



Künstliche Intelligenz und Arbeit: Betrachtungen zwischen Prognose und betrieblicher Realität

Oliver Giering¹

Angenommen: 30. September 2021 / Online publiziert: 22. Oktober 2021
© Der/die Autor(en) 2021

Zusammenfassung

Künstliche Intelligenz avanciert zu einem zentralen Thema der Debatten um eine übergreifende Digitalisierung der Arbeitswelt. Insgesamt zeigt sich dabei eine Dominanz wirtschaftlicher Perspektiven auf KI: so wird KI oft anhand ökonomischer Prognosen in Bezug auf Beschäftigung diskutiert. Andererseits finden sich auch Annahmen zu Auswirkungen auf Tätigkeiten im konkreten Arbeitsprozess. Einigkeit herrscht scheinbar darüber, dass KI umfangreiche Veränderungen in den Betrieben bewirken wird. Der Beitrag widmet sich im Sinne eines Positionspapiers diesem Spannungsfeld zwischen dominanten, diskursiven Erwartungen und empirischer, betrieblicher Realität von KI in Deutschland. Hierfür werden zentrale Perspektiven auf KI in Bezug auf Beschäftigung und Tätigkeiten vorgestellt und mit der vorhandenen Empirie zum Thema abgeglichen. Dadurch lassen sich die vorherrschenden Leitbilder und Spekulationen der KI Debatte besser einordnen. Die Sammlung der Empirie offenbart eklatante Forschungslücken hinsichtlich quantitativer als auch qualitativer Forschung zur Nutzung, als auch zum Einfluss von KI auf Arbeit. Zudem zeigen sich Schwierigkeiten bezüglich der Operationalisierung des Begriffs. Der Artikel bietet abschließend Überlegungen zu einem detaillierteren Verständnis von KI und zeigt Anknüpfungspunkte für künftige Forschung auf.

Praktische Relevanz: Der Artikel illustriert das Phänomen KI, indem er eine Übersicht über zentrale Perspektiven in Bezug auf Beschäftigung und Tätigkeiten vorstellt und die vorhandene Empirie zum Thema KI und Arbeit in Deutschland sammelt. Dadurch ermöglicht er es, die vielfältigen Prognosen und Spekulationen über KI insgesamt besser einzuordnen.

Schlüsselwörter Künstliche Intelligenz · Arbeit · Digitalisierung · Beschäftigung · Tätigkeiten

Artificial intelligence and work: Perspectives between prognosis and workplace reality

Abstract

Artificial intelligence has recently become a central topic again in debates on the comprehensive digitalization of the world of work. Overall, the debate is dominated by economic perspectives on AI: AI is often discussed on the basis of economic forecasts concerning employment. On the other hand, there are also assumptions about the effects on tasks in the actual work process. There seems to be a consensus that AI will cause extensive changes in workplaces. This paper is dealing with the tensions between the dominant, discursive expectations and the empirical, workplace reality of AI in Germany. For this purpose, central perspectives on AI with regard to employment and tasks are presented and compared to the existing empirical data on the topic. This allows for a better understanding of the dominant leading images and speculations of the AI debate. The review of the empirical evidence reveals major gaps in quantitative and qualitative research on the application and the impact of AI on work. In addition, difficulties regarding the operationalization of the term become clear. The article offers final considerations for a deeper understanding of AI and identifies linkages for future research.

✉ Oliver Giering
oliver.giering@tu-berlin.de

¹ Institut für Soziologie, Technische Universität Berlin, Berlin, Deutschland

Practical Relevance: The article illustrates the phenomenon of AI by presenting an overview of central perspectives on employment and tasks and by summarizing the existing empirical research on the topic of AI and work in Germany. This provides a better understanding of the diverse prognoses and speculations about AI and work.

Keywords Artificial Intelligence · Work · Digitalization · Employment · Tasks

1 Einleitung

Künstliche Intelligenz (KI) prägte in den vergangenen Jahren erneut zahlreiche öffentliche und wissenschaftliche Debatten in Bezug auf Arbeit. KI avanciert dabei im Gesamtkontext einer übergreifenden Digitalisierung allmählich zu einem überaus zentralen Thema (Ganz et al. 2021). Im Zentrum steht sicherlich der in regelmäßigen Abständen wiederkehrende, dominante Diskurs um Arbeitsplatzverluste aufgrund von Automatisierung. Dieser Diskurs wird anhaltend durch entsprechende ökonomische Prognosen untermauert und skizziert technologische Automatisierung – und damit auch KI – tendenziell als Gefahr für Beschäftigung (äußerst prominent bei: Frey und Osborne 2013). Die Argumentationen verbleiben dabei bereits seit Jahrzehnten erstaunlich unverändert. Zumeist rangiert die Diskussion zwischen drei Polen: der Ersetzung des Menschen durch Maschinen, einem massiven Verlust von Arbeitsplätzen und allgemeiner einem Ende der gesamten Arbeitsgesellschaft an sich (Heßler 2016). Nicht selten werden dabei Angstdiskurse instrumentalisiert und eine technikdeterministische Sichtweise gegenüber der Gestaltbarkeit von Technik wird offenkundig (Huchler 2017, S. 222). Obgleich sich davon empirisch bisher wenig bewahrheitet hat (vgl. u. a. Moody 2019; Krzywdzinski 2020), ist diese Debatte um Beschäftigungseffekte besonders in Deutschland sehr präsent, da hier der Grad der Industrialisierung und damit auch das Automatisierungspotential verhältnismäßig hoch ist (Kellermann und Petring 2019).

In der Gesamtbetrachtung des Diskurses um KI offenbart sich zudem insgesamt eine Dominanz wirtschaftlicher Perspektiven (Fischer und Puschmann 2021). So betonen geäußerte und einflussreiche Wirtschafts-/Unternehmensberater in ihren Prognosen vor allem die Vorteile von KI, wie etwa eine mögliche Steigerung des Bruttoinlandsprodukt, der Wettbewerbsstärke oder der Produktivität (vgl. McKinsey 2017; PwC 2018, 2019). Diese – im wissenschaftlichen Sinne – „graue Literatur“ ist dabei durchaus wirkmächtig und wird stellenweise bereits heute in nationalen und internationalen (Politik-)Feldern als Handlungsorientierung herangezogen und in entsprechende Forschungs- und Politikprogramme überführt (vgl. Bundesregierung 2018; Europäische Kommission 2020). Neben diesen vornehmlich ökonomischen Perspektiven werden innerhalb der Wissenschaft jedoch auch relativ konkrete Tätigkeitswandel sowie generelle, betriebliche Einsatzmöglichkeiten von

KI, als auch ihre Limitationen diskutiert (Eberl 2018; Ramge 2018; Initiative Intelligente Vernetzung 2019). KI wird dabei oftmals weniger in Verbindung zu evidenzbasierter Empirie, als vielmehr mit Bezug auf eine imaginierte Zukunft (z. B. „Zukunftsmärkte“) verhandelt und zahlreiche Debattenbeiträge beruhen auf teils methodisch fragwürdigen Berechnungen, die es durchaus kritisch zu betrachten gilt (Heinen et al. 2017). Insgesamt erwartet der Diskurs somit einen starken Wandel der Arbeitswelt durch KI, der sich auf Beschäftigung, als auch Tätigkeiten auswirken wird.

Empirisch belastbare Auswertungen zum betrieblichen Einsatz, sowie zu beobachtbaren Auswirkungen von KI auf Arbeit bleiben hinter diesen dominanten Prognosen, die teils vermeintlich sehr genau beschreiben, wie die zukünftige Arbeitswelt mit KI aussehen wird, deutlich zurück. Eine nüchterne Einschätzung der Auswirkungen wird durch diese oftmals überzogenen Erwartungen und konstruierten Erzählungen erschwert (Butollo 2017). Darüber hinaus fehlt es vielfach an eindeutigen Operationalisierungen des Begriffs KI (Burmeister et al. 2019, S. 26) und einer Kontextualisierung von KI am Arbeitsplatz. Vielfach liegt der Fokus auf Robotern bzw. abstrakten Algorithmen und es erscheint als sei KI eine Technologie, die offenbar ohne Voraussetzungen am Arbeitsplatz eingeführt werden kann.

Der vorliegende Artikel möchte vor diesem Hintergrund im Sinne eines Positionspapiers eine Darstellung und Einordnung der erwähnten, dominanten Perspektiven auf KI und Arbeit bieten und hierbei vor allem die vermuteten Auswirkungen auf Beschäftigung und Tätigkeiten thematisieren. Gegenüber diesen eher theoretischen Beiträgen sollen dann aktuelle, empirische Ergebnisse zu KI und Arbeit vorgestellt werden. Dadurch soll das Spannungsfeld zwischen diskursiven Erwartungen und der betrieblichen Praxis von KI offengelegt werden, vornehmlich, um zwischen beiden Polen unterschieden zu können. Dies stellt eine wichtige Differenzierung dar, die die Debatte um KI und Arbeit bislang oft vermissen lässt. In einem abschließenden Schritt sollen einige Schlussfolgerungen der Betrachtung sowie – mit Bezug zu soziologischer Forschung – Überlegungen zu einer trennschärferen Definition von KI im Kontext von Arbeit dargelegt werden, die der Arbeitswissenschaft insgesamt dienlich sein können. Dadurch stellt der Artikel aktuelle, theoretische und empirische Beiträge der Forschung zu KI und Arbeit gegenüber, offenbart For-

schungslücken und bietet eine anwendbare Definition von KI im Kontext von Arbeit.

Der Aufbau des Artikels zeichnet sich demnach wie folgt: zunächst erscheint es nötig, in Kürze die historische Entwicklung des Konzepts von KI nachzuzeichnen, um die Kontinuität der KI-Entwicklung zu verdeutlichen, die im Zusammenhang mit einer anhaltenden Automatisierung und spezifischer der Digitalisierung der Arbeitswelt zu verorten ist. Nachfolgend soll der Begriff KI näher definiert werden, um eindeutige Implikationen auf Arbeit zu verdeutlichen. Anschließend werden zentrale Prognosen und theoretische Perspektiven auf Arbeit und KI vorgestellt, die dann mit den verfügbaren empirischen Ergebnissen abgeglichen werden, um einen differenzierteren Überblick über den Stand der Forschung zu bieten. Der Text schließt mit einer Zusammenfassung und ableitbaren Schlussfolgerungen für künftige Forschung.

2 Künstliche Intelligenz als andauernder, historischer Prozess

Obgleich an manchen Stellen neue, umfassende Visionen einer Gemeinschaft zwischen Mensch und „smarten“ Maschinen in naher Zukunft imaginiert werden (Eberl 2018) und dadurch der Eindruck entstehen könnte, bei KI handle es sich um ein gänzlich neuartiges Konzept, herrscht in gegenwärtigen Debatten durchaus Einigkeit darüber, dass KI kein neues Phänomen darstellt (vgl. etwa Russell und Norvig 2012; bitkom 2017; Hecker et al. 2017; Döbel et al. 2018). Die Dartmouth Conference 1965 in Hanover, New Hampshire gilt als Geburtsort der akademischen Beschäftigung mit dem Thema KI¹. Das erstmal definierte Konzept sollte Maschinen dazu befähigen zu sprechen, eigene Konzepte zu entwickeln, Probleme zu lösen, die eigentlich Menschen vorbehalten waren und sich eigenständig zu verbessern. Letztlich war die Vision, jegliche Form von Intelligenz so präzise zu beschreiben, dass eine Maschine sie simulieren könnte (McCarthy et al. 2006). Aufgrund mangelnder Hardwarefähigkeiten und der Komplexitätsunterschätzung der zu bewältigenden Aufgaben, folgte dieser sehr optimistischen Sichtweise auf KI, die auch durchaus erste Erfolge etwa im medizinischen Bereich vorweisen konnte, der erste sogenannte KI-Winter, der sich etwa in die Zeit zwischen 1970 und 1975 datieren lässt (Peissner et al. 2019,

S. 10). In der Industrie begann man um 1970 in Teilschritten und an einzelnen Maschinen manuelles Steuern und Regeln durch entsprechende Rechenanlagen zu ersetzen (bitkom 2017, S. 9). Der Einsatz von Industrierobotern folgte allmählich mit der damit einsetzenden technologischen Automatisierung, allerdings weitaus langsamer und bis zum heutigen Tag auch durchaus begrenzter, als vielfach proklamiert (Moody 2019; Krzywdzinski 2020). In den 1980er-Jahren sprach man im Zusammenhang mit KI vor allen Dingen von symbolischen Expertensystemen, deren menschliche Wissensbasis manuell eingegeben werden musste und die man mit entsprechenden logischen, hierarchischen Regeln versah. Die manuelle Programmierung stieß jedoch schnell an ihre Grenzen und es folgte ein zweiter KI-Winter, der etwa von 1987 bis Mitte/Ende der 1990er-Jahre anhielt. So dauerte es bis zur Jahrtausendwende, bis signifikante Fortschritte im Bereich der KI zu beobachten waren, die den Grundstein für heutige Technologien legten (Döbel et al. 2018, S. 9f.). Gründe dafür liegen vor allem in der stark gewachsenen Rechenleistung, der nun verfügbaren Datenmenge, die durch Prozesse der Digitalisierung entstanden ist, sowie signifikanter Fortschritte im Bereich des Machine Learning (Initiative Intelligente Vernetzung 2019, S. 5f.). All jene Entwicklungen, die sich über Jahrzehnte vollzogen, wurden immer wieder (populär-)wissenschaftlich und öffentlichkeitswirksam aufgegriffen, um Debatten etwa zu Jobverlusten inhaltlich zu unterfüttern, ohne, dass sich die Argumentationsweise dabei grundlegend verändert hätte (Heßler 2016).

Die Entwicklung von KI muss daher vielmehr als historischer, nicht abgeschlossener Prozess angesehen werden, der sich bereits seit den 1950er-Jahren vollzieht und Teil der allgemeinen technologischen Automatisierung von Betrieben und entsprechender Rationalisierungsmaßnahmen ist. Es bricht demnach gegenwärtig nicht unerwartet etwas völlig Neues über die Betriebe herein: vielmehr halten die Konzepte – allerdings wie sich zeigen wird in Tendenz eher langsam und inkrementell – nach und nach Einzug in den Betrieben. Entsprechende inkrementelle und vielfach pfadabhängige Entwicklungen einer allgemeinen Digitalisierung, die Zweifel an der These eines disruptiven Wandels von Arbeit durch einen gegenwärtigen Technologieschub hegen, lassen sich aktuell etwa im industriellen Sektor beobachten (Hirsch-Kreinsen 2018b).

3 Definition: starke und schwache KI

Zahlreiche Autoren führen mit weitreichenden Visionen in die Auseinandersetzung mit KI ein und erklären, dass KI bereits integraler Bestandteil des alltäglichen Lebens sei (Hecker et al. 2017; Initiative Intelligente Vernetzung 2019), betonen gleichzeitig aber auch die Schwierigkeiten

¹ Alan Turing veröffentlichte allerdings bereits 1950 erste Ansätze zu Künstlicher Intelligenz. Im bekannten „Turing-Test“ sei das verfolgte Ziel dann erreicht, wenn ein Mensch innerhalb einer Interaktion via Computer mit zwei unbekanntem Gesprächspartnern nicht mehr unterscheiden könne, ob er mit einem anderen Menschen oder einer Maschine kommuniziere (Turing 2009). Andere Publikationen datieren erste Ansätze etwa in Bezug auf Machine Learning und Neuronale Netze bereits auf die frühen 1940er-Jahre (vgl. Döbel et al. 2018, S. 9).

einer Begriffsdefinition von KI und brechen den Begriff dann meist in kleinere Einheiten auf. Festzuhalten ist, dass es keine einheitliche Definition von KI gibt, sondern vielfältige Herangehensweisen, um die Thematik zu beschreiben. Teilbereiche von KI umfassen dabei zum Beispiel das Suchen, Wissen, Entscheiden, Lernen, Wahrnehmen oder Handeln, dass durch unterschiedliche Technologien simuliert werden kann (siehe dazu v. a. Russell und Norvig 2012). Ganz allgemein kann KI als ein Konzept der Informatik verstanden werden, dass Maschinen befähigen soll Aufgaben in einer intelligenten Art und Weise auszuführen, wobei weder eindeutig definiert ist, was intelligent hierbei bedeutet, noch welche Techniken im Detail verwendet werden (Döbel et al. 2018, S. 8). Im Diskurs um KI und Arbeit wird oftmals in verkürzter Weise das Bild eines (menschlichen) Roboters bedient, obgleich es sich technisch vornehmlich viel mehr um Software bzw. Algorithmen handelt (Butollo 2017). In jedem Fall muss aber zunächst zwischen starker und schwacher KI unterschieden werden, obgleich nicht alle Debattenbeiträge diese wichtige Unterscheidung vornehmen und somit zur Unschärfe der Debatte und zu unrealistischen Annahmen beitragen.

Starke KI-Systeme sollen die gleichen intellektuellen Fähigkeiten (u. a. logisches Denkvermögen, Kreativität, Entscheidungs-, Planungs- und Lernfähigkeit) wie der Mensch besitzen oder diese sogar übersteigen, während schwache KI konkrete Lösungen für bestimmte Probleme bereitstellt, die auf Methoden der Mathematik und Informatik basieren und zunehmend in der Lage sind sich selbst zu optimieren. Dabei werden Aspekte menschlicher Intelligenz immer nur imitiert und formal nachgebildet (Bundesregierung 2018, S. 4). Auch wenn tatsächlich einzelne Beiträge existieren, die langfristig die Möglichkeit sehen, dass eine starke Künstliche Intelligenz entwickelt werden könnte (Reinhart und Greiner 2019), ist festzuhalten, dass alle gegenwärtig existierenden Ansätze und Technologien zur Kategorie der schwachen KI zählen. Intelligenz wird lediglich durch technische Möglichkeiten simuliert und bietet für begrenzte Anwendungsbereiche Lösungen. Der Transfer ihrer Fähigkeiten in andere Gebiete, als auch die Möglichkeit sich fundamental weiterzuentwickeln, sind noch sehr limitiert, weshalb es generell in Frage zu stellen ist, ob eine starke KI jemals möglich sein wird (Initiative Intelligente Vernetzung 2019, S. 7).

Der wesentliche Unterschied zu früheren EDV-Systemen, die auf den Grundprinzipien der Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe agierten, ist jedoch vor allen Dingen der Aspekt des Lernens und Verstehens moderner KI-Systeme. Diese sind nicht mehr nur auf starre und fest programmierte Regelwerke angewiesen und handeln in einem begrenzten Rahmen eigenständig (bitkom und DFKI 2017, S. 29). Spricht man heute von KI ist vor allen Dingen das Feld des Machine Learning (ML) gemeint (Daum 2019,

S. 314), welches die Probleme des expliziten Programmierens bestimmter Lösungswege überwinden soll. Obgleich es sich also bei Machine Learning (z. B. neben Deep Learning oder Computer Vision) lediglich um ein Teilgebiet der Künstlichen Intelligenz handelt, werden die Begriffe oftmals synonym verwendet, da gegenwärtig zahlreiche KI-Lösungen auf Verfahren des Machine Learning basieren (Döbel et al. 2018; Initiative Intelligente Vernetzung 2019). Das zunehmend erfolgreiche Konzept des Machine Learning beschreibt grundlegend die Generierung von Wissen aus Erfahrung durch Algorithmen, die eigenständig komplexe Modelle zur Verarbeitung entwickeln. Das System erlernt sozusagen nach einer gewissen Einspeisung mit Trainingsdaten automatisch die Fähigkeit mit potenziell unbekanntem Daten umzugehen, ohne vorher festgelegte Regeln oder Berechnungsvorschriften definieren zu müssen. Das ist in Fällen sinnvoll, in denen überaus komplexe Prozesse vorliegen, die nicht analytisch beschrieben werden können, jedoch genügend Daten zur Verfügung stehen, um eigenständige – wenn auch schwer nachvollziehbare – Schlüsse zu ziehen. Das System ist dann in der Lage, diese Daten zu verarbeiten und eigenständig Muster zu erkennen. Genutzt werden diese Techniken in Praxis vor allen Dingen im Bereich der Text-, Bild- und Sprachanalyse. Doch auch bei den erstaunlichen Fortschritten in diesem Feld muss beachtet werden, dass die Systeme weder ein eigenes Verständnis noch eine Art eigenes Bewusstsein haben, warum und in welchem Kontext sie etwas tun. Während diese Systeme also in der Lage sind zehntausende Websites nach bestimmten Inhalten in Sekunden zu durchsuchen und eigenständig nach gewissen Mustern zu katalogisieren oder vorherzusagen was bestimmte Menschen vermutlich in naher Zukunft kaufen werden, fehlt ihnen ein umfängliches Verständnis dafür was eine Website ist oder was die Inhalte konkret in unterschiedlichen Kontexten und in Verbindung zu anderen Dingen bedeuten. Eine starke Intelligenz ist daher auch in Zukunft nicht zu erwarten und erscheint nach wie vor unrealistisch (bitkom und DFKI 2017, S. 29; Döbel et al. 2018, S. 8).

Nachfolgend soll KI demnach immer als schwache KI verstanden werden, die konkrete Lösungen für bestimmte Probleme und Einsatzgebiete bereithält und als fortschreitende Form einer allgemeinen Automatisierung zu verstehen ist. Beispiele für solche Systeme einer schwachen KI sind etwa Softwarelösungen zur Sprach-, Text- oder Bilderkennung, aber auch Chatbots oder Expertensysteme.

4 Beiträge zwischen Prognose und Theorie

Das Thema der Künstlichen Intelligenz in Bezug auf Arbeit verursacht an vielfältigen Stellen Unsicherheiten gegenüber der Zukunft. Während vor allem wirtschaftliche Perspekti-

ven dominieren (Fischer und Puschmann 2021), wecken die vielfältigen – teils irrationalen – Spekulationen über KI oftmals Hoffnungen, aber auch Ängste, die eine realistische Einschätzung der Situation erschweren (Burmeister et al. 2019). Vielfach wird versucht sich diesen Unsicherheiten durch theoretische Überlegungen, vor allem aber über Prognosen in Form komplexer Berechnungs- und Substituierungsmodelle zu stellen. Nachfolgend sollen wesentliche, dominante Debattenbeiträge vorgestellt werden, die sich auf Beschäftigungs- und Tätigkeitsebene mit der Thematik befassen, um einen ersten Überblick über das Forschungsfeld zu bieten und um sie in einem nächsten Schritt empirisch gesichertem Wissen gegenüberzustellen.

4.1 Auswirkungen auf Beschäftigungsebene

Im Zentrum vieler Debatten stehen ökonomische Prognosen, die sich mit einer zunehmenden Digitalisierung des Arbeitsmarktes beschäftigen und nicht selten eine hohe Substitutionswahrscheinlichkeit von Berufen durch Automatisierung und KI prophezeien. Sicherlich am prominentesten haben die Ökonomen Frey und Osborne die Debatte über ein Substitutionsrisiko durch Automatisierung platziert. Die vielfach zitierte Studie prognostizierte eine Substitution von insgesamt 47 % aller Beschäftigten in den USA, die in den nächsten 10 bis 20 Jahren durch Technik – vor allem auch KI/Machine Learning – vollzogen werden könnte (Frey und Osborne 2013). Die Studie fand trotz methodischer Schwächen in zahlreichen öffentlichen, als auch wissenschaftlichen Debatten Gehör. In Folge dessen wurde diese Prognose auch auf Deutschland übertragen, mit dem – jedoch weitaus vorsichtiger formulierten – Ergebnis einer Gefährdung von rund 42 % der Beschäftigten (Bonin et al. 2015). Weitere Beiträge nutzen einen umfassenderen „task-based approach“ (Autor et al. 2003), der vermehrt die Automatisierungsmöglichkeiten jeglicher Tätigkeiten eines Berufs anstelle ganzer Berufe an sich untersucht und abschließend eine gewichtete Gesamtwahrscheinlichkeit errechnet. Mit Blick auf die zuvor vorgenommene Schärfung der Definition von KI auf schwache KI, die punktuell für bestimmte Aufgaben eingesetzt wird, erscheint die Betrachtung eines tätigkeitsbasierten Ansatzes tatsächlich auch zielführender, da es offenkundig ohnehin unwahrscheinlich erscheint ganze Berufe zu ersetzen, die aus einer Vielzahl von Tätigkeiten bestehen (Heinen et al. 2017, S. 718). Dieser Modellansatz prognostiziert dann für rund zwölf (Bonin et al. 2015) bzw. für etwa 15 % (Dengler und Matthes 2018) der Arbeitnehmer in Deutschland ein Substituierbarkeitspotenzial durch Technologien wie KI. Viele Nachfolge-Berechnungen übernehmen allerdings die methodischen Schwierigkeiten von Frey und Osborne, die vor allem durch stark vereinfachte Annahmen, Subjektivität und Generalisierungen geprägt sind (siehe hierzu ausführlich Heinen et al. 2017, S. 716).

Diese Studien prognostizieren dann Anteile an gefährdeten Jobs zwischen fünf und 83 %, wobei von den im Jahr 2017 zwölf identifizierten Studien ein Großteil den berufsspezifischen Ansatz wählt (Übersicht ebd., S. 217; zudem aktueller bei Apt und Priesack 2019). Die Betrachtung offenbart, dass sich die Ergebnisse teilweise stark voneinander unterscheiden, die Studien jedoch dennoch im Einzelnen eine gewisse Präzision, auch über teils komplexe Modellierungen, nahelegen. Dabei sollte nicht in Vergessenheit geraten, dass es sich jeweils nur um mathematische Modelle handelt – nicht um definitive Zukunftsvorhersagen. Andere Autoren teilen die Ansicht der Gefahr von Jobverlusten durch eine enorme Entwicklung digitaler Technologien und einem damit verbundenen Innovationsschub (Brynjolfsson und McAfee 2014). Sie verbleiben dabei aber vergleichsweise optimistisch und betonen etwa die Möglichkeiten einer politischen Steuerung dieser Entwicklungen. Auch Vogler-Ludwig (2017, S. 870) betont die offene und gestaltbare Zukunft in Bezug auf Technologie und spricht sich gegen eine reine Fokussierung auf Risiken der „Apologeten der neuen Technologien“ aus.

Während zahlreiche dieser Beiträge auf statistische Modelle zurückzuführen sind, gibt es auch Beiträge, die eher theoretisch und teils mit Blick auf die Vergangenheit fundiert argumentieren und eine weitreichende Substitution von Berufen durch Digitalisierung, Automatisierung und KI für eher unwahrscheinlich halten. Hirsch-Kreinsen (2018c) argumentiert mit Fokus auf die industrielle Arbeit, dass zwar zunächst durchaus Freisetzungseffekte denkbar seien, es aber absolut ungewiss verbleibe, welche langfristigen Folgen entstünden und eine absehbare, positive Entwicklung von Wachstums- und Beschäftigungseffekten immer auch das gesamte Beschäftigungsniveau anheben würde. Deshalb könnten ganz allgemein durch die Nutzung einer KI-gestützten Automatisierung neue Jobs entstehen (Mainzer 2019) und zwar über alle Kompetenzebenen hinweg (Henning 2019). Zudem sei die Diffusion von Technik und damit auch die Auswirkungen auf Beschäftigung und Arbeitsqualität immer von vielen nicht-technischen, sozialen und arbeitspolitischen Faktoren beeinflusst und nicht nur durch ihr technologisches Potenzial bestimmt (Hirsch-Kreinsen 2015; Pfeiffer 2017). Ähnlich argumentiert Moody (2019), denn oftmals stehe nicht die Frage der Substitution im Vordergrund, viel mehr müsste die Profitabilität des Einsatzes gewährleistet sein, damit Unternehmen tatsächlich Technologie einsetzen. Dies bestätigen Heinen et al. (2017, S. 714) und fügen hinzu, dass zudem der politische und regulatorische Rahmen dies überhaupt zulassen müsse. Ein Wandel sei somit generell schwer absehbar, da auch gegenwärtig in Bezug auf autonome Systeme die Kosten oftmals noch den Nutzen übersteigen, es zu einer Ironie der Automatisierung komme und zudem ethische und rechtliche

che Fragen nicht umfassend geklärt seien (Hirsch-Kreinsen und Karačić 2019).

In diesem Kontext zusammenfassend formulieren Nuss und Butollo (2019), dass die Analysen in Bezug auf KI und Arbeit oftmals verengt geführt werden und die reine Möglichkeit der Ersetzung von Arbeit durch Maschinen zu kurz greife. Vielmehr seien es immer komplexere Prozesse, unter anderem auch der anhaltenden, systematischen Rationalisierung gesamter Wertschöpfungsketten, die dabei eine Rolle spielen. All diese – teils jahrelangen – Entwicklungen, etwa der Flexibilisierung, Finanzialisierung, Prekarisierung, sind bei der Bewertung der Thematik von entscheidender Relevanz. Uhl (2019) schlägt daher vor das veraltete Narrativ der Ersetzung des Menschen hinter sich zu lassen und stattdessen konkrete Formen der arbeitsorganisatorischen Kombination von Technik und Mensch und dessen mögliche sozialen Folgen mehr in den Fokus der Analysen zu rücken. Nur so werde man der neuen Qualität der gegenwärtigen Digitalisierung tatsächlich gerecht.

4.2 Auswirkungen auf Tätigkeitsebene

Neben diesen Perspektiven auf Beschäftigung durch Automatisierung und KI, widmen sich viele Beiträge auch den Veränderungen auf konkreter Tätigkeitsebene.

Vor allem Routinetätigkeiten werden oft im Zusammenhang mit Auswirkungen von KI auf Arbeit thematisiert. So seien es gerade eben jene Tätigkeiten, die in Verbindung mit der grundlegenden Verarbeitung und Beschaffung von Informationen stehen, die durch KI übernommen werden könnten. Das erzeuge häufig Zeitersparnisse, die an anderer Stelle genutzt werden könnten. Ganz allgemein würden sich dadurch – wie der task-approach nahe legt – Tätigkeitsprofile ändern, aber Berufe an sich nicht gänzlich verschwinden (Eberl 2018, S. 14). Die Nachfrage auf dem Arbeitsmarkt nach bestimmten Tätigkeiten, vor allen Dingen nach eben jenen Routinebasierten, werde somit durch KI zunehmend sinken. Ähnlich argumentiert Autor (2015), der eine grundsätzliche, qualitative Veränderung von Tätigkeitsprofilen für am wahrscheinlichsten hält. Gerade im mittleren Qualifikationsbereich würden künftige Berufe so eine Verknüpfung von technischen, routinetaften als auch nichtroutinetafte Tätigkeiten beinhalten, die nicht einfach zu entkoppeln sind. In diesen nichtroutinetaften Tätigkeiten, die ein hohes Maß an Interaktionsfähigkeit, Flexibilität, Anpassungsfähigkeit und Problemlösungsfähigkeiten benötigen, sieht er auch in Zukunft den Vorteil der Beschäftigten. Apt und Priesack (2019, S. 231) sprechen gar von einer „Re-Humanisierung“ von Arbeit durch die Abnahme von zeitraubenden Routinetätigkeiten, sowie einer Steigerung menschlicher Fähigkeiten, als auch einer Demokratisierung von Fachwissen (ebenfalls bei Ramge 2018),

da es zu einem transparenteren Informationszugang durch KI komme.

Konträr zu diesen Einschätzungen in Bezug auf Routinetätigkeiten betont Hirsch-Kreinsen (2018c), dass es auch in dynamischen Wirtschaftssystemen weiterhin einen Bedarf an Einfacharbeit und Routinetätigkeiten die Erfahrungswissen benötigen gäbe, da diese nicht immer computertech-nisch abgebildet werden können. Die Folgen erscheinen dabei ungewiss: so sei zum einen eine generelle Aufwertung von Tätigkeiten und Qualifikationen, als Folge von Substitution einfacher Tätigkeiten denkbar. Zum anderen sei aber auch eine Polarisierung von Arbeit möglich, da längerfristig hauptsächlich das mittlere Qualifikationsniveau von Automatisierung betroffen sei, während weiterhin neue Berufe mit einfachen und anspruchsvollen Tätigkeiten entstehen. Hüther (2019, S. 223) argumentiert in diesem Zusammenhang ebenfalls, dass das Bildungsniveau der Beschäftigten auch oftmals komplementär wirke. Käme es also zu einer erhöhten Nachfrage nach höherqualifizierten Berufen durch die Komplexität neuer technischer Systeme, entstünden gleichzeitig auch einfache Tätigkeiten, die zur Unterstützung und Zuarbeit der höherqualifizierten Jobs dienen.

Für Brynjolfsson und McAfee (2012) sind insgesamt nicht nur Routinetätigkeiten durch KI bedroht, denn die Technologie zeige bereits, dass sie zeitnah auch mehr in Bereiche vordringen könnte, die bisher ausschließlich dem Menschen vorbehalten waren. So könnten künftig auch mehr und mehr kreative und komplexe Berufe von einer Substitution betroffen sein. Auch Heinen et al. (2017, S. 720) äußern eine „neue“ Gefahr durch KI, die zukünftig auch die komplexe „Kopfarbeit“ höherqualifizierter Fachkräfte ersetzen könnte. Entwicklungen, mit denen wenig qualifizierte physische Arbeiter schon seit Jahrzehnten konfrontiert seien, gelten nun auch zunehmend für „Kopfarbeiter“. Apt und Priesack (2019, S. 224f.) teilen diese Ansicht einer möglichen „neuen Stufe“ der Automatisierung und Digitalisierung, die über die Ersetzung von physischen und kognitiven Routinetätigkeiten hinaus geht, stellen jedoch in Frage, ob dieser Prozess tatsächlich dann auch substitutiv verlaufen werde oder ob dies auch eine Chance für einen komplementären Technologieinsatz böte.

Entgegen dieser Positionen einer umfassenden Ersetzung aller Tätigkeiten, betont Rammert (2003, S. 6), dass Maschinen zwar in eingegrenzten Bereichen den Menschen überlegen sein könnten, aber menschliche Fähigkeiten, wie Kreativität, freie Bewegung oder Gefühlsempfindungen Maschinen immer noch vor große Herausforderungen stellen würden (Moravecsches Paradox). An dieser grundlegenden Feststellung hat sich auch 2021 – trotz zahlreicher Fortschritte im Bereich der KI und des Machine Learning – nichts geändert. Folgerichtig betonen zahlreiche Autoren, dass insbesondere Kreativjobs, aber auch Jobs mit hoher Anforderung an Sozialkompetenz dadurch an Ansehen ge-

winnen könnten. Maschinen werden zwar behilflich sein Tätigkeiten zu ersetzen, Fähigkeiten wie Planung, Entscheidung, kreative Problem- und Konfliktlösung aber auch Tätigkeiten, die emotionale und soziale Intelligenz erfordern, werden weiterhin von Menschen ausgeführt werden (Eberl 2018). So erscheint eine Aufwertung von sozialen Dienstleistungen, aber auch von Kunst und Kultur denkbar, denn diese Bereiche und die damit verbundenen Tätigkeiten lägen nämlich auch weiterhin außerhalb der Reichweite von Maschinen (bitkom und DFKI 2017). Ähnlich argumentiert Voß (2017), der betont, dass lange Zeit das Leitbild von Arbeit vor allem durch die technisch-produktiven und zweckmittel-kalkulierenden Aspekte eben jener dominiert wurden, diese aber vermehrt von Maschinen übernommen werden und diese nun auch auf bisher unerreichte Kompetenzen zielen würden. Sinnliche, intuitive, fantasievolle und einfühlsame Aspekte von Arbeit könnten dementsprechend zukünftig von größerer Bedeutung sein und eine Aufwertung erfahren. Denn gerade im lebendig-körperlichen Wesen des Menschen, läge der große Unterschied und vermutlich auch die entscheidende Zukunftschance für Menschen im Gegensatz zu Maschinen. Der zu starke Einbezug von Maschinen könnte zudem auch zu Problemen führen: in Bezug auf allgemeinere Problem-, Entscheidungs- und Konfliktlösungsfähigkeiten ist eine Ironie der Automatisierung denkbar. Verlassen sich Beschäftigte zu sehr auf das Können einer Maschine, sinkt auch ihre Aufmerksamkeit sowie die Fähigkeit auftretende Störfälle zu lösen, da hierfür vor allem Erfahrungswissen nötig sei, das in zunehmend automatisierten Abläufen abhanden käme (Hirsch-Kreinsen 2015, S. 17f.). Das ist vor allen Dingen dadurch gefährlich, da es gleichzeitig zu einer immer schwerer Nachvollziehbarkeit von Maschinenentscheidungen kommt – ein Aspekt, den es vor allem künftig in hohem Maße zu beachten gelte (Döbel et al. 2018, S. 30ff.).

Zusammenfassend zeigt sich, dass diese dominanten Beiträge zu KI ganz unterschiedliche Themenfelder von Arbeit umfassen. Neben der konkreten Tätigkeitsebene (routinemäßige, meist repetitive vs. komplexere Aufgaben) werden auch übergreifende mit Tätigkeiten verbundene Fragen der Wertigkeit und des Ansehens bestimmter Berufsfelder (Kunst, Kultur, Soziales) diskutiert. Um eine Einordnung dieser diskursiven Erwartungen von KI auf Arbeit vornehmen zu können, soll nun die zentrale Empirie zur betrieblichen Realität von KI in Deutschland vorgestellt werden.

5 Empirische Untersuchungen zur betrieblichen Realität

Mit Blick auf die empirische Forschungslandschaft in Bezug auf KI und Arbeit muss zunächst festgestellt werden, dass es äußerst wenige Publikationen gibt, die sich explizit

diesem Thema widmen. Umfängliche, repräsentative empirische Projekte zu Auswirkungen von KI auf Beschäftigung, Arbeitsqualität und Tätigkeiten in Deutschland fehlen nahezu gänzlich. Angesichts der umfassenden Debatten in Wissenschaft, Politik und der Öffentlichkeit, ist dieser Zustand durchaus bemerkenswert. Insgesamt existieren daher zwar reichlich kontroverse Einschätzungen, allerdings wenig empirische Evidenz (Menzel und Winkler 2018). Während die Empirie in Bezug auf KI somit äußerst dürftig ausfällt (Ganz et al. 2021, S. 68), existieren zahlreiche Prognosen – häufig von einschlägigen Beratungshäusern wie PwC, McKinsey oder Accenture – zur Bewertung der Potenziale von KI (Überblick u. a. bei: Seifert et al. 2018). In der nachfolgenden Vorstellung der Empirie zum Thema soll sich allerdings vornehmlich auf die betriebliche Nutzung von KI und ihre Auswirkungen fokussiert werden². Es soll also aufgezeigt werden, wo sich tatsächliche Auswirkungen von KI auf Arbeit in deutschen Unternehmen bereits empirisch zeigen lassen, oder wo sie zumindest von den Unternehmen selbst für möglich/wahrscheinlich erachtet werden. Eine Gesamtübersicht über die verfügbaren Studien findet sich in Tab. 1.

Die umfangreichsten Erkenntnisse finden sich bei Bauer et al. (2019) des Fraunhofer IAO, die jedoch zugleich die beobachtbare empirische Evidenz des Themas deutlich begrenzen. So zeigt sich, dass lediglich rund 16 % der befragten 309 Unternehmen konkrete KI Anwendungen einsetzen. Während sich 25 % bisher noch gar nicht mit dem Thema beschäftigt haben, geben 35 % an, sich derzeit „ausführlich über KI zu informieren“, „eine Einführung zu planen“ (14%) oder „KI-Potenziale im Unternehmen zu analysieren“ (10%). Obwohl sich also rund 75 % der befragten Unternehmen mit KI beschäftigen, finden sich praktische Anwendungen erst bei einem sehr überschaubaren Teil der Unternehmen. Die befragten Unternehmen sehen vor allen Dingen in ausführenden, einfachen und analytischen Tätigkeiten Potenzial zur Veränderung durch KI. Kreative und emphatische Tätigkeiten seien in den nächsten fünf Jahren wohl eher weniger von KI betroffen. Dies bestätigt die zuvor ausgeführten, theoretischen Annahmen über die Substitutionsmöglichkeiten von einfacheren, repetitiven Tätigkeiten. In beschleunigten Prozessen, als auch der Steigerung der Arbeitsproduktivität sehen Unternehmen die höchste Wahrscheinlichkeit von Auswirkungen von KI auf Arbeit. Beim konkreten Blick auf den Einsatz von KI (50 verbleibende Unternehmen) wird deutlich, dass vor allen Dingen

² So sollen auch keine Untersuchungen großer Wirtschaftsberater vorgestellt werden, da deren Zahlen stellenweise fragwürdig erscheinen. Deloitte (2020) befragte etwa explizit 200 „AI-Experten“ in großen Unternehmen in Deutschland nach dem Einsatz von KI und kommt zu dem Ergebnis, dass nahezu 100 % der befragten Unternehmen bereits KI-Technologien nutzen. Dies ist wenig verwunderlich, da man nur „AI-Experten“ befragte.

Tab. 1 Empirische Studien zum betrieblichen Einsatz von KI in Deutschland; eigene Darstellung
Table 1 Empirical studies on the use of AI in companies in Germany; own presentation

Studie	Daten & Methodik	Kernergebnisse
Bauer et al. (Fraunhofer IAO) (2019); „Künstliche Intelligenz in der Unternehmenspraxis. Studie zu Auswirkungen auf Dienstleistung und Produktion“	Schriftliche, quantitative Befragung (n = 309) sowie Auswertung der KI nutzenden Unternehmen (n = 50) Kein Branchenfokus Geschäftsführung und Management der Fachbereiche Experteninterviews (n = 18) aus Dienstleistung & Produktion mit ausgewählten Experten aus Wirtschaft und Gesellschaft Fallbeispiele (n = 3) mit KI-nutzenden Unternehmen	16 % der Unternehmen haben praktische KI Anwendung im Einsatz 59 % der Unternehmen bereiten Einführung vor/informieren sich 25 % der Unternehmen haben sich noch nicht mit KI beschäftigt Vornehmliche Nutzung: Daten- und Informationsextraktion; datenbasierte Prognose; Entscheidungsunterstützung und -automatisierung
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2018); „Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2018. Fokusthema Künstliche Intelligenz.“	Computergestützte und standardisierte Telefoninterviews (n = 1061) 11 Branchen der gewerblichen Wirtschaft „Hochrangige Entscheider“	5 % der Unternehmen nutzen gegenwärtig bereits KI Lösungen 25 % der Unternehmen beschäftigen sich mit dem Thema KI Für 75 % der Unternehmen hat KI keine Relevanz Nutzung (aktuell/künftig) vor allem zur: Datenanalyse; Automatisierung von Routineabläufen; Kundenkommunikation
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2020); „Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Deutschen Wirtschaft. Stand der KI-Nutzung im Jahr 2019“	Sonderauswertung der Deutschen Innovationserhebung 2019 Computergestützte, mündliche, telefonische Befragung von KI nutzenden Unternehmen (n = 368) Produzierende Industrie und überwiegend unternehmensorientierte Dienstleistungen „Auskunftspersonen die mit dem Bereich Innovation vertraut sind“	6 % der Unternehmen nutzen KI Lösungen Rund 0,84 % aller Beschäftigten haben direkten Kontakt zu KI Nutzung KI-Technologien vornehmlich: Maschinelles Lernen/ Beweisen; Bild- oder Fonerkennung; wissensbasierte Systeme; Sprach-/ Textverstehen KI Nutzung vornehmlich zur: Integration in Produkte bzw. Dienstleistung; Automatisierung von Prozessen; Kundenkommunikation/-interaktion
Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (bitkom) (2020); „Künstliche Intelligenz. Einsatz und Forschung in Deutschland“	Computergestützte, mündliche, telefonische Befragung (n = 603) Alle Wirtschaftszweige ohne Land-/Forstwirtschaft, Fischerei, Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung, Erziehung/ Unterricht Geschäftsführung und Vorstandsmitglieder	6 % der Unternehmen nutzen KI Lösungen 22 % der Unternehmen planen den Einsatz von KI Lösungen Für 71 % der Unternehmen ist KI kein Thema Nutzung vornehmlich in: Targeting/personalisierte Werbung; automatische Buchungen von Zahlungen/ausgängen; Automatisierte Beantwortung von Anfragen/Reklamationen
Digitales Innovationszentrum (DIZ) (2018); „Stimmungsbild Künstliche Intelligenz @BW (Baden-Württemberg). Blitzlicht 2018“	Quantitative Onlineerhebung (n = 100) Insgesamt 16 Branchen Geschäftsführung, Führungskräfte, Mitarbeiter	12 % der Unternehmen geben an, KI Lösungen zu nutzen 38 % der Unternehmen planen eine KI Nutzung 37 % der Befragten geben an, keine KI Lösungen zu nutzen Nutzung wäre vornehmlich interessant zur: Datenanalyse; Optimierung von Geschäftsprozessen; Optimierung von Produktionsprozessen; Text- und Bildanalyse; Spracherkennung
Jenny et al. (2019) im Auftrag des BMWi; „Perspektiven der Künstlichen Intelligenz für den Einzelhandel in Deutschland“	Qualitative Experteninterviews zum Thema KI im Einzelhandel (n = 15) Quantitative Erhebung (n = 116) mit 76 Experten aus Einzelhandel sowie 40 Anbieter von KI-Lösungen	11 % der Unternehmen nutzen KI Lösungen 14 % der Unternehmen planen es 19 % der Unternehmen nutzen keine KI Lösungen 36 % finden KI Lösungen interessant Chancen durch KI: genauere Entscheidungen; Steigerung Effektivität und Effizienz; Befreiung von Routinen; Begegnung des Fachkräftemangel
Lundborg und Märkel (Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste) (2019); „Künstliche Intelligenz im Mittelstand. Relevanz, Anwendungen, Transfer“	Schriftliche, quantitative Befragung (n = 40) Experten aus Transferbereich zwischen Wissenschaft und Implementierung in der Praxis Weiterführende Experteninterviews mit einigen Teilnehmern zur tiefergehenden Analyse	3 % der Experten ordnen gegenwärtig der aktiven/passiven KI Nutzung eine hohe/sehr hohe Bedeutung für den Mittelstand zu; Tendenz steigend KI Implementierung möglich in: Logistik; Produktion; Einkauf Nutzung möglich zur: Optimierung der Distribution; Steigerung Prozess-effizienz; zielgenaue Werbung und Promotion

Tab. 1 (Fortsetzung)
Table 1 (Continued)

Studie	Daten & Methodik	Kernergebnisse
Seifert et al. (2018) im Auftrag des BMWi: „Potenziale der Künstlichen Intelligenz im Produzierenden Gewerbe in Deutschland“	Quantitative Onlineerhebung (n = 230) Verarbeitendes Gewerbe Anwender, Anbieter von KI-Technologien, Vertreter aus Wissenschaft	25 % der Großunternehmen nutzen KI Lösungen 15 % der KMU nutzen KI Lösungen Nutzung insgesamt vornehmlich in: Forschung und Entwicklung; Logistik (bei Großunternehmen); Service/Kundendienst; Marketing/Vertrieb; Planung
Verein Deutscher Ingenieure (VDI) (2018): „KI-VDI-Statusreport Oktober 2018“	Quantitative Onlineerhebung (n = 880) Anlagen/Maschinenbau, Fahrzeugbau, Elektroindustrie, ITK Primär Fach- und Führungskräfte, Experten in Forschung, Lehre und Wissenschaft, Studierende	7 % der KMU nutzen KI Lösungen 13 % der Großunternehmen nutzen KI Lösungen Nutzung vornehmlich: Datenanalyse; Assistenzsysteme; Vorausschauende Instandhaltung

die Dienstleistungs-, Service- und Kundendienstbereiche KI Technologien nutzen. Daten- und Informationsextraktion, als auch datenbasierte Prognosen werden am häufigsten genutzt. KI wird dabei immer nur unter Kontrolle des Menschen oder in Form von Unterstützung der Mitarbeiter genutzt, jedoch fast niemals autonom. Die Technologie fordert aber auch gleichermaßen mehr Kompetenzen in allen untersuchten Bereichen wie einer digitalen Grundkompetenz, technologischer Kompetenz, klassischer Arbeitskompetenzen wie Problemlösung, Kreativität etc. Diese Studie lässt den explorativen Schluss zu, dass KI offenbar bisher nur von wenigen Unternehmen in Deutschland genutzt wird und wenn nur sehr kleinteilig, ganz im Sinne der eingeführten Definition einer schwachen KI. Gleichwohl scheint sie aber (neue) Qualifikationen zu fordern.

Ebenfalls recht aktuell berichtet das BMWi (2020) über den Einsatz von KI in der Deutschen Wirtschaft. Die repräsentative Studie kommt zu dem Ergebnis, dass rund 6 % aller Unternehmen in Deutschland KI in Produkten, Dienstleistungen oder internen Prozessen nutzen. Allerdings hätten im direkten Arbeitsprozess nur rund 0,84 % aller Beschäftigten tatsächlich Kontakt zu KI. Besonders Technologien des Maschinellen Lernens/Beweisens (55 %), als auch der Bild- oder Tonerkennung (49 %) werden etwa vor wissensbasierten Systemen (46 %) oder Sprach- bzw. Textverstehen (30 %) verwendet. KI wird dabei vornehmlich in angebotene Produkte integriert oder bei der Erbringung einer Dienstleistung genutzt (60 %) oder für die Automatisierung von Prozessen (56 %) verwendet. In Kundenkommunikation/-interaktion findet KI nur in 22 % der Fälle Verwendung. Dies bestätigt ebenfalls die theoretischen Annahmen über die Automatisierung bestimmter (routinetafter) Prozesse, als auch die Vorstellung, dass in persönlichen Kontakten, die mit Empathie und menschlicher Intuition in Verbindung stehen, weniger KI eingesetzt wird. Entsprechende Ergebnisse finden sich auch in Bezug auf den Einzelhandel (Jenny et al. 2019): Während der Einsatz von KI noch äußerst gering verbleibt (11 %), sehen die Befragten vor allen Dingen in der Effizienzsteigerung, sowie der besseren Entscheidungsfähigkeit, als auch der Entlastung der Mitarbeiter von zeitraubenden Routinefähigkeiten, Möglichkeiten durch den Einsatz von KI. Während Routinetätigkeiten also potenziell als bedroht angesehen werden, könnten dadurch jedoch auch neue Freiräume entstehen, die zur qualitativ besseren Interaktion von Beschäftigten und Kunden genutzt werden können, in denen Beschäftigte immer noch Vorteile gegenüber Maschinen haben. Der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (bitkom 2020) berichtet, dass lediglich rund 6 % der 603 befragten Unternehmen KI tatsächlich nutzt, während KI für ganze 71 % der Unternehmen noch kein Thema sei. 22 % planen im Jahr 2020 den Einsatz von KI. Auch hier zeigt sich, dass KI vornehmlich in sehr begrenzten Berei-

chen verwendet wird (etwa Werbung/Targeting, automatisierte Kontobuchungen oder Beantwortung von Anfragen) und Unternehmen vor allem in der Entlastung, als auch der Vermeidung menschlicher Fehler die größten Vorteile von KI sehen. Ähnliches beschreibt das BMWi (2018) in seinem jährlichen Monitoring-Report, der eine Sonderbefragung zu KI enthielt. Von den 1061 befragten Unternehmen gaben 5% an KI zu nutzen, 20% beschäftigen sich mit der Thematik, während 75% angaben, dass KI für sie nicht relevant sei. Die Datenanalyse ist unter den KI-Kennern ($n=369$) der am intensivsten genutzte KI-Einsatzbereich, vor der Automatisierung von Routineabläufen und der Kundenkommunikation.

Bei der Gesamtbetrachtung der Empirie zum Thema wird offenkundig, dass sich Forschungslücken vor allem im Feld der konkreten Auswirkung von KI auf Arbeitsqualität und Tätigkeiten, als auch in Bezug auf eine Beschäftigtenperspektive identifizieren lassen. Es zeigt sich zudem, dass nur äußerst wenige Unternehmen tatsächlich schon KI-Anwendungen im Betrieb einsetzen. Die Zahlen hierzu sind in vielen Untersuchungen ähnlich gering. Auffällig dabei ist auch der hohe Anteil von bis zu 75% an Unternehmen, für die KI offenbar noch keine Rolle spielt, was vor dem Hintergrund der wirkmächtigen Narrative in öffentlichen und wissenschaftlichen Debatten durchaus bemerkenswert und erklärungsbedürftig ist.

Betrachtet man nun die spärlichen Erkenntnisse zur Anwendung von KI, zeigt sich, dass die empirischen Beiträge erste Anhaltspunkte dafür liefern, dass vor allen Dingen routinehafte und einfache Tätigkeiten durch KI ersetzt werden (können). Dies biete wiederum Freiräume und Zeiterparnisse für andere Tätigkeiten, die nach wie vor dem Menschen vorbehalten sind und Kreativität, Empathie oder die Interaktion mit Kunden beinhalten. Bislang lassen sich offenbar erste, kleinteilige Verschiebungen solcher Tätigkeiten finden. Maschinen werden dabei aber vornehmlich für stark begrenzte Tätigkeiten in der Datenanalyse und -auswertung verwendet, da sich hierin auch weiterhin ihre vornehmliche Stärke zeigt. Dies bestätigt die übergreifende Perspektive, dass auch wenn es gegenwärtig gelingt umfassende Fortschritte im Bereich der KI und des Machine Learning zu vollziehen, diese mit sehr hohem Aufwand verbunden sind und die Maschinen und Algorithmen in ihrer Anwendung nach wie vor nur für enge Aufgabenbereiche trainiert und einsatzfähig sind (Döbel et al. 2018, S. 8).

6 Zusammenfassung und Ableitungen

Öffentliche und wissenschaftliche Debatten in Bezug auf Arbeit thematisieren seit einiger Zeit wieder überaus präsent Aspekte der Künstlichen Intelligenz. KI wird damit allmählich zum zentralen Thema im Gesamtkontext der Di-

gitalisierung. Es zeigt sich eine gewisse Dominanz wirtschaftlicher Perspektiven auf KI (Fischer und Puschmann 2021), oftmals unterfüttert durch überzogene Erwartungen und Spekulationen, die tendenziell technikdeterministisch argumentieren (Butollo 2017). Vornehmlich werden dabei Auswirkungen von KI auf Beschäftigung und Tätigkeiten vermutet. Zahlreiche Prognosen, die sich stellenweise empirisch beobachtbaren Entwicklungen entziehen, sind dabei umhüllt von einem Narrativ des Wandels der Arbeitswelt durch KI. Ein „tiefgreifender Wandel“ (bitkom und DFKEI 2017), vielleicht sogar von „epochaler“ Dimension (Kellermann und Petring 2019) sowie im letzten Schritt die technologische Singularität (Mainzer 2019, S. 221 ff.), könnte sich offenbar *dieses Mal* wirklich vollziehen. Diese Perspektiven finden stellenweise bereits heute in nationalen und internationalen (Politik-)Feldern als Handlungsorientierung Anklang und werden in entsprechende Programme überführt (vgl. Bundesregierung 2018; Europäische Kommission 2020). Obgleich viele dieser Prognosen auf teils fragwürdigen Methoden beruhen (Heinen et al. 2017) und bisweilen von abwegiger oder sogar eher anekdotischer Natur sind (Moody 2019), sind sie äußerst öffentlichkeitswirksam, d. h. wirkmächtig und lassen Verantwortliche in gewissen Unsicherheiten zurück. Es erschien daher lohnend, diesen dominanten, diskursiven Perspektiven ihre empirischen, betrieblichen Realitäten gegenüber zu stellen, um zu einer besseren Einschätzung der Entwicklungen von KI auf Arbeit zu gelangen. Diese Gegenüberstellung kommt dabei zu folgenden zentralen Erkenntnissen und Ableitungen, die auch für künftige Forschung hilfreich sein können:

- In Bezug auf Beschäftigung finden sich zahlreiche ökonomische Beiträge die meist Arbeitsplatzverluste durch KI-Technologien vermuten. Demgegenüber finden sich jedoch auch Beiträge, die diese Substitutionen durchaus in Frage stellen, da viele nicht-technische, soziale und arbeitspolitische Faktoren im Zusammenhang mit der Verbreitung, Einführung und Nutzung von KI nicht ausreichend berücksichtigt werden. Die reine Orientierung an technischer Machbarkeit erscheint dabei wenig hilfreich und unterschätzt einmal mehr arbeitsorganisatorische und strukturelle Begebenheiten von Betrieben und Branchen (Sträter und Bengler 2019).
- Die Gefahr bei der Fokussierung auf solche Prognosen besteht darin, dass der Eindruck entstehen könnte, die Zukunft und die mit ihr verbundene Unsicherheit könnte wissenschaftlich und exakt vorherbestimmt werden, obgleich dies nie der Fall sein kann. Sinn solcher Prognosen ist somit mehr ihre Orientierung bietende und handlungsbemächtigende Wirkung auf wirtschaftliche Akteure, als ihre tatsächliche Fähigkeit zur präzisen Vorhersage (Beckert 2016; Beckert und Bronk 2018). Dabei sollte nicht

in Vergessenheit geraten, dass diese Zukunft weiterhin konkret gestaltbar bleibt (Wajcman 2017).

- Auf Tätigkeitsebene wird vor allem die Ersetzung von routinehaften Tätigkeiten diskutiert. Es finden sich jedoch auch übergreifende Argumentationen bezüglich der Wertigkeit und des Ansehens bestimmter Tätigkeits- und Berufsfelder (Kunst, Kultur, Soziales). Grenzen von KI werden vor allem in kreativen, logischen und sozialen Tätigkeiten vermutet, zudem wird die Rolle von Erfahrungswissen bei bestimmten Tätigkeiten betont.
- Empirisch zeigen sich Forschungslücken vor allem hinsichtlich umfänglicher sowohl qualitativer als auch quantitativer repräsentativer Studien, die die Auswirkungen von KI auf Arbeitsqualität, Tätigkeiten und die Betriebe in Deutschland tatsächlich untersuchen. Die Beschäftigtenperspektive wird hierbei zudem nicht adäquat berücksichtigt. Dabei wäre diese von Nöten, um die vielfältigen theoretischen Annahmen im Arbeitsalltag zu prüfen. Denn auch wenn das Verhältnis von Beschäftigten und ihren Tätigkeiten in Bezug auf Digitalisierung oftmals fälschlicherweise eher als passives diskutiert wird, sind es die Beschäftigten, die mit diesen Technologien alltäglich konfrontiert sein werden und die Auswirkungen auf Arbeit hängen in hohem Maße von ihrer Mitarbeit ab. Dabei scheinen Beschäftigte bereits stellenweise über gewisse Kompetenzen im Umgang mit KI zu verfügen (Pfeiffer 2020).
- Der Einsatz von KI in deutschen Betrieben scheint insgesamt noch sehr gering ausgeprägt (zwischen fünf und 16 % der befragten Unternehmen). Teils ist KI für rund 75 % der Unternehmen noch kein relevantes Thema.
- Mit Blick auf den Einsatz der KI-Technologien zeigt sich, dass diese tatsächlich nur für begrenzte Bereiche und vor allem für Tätigkeiten der Automatisierung, sowie der Analyse und der Auswertung genutzt werden. Autonome Systeme sind fast nicht vorzufinden. Zudem bestätigen die wenigen verfügbaren empirischen Studien die theoretischen Ausführungen hinsichtlich Routinetätigkeiten stellenweise: es deutet sich an, dass zunächst vor allem einfache, repetitive Tätigkeiten ersetzt werden (könnten). Dies bewirke jedoch vornehmlich, dass die Mitarbeiter mehr Zeit für andere Tätigkeiten haben, in denen nach wie vor ihr Vorteil gegenüber Technologie liegt. Diese Tätigkeiten beinhalten unter anderem Kreativität, Flexibilität und soziale Intelligenz.
- Vor allem die Ergebnisse zur Nutzung von KI sind allerdings vorsichtig zu bewerten, finden sich teils unscharfe Operationalisierung des Begriffs KI: so wird stellenweise allgemein nach der „Nutzung von Künstlicher Intelligenz“ gefragt (vgl. bitkom 2020). Diskursiv – und somit eventuell auch in den Antworten – findet sich häufig ein überzogenes Verständnis von KI und damit verbunden auch unrealistische Erwartungen und Spekulationen. Die Ergebnisse der Studien sind somit nur bedingt vergleichbar. Sinnvoller wäre es daher KI als schwache KI zu definieren, die konkrete Software-Lösungen für bestimmte Probleme und Einsatzgebiete bereitstellt und mehr als fortschreitende Form einer allgemeinen Automatisierung zu verstehen ist. Auch wenn diese Lösungen zunehmend in der Lage sind zu „lernen“, d. h. anhand vieler Beispiele eigene, komplexe Modelle zum Umgang mit Aufgaben zu entwickeln, bleiben ihre Einsatzgebiete bisher überschaubar. Vielfach dürfte es sich deshalb auch eher um eine implizite Nutzung von schwacher KI handeln, die über entsprechende Algorithmen in technische Systeme integriert ist, die aber für die Beschäftigten nur noch schwer nachvollziehbar ist. Dieses Verständnis von KI als integrierte Technologie in andere digitale Technik wie PCs, steht den häufig vorherrschenden Bildern von starker KI in Form von („menschlichen“) Robotern diametral gegenüber, erscheint jedoch mit Blick auf die Forschung zu KI weitaus realistischer. Somit wäre auch die direkte Abfrage solcher Systeme etwa zur Sprach-, Text- oder Bilderkennung zielführender.
- Darüber hinaus muss bedacht werden, dass KI nicht im luftleeren Raum eingesetzt wird. KI, besonders in Form von Software oder Algorithmen, ist immer an digitale Technologien (stationäre PCs, Laptops etc.) und somit auch an ihr Vorhandensein in Betrieben geknüpft. Diese digitale Infrastruktur ist nach wie vor äußerst ungleich in Branchen und Betrieben vorhanden. Und selbst in bereits hoch digitalisierten Betrieben ist der Einsatz und die Nutzung von Technik nicht gleich verteilt, was eine weitere Selektion derer bewirkt, die tatsächlich KI nutzen werden und für die sich deshalb Änderungen im Arbeitsalltag ergeben können. Dieser Aspekt wird im Diskurs oftmals vernachlässigt. Pfeiffer (2018, S. 347) betont diese „vergesse Materialität“ der Technik am Arbeitsplatz, denn weder aus der Technik selbst heraus, noch aus dem sozialen Kontext lassen sich Folgen einer Techniknutzung abschätzen. Auch das Konzept der Soziotechnischen Systeme, welches Wechselwirkungen zwischen technologischen, organisatorischen und personellen Teilsystemen hervorhebt (Hirsch-Kreinsen 2018a), könnte einen ersten, konzeptionellen Anknüpfungspunkt darstellen, um KI am Arbeitsplatz fernab von technisdeterministischen Perspektiven zu untersuchen.
- Die Forschung ist daher dazu angehalten genau zu untersuchen, welche Technologie in welcher arbeitsorganisatorischen Kombination zwischen Mensch und Technologie eingesetzt wird und welche Auswirkungen sich hieraus für bestimmte Beschäftigtengruppen in ihrem Berufsalltag ergeben. Informationstechnische Arbeitsmittel (in Form von Hardware oder Software) sind dabei immer eingebettet in soziale, historische und kulturelle Kontexte, die durch ihre spezifische Einbettung und Nut-

zung bestimmte Folgen haben (Orlikowski und Iacono 2001).

- Detaillierte Aussagen sowie allgemeingültige Handlungsempfehlungen zu einem Einsatz, als auch dem Zusammenspiel von Mensch und KI im konkreten Arbeitsalltag lassen sich aus den bisher zur Verfügung stehenden Studien nicht ziehen.

Diese Ergebnisse relativieren die Debatten um KI und Arbeit in gewisser Hinsicht. Obgleich zahlreiche Beiträge in ihrer Präzision der Vorhersage der Zukunft äußerst eindeutig und aufgrund ihrer Dominanz auch tatsächlich wirkmächtig auf wirtschaftliche und politische Felder sind, kann ein radikaler Wandel von Arbeit durch KI in unmittelbarer Zukunft somit durchaus in Frage gestellt werden.

Die Soziologie bietet für diese eher kritische Perspektive bereits einige Beiträge, die zu einer sachlicheren und dadurch realistischeren Einschätzung in Bezug auf die Auswirkungen der Digitalisierung und KI beitragen können. Ein Wandel von Arbeit durch Technologie – mit Blick auf bereits vollzogene Prozesse – werde dabei insgesamt wohl nicht eindeutig verlaufen (Hirsch-Kreinsen 2015), nicht zuletzt auch wegen einem nicht vom Menschen ablösbaren Erfahrungswissen, dass Betriebsabläufe maßgeblich beeinflusst (Huchler 2017). Denn trotz einer umfassenden und sich weiterhin vollziehenden Technisierung vieler Betriebe, in denen besonders ITK-Technologien eine immer wichtigere Bedeutung zukommt (Baukrowitz 2006), verläuft deren Verbreitung und Nutzung zwischen Betrieben und Branchen weiterhin äußerst unterschiedlich und ist an vielfältige Faktoren geknüpft. Bisher ist nach wie vor wenig über diese Faktoren bekannt, die die Adaption von bestimmten Innovationen in Branchen und Betrieben begünstigen (Pfeiffer 2017, S. 5). Klar erscheint, dass nicht nur ausschließlich technologische Potenziale, sondern auch viele nicht-technische, arbeitspolitische, soziale und ökonomische Faktoren die Diffusion und die Auswirkungen von Technik auf die Beschäftigten mitbestimmen (Hirsch-Kreinsen und Karačić 2019; Nuss und Butollo 2019). Auch Huchler (2020) weist übergreifende, technikdeterministische Annahmen in Bezug auf KI zurück und betont vor allem die mögliche konkrete Gestaltung von KI, als auch die Komplementarität von KI und Mensch. Konkret soll KI also so entwickelt und eingesetzt werden, dass sie vornehmlich dort automatisiert wo Arbeit belastend oder demotivierend ist und dort assistiert, wo es um qualifizierte oder gesunde Arbeit geht. KI solle somit normativ wünschenswert, als auch funktional angewendet werden, um die jeweiligen Kompetenzen von Mensch und Technik wechselseitig komplementär zu ergänzen. Diese Perspektive vermeidet damit dann auch einseitige Betrachtungen von KI als umfassende Gefährdung von Arbeit. Durch eine solche neue Aufgabenteilung von Arbeit, könne es gelingen sichere Arbeitsplätze, als auch

qualifizierte Arbeitskräfte und insgesamt gerechte und gute Arbeit zu gestalten (Huchler et al. 2020). Dies funktioniere aber nur, wenn gegenwärtige Analysen auch die Grenzen von KI-Systemen mit betrachten, was aktuell zu wenig der Fall sei. Allzu oft würden nur die (zukünftigen) Möglichkeiten von KI im Fokus stehen. KI sei aber immer auf eine Formalisierbarkeit, d. h. informationstechnische Übersetzung, der Wirklichkeit angewiesen, während menschliches Handeln oftmals nicht formalisierbares, implizites Wissen beinhalte. Zudem sei insgesamt vor allem zu betonen und zu verstehen, dass technische Lösungen oftmals nur ein funktionales Äquivalent menschlicher Arbeit sind. KI-Lösungen können also zwar wohlmöglich technisch vermittelt dasselbe Ziel erreichen, nutzen dabei allerdings systematisch unterschiedliche Ver- und Bearbeitungsprozesse, weshalb es sich eben gerade *nicht* um eine technische Aneignung von menschlichen Kompetenzen wie beispielsweise Intuition oder Kreativität handele (Huchler 2020), wie einige in diesem Beitrag vorgestellte Thesen behaupten.

Zusammenfassend soll insgesamt nicht postuliert werden, dass KI-Technologien keinerlei Auswirkungen haben werden oder dass nicht auch umfängliche, strukturelle Änderungen möglich sein können. Tatsächlich bewirkt die Digitalisierung bereits Veränderungen der Arbeitswelt, etwa in Bezug auf neue Anforderungen durch orts- und zeitflexibles Arbeiten (Carstensen 2015, 2020), oder mit Blick auf sozialstaatliche Regulierungen durch sich lösende, arbeitsorganisatorische Kopplungen (Cholotta und Kirchner 2017). Viele Veränderungen finden allerdings empirischen Untersuchungen zufolge nach wie vor eher kleinteilig, uneindeutig und in bestimmten Bereichen statt (Evers et al. 2018; Hirsch-Kreinsen 2018b; Kuhlmann 2019; Kirchner et al. 2020). Eindeutige Entwicklungen mit bruchlosen Folgen für die gesamte Arbeitswelt erscheinen daher fragwürdig. Eine Betrachtung der Thematik mit kritischem Blick auf emotional aufgeladene diskursive Erwartungen und mit Bezug auf empirisch fundierte Ergebnisse scheint geeigneter, um nicht erneut die Fehler der letzten Jahrzehnte in Bezug auf die Debatten um KI und Arbeit zu wiederholen und letztlich fast zwangsläufig einen weiteren „KI-Winter“ zu erleben. Vielmehr sollte die Arbeitswissenschaft durch entsprechende, selbstbewusste Forschung Wissen zur Arbeitsgestaltung – auch gegenüber dominanter Narrative des starken Wandels – bereitstellen, welches Unternehmen tatsächlich befähigt, mit den konkreten Unsicherheiten in Bezug auf gegenwärtige und künftige Entwicklungen proaktiv umzugehen. Dadurch kann es gelingen vereinfachte und überaus hartnäckige, technikdeterministische Vorstellungen in Bezug auf KI allmählich tatsächlich hinter sich zu lassen.

Förderung Diese Ausarbeitung erfolgte im Rahmen der Förderung durch das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) im Kontext des Fördernetzwerkes interdisziplinäre Sozialpolitikforschung (FIS) unter der Fördernummer FIS.00.0014.18.

Funding Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- Apt W, Priesack K (2019) KI und Arbeit – Chance und Risiko zugleich. In: Wittpahl V (Hrsg) Künstliche Intelligenz: Technologie | Anwendung | Gesellschaft. Springer, Berlin, Heidelberg, S 221–238
- Autor DH (2015) Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *J Econ Perspect* 29(3):3–30
- Autor DH, Levy F, Murnane RJ (2003) The skill content of recent technological change: an empirical exploration. *Q J Econ* 118(4):1279–1333
- Bauer W, Ganz W, Hämmerle M, Renner T, Dukino C, Friedrich M, Kötter F, Meiren T, Neuhüttler J, Schuler S, Zaiser H (2019) Künstliche Intelligenz in der Unternehmenspraxis. Studie zu Auswirkungen auf Dienstleistung und Produktion. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, Stuttgart
- Baukrowitz A (2006) Informatisierung und Reorganisation. Zur Rolle der IT jenseits der Automatisierung. In: Baukrowitz A, Berker T, Boes A, Pfeiffer S, Schmiede R, Will M (Hrsg) Informatisierung der Arbeit – Gesellschaft im Umbruch. edition sigma, Berlin, S 98–115
- Beckert J (2016) *Imagined futures. Fictional expectations and capitalist dynamics*. Harvard University Press, Cambridge
- Beckert J, Bronk R (2018) *Uncertain futures. Imaginaries, narratives, and calculation in the economy*. Oxford University Press, Oxford
- bitkom (2017) Künstliche Intelligenz verstehen als Automation des Entscheidens. Leitfaden. Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien, Berlin
- bitkom (2020) Künstliche Intelligenz. Einsatz und Forschung in Deutschland. Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien, Berlin
- bitkom, DFKI (2017) Künstliche Intelligenz. Wirtschaftliche Bedeutung, gesellschaftliche Herausforderungen, menschliche Verantwortung. Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien & Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, Berlin, Kaiserslautern
- BMWi (2018) *Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2018*. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Berlin
- BMWi (2020) *Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Deutschen Wirtschaft. Stand der KI-Nutzung im Jahr 2019*. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Berlin
- Bonin H, Gregory T, Zierahn U (2015) Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland: Endbericht. ZEW, Mannheim
- Brynjolfsson E, McAfee A (2012) *Race against the machine. How the digital revolution is accelerating innovation, driving productivity and irreversibly transforming employment and the economy*. Digital Frontier Press, Lexington
- Brynjolfsson E, McAfee A (2014) *The second machine age : work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. W.W. Norton, New York, London
- Bundesregierung (2018) *Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung*. Bundesregierung, Berlin
- Burmeister K, Fink A, Mayer C, Schiel A, Schulz-Montag B (2019) *Szenario-Report: KI-basierte Arbeitswelten 2030*. Reihe: „Automatisierung und Unterstützung in der Sachbearbeitung mit Künstlicher Intelligenz“. Fraunhofer IAO, Stuttgart
- Butollo F (2017) *Automatisierungsdividende und gesellschaftliche Teilhabe*. Regierungsforschung.de, Wissenschaftliches Online-Magazin der NRW School of Governance:3–8. https://regierungsforschung.de/wp-content/uploads/2018/05/23052018_regierungsforschung.de_Butollo_Automatisierungsdividende.pdf. Zugegriffen: 5. Okt. 2020
- Carstensen T (2015) Neue Anforderungen und Belastungen durch digitale und mobile Technologien. *WSI Mitt* 68(3):187–193
- Carstensen T (2020) Orts- und zeitflexibles Arbeiten: Alte Geschlechterungleichheiten und neue Muster der Arbeitsteilung durch Digitalisierung. *Z Arb Wiss* 74(2):195–205
- Cholotta K, Kirchner S (2017) Wie eine Arbeitswelt loser Kopplung den Sozialstaat herausfordert. *Werkheft 04 – Sozialstaat im Wandel*. Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Berlin
- Daum T (2019) Künstliche Intelligenz als vorerst letzte Maschine des digitalen Kapitals. In: Butollo F, Nuss S (Hrsg) *Marx und die Roboter. Vernetzte Produktion, Künstliche Intelligenz und lebendige Arbeit*. Dietz, Berlin, S 311–327
- Deloitte (2020) *State of AI in the Enterprise*, 3. Aufl. Deloitte, München (Ergebnisse der Befragung von 200 AI-Experten zu Künstlicher Intelligenz in deutschen Unternehmen)
- Dengler K, Matthes B (2018) The impacts of digital transformation on the labour market: Substitution potentials of occupations in Germany. *Technol Forecast Soc Change* 137:304–316
- Digitales Innovationszentrum (2018) *Stimmungsbild Künstliche Intelligenz@BW*. Blitzlicht 2018. Digitales Innovationszentrum, Karlsruhe (Im Auftrag des Baden-Württembergischen Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau)
- Döbel I, Leis M, Vogelsang MM, Neustroev D, Petzka H, Riemer A, Rüping S, Voss A, Wegele M, Welz J (2018) *Maschinelles Lernen. Eine Analyse zu Kompetenzen, Forschung und Anwendung*. Fraunhofer, München
- Eberl U (2018) Was ist künstliche Intelligenz – was kann sie leisten? *Aus Politik und Zeitgeschichte (APuZ)*. Künstliche Intelligenz 68(6–8):8–14
- Europäische Kommission (2020) *Weissbuch – Zur Künstlichen Intelligenz – ein europäisches Konzept für Exzellenz und Vertrauen*. Europäische Kommission, Brüssel
- Evers M, Krzywdzinski M, Pfeiffer S (2018) *Designing wearables for use in the workplace: the role of solution developers*. WZB Berlin Social Science Center, Berlin
- Fischer S, Puschmann C (2021) *Wie Deutschland über Algorithmen schreibt. Eine Analyse des Mediendiskurses über Algorithmen und Künstliche Intelligenz (2005–2020)*. Bertelsmann Stiftung, Gütersloh
- Frey CB, Osborne MA (2013) *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization?* University of Oxford, Oxford
- Ganz W, Kremer D, Hoppe M, Tombeil A-S, Dukino C, Zaiser H, Zanker C (2021) *Arbeits- und Prozessgestaltung für KI-Anwendungen*. Reihe: „Automatisierung und Unterstützung in der Sachbearbeitung mit Künstlicher Intelligenz“. Fraunhofer IAO, Stuttgart
- Hecker D, Döbel I, Petersen U, Rauschert A, Schmitz V, Voss A (2017) *Zukunftsmarkt Künstliche Intelligenz. Potenziale und Anwendungen*. Fraunhofer-Allianz Big Data, Sankt Augustin

- Heinen N, Heuer A, Schautschick P (2017) Künstliche Intelligenz und der Faktor Arbeit. *Wirtschaftsdienst* 97(10):714–720
- Henning K (2019) Künstliche Intelligenz verändert alle Arbeitsplätze. In: Henning K (Hrsg) *Smart und digital : Wie künstliche Intelligenz unser Leben verändert*. Springer, Berlin, Heidelberg, S 117–124
- Heßler M (2016) Zur Persistenz der Argumente im Automatisierungsdiskurs. *Aus Politik und Zeitgeschichte (APuZ)*. *Arb Digit* 66(18–19):17–24
- Hirsch-Kreinsen H (2015) Digitalisierung von Arbeit: Folgen, Grenzen und Perspektiven. *Soziologisches Arbeitspapier Nr. 43/2015*. Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät, Technische Universität Dortmund, Dortmund
- Hirsch-Kreinsen H (2018a) Das Konzept des Soziotechnischen Systems. *AIS Stud* 11(2):11–28 (revisited)
- Hirsch-Kreinsen H (2018b) Die Pfadabhängigkeit digitalisierter Industriearbeit. *Arbeit* 27(3):239–259
- Hirsch-Kreinsen H (2018c) Einleitung: Digitalisierung industrieller Arbeit. In: Hirsch-Kreinsen H, Ittermann P, Niehaus JMS (Hrsg) *Digitalisierung industrieller Arbeit: Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen*. Nomos, Baden-Baden, S 13–32
- Hirsch-Kreinsen H, Karačić A (2019) Einleitung. In: Hirsch-Kreinsen H, Karacic A (Hrsg) *Autonome Systeme und Arbeit*. transcript, Bielefeld, S 9–26
- Huchler N (2017) Grenzen der Digitalisierung von Arbeit – Die Nicht-Digitalisierbarkeit und Notwendigkeit impliziten Erfahrungswissens und informellen Handelns. *Z Arb Wiss* 71(4):215–223
- Huchler N (2020) KI in der Arbeitswelt – und der Mensch? *Ansätze ESG Nachr* 1–3(2020):13–17
- Huchler N, Adolph L, André E, Bauer W, Bender N, Müller N, Neuburger R, Peissner M, Steil J, Stowasser S, Suchy O (2020) Kriterien für die Mensch-Maschine-Interaktion bei KI. *Ansätze für die menschengerechte Gestaltung in der Arbeitswelt*. Plattform Lernende Systeme, München
- Hüther M (2019) Computer gegen Arbeiter – Technologie und Mensch im Konflikt? In: Thimm C, Bächle TC (Hrsg) *Die Maschine: Freund oder Feind? Mensch und Technologie im digitalen Zeitalter*. Springer, Wiesbaden, S 211–229
- Initiative Intelligente Vernetzung (2019) *Künstliche Intelligenz – Impulse zu einem Megatrend*. Initiative Intelligente Vernetzung. Initiative Intelligente Vernetzung, Berlin (Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi))
- Jenny M, Meißner A, Glende S, Dellbrügge G, Kruse A, Will N, Nowak AL (2019) *Perspektiven der künstlichen Intelligenz für den Einzelhandel in Deutschland*. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Berlin
- Kellermann C, Petring A (2019) *Künstliche Intelligenz und Arbeit. Gesellschaftliche Dimensionen einer Technikfolgenabschätzung*. *Wiso Direkt* 2019(18):1–4
- Kirchner S, Meyer S-C, Tisch A (2020) *Digitaler Taylorismus für einige, digitale Selbstbestimmung für die anderen? Ungleichheit der Autonomie in unterschiedlichen Tätigkeitsdomänen*. *baua (Fokus)*. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund
- Krzywdzinski M (2020) *Automatisierung, Digitalisierung und Wandel der Beschäftigungsstrukturen in der Automobilindustrie. Eine kurze Geschichte vom Anfang der 1990er bis 2018*. *Discussion papers SP 3*. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, S 2020–2302
- Kuhlmann M (2019) *Digitalisierung und Arbeit im niedersächsischen Maschinenbau – Abkehr vom Facharbeitsmodell?* *N Arch Niedersachsen Z Stadt Reg Landesentwickl* 2/2019:16–30
- Lundborg M, Märkel C (2019) *Künstliche Intelligenz im Mittelstand. Relevanz, Anwendungen, Transfer. Eine Erhebung der Mittelstand-Digital Begleitforschung*. Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK), Bad Honnef
- Mainzer K (2019) *Künstliche Intelligenz – Wann übernehmen die Maschinen?* Springer, Berlin, Heidelberg
- McCarthy J, Minsky ML, Rochester N, Shannon CE (2006) *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*, August 31, 1955. *AI Magazine* 27(4):12. <https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1904>
- McKinsey (2017) *Smartening up with artificial intelligence (AI)—what’s in it for Germany and its industrial sector?* McKinsey & Company, New York
- Menzel C, Winkler C (2018) *Zur Diskussion der Effekte Künstlicher Intelligenz in der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur*. *Diskussionspapier Nr. 8*. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Berlin
- Moody K (2019) *Schnelle Technologie, langsames Wachstum. Roboter und die Zukunft der Arbeit*. In: Butollo F, Nuss S (Hrsg) *Marx und die Roboter. Vernetzte Produktion, Künstliche Intelligenz und lebendige Arbeit*. Dietz, Berlin, S 132–156
- Nuss S, Butollo F (2019) *Einleitung der Herausgeber*. In: Butollo F, Nuss S (Hrsg) *Marx und die Roboter. Vernetzte Produktion, Künstliche Intelligenz und lebendige Arbeit*. Dietz, Berlin, S 8–21
- Orlikowski WJ, Iacono CS (2001) *Research commentary: desperately seeking the “IT” in IT research—A call to theorizing the IT artifact*. *Inf Syst Res* 12(2):121–134
- Peissner M, Kötter F, Zaiser H (2019) *Künstliche Intelligenz – Anwendungsperspektiven für Arbeit und Qualifizierung*. *Berufsbildung Wissenschaft Prax* 48(3):9–13
- Pfeiffer S (2017) *The vision of “Industrie 4.0” in the making—a case of future told, tamed, and traded*. *Nanoethics* 11(1):107–121
- Pfeiffer S (2018) *Technisierung von Arbeit*. In: Böhle F, Voß GG, Wachtler G (Hrsg) *Handbuch Arbeitssoziologie*. VS, Wiesbaden, S 321–358
- Pfeiffer S (2020) *Kontext und KI: Zum Potenzial der Beschäftigten für Künstliche Intelligenz und Machine-Learning*. *HMD* 57(3):465–479
- PwC (2018) *Auswirkungen der Nutzung von künstlicher Intelligenz in Deutschland*. PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, Frankfurt am Main
- PwC (2019) *Künstliche Intelligenz in Unternehmen. Eine Befragung von 500 Entscheidern deutscher Unternehmen zum Status quo – mit Bewertungen und Handlungsoptionen von PwC*. PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, Frankfurt am Main
- Ramge T (2018) *Mensch fragt, Maschine antwortet. Wie Künstliche Intelligenz Wirtschaft, Arbeit und unser Leben verändert*. *Aus Politik und Zeitgeschichte (APuZ)*. *Künstliche Intelligenz* 68(6–8):15–21
- Rammert W (2003) *Die Zukunft der künstlichen Intelligenz: verkörpert – verteilt – hybrid*. In: Rammert W (Hrsg) *Technik – Handeln – Wissen: Zu einer pragmatischen Technik- und Sozialtheorie*. Springer, Wiesbaden, S 227–242
- Reinhart J, Greiner C (2019) *Künstliche Intelligenz – eine Einführung. Grundlagen, Anwendungsbeispiele und Umsetzungsstrategien für Unternehmen*, 1. Aufl. *Whitepaper*. <https://www.researchgate.net/publication/336798872>. Zugegriffen: 7. Mai 2020
- Russell SJ, Norvig P (2012) *Künstliche Intelligenz: ein moderner Ansatz*. Pearson, München, Harlow, Amsterdam, Madrid, Boston, San Francisco, Don Mills, Mexico City, Sydney
- Seifert I, Bürger M, Wangler L, Christmann-Budian S, Rohde M, Gabriel P, Zinke G (2018) *Potentiale der Künstlichen Intelligenz im Produzierenden Gewerbe in Deutschland*. *PAiCE, iit-Institut, Berlin (Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen der Begleitforschung zum Technologieprogramm PAiCE – Platforms/Additive Manufacturing/Imaging/Communication/Engineering)*
- Sträter O, Bengler K (2019) *Positionspapier Digitalisierung der Arbeitswelt*. *Z Arb Wiss* 73(3):243–245
- Turing AM (2009) *Computing machinery and intelligence*. In: Epstein R, Roberts G, Beber G (Hrsg) *Parsing the turing test*. Springer, Dordrecht, S 23–65

- Uhl K (2019) Eine lange Geschichte der „mensenleeren Fabrik“. Automatisierungsvisionen und technologischer Wandel im 20. Jahrhundert. In: Butollo F, Nuss S (Hrsg) Marx und die Roboter. Vernetzte Produktion, Künstliche Intelligenz und lebendige Arbeit. Dietz, Berlin, S 74–90
- VDI (2018) Künstliche Intelligenz. VDI-Statusreport Oktober 2018. Verein Deutscher Ingenieure (VDI), Düsseldorf
- Vogler-Ludwig K (2017) Beschäftigungseffekte der Digitalisierung – eine Klarstellung. Wirtschaftsdienst 97(12):861–870
- Voß GG (2017) Wenn die Roboter kommen ... was wird dann aus „uns“? Arbeitssoziologische Thesen zu den Folgen einer Entgrenzung und Subjektivierung von Technik. Zeitpolitisches. Magazin 14(31):22–26
- Wajcman J (2017) Automation: is it really different this time? Br J Sociology 68(1):119–127