi (2017): Ludwigshafener Erklärung. Online verfügbar unter: https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digital-Gipfel/Publikation/2017/ludwigshafener-erklaerung.pdf?__blob=publicationFile&v=8 [abgerufen am 11.01.2023].
- BMWK (2022a): Abgeschlossene Programme und Projekte. Online verfügbar unter: <https://www.digitale-technologien.de/DT/Navigation/DE/ProgrammeProjekte/Abgeschl>

- osseneProgrammeProjekte/abgeschlossene_programme_projekte.html [abgerufen am 16.06.2022].
- BMWK (2022b): Autonomik - Wegbereiter für Industrie 4.0. Online verfügbar unter: <https://www.digitale-technologien.de/DT/Navigation/DE/ProgrammeProjekte/AbgeschlosseneProgrammeProjekte/Autonomik/autonomik.html> [abgerufen am 22.06.2022].
- BMWK (2022c): Industrie 4.0. Online verfügbar unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/industrie-40.html> [abgerufen am 03.03.2022].
- BMWK (2022d): Jahreswirtschaftsbericht 2022. Für eine Sozial-ökologische Marktwirtschaft – Transformation innovativ gestalten. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz.
- BMWK (2022e): NextGenerationMedia. Online verfügbar unter: <https://www.digitale-technologien.de/DT/Navigation/DE/ProgrammeProjekte/AbgeschlosseneProgrammeProjekte/NextGenerationMedia/nextGenerationMedia.html> [abgerufen am 15.06.2022].
- BMWK (2022f): THESEUS. Online verfügbar unter: <https://www.digitale-technologien.de/DT/Navigation/DE/ProgrammeProjekte/AbgeschlosseneProgrammeProjekte/THESEUS/theseus.html> [abgerufen am 15.06.2022].
- Boch, Rudolf (2017): Das „rote Königreich“. Eine etwas andere Geschichte der sächsischen Arbeiterbewegung. In: Arbeiter – Wirtschaftsbürger – Staat. Abhandlungen zur Industriellen Welt, hg. von Frank-Lothar Kroll. Berlin u.a.: De Gruyter Oldenbourg, S. 56–74.
- Boeckh, Jürgen et al. (2017): Sozialpolitik in Deutschland. Eine systematische Einführung. 4. Aufl. Wiesbaden: Springer VS.
- Boes, Andreas et al. (2014): Informatisierung und neue Entwicklungstendenzen von Arbeit. In: *Arbeits- und Industriesoziologische Studien* 7 (1), S. 5–23.
- Boes, Andreas et al. (2016): Digitalisierung und „Wissensarbeit“. Der Informationsraum als Fundament der Arbeitswelt der Zukunft. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte* 66 (18–19/2016), S. 32–39.
- Boes, Andreas/Pfeiffer, Sabine (2006): Informatisierung der Arbeit – Gesellschaft im Umbruch. Eine Einführung. In: Informatisierung der Arbeit - Gesellschaft im Umbruch, hg. von Andrea Baukowitz et al. Baden-Baden: Nomos, S. 19–34.
- Bohlender, Matthias (2010): Soziale (Un)Sicherheit. Zur Genealogie eines Dispositivs moderner Gesellschaften. In: Sicherheit und Risiko. Über den Umgang mit Gefahr im 21. Jahrhundert, hg. von Herfried Münkler et al. Bielefeld: transcript, S. 101–124.
- Bonin, Holger et al. (2015): Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland. Endbericht an das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Kurzexpertise Nr. 57). Mannheim: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung.
- Bonin, Holger/Rinne, Ulf (2017): Omnibusbefragung zur Verbesserung der Datenlage neuer Beschäftigungsformen. Kurzexpertise im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (IZA Research Report No. 80). Online verfügbar unter: https://docs.iza.org/report_pdfs/iza_report_80.pdf [abgerufen am 22.11.2022].
- Bonin, Holger/Rinne, Ulf (2022): Die Zeitenwende erreicht den deutschen Arbeitsmarkt. In: *Wirtschaftsdienst – Zeitschrift für Wirtschaftspolitik* 102 (9), S. 665–668.

- Borchardt, Knut (1972): Die Industrielle Revolution in Deutschland. In: Die Industrielle Revolution in Deutschland. Mit einer Einführung von Carlo M. Cipolla, hg. von Knut Borchardt. München: Piper, S. 22–119.
- Bossert, Martin (2012): Einführung in die Nachrichtentechnik. München: Oldenbourg.
- Botthof, Alfons (2014): Einordnung und Hintergründe. Zukunft der Arbeit im Kontext von Autonomik und Industrie 4.0. In: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, hg. von BMWi. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, S. 4–6.
- Botthof, Alfons (2015): Zukunft der Arbeit im Kontext von Autonomik und Industrie 4.0. In: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, hg. von Alfons Botthof und Ernst Hartmann. Berlin und Heidelberg: Springer Vieweg, S. 3–8.
- Bowles, Jeremy (2014): The Computerisation of European Jobs. Online verfügbar unter: <http://gesd.free.fr/bowles714.pdf> [abgerufen am 16.08.2022].
- Boyes, Hugh et al. (2018): The Industrial Internet of Things (IIoT): An Analysis Framework. In: *Computers in Industry* 101 (2018), S. 1–12.
- Braga, Adriana/Logan, Robert (2019): AI and the Singularity: A Fallacy or a Great Opportunity? In: *Information* 10 (2), S. 1–4.
- Brancati, Maria et al. (2020): New Evidence on Platform Workers in Europe. Results From the Second COLLEEM Survey (JRC Science for Policy Report). Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Brandt, Leo (1957): Die zweite industrielle Revolution. München.
- Brandt, Veronika/Kordel, Kim (2019): Wertschöpfungsnetzwerke im Internet der Dinge. In: Digitale Geschäftsmodelle. 1. Band: Geschäftsmodell-Innovationen, digitale Transformation, digitale Plattformen, Internet der Dinge und Industrie 4.0, hg. von Stefan Meinhardt und Alexander Pflaum. Wiesbaden, S. 139–153.
- Braun, Dietmar/Giraud, Olivier (2014): Politikinstrumente im Kontext von Staat, Markt und Governance. In: Lehrbuch der Politikfeldanalyse, hg. von Klaus Schubert und Nils Bandelow. 3. Aufl. München u.a.: De Gruyter Oldenbourg, S. 179–207.
- Braun, Rudolf et al. (1972): Einleitung. In: Industrielle Revolution. Wirtschaftliche Aspekte, hg. von Rudolf Braun et al. Köln und Berlin: Kiepenheuer & Witsch, S. 9–12.
- Braun, Torsten (2010): Geschichte und Entwicklung des Internets. In: *Informatik-Spektrum* 33 (2), S. 201–207.
- Bräunig, Dietmar (2015): Management von Sozialversicherungsträgern. In: Handbuch Sozialversicherungswissenschaft, hg. von Laurenz Mülheims et al. Wiesbaden: Springer VS, S. 907–919.
- Brenke, Karl (2022): Zu wenig qualifizierte Arbeitskräfte für praktische Tätigkeiten. In: *Wirtschaftsdienst – Zeitschrift für Wirtschaftspolitik* 102 (9), S. 677–679.
- Bringmann, Klaus/Schäfer, Thomas (2002): Augustus und die Begründung des römischen Kaisertums. Berlin: Akademie Verlag.
- Brinkmann, Ulrich et al. (2006): Prekäre Arbeit. Ursachen, Ausmaß, soziale Folgen und subjektive Verarbeitungsformen unsicherer Beschäftigungsverhältnisse. Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Brödner, Peter (2018): Industrie 4.0 und Big Data – wirklich ein neuer Technologieschub? In: Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen

- Herausforderungen, hg. von Hartmut Hirsch-Kreinsen et al. 2. Aufl. Baden-Baden: Nomos, S. 323–346.
- Bromley, Allan (1987): The Evolution of Babbage's Calculating Engines. In: *Annals of the History of Computing* 9 (2), S. 113–136.
- Brühl, Volker (2015): *Wirtschaft des 21. Jahrhunderts. Herausforderungen in der Hightech-Ökonomie*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Brynjolfsson, Erik/McAfee, Andrew (2014): *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York und London: W.W.Norton & Company.
- Brzeski, Carsten/Burk, Inga (2015): Die Roboter kommen. Folgen der Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt (ING DiBa Economic Research). Online verfügbar unter: <https://cache.pressmailing.net/content/446ae1dd-6bc8-4b30-a2f6-af4307be5b35/INGDiBaEconomicResearch-DieRoboterkommen.pdf> [abgerufen am 16.08.2022].
- Buchhaupt, Siegfried (2003): Die Bedeutung der Nachrichtentechnik für die Herausbildung eines Informationskonzeptes der Technik im 20. Jahrhundert. In: *Technikgeschichte* 70 (4), S. 277–298.
- Buhr, Daniel (2015): *Soziale Innovationspolitik für die Industrie 4.0*. Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Buhr, Daniel (2019): "Gemeinsam statt einsam" – Digitalisierung braucht Innovation durch Partizipation. In: *Neue Arbeit – neue Ungleichheiten? Folgen der Digitalisierung*, hg. von Bettina Kohlrausch et al. Weinheim und Basel: Beltz Juventa, S. 195–214.
- Bundesregierung (1970): *Sozialbericht 1970 (Drucksache 643)*. Bonn: Deutscher Bundestag.
- Bundesregierung (1971): *Sozialbericht 1971, Drucksache VI/2155*. Bonn: Deutscher Bundestag.
- Bundesregierung (2013): *Deutschlands Zukunft gestalten. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD. 18. Legislaturperiode*. Online verfügbar unter: <https://archiv.cdu.de/sites/default/files/media/dokumente/koalitionsvertrag.pdf> [abgerufen am 16.02.2021].
- Bundesregierung (2018a): *Ein neuer Aufbruch für Europa. Eine neue Dynamik für Deutschland. Ein neuer Zusammenhalt für unser Land. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD. 19. Legislaturperiode*. Online verfügbar unter: https://archiv.cdu.de/system/tdf/media/dokumente/koalitionsvertrag_2018.pdf?file=1 [abgerufen am 30.04.2020].
- Bundesregierung (2018b): *Entwurf eines Gesetzes zur Stärkung der Chancen für Qualifizierung und für mehr Schutz in der Arbeitslosenversicherung (Qualifizierungschancengesetz)*. Online verfügbar unter: https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/Gesetze/Regierungsentwuerfe/reg-qualifizierungsgesetz.pdf?__blob=publicationFile&v=1 [abgerufen am 19.12.2022].
- Bundesregierung (2020): *Entwurf eines Gesetzes zur Förderung der beruflichen Weiterbildung im Strukturwandel und zur Weiterentwicklung der Ausbildungsförderung*. Online verfügbar unter: https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/Gesetze/Regierungsentwuerfe/reg-arbeit-von-morgen-gesetz.pdf?__blob=publicationFile&v=1 [abgerufen am 19.12.2022].
- Bundesregierung (2021): *Mehr Fortschritt wagen. Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit. Koalitionsvertrag 2021 – 2025 zwischen der Sozialdemokratischen Partei*

Deutschlands (SPD), BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN und den Freien Demokraten (FDP). Online verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/974430/1990812/04221173eef9a6720059cc353d759a2b/2021-12-10-koav2021-data.pdf?download=1> [abgerufen am 08.02.2022].

- Bundestag (2006a): IT-Gipfel der Bundesregierung am 18. Dezember und Programm Informationsgesellschaft Deutschland 2010 (iD2010). Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Grietje Bettin, Ekin Deligöz, Kai Gehring, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 16/3749 – (Drucksache 16/3975 vom 28.12.2006). Berlin: Deutscher Bundestag.
- Bundestag (2006b): Unterrichtung durch die Bundesregierung. Die Hightech-Strategie für Deutschland (Drucksache 16/2577 vom 11.09.2006). Berlin: Deutscher Bundestag.
- Bundestag (2007): Bilanz des IT-Gipfels der Bundesregierung und die Förderung der Informationsgesellschaft. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Grietje Bettin, Kerstin Andreae und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 16/4814 – (Drucksache 16/5066 vom 23.04.2007). Berlin: Deutscher Bundestag.
- Bundestag (2010a): Innovationspolitische Vorhaben der Bundesregierung. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dr. Petra Sitte, Agnes Alpers, Nicole Gohlke, weiterer Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE. – Drucksache 17/329 – (Drucksache 17/438 vom 13.01.2010). Berlin: Deutscher Bundestag.
- Bundestag (2010b): Unterrichtung durch die Bundesregierung. Hightech-Strategie 2020 für Deutschland (Drucksache 17/2691 vom 19.07.2010). Berlin: Deutscher Bundestag.
- Bundestag (2012): Unterrichtung durch die Bundesregierung. Zukunftsprojekte der Hightech-Strategie (Drucksache 17/9261 vom 30.03.2012). Berlin: Deutscher Bundestag.
- Bundestag (2013): Zehnter Zwischenbericht der Enquete-Kommission „Internet und digitale Gesellschaft“. Interoperabilität, Standards, Freie Software (Drucksache 17/12495 vom 11.03.2013). Berlin: Deutscher Bundestag.
- Bundestag (2015): Chancen und Herausforderungen durch die Digitalisierung der Wirtschaft. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dieter Janecek, Kerstin Andreae, Brigitte Pothmer, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 18/4258 – (Drucksache 18/4599 vom 13.04.2015). Berlin: Deutscher Bundestag.
- Bundestag (2020a): Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Arbeit und Soziales (11. Ausschuss) zu dem Gesetzentwurf der Bundesregierung – Drucksache 19/18473 (Drucksache 19/20711 vom 01.07.2020). Berlin: Deutscher Bundestag.
- Bundestag (2020b): Gesetzentwurf der Bundesregierung. Entwurf eines Gesetzes zur Einführung der Grundrente für langjährige Versicherung in der gesetzlichen Rentenversicherung mit unterdurchschnittlichem Einkommen und für weitere Maßnahmen zur Erhöhung der Alterseinkommen (Drucksache 19/18473 vom 08.04.2020). Berlin: Deutscher Bundestag.
- Bundestag (2020c): Stenografischer Bericht 170. Sitzung. Berlin, Donnerstag, den 2. Juli 2020 (Plenarprotokoll 19/170). Berlin, S. 21180–21198.: Deutscher Bundestag.
- Burger, Ansgar et al. (2017): Mögliche Veränderungen von System-Architekturen im Bereich der Produktion. In: Industrie 4.0. Wie cyber-physische Systeme die Arbeitswelt

- verändern, hg. von Volker Andelfinger und Till Hänisch. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 57–68.
- Busemeyer, Marius et al. (2022a): Digitalization and the Future of the Democratic Welfare State. In: *Digitalization and the Welfare State*, hg. von Busemeyer et al. Oxford: Oxford University Press, S. 374–392.
- Busemeyer, Marius et al. (2022b): Digitalization and the Welfare State. In: *Digitalization and the Welfare State*, hg. von Busemeyer et al. Oxford: Oxford University Press, S. 1–20.
- Busemeyer/Marius/Kemmerling, Achim/van Kersbergen, Kees/Marx, Paul (Hg.) (2022c): *Digitalization and the Welfare State*. Oxford: Oxford University Press.
- Bush, Michael (2000): Digital Versatile Disc (DVD). The New Medium for Interactive Video. In: *CALICO Journal* 17 (3), S. 453–474.
- Buslei, Hermann (2017): Erhöhung der Regelaltersgrenze über 67 Jahre hinaus trägt spürbar zur Konsolidierung der Rentenfinanzen und Sicherung der Alterseinkommen bei. In: *DIW Wochenbericht* 2017 (48), S. 1090–1097.
- Butterwegge, Christoph (2018): *Krise und Zukunft des Sozialstaats*. 6. Aufl. Wiesbaden: Springer VS.
- BVA (2018): *Versorgungsrücklage/ -fonds*. Online verfügbar unter: <https://www.bva.bund.de/SharedDocs/Aufgaben/DE/V/versorgungsfonds.html> [abgerufen am 15.09.2020].
- Cameron, Rondo (1982): The Industrial Revolution. A Misnomer. In: *The History Teacher* 15 (3), S. 377–384.
- Cameron, Rondo (1985): A New View of European Industrialization. In: *The Economic History Review* 38 (1), S. 1–23.
- Campbell, Patricia et al. (2010): *An Introduction to Global Studies*. Malden u.a.: Wiley-Blackwell.
- Cannadine, David (1984): The Present and the Past in the English Industrial Revolution 1880–1980. In: *Past & Present* 103 (1984), S. 131–172.
- Cantner, Uwe et al. (2007): *Produktivitäts- und Effizienzanalyse. Der nichtparametrische Ansatz*. Berlin und Heidelberg: Springer.
- Castells, Manuel (2017): *Der Aufstieg der Netzwerkgesellschaft. Band 1: Das Informationszeitalter. Wirtschaft · Gesellschaft · Kultur*. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer VS.
- Chaptal, Jean-Antoine (1819): *De l'industrie Française*. 2. Band. Paris: Renouard.
- Cho, Hyunjung (2011): Expo '70: The Model City of an Information Society. In: *Review of Japanese Culture and Society* 23 (2011), S. 57–71.
- Choi, Charles (2017): Qubit Revolution. In: *ASEE Prism* 26 (5), S. 22–28.
- Christen, Christian (2011): *Politische Ökonomie der Alterssicherung. Kritik der Reformdebatte um Generationengerechtigkeit, Demographie und kapitalgedeckte Finanzierung*. Marburg: Metropolis.
- Christl, Wolfie (2014): *Kommerzielle digitale Überwachung im Alltag. Erfassung, Verknüpfung und Verwertung persönlicher Daten im Zeitalter von Big Data: Internationale Trends, Risiken und Herausforderungen anhand ausgewählter Problemfelder und Beispiele (Studie im Auftrag der Bundesarbeitskammer)*. Online verfügbar

- unter: https://crackedlabs.org/dl/Studie_Digitale_Ueberwachung.pdf [abgerufen am 21.05.2021].
- Cipolla, Carlo (1972): Die Industrielle Revolution in der Weltgeschichte. In: Die Industrielle Revolution in Deutschland. Mit einer Einführung von Carlo M. Cipolla, hg. von Knut Borchardt. München: Piper, S. 7–21.
- Clark, Collin (1940): *The Conditions of Economic Progress*. London: Macmillan.
- Coleman, Donald (1956): Industrial Growth and Industrial Revolutions. In: *Economica, New Series* 89 (23), S. 1–22.
- Comer, Douglas (1983): The Computer Science Research Network CSNET. A History and Status Report. In: *Communications of the ACM* 26 (10), S. 747–753.
- Congressional Research Service (2021): Defense Advanced Research Projects Agency: Overview and Issues for Congress (CRS Report R45088, Version 15 updated August 19, 2021). Washington, D.C. Online verfügbar unter: <https://fas.org/sgp/crs/natsec/R45088.pdf> [abgerufen am 25.01.2021].
- Cook, David et al. (1999): Service Typologies: A State of the Art Survey. In: *Production and Operations Management* 8 (3), S. 318–338.
- Cooksey, Elizabeth (1997): George Boole: The Man Behind "And/Or/Not". In: *Libraries & Culture* 32 (1), S. 81–93.
- Copeland, Jack (2006): The German Tunny Machine. In: *Colossus. The Secrets of Bletchley Park's Codebreaking Computers*, hg. von Jack Copeland. Oxford und New York: Oxford University Press, S. 36–51.
- Cortada, James (2018): Change and Continuity at IBM: Key Themes in Histories of IBM. In: *Business History Review* 92 (1), S. 117–148.
- Cover, Thomas/Thomas, Joy (2006): *Elements of Information Theory*. 2. Aufl. Hoboken: Wiley-Interscience.
- Crawford, Walt (1999): Up to Speed on DVD. In: *American Libraries* 30 (8), S. 71–74.
- Cunningham, W. J. (1957): Automation. In: *American Scientist* 45 (1), S. 74–78.
- Dais, Siegfried (2017): Industrie 4.0 – Anstoß, Vision, Vorgehen. In: *Handbuch Industrie 4.0*. 4. Band: Allgemeine Grundlagen, hg. von Birgit Vogel-Heuser et al. 2. Aufl. Berlin und Heidelberg: Springer Vieweg, 259-268.
- Dallinger, Ursula (2016): *Sozialpolitik im Internationalen Vergleich*. Konstanz und München: UKV Verlagsgesellschaft.
- DARPA (2019): *Creating Technology Breakthroughs and New Capabilities for National Security*. Arlington, Virginia. Online verfügbar unter: <https://www.darpa.mil/attachments/DARPA-2019-framework.pdf> [abgerufen am 25.01.2021].
- Daub, Jürgen (2017): *System, Kommunikation und Dienstleistung. Systemtheoretische Perspektiven zur Dienstleistungsproduktivität*. Wiesbaden: Springer VS.
- Dauth, Wolfgang et al. (2021): The Adjustment of Labor Markets to Robots. In: *Journal of the European Economic Association* 19 (6), S. 3104–3153.
- Davis, Martin/Davis, Virginia (2005): Mistaken Ancestry: The Jacquard and the Computer. In: *Textile: The Journal of Cloth & Culture* 3 (1), S. 76–87.

- Dean, Phyllis (1972): Die Baumwollindustrie. In: Industrielle Revolution. Wirtschaftliche Aspekte, hg. von Rudolf Braun et al. Köln und Berlin: Kiepenheuer & Witsch, S. 343–355.
- Dengler, Katharina et al. (2014): Berufliche Tasks auf dem deutschen Arbeitsmarkt. Eine alternative Messung auf Basis einer Expertendatenbank (FDZ Methodenreport Nr. 12/2014). Nürnberg: Forschungszentrum der Bundesagentur für Arbeit im Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.
- Dengler, Katharina/Matthes, Britta (2015a): Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt. In kaum einem Beruf ist der Mensch vollständig ersetzbar (IAB-Kurzbericht 24/2015). Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.
- Dengler, Katharina/Matthes, Britta (2015b): Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt. Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland (IAB-Forschungsbericht 11/2015). Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.
- Dengler, Katharina/Matthes, Britta (2018): Substituierbarkeitspotenziale von Berufen. Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt (IAB-Kurzbericht 4/2018). Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.
- Dengler, Katharina/Matthes, Britta (2019): Digitalisierung in Deutschland: Substituierbarkeitspotenziale von Berufen und die möglichen Folgen für die Beschäftigung. In: Bildung 2.1 für Arbeit 4.0?, hg. von Rolf Dobischat et al. Wiesbaden: Springer VS, S. 49–62.
- Dengler, Katharina/Matthes, Britta (2021): Folgen des technologischen Wandels für den Arbeitsmarkt. Auch komplexere Tätigkeiten könnten zunehmend automatisiert werden (IAB-Kurzbericht 13/2021). Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.
- Denning, Peter (1989): The Science of Computing. The ARPANET after Twenty Years. In: *American Scientist* 77 (6), S. 530–535.
- Deuse, Jochen et al. (2015): Gestaltung sozio-technischer Arbeitssysteme für Industrie 4.0. In: Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen, hg. von Hartmut Hirsch-Kreinsen. Baden-Baden: Nomos, S. 147–164.
- Deutsche Bundesbank (2022): EZB-Zinssätze. Online verfügbar unter: <https://www.bundesbank.de/resource/blob/607806/ed1133bb2235fef00ea4625ecac7115/mL/s510ttezbzins-data.pdf> [abgerufen am 06.01.2023].
- Deutscher Gewerkschaftsbund (2016): Wir müssen ein digitales Prekariat verhindern. Online verfügbar unter: <https://www.dgb.de/themen/++co++022acff6-84be-11e6-9ce6-525400e5a74a> [abgerufen am 29.11.2022].
- DFKI (2021): Zehn Jahre Industrie 4.0 – Deutschland als Treiber von industrieller KI für die Zukunft der Wertschöpfung. DFKI-Gespräch mit Prof. Dr. Wolfgang Wahlster (DFKI NEWS, Ausgabe 1/2021). Online verfügbar unter: <https://www.dfki.de/web/news/detail/News/10-jahre-industrie-4-0-deutschland-als-treiber-von-industrieller-ki-fuer-die-zukunft-der-wertschoepf/> [abgerufen am 01.07.2021].
- Diebold, Francis (2021): What's The Big Idea? “Big Data” and its Origins. In: *Significance* 18 (1), 36 f.
- Dietz, Berthold et al. (2015): Sozialpolitik kompakt. 3. Aufl. Wiesbaden: Springer VS.

- Dilmegani, Cem (2022a): Artificial Intelligence (AI): In-depth Guide (Published November 6, 2017, Updated December 22, 2022). Online verfügbar unter: <https://research.aimultiple.com/ai/> [abgerufen am 29.05.2022].
- Dilmegani, Cem (2022b): When Will Singularity Happen? 995 Experts' Opinions on AGI (Published August 8, 2017, Updated December 26, 2022). Online verfügbar unter: <https://research.aimultiple.com/artificial-general-intelligence-singularity-timing/> [abgerufen am 29.12.2022].
- DoD (1958): Department of Defense Directive Number 5105.15 (February 7, 1958). Online verfügbar unter: https://www.darpa.mil/ddm_gallery/ARPA-Founding-Directive.JPG [abgerufen am 25.01.2021].
- Dollhausen, Karin (2019): Inhaltliche und strukturelle Anforderungen an eine Weiterbildungslandschaft im Rahmen der digitalen Transformation der Arbeitswelt. Gutachten 3 für die Enquetekommission I „Digitale Transformation der Arbeitswelt in Nordrhein-Westfalen“ (17. Legislaturperiode, Information 17/186 A40). Düsseldorf: Landtag Nordrhein-Westfalen.
- Donaldson, G. H. (1988): Signalling Communications and the Roman Imperial Army. In: *Britannia* 19, S. 349–356.
- Dorn, Florian et al. (2020): Die volkswirtschaftlichen Kosten des Corona-Shutdown für Deutschland: Eine Szenarienrechnung. In: *ifo Schnelldienst Digital* 73 (4), S. 29–35.
- Dörre, Klaus (2018): Digitalisierung – neue Prosperität oder Vertiefung gesellschaftlicher Spannungen? In: Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen, hg. von Hartmut Hirsch-Kreinsen et al. 2. Aufl. Baden-Baden: Nomos, S. 365–381.
- Dostal, Werner (1995): Die Informatisierung der Arbeitswelt - Multimedia, offene Arbeitsformen und Telearbeit. In: *Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung* 28 (4), S. 527–543.
- Draht, Rainer (2014): Industrie 4.0 – eine Einführung. In: *open automation* 03 (2014), S. 2–7.
- DRV (2019): Rentenversicherung in Zeitreihen. Oktober 2019. In: *DRV-Schriften* 22 (2019), S. 1–326.
- DRV (2020a): Betriebliche Altersversorgung. 14. Aufl. Berlin: Deutsche Rentenversicherung Bund.
- DRV (2020b): Unsere Sozialversicherung. 48. Aufl. Berlin: Deutsche Rentenversicherung Bund.
- DRV (2022): Rentenatlas 2022. Die Deutsche Rentenversicherung in Zahlen, Fakten und Trends. Berlin: Deutsche Rentenversicherung Bund.
- Ebert, Christof (2008): A Brief History of Software Technology. In: *Annals of the History of Computing* 25 (6), S. 22–25.
- eco – Verband der Internetwirtschaft (2014): Wirtschaft ohne Orientierung bei Industrie 4.0. Pressemitteilung vom 06.08.2014. Online verfügbar unter: <https://www.presseportal.de/pm/6699/2801345> [abgerufen am 05.03.2021].
- Effenberger, Alexandra et al. (2018): Beschäftigungseffekte der Digitalisierung – Forschungsansätze und Ergebnisse (Diskussionspapier des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Nr. 7). Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

- Effros, Michelle/Poor, Vincent (2017): Claude Shannon: His Work and Its Legacy. In: *Newsletter of the European Mathematical Society* (103), S. 29–34.
- Eichhorst, Werner et al. (2016): Digitalisierung und Arbeitsmarkt: Aktuelle Entwicklungen und sozialpolitische Herausforderungen. In: *Zeitschrift für Sozialreform* 62 (4), S. 383–409.
- Eichhorst, Werner/Linckh, Carolin (2017): Solo-Selbstständigkeit in der Plattformökonomie. In: *WISO direkt* (28), S. 1–4.
- Eigner, Martin (2016): Das Industrial Internet. Engineering Prozesse und IT-Lösungen. In: *Industrie 4.0 grenzenlos*, hg. von Ulrich Sandler. Berlin und Heidelberg: Springer Vieweg, S. 137–168.
- Engels, Friedrich (1848): Die Lage der arbeitenden Klasse in England. Nach eigener Anschauung und authentischen Quellen. 2. Aufl. Leipzig: Verlag von Otto Wigand.
- Esping-Andersen, Gøsta (1990): *The Three Worlds of Welfare Capitalism*. Princeton: Princeton University Press.
- Euchner, Walter (2005): Ideengeschichte des Sozialismus in Deutschland. Teil I. In: *Geschichte der sozialen Ideen in Deutschland. Sozialismus – katholische Soziallehre – protestantische Sozialethik. Ein Handbuch*, hg. von Helga Grebing. 2. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 15–350.
- Eurofound (2014): Drivers of Recent Job Polarisation and Upgrading in Europe. *European Jobs Monitor 2014*. Online verfügbar unter: https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef_publication/field_ef_document/ef1419en.pdf [abgerufen am 30.10.2022].
- Eurofound (2015): Upgrading or Polarisation? Long-term and Global Shifts in the Employment Structure. *European Jobs Monitor 2015*. Online verfügbar unter: https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef_publication/field_ef_document/ef1516en_0.pdf [abgerufen am 30.10.2022].
- Europäische Kommission (2014): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Für ein Wiedererstarken der europäischen Industrie. Brüssel. COM(2014) 14 final. Online verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0014&from=EN> [abgerufen am 24.08.2019].
- Europäischer Rat (2022): EU Rules on Platform Work. Online verfügbar unter: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/platform-work-eu/> [abgerufen am 23.11.2022].
- European Commission (2021): Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on improving Working Conditions in Platform Work (COM2021-762 final). Online verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=24992&langId=en> [abgerufen am 29.11.2022].
- Evans, William (1937): Early Diagnosis And Treatment Of Heart Failure. In: *The British Medical Journal* 1 (3987), S. 1145–1151.
- Evers, Adalbert et al. (2011a): Einführung: Soziale Dienste – Arenen und Impulsgeber sozialen Wandels. In: *Handbuch Soziale Dienste*, hg. von Adalbert Evers et al. Wiesbaden: Springer VS, S. 9–32.
- Evers, Adalbert/Heinze, Rolf/Olk, Thomas (Hg.) (2011b): *Handbuch Soziale Dienste*. Wiesbaden: Springer VS.

- Faber, Oliver (2019): Digitalisierung – ein Megatrend: Treiber & Technologische Grundlagen. In: Management 4.0 – Unternehmensführung im digitalen Zeitalter, hg. von Michael Erner. Berlin: Springer Gabler, S. 3–42.
- Fait, Barbara (1997): Arbeiterfrauen und -familien im System sozialer Sicherheit. Zur geschlechterpolitischen Dimension der “Bismarck'schen Arbeiterversicherung”. In: *Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte* 38 (1), S. 171–205.
- Faulenbach, Bernd (2012): Geschichte der SPD. Von den Anfängen bis zur Gegenwart. München: Beck.
- Fausser, Kevin et al. (2017): Integration 4.0 - Anwendungsintegration im Zeitalter der Cloud. In: Industrie 4.0. Wie cyber-physische Systeme die Arbeitswelt verändern, hg. von Volker Andelfinger und Till Hänisch. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 69–82.
- Felipe, Jesus/Mehta, Aashish (2016): Deindustrialization? A Global Perspective. In: *Economic Letters* 149 (2016), S. 148–151.
- Ferguson, Andrew (2016): The Internet of Things and the Fourth Amendment of Effects. In: *California Law Review* 104 (4), S. 805–880.
- Fernández-Macías, Enrique/Hurley, John (2017): Routine-biased Technical Change and Job Polarization in Europe. In: *Socio-Economic Review* 15 (3), S. 563–585.
- Fischer, Sandra (2015): Die deutsche Sozialversicherung zwischen Beitrags-, Steuer- und privater Finanzierung. In: Handbuch Sozialversicherungswissenschaft, hg. von Laurenz Mülheims et al. Wiesbaden: Springer VS, S. 829–842.
- Fischer, Wolfram (1972): Wirtschaft und Gesellschaft im Zeitalter der Industrialisierung. Aufsätze, Studien, Vorträge. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Fischer, Wolfram (1982): Armut in der Geschichte. Erscheinungsformen und Lösungsversuche der »Sozialen Frage« in Europa seit dem Mittelalter. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Flecha, Ramón et al. (2003): Contemporary Sociological Theory. New York u.a.: Lang.
- Foot, Nelson/Hatt, Paul (1953): Social Mobility and Economic Advancement. In: *The American Economic Review* 43 (2), S. 364–378.
- Forschungsunion (2009): Woher das neue Wachstum kommt. Innovationspolitische Impulse für ein starkes Deutschland in der Welt (Empfehlungen der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft). Berlin: Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft.
- Forschungsunion (2011): Innovationspolitische Impulse für ein starkes Deutschland in der Welt. Die Mitglieder der Forschungsunion: Personen und Zukunftsinitiativen. Berlin: Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft.
- Forschungsunion (2012): Bericht der Promotorengruppe Kommunikation. Im Fokus: Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Handlungsempfehlungen zur Umsetzung. Berlin: Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft.
- Forschungsunion/acatech (2013): Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Online verfügbar unter: <https://www.acatech.de/publikation/umsetzungsempfehlungen-fuer-das-zukunftsprojekt-industrie-4-0-abschlussbericht-des-arbeitskreises-industrie-4-0/download-pdf?lang=de> [abgerufen am 10.01.2022].

- Fraunhofer-Gesellschaft (2009): Woher das neue Wachstum kommt (Presseinformation vom 06. Mai 2009). Online verfügbar unter: <https://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2009/05/Presseinformation06052009.html> [abgerufen am 24.06.2021].
- Frey, Carl/Osborne, Michael (2013): The Future of Employment. How Susceptible are Jobs to Computerisation? Online verfügbar unter: https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf [abgerufen am 30.04.2020].
- Freytag, Nils (2007): Zum Stand der Bismarckforschung. In: Das ›lange‹ 19. Jahrhundert. Alte Fragen und neue Perspektiven, hg. von Nils Freytag und Dominik Petzolf. München: Utz, S. 145–164.
- Friedrich, Otto (1983): The Computer Moves In. In: *Time* 121 (1), S. 14–24.
- Furniss, Norman/Tilton, Timothy (1977): The Case for the Welfare State. From Social Security to Social Equality. Bloomington: Indiana University Press.
- Galbreath, Jeremy (1993): The Optical Disc Roundup. In: *Educational Technology* 33 (12), S. 34–36.
- Gallego, Aina et al. (2022): Neither Left Behind nor Superstar: Ordinary Winners of Digitalization at the Ballot Box 84 (1), S. 418–436.
- Gallego, Aina/Kurer, Thomas (2022): Automation, Digitalization, and Artificial Intelligence in the Workplace: Implications for Political Behavior. In: *Annual Review of Political Science* 25 (1), S. 463–484.
- Gehrke, Winfried et al. (2016): Digitaltechnik. Grundlagen, VHDL, FPGAs, Mikrocontroller. 7. Aufl. Berlin und Heidelberg: Springer Vieweg.
- Geisberger, Eva/Broy, Manfred (2012): agendaCPS. Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems (acatech Studie März 2012). München: Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.
- Geißler, Rainer (2014): Die Sozialstruktur Deutschlands. 7. Aufl. Wiesbaden: Springer VS.
- Gelepithis, Margarita (2022): The Politics of Tax Policy in the Digital Age. In: Digitalization and the Welfare State, hg. von Bussemeyer et al. Oxford: Oxford University Press, S. 355–370.
- Genner, Sarah et al. (2017): IAP Studie 2017. Der Mensch in der Arbeitswelt 4.0. Zürich: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.
- Gerber, Christine/Krzywdzinski, Martin (2017): Schöne neue Arbeitswelt? Durch Crowdfunding werden Aufgaben global verteilt. In: *WZB-Mitteilungen* (155), S. 6–9.
- Gergen, Thomas (2006): Gewerkschaften in der deutschen Rechtsgeschichte. In: *Arbeit und Recht* 54 (9), S. 307–313.
- Gerlinger, Thomas (2015): Selbstverwaltung in der Sozialversicherung – Ein Überblick. In: Handbuch Sozialversicherungswissenschaft, hg. von Laurenz Mülheims et al. Wiesbaden: Springer VS, S. 747–762.
- Gershenfeld, Neil (2012): How to Make Almost Anything: The Digital Fabrication Revolution. In: *Foreign Affairs* 91 (6), S. 43–57.
- Gilchrist, Alasdair (2016): Industry 4.0. The Industrial Internet of Things. New York: Apress.

- Gillhuber, Andrea (2011): Hannover Messe 2011. 13 Messen in 5 Tagen. Online verfügbar unter: <https://www.elektroniknet.de/automation/13-messen-in-5-tagen.76930.html> [abgerufen am 01.03.2021].
- Goda, Kazuo/Kitsuregawa, Masaru (2012): The History of Storage Systems. In: *Annals of the History of Computing* 100 (Special Centennial Issue), S. 1433–1440.
- Goos, Maarten et al. (2007): Lousy and Lovely Jobs: The Rising Polarization of Work in Britain. In: *The Review of Economics and Statistics* 89 (1), S. 118–133.
- Gorecky, Dominic et al. (2017): Mensch-Maschine-Interaktion im Industrie 4.0-Zeitalter. In: Handbuch Industrie 4.0. 4. Band: Allgemeine Grundlagen, hg. von Birgit Vogel-Heuser et al. 2. Aufl. Berlin und Heidelberg: Springer Vieweg, S. 217–234.
- Görtemaker, Manfred (1989): Deutschland im 19. Jahrhundert. Entwicklungslinien. 3. Aufl. Opladen: Leske + Budrich.
- Greef, Samuel/Schroeder, Wolfgang (2017): Plattformökonomie und Crowdfunding. Eine Analyse der Strategien und Positionen zentraler Akteure (BMAS Forschungsbericht, Nr. 500). Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales.
- Greer, Christopher et al. (2019): Cyber-Physical Systems and Internet of Things (National Institute of Standards and Technology, Special Publication 1900-202). Online verfügbar unter: https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=927259 [abgerufen am 20.05.2021].
- Grieser, Christopher (2021): Plattformen als infrastrukturzentrierte Märkte. Eine Integration von Markt- und Infrastrukturperspektiven auf Plattformen, illustriert am Beispiel von Solo-Selbstständigkeit im digitalen Kapitalismus (Beitrag zu Verhandlungen des 40. Kongresses der Deutschen Gesellschaft für Soziologie 2020). Online verfügbar unter: https://publikationen.sozioogie.de/index.php/kongressband_2020/article/view/1309/1578 [abgerufen am 26.11.2022].
- Groh, Dieter (1963): Hundert Jahre Deutsche Arbeiterbewegung? In: *Der Staat* 2 (3), S. 351–366.
- Gross, Jürgen et al. (2006): Business Process Outsourcing. Grundlagen, Methoden, Erfahrungen. Wiesbaden: Gabler.
- Grunow, Dieter (2011): Soziale Dienste als "öffentliches Gut". In: Handbuch Soziale Dienste, hg. von Adalbert Evers et al. Wiesbaden: Springer VS, S. 229–244.
- Guckelberger, Annette (2020): Verwaltung im Zeitalter „4.0“. In: Handbuch Industrie 4.0. Recht, Technik, Gesellschaft, hg. von Walter Frenz. Berlin und Heidelberg: Springer, S. 403–428.
- Günthner, Willibald et al. (2017): Adaptive Logistiksysteme als Wegbereiter der Industrie 4.0. In: Handbuch Industrie 4.0. 4. Band: Allgemeine Grundlagen, hg. von Birgit Vogel-Heuser et al. 2. Aufl. Berlin und Heidelberg: Springer Vieweg, S. 97–123.
- Haerendel, Ulrike (2001): Die Anfänge der gesetzlichen Rentenversicherung in Deutschland. Die Invaliditäts- und Altersversicherung von 1889 im Spannungsfeld von Reichsverwaltung, Bundesrat und Parlament (Speyrer Forschungsberichte 2017). Speyer: Deutsches Forschungsinstitut für öffentliche Verwaltung.
- Hahn, Hans-Werner (1984): Hegemonie und Integration. Voraussetzungen und Folgen der preußischen Führungsrolle im Deutschen Zollverein. In: *Geschichte und Gesellschaft* Sonderheft 10 (1984), S. 45–70.

- Hahn, Hans-Werner (2011): Die industrielle Revolution in Deutschland. 3. Aufl. München: Oldenbourg.
- Hahn, Hans-Werner/Barding, Helmut (2010): Gebhard. Handbuch der deutschen Geschichte. Band 14: 19. Jahrhundert (1806 - 1918). Reformen, Restauration und Revolution 1806 - 1848/49. 10. Aufl. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Hahn, Judith (2016): Anarchisten, Attentäter und Revolutionäre. Zur Psychopathologisierung „politischer Verbrecher“ zwischen 1880 und 1920. In: *Medizinhistorisches Journal* 51 (1), S. 40–71.
- Haigh, Thomas (2009): How Data Got its Base: Information Storage Software in the 1950s and 1960s. In: *Annals of the History of Computing* 31 (4), S. 6–25.
- Hämmerle, Moritz et al. (2018): Wie Digitalisierung und Industrie 4.0 die Arbeit der Zukunft verändern. In: Arbeit 4.0 aktiv gestalten. Die Zukunft der Arbeit zwischen Agilität, People Analytics und Digitalisierung, hg. von Simon Werther und Laura Bruckner. Berlin und Heidelberg: Springer, S. 5–15.
- Hart, Jeffrey et al. (1992): The Building of the Internet. Implications for the Future of Broadband Networks. In: *Telecommunications Policy* 16 (8), S. 666–689.
- Hartmann, Anja (2011): Soziale Dienste: Merkmale, Aufgaben und Entwicklungstrends aus der Perspektive soziologischer Theorien. In: Handbuch Soziale Dienste, hg. von Adalbert Evers et al. Wiesbaden: Springer VS, S. 76–93.
- Hartmann, Heinz (1963): Amerikanische Firmen in Deutschland. Beobachtungen über Kontakte und Kontraste zwischen Industriegesellschaften. Köln und Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Hartwell, Ronald (1965): The Causes of the Industrial Revolution. An Essay in Methodology. In: *The Economic History Review* 18 (1), S. 164–182.
- Haugeland, John (1981): Analog and Analog. In: *Philosophical Topics* 12 (1), S. 213–225.
- Haynes, Ray (1990): Service Typologies: A Transaction Modelling Approach. In: *International Journal of Service Industry Management* 1 (1), S. 15–26.
- Hecker, Dirk et al. (2018): Zukunftsmarkt Künstliche Intelligenz. Potenziale und Anwendungen. Sankt Augustin: Fraunhofer-Allianz Big Data.
- Heide, Lars (1997): Shaping a Technology: American Punched Card Systems 1880–1914. In: *Annals of the History of Computing* 19 (4), S. 28–41.
- Helfgott, Roy (1986): America's Third Industrial Revolution. In: *Challenge* 29 (5), S. 41–46.
- Helmrich, Robert et al. (2016): Digitalisierung der Arbeitslandschaften. Keine Polarisierung der Arbeitswelt, aber beschleunigter Strukturwandel und Arbeitsplatzwechsel (Wissenschaftliche Diskussionspapiere, Heft 200). Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung.
- Henning, Friedrich-Wilhelm (1978): Wirtschafts- und Sozialgeschichte. Band 2: Die Industrialisierung in Deutschland 1800 bis 1914. 4. Aufl. Paderborn: Schöningh.
- Henning, Friedrich-Wilhelm (1996): Handbuch der Wirtschafts- und Sozialgeschichte Deutschlands. Band 2: Deutsche Wirtschafts- und Sozialgeschichte im 19. Jahrhundert. Paderborn: Schöningh.
- Hentz, Manfred/Weber, Marc-André (2018): Industrie 5.0. Ein bionischer Ansatz. In: Smarte Produktion und digitale Vernetzung. Fachtagung Vernetzt planen und produzieren VPP

- 2018 (Wissenschaftliche Schriftenreihe des Instituts für Betriebswissenschaften und Fabrikssysteme, 24), hg. von Ralph Riedel und Angelika Bullinger-Hoffmann. Chemnitz: Technische Universität Chemnitz, S. 245–254.
- Hermann, Mario et al. (2015): Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review (Working Paper No. 01/2015). Dortmund: Technische Universität Dortmund.
- Heßler, Martina (2016): Zur Persistenz der Argumente im Automatisierungsdiskurs. In: *Politik und Zeitgeschichte* 66 (18–19/2016), S. 17–24.
- Hickmann, Helen/Koneberg, Filiz (2022): Die Berufe mit den aktuell größten Fachkräftelücken. In: *IW-Kurzbericht* 2022 (67), S. 1–3.
- Hilbert, Martin/López, Priscila (2011): The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information. In: *Science* 332 (6025), S. 60–65.
- Hirschberg, Alexander (2011): Berufsunfähigkeit, Invalidität, Erwerbsminderung und ähnliche Begriffe. Eine vergleichende Untersuchung mit Vorschlägen für Harmonisierungen. Karlsruhe: Verlag Versicherungswirtschaft.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2015a): Einleitung: Digitalisierung industrieller Arbeit. In: Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen, hg. von Hartmut Hirsch-Kreinsen. Baden-Baden: Nomos, S. 9–30.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2015b): Forschungsfragen und Entwicklungsstrategien. Entwicklungsperspektiven von Produktionsarbeit. In: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, hg. von Alfons Botthof und Ernst Hartmann. Berlin und Heidelberg: Springer Vieweg, S. 89–98.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2016a): Arbeit und Technik bei Industrie 4.0. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte* 66 (18–19/2016), S. 10–17.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2016b): Industrie 4.0 als Technologieversprechen (Sozialologisches Arbeitspapier der Technischen Universität Dortmund Nr. 46 /2016). Dortmund: Technische Universität Dortmund.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2018): Einleitung: Digitalisierung industrieller Arbeit. In: Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen, hg. von Hartmut Hirsch-Kreinsen et al. 2. Aufl. Baden-Baden: Nomos, S. 13–32.
- Hirte, Katrin (2019): Die deutsche Agrarpolitik und Agrarökonomik. Entstehung und Wandel zweier ambivalenter Disziplinen. Wiesbaden: Springer VS.
- Hobsbawm, Eric (1999): Industry and Empire. From 1750 to the Present Day. London: Penguin.
- Hoffmann, Dirk (2020): Grundlagen der Technischen Informatik. 6. Aufl. München: Hanser.
- Hoffmann, Reiner/Suchy, Oliver (2016): Aussichten für die Arbeit der Zukunft (Hans-Böckler-Stiftung, Working Paper Nr. 013). Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Hölscher, Lucian (1982a): Industrie, Gewerbe. II. Wort- und begriffsgeschichtlicher Abriss im Spiegel der Lexika. In: Geschichtliche Grundbegriffe. Historisches Lexikon zur politisch-sozialen Sprache in Deutschland. 3. Band: H — ME, hg. von Otto Brunner et al. Stuttgart: Klett, S. 238–249.
- Hölscher, Lucian (1982b): Industrie, Gewerbe. IX. 'Industrie' als Epochenbegriff; 'Industrialismus' und 'industrielle Revolution'. In: Geschichtliche Grundbegriffe.

- Historisches Lexikon zur politisch-sozialen Sprache in Deutschland. 3. Band: H — ME, hg. von Otto Brunner et al. Stuttgart: Klett, S. 286–304.
- Hompel, Michael ten/Henke, Michael (2017): Logistik 4.0 – Ein Ausblick auf die Planung und das Management der zukünftigen Logistik vor dem Hintergrund der vierten industriellen Revolution. In: Handbuch Industrie 4.0. 4. Band: Allgemeine Grundlagen, hg. von Birgit Vogel-Heuser et al. 2. Aufl. Berlin und Heidelberg: Springer Vieweg, S. 247–257.
- Hood, Christopher (1983): *The Tool of Government*. London und Basingstoke: Macmillan.
- Hooker, J. N. (2015): Projection, Consistency, and George Boole. In: *Constraints* 21 (1), S. 59–76.
- Hoose, Fabian et al. (2022): Zwischen institutioneller Verwilderung und Restrukturierung. Sicherung und industrielle Beziehungen in der Plattformökonomie (IAQ-Report 11). Online verfügbar unter: https://duepublico2.uni-due.de/servlets/MCRFileNodeServlet/duepublico_derivate_00076831/IAQ-Report_2022_11.pdf [abgerufen am 20.11.2022].
- Hoppit, Julian (1990): Counting the Industrial Revolution. In: *The Economic History Review* 43 (2), S. 173–193.
- Hoskin, Michael (1956): Automation. In: *Blackfriars* 439 (37), S. 423–430.
- Howaldt, Jürgen et al. (2018): Zurück in die Zukunft? Ein kritischer Blick auf die Diskussion zur Industrie 4.0. In: Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen, hg. von Hartmut Hirsch-Kreinsen et al. 2. Aufl. Baden-Baden: Nomos, S. 347–364.
- HPI (2006a): Potsdamer Initiative für den IKT-Standort Deutschland. Nationaler IT-Gipfel am Hasso-Plattner-Institut, Potsdam (18.12.2006). Online verfügbar unter: https://hpi.de/fileadmin/user_upload/hpi/dokumente/Potsdamer_Initiative_19.12.06.pdf [abgerufen am 17.06.2021].
- HPI (2006b): Pressemitteilung "Gipfelsplitter" vom 18.12.2006. Online verfügbar unter: https://hpi.de/fileadmin/user_upload/hpi/dokumente/HPI_Gipfelsplitter.pdf [abgerufen am 16.06.2021].
- HPI (2021): 1. Nationaler IT-Gipfel. Online verfügbar unter: <https://hpi.de/veranstaltungen/wissenschaftliche-konferenzen/2006/1-nationaler-it-gipfel.html> [abgerufen am 16.06.2021].
- Hueber, Alfons (1984): Das Vereinsrecht im Deutschland des 19. Jahrhunderts. In: *Historische Zeitschrift, Beihefte, New Series* 9 (1984), S. 115–132.
- Hunecke, Volker (1983): Überlegungen zur Geschichte der Armut im vorindustriellen Europa. In: *Geschichte und Gesellschaft* 9 (4), S. 480–512.
- IAP (2017): IAP Studie 2017. Der Mensch in der Arbeitswelt 4.0, hg. von: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Institut für Angewandte Psychologie. Online verfügbar unter: https://www.zhaw.ch/storage/psychologie/upload/iap/studie/IAP_STUDIE_2017_final.pdf [abgerufen am 29.04.2020].
- IDC (2021): Data Creation and Replication Will Grow at a Faster Rate than Installed Storage Capacity, According to the IDC Global DataSphere and StorageSphere Forecasts. Online verfügbar unter: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS47560321> [abgerufen am 06.07.2021].

- IDG Research (2017): Studie Industrie 4.0. Online verfügbar unter: https://www.lufthansa-industry-solutions.com/fileadmin/user_upload/dokumente/pdf-dokumente-news/lhind-Studie-Industrie40.pdf [abgerufen am 08.03.2021].
- Ifrah, Georges (2000): *The Universal History of Numbers. From Prehistory to the Invention of the Computer*. New York u.a.: John Wiley & Sons.
- Immerfall, Stefan (2018): *Europa - politisches Einigungswerk und gesellschaftliche Entwicklung. Eine Einführung*. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer VS.
- Industrial Internet Consortium (2021): *The Industrial Internet Consortium: A Global Non-For-Profit Partnership of Industry, Government and Academia*. Online verfügbar unter: <https://www.iiconsortium.org/about-us.htm> [abgerufen am 22.04.2021].
- Inmon, William/Linstedt, Daniel (2015): *Data Architecture: A Primer for the Data Scientist. Big Data, Data Warehouse and Data Vault*. Waltham: Morgan Kaufmann Publishers.
- Institut für Arbeit und Qualifikation (2022): *Sozialpolitik aktuell in Deutschland. Arbeitsbedingungen & Arbeitszeit*. Online verfügbar unter: <https://www.sozialpolitik-aktuell.de/arbeitsbedingungen-arbeitszeit.html> [abgerufen am 21.12.2022].
- Ittermann, Peter et al. (2015): *Arbeiten in der Industrie 4.0. Trendbestimmungen und arbeitspolitische Handlungsfelder* (Hans-Böckler-Stiftung, Study Nr. 308). Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Ittermann, Peter/Niehaus, Jonathan (2015): *Industrie 4.0 und Wandel von Industriearbeit. Überblick über Forschungsstand und Trendbestimmungen*. In: *Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen*, hg. von Hartmut Hirsch-Kreinsen. Baden-Baden: Nomos, S. 33–51.
- Ittermann, Peter/Niehaus, Jonathan (2018): *Industrie 4.0 und der Wandel von Industriearbeit – revisited. Forschungsstand und Trendbestimmungen*. In: *Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen*, hg. von Hartmut Hirsch-Kreinsen et al. 2. Aufl. Baden-Baden: Nomos, S. 33–60.
- Jähnichen, Traugott/Friedrich, Norbert (2005): *Geschichte der sozialen Ideen im Protestantismus*. In: *Geschichte der sozialen Ideen in Deutschland. Sozialismus – katholische Soziallehre – protestantische Sozialethik. Ein Handbuch*, hg. von Helga Grebing. 2. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 867–1103.
- James, Ioan (2014): *Obituary: Claude Elwood Shannon 1916–2001*. In: *Bulletin of the London Mathematical Society* 46 (2), 435–330.
- Jaoude, Abdo (2017): *The Paradigm of Complex Probability and Claude Shannon's Information Theory*. In: *Systems Science & Control Engineering* 5 (1), S. 380–425.
- Jasperneite, Jürgen/Niggemann, Oliver (2012): *Systemkomplexität in der Automation beherrschen. Intelligente Assistenzsysteme unterstützen den Menschen*. In: *Atp-Edition* 54 (9), S. 36–45.
- Jetzke, Tobias/Peters, Robert (2019): *Labour Tech. Kommunikation und Organisation von Arbeitnehmerinteressen im Digitalzeitalter*. Online verfügbar unter: <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000133936/120643590> [abgerufen am 25.11.2022].
- Jevons, Stanley (1931): *The Second Industrial Revolution*. In: *The Economic Journal* 41 (161), S. 1–18.
- Jodlbauer, Herbert (2018): *Digitale Transformation der Wertschöpfung*. Stuttgart: Kohlhammer.

- Johannsen, Wolfgang (2016): Information und ihre Bedeutung in der Natur. Das Leben erfindet die Welt. Berlin und Heidelberg: Springer.
- Johns, Adrian (2012): Gutenberg and the Samurai: Or, The Information Revolution is History. In: *Anthropological Quarterly* 85 (3), S. 859–883.
- Jones, Capers (2014): The Technical and Social History of Software Engineering. Upper Saddle River u.a.: Addison Wesley.
- Jungherr, Andreas/Schoen, Harald (2013): Das Internet in Wahlkämpfen. Konzepte, Wirkungen und Kampagnenfunktionen. Wiesbaden: Springer VS.
- Kac, Mark (1975): Some Reflections of a Mathematician on the Nature and the Role of Statistics. In: *Advances in Applied Probability* 7, S. 5–11.
- Kaelble, Hartmut (1997): Der Wandel der Erwerbsstruktur in Europa im 19. und 20. Jahrhundert. In: *Historische Sozialforschung* 22 (2), S. 5–28.
- Kagermann, Henning (2017): Chancen von Industrie 4.0 nutzen. In: Handbuch Industrie 4.0. 4. Band: Allgemeine Grundlagen, hg. von Birgit Vogel-Heuser et al. 2. Aufl. Berlin und Heidelberg: Springer Vieweg, 235-246.
- Kagermann, Henning et al. (2011): Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. In: *VDI Nachrichten* 13 (2011), S. 2.
- Kalkhake, Paulo (2016): Plattformökonomie. In: Werkheft 01. Digitalisierung der Arbeit, hg. von BMAS. Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales, S. 52–57.
- Kärcher, Bernd (2015): Erfahrungen und Herausforderungen in der Industrie. Alternative Wege in die Industrie 4.0 – Möglichkeiten und Grenzen. In: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, hg. von Alfons Botthof und Ernst Hartmann. Berlin und Heidelberg: Springer Vieweg, S. 47–58.
- Katouzian, Homa (1980): Ideology and Method in Economics. New York und London: Macmillan.
- Kaufmann, Franz-Xaver (1991): Wohlfahrtskultur – ein neues Nasobem? In: Kritik und Engagement. Soziologie als Anwendungswissenschaft. Festschrift für Christian von Ferber zum 65. Geburtstag, hg. von Reinhardt Nippert. München: Oldenbourg, S. 19–27.
- Kaufmann, Franz-Xaver (2005): Sozialpolitik und Sozialstaat: Soziologische Analysen. 2. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Keck, Thomas (2015): Die Rolle der Sozialversicherungen in Deutschland. In: Handbuch Sozialversicherungswissenschaft, hg. von Laurenz Mülheims et al. Wiesbaden: Springer VS, S. 5–13.
- Keller, Berndt/Seifert, Hartmut (2018): Atypische Beschäftigungsverhältnisse in der digitalisierten Arbeitswelt. In: *WSI Mitteilungen* 71 (4), S. 279–287.
- Keller, Berndt/Seifert, Hartmut (2020): Soziale Risiken der Digitalisierung – Regulierungsbedarfe der Beschäftigungsverhältnisse. In: *Industrielle Beziehungen* 27 (2), S. 227–249.
- Kellermann, Aharon (1985): The Evolution of Service Economies. A Geographical Perspective. In: *The Professional Geographer* 37 (2), S. 133–143.
- Kemmerling, Achim/Gast Zepeda, Stephanie (2022): Tracing Fears About Digitalization and Automation in Social and Labor Market Policy Debates. In: Digitalization and the Welfare State, hg. von Busemeyer et al. Oxford: Oxford University Press, S. 214–233.

- Kemmerling, Achim/Trampusch, Christine (2022): Digital Power Resources (DPR): The Political Economy of Structural and Infrastructural Business Power in Digital(ized) Capitalism. In: *Socio-Economic Review* online (21 October 2022), S. 1–26.
- Kennesey, Zoltan (1987): The Primary, Secondary, Tertiary and Quaternary Sectors of Economy. In: *The Review of Income and Wealth* 33 (4), S. 359–385.
- Kenzler, W. (1963): Kasuistischer Beitrag zur Psychotherapie der Paroxysmalen Tachykardie. In: *Acta Psychotherapeutica et Psychosomatica* 11 (5), S. 333–342.
- Khurshudov, Andrei (2001): *The Essential Guide to Computer Data Storage. From Floppy to DVD*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Kiesewetter, Hubert (1993): Europas Industrialisierung — Zufall oder Notwendigkeit? In: *Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte* 80 (1), S. 30–62.
- Kiesewetter, Hubert (2004): *Die Industrielle Revolution in Deutschland. Regionen als Wachstumsmotoren*. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Kirchner, Stefan et al. (2020): Digitaler Taylorismus für einige, digitale Selbstbestimmung für die anderen? Ungleichheit der Autonomie in unterschiedlichen Tätigkeitsdomänen (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin). Online verfügbar unter: https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Fokus/Digitalisierung-2.pdf?__blob=publicationFile&v=1 [abgerufen am 20.11.2022].
- Kita, Chigusa (2003): J.C.R. Licklider's Vision for the IPTO. In: *Annals of the History of Computing* 25 (3), S. 62–77.
- Klassen, Kenneth et al. (1998): Efficiency and Productivity Measures for High Contact Services. In: *The Service Industries Journal* 18 (4), S. 1–18.
- Klatt, Sigurd (1959): *Zur Theorie der Industrialisierung. Hypothesen über die Bedingungen, Wirkungen und Grenzen eines vorwiegend durch technischen Fortschritt bestimmten wirtschaftlichen Wachstums*. Köln und Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Klenk, Tanja (2019): Akteure der Sozialpolitik. In: *Handbuch Sozialpolitik*, hg. von Herbert Obinger und Manfred Schmidt. Wiesbaden: Springer VS, S. 77–95.
- Kneuer, Marianne/Milner, Helen (Hg.) (2019): *Political Science and Digitalization – Global Perspectives*. Opladen u.a.: Verlag Barbara Budrich.
- Knieps, Franz (2015): Das Spannungsverhältnis zwischen Sozialversicherungsträgern und politischen Akteuren. In: *Handbuch Sozialversicherungswissenschaft*, hg. von Laurenz Mülheims et al. Wiesbaden: Springer VS, S. 699–715.
- Knill, Christoph/Tosun, Jale (2015): *Einführung in die Politikfeldanalyse*. Opladen und Toronto: Verlag Barbara Budrich.
- Knorre, Susanne (2020): Big Data im öffentlichen Diskurs: Hindernisse und Lösungsangebote für eine Verständigung über den Umgang mit Massendaten. In: *Die Big-Data-Debatte. Chancen und Risiken der digital vernetzten Gesellschaft*, hg. von Susanne Knorre et al. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 1–61.
- Knuth, Matthias (2021): *Transformative Arbeitsmarktpolitik. Herausforderungen der Arbeitsmarktpolitik unter den Bedingungen der „konfluenten Digitalisierung“* (Hans-Böckler-Stiftung, Working Paper Nr. 219). Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Koch, Claus (1995): Sozialstaat und Wohlfahrtsstaat. In: *Leviathan* 23 (1), S. 78–86.

- Koch, Eckart (2017): *Globalisierung: Wirtschaft und Politik. Chancen – Risiken – Antworten*. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Kocka, Jürgen (1986): Traditionsbindung und Klassenbildung. Zum sozialhistorischen Ort der frühen deutschen Arbeiterbewegung. In: *Historische Zeitschrift* 243 (2), S. 333–376.
- Kohl, Herbert (2013): *Deutsches Kaiserreich*. Stuttgart: Reclam.
- Kohl, Jürgen (1999): Wohlfahrtsstaatliche Regimetypen im Vergleich. In: *Deutschland im Wandel. Sozialstrukturelle Analysen*, hg. von Wolfgang Glatzer und Ilona Ostner. Opladen: Leske + Budrich, S. 321–336.
- Kohlmann, Tobias/Schmidt, Holger (2016): *Deutschland 4.0. Wie die digitale Transformation gelingt*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Köllmann, Wolfgang (1959): Industrialisierung, Binnenwanderung und „Soziale Frage“ (Zur Entstehungsgeschichte der deutschen Industriegroßstadt im 19. Jahrhundert). In: *Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte* 46 (1), S. 45–70.
- Köllmann, Wolfgang (1963): Politische und soziale Entwicklung der deutschen Arbeiterschaft 1850-1914. In: *Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte* 50 (4), S. 480–504.
- Komlos, John (1997): Ein Überblick über die Konzeptionen der Industriellen Revolution. In: *Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte* 84 (4).
- Kortuem, Gerd et al. (2010): Smart Objects as Building Blocks for the Internet of Things. In: *IEEE Internet Computing* 14 (1), S. 44–51.
- Kotsioris, Evangelos (2016): Electronic “Ambassador”: The Diplomatic Missions of IBM’s RAMAC 305. In: *International Communities of Invention and Innovation (IFIP Advances in Information and Communication Technology 491)*, hg. von Arthur Tatnall und Christopher Leslie. Cham: Springer, S. 165–180.
- Krause, Joachim (2018): *Globalisierung*. In: *Handbuch Staat*, hg. von Rüdiger Voigt. Wiesbaden: Springer VS, S. 1729–1737.
- Krick, Eva (2013): *Verhandlungen im Konsensverfahren. Varianten kollektiver Entscheidung in Expertengremien*. Wiesbaden: Springer VS.
- Krings, Torben (2022): *Die Transnationalisierung der Arbeitswelt am Beispiel von Erwerbsmobilität in der Europäischen Union*. Wiesbaden: Springer VS.
- KSA (1882): *Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich. Dritter Jahrgang 1882*. Berlin: Puttkammer & Mühlbrecht.
- KSA (1889): *Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich. Zehnter Jahrgang 1889*. Berlin: Puttkammer & Mühlbrecht.
- KSA (1891): *Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich. Zwölfter Jahrgang 1891*. Berlin: Puttkammer & Mühlbrecht.
- KSA (1894): *Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich. Vierzehnter Jahrgang 1893*. Berlin: Puttkammer & Mühlbrecht.
- KSA (1912): *Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich. Dreiunddreißigster Jahrgang 1912*. Berlin: Puttkammer & Mühlbrecht.
- KSA (1915): *Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich. Fünfunddreißigster Jahrgang 1914*. Berlin: Puttkammer & Mühlbrecht.

- Kubach, Uwe (2020): Device Clouds. Cloud-Plattformen schlagen die Brücke zwischen Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge. In: Handbuch Industrie 4.0. 3. Band: Logistik, hg. von Michael ten Hompel et al. 3. Aufl. Berlin: Springer Vieweg, S. 181–303.
- Kübler, Hans-Dieter (2009): Mythos Wissensgesellschaft. Gesellschaftlicher Wandel zwischen Information, Medien und Wissen. Eine Einführung. 2. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Kunath, Martin/Winkler, Herwig (2019): Adaptive Assistenzsysteme zur Entscheidungsunterstützung für die dynamische Auftragsabwicklung des Produktionssystems. Konzeptionelle Überlegungen und Anwendungsszenarien unter Berücksichtigung des Digitalen Zwillings. In: Handbuch Industrie 4.0 und Digitale Transformation. Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen, hg. von Robert Obermaier. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 269–294.
- Kurer, Thomas (2020): The Declining Middle: Occupational Change, Social Status, and the Populist Right. In: *Comparative Political Studies* 53 (10-11), S. 1798–1835.
- Kurer, Thomas/Häusermann, Silja (2022): Automation Risk, Social Policy Preferences, and Political Participation. In: *Digitalization and the Welfare State*, hg. von Busemeyer et al. Oxford: Oxford University Press, S. 139–156.
- Kurer, Thomas/Palier, Bruno (2019): Shrinking and Shouting: The Political Revolt of the Declining Middle in Times of Employment Polarization. In: *Research & Politics* 6 (1), S. 1–6.
- Kurz, Constanze et al. (2019): Neue Bruchlinien in einer sich digitalisierenden Arbeitswelt. In: *Neue Arbeit – neue Ungleichheiten? Folgen der Digitalisierung*, hg. von Bettina Kohlrausch et al. Weinheim und Basel: Beltz Juventa, S. 35–52.
- Kuznets, Simon (1972): Die wirtschaftlichen Vorbedingungen der Industrialisierung. In: *Industrielle Revolution. Wirtschaftliche Aspekte*, hg. von Rudolf Braun et al. Köln und Berlin: Kiepenheuer & Witsch, S. 17–34.
- Laboulais, Isabelle (2008): Serving Science and the State: Mining Science in France, 1794–1810. In: *Minerva* 46 (1), S. 17–36.
- Lande, Daniel (2014): Development of the Binary Number System and the Foundations of Computer Science. In: *The Mathematics Enthusiast* 11 (3), S. 513–540.
- Laney, Douglas (2001): 3-D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity and Variety (META Group Research Note 949, 6 February 2001). Online verfügbar unter: <https://blogs.gartner.com/doug-laney/files/2012/01/ad949-3D-Datamanagement-Control-ling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf> [abgerufen am 27.05.2021].
- Lang, Susanne (2017): Eine kurze Geschichte des Internets. In: *Prokla* 47 (186), S. 7–26.
- Langewiesche, Dieter (1978): Die Anfänge der deutschen Parteien. Partei, Fraktion und Verein in der Revolution von 1848/49. In: *Geschichte und Gesellschaft* 4 (3), S. 324–361.
- Langewiesche, Dieter (1980): Republik, konstitutionelle Monarchie und "soziale Frage". Grundprobleme der deutschen Revolution von 1848/49. In: *Historische Zeitschrift* 230 (3), S. 529–548.
- Last, Jay (1998): Two Communications Revolutions. In: *Proceedings of the IEEE* 86 (1), S. 170–175.
- Leber, Jessica (2012): General Electric Pitches an Industrial Internet. With More Sensors and More Data, GE Wants to Wring Efficiency from Industrial Systems. In: *MIT Technology*

- Review (online) vom 28.11.2012. Online verfügbar unter: <https://www.technologyreview.com/2012/11/28/114725/general-electric-pitches-an-industrial-internet/> [abgerufen am 22.04.2021].
- Lehmann, Joachim (1993): Neue Erfahrungen zur Funktionsfähigkeit von Leibniz' Rechenmaschine. In: *Studia Leibnitiana* 25 (2), S. 174–188.
- Leibfried, Stephan (2015): Social Policy: Left to the Judges and the Markets? In: *Policy-making in the European Union*, hg. von Helen Wallace et al. 7. Aufl. Oxford: Oxford University Press, S. 264–292.
- Leicht-Scholten, Carmen/Bouffier, Anna (2020): Mind the Gap – Industrie 4.0 trifft Gender. In: *Handbuch Industrie 4.0. Recht, Technik, Gesellschaft*, hg. von Walter Frenz. Berlin und Heidelberg: Springer, S. 1239–1259.
- Leighton, David (1970): The Internationalization of American Business. The Third Industrial Revolution. In: *Journal of Marketing* 34 (3), S. 3–6.
- Leimeister, Jan (2012a): Crowdsourcing. In: *Zeitschrift für Controlling und Management* 56 (6), S. 388–392.
- Leimeister, Jan (2012b): *Dienstleistungsengineering und -management*. Berlin und Heidelberg: Springer Gabler.
- Leimeister, Jan et al. (2015): Crowdwork – digitale Wertschöpfung in der Wolke. Grundlagen, Formen und aktueller Forschungsstand. In: *Crowdwork – zurück in die Zukunft? Perspektiven digitaler Arbeit*, hg. von Christiane Brenner. Frankfurt am Main: Bund-Verlag, S. 9–41.
- Leimeister, Jan et al. (2016a): *Crowd Worker in Deutschland. Eine empirische Studie zum Arbeitsumfeld auf externen Crowdsourcing-Plattformen* (Hans-Böckler-Stiftung, Study Nr. 323). Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Leimeister, Jan et al. (2016b): *Systematisierung von Crowdsourcing-Anbietern und Crowd-Work-Projekten* (Hans-Böckler-Stiftung, Study Nr. 324). Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Leiner, Barry et al. (1997): The Past and Future History of the Internet. In: *Communications of the ACM* 40 (2), S. 102–108.
- Lenger, Friedrich (2005): Gebhard. *Handbuch der deutschen Geschichte. Band 15: 19. Jahrhundert (1806-1918). Industrielle Revolution und Nationalstaatsgründung 1849-1870er Jahre*. 10. Aufl. Stuttgart: Klett-Cotta.
- León, Fernando/Bauer, Sebastian (2017): *Praxis der digitalen Signalverarbeitung*. 2. Aufl. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing.
- Lessenich, Stephan (2019): Sozialpolitik als Problemlöser und Problemverursacher. In: *Handbuch Sozialpolitik*, hg. von Herbert Obinger und Manfred Schmidt. Wiesbaden: Springer VS, S. 883–901.
- Li, Ling (2018): China's Manufacturing Locus in 2025: With a Comparison of “Made-in-China 2025” and “Industry 4.0”. In: *Technological Forecasting & Social Change* 135 (2018), S. 66–74.
- Licklider, Joseph (1960): Man-Computer Symbiosis. In: *IRE Transactions on Human Factors in Electronics* 1 (1), S. 4–11.
- Liedtke, Rainer (2012): *Die Industrielle Revolution*. Köln u.a.: Böhlau.

- Liefmann-Keil, Elisabeth (1961): *Ökonomische Theorie der Sozialpolitik*. Berlin u.a.: Springer.
- Linton, David (1992): The Luddites. How Did They Get That Bad Reputation? In: *Labor History* 33 (4), S. 529–537.
- Lohr, Steve (2013): The Origins of ‘Big Data’: An Etymological Detective Story. In: New York Times vom 01.02.2013. Online verfügbar unter: <https://bits.blogs.nytimes.com/2013/02/01/the-origins-of-big-data-an-etymological-detective-story/> [abgerufen am 21.05.2021].
- Loleit, Simone (2004): „The Mere Digital Process of Turning over Leaves“. Zur Wort- und Begriffsgeschichte von „digital“. In: *Analog/Digital – Opposition oder Kontinuum? Zur Theorie und Geschichte einer Unterscheidung*, hg. von Jens Schröter und Alexander Böhnke. Bielefeld: transcript, S. 193–214.
- Lorenz, Philippe (2017): Digitalisierung im deutschen Arbeitsmarkt. Eine Debattenübersicht. Online verfügbar unter: <https://www.stiftung-nv.de/sites/default/files/digitalisierung.arbeitsmarkt.pdf> [abgerufen am 08.01.2023].
- Lubar, Sven (1992): “Do Not Fold, Spindle or Mutilate”: A Cultural History of the Punch Card. In: *Journal of American Culture* 15 (4), S. 43–55.
- Lücking, Stefan (2019): Arbeiten in der Plattformökonomie. Über digitale Tagelöhner, algorithmisches Management und die Folgen für die Arbeitswelt (Hans-Böckler-Stiftung, Forschungsförderung Report Nr. 5). Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Lukasik, Stephen (2011): Why the Arpanet Was Built. In: *Annals of the History of Computing* 33 (3), S. 4–21.
- Lüttenberg, Hedda et al. (2018): Service (Systems) Engineering für die Produktion. In: *Service Engineering. Von Dienstleistungen zu digitalen Service-Systemen*, hg. von Kyrill Meyer et al. Wiesbaden: Springer Vieweg, S. 31–49.
- Mackintosh, Allan (1988): Dr. Atanasoff's Computer. In: *Scientific American* 259 (2), S. 90–96.
- Maeda, Shigemi et al. (1995): Rewritable Digital Video Disc System Using Magneto-optical Disc. In: *IEEE Transactions on Consumer Electronics* 41 (3), S. 510–515.
- Manow, Philip (2019): Wohlfahrtsstaatregime. In: *Handbuch Sozialpolitik*, hg. von Herbert Obinger und Manfred Schmidt. Wiesbaden: Springer VS, S. 297–313.
- Maras, Raymond (1958): Napoleon: Patron of Science. In: *The Historian* 21 (1), S. 46–62.
- Margolin, Victor (2013): The United States in World War II: Scientists, Engineers, Designers. In: *Design Issues* 29 (1), S. 14–29.
- Marquardt, Frederick (1969): Review: Pauperismus in Germany during the Vormärz. Reviewed Work: *Die Eigentumslosen. Der Deutsche Pauperismus und die Emanzipationskrise in Darstellungen und Deutungen der Zeitgenössischen Literatur* by Carl Jantke and Dietrich Hilger. In: *Central European History* 2 (1), S. 77–88.
- Marx, Karl (1867): *Das Kapital. Kritik der politischen Oekonomie*. 1. Band. Buch 1: Der Produktionsprozess des Kapitals. Hamburg: Verlag von Otto Meissner.
- Marx, Karl/Engels, Friedrich (1848): *Manifest der Kommunistischen Partei*. Veröffentlicht im Februar 1848. London: Bildungs-Gesellschaft für Arbeiter.
- Marx, Paul (2022): Social Solidarity in the Age of the Internet. In: *Digitalization and the Welfare State*, hg. von Busemeyer et al. Oxford: Oxford University Press, S. 118–135.

- Mashey, John (1998): Big Data...and the Next Wave of InfraStress. Online verfügbar unter: https://static.usenix.org/event/usenix99/invited_talks/mashey.pdf [abgerufen am 21.05.2021].
- Mathias, Peter (1969): Who Unbound Prometheus? Science and Technical Change 1600–1800. In: *Bulletin of Economic Research* 21 (2), S. 3–16.
- Mattern, Friedemann/Flörkemeier, Christian (2010): Vom Internet der Computer zum Internet der Dinge. In: *Informatik-Spektrum* 33 (2), S. 107–121.
- Matthes, Britta et al. (2019): Digitalisierung der Arbeitswelt. Bisherige Veränderungen und Folgen für Arbeitsmarkt, Ausbildung und Qualifizierung. Beantwortung des Fragenkatalogs zur Anhörung der Enquete-Kommission „Berufliche Bildung in der digitalen Arbeitswelt“ des Deutschen Bundestags am 11. Februar 2019 (IAB-Stellungnahme 11/2019). Online verfügbar unter: <https://doku.iab.de/stellungnahme/2019/sn1119.pdf> [abgerufen am 30.11.2022].
- Mayer-Schönberger, Viktor (2015): Was ist Big Data? Zur Beschleunigung des menschlichen Erkenntnisprozesses. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte* 65 (11-12/2015), S. 14–19.
- McKinsey Global Institute (2017): Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transformations in a Time of Automation. Online verfügbar unter: <https://www.mckinsey.com/~media/BAB489A30B724BECB5DEDC41E9BB9FAC.ashx> [abgerufen am 25.08.2022].
- Megerle, Klaus (1984): Ökonomische Integration und politische Orientierung deutscher Mittel- und Kleinstaaten im Vorfeld der Reichsgründung. In: *Geschichte und Gesellschaft* Sonderheft 10 (1984), S. 102–127.
- Mehring, Franz (1904): Geschichte der Deutschen Sozialdemokratie. 4. Band: Bis zum Erfurter Programm. 2. Aufl. Stuttgart: Dietz.
- Meier, Andreas (2021): Rundgang Big Data Analytics – Hard & Soft Data Mining. In: Big Data Analytics. Grundlagen, Fallbeispiele und Nutzungspotenziale, hg. von Sara D'Onofrio und Andreas Meier. Wiesbaden: Springer Vieweg, S. 3–23.
- Meister, Roland (1997): Das Sozialstaatsprinzip des Grundgesetzes. In: *Blätter für deutsche und internationale Politik* 5 (1997), S. 608–620.
- Mell, Peter/Grance Timothy (2011): The NIST Definition of Cloud Computing (Recommendations of the National Institute of Standards and Technology, Special Publication 800-145). Online verfügbar unter: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf> [abgerufen am 19.05.2021].
- Merrill, Theodore (1923): The Scientific Resources of France. In: *Science, New Series* 57 (1463), S. 38–43.
- Meyer, Georg (1976): Revolutionstheorien heute. Ein kritischer Überblick in historischer Absicht. In: *Geschichte und Gesellschaft* Sonderheft 2 (1976), S. 122–176.
- Meyer, Martin (2017): Signalverarbeitung. Analoge und digitale Signale, Systeme und Filter. 8. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Michels, Jan (2016): Industrial Connectivity und Industrial Analytics, Kernbausteine der Fabrik der Zukunft. In: *Industrie 4.0 grenzenlos*, hg. von Ulrich Sandler. Berlin und Heidelberg: Springer Vieweg, S. 245-270.
- Miebach, Bernhard (2020): Digitale Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft. Wie KI, Social Media und Big Data unsere Lebenswelt verändern. Wiesbaden: Springer.

- Mikfeld, Benjamin (2017): Digitale Transformation und die Arbeitswelt der Zukunft. Diskurse über den Wandel von Wirtschaft, Gesellschaft und Arbeit im digitalen Zeitalter (Diskussionspapier aus der Kommission „Arbeit der Zukunft“). Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Mill, John Stuart (1871): Principles of Political Economy: With Some of Their Applications to Social Philosophy. In Two Volumes. 2nd Volume. 7. Aufl. London: Longmans, Green and Co.
- MIT News (2001): Shannon, Father of Digital Communications, is Dead at 84. Online verfügbar unter: <https://news.mit.edu/2001/obitshannon-0228> [abgerufen am 05.01.2021].
- Mitchell, Brian (1964): The Coming of the Railway and United Kingdom Economic Growth. In: *The Journal of Economic History* 24 (3), S. 315–336.
- Mokyr, Joel (2018): Editor's Introduction: The New Economic History and the Industrial Revolution. In: *The British Industrial Revolution. An Economic Perspective*, hg. von Joel Mokyr. 2. Aufl. New York: Westview Press, S. 1–84.
- Moodie, Gavin (2014): Gutenberg's Effects on Universities. In: *History of Education* 43 (4), S. 450–467.
- Moore, Gordon (1965): Cramming More Components onto Integrated Circuits. In: *Electronics* 38 (8), S. 114–117.
- Mowery, David/Simcoe, Timothy (2002): Is the Internet a US invention?—An Economic and Technological History of Computer Networking. In: *Research Policy* 31 (8), S. 1369–1387.
- Müller, Jürgen (2006): Der Deutsche Bund 1815–1866. München: Oldenbourg.
- Murata, Yasusada (2008): Engel's Law, Petty's Law, and Agglomeration. In: *Journal of Development Economics* 87 (2008), S. 161–177.
- Murphy, Kevin et al. (1989): Industrialization and the Big Push. In: *Journal of Political Economy* 97 (5), S. 1003–1026.
- Musiał-Karg, Magdalena/Luengo, Óscar (Hg.) (2021): Digitalization of Democratic Processes in Europe. Southern and Central Europe in Comparative Perspective. Cham: Springer.
- Mütze-Niewöhner, Susanne/Nitsch, Verena (2020): Arbeitswelt 4.0. In: *Handbuch Industrie 4.0. Recht, Technik, Gesellschaft*, hg. von Walter Frenz. Berlin und Heidelberg: Springer, 1187-1217.
- Nedelkoska, Ljubica/Quintini, Glenda (2018): Automation, Skills Use and Training (OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 202). Online verfügbar unter: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/2e2f4eea-en.pdf?expires=1661180611&id=id&accname=guest&checksum=0E926F82EC99136C2F87DF11FCCA4A89> [abgerufen am 22.08.2022].
- Neugebauer, Wolfgang (1985): Absolutistischer Staat und Schulwirklichkeit in Brandenburg-Preußen. Mit einer Einführung von Otto Büsch. Berlin und New York: De Gruyter.
- Neukirchen, Florian (2016): Von der Kupfersteinzeit zu den Seltenen Erden. Eine kurze Geschichte der Metalle. Berlin und Heidelberg: Springer Spektrum.
- Newman, Max (1955): Alan Mathison Turing 1912-1954. In: *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society* 1, S. 253–263.

- Nickell, Stephen et al. (2008): The Uneven Pace of Deindustrialisation in the OECD. In: *The World Economy* 31 (9), S. 1154–1184.
- Nolte, Ernst (1983): *Marxismus und Industrielle Revolution*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Norberg, Arthur (1990): High-Technology Calculation in the Early 20th Century: Punched Card Machinery in Business and Government. In: *Technology and Culture* 31 (4), S. 753–779.
- Notz, Gisela (2009): Bürgerliche Sozialreform, Arbeiterbewegung und Soziale Arbeit. In: *Soziale Arbeit und Soziale Bewegungen*, hg. von Leonie Wagner. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 73–107.
- Nullmeier, Frank (2019): Begründung des Wohlfahrtsstaates. In: *Handbuch Sozialpolitik*, hg. von Herbert Obinger und Manfred Schmidt. Wiesbaden: Springer VS, S. 57–75.
- Nullmeier, Frank (2022): The Structural Adaptability of Bismarckian Social Insurance Systems in the Digital Age. In: *Digitalization and the Welfare State*, hg. von Busemeyer et al. Oxford: Oxford University Press, S. 290–303.
- Obermaier, Robert (2016): Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe. Strategische und operative Handlungsfelder für Industriebetriebe. In: *Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe. Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen*, hg. von Robert Obermaier. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 3–34.
- Obermaier, Robert (2019): Industrie 4.0 und Digitale Transformation als unternehmerische Gestaltungsaufgabe. In: *Handbuch Industrie 4.0 und Digitale Transformation. Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen*, hg. von Robert Obermaier. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 3–46.
- Obinger, Herbert (2014): Vergleichende Policy-Analyse. Eine Einführung in makro-quantitative und makro-qualitative Methoden. In: *Lehrbuch der Politikfeldanalyse*, hg. von Klaus Schubert und Nils Bandelow. 3. Aufl. München u.a.: De Gruyter Oldenbourg, S. 231–256.
- Obinger, Herbert/Obinger-Gindulis, Edith (2013): Does the Economy Matter? Zur Relevanz funktionalistischer Theorien in der vergleichenden Wohlfahrtsstaatsforschung. In: *Staatstätigkeiten, Parteien und Demokratie. Festschrift für Manfred G. Schmidt*, hg. von Klaus Armingeon. Wiesbaden: Springer VS, S. 287–306.
- OECD (2019): *Society at a Glance 2019*. OECD Social Indicators. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2020): *Social Expenditure (SOCX) Update 2020*. Social Spending Makes up 20% of OECD GDP. Online verfügbar unter: <https://www.oecd.org/els/soc/OECD2020-Social-Expenditure-SOCX-Update.pdf> [abgerufen am 26.01.2022].
- OECD (2022): *Education at a Glance 2021*. OECD Indicators. Online verfügbar unter: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/3197152b-en.pdf?expires=1666967019&id=id&accname=guest&checksum=B3BC01C80FD901D496C88B8DF8C28945> [abgerufen am 28.10.2022].
- Oesch, Daniel/Piccitto, Giorgio (2019): The Polarization Myth: Occupational Upgrading in Germany, Spain, Sweden, and the UK, 1992–2015 46 (4), S. 441–469.
- Offermann, Toni (1987): Die regionale Ausbreitung der frühen deutschen Arbeiterbewegung 1848/49–1860/64. In: *Geschichte und Gesellschaft* 13 (4), S. 419–447.

- Ohme-Reinicke, Annette (2014): Vom Maschinensturm zur Schlichtung? Zur Bedeutung von Technikparadigmen in der Konstitution sozialer Bewegungen. In: *Forschungsjournal Soziale Bewegungen* 27 (4), S. 30–39.
- Olbrich, Josef (2001): Geschichte der Erwachsenenbildung in Deutschland. Opladen: Leske + Budrich.
- O'Neill, Judy (1995): The role of ARPA in the development of the ARPANET, 1961-1972. In: *Annals of the History of Computing* 17 (4), S. 76–81.
- O'Regan, Gerard (2016): Introduction to the History of Computing. A Computing History Primer. Cham: Springer.
- Oriwoh, Edewede/Conrad, Marc (2015): 'Things' in the Internet of Things: Towards a Definition. In: *International Journal of Internet of Things* 4 (1), S. 1–5.
- Ornes, Stephen (2016): The Internet of Things and The Explosion of Interconnectivity. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113 (40), S. 11059–11060.
- Osterhammel, Jürgen/Petersson, Niels (2012): Geschichte der Globalisierung. Dimensionen, Prozesse, Epochen. 5. Aufl. München: Beck.
- Özkiziltan, Didem/Hassel, Anke (2020): Humans versus Machines: An Overview of Research on the Effects of Automation of Work. Hertie School of Governance. Online verfügbar unter: https://www.researchgate.net/profile/Didem-Ozkiziltan/publication/344136735_Humans_versus_Machines_An_Overview_of_Research_on_the_Effects_of_Automation_of_Work/links/60095034a6fdccdb86bd395/Humans-versus-Machines-An-Overview-of-Research-on-the-Effects-of-Automation-of-Work.pdf [abgerufen am 16.08.2022].
- Pack, Jochen et al. (2020): Zukunftsreport demographischer Wandel. Innovationsfähigkeit in einer alternden Gesellschaft. Online verfügbar unter: https://ams-forschungnetzwerk.at/downloadpub/demographischer_wandel_zukunftsreport.pdf [abgerufen am 11.12.2022].
- Pajarinen, Mika et al. (2015): Computerization Threatens One-Third of Finnish and Norwegian Employment. In: *ETLA Muistiot* 34, S. 1–8.
- Pajarinen, Mika/Rouvinen, Petri (2014): Computerization Threatens One Third of Finnish Employment. In: *ETLA Muistiot* 22, S. 1–6.
- Paprotny, Rolf (2021): Von der Heimarbeit ins Homeoffice. Was haben wir aus der Vergangenheit gelernt? (Hans-Böckler-Stiftung, Mitbestimmungsreport Nr. 67). Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Paulus, Stefan (2018): Alle gegen Alle. Der Kampf um Arbeit als Soziale Frage. In: Soziale Arbeit und soziale Frage(n), hg. von Sara-Friederike Blumenthal et al. Opladen u.a.: Verlag Barbara Budrich, S. 53–63.
- Peek, Hans (2010): The Emergence of the Compact Disc. In: *IEEE Communications Magazine* 48 (1), S. 10–17.
- Perbentraut, Philipp/Lütjen, Torben (2010): Eine Welt zu gewinnen. Entstehungskontext, Wirkungsweise und Narrationsstruktur des „Kommunistischen Manifests“. In: Manifeste. Geschichte und Gegenwart des politischen Appells, hg. von Johanna Klatt und Robert Lorenz. Bielefeld: transcript, S. 73–98.
- Perkin, Harold (2002): The Origins of Modern English Society. 2. Aufl. London und New York: Routledge.

- Perry, Dennis et al. (1988): The ARPANET and the DARPA Internet. In: *Library Hi Tech* 6 (2), S. 51–62.
- Petersen, Ivars (1988): Highways for Information. In: *Science News* 133 (25), S. 394–395.
- Petersen, Thieß (2017): Langfristige Wachstumseffekte der voranschreitenden Digitalisierung. In: *Wirtschaftsdienst – Zeitschrift für Wirtschaftspolitik* 97 (3), S. 180–186.
- Petersen, Thieß (2020): *Diginomics verstehen. Ökonomie im Licht der Digitalisierung*. Stuttgart und München: UTB.
- Petty, William (1899): Political Arithmetic (1690). In: *The Economic Writings of Sir William Petty*. Band 1, hg. von Charles Henry Hull. Cambridge: Cambridge University Press, S. 233–313.
- Pfeiffer, Sabine (2017): The Vision of “Industrie 4.0” in the Making—a Case of Future Told, Tamed, and Traded. In: *Nanoethics* 11 (1), S. 107–121.
- Pfeiffer, Sabine/Suphan, Anne (2015): Industrie 4.0 und Erfahrung – das Gestaltungspotenzial der Beschäftigten anerkennen und nutzen. In: *Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen*, hg. von Hartmut Hirsch-Kreinsen. Baden-Baden: Nomos, S. 205–230.
- Pflanze, Otto (1990): *Bismarck and the Development of Germany*. 2. Band: *The Period of Consolidation, 1871–1880*. Princeton: Princeton University Press.
- Pierenkemper, Toni (1996): *Umstrittene Revolutionen. Die Industrialisierung im 19. Jahrhundert*. Frankfurt am Main: Fischer.
- Pierenkemper, Toni (2009): *Wirtschaftsgeschichte. Die Entstehung der modernen Volkswirtschaft*. Berlin: Akademie Verlag.
- Pimpertz, Jochen (2021): Höhere Regelaltersgrenze: 68 reicht nicht. In: *IW-Kurzbericht* 2021 (34), S. 1–3.
- Pistorius, Johannes (2020): *Industrie 4.0 – Schlüsseltechnologien für die Produktion. Grundlagen • Potenziale • Anwendungen*. Berlin und Heidelberg: Springer Vieweg.
- Plate, Jürgen (1997): *Internet glasklar. Einführung von Studenten*. München und Wien: Oldenbourg.
- Plattform Industrie 4.0 (2015a): *Memorandum der Plattform Industrie 4.0*. Online verfügbar unter: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/memorandum-plattform-industrie-4-0.pdf?__blob=publicationFile&v=15 [abgerufen am 30.10.2021].
- Plattform Industrie 4.0 (2015b): *Umsetzungsstrategie Industrie 4.0. Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0*. Online verfügbar unter: <https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/150410-Umsetzungsstrategie-0.pdf> [abgerufen am 01.03.2021].
- Plattform Industrie 4.0 (2020): *Fortschrittsbericht 2020. Industrie 4.0 gestalten. Souverän. Interoperabel. Nachhaltig*. Online verfügbar unter: https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/2020-fortschrittsbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=10 [abgerufen am 29.10.2021].
- Plattform Industrie 4.0 (2021a): *Hintergrund zur Plattform Industrie 4.0. Ziel, Struktur und Geschichte der Plattform*. Online verfügbar unter: <https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Plattform/Hintergrund/hintergrund.html> [abgerufen am 03.03.2021].

- Plattform Industrie 4.0 (2021b): Was ist Industrie 4.0? Online verfügbar unter: <https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-ist-industrie-40.html> [abgerufen am 30.03.2021].
- Pohl, Hans-Joachim (1970): Kritik der Drei-Sektoren-Theorie. In: *Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung* 3 (1970), S. 313–325.
- Porter, Michael/Heppelmann, James (2014): How Smart, Connected Products are Transforming Competition. In: *Harvard Business Review* 92 (11), S. 64–88.
- Pötzsch, Horst (2009): Die Deutsche Demokratie. 5. Aufl. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung.
- Powell, Sarah/Ghauri, Pervez (2011): Globalisierung. Chancen. Beziehungen. Technologie. Ethik. Strategien. Aus dem Englischen von Dr. Matthias Reiss. Offenbach: GABAL-Verlag.
- Prabhu, Balaji/S, Arpitha (2014): Study on Causes and Issues of Big-Data. In: *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology* 3 (2), S. 626–629.
- Preuß, Ulrich (1975): Bildung und Bürokratie. Sozialhistorische Bedingungen in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. In: *Der Staat* 14 (3), S. 371–396.
- Pritchard, Sara/Zeller, Thomas (2010): The Nature of Industrialization. In: *The Illusory Boundary. Environment and Technology in History*, hg. von Martin Reuss und Stephen Cutcliffe. Charlottesville und London: University of Virginia Press, S. 69–100.
- Promberger, Markus/Zapfel, Stefan (2011): Der Wandel des Wohlfahrtsstaates. In: *IAB-Forum* 1 (2011), S. 88–95.
- Proudfoot, Diane/Copeland, Jack (2019): Turing and The First Electronic Brains. What the Papers Said. In: *The Routledge Handbook of The Computational Mind*, hg. von Mark Sprevak und Matteo Colombo. London und New York: Routledge, S. 23–37.
- Pürling, Meike (2016): Die soziale Absicherung von Crowdworkern. Eine Untersuchung des Absicherungsstatus und -verhaltens von internetbasierten, selbständigen Erwerbstätigen. In: *Zeitschrift für Sozialreform* 62 (4), S. 411–442.
- Quarterman, John/Hoskins, Josiah (1986): Notable Computer Networks. In: *Communications of the ACM* 29 (10), S. 932–971.
- Rae, John (1961): Science and Engineering in the History of Aviation. In: *Technology and Culture* 2 (4), S. 391–399.
- Ray, Partha (2018): An Introduction to Dew Computing. Definition, Concept and Implications. In: *IEEE Access* 6 (2018), S. 723–737.
- Redlich, Tobias et al. (2017): Digitale Produktion: Bottom-up-Ökonomie. In: *Digitalzeitalter – Digitalgesellschaft. Das Ende des Industriezeitalters und der Beginn einer neuen Epoche*, hg. von Oliver Stengel et al. Wiesbaden: Springer VS, S. 143–167.
- Reichsgesetzblatt (1878): Gesetz gegen die gemeingefährlichen Bestrebungen der Sozialdemokratie. Vom 21. Oktober 1878, Nr. 34, in: Reichsgesetzblatt 1878. Enthält die Gesetze, Verordnungen vom 14. Januar bis 16. Dezember 1878, nebst einem Verträge vom Jahre 1877. Nr. 1 bis einschl. Nr. 37. Berlin: Reichskanzler-Amt, S. 351–358.
- Reichsgesetzblatt (1919): Die Verfassung des Deutschen Reichs vom 11. August 1919, Nr. 152, in: Reichsgesetzblatt, Jahrgang 1919. Berlin: Reichsministerium des Innern, S. 1383–1418.

- Reichstag (1878a): 17. Sitzung am Sonnabend, den 19. Oktober 1878, in: Stenografische Berichte über die Verhandlungen des Deutschen Reichstags. 4. Legislaturperiode. I. Session 1878. 1. Band. Berlin: Verlag der Buchdruckerei der Norddeutschen Allgemeinen Zeitung, S. 387–390.
- Reichstag (1878b): 55. Sitzung am Freitag, den 24. Mai 1878, in: Stenografische Berichte über die Verhandlungen des Deutschen Reichstags. 3. Legislaturperiode. II. Session 1878. 2. Band. Berlin: Verlag der Buchdruckerei der Norddeutschen Allgemeinen Zeitung, S. 1525–1554.
- Reichstag (1881): 28. Sitzung am Sonnabend den 2. April 1881, in: Stenographische Berichte über die Verhandlungen des Reichstags, 4. Legislaturperiode. IV. Session 1881. 1. Band. Berlin: Verlag der Buchdruckerei der Norddeutschen Allgemeinen Zeitung, S. 699–731.
- Reichstag (1882): Eröffnungssitzung im Weißen Saale des königlichen Schlosses zu Berlin am Donnerstag den 17. November 1881, in: Stenographische Berichte über die Verhandlungen des Reichstags, 5. Legislaturperiode. I. Session 1881/82. 1. Band. Berlin: Verlag der Buchdruckerei der Norddeutschen Allgemeinen Zeitung, S. 1–3.
- Reichstag (1884a): 3. Sitzung am Mittwoch den 26. November 1884, in: Stenographische Berichte über die Verhandlungen des Reichstags. 6. Legislaturperiode. I. Session 1884/85. 1. Band. Berlin: Verlag der Buchdruckerei der Norddeutschen Allgemeinen Zeitung, S. 15–45.
- Reichstag (1884b): 6. Sitzung am Sonnabend den 15. März 1884, in: Stenografische Berichte über die Verhandlungen des Reichstages. 5. Legislaturperiode. IV. Session 1884. 1. Band. Berlin: Verlag der Buchdruckerei der Norddeutschen Allgemeinen Zeitung, S. 71–99.
- Reichstag (1890): 56. Sitzung am Sonnabend den 25. Januar 1890, in: Stenografische Berichte über die Verhandlungen des Reichstags. 7. Legislaturperiode. V. Session 1889/1890. 2. Band. Berlin: Verlag der Buchdruckerei der Norddeutschen Allgemeinen Zeitung, S. 1225–1258.
- Reiter, Renate (2017a): Einleitung: Sozialpolitik als Gegenstand der Politikfeldanalyse. In: Sozialpolitik aus politikfeldanalytischer Perspektive. Eine Einführung, hg. von Renate Reiter. Wiesbaden: Springer VS, S. 1–49.
- Reiter, Renate (2017b): Normative Grundlagen, Strukturen und internationale Einordnung der Sozialpolitik in Deutschland. In: Sozialpolitik aus politikfeldanalytischer Perspektive. Eine Einführung, hg. von Renate Reiter. Wiesbaden: Springer VS, S. 51–84.
- Reiter, Renate (2017c): Sozialpolitik in Deutschland. Genese und Entwicklungsetappen bis Mitte der 1970er Jahre. In: Sozialpolitik aus politikfeldanalytischer Perspektive. Eine Einführung, hg. von Renate Reiter. Wiesbaden: Springer VS, S. 85–119.
- Reiter, Renate (Hg.) (2017d): Sozialpolitik aus politikfeldanalytischer Perspektive. Eine Einführung. Wiesbaden: Springer VS.
- Reuter, Norbert/Zinn, Karl Georg (2011): Moderne Gesellschaften brauchen eine aktive Dienstleistungspolitik. In: *WSI Mitteilungen* 9 (2011), S. 462–469.
- Richard J. Barber Associates (1975): The Advanced Research Projects Agency, 1958–1974. Online verfügbar unter: <https://documents2.theblackvault.com/documents/dtic/a154363.pdf> [abgerufen am 06.01.2023].
- Richter, Daniel et al. (2017): The Age of the Hominin Fossils from Jebel Irhoud, Morocco, and the Origins of the Middle Stone Age. In: *Nature* 546, S. 293–296.

- Riese, Christina (2019): Hunger, Armut, Soziale Frage. Sozialkatholische Ordnungsdiskurse im Deutschen Kaiserreich 1871–1918. Paderborn: Ferdinand Schöningh.
- Rifkin, Jeremy (2011): The Third Industrial Revolution. How Lateral Power is Transforming Energy, the Economy, and the World. Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- Rinne, Ulf/Zimmermann, Klaus (2016): Die digitale Arbeitswelt von heute und morgen. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte* 66 (18–19/2016), S. 3–9.
- Ritter, Gerhard (1991): Der Sozialstaat. Entstehung und Entwicklung im Internationalen Vergleich. 2. Aufl. München: Oldenbourg.
- Ritter, Gerhard (1995): Der deutsche Sozialstaat. In: Scheidewege der deutschen Geschichte. Von der Reformation bis zur Wende 1517–1989, hg. von Hans-Ulrich Wehler. München: Beck, S. 146–158.
- Ritter, Gerhard (1998): Soziale Frage und Sozialpolitik in Deutschland seit Beginn des 19. Jahrhunderts. Opladen: Leske + Budrich.
- Roegel, Denis (2009): Prototype Fragments from Babbage's First Difference Engine. In: *Annals of the History of Computing* 31 (2), S. 70–75.
- Roeper, Hans (1958): Die Automatisierung. Neue Aspekte in Deutschland, Amerika und Sowjetrußland. Stuttgart: Seewald.
- Rogers, Everett (1983): Diffusion of Innovations. 3. Aufl. New York: Free Press of Glencoe.
- Rostow, Walt (1967): Stadien wirtschaftlichen Wachstums. Eine Alternative zur marxistischen Entwicklungstheorie. 2. Aufl. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Roth, Richard (1989): Rentenpolitik in der Bundesrepublik. Zum Verhältnis zwischen wirtschaftlicher Entwicklung und der Gestaltung eines sozialstaatlichen Teilbereichs 1957 - 1986. Mit einem Vorw. von Gerhard Bäcker. Marburg: Verlag Arbeiterbewegung und Gesellschaftswissenschaften.
- Rothchild, John (2014): Net Gets Physical: What You Need to Know About the Internet of Things. In: *Business Law Today* 2014 (November), S. 1–5.
- Roy, Ipsita/Consoli, Davide (2018): Employment Polarization in Germany: Role of Technology, Trade and Human Capital. In: *The Indian Journal of Labour Economics* 61, S. 251–279.
- Rust, Holger (2019): Rettung der Digitalisierung vor dem Digitalismus. Der „Europäische Weg“ in eine nicht nur künstlich intelligente Zukunft. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Saalfeld, Diedrich (1984): Lebensverhältnisse der Unterschichten Deutschlands im Neunzehnten Jahrhundert. In: *International Review of Social History* 29 (2), S. 215–253.
- Sachverständigenrat (2022): Jahresgutachten 2022/23. Energiekrise solidarisch bewältigen, neue Realität gestalten. Online verfügbar unter: https://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/fileadmin/dateiablage/gutachten/jg202223/JG202223_Gesamtausgabe.pdf [abgerufen am 06.01.2023].
- Sánchez López, Tomás et al. (2011): Taxonomy, Technology and Applications of Smart Objects. In: *Information Systems Frontiers* 13 (2), S. 281–300.
- Sánchez López, Tomás et al. (2012): Adding Sense to the Internet of Things. An Architecture Framework for Smart Object Systems. In: *Personal and Ubiquitous Computing* 16 (3), S. 291–308.

- Savage, Mike (2009): Against Epochalism: An Analysis of Conceptions of Change in British Sociology. In: *Cultural Sociology* 3 (2), S. 217–238.
- Schäfer, Holger (2020): Crowdwork. Stellungnahme im Ausschuss Arbeit und Soziales des Deutschen Bundestages zu den Anträgen Drucksache 19/16886 und Drucksache 19/22122 (IW-Report Nr. 63/2020). Online verfügbar unter: https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Report/PDF/2020/IW-Report_2020_Crowdwork.pdf [abgerufen am 22.11.2022].
- Schäfer, Katharina et al. (2021): Plattformarbeit – ein Modell für die Zukunft?! Eine quantitative Studie in der Arbeitsdomäne der plattformbasierten Arbeit. In: *Zeitschrift für Zukunftsforschung* 2021 (9), S. 173–198.
- Schäfer, Markus (2006): Staatliches Vorgehen gegen die Arbeiterbewegungen und -organisationen im westlichen Ruhrgebiet zwischen Revolution und Sozialistengesetz (1850–1878). Trier: Kliomedia.
- Schaffel, Kenneth (1991): *The Emerging Shield. The Air Force and the Evolution of Continental Air Defence 1945–1960*. Washington, D.C.: United States Air Force (Office of Air Force History).
- Schaible, Stefan et al. (2017): 12 Thesen zu den Auswirkungen der Digitalisierung auf die Arbeitswelt der Zukunft. Online verfügbar unter: https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_zukunft_der_arbeit.pdf [abgerufen am 11.05.2022].
- Scherer, Frederic (1965): Invention and Innovation in the Watt-Boulton Steam-Engine Venture. In: *Technology and Culture* 6 (2), S. 165–187.
- Schilcher, Christian/Diekmann, Janis (2014): *Moderne Arbeitswelten. Die Macht der Informatisierung und die Bedeutung des Wissens*. Wiesbaden: Springer VS.
- Schmeltzpfenning, Kira/Krämer, Björn (2020): Innovative Warehouse-Management-Systeme im Kontext von Industrie 4.0. In: *Handbuch Industrie 4.0*. 3. Band: Logistik, hg. von Michael ten Hompel et al. 3. Aufl. Berlin: Springer Vieweg, 325-346.
- Schmid, Josef (2010): *Wohlfahrtsstaaten im Vergleich. Soziale Sicherung in Europa: Organisation, Finanzierung, Leistung und Probleme*. 3. Aufl. Wiesbaden: Springer VS.
- Schmid, Josef (2011): Soziale Dienste und die Zukunft des Wohlfahrtsstaates. In: *Handbuch Soziale Dienste*, hg. von Adalbert Evers et al. Wiesbaden: Springer VS, S. 117–144.
- Schmidt, Manfred (2005): *Sozialpolitik in Deutschland. Historische Entwicklung und internationaler Vergleich*. 3. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Schmidt, Manfred (2007a): Brutto- und Nettosozialleistungsquote im Vergleich. In: *Der Wohlfahrtsstaat. Eine Einführung in den historischen und internationalen Vergleich*, hg. von Manfred Schmidt et al. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 423–430.
- Schmidt, Manfred (2007b): Positive und negative Wirkungen der Sozialpolitik. In: *Der Wohlfahrtsstaat. Eine Einführung in den historischen und internationalen Vergleich*, hg. von Manfred Schmidt et al. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 410–422.
- Schmidt, Manfred (2010): *Wörterbuch zur Politik*. 3. Aufl. Stuttgart: Kröner.
- Schmidt, Manfred (2012): *Der deutsche Sozialstaat. Geschichte und Gegenwart*. München: Beck.

- Schmidt, Manfred (2016): Europäische und nationale Sozialpolitik. In: Nationalstaat und Europäische Union. Eine Bestandsaufnahme. Liber Amicorum für Joachim Jens Hesse, hg. von Anthony Atkinson et al. Baden-Baden: Nomos, S. 201–228.
- Schmidt, Manfred et al. (2007): Vorwort. In: Der Wohlfahrtsstaat. Eine Einführung in den historischen und internationalen Vergleich, hg. von Manfred Schmidt et al. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 15–17.
- Schmidt, Manfred et al. (2013): Einleitung. In: Studienbuch Politikwissenschaft, hg. von Manfred Schmidt et al. Wiesbaden: Springer VS, S. 7–17.
- Schmidt, Manfred/Ostheim, Tobias (2007a): Der Aufbau staatlicher Sozialpolitik im deutschen Kaiserreich. In: Der Wohlfahrtsstaat. Eine Einführung in den historischen und internationalen Vergleich, hg. von Manfred Schmidt et al. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 123–130.
- Schmidt, Manfred/Ostheim, Tobias (2007b): Die Sozioökonomische Schule. In: Der Wohlfahrtsstaat. Eine Einführung in den historischen und internationalen Vergleich, hg. von Manfred Schmidt et al. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 29–39.
- Schmidt, Manfred/Ostheim, Tobias (2007c): Ein nationalsozialistischer Wohlfahrtsstaat? In: Der Wohlfahrtsstaat. Eine Einführung in den historischen und internationalen Vergleich, hg. von Manfred Schmidt et al. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 144–152.
- Schmidt, Manfred/Ostheim, Tobias (2007d): Sozialpolitik in der Weimarer Republik. In: Der Wohlfahrtsstaat. Eine Einführung in den historischen und internationalen Vergleich, hg. von Manfred Schmidt et al. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 131–143.
- Schmiede, Rudi (2006): Wissen und Arbeit im „Informational Capitalism“. In: Informatisierung der Arbeit - Gesellschaft im Umbruch, hg. von Andrea Baukrowitz et al. Baden-Baden: Nomos, 457–490.
- Schmitt, Martin (2016): Internet im Kalten Krieg. Eine Vorgeschichte des globalen Kommunikationsnetzes. Bielefeld: transcript.
- Schneider, Henrike (2020): Das Rätsel der Produktivität. Betriebs- und volkswirtschaftliche Aktualisierung eines missverstandenen Begriffs. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Schneider-Dörr, Andreja (2021): Crowd Work und Plattformökonomie. Eine arbeitsrechtliche Fallstudie. Baden-Baden: Nomos.
- Scholz-Reiter, Bernd (2013): Vierte industrielle Revolution – auf dem Weg zur Fabrik der Zukunft, in: Industrie Management. Zeitschrift für industrielle Geschäftsprozesse 29 (1), S. 3.
- Schröter, Jens (2004): Analog/Digital – Opposition oder Kontinuum? In: Analog/Digital – Opposition oder Kontinuum? Zur Theorie und Geschichte einer Unterscheidung, hg. von Jens Schröter und Alexander Böhnke. Bielefeld: transcript, S. 7–30.
- Schroth, Jochen (2007): Die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands. In: *IG-Metall Wirtschaftspolitische Informationen* 2007 (3), S. 1–13.
- Schubert, Matthias (2012): Mathematik für Informatiker. Ausführlich erklärt mit vielen Programmbeispielen und Aufgaben. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Schuh, Günther et al. (2020): Industrie 4.0 Maturity Index. Die digitale Transformation von Unternehmen gestalten. Update 2020 (acatech Studie). Online verfügbar unter: <https://>

www.acatech.de/publikation/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/download-pdf/?lang=de [abgerufen am 15.06.2022].

- Schulz, Wilhelm (1843): Die Bewegung der Produktion. Eine geschichtlich-statistische Abhandlung zur Grundlegung einer neuen Wissenschaft des Staats und der Gesellschaft. Zürich und Winterthur: Litterarisches Comptoir Zürich/Winterthur.
- Schulz-Hanßen (1970): Die Stellung der Elektroindustrie im Industrialisierungsprozeß. Berlin: Duncker & Humblot.
- Schumpeter, Joseph (2003): *Capitalism, Socialism and Democracy*. With a New Introduction by Richard Swedberg (Originalausgabe 1943). London und New York: Routledge.
- Schumpeter, Joseph (2008): Konjunkturzyklen. Eine theoretische, historische und statistische Analyse des kapitalistischen Prozesses. Aus dem Amerikanischen von Klaus Dockhorn. Mit einer Einleitung von Cord Siemon(Originalausgabe 1939). Göttingen.
- Schwab, Klaus (2016): Die Vierte Industrielle Revolution. München: Pantheon.
- Seidel, Uwe (2013): Aktivitäten der VDI/VDE-IT im Kontext Industrie 4.0 (Vortrag an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg am 16.11.2013). Online verfügbar unter: https://www.jura.uni-wuerzburg.de/fileadmin/02000015/Bilder/Tagung_Technikrecht_Nov_13/Slides/Seidel_Vortrag_Wuerzburg_Autonomik.pdf [abgerufen am 15.06.2021].
- Sendler, Ulrich (2016a): Die Grundlagen. In: *Industrie 4.0 grenzenlos*, hg. von Ulrich Sendler. Berlin und Heidelberg: Springer Vieweg, S. 17–39.
- Sendler, Ulrich (2016b): Die Initiative in Deutschland. In: *Industrie 4.0 grenzenlos*, hg. von Ulrich Sendler. Berlin und Heidelberg: Springer Vieweg, S. 53–70.
- Sendler, Ulrich (2016c): Einleitung. In: *Industrie 4.0 grenzenlos*, hg. von Ulrich Sendler. Berlin und Heidelberg: Springer Vieweg, S. 3–15.
- Sendler, Ulrich (2016d): Wichtige Technologien. In: *Industrie 4.0 grenzenlos*, hg. von Ulrich Sendler. Berlin und Heidelberg: Springer Vieweg, S. 41–52.
- Sendler, Ulrich (2018): Das Gespinnst der Digitalisierung. Menschheit im Umbruch – auf dem Weg zu einer neuen Weltanschauung. Wiesbaden: Springer.
- Serfling, Oliver (2019): Crowdfunding Monitor Nr. 2. Für das Verbundprojekt „Crowdfunding Monitor“. Online verfügbar unter: https://www.hochschule-rhein-waal.de/sites/default/files/documents/2019/05/08/discussion_papers_in_behavioural_sciences_and_economics_no5.pdf [abgerufen am 22.11.2022].
- Serpanos, Dimitrios (2018): The Cyber-Physical Systems Revolution. In: *Computer* 51 (3), S. 70–73.
- Seufert, Wolfgang (2000): The Development of the Information and Communications Sector in Germany. In: *Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung* 69 (4), S. 491–509.
- Shahin, Jamal (2006): A European History of the Internet. In: *Science and Public Policy* 33 (9), S. 681–693.
- Shannon, Claude (1938): A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits. In: *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers* 57 (12), S. 713–723.
- Shannon, Claude (1948): A Mathematical Theory of Communication. In: *The Bell System Technical Journal* 27 (3), S. 379–423.

- Shubin, Tian/Zhi, Pan (2016): „Made in China 2025“ und „Industrie 4.0“ – Gemeinsam in Bewegung. In: *Industrie 4.0 grenzenlos*, hg. von Ulrich Sendler. Berlin und Heidelberg: Springer Vieweg, S. 91–118.
- Shyamasundar, R. K. (2014): The Computing Legacy of Alan M. Turing 1912–1954). In: *Current Science* 106 (12), S. 1669–1680.
- Siegel, Nico (2007): Welten des Wohlfahrtskapitalismus und Typen wohlfahrtsstaatlicher Politik. In: *Der Wohlfahrtsstaat. Eine Einführung in den historischen und internationalen Vergleich*, hg. von Manfred Schmidt et al. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 260–276.
- Siepmann, David (2016): Industrie 4.0 – Struktur und Historie. In: *Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0. Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis*, hg. von Armin Roth. Berlin und Heidelberg: Springer Gabler, S. 17–33.
- Simons, Howard (1956): What's Ahead in Automation. In: *The Science News-Letter* 69 (11), S. 170–171.
- Sinsel, Alexander (2020): *Das Internet der Dinge in der Produktion. Smart Manufacturing für Anwender und Lösungsanbieter*. Berlin: Springer Vieweg.
- Sohrt, Simon et al. (2020): Kleinskalige, cyber-physische Fördertechnik. In: *Handbuch Industrie 4.0. 3. Band: Logistik*, hg. von Michael ten Hompel et al. 3. Aufl. Berlin: Springer Vieweg, S. 13–39.
- Soni, Jimmy/Goodman, Rob (2017): *A Mind at Play. How Claude Shannon Invented the Information Age*. New York u.a.: Tantor Media.
- Sonnabend, Holger (1999): Nachrichtenwesen. In: *Mensch und Landschaft in der Antike. Lexikon der Historischen Geographie*, hg. von Holger Sonnabend. Stuttgart u.a.: Metzler, S. 366.
- Spannagel, Dorothee (2017): *Einkommen und Verteilung. In: Sozialpolitik aus politikfeldanalytischer Perspektive. Eine Einführung*, hg. von Renate Reiter. Wiesbaden: Springer VS, S. 121–172.
- Spencer, David et al. (2021): *Digital Automation and the Future of Work* (European Parliamentary Research Service). Online verfügbar unter: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/656311/EPRS_STU\(2021\)656311_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/656311/EPRS_STU(2021)656311_EN.pdf) [abgerufen am 16.08.2022].
- Spermann, Alexander (2020): Beendet die Digitalisierung das deutsche Jobwunder? In: *Megatrends aus Sicht der Volkswirtschaftslehre. Demografischer Wandel – Globalisierung & Umwelt – Digitalisierung*, hg. von Luca Rebeggiani et al. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 215–230.
- Staab, Philipp/Nachtwey, Oliver (2016): Die Digitalisierung der Dienstleistungsarbeit. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte* 66 (18–19/2016), S. 24–31.
- Staab, Philipp/Prediger, Lena (2019): *Digitalisierung und Polarisierung. Eine Literaturstudie zu den Auswirkungen des digitalen Wandels auf Sozialstruktur und Betriebe*. Online verfügbar unter: http://www.fgw-nrw.de/fileadmin/user_upload/FGW-Studie-I40-19-Staab-2019_07_16-komplett-web.pdf [abgerufen am 30.10.2022].
- Stampfl, Nora (2011): *Die Zukunft der Dienstleistungsökonomie. Momentaufnahme und Perspektiven*. Heidelberg u.a.: Springer.

- StBA (1999): Statistisches Jahrbuch 1999 für die Bundesrepublik Deutschland. Stuttgart: Metzler-Poeschel.
- StBA (2000): Statistisches Jahrbuch 2000 für die Bundesrepublik Deutschland. Stuttgart: Metzler-Poeschel.
- StBA (2019a): Bevölkerung im Wandel. Annahmen und Ergebnisse der 14. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung. Online verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressekonferenzen/2019/Bevoelkerung/pressebroschuere-bevoelkerung.pdf?__blob=publicationFile [abgerufen am 11.12.2022].
- StBA (2019b): Soziale Mindestsicherung in Deutschland 2017. Online verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Soziales/Mindestsicherung/Publikationen/Downloads-Sozialberichterstattung/soziale-mindestsicherung-5228101177004.pdf?__blob=publicationFile#:~:text=In%20Deutschland%20erhielten%20am%20Jahresende,finanzielle%20Hilfen%20des%20Staates%20angewiesen [abgerufen am 08.01.2023].
- StBA (2019c): Statistisches Jahrbuch 2019. Deutschland und Internationales. Online verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Jahrbuch/statistisches-jahrbuch-2019-dl.pdf?__blob=publicationFile [abgerufen am 03.09.2020].
- StBA (2020a): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Bruttoinlandsprodukt, Bruttonationaleinkommen, Volkseinkommen. Lange Reihen ab 1925. Online verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen-Inlandsprodukt/Tabellen/inlandsprodukt-volkseinkommen1925-pdf.pdf?__blob=publicationFile [abgerufen am 28.09.2020].
- StBA (2020b): Wirtschaftsrechnungen. Private Haushalte in der Informationsgesellschaft – Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien 2020. Online verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Einkommen-Konsum-Lebensbedingungen/IT-Nutzung/Publikationen/Downloads-IT-Nutzung/private-haushalte-ikt-2150400207004.pdf?__blob=publicationFile [abgerufen am 23.11.2022].
- StBA (2021a): Außenhandel. Zusammenfassende Übersichten für den Außenhandel 2020 (vorläufige Ergebnisse). Online verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Aussenhandel/Publikationen/Downloads-Aussenhandel/zusammenfassende-uebersichten-jahr-vorlaeufig-pdf-2070100.pdf?__blob=publicationFile [abgerufen am 09.07.2021].
- StBA (2021b): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Wichtige Zusammenhänge im Überblick. Online verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen-Inlandsprodukt/Publikationen/Downloads-Inlandsprodukt/zusammenhaenge-pdf-0310100.pdf?__blob=publicationFile [abgerufen am 09.07.2021].
- StBA (2022a): Atypische Beschäftigung. Online verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Glossar/atypische-beschaeftigung.html> [abgerufen am 21.11.2022].
- StBA (2022b): Erwerbstätigkeit. Erwerbstätige und Arbeitnehmer nach Wirtschaftsbereichen (Inlandskonzept). Online verfügbar unter: [https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Erwerbstaetigkeit/Tabellen/arbeitnehmer-wirtschaftsbereiche.html?view=main\[Print\]](https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Erwerbstaetigkeit/Tabellen/arbeitnehmer-wirtschaftsbereiche.html?view=main[Print]) [abgerufen am 14.12.2022].

- StBA (2022c): Kassenmäßige Steuereinnahmen des Bundes, der Länder und der Gemeinden nach Steuerarten nach der Steuerverteilung. Online verfügbar unter: [https://www.destatis.de/DE/Themen/Staat/Steuern/Stuereinnahmen/Tabellen/steuerhaushalt-kassenmaessige-stuereinnahmen-nach-steuerverteilung.html?view=main\[Print\]](https://www.destatis.de/DE/Themen/Staat/Steuern/Stuereinnahmen/Tabellen/steuerhaushalt-kassenmaessige-stuereinnahmen-nach-steuerverteilung.html?view=main[Print]) [abgerufen am 08.12.2022].
- StBA (2022d): Kassenmäßige Steuereinnahmen des Bundes, der Länder und der Gemeinden nach Steuerarten vor der Steuerverteilung. Online verfügbar unter: [https://www.destatis.de/DE/Themen/Staat/Steuern/Stuereinnahmen/Tabellen/steuerhaushalt-kassenmaessige-stuereinnahmen-vor-steuerverteilung.html?view=main\[Print\]](https://www.destatis.de/DE/Themen/Staat/Steuern/Stuereinnahmen/Tabellen/steuerhaushalt-kassenmaessige-stuereinnahmen-vor-steuerverteilung.html?view=main[Print]) [abgerufen am 08.12.2022].
- StBA (2022e): Pressekonferenz „Bevölkerung im Wandel: Ergebnisse der 15. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung“ am 2. Dezember 2022 in Berlin. Online verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressekonferenzen/2022/bevoelkerungsvorausberechnung/statement-bvb.pdf?__blob=publicationFile [abgerufen am 11.12.2022].
- StBA (2022f): Verdienste und Verdienstunterschiede. Entwicklung der Bruttomonatsverdienste (Stand 24. März 2022). Online verfügbar unter: [https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Verdienste/Verdienste-Verdienstunterschiede/Tabellen/lange-reihe-deutschland.html?view=main\[Print\]](https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Verdienste/Verdienste-Verdienstunterschiede/Tabellen/lange-reihe-deutschland.html?view=main[Print]) [abgerufen am 26.11.2022].
- StBA (2023): Inflationsrate im Dezember 2022 voraussichtlich +8,6 %. Pressemitteilung Nr. 003 vom 3. Januar 2023. Online verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2023/01/PD23_003_611.html [abgerufen am 06.01.2023].
- Stegmann, Franz/Langhorst, Peter (2005): Geschichte der sozialen Ideen im deutschen Katholizismus. In: Geschichte der sozialen Ideen in Deutschland. Sozialismus – katholische Soziallehre – protestantische Sozialethik. Ein Handbuch, hg. von Helga Grebing. 2. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 599–862.
- Stein, Dorothy (1984): Lady Lovelace's Notes: Technical Text and Cultural Context. In: *Victorian Studies* 28 (1), S. 33–67.
- Stein, Erwin/Kopp, Franz-Otto (2010): Konstruktion und Theorie der leibnizschen Rechenmaschinen im Kontext der Vorläufer, Weiterentwicklungen und Nachbauten. Mit einem Überblick zur Geschichte der Zahlensysteme und Rechenhilfsmittel. In: *Studia Leibnitiana* 42 (1), S. 1–128.
- Steinbicker, Jochen (2011): Zur Theorie der Informationsgesellschaft. Ein Vergleich der Ansätze von Peter Drucker, Daniel Bell und Manuel Castells. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer VS.
- Steinbicker, Jochen (2013): Informationsgesellschaft. In: Handwörterbuch zur Gesellschaft Deutschlands, hg. von Steffen Mau und Nadine Schöneck. 3. Aufl. Wiesbaden: Springer VS, S. 408–421.
- Steinmeyer, Heinz-Dietrich (2015): Die deutsche Sozialversicherung im Überblick. In: Handbuch Sozialversicherungswissenschaft, hg. von Laurenz Mülheims et al. Wiesbaden: Springer VS, S. 15–24.
- Stengel, Oliver (2017a): Die Ökologische Frage im Digitalzeitalter: Zukunft der Natur. In: Digitalzeitalter – Digitalgesellschaft. Das Ende des Industriezeitalters und der Beginn einer neuen Epoche, hg. von Oliver Stengel et al. Wiesbaden: Springer VS, S. 193–222.

- Stengel, Oliver (2017b): Die Soziale Frage im Digitalzeitalter: Zukunft der Arbeit. In: Digitalzeitalter – Digitalgesellschaft. Das Ende des Industriezeitalters und der Beginn einer neuen Epoche, hg. von Oliver Stengel et al. Wiesbaden: Springer VS, S. 169–192.
- Stengel, Oliver (2017c): Zeitalter und Revolutionen. In: Digitalzeitalter – Digitalgesellschaft. Das Ende des Industriezeitalters und der Beginn einer neuen Epoche, hg. von Oliver Stengel et al. Wiesbaden: Springer VS, S. 17–49.
- Stengel, Oliver et al. (2017): Einleitung. In: Digitalzeitalter – Digitalgesellschaft. Das Ende des Industriezeitalters und der Beginn einer neuen Epoche, hg. von Oliver Stengel et al. Wiesbaden: Springer VS, S. 1–16.
- Stettes, Oliver (2017): Digitalisierung der Arbeitswelt – es bleiben noch viele Fragen offen. In: *ifo Schnelldienst* 70 (7), S. 3–6.
- Stettes, Oliver (2018): Keine Angst vor Robotern. Beschäftigungseffekte der Digitalisierung - eine Aktualisierung früherer IW-Befunde (IW-Report 11/2018). Online verfügbar unter: https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Report/PDF/2018/IW-Report_Beschaeftigungseffekte_Digitalisierung.pdf [abgerufen am 31.10.2022].
- Steven, Marion (2019): Industrie 4.0. Grundlagen – Teilbereiche – Perspektiven. Stuttgart: Kohlhammer.
- Steven, Marion et al. (2019): Industrie-4.0-Readiness von Supply-Chain-Netzwerken. In: Handbuch Industrie 4.0 und Digitale Transformation. Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen, hg. von Robert Obermaier. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 247–267.
- Stich, Volker et al. (2018): Arbeiten und Lernen in der digitalisierten Welt. In: Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen, hg. von Hartmut Hirsch-Kreinsen et al. 2. Aufl. Baden-Baden: Nomos,
- Stowasser, Joseph (1994): Stowasser: lateinisch-deutsches Schulwörterbuch. Wien u.a.: Oldenbourg.
- Strauss, Aaron (1976): ENIAC: The First Computer. In: *Mathematics Teacher* 69 (1), S. 66–72.
- Strawn, George (2014): Claude Shannon: Mastermind of Information Theory. In: *IT Professional* 16 (6), S. 70–72.
- Strünck, Christoph (2018): Wohlfahrtsverbände als zivilgesellschaftliche Akteure. In: Neue Governancestrukturen in der Wohlfahrtspflege. Wohlfahrtsverbände zwischen normativen Ansprüchen und sozialwirtschaftlicher Realität, hg. von Rolf Heinze et al. Baden-Baden: Nomos, S. 129–151.
- Sultan, Michel et al. (2008): Defogging the Christal Ball. In: *Research Technology Management* 51 (3), S. 28–34.
- Supple, Barry (1984): Revisiting Rostow. In: *The Economic History Review* 37 (1), S. 107–114.
- Tan, Czander (2020): The Poetics of Computer Code. Tracing Digital Inscription in Ada Lovelace’s England. In: *Digital Studies/Le champ numérique* 10 (1), S. 1–30.
- Tang, Victor et al. (2016): Data, Information, Knowledge and Intelligence. The Mega-nano Hypothesis and its Implications in Innovation. In: *International Journal of Innovation Science* 8 (3), S. 199–216.

- Tennstedt, Florian (1997): Peitsche und Zuckerbrot oder ein Reich mit Zuckerbrot? Der Deutsche Weg zum Wohlfahrtsstaat 1871–1881. In: *Zeitschrift für Sozialreform* 43 (2), S. 88–101.
- Teppe, Karl (1977): Zur Sozialpolitik des Dritten Reiches am Beispiel der Sozialversicherung. In: *Archiv für Sozialgeschichte* 17, S. 195–250.
- Thatcher, Matt/Oliver, Jim (2001): The Impact of Technology Investments on a Firm's Production Efficiency, Product Quality, and Productivity. In: *Journal of Management Information Systems* 18 (2), S. 17–45.
- Tinbergen, Jan (1975): *Income Differences: Recent Research*. Amsterdam: North-Holland Publishing.
- Toffano, Zeno (2020): Eigenlogic in the Spirit of George Boole. In: *Logica Universalis* 14 (2), S. 175–207.
- Toole, Alexandra (1996): Ada Byron, Lady Lovelace, An Analyst and Metaphysician. In: *Annals of the History of Computing* 18 (3), S. 4–12.
- Toro, Carlos et al. (2015): A Perspective on Knowledge Based and Intelligent Systems Implementation in Industrie 4.0. In: *Procedia Computer Science* 60, S. 362–370.
- Toynbee, Arnold (1894): *Lectures on the Industrial Revolution of the Eighteenth Century in England. Popular Addresses, Notes and other Fragments*. 4. Aufl. London: Longmans, Green and Co.
- Treue, Wilhelm (1963): Erfinder und Unternehmer. In: *Zeitschrift für Firmengeschichte und Unternehmerbiographie* 8 (6), S. 255–271.
- Trompisch, Paul (2017): Industrie 4.0 und die Zukunft der Arbeit. In: *Elektrotechnik und Informationstechnik* 134 (7), S. 370–372.
- U.S. Bureau of Labor Statistics (1999): *Computer Ownership Up Sharply in the 1990s (Issues in Labor Statistics Summary 99-4)*. Washington, D.C. Online verfügbar unter: <https://www.bls.gov/opub/btn/archive/computer-ownership-up-sharply-in-the-1990s.pdf> [abgerufen am 19.01.2021].
- Ungern-Sternberg, Jürgen von (2002): "Proletarius" – eine wortgeschichtliche Studie. In: *Museum Helveticum* 59 (2), S. 97–100.
- United States Census Bureau (1988): *Computer Use in the United States 1984 (Current Population Reports, Series P-23, No. 155)*. Washington, D.C. Online verfügbar unter: <https://www2.census.gov/library/publications/1988/demographics/p23-155.pdf> [abgerufen am 19.01.2021].
- United States Census Bureau (2018): *Computer and Internet Use in the United States 2016 (American Community Survey Reports 39)*. Washington, D.C. Online verfügbar unter: <https://www.census.gov/content/dam/Census/library/publications/2018/acs/ACS-39.pdf> [abgerufen am 19.01.2021].
- Vallas, Steven/Schor, Juliet (2020): What Do Platforms Do? Understanding the Gig Economy. In: *Annual Review of Sociology* 46 (1), S. 273–294.
- van Ackeren, Isabell/Klemm, Klaus (2009): *Entstehung, Struktur und Steuerung des deutschen Schulsystems. Eine Einführung*. Wiesbaden: Springer VS.
- van Neuss, Leif (2018): Globalization and Deindustrialization in Advanced Countries. In: *Structural Change and Economic Dynamics* 45 (2018), S. 49–63.

- Varian, Hal (2016): Grundzüge der Mikroökonomik. 9. Aufl. Berlin und Boston: De Gruyter Oldenbourg.
- VDMA (2021): Plattform Industrie 4.0: Vor dem Wettbewerb steht die Kooperation. Online verfügbar unter: <https://industrie40.vdma.org/viewer/-/v2article/render/16380732> [abgerufen am 03.03.2021].
- ver.di (2015): Gute Arbeit und Gute Dienstleistungen in der digitalen Welt. Online verfügbar unter: https://www.verdi.de/++file++5f1023bf10d9205cec45d094/download/E001_2015_Gute%20Arbeit%20und%20Gute%20Dienstleistungen%20in%20der%20digitalen%20Welt.pdf [abgerufen am 29.11.2022].
- Vitols, Katrin et al. (2017): Digitalisierung, Automatisierung und Arbeit 4.0. Beschäftigungsperspektiven im norddeutschen Dienstleistungssektor (Forschungsförderung Working Paper Nr. 32). Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Vogler-Ludwig, Kurt et al. (2016): Arbeitsmarkt 2030 – Wirtschaft und Arbeitsmarkt im digitalen Zeitalter. Prognose 2016. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.
- Vollrath, Hans-Joachim (2013): Verborgene Ideen. Historische mathematische Instrumente. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Vorländer, Michael (2018): Digitale Signalverarbeitung in der Messtechnik, hg. von Michael Möser. Berlin: Springer Vieweg.
- Wagner, Adolph (1893): Lehr- und Handbuch der politischen Oekonomie. Erster Theil. Grundlagen der Volkswirtschaft. 2 Halbband, Buch 4 – 6 (Bevölkerung und Volkswirtschaft. – Organisation der Volkswirtschaft. – Der Staat, volkswirtschaftlich betrachtet.). Leipzig: C. F. Winter.
- Wagner, Fred/Jost, Theresa (2020): Big Data, Data Analytics und Smart Services rund um Wohnen, Gesundheit und Mobilität: Bürgerschreck und Hoffnungsträger in privaten Lebenswelten. In: Die Big-Data-Debatte. Chancen und Risiken der digital vernetzten Gesellschaft, hg. von Susanne Knorre et al. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 63–136.
- Wagner, Matthias (2022): Offene Grenzen oder Festung Europa. Eine systematische Analyse aktueller politischer Asyl- und Migrationskonzepte. Wiesbaden: Springer VS.
- Wagschal, Uwe (2019): Steuerpolitik als Sozialpolitik. In: Handbuch Sozialpolitik, hg. von Herbert Obinger und Manfred Schmidt. Wiesbaden: Springer VS, S. 807–830.
- Walach, Thomas (2018): Geschichte des virtuellen Denkens. Wiesbaden: Springer VS.
- Waldrop, Mitchell (2001): The Origins of Personal Computing. In: *Scientific American* 285 (6), S. 84–91.
- Walwei, Ulrich (2016): Konsequenzen der Digitalisierung für strukturelle Arbeitsmarktprobleme: Chancen und Risiken. In: *Zeitschrift für Sozialreform* 62 (4), S. 357–382.
- Walz, Uwe/Brühl, Volker (2015): Das anhaltende Niedrigzinsumfeld in Deutschland. Ökonomische Effekte auf private Haushalte und ausgewählte institutionelle Investoren (CFS Working Paper Series Nr. 506). Frankfurt am Main: Center for Financial Studies.
- Wang, Shiyong et al. (2016): Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. In: *International Journal of Distributed Sensor Networks* 12 (2), S. 1–10.

- Wang, Xiupeng (2020): Labor Market Polarization in Britain and Germany. A Cross-National Comparison Using Longitudinal Household Data. In: *Labour Economics* 65, 101862-101878.
- Watermann, Friedrich (1984): Die gesetzliche Unfallversicherung — 100 Jahre jung. In: *Sozialer Fortschritt* 33 (6), S. 121–126.
- Web of Science (2020a): Industrial Revolution. Online verfügbar unter: http://apps.webofknowledge.com/CitationReport.do?product=WOS&search_mode=CitationReport&SID=D3DxK5AB8CmnZTZharP&page=1&cr_pqid=27&viewType=summary [abgerufen am 23.04.2020].
- Web of Science (2020b): Industrialization. Online verfügbar unter: http://apps.webofknowledge.com/CitationReport.do?product=WOS&search_mode=CitationReport&SID=D3DxK5AB8CmnZTZharP&page=1&cr_pqid=23&viewType=summary [abgerufen am 23.04.2020].
- Weber, Enzo (2015): Industrie 4.0: Wirkungen auf Wirtschaft und Arbeitsmarkt. In: *Wirtschaftsdienst – Zeitschrift für Wirtschaftspolitik* 95 (11), S. 722–723.
- Weber, Enzo (2016a): Digitalisierung als Herausforderung für eine Weiterbildungspolitik. In: *Wirtschaftsdienst* 97 (5), S. 372–374.
- Weber, Enzo (2016b): Industrie 4.0: Wirkungen auf den Arbeitsmarkt und politische Herausforderungen. In: *Zeitschrift für Wirtschaftspolitik* 65 (1), S. 66–74.
- Weber, Enzo (2019): Digitale Soziale Sicherung. Entwurf eines Konzepts für das 21. Jahrhundert (Hans-Böckler-Stiftung, Working Paper Nr. 137). Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Weber, Max von (1867): Das Telegraphen- und Signalwesen der Eisenbahnen. Weimar: Bernhard Friedrich Voigt.
- Webster, Frank/Robins, Kevin (1989): Plan and Control. Towards a Cultural History of the Information Society. In: *Theory and Society* 18 (3), S. 323–351.
- Wehler, Hans-Ulrich (1995): Der deutsche Nationalismus bis 1871. In: *Scheidewege der deutschen Geschichte. Von der Reformation bis zur Wende 1517–1989*, hg. von Hans-Ulrich Wehler. München: Beck, S. 116–130.
- Weiß, Reinhold (2018): Arbeit, Bildung und Qualifikation. In: *Handbuch Bildungsforschung*, hg. von Rudolf Tippelt und Bernhard Schmidt-Hertha. 4. Aufl. Wiesbaden: Springer VS, S. 1071–1091.
- Weiss, Sholom/Indurkha, Nitin (1998): *Predictive Data Mining. A Practical Guide*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- Wendt, Wolf (2017): *Geschichte der sozialen Arbeit. Band 1: Die Gesellschaft vor der sozialen Frage 1750 bis 1900*. 6. Aufl. Wiesbaden: Springer VS.
- Wenzel, Horst (1999): An den Fingern abzulesen. Zur mittelalterlichen Vorgeschichte digitaler Speicher. In: *Orte der Erinnerung. Denkmal, Gedenkstätte, Museum*, hg. von Ulrich Borsdorf und Heinrich Grütter. Frankfurt am Main und New York, S. 33–58.
- Wenzlhuemer, Roland (2007): The Development of Telegraphy, 1870–1900: A European Perspective on a World History Challenge. In: *History Compass* 5 (5), S. 1720–1742.
- Wenzlhuemer, Roland (2011): „Less Than No Time“. Zum Verhältnis von Telegrafie und Zeit. In: *Geschichte und Gesellschaft* 37 (4), S. 592–613.

- Werding, Martin (2018): Demografischer Wandel, soziale Sicherung und öffentliche Finanzen. Langfristige Auswirkungen und aktuelle Herausforderungen. Online verfügbar unter: https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/DemoWandel_Werding_2018_final3.pdf [abgerufen am 17.09.2022].
- Werding, Martin (2019): Ökonomische Zielkonflikte der Sozialpolitik. In: Handbuch Sozialpolitik, hg. von Herbert Obinger und Manfred Schmidt. Wiesbaden: Springer VS, S. 493–513.
- Werner, Martin (2017): Nachrichtentechnik. Eine Einführung für alle Studiengänge. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Wessels, Theodor (1963): Zur Problematik des tertiären Sektors in der modernen Volkswirtschaft. In: *Jahrbuch für Sozialwissenschaft* 14 (3), S. 303–311.
- WHO (2020): Basic Documents. Forty-ninth Edition. Including Amendments Adopted up to 31 May 2019. Online verfügbar unter: https://apps.who.int/gb/bd/pdf_files/BD_49th-en.pdf [abgerufen am 31.08.2020].
- Wiese, Harald (2014): Mikroökonomik. Eine Einführung. 6. Aufl. Berlin und Heidelberg: Springer Gabler.
- Wiese, Marion (1988): Die Arbeitslosenversicherung in der Weimarer Zeit. In: *Sozialer Fortschritt* 37 (9), S. 198–203.
- Wikipedia (2022): Wikipedia. Online verfügbar unter: <https://de.wikipedia.org/wiki/Wikipedia> [abgerufen am 05.11.2022].
- Will, Thomas (2019): Produktionsmanagement 4.0. In: Management 4.0 – Unternehmensführung im digitalen Zeitalter, hg. von Michael Erner. Berlin: Springer Gabler, S. 245–293.
- Willmann, Ivo/Käppeli, Stephan (2017): Digitalisierung trifft Land härter als Stadt. In: *Die Volkswirtschaft – Plattform für Wirtschaftspolitik* 5 (2017), S. 50–52.
- Willke, Helmut (2001): Systemisches Wissensmanagement. 2. Aufl. Stuttgart: Lucius und Lucius.
- Willke, Helmut (2002): Dystopia. Studien zur Krisis des Wissens in der modernen Gesellschaft. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Wilson, Daniel (2014): Arnold Toynbee and the Industrial Revolution. The Science of History, Political Economy and the Machine Past. In: *History and Memory* 26 (2), S. 133–161.
- Windelband, Lars/Dworschak, Bernd (2018): Arbeiten und Kompetenzen in der Industrie 4.0. Anwendungsszenarien Instandhaltung und Leichtbaurobotik. In: Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen, hg. von Hartmut Hirsch-Kreinsen et al. 2. Aufl. Baden-Baden: Nomos, S. 63–79.
- Windhorst, Hans-Wilhelm (1989): Die Industrialisierung der Agrarwirtschaft als Herausforderung an die Agrargeographie. In: *Geographische Zeitschrift* 77 (3), S. 136–153.
- Winzker, Marco (2017): Elektronik für Entscheider. Grundwissen für Wirtschaft und Technik. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Wirth, Christian/Müllenmeister-Faust, Uwe (2009): Die Alterssicherung Selbständiger in Deutschland und in Europa — Stand und Perspektiven. In: *Sozialer Fortschritt* 58 (9/10), S. 210–217.

- Wirth, Niklaus (2008): A Brief History of Software Engineering. In: *Annals of the History of Computing* 30 (3), S. 32–39.
- Wischmann, Steffen (2015): Arbeitssystemgestaltung im Spannungsfeld zwischen Organisation und Mensch–Technik-Interaktion – das Beispiel Robotik. In: *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0*, hg. von Alfons Botthof und Ernst Hartmann. Berlin und Heidelberg: Springer Vieweg, 149-160.
- Wiß, Tobias (2011): *Der Wandel der Alterssicherung in Deutschland. Die Rolle der Sozialpartner*. Wiesbaden: Springer VS.
- Woeckener, Bernd (2020): *Mikroökonomik. Eine Einführung*. 4. Aufl. Berlin: Springer Gabler.
- Wolan, Michael (2020): *Next Generation Digital Transformation. 50 Prinzipien für erfolgreichen Unternehmenswandel im Zeitalter der Künstlichen Intelligenz*. Mit einem Geleitwort von Frank Thelen. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Wolfrum, Edgar/Arendes, Cord (2007): *Globale Geschichte des 20. Jahrhunderts*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Wollmershäuser, Timo (2020): ifo Konjunkturprognose Frühjahr 2020: Konjunktur bricht ein. In: *ifo Schnelldienst* 73 (4), S. 2–9.
- Wollmershäuser, Timo et al. (2021): ifo Konjunkturprognose Winter 2021: Lieferengpässe und Coronawelle bremsen deutsche Wirtschaft aus. In: *ifo Schnelldienst* 74 (Sonderausgabe), S. 1–50.
- Wollstadt, Harald (2011): Smart Efficiency als übergreifendes Thema. Vorschau zur Hannover Messe 2011. Online verfügbar unter: <https://www.all-electronics.de/markt/vorschau-zur-hannover-messe-2011.html> [abgerufen am 01.03.2021].
- Wolter, Marc et al. (2015): *Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft. Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen (IAB-Forschungsbericht Nr. 8/2015)*. Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.
- Wolter, Marc et al. (2016): *Wirtschaft 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Ökonomie. Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen (IAB-Forschungsbericht 13/2016)*. Online verfügbar unter: <http://www.bibb.de/dienst/veroeffentlichungen/de/publication/download/10197> [abgerufen am 20.06.2022].
- Wolter, Marc et al. (2019): *Wirtschaft 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Ökonomie. Szenario-Rechnungen im Rahmen der fünften Welle der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsprojektionen (Wissenschaftliche Diskussionspapiere, Heft 200)*. [abgerufen am 20.06.2022].
- Wren, Anne (2022): Digitalization and the Transition to Services. In: *Digitalization and the Welfare State*, hg. von Busemeyer et al. Oxford: Oxford University Press, S. 41–63.
- Young, Tommy (2007): Internet. In: *Military Communications. From Ancient Times to the 21st Century*, hg. von Christopher Sterling. Santa Barbara u.a.: ABC Clio, S. 237–240.
- Zacher, Hans (1987): Das soziale Staatsziel. In: *Handbuch des Staatsrechts der Bundesrepublik Deutschland. Band I: Grundlagen von Staat und Verfassung*, hg. von Josef Isensee und Paul Kirchhof. Heidelberg: Müller, S. 1045–1111.
- Zeisberger, Ingold (2018): Der Erfinder des Buchdrucks: Johannes Gutenberg. Eine Lebensskizze. In: *Perspektive Bibliothek* 7 (1), S. 115–136.

- Zhang, Wei et al. (2020): The 10 Research Topics in the Internet of Things. In: *2020 IEEE 6th International Conference on Collaboration and Internet Computing* 6, S. 34–43.
- Ziegler, Peter-Michael (2011): Flieg, Vogel, flieg! Hannover Messe 2011. In: *c't – Magazin für Computertechnik* 9 (2011), S. 30.
- Zika, Gerd et al. (2019): BMAS-Prognose „Digitalisierte Arbeitswelt“ (IAB-Forschungsbericht, Nr. 5). Online verfügbar unter: <https://doku.iab.de/forschungsbericht/2019/fb0519.pdf> [abgerufen am 15.12.2022].
- Zika, Gerd et al. (2020): Langfristige Folgen von Demografie und Strukturwandel für regionale Arbeitsmärkte. Daten, Methoden und Ergebnisse der 5. Welle der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsprojektionen. (IAB-Forschungsbericht, Nr. 1). Online verfügbar unter: <https://doku.iab.de/forschungsbericht/2020/fb0120.pdf> [abgerufen am 15.12.2022].
- Zingel, Heribert (2007): Leitbilder der Alterssicherung. Deutschland und Niederlande im Vergleich. Berlin und Münster: LIT.
- Zink, Klaus/Eberhard, Dunja (2009): Typologisierung von Dienstleistungen. In: Personal- und Organisationsentwicklung bei der Internationalisierung von industriellen Dienstleistungen, hg. von Klaus Zink. Heidelberg u.a.: Physica, S. 1–5.
- Zohlhöfer, Reimut (2007a): Einführung: Der Sozialpolitik benachbarte Politikfelder. In: Der Wohlfahrtsstaat. Eine Einführung in den historischen und internationalen Vergleich, hg. von Manfred Schmidt et al. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 307–310.
- Zohlhöfer, Reimut (2007b): Politische Steuerung von Arbeitslosigkeit und Beschäftigung? In: Der Wohlfahrtsstaat. Eine Einführung in den historischen und internationalen Vergleich, hg. von Manfred Schmidt et al. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 353–371.
- Zohlhöfer, Reimut (2008): Stand und Perspektiven der vergleichenden Staatstätigkeitsforschung. In: Die Zukunft der Policy-Forschung. Theorien, Methoden, Anwendungen, hg. von Frank Janning und Katrin Toens. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 157–174.
- Zollenkop, Michael/Lässig, Ralph (2017): Digitalisierung im Industriegütergeschäft. In: Digitale Transformation von Geschäftsmodellen. Grundlagen, Instrumente und Best Practices, hg. von Daniel Schallmo et al. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 59–95.
- Zuboff, Shoshana (1988): In The Age of The Smart Machine. The Future of Work and Power. New York: Basic Books.
- Zuboff, Shoshana (2013): The Surveillance Paradigm. Be the Friction - Our Response to the New Lords of the Ring. In: Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 25.06.2013. Online verfügbar unter: https://www.faz.net/aktuell/feuilleton/the-surveillance-paradigm-be-the-friction-our-response-to-the-new-lords-of-the-ring-12241996.html?printPagedArticle=true#pageIndex_3 [abgerufen am 11.03.2021].
- Zuse, Horst (2016): Der lange Weg zum Computer: Von Leibniz' Dyadik zu Zuses Z3. In: Vision als Aufgabe. Das Leibniz-Universum im 21. Jahrhundert, hg. von Martin Grötschel et al. Berlin: Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, S. 111–124.
- ZVEI (2009): Nationale Roadmap Embedded Systems. Online verfügbar unter: https://www.iese.fraunhofer.de/content/dam/iese/dokumente/media/studien/embedded_systems_nrmes_roadmap-en-fraunhofer_iese.pdf [abgerufen am 22.06.2021].