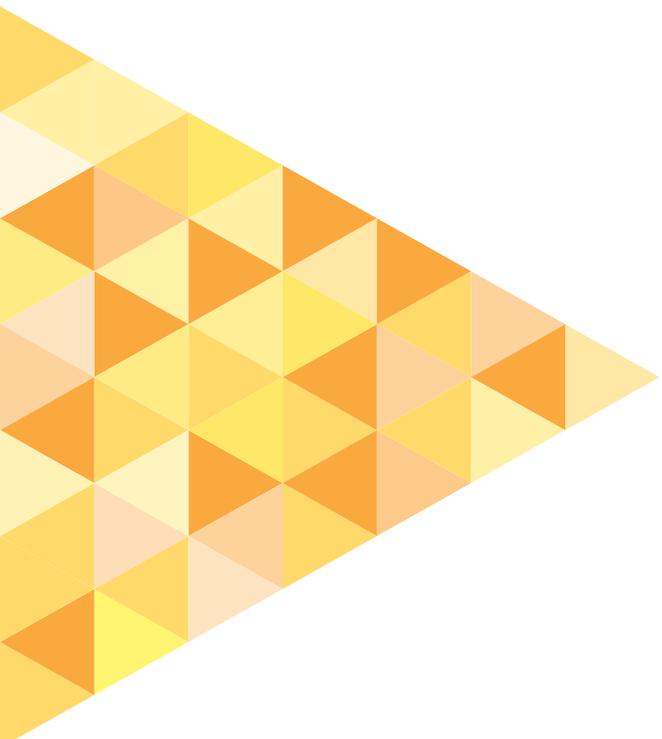


Ugur Sevindik

Verbreitung und Einsatz von Künstlicher Intelligenz in Deutschland – Auswirkungen auf berufliche Anforderungen und Strukturen



BIBB Discussion Paper

Zitiervorschlag:

Sevindik, Ugur: Verbreitung und Einsatz von Künstlicher Intelligenz in Deutschland : Auswirkungen auf berufliche Anforderungen und Strukturen. Version 1.0 Bonn, 2022.

Online: https://res.bibb.de/vet-repository_780476



© Bundesinstitut für Berufsbildung, 2022

Version 1.0
Juli 2022

Herausgeber

Bundesinstitut für Berufsbildung
Robert-Schuman-Platz 3
53175 Bonn
Internet: www.vet-repository.info
E-Mail: repository@bibb.de

CC Lizenz

Der Inhalt dieses Werkes steht unter Creative-Commons-Lizenz (Lizentyp: Namensnennung – Keine kommerzielle Nutzung – Keine Bearbeitung – 4.0 International).

Weitere Informationen finden sie im Internet auf unserer Creative-Commons-Infoseite

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Diese Netzpublikation wurde bei der Deutschen Nationalbibliothek angemeldet und archiviert:

urn:nbn:de:0035-vetrepository-780476-5

Verbreitung und Einsatz von Künstlicher Intelligenz in Deutschland – Auswirkungen auf berufliche Anforderungen und Strukturen

Ugur Sevindik*

Abstract:

Aufgrund ihrer für den Menschen nicht erreichbaren Fähigkeiten werden Maschinen und Künstliche Intelligenz (KI) als ein immer größerer Konkurrent des Menschen auf dem Arbeitsmarkt wahrgenommen. Trotz der komparativen Vorteile, die der Mensch gegenüber der Maschine immer noch hat, wird er im Diskurs „Mensch gegen Maschine“ ständig unterschätzt und den Maschinen werden teilweise Fähigkeiten zugeschrieben, die sie zumindest in diesem Umfang noch nicht haben. Sowohl in der Öffentlichkeit, als auch in der Arbeits- und Industriesoziologie verstärkt sich die Diskussion über die Ersetzung menschlichen Arbeitshandelns durch Maschinen bzw. Computer aufgrund des fortschreitenden Einsatz Künstlicher Intelligenz in deutschen Unternehmen. Eng verzahnt mit der Diskussion um die Ersetzungsanfälligkeit von Arbeitsplätzen im Zuge der Digitalisierung, ist die Frage der Kompetenzen und der Kompetenzentwicklung und –veränderung der Beschäftigten in Deutschland. In der Literatur werden vor allem potenzielle Szenarien diskutiert, die sich aus dem Einsatz von KI für die Kompetenzentwicklung der Beschäftigten ergeben könnten. Der vorliegende Beitrag stellt zunächst eine Art Bestandsaufnahme der Verbreitung und des Einsatzes von KI in Deutschland dar und versucht, erste Einschätzungen darüber zu geben, inwieweit der Einsatz und die Verbreitung von KI tatsächlich Auswirkungen auf menschliche Kompetenzen und deren Substituierbarkeit hat. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Verbreitung und der Einsatz von KI in Deutschland momentan noch so gering sind, dass weiterhin direkte Gestaltungsmöglichkeiten bestehen und die Bedrohungsszenarien, in denen der Mensch einfach von Maschinen ersetzt wird nicht zwangsweise eintreten müssen. Nichtsdestotrotz bedingt die Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologien durchaus den vermehrten Einsatz von KI, so dass der Diskurs auch in Zukunft bestehen bleiben wird. Es stellt sich heraus, dass zwar überwiegend, aber nicht ausschließlich hochqualifizierte Beschäftigte mit KI arbeiten. Schon jetzt ist der Umgang mit KI für Beschäftigte mit jeder Qualifikation relevant. Darüber hinaus wird deutlich, dass sich die Relevanz von Kompetenzen in Zukunft verschieben und dass andere Kompetenzen als bisher für die Arbeit der Zukunft wichtig werden. Um die betroffenen Kompetenzen klarer identifizieren zu können, empirische Ergebnisse hierzu zu generieren und Handlungsempfehlungen für den zukünftigen Umgang mit KI auszusprechen, bedarf es in folgenden Forschungsprojekten der Erstellung und Analyse einer einheitlichen Datengrundlage, die sich auf ebenjene Schwerpunkte fokussiert.

* Ugur Sevindik: Bundesinstitut für Berufsbildung

Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangspunkt und Motivation	6
2. Stand der Forschung zu KI	8
2.1. Was ist Künstliche Intelligenz?	11
2.2. Die Bundesregierung und KI – Potenziale und Initiativen	14
2.3. KI – Was ist möglich und was nicht?	16
2.4. Auswirkungen auf den Menschen und seine Arbeit	19
2.5. Auswirkungen der fortschreitenden Robotisierung	21
3. Komparative Vorteile? Menschliche Kompetenzen und KI	25
3.1. Was sind Kompetenzen? Definitorischer Kontext	25
3.2. Forschungsstand – Künstliche Intelligenz und Kompetenzen	27
4. Daten und Methode	30
4.1. Das Mannheimer Innovationspanel	31
4.2. Das BIBB-Betriebspanel zu Qualifizierung und Kompetenzentwicklung	32
4.3. Die Befragung Digitalisierung und Wandel der Beschäftigung	32
5. Ergebnisse der statistischen Analysen	34
5.1. Ergebnisse aus dem Mannheimer Innovationspanel	34
5.2. Die Ergebnisse des BIBB-Betriebspanel zu Qualifizierung und Kompetenzentwicklung	43
5.3. Die Ergebnisse aus der Befragung Digitalisierung und Wandel der Beschäftigung	60
5.4. Weiterführende statistische Analysen	99
5.5. Ergebnisvergleich – Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Datensatzergebnisse	103
6. Fazit und Ausblick	108

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grundstruktur des Modells zur Analyse der Rolle von KI für Innovation und Performance	37
Abbildung 2: Anteile der Beschäftigtengrößenklassen bei der Nutzung von KI (in Prozent)	39
Abbildung 3: Erschließung von neuem technologischem Wissen, Knowhow und Kompetenzen durch KI (in Prozent)	42
Abbildung 4: Anteil der Beschäftigten mit Hochschulabschluss 2018 in Intervallen im Zusammenhang mit der KI-Nutzung (in Prozent)	43
Abbildung 5: Einführung von IKT 2018/2019 (in Prozent)	46
Abbildung 6: Ausbau von IKT 2018/2019 (in Prozent)	47
Abbildung 7: Einschätzung zu ständig verändernden Marktverhältnissen oder wirtschaftlichen Bedingungen (in Prozent)	48
Abbildung 8: Personalstruktur 2018 (in Prozent)	49
Abbildung 9: Personalstruktur 2019 (in Prozent)	50
Abbildung 10: Investition in digitale Technologien im Vergleich zum Vorjahr 2018 (in Prozent)	51
Abbildung 11: Investition in digitale Technologien im Vergleich zum Vorjahr 2019 (in Prozent)	52
Abbildung 12: Personalbedarfsveränderungen in den nächsten fünf Jahren 2019 (in Prozent)	53
Abbildung 13: Veränderung der beruflichen Qualifikationsanforderung in den nächsten fünf Jahren 2019 (in Prozent)	54
Abbildung 14: Betriebliche Investitionen in die Weiterbildung in den nächsten fünf Jahren 2019 (in Prozent)	55
Abbildung 15: Geschäftsvolumen 2018 (in Prozent)	56
Abbildung 16: Entwicklung Geschäftsvolumen im Vergleich zum Vorjahr 2018 (in Prozent)	57
Abbildung 17: Geschäftsvolumen 2019 (in Prozent)	58
Abbildung 18: Entwicklung Geschäftsvolumen im Vergleich zum Vorjahr 2019 (in Prozent)	59
Abbildung 19: Nutzung Künstliche Intelligenz 2011 und 2019 (in Prozent)	60
Abbildung 20: Nutzung IKT als Arbeitsmittel 2011 und 2019 (in Prozent)	61
Abbildung 21: Nutzung WGMA als Arbeitsmittel 2011 und 2019 (in Prozent)	61
Abbildung 22: Nutzung IKT detailliert 2019 (in Prozent)	62
Abbildung 23: Nutzung WGMA detailliert 2019 (in Prozent)	63
Abbildung 24: Höchster Ausbildungsabschluss (in Prozent)	64
Abbildung 25: Problemlösekompetenz und Nutzung KI	67
Abbildung 26: Technikaffinität und Nutzung KI	68
Abbildung 27: Technikinteresse über Grundkenntnisse hinaus und Nutzung KI	69
Abbildung 28: Arbeitsintensität und Nutzung KI	71
Abbildung 29: Autonomie und Nutzung KI	72
Abbildung 30: Gefühlte Arbeitsplatzgefährdung und Nutzung KI (in Prozent)	73
Abbildung 31: Arbeitsplatzverlustrsorgen und Nutzung KI (in Prozent)	74
Abbildung 32: Kursbesuche im letzten Jahr und Nutzung KI (in Prozent)	75
Abbildung 33: Teilnahme informelle Weiterbildung und Nutzung KI (in Prozent)	76
Abbildung 34: Inhalt der Weiterbildung Umgang mit IKT und Nutzung KI (in Prozent)	77
Abbildung 35: Inhalt der Weiterbildung Entwicklung von IT und Nutzung KI (in Prozent)	78
Abbildung 36: Inhalt der Weiterbildung überfachliche Fähigkeiten und Nutzung KI (in Prozent)	79
Abbildung 37: Nutzung digitaler Technologien in den Betrieben (in Prozent)	80
Abbildung 38: Durchschnittliche Verteilung Steuerungskategorien für Produktionsmittel (in Prozent)	82
Abbildung 39: Durchschnittliche Verteilung der genutzten elektronischen Büro- und Kommunikationsmittel (in Prozent)	83
Abbildung 40: Geschätzte Beschäftigungsentwicklung der Betriebe in den nächsten fünf Jahren (in Prozent)	93

Abbildung 41: Geschätzte Beschäftigungsentwicklung für die Zahl der Beschäftigten für einfache Tätigkeiten und hochqualifizierte Tätigkeiten in den nächsten fünf Jahren (in Prozent)	94
Abbildung 42: Zunehmende Förderung von Fähigkeiten die über die fachlichen Anforderungen hinausgehen in der betrieblichen Ausbildung in den letzten fünf Jahren (in Prozent).....	95
Abbildung 43: Zunehmende Rolle beim Umgang mit modernsten IKT-Technologien in der betrieblichen Ausbildung in den letzten fünf Jahren (in Prozent)	96

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kooperationen und KI-Nutzung (Zeilenprozente)	39
Tabelle 2: Einführung neuer Technologien und KI-Nutzung (Spaltenprozente).....	40
Tabelle 3: Aktivitäten im Bereich Software und Datenbanken im Zusammenhang mit KI (Zeilenprozente)	41
Tabelle 4: Nutzung digitaler Technologien, die auf dem Einsatz von KI oder Maschinellern basieren (Zeilenprozente).....	44
Tabelle 5: Nutzung digitaler Technologien, die auf dem Einsatz von KI oder maschinellern basieren (45er WZ, über 10% Nutzung, Zeilenprozente)	44
Tabelle 6: Nutzung digitaler Technologien, die auf dem Einsatz von KI oder maschinellern basieren (20er Branchen, über 5% Nutzung, Zeilenprozente).....	45
Tabelle 7: Anzahl sozialversicherungspflichtig Beschäftigter und Nutzung KI 2019 (Spaltenprozente)....	59
Tabelle 8: Höchster Ausbildungsabschluss und Nutzung KI (Spaltenprozente).....	64
Tabelle 9: Nutzung KI und Nutzung IKT (Spaltenprozente).....	65
Tabelle 10: Handlungsanweisungen bei der PC Nutzung und Nutzung KI (Spaltenprozente)	65
Tabelle 11: Computergestützte und intelligent vernetzte Arbeitsplätze und Nutzung KI (Spaltenprozente)	66
Tabelle 12: Nachvollziehbarkeit Technikhandeln und Nutzung KI (Spaltenprozente)	66
Tabelle 13: Wiederholung identischer Arbeitsabläufe und Nutzung KI (Spaltenprozente)	69
Tabelle 14: Häufigkeit unvorhergesehener Situationen und Nutzung KI (Spaltenprozente)	70
Tabelle 15: Körperliche Anforderungen und Nutzung KI (Spaltenprozente).....	70
Tabelle 16: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Kategorien und Nutzung KI (Spaltenprozente) .	79
Tabelle 17: Chancen und Risiken der Technologienutzung für den Betrieb (Zeilenprozente).....	81
Tabelle 18: Veränderung der Arbeitszeit in den letzten fünf Jahren von EDV-Tätigkeiten und Programmieren (Spaltenprozente)	84
Tabelle 19: Veränderung der Arbeitszeit in den letzten fünf Jahren der Aufgaben Entwickeln, Forschen und Konstruieren (Spaltenprozente)	85
Tabelle 20: Eingeschätzte Veränderung der Arbeitszeit in den nächsten fünf Jahren der Aufgaben Entwickeln, Forschen und Konstruieren (Spaltenprozente)	85
Tabelle 21: Eingeschätzte Veränderung der Arbeitszeit in den nächsten fünf Jahren der Aufgaben Überwachen oder Steuern von Maschinen, Anlagen oder technischen Prozessen (Spaltenprozente)	86
Tabelle 22: Eingeschätzte Veränderung der Arbeitszeit in den nächsten fünf Jahren der Aufgaben Kalkulieren, Berechnen oder Buchen (Spaltenprozente).....	86
Tabelle 23: Veränderung der Bedeutung des selbstständigen Arbeitens in den nächsten fünf Jahren (Spaltenprozente).....	88
Tabelle 24: Veränderung der Bedeutung von Kreativität in den nächsten fünf Jahren (Spaltenprozente).....	88
Tabelle 25: Veränderung der Bedeutung des Erlernens neuer Fähigkeiten und Kompetenzen in den letzten fünf Jahren (Spaltenprozente)	89
Tabelle 26: Veränderung der Bedeutung von Umweltschutzkenntnissen in den nächsten fünf Jahren (Spaltenprozente).....	89

Tabelle 27: Veränderung der Bedeutung von IT-Anwendungskennnissen in den nächsten fünf Jahren (Spaltenprozent)	90
Tabelle 28: Veränderung der Bedeutung von IT-Entwicklungskennnissen in den nächsten fünf Jahren (Spaltenprozent)	90
Tabelle 29: Veränderung der Bedeutung von Interdisziplinarität in den nächsten fünf Jahren (Spaltenprozent)	91
Tabelle 30: Veränderung der Bedeutung von Prozessknowhow in den nächsten fünf Jahren (Spaltenprozent)	92
Tabelle 31: Umsatzveränderungen im Unternehmen in den letzten fünf Jahren (Spaltenprozent)	97
Tabelle 32: Erwartete Umsatzveränderungen im Unternehmen in den nächsten fünf Jahren (Spaltenprozent)	97
Tabelle 33: Gewinnveränderungen im Unternehmen in den letzten fünf Jahren (Spaltenprozent)	98
Tabelle 34: Erwartete Gewinnveränderungen im Unternehmen in den nächsten fünf Jahren (Spaltenprozent)	98
Tabelle 35: Binär logistisches Regressionsmodell: Nutzung von KI für physische Arbeitsprozesse (Average Marginal Effects (AME))	99
Tabelle 36: OLS-Regression: Häufigkeit der Nutzung von KI	101

1. Ausgangspunkt und Motivation

Maschinen lernen, während sie produzieren, müssen nicht schlafen und können innerhalb kürzester Zeit massenhaft Daten verarbeiten und gefährliche Tätigkeiten ausüben, ohne dabei Fehler zu machen oder sich zu verletzen. Folglich werden sie als ein immer größerer Konkurrent des Menschen auf dem Arbeitsmarkt wahrgenommen und könnten irgendwann so weit entwickelt sein, dass der Singularitätszeitpunkt erreicht wird. Die Singularität markiert den Zeitpunkt, an dem künstliche Intelligenzen die menschliche Intelligenz übertreffen, sich selbst verbessern und optimieren können und dem Menschen damit in jeglicher Hinsicht überlegen sein werden. Auch wenn diese potenziell dystopischen Vorhersagen im Themenkomplex der „Arbeit 4.0“ immer wieder Anklang finden, ist die Realität noch weit von einer Übernahme der Arbeitswelt durch Maschinen entfernt. Hierfür gibt es verschiedene Gründe, wie beispielsweise technische Grenzen, gesellschaftliche Wertemuster oder Rechtssysteme, von denen aber vor allem die komparativen Vorteile, die der Mensch gegenüber Maschinen hat, herausstechen. Nichtsdestotrotz wird der Mensch im Diskurs „Mensch gegen Maschine“ ständig unterschätzt und den Maschinen werden teilweise Fähigkeiten zugeschrieben, die sie zumindest noch nicht haben. Der Vergleich zwischen der Einzigartigkeit des Menschen und der Künstlichen Intelligenz gilt als Grundlage dieses Diskurses und erinnert an die seit langem in der Öffentlichkeit sowie in der Arbeits- und in der Industriesoziologie geführten Diskussionen über die Ersetzung menschlichen Arbeitshandelns durch Maschinen bzw. Computer. Laut einer vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) veröffentlichten Studie, die auf Grundlage des Mannheimer Innovationspanels 2019 einen statistisch repräsentativen Überblick zum aktuellen Stand des Einsatzes von Künstlicher Intelligenz geben soll, nutzen knapp sechs Prozent der deutschen Unternehmen überhaupt Künstliche Intelligenz (BMWi 2020a: 1). Trotz dieser objektiv betrachtet zahlenmäßig geringen Verbreitung in deutschen Unternehmen, nehmen der Einsatz Künstlicher Intelligenz sowie mögliche Konsequenzen und Auswirkungen des Einsatzes auf den Arbeitsmarkt in Deutschland eine vordergründige Rolle in der Berufsbildungsforschungsdiskussion ein, wenn es um die Themen Digitalisierung und Arbeit 4.0 geht. Die Kerndiskussion bezieht sich hierbei auf die Frage der Automatisierung durch Künstliche Intelligenz (KI) und mögliche Substitutions- und Komplementaritätspotenziale von Arbeitsplätzen, die im Rahmen der technologischen Entwicklung auf dem Arbeitsmarkt entfacht werden.

Eng verzahnt mit der Diskussion um die Ersetzungsanfälligkeit von Arbeitsplätzen im Zuge der Digitalisierung, ist die Frage der Kompetenzen und der Kompetenzentwicklung und –veränderung der Beschäftigten in Deutschland. Dabei ist die Kompetenzorientierung nicht erst mit der fortschreitenden Digitalisierung in den Fokus der deutschen Berufsbildungslandschaft gerückt, sondern spätestens seit der Novellierung des Berufsbildungsgesetzes (BBiG) im Jahr 2005 (vgl. Rüschoff 2019: 6). In dieser wurde die Schaffung der beruflichen Handlungsfähigkeit als Ziel der Berufsausbildung bestimmt,

welche unmittelbar mit dem Erlangen von Kompetenzen verbunden ist. In der deutschen Berufsbildung nimmt die berufliche Handlungsfähigkeit eine zentrale Stellung ein und lässt sich in Fach-, Sozial-, und Selbstkompetenz untergliedern. Besonderen Nachdruck hat diese Orientierung durch die Einführungen des Europäischen Qualifikationsrahmens im Jahr 2012 und des Deutschen Qualifikationsrahmens (DQR) im Jahr 2013 erhalten, da hier unter anderem die internationale Vergleichbarkeit und Transparenz der in einer Ausbildung erworbenen Kompetenzen als Ziele angegeben wurden (vgl. ebd.). Im Zuge der technologischen Entwicklung und mit dem fortschreitenden Fokus auf Substitutions- und Komplementaritätsfragen sind auch die Kompetenzen wieder verstärkt in den Mittelpunkt der Forschung gerückt. Dabei werden in der Literatur vor allem potenzielle Szenarien diskutiert, die sich aus dem Einsatz von KI für die Kompetenzentwicklung ergeben könnten. Diese Szenarien reichen von der Annahme, dass Maschinen die Aufgaben übernehmen, die für den Menschen zu gefährlich oder geistig-unterfordernd sind, so dass die menschliche Arbeitskraft hier obsolet wird, bis hin zu der Annahme, dass menschliche Fähigkeiten mithilfe von komplementären Technologien zu einem Produkt aus Mensch-Maschine-Interaktionen werden und beispielsweise durch Prothesen oder Augmented Intelligence eine künstliche Erweiterung erhalten, die das Arbeitsvermögen der Beschäftigten stärkt, ohne sie zu ersetzen.

Um Vorhersagen über die weitere Entwicklung im Kontext Mensch gegen Maschine treffen zu können und die in der Literatur diskutierten möglichen Szenarien auf ihr Eintrittspotenzial zu überprüfen, soll diese Veröffentlichung zunächst eine Art Bestandsaufnahme der Verbreitung und dem Einsatz der Künstlichen Intelligenz in Deutschland darstellen. Die Ergebnisse dieser Bestandsaufnahme können dazu beitragen, einzuschätzen, wie akut der postulierte Konflikt zwischen Mensch und Maschine in Bezug auf die menschlichen Kompetenzen und deren Substituierbarkeit ist und inwieweit der Einsatz und die Verbreitung von KI hier mitwirken. Ob der Einsatz von KI tatsächlich zu Veränderungen bezüglich der nachgefragten menschlichen Kompetenzen führt und wie sich diese möglichen Veränderungen niederschlagen, kann dann im Anschluss auf Basis der Ergebnisse in nachfolgenden Projekten untersucht werden.

Im Folgenden wird zunächst ein Überblick zum Stand der Forschung zu KI gegeben. Was ist KI überhaupt, was kann sie und können jetzt schon Auswirkungen ihres Einsatzes festgestellt werden? Im nächsten Schritt wird der Begriff Kompetenz in einen definitorischen Kontext gestellt und der Forschungsstand bezüglich KI und Kompetenzen vorgestellt. Daraufhin folgt ein Überblick zu den Daten und der Methode der eigenen statistischen Analysen. Konkret werden zunächst die drei genutzten quantitativen Datensätze vorgestellt und die Ergebnisse aus der Untersuchung dieser Datensätze präsentiert. Anschließend folgen ein Vergleich der Ergebnisse und eine Zusammenfassung von

möglichen Gemeinsamkeiten und Unterschieden. Die Studie endet mit einem Fazit und einem Ausblick auf mögliche Folgeprojekte, die sich auf die hier generierten Ergebnisse stützen könnten.

2. Stand der Forschung zu KI

Die Forschung zu Ersetzungspotenzialen von Tätigkeiten infolge der Digitalisierung hat spätestens mit der Studie „The Skill Content of Recent Technological Change: an Empirical Exploration“ von Autor, Levy und Murnane (2003) eine Neuausrichtung erfahren, deren Fokus auf dem technikbasierten Tätigkeitswandel und dem task-based approach liegt. In ihrer Studie versuchen die Autoren die steigende Lohnungleichheit in Industrieländern durch veränderte Tätigkeitsanforderungen (tasks) zu erklären und gehen davon aus, dass physisches Kapital, in Form von neu eingeführter Technik, eher durch qualifizierte Arbeit genutzt werden kann als von unqualifizierter Arbeit, weshalb die Technisierung einen Substitutionsdruck auf unqualifizierte Arbeit schafft. Sie analysieren das Ersetzungspotenzial von Tätigkeiten unter Berücksichtigung des Qualifikationsniveaus und den Einfluss der Technisierung auf die Beschäftigung. Als ersetzbar gelten die Tätigkeiten, die leicht programmierbar sind, da eine hohe Programmierbarkeit von Aufgaben auch für einen hohen Anteil an Routine spricht. Die Kategorisierung der Tätigkeitsdimensionen Routine vs. Nicht-Routine und kognitiv vs. manuell erfolgt in Form einer zweiachsigen Matrix. Die Ergebnisse der Studie unterstützen die skill-biased technical change-These, die annimmt, dass die Nachfrage nach hochqualifizierten Arbeitskräften, die überdurchschnittlich oft kognitive Nicht-Routine-Tätigkeiten ausüben, durch die verstärkte Anwendung neuer Technologien steigen wird (vgl. Katz/Autor 1999). Andere Studien, die an die Forschung von Autor, Levy und Murnane anknüpfen, können Polarisierungstendenzen auf dem Arbeitsmarkt nachweisen, die sich in einem Rückgang von Beschäftigung bei Tätigkeiten mit mittlerer Qualifikationsanforderung gegenüber einem Anstieg der Beschäftigung in niedrig- und hochqualifizierten Tätigkeiten niederschlagen (vgl. von dem Bach et al. 2021: 12). Hinzu kommt eine stagnierende oder rückläufige Lohnentwicklung bei Tätigkeiten mit mittlerer Qualifikationsanforderung gegenüber jeweils deutlich positiver Lohnentwicklung bei den beiden anderen Gruppen (vgl. ebd.). Anzumerken ist, dass für eine Zusammenfassung der entsprechenden Studienergebnisse zwar die genannte Quelle (von dem Bach et al.) genutzt wurde, die Ergebnisse aus dieser Quelle allerdings von den beschriebenen Studienergebnissen abweichen.

Einen anderen Ansatz wählten Frey und Osborne (2017) für ihre vielbeachtete Studie „The future of employment“, in der sie ebenfalls das Ersetzungspotenzial von Arbeitsplätzen in den USA durch die Technisierung untersuchen. Zur Bestimmung technischer Potenziale verwenden sie Einschätzungen von Expertinnen und Experten und nehmen voraussichtlich nicht ersetzbare Tätigkeiten als Gegenpol zu Routinetätigkeiten in ihre Routinedefinition auf. Das Ergebnis ihrer Studie prognostiziert, dass 47 Prozent der Beschäftigten in den USA in den nächsten ein bis zwei Jahrzehnten Gefahr laufen, ersetzt zu werden. Das gilt vor allem für die Berufe, die hohe Routineanteile aufweisen.

Brynjolfsson und McAfee (2011) hingegen gehen so weit, die Ersetzungspotenziale von Berufen in den Zusammenhang mit der erhöhten Leistungsfähigkeit von Computern und Algorithmen zu setzen. Selbst kognitive Nicht-Routine-Aufgaben, die bisher der menschlichen Arbeitskraft vorbehalten waren, könnten von Computern übernommen werden, so dass die menschliche Arbeitskraft hier obsolet werden würde.

Die oben aufgeführten, sich auf den US-Arbeitsmarkt beziehenden Studien, wurden auch auf den deutschen Arbeitsmarkt übertragen. Bei der Übertragung der Studie von Autor, Levy und Murnane kam Spitz-Oener (2006) zu dem Ergebnis, dass die Fähigkeitsanforderungen an die Beschäftigten in Deutschland von 1979 bis 2006 durch die fortschreitende Technisierung gestiegen sind, vor allem in stark technisierten Branchen und bei manuellen Routinetätigkeiten. Die Studie von Frey und Osborne wurde von Bonin, Gregory und Zierahn (2015) auf den deutschen Arbeitsmarkt übertragen. Unter Berücksichtigung der spezifischen Tätigkeitsstruktur in Deutschland, die vor allem von mehr Bürokräften und Handwerker*innen geprägt ist und weniger von Akademiker*innen und Führungskräften, besteht demnach für zwölf Prozent der deutschen Arbeitsplätze das Risiko, technisiert zu werden. Mit der identischen Operationalisierung wie bei Frey und Osborne gilt das sogar für 42 Prozent der Arbeitsplätze. Dengler und Matthes (2015) ermitteln in ihrer Studie den Anteil der Aufgaben in einem Beruf, der bereits heute von Computern übernommen werden könnte. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass im Jahr 2013 etwa 15 Prozent der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten in Deutschland in einem Beruf tätig waren, in dem mehr als 70 Prozent der Tätigkeiten zum Studienzeitpunkt potenziell von Computern übernommen werden könnten. Eine Wiederholung ihrer Studie im Jahr 2018 und der Vergleich der beiden Studienergebnisse zeigt eine Steigung von 15 auf 25 Prozent im Jahr 2016 an, was die Berufe mit hohem Ersetzbarkeitspotenzial angeht. Allerdings merken die Autoren an, dass die Potenziale nicht vollständig ausgeschöpft werden können, da auch wirtschaftliche, ethische oder rechtliche Faktoren bei der Technisierung berücksichtigt werden müssen.

Eine aktuellere Studie von Arntz, Gregory und Zierahn (2018) pflichtet den Ergebnissen von Spitz-Oener und anderen bei, was die Verschiebung der Arbeitsnachfrage in Richtung analytischer und interaktiver Arbeit durch den Einfluss der Technisierung angeht. Sie prognostizieren vor allem am Anfang der Einführung neuer Technologien einen erhöhten Bedarf an analytischen und interaktiven Tätigkeiten, der dann stetig sinkt.

Auch wenn gerade die anglo-amerikanischen Studien die Vermutung nahelegen, dass vor allem programmierbare Arbeitsaufgaben von neuen Technologien ersetzt werden könnten, ist eine Übertragung der Ergebnisse und des Ersetzbarkeitsansatzes auf Deutschland nicht uneingeschränkt möglich. Das geht zunächst mit methodischen Überlegungen einher, da die Datensätze, die zur

Berechnung der Ersetzbarkeitsmaße genutzt werden, nur bedingt vergleichbar sind, wie Rohrbach-Schmidt und Tiemann (2013) hervorheben. Das ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die Berechnung maßgeblich von der Wahl der Variablen und der Operationalisierung der Variablen abhängt. Aber auch strukturelle Unterschiede der beiden Arbeitsmärkte senken die Übertragbarkeit der Studien, da beispielsweise die mittlere Qualifikationsebene in Deutschland wesentlich stärker arbeitsmarktorientiert ist als in den USA (vgl. ebd.). Anders als in den vorgestellten Studien prognostizieren Helmrich et al. (2016) in ihrem Wirtschaft-4.0-Szenario auch in Summe keine Arbeitsplatzverluste durch die Technisierung für die Zukunft. Ganz im Gegenteil prognostizieren die Autoren auf Basis der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen (QuBe), welche explizit Faktoren des digitalen Wandels in das Modell integrieren, dass sich die Anzahl der Erwerbstätigen bis 2025 von 43 auf 43,4 Millionen erhöht und bis dahin 2,5 Millionen neue Arbeitsplätze entstehen, während 2,1 Millionen Arbeitsplätze zum Beispiel durch Technisierungseffekte wegfallen. Zudem wird die Arbeitsplatzfluktuation befördert, so dass angenommen wird, dass mehr Personen ihren Arbeitsplatz wechseln werden als noch in der Vergangenheit (vgl. ebd.). Genauso wenig lässt sich empirische Evidenz für die Polarisierungsthese finden. Vielmehr kann von einem erhöhten Arbeitsplatzwechsel und beschleunigten Strukturwandel ausgegangen werden.

Die Frage nach der Ersetzbarkeit von einzelnen Tätigkeiten oder sogar ganzen Berufen als Folge der fortschreitenden Technisierung und Digitalisierung ist also nach wie vor ein stark diskutiertes Thema in der Berufsbildungsforschung und wird durch den vermehrten Einsatz von Künstlicher Intelligenz und den damit verbundenen technologischen Möglichkeiten auch in Zukunft im Fokus bleiben. Ersichtlich wird, dass eine Übertragbarkeit des tätigkeitsbasierten Ansatzes aus der US-Forschung auf den deutschen Arbeitsmarkt nicht ohne weiteres möglich ist. Genauso wenig lässt sich konstatieren, dass die Technisierung zu wirklichen Arbeitsplatzverlusten geführt hat. Es scheint eher so, als würden ein beschleunigter Strukturwechsel und häufigere Arbeitsplatzwechsel Folgen der Technisierung darstellen. Frey selber formuliert die Annahme, dass die Automatisierung zum Wegfall von Jobs führe, mittlerweile vorsichtiger: Es sei eher eine Verschiebung am Arbeitsmarkt erkennbar (vgl. Buxmann/Schmidt 2019: 30). Zusammenhängend mit dem Bildungsniveau und Geschlecht ist es eher so, dass Arbeitsplätze für Menschen mit mittlerem Qualifikationsniveau in allen OECD-Ländern seltener werden, während die Zahl der Arbeitsstellen für Niedrig- und Hochqualifizierte gestiegen sind (vgl. ebd.).¹

¹ Eine tabellarische Übersicht zu potenziellen Beschäftigungseffekten durch die Digitalisierung, die über die oben aufgeführten Autoren hinausgeht, ist bei Apt/Priesack (2019, S. 226f.) zu finden.

2.1. Was ist Künstliche Intelligenz?

Trotz der vorangehenden Erkenntnisse ist davon auszugehen, dass die steigende Leistungsfähigkeit von Künstlicher Intelligenz (KI) und Algorithmen zu einer Verschärfung des Diskurses über die Ersetzbarkeit von Tätigkeiten und Berufen führen wird. Können die oben genannten Befunde trotz der steigenden Verbreitung von Künstlicher Intelligenz und der leichteren Nutzbarkeit von Algorithmen in deutschen Unternehmen verifiziert werden oder birgt diese Entwicklung doch größeres Veränderungspotenzial für den Arbeitsmarkt? Bevor auf diese Frage eingegangen wird, soll im Folgenden eine Übersicht zum momentanen Stand von KI und der Nutzung von KI präsentiert werden. Was ist Künstliche Intelligenz überhaupt, wie entsteht sie und welche Fähigkeiten besitzt sie bereits? Zudem wird der Frage nachgegangen, wie die Politik auf die Verbreitung von KI reagiert und welche politischen Initiativen es bezüglich der KI gibt, die auch im Rahmen der Berufsbildungsforschung relevant sein könnten. Ein weiterer Aspekt, auf den eingegangen wird, ist die Gestaltbarkeit des digitalen Wandels, die sich auch in Form von Künstlicher Intelligenz und ihrer Verbreitung ausdrückt.

Als Geburtsstunde der Künstlichen Intelligenz gilt das „Summer Research Project on Artificial Intelligence“, das 1956 am Dartmouth College in Hanover abgehalten wurde (vgl. Buxmann/Schmidt 2019: 3). Aufgrund der Breite des Feldes konnte sich keine einheitliche Begriffsbestimmung der KI durchsetzen. Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) definiert KI beispielsweise als Erweiterung technischer Systeme um diese zu befähigen, Aufgaben selbstständig und effizient zu bearbeiten (Peissner et al. 2019: 9). Eine Gemeinsamkeit der verschiedenen Begriffsbestimmungen ist die Zugehörigkeit der KI zur Informatik, in der sie sich mit der Erforschung und Entwicklung „intelligenter Agenten“ befasst (vgl. Buxmann/Schmidt 2019: 6). Diese Agenten sind geprägt durch eine selbstständige Problemlösekompetenz (vgl. ebd.). Künstliche Intelligenz kann damit als das Vorhaben angesehen werden, menschliche Wahrnehmungen und Handlungen durch Maschinen nachzubilden (vgl. Apt/Priesack 2019: 222). Künstliche Intelligenz wird in der Fachwelt aufgeteilt in stark und schwach. KI, die kognitive und intellektuelle Leistungen erbringen kann, die dem Menschen und dem menschlichen Gehirn ebenbürtig sind oder diese übertrifft, und gleichzeitig über ein menschenähnliches Bewusstsein verfügt, wird als stark beschrieben (vgl. ebd.). Bei der schwachen KI hingegen wird die menschliche Intelligenz nur simuliert und Algorithmen sollen einzelne Aufgaben des Menschen übernehmen (vgl. ebd.). Während eine starke KI bis heute nicht entwickelt werden konnte und es auch nicht so aussieht, als würde das in naher Zukunft möglich sein, gibt es schon verschiedene Ausprägungen schwacher KI, die lernfähig ist (vgl. Buxmann/Schmidt 2019: 7). Die prominenteste Ausprägung der KI ist das Maschinelle Lernen (ML), das von Brynjolfsson und McAfee als wichtigste Technologie unseres Zeitalters betitelt wurde (vgl. ebd.). Dabei haben vor allem technologische Entwicklungen in den letzten Jahren dazu beigetragen, dass sich die Voraussetzungen zur Nutzbarkeit von KI erheblich verbessert haben (vgl. ebd.). Zu diesen Entwicklungen gehören beispielsweise die

bisher nie dagewesene Menge an Trainingsdaten für die Neuronale Netzwerke, der sehr starke Preisabfall bei Speichermedien und allgemeiner Rechenleistung sowie die Etablierung kostenloser Open-Source-Tools zur Entwicklung von KI-Applikationen (vgl. ebd. 8). Das ML ist wahrscheinlich auch die am häufigsten genutzte Methode der Künstlichen Intelligenz. Mit Hilfe von Lernprozessen und Trainingsdaten sollen beim ML Zusammenhänge in bestehenden Datensätzen aufgedeckt werden, um auf deren Grundlage weitergehende Vorhersagen treffen zu können (vgl. ebd.). Das bedeutet, dass die Maschine oder Software und ihre Fähigkeiten, bestimmte Aufgaben zu lösen, von den Trainingsdaten und Lernerfahrungen mit den Daten abhängig sind (vgl. ebd.). Das Training mit den Daten soll das Programm dazu befähigen, seine Aufgaben beim nächsten Versuch noch besser zu lösen. ML unterteilt sich nochmal in drei Kategorien: das überwachte Lernen (Supervised ML), unüberwachtes Lernen (Unsupervised Machine Learning) und verstärktes Lernen (Reinforcement ML) (vgl. Kirste/Schürholz 2019: 24). Einer der Methoden, die mit dem ML einhergeht und immer häufiger eingesetzt wird, ist das sogenannte Deep Learning (DL). DL basiert auf dem Einsatz von Künstlichen Neuronale Netzen oder Netzwerken (KNN), deren Bezeichnung der menschlichen Nervenzelle nachempfunden wird. Der Vorteil der KNN liegt in der Verwendung mehrschichtiger Netzwerke, die es der KI ermöglichen Zusammenhänge zu erlernen, die für einfaches ML nicht möglich wäre, was auch daran liegt, dass sie stärker von einer größeren Anzahl an Trainingsdaten profitiert (vgl. Buxmann/Schmidt 2019: 12).

Was die Entwicklung einer starken KI in erster Linie hemmt und den Menschen von der Maschine unterscheidet, sind seine natürlichen Sinne und die Verarbeitung von Erfahrungen (vgl. Herbrich 2019: 73). Während der Mensch beispielsweise in seinen ersten zwei Lebensjahren schon aus einer halben Milliarde Bildern lernt und Erfahrungen sammelt, ist das für einen Algorithmus in dieser Zeitspanne unmöglich, da dieser zehn bis hunderttausend Mal mehr verarbeitbare Daten braucht, um vergleichbares zu leisten (vgl. ebd.). Hinzu kommt, dass selbstlernende Systeme auch bei einer immensen Anzahl von Trainingsdaten nicht in der Lage sein werden, menschliche Vernunft, Emotionalität, Empathie oder Kreativität zu erfahren und zu lernen (vgl. Apt/Priesack 2019: 222).

Generell ist es gegenwärtig so, dass bloß eine Narrow Artificial Intelligence existiert, also eine KI, die für spezifische Themen und Prozesse, vor allem in der industriellen Nutzung, entwickelt wurde (vgl. Hildesheim/Michelsen 2019: 121). Der nächste Schritt, bevor über eine starke KI nachgedacht werden kann, müsste also die Anwendbarkeit von KI auf mehrere Themen und ein breiteres Feld sein (vgl. ebd.). Auch für die nähere Zukunft ist deshalb davon auszugehen, dass KI-Technologien Schwierigkeiten haben werden Tätigkeiten auszuüben, die Kreativität oder vorausschauendes Denken erfordern, kaum repetitiv sind und ständigen Veränderungen unterliegen (vgl. Apt/Priesack 2019: 223). Etwas ernüchternd kann festgestellt werden, dass KI-Technologien die Aufgaben, die dem Menschen schwer fallen mit Leichtigkeit erfüllen, während die für die Menschen leicht ausführbaren Aufgaben

für die KI-Programme Schwierigkeiten darstellen (vgl. ebd.). Dementsprechend sind besonders Tätigkeiten, die emotionale und soziale Intelligenz oder Weitsicht fordern, genauso schwierig für Maschinen auszuführen wie vermeintlich einfache körperliche Handlungen, wie beispielsweise das Öffnen einer Tür oder das Fangen eines Balles, zu laufen und Hindernissen auszuweichen (vgl. ebd.). Kontextuelles Übertragen von Gelerntem, Abstraktionsvermögen, Empathie und die passende Reaktion auf Emotionen sowie die passgenaue Vorstrukturierung von anspruchsvollen Daten, Informationen und Umgebungen sind für KI auch in absehbarer Zeit nicht zu erreichen (vgl. ebd.). Die Umsetzbarkeit von KI-Lösungen ist außerdem abhängig von datenschutzrechtlichen Fragen, Urheberfragen, Versicherungsfragen, Ethikfragen und auch Fragen der Diskriminierung und Vorurteilen durch die Trainingsdatenstruktur, die ja bei der Programmierung ausgewählt werden (vgl. ebd. 232, 233). Damit ist angedeutet, dass es komparative Vorteile auf Seiten des Menschen und der Maschine gibt. Beide Seiten bieten jeweils Vorzüge beim Einsatz in bestimmten Arbeitsfeldern oder für bestimmte Aufgaben. Das heißt jedoch nicht, dass sie sich gegenseitig ausschließen oder als Konkurrenten betrachtet werden müssen. Eine Zusammenführung der Vorteile und eine Ergänzung der Fähigkeiten mithilfe der anderen Seite kann Vorteile im Arbeitskontext schaffen. Nichtsdestotrotz ist die Entwicklung von KI noch in ihren Anfängen und die Entwicklungsrichtung, -geschwindigkeit und -qualität sind schwer vorherzusagen, so dass stets beobachtet werden sollte, ob sich Veränderungen ergeben und welcher Natur diese sind.

Weitere KI-nahe Technologien die es zu erläutern gilt, weil sie im Zuge der Diskussion um KI von Relevanz sind, sind die Robotik, Big Data, und das Internet of Things.

Die International Federation of Robotics (IFR), die als internationaler Robotik-Dachverband und Verband der Robotik-Forschungsinstitute gilt, definiert Roboter als "automatically controlled, re-programmable, and multipurpose machine" und genauer werden Roboter als "fully autonomous machines that do not need a human operator and that can be programmed to perform several manual tasks such as welding, painting, assembling, handling materials, or packaging" definiert (Dauth et al. 2017: 9). Differenziert wird außerdem zwischen Industrierobotern und Servicerobotern.

Internet of Things (IoT) oder Internet der Dinge meint die Kommunikation zwischen verschiedenen physischen Objekten mithilfe von Sensoren (vgl. Mainzer 2019: 159). Durch die internetgestützte Vernetzung bilden Maschinen, Lagersysteme oder Betriebsmittel ein Netzwerk und können weltweit untereinander kommunizieren und Daten austauschen (vgl. ebd.) (vgl. Pfeiffer et al. 2016: 14).

Mit Big Data ist der immer größere Umfang an Daten gemeint, die im Internet der Dinge generiert und verarbeitet werden (vgl. Mainzer 2019: 159). Die Daten können strukturiert oder unstrukturiert und auch nicht exakt, aber in immer größeren Massen vorhanden sein, so dass Algorithmen sie in nützliche

Informationen übersetzen können (vgl. ebd. 161). Doch nicht nur die Daten, die durch Signale im Internet der Dinge erzeugt werden, gelten als Big Data, auch Lösungs- und Management-Systeme, mit denen wissenschaftliche Institutionen und Unternehmen Daten auswerten, analysieren und daraus Erkenntnisse ableiten können, werden unter diesem Begriff zusammengefasst (vgl. ebd. 160). Das exponentielle Datenwachstum durch die wachsende Vielfalt der Datenerfassung und Sensorik macht Big Data zu einem immer interessanteren Untersuchungsgegenstand innerhalb der KI-Forschung.

Zwischen diesen Technologien und Künstlicher Intelligenz gibt es Interdependenzen, die es schwierig machen, sie unabhängig voneinander zu diskutieren oder zu betrachten. Oft werden diese Technologien als Synonym für Künstliche Intelligenz verwendet. Dementsprechend sind klare Definitionen und Abgrenzungen zwischen den Technologien umso wichtiger, wenn es um die Beschäftigung mit KI und verschiedenen KI-Technologien geht.

2.2. Die Bundesregierung und KI – Potenziale und Initiativen

Auch die Bundesregierung hat die Relevanz und das Potenzial von KI für die Gesellschaft und vor allem den Arbeitsmarkt erkannt und 2018 unter gemeinsamer Federführung mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung, dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und dem Bundesministerium für Arbeit und Soziales die Strategie Künstliche Intelligenz ins Leben gerufen (vgl. Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung 2018). Mit dieser Strategie hat die Bundesregierung dem Thema Künstliche Intelligenz eine besondere Relevanz beigemessen und will mit ihrer Hilfe verschiedene Ziele erreichen. Zu diesen Zielen gehört zum einen, Deutschland als Forschungsstandort für Künstliche Intelligenz zu etablieren und zu stärken. Die Bundesregierung will daher die Förderung der Anwendung von KI in der Wirtschaft, insbesondere in kleinen und mittleren Unternehmen vorantreiben. Zum anderen liegt der Strategie der demokratische Anspruch zugrunde, eine so tiefgreifend wirkende Technologie wie Künstliche Intelligenz, die möglicherweise auch in sensiblen Lebensbereichen zum Einsatz kommen wird, ethisch, rechtlich, kulturell und institutionell derart einzubetten, dass gesellschaftliche Grundwerte und individuelle Grundrechte gewahrt bleiben und die Technologie der Gesellschaft und dem Menschen dient. Die Bundesregierung orientiert sich mit der Strategie an der Ausrichtung der „schwachen“ KI. Mit dem Bundeshaushalt 2019 stellt der Bund in einem ersten Schritt insgesamt 500 Mio. Euro zur Verstärkung der KI-Strategie für 2019 und die Folgejahre zur Verfügung. Bis einschließlich 2025 will der Bund insgesamt etwa 3 Mrd. Euro für die Umsetzung der Strategie zur Verfügung stellen. Die Hebelwirkung dieses Engagements auf Wirtschaft, Wissenschaft und Länder soll mindestens zur Verdoppelung dieser Mittel führen. Ziele dieses Engagements sind führender KI-Standort zu werden, ein nationales Netzwerk von mindestens zwölf Zentren und Anwendungshubs zu gründen, mindestens 100 neue Professuren zu schaffen, ein deutsch-französisches Forschungs- und Innovationsnetzwerk ins Leben zu rufen und ein europäisches Innovationscluster zur KI zu bilden.

Zusätzlich sollen die Kompetenzzentren Mittelstand 4.0 durch „KI-Trainer“ dabei helfen, jährlich mindestens 1.000 Unternehmenskontakte zu erzielen. Im Rahmen einer Nationalen Weiterbildungsstrategie wird die Bundesregierung ein breitenwirksames Instrumentarium zur Förderung der Kompetenzen von Erwerbstätigen entwickeln. Auf der analytischen Grundlage eines neuen Fachkräftemonitorings wird die Fachkräftestrategie auch im Hinblick auf den digitalen Wandel und neue Technologien, wie KI, weiterentwickelt. Innerhalb der Strategie sollen verschiedene Handlungsfelder bearbeitet werden, die alle ein noch zu entwickelndes gemeinsames KI-Ökosystem als Basis haben. Im Hinblick auf die Berufsbildung und die Berufsbildungsforschung ist besonders die Gründung regionaler Kompetenzzentren der Arbeitsforschung interessant, um die Arbeitsforschung im Zeitalter der KI stärker mit der Arbeitsgestaltung in der betrieblichen Praxis zu verzahnen. Darüber hinaus soll ein nationales Forschungskonsortium etabliert werden. Da KI Auswirkungen auf Anforderungen, Kompetenzen, Arbeitsplätze, Arbeitsorganisation und Arbeitsbeziehungen hat, soll in eine soziale Technikgestaltung und die Kompetenzen der Erwerbstätigen investiert werden. Mit dem Qualifizierungschancengesetz wurde ein erster Schritt der Qualifizierungsoffensive am Arbeitsmarkt auf den Weg gebracht. Beschäftigten, deren berufliche Tätigkeiten durch Technologien ersetzt werden können, die in sonstiger Weise vom Strukturwandel betroffen sind oder die eine berufliche Weiterbildung in einem Engpassberuf anstreben, soll eine Anpassung und Fortentwicklung ihrer beruflichen Kompetenzen ermöglicht werden. Das gilt auch für Arbeitnehmer*Innen, deren Tätigkeiten durch Künstliche Intelligenz ersetzt werden. Anknüpfend an das vielfältige Weiterbildungsengagement der Unternehmen und die Motivation der Menschen, die sich weiterentwickeln möchten, soll eine neue Weiterbildungskultur in Deutschland etabliert werden, die sich am Konzept des lebensbegleitenden Lernens orientiert.

Nach einem Jahr wurde ein Zwischenbericht der Bundesregierung bezüglich der Nationalen Strategie für Künstliche Intelligenz herausgegeben. Laut dem Bericht wurden im ersten Jahr 100 Einzelmaßnahmen innerhalb der Strategie gestartet. Deutschland belegt mittlerweile den fünften Platz bei den KI-Publikationen und hat 100 neue KI-Professuren geschaffen. Die Anzahl der KI-Startups im Jahr 2019 stieg um 62 Prozent und das Vertrauen der Deutschen in die KI ist im letzten Jahr laut einer Befragung gewachsen. Im März 2020 wurde außerdem das deutsche KI-Observatorium gegründet, das dem Bundesministerium für Arbeit und Soziales angehört und in die Strukturen der Denkfabrik Digitale Arbeitsgesellschaft eingebettet ist. Das KI-Observatorium verfolgt das Ziel, die mit der Anwendung von KI verbundenen Auswirkungen auf Arbeit und Gesellschaft zu analysieren und Handlungsempfehlungen und Maßnahmen zu deren Gestaltung zu entwickeln. Weiterhin sollen europäische und internationale Strukturen zum Thema KI in Arbeit und Gesellschaft aufgebaut werden. Zu den Aufgaben des KI-Observatoriums zählen außerdem die Beobachtung, Weiterentwicklung und partizipative Gestaltung von künstlicher Intelligenz in Gesellschaft, Arbeits-

und Wirtschaftsleben. Die Bundesregierung wird die Plattform Lernende Systeme² zu einer Plattform für Künstliche Intelligenz weiterentwickeln, in welcher ein Austausch zwischen Politik, Wissenschaft und Wirtschaft mit der Zivilgesellschaft organisiert wird (vgl. Zwischenbericht – Ein Jahr KI-Strategie).

2.3. KI – Was ist möglich und was nicht?

Bei aller Diskussion darüber, welche Tätigkeiten künftig von Maschinen statt vom Menschen ausgeführt werden können, ist es wichtig, sich vor Augen zu führen, was technisch überhaupt möglich ist und wo die Grenzen der KI liegen. Die stetige Entwicklung der KI suggeriert zwar, dass die Anzahl der ersetzbaren Tätigkeiten mit der technologischen Entwicklung steigen könnte, die technischen Grenzen bestimmen aber, welche Tätigkeiten und Fähigkeiten nicht von Maschinen übernommen werden können.

Eine Technologie, die als Paradebeispiel für die Zusammenarbeit zwischen menschlichen Fähigkeiten und KI als Unterstützung angesehen werden kann, ist die Augmented Intelligence. Der Begriff geht auf den Erfinder der Computermaus, Douglas Engelbert, zurück und bezieht sich auf die Vergrößerung oder Steigerung der menschlichen Intelligenz (vgl. Kirste 2019: 60). Statt menschliche Fähigkeiten zu ersetzen, werden sie durch technologische Anwendungen ergänzt. Synergieeffekte führen zu erhöhter Leistungsfähigkeit des Menschen, ohne dass dieser befürchten muss, ersetzt zu werden. In der Idealform werden hierfür in Zukunft Computer-Gehirn-Schnittstellen entwickelt, die es dem Menschen erlauben, in die Entscheidungsprozesse der KI einzugreifen, bevor sie ausgeführt werden, so dass die Entscheidungshoheit über die Prozesse beim Menschen bleibt. Die erweiterte Intelligenz soll den Menschen lediglich bei der Entscheidungsfindung unterstützen. Gegenwärtig muss der Mensch noch auf sein Seh-, Hör- oder Lesevermögen zurückgreifen, um die Ansätze der erweiterten Intelligenz zu nutzen. Ein vielversprechender Ansatz der Augmented Intelligence ist die Kombination aus ML und Visual Analytics. Hier werden große und unübersichtliche Datenmengen von der KI visuell so aufbereitet, dass Menschen Erkenntnisse aus den Daten gewinnen können, die für sie sonst nicht zu erfassen wären (vgl. Kirste 2019: 61). Anwendung kann diese Methode beispielsweise im Gesundheitswesen finden, wenn es um den millionenfachen Vergleich zwischen Symptomen und Erkrankungen geht oder Röntgen- und MRT-Bilder analysiert werden müssen. Die Ergebnisse der KI-Analyse unterstützen den Menschen dann bei der endgültigen Handlungsentscheidung. Die automatisierte Visualisierung der einzelnen Analyseschritte durch die KI kann auch dazu beitragen, dass die Vorschläge der KI für den Menschen nachvollziehbarer erscheinen, so dass Misstrauen gegenüber der KI abgebaut werden kann (vgl. ebd. 67).

Ein weiteres wichtiges Feld innerhalb des KI-Spektrums macht die Robotik aus. Eine Definition wurde bereits weiter oben präsentiert, so dass an dieser Stelle nicht nochmal darauf eingegangen wird. Es ist

² <https://www.plattform-lernende-systeme.de/>

abzusehen, dass die Relevanz von Robotern weltweit steigt. Im Jahr 2019 wurden weltweit 2,7 Millionen Industrieroboter eingesetzt, was einer Steigerung von zwölf Prozent gegenüber dem Vorjahr entspricht und einem neuen Rekord gleichkommt³. Mit 580.000 eingesetzten Robotern ist Deutschland der Spitzenreiter unter den europäischen Ländern. Hinsichtlich der jährlichen Anschaffung von Industrierobotern belegt Deutschland weltweit den fünften Platz, was vor allem auf die Automobilindustrie zurückzuführen ist. In Relation zu allen Betrieben in Deutschland haben 2018 jedoch nur 1,6 Prozent der Betriebe überhaupt Roboter eingesetzt (vgl. Deng et al. 2020: 1). Hinzu kommt, dass die Top-Fünf Prozent der Roboter-Nutzenden Betriebe mehr als die Hälfte aller Roboter in Deutschland besitzen (vgl. ebd.). Doch nicht nur bei der Automobilherstellung oder generell in der Industrie sind Roboter immer gefragter, auch die Servicerobotik wird immer relevanter und gilt als Wachstumsmarkt (vgl. Wischmann/Rohde 2019: 101). Laut IFR sollen zwischen 2018 und 2020 weltweit circa 400.000 Serviceroboter im professionellen Bereich zum Einsatz kommen, wodurch in dieser Zeit 23 Milliarden Euro umgesetzt würden (vgl. ebd.). Damit würde die Wachstumsrate im zweistelligen Prozentbereich ansteigen (vgl. ebd.). Auch im Start-Up Bereich ist seit 2011 ein exponentieller Anstieg zu erkennen, was KI-Robotik angeht, wenn auch vor allem in Nordamerika (vgl. ebd. 103). Der Fokus der Start-Ups ist hierbei meistens auf das autonome Fahren gerichtet (vgl. ebd.). Dennoch werden Serviceroboter auch in der Medizin, Landwirtschaft oder Pflege in Form von Chirurgie- und Melkrobotern oder fahrerlosen Transportfahrzeugen eingesetzt (vgl. ebd. 108). Vor allem die Feldrobotik ist ein Beispiel für die immer vielseitigere Anwendbarkeit von KI-Robotern, die die menschliche Arbeitsweise stetig optimieren können, ohne die Entscheidungsgewalt zu übernehmen. Algorithmen, die relevante Objekte in den Feldern erkennen und aufzeigen oder den aktuellen Zustand der Felder überwachen und Hinweise geben können, oder auch Feldroboter, die automatisch Karten generieren und aktualisieren, können hier als Beispiele angeführt werden (vgl. ebd. 109 f.). Auch in der Medizin und Pflege gibt es Beispiele für die erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter und die Ergänzung menschlicher Fähigkeiten mithilfe von Robotern, wie beispielsweise in der Chirurgie durch die Stabilisierung der menschlichen Bewegung oder auch in Form von sozialen „Companion“ Robotern, die Bedürftige körperlich und emotional unterstützen und gleichzeitig als Überwachungshilfe eingesetzt werden können (vgl. ebd. 112, 113). Weitere Sektoren, die Veränderungen durch den Einsatz von KI vollziehen könnten, wären beispielsweise die (öffentliche) Verwaltung durch automatisierte Termin- und Dokumentenvergaben sowie -Prüfsysteme (vgl. Wangler/Botthofe 2019) und Hochschulen und generell Bildungsinstitute durch den Einsatz von Learn Analytics, die den Lernenden auf Basis von Algorithmen genau die Lerninhalte vermitteln und aufbereiten können, die sie nicht so gut beherrschen (vgl. Büchting et al. 2019).

³ vgl. dazu: [IFR presents World Robotics Report 2020 - International Federation of Robotics](#)

KI kann also durchaus schon als Teil unseres (Arbeits-)Alltags angesehen werden und wird in Zukunft voraussichtlich in weitere gesellschaftliche Felder vordringen (vgl. Bovenschulte/Stubbe 2019: 217). Dennoch muss immer wieder klargestellt werden, dass KI noch weit davon entfernt ist, die menschlichen Fähigkeiten zu übersteigen. Sie kann als Hilfe bei spezifischen Aufgaben fungieren, für die sie extra entwickelt wurde, aber nicht bei solchen, die ein Bewusstsein, Erfahrungslernen oder Kreativität und Intuition benötigen (vgl. ebd. 216). Bei diesen Aufgaben kann KI als eine Art Hilfestellung eingesetzt werden, die dabei hilft, bestimmte Muster zu erkennen, das Vorher und Nachher zu vergleichen und Lösungsmöglichkeiten in Form von Werkzeugen, Materialien oder Fähigkeiten, die in Frage kommen, zu überprüfen (vgl. ebd.). Zu viel mehr ist sie noch nicht fähig, da wir es nach wie vor mit einer schwachen KI zu tun haben. Abgesehen von den technischen Grenzen der KI, gibt es auch einige gesellschaftliche Hürden, die es zu überwinden gilt, bevor Künstliche Intelligenz vollkommene gesellschaftliche Akzeptanz erfahren dürfte. Dazu gehören vor allem rechtliche, ethische und diskriminierungsbezogene Fragen. Da die Gestaltungshoheit über Technologien und die Entscheidungen über das Durchsetzungspotenzial nach wie vor beim Menschen selber liegen, werden sich auch KI-Technologien zunächst das menschliche Vertrauen sichern müssen, um sich in der breiten Gesellschaft durchsetzen können. Problematisch ist hierbei, dass Daten an sich zwar neutral sein mögen, die Ansichten und Denkweisen der Programmierenden aber stets einen Einfluss auf die Daten und deren Trainingsmethoden und -input haben, so dass sich unbeabsichtigte Konsequenzen ergeben können, wie beispielsweise die Diskriminierung bestimmter Bevölkerungsgruppen, was in der Praxis durchaus schon passiert ist (vgl. Kolleck/Orwat 2020); (vgl. Apt/Priesack 2019: 232). Hinzu kommen Beschränkungen auf rechtlicher Seite, wie beispielsweise durch die Datenschutzgrundverordnung, in der es in Artikel 22 heißt, dass eine Person „das Recht (hat), nicht einer ausschließlich auf einer automatisierten Verarbeitung – einschließlich Profiling – beruhenden Entscheidung unterworfen zu werden, die ihr gegenüber rechtliche Wirkung entfaltet oder sie in ähnlicher Weise erheblich beeinträchtigt“ (Apt/Priesack 2019: 233). Das bedeutet, dass automatisierte Entscheidungen, die durch eine KI getroffen werden, beispielsweise im Bewerbungsprozess, rechtlich problematisch sind, auch wenn es entsprechende technische Möglichkeiten schon gibt. Auch aus ethischer Sichtweise wirft der Einsatz Künstlicher Intelligenz neue Fragen auf, die diskutiert werden müssen, beispielsweise wenn es um die autonome Entscheidungsgewalt von KI geht. Vor allem der Umgang mit negativen Folgen aufgrund des Einsatzes, wie beispielsweise Schäden an Menschen oder Objekten, und die Frage der Verantwortung und Haftung in diesem Fall sollten im Vorhinein in einem rechtlichen Rahmen eingebettet sein (vgl. Stubbe et al. 2019: 240). Doch die Frage der Verantwortung greift hier noch weiter. Bei einer notwendigen Erweiterung des Verantwortungsbegriffs durch die veränderte Arbeitsumwelt könnte Verantwortung auch denjenigen übertragen werden, die für die Schnittstellenerstellung und die nötige Infrastruktur

zuständig sind oder die KI-Systeme designen (vgl. Mainzer 2019: 277). Auch Fragen der Datensicherheit sollten bedacht werden. Zum einen ist davon auszugehen, dass der immer stärker steigende finanzielle Wert von Daten dazu führen wird, dass Unternehmen diese Daten für sich behalten und auch im Internet absichern wollen (vgl. ebd. 179). Zum anderen ist durch die massenhafte Generierung von Daten entscheidend zu klären, wer Zugriff auf welche Daten hat und wer diese wo und wie lange speichern darf (vgl. ebd. 180). Ein hoher Anspruch sollte außerdem bei der Qualität der Datengenerierung gelten, um mögliche Diskriminierungstendenzen oder Fehler schon technisch auszuschließen.

Wie bereits mehrmals klargestellt, beschränken sich die Entwicklung, Nutzung und technische Möglichkeiten gegenwärtig noch auf eine schwache KI. Mit Hinblick auf stetige Fortschritte in Technik und Forschung ist auch die Frage zu diskutieren, wie weit die Menschheit KI überhaupt entwickeln sollte und ob der Übergang von schwacher zu starker KI erstens gewollt sein kann und zweitens steuerbar ist. Will die Menschheit eine Superintelligenz schaffen, die alles, was ein Mensch kann, schneller kann oder Fähigkeiten besitzt, die der Mensch nicht besitzen kann? In namhaften wissenschaftlichen Kreisen und Technologieunternehmen werden schon die Befürchtungen über ein digitales Wettrüsten der KI geäußert, die in der unbegrenzten, unkontrollierbaren Intelligenzsteigerung einer Superintelligenz münden könnte (vgl. ebd. 228). Allerdings muss bedacht werden, dass Wissenschaft eigentlich nie losgelöst von der Gesellschaft arbeitet und die Berücksichtigung geltender sozialer Strukturen und gesellschaftlicher Prozesse unabdingbar für den Erfolg von innovativer (KI-)Forschung ist (vgl. ebd. 238). Deshalb wäre es wichtig, die oben gestellten Fragen bereits zu Beginn der Technikgestaltung zu berücksichtigen und nicht erst, wenn die Technik bereits entwickelt ist und zum Einsatz kommen soll (vgl. ebd. 239). Ziel sollte deshalb sein, dass die Verknüpfung zur Gesellschaft bei der KI-Forschung und –Entwicklung selbstverständlich auf interdisziplinärer Ebene mitgedacht wird, um soziale Rückschlüsse und Herausforderungen innerhalb der Gesellschaft zu diskutieren und Konsequenzen ziehen zu können (vgl. ebd. 241). Das beginnt möglicherweise schon in den jeweiligen Studiengängen und Ausbildungen, die sich mit KI befassen und zwar insofern, als dass die Inhalte in Zukunft auch an die ethischen Verantwortungsfragen anschließen und bereits dort eine Sensibilisierung stattfindet (vgl. ebd. 277).

2.4. Auswirkungen auf den Menschen und seine Arbeit

Nachdem bisher vor allem der aktuelle Stand der Berufsbildungsforschung bezüglich KI sowie ihrer Möglichkeiten, Einschränkungen und Problematiken dargestellt wurde, geht es im nächsten Teil darum, die andere Seite der Medaille, die der Menschen und ihrer Arbeit, zu betrachten. Welche Veränderungen kommen auf den Menschen und die Arbeit durch den vermehrten Einsatz und die voranschreitende Entwicklung von KI zu? Sind schon Veränderungen zu attestieren und falls ja, wie

sehen diese aus und werden sie noch stärker? Wie sind die Menschen auf Veränderungen eingestellt und wie begegnen sie den Neuerungen im Arbeitskontext?

Hierzu gibt es in der Forschung schon verschiedene Ansätze, die vorgestellt werden sollen. Ein wichtiger Aspekt, der bei der Auseinandersetzung mit der technischen Entwicklung und den Auswirkungen auf die menschliche Arbeit immer wieder zur Sprache kommt, ist das lebenslange Lernen. Da die technische Entwicklung immer schneller von statten geht, sind Programme in einer dauerhaften Schleife von Verbesserungen, Aktualisierungen und Veränderungen eingebunden, die auch von den Beschäftigten erfordern, stets auf dem aktuellsten Stand zu bleiben. Deshalb wird es für den Menschen immer wichtiger, die Fähigkeit zur Einarbeitung in neue Arbeitsprozesse und den Umgang mit unbekanntem Situationen zu stärken und so lebenslang lernfähig zu bleiben (vgl. Mainzer 2019: 181). Hierfür bedarf es wiederum der Unterstützung der Unternehmen, die entsprechende Strukturen bereitstellen, spezifische Weiterbildungen anbieten und die Lernbereitschaft der Mitarbeiter*Innen sicherstellen müssen, um auch kurzfristig auftretenden technischen Veränderungen und Anforderungen begegnen zu können. Auf technischer Seite gibt es sogar schon Ansätze des Weltwirtschaftsforums, auf Grundlage von Arbeitsmarkt- und Stellenanzeigen die Ähnlichkeit von fast tausend Berufen in den USA empirisch zu ermitteln, um so mit Hinblick auf prognostizierte Berufsanforderungen spezifische Umschulungsmöglichkeiten für Beschäftigte zu entwickeln (vgl. Apt/Priesack 2019: 232). In ausgereifter Form könnten solche Programme Beschäftigten dabei helfen, angepasste Möglichkeiten für ein lebenslanges Lernen aufzuzeigen, um so die Chancen auf dem Arbeitsmarkt zu erhöhen (vgl. ebd.). Im Anschluss dazu ist auch der Umgang mit denjenigen, die es nicht schaffen mit den immer kurzfristigeren Veränderungen mitzuhalten, zu beachten. Diese digitale Spaltung (Digital Divide) muss mitgedacht und ihre Bekämpfung als Herausforderung angesehen werden, wenn es um die zukünftige Rolle des Menschen in einer Arbeitswelt geht, die lebenslanges Lernen voraussetzt (vgl. ebd. 221). Dabei ist auch zu beachten, dass diese Spaltung nicht nur für Berufe gilt, die eine niedrige Qualifikation voraussetzen, sondern auch für Berufe im Segment der Höherqualifizierung, die ebenfalls durch die Veränderungen betroffen sein können. Der Divide kann aber auch zwischen Unternehmen entstehen, wenn bereits etablierte Unternehmen oder Unternehmen, die besonders viel Kapital zum Investieren zur Verfügung haben, dieses nutzen, um an erster Stelle auf Innovationen zurückzugreifen. So würde sich die Lücke zwischen digitalisierten und weniger digitalisierten Unternehmen vergrößern und die vermeintlichen Vorreiter könnten sich dauerhaft an der Spitze etablieren. Aufzuklären ist außerdem, ob die fortschreitende Verbreitung von KI-Technologien dazu führen wird, dass Anforderungen an die Qualifikation der Mitarbeiter*Innen steigen. Das wiederum würde dazu führen, dass in Zukunft immer mehr junge Menschen einen Universitätsabschluss anstreben, die Akademisierung so verstärken und diejenigen

ohne die höheren Qualifikationen bei der Nachfrage von neuen Beschäftigungsformen außen vor bleiben.

Weitere in der Forschung diskutierte Punkte bezüglich des fortschreitenden KI-Einsatzes sind die Blackbox-Problematik sowie der Automation Bias, der in der Ironie der Automatisierung (irony of automation) mündet. Der Automation Bias beschreibt das stetig steigende Vertrauen von Unternehmen und Beschäftigten in die Fähigkeiten digitaler Systeme, die Automatisierung von Arbeitshandlungen und deren Unterstützung (vgl. Hirsch-Kreinsen 2016: 15). Mit der irony of automation sind Probleme in diesen Automatisierungsprozessen gemeint, die immer seltener von Menschen behoben werden können, da diese sich zu sehr auf die hoch automatisierten Prozesse und deren starken Routineablauf verlassen und mit der Zeit die Fähigkeit verlieren, entsprechend auf unerwartete aber vermeidbare Fehler zu reagieren (vgl. ebd.). Um die Problemlösekompetenzen zu erhalten wird es für Unternehmen und Mitarbeiter*Innen sehr wichtig werden, den Automation Bias als mögliches Problemfeld zu akzeptieren und bereits bei der Implementierung neuer digitaler Systeme Lösungswege mitzudenken. Die Blackbox-Problematik hängt teilweise mit diesen Bedenken zusammen. Hier geht es darum, dass KI-Technologien, beispielsweise Algorithmen, wie eine Black Box arbeiten, das heißt sie bleiben undurchschaubar bei der Begründung ihrer Entscheidungen (vgl. Buxmann/Schmidt 2019: 17). Bei dem massenhaften Daten- und Informationsflüssen ist es für den Menschen irgendwann kaum mehr möglich nachzuvollziehen, wieso eine KI eine bestimmte Entscheidung getroffen und eine andere nicht getroffen hat, und diese Entscheidungen zu kontrollieren. In der Praxis kann das zu Problemen, beispielsweise bei Personalentscheidungen, führen (vgl. ebd.). Wenn Entscheidungsgrundlagen nicht offensichtlich sind, ist es auch schwer, den Bewerber*innen mitzuteilen, wieso sie erfolgreich waren oder nicht. Dazu kommen mögliche ethische Problematiken, weil nicht ausgeschlossen werden kann, dass die KI ihre Entscheidung aufgrund von Parametern wie Geschlecht, Hautfarbe oder Religion getroffen hat (vgl. ebd.). Die Blackbox-Problematik muss deshalb im besten Fall schon während der Entwicklung der Algorithmen und digitalen Technologien mitgedacht werden.

2.5. Auswirkungen der fortschreitenden Robotisierung

Wie bereits ausgeführt, werden weltweit immer mehr Roboter in immer stärkerem Maße in der Industrie und im Dienstleistungssektor verwendet. Dementsprechend gibt es schon einige Forschungsergebnisse bezüglich des Einsatzes von Robotern und deren Einfluss auf den Arbeitsmarkt und die Beschäftigten. Dauth et al. (2017: 4) geben an, dass sie in ihrer Studie keine Anhaltspunkte dafür gefunden haben, dass Roboter im Gesamten zu Jobverlusten führen, sondern sich eher die Struktur der Gesamtbeschäftigung verändert. Der Rückgang der Beschäftigung von 23 Prozent durch

den Einsatz von Robotern im verarbeitenden Gewerbe wird durch zusätzliche Jobs, die im Dienstleistungssektor durch den Einsatz von Robotern entstehen, kompensiert (vgl. ebd.). Carbonero et al. (2018) haben den Einfluss vom Robotereinsatz getrennt für Industrie- und Entwicklungsländer untersucht und sind dabei zum Ergebnis gekommen, dass der Einfluss auf Arbeitsplatzverluste in Industrieländern sehr klein ist, während Entwicklungsländer stärker davon betroffen sind (vgl. Carbonero et al. 2018: 11). Insgesamt prognostizieren sie einen weltweiten Jobverlust von 1,3 Prozent zwischen 2005 und 2014 aufgrund des Roboter-Einsatzes (vgl. ebd.). Zusätzlich bestätigen die Forscher vorausgegangene Studienergebnisse, wonach der Robotereinsatz die Auslandsverlagerung der Unternehmen verringert (vgl. ebd.). Bezugnehmend hierzu wäre es generell interessant, die Auswirkungen des verstärkten Einsatzes von KI-Technologien auf unternehmerische Entscheidungen wie die Auslandsverlagerung zu untersuchen, um herauszufinden, ob der KI-Trend generell ein Bremsen des Off-Shoring ist und Möglichkeiten eröffnet, die heimische Produktion zu forcieren. Webb (2020) wiederum befasst sich mit der Frage, inwieweit sich der Einfluss von Künstlicher Intelligenz, Robotik und Software auf den Arbeitsmarkt unterscheidet. Er findet heraus, dass vor allem Beschäftigte mit Tätigkeiten, die keine Hochschulqualifikation erfordern und im Niedriglohnssektor angesiedelt sind, von Robotern ersetzt werden können (vgl. Webb 2020: 3). Auch Männer unter 30 gelten hier als besonders bedroht (vgl. ebd.). Bei der Software sinkt die Wahrscheinlichkeit der Substitution mit steigendem Bildungsniveau, allerdings auf einem geringeren Niveau als bei Robotern. Vor allem Beschäftigte im Mittellohnssektor scheinen betroffen, was der Polarisierungsthese entspricht (vgl. ebd.). Künstliche Intelligenz hingegen betrifft laut Webb ganz andere Tätigkeiten als Roboter oder Software (vgl. ebd. 4). Hier sind auch Tätigkeiten, die ein hohes Qualifikationsniveau erfordern, und eher ältere Mitarbeiter*Innen betroffen (vgl. ebd.). Da Künstliche Intelligenz andere Tätigkeiten betrifft als Roboter und Software, wird sie auch andere Effekte auf den Arbeitsmarkt aufweisen (vgl. ebd. 34). Sie könnte dafür sorgen, dass sich die Löhne im Mittellohnssektor komprimieren, während die Ungleichheit auf dem höchsten Lohnsektor steigt (vgl. ebd. 44). Die Beschäftigten mit Tätigkeiten im höchsten Lohnsektor wären dementsprechend beim Einsatz von KI eher von Substitution betroffen als Beschäftigte im Niedriglohnssektor, mit der Ausnahme der absoluten Top-Verdiener, die wiederum kaum betroffen wären (vgl. ebd.). Damit bieten diese Studien ambivalente Ergebnisse, aus denen nicht vollumfänglich abgeleitet werden kann, welche Auswirkungen der steigende Robotereinsatz auf die Arbeitswelt hat und wie die weitere Entwicklung aussieht. Dementsprechend bedarf es hierzu weiterer Daten und Analysen, um Entwicklungstendenzen genauer bestimmen und entsprechend reagieren zu können.

Die verstärkte Verbreitung und der vermehrte Einsatz von KI-Technologien hat damit durchaus Potenzial, Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt einzuläuten und anzutreiben und auch Einfluss auf

die Zukunft der menschlichen Arbeit zu haben. Dabei fallen nach der Vorstellung der gegenwärtigen Forschungsdiskussionen zwei Besonderheiten ins Auge.

Erstens geht es bei den möglichen Veränderungsprozessen immer auch um menschliche Kompetenzen und Fähigkeiten und wie diese in Zukunft aussehen sollten. Das Konzept des lebenslangen Lernens ist eng mit den Kompetenzen der Zukunft verknüpft, die stetig aktuell gehalten, weiterentwickelt und neu erlernt werden müssen, um dem rasanten technologischen Fortschritt begegnen zu können. Der „Digital Divide“ betrifft insofern die menschlichen Kompetenzen, als dass diejenigen Beschäftigten oder Unternehmen, die sich bereits digitale Kompetenzen angeeignet haben oder Fähigkeiten besitzen, die einen aktuellen Umgang mit neuen Technologien ermöglichen, einen großen zeitlichen Vorteil haben gegenüber denjenigen, die diese Fähigkeiten noch nicht erwerben konnten. Der Automation Bias betrifft ebenfalls das Spektrum der menschlichen Kompetenz bei der (Zusammen-)Arbeit mit KI-Technologien. Hier wird es vor allem darauf ankommen, dass der Mensch bei der Zusammenarbeit mit der Maschine stets den Überblick über die Entscheidungen im Arbeitsprozess behält, wofür entsprechende Kompetenzen nötig sein werden. Trotz automatisierten Arbeitsprozessen wird es relevant bleiben, dass auch der Mensch die verschiedenen Arbeitsstufen und –prozesse nachvollziehen kann und versteht, welche Mechanismen in jedem Arbeitsschritt greifen, um entsprechend bereit zu sein, falls es zu Problemen kommt. Die Problemlösekompetenz, deren Relevanz für die berufliche Bildung in Form von beruflicher Handlungsfähigkeit bereits erläutert wurde, wird damit auch in Zukunft immer wichtiger für die Beschäftigten werden.

Zweitens fällt auf, dass in der Forschung und in den Prognosen größtenteils negative Entwicklungen hervorgehoben werden, wenn es um KI-bedingte Veränderungsprozesse auf dem Arbeitsmarkt geht. Ob der Digital Divide, das immer unabdingbarer werdende lebenslange Lernen oder die Irony of Automation und Blackbox-Problematiken - die Zukunft mit einer verstärkt eingesetzten KI birgt viele Herausforderungen für die Beschäftigten. Dabei ist aber eine positivere Sicht auf die Veränderungspotenziale durch KI-Technologien möglich. Angelehnt an den Arbeitsvermögensindex (AVI) von Pfeiffer und Suphan (2015) kann ein positives Narrativ geschaffen werden, wenn es um die Auswirkungen des Einsatzes von KI-Technologien geht. Der Arbeitsvermögensindex soll sichtbar machen, ob und wie Beschäftigte mit Wandel, Komplexität und Unwägbarkeiten umgehen können. So geht es nicht mehr darum, was mit dem Menschen passiert, wenn KI-Technologien erstmal verstärkt eingesetzt werden und welche negativen Auswirkungen das mit sich bringen könnte, sondern darum, was der Mensch schon kann, um mit dieser Veränderung zurechtzukommen. Der Index hierfür wurde auf Grundlage der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung erstellt, in der unter anderem die Nicht-Routine-Anforderungen des Arbeitsplatzes erhoben werden. Auswertungen des AVIs zeigen, dass sich bestimmte Routinezuschreibungen der Arbeitsmarktforschung nicht bestätigen. Das gilt sowohl für die allgemeine berufliche Bildung (vgl. Pfeiffer 2018) als auch beispielsweise explizit im Maschinenbau (vgl.

Pfeiffer / Suphan 2018) und sogar für den KI-Einsatz in Predictive Maintenance (vgl. Pfeiffer 2020). Dementsprechend scheinen Beschäftigte durchaus in der Lage zu sein, mit neuen Situationen und Unwägbarkeiten umzugehen, die nicht in die routinemäßigen Aufgaben fallen. Sie sollten dementsprechend auch darauf vorbereitet sein, mit neuen Technologien umzugehen. Weitergedacht könnten die Fähigkeiten von KI-Technologien eine Möglichkeit darstellen, die Tätigkeiten, die auf Routine beruhen, zu automatisieren und effizienter zu gestalten, um den Beschäftigten so die Chance zu geben, ihr Leistungsvermögen in ihrem spezifischen Arbeitskontext hin zu den komplexeren Tätigkeiten zu erweitern (vgl. Apt/Priesack 2019: 222). Diese Teamarbeit zwischen Mensch und Maschine könnte auch positive Auswirkungen auf die Arbeitsorganisation haben, indem sie diese flexibilisiert und durchlässiger gestaltet (vgl. ebd.). Durch die Steigerung der menschlichen Fähigkeiten, die Rehumanisierung von Arbeit und den Wegfall von zeitaufwändigen Routineaufgaben sowie die Demokratisierung von Fachwissen aufgrund von gleichberechtigtem Informationszugang wäre auch die Qualität der Arbeit positiv beeinflusst (vgl. ebd. 231). Das wiederum könnte zur gesteigerten Motivation der Beschäftigten führen und die Inklusionspotenziale von Arbeit steigern (vgl. ebd.). Bei der Robotik-Forschung ist es ebenso wichtig, die neu geschaffenen Möglichkeiten in die Analyse mit aufzunehmen und sich nicht auf ein Bedrohungsszenario zu versteifen. Roboter könnten in Zukunft nicht nur wirtschaftliche Vorteile schaffen, da sie die Produktivität erhöhen, sondern auch immer mehr Arbeiten übernehmen, die Menschen nicht übernehmen können oder wollen, wie beispielsweise unangenehme, schwere oder repetitive Tätigkeiten oder Beschäftigungen, die eine durchgängige Aufmerksamkeit, Arbeitsbereitschaft und übermenschliche Präzision erfordern (vgl. Wischmann/Rohde 2019: 116). Wie in den Studien zur Robotik angedeutet, kann der Arbeitsmarkt so umstrukturiert werden, dass der Mensch diese Arbeiten dem Roboter überlässt und selber attraktiveren Tätigkeiten nachgehen kann. Damit sollten Roboter nicht nur als bloßer Ersatz für die menschliche Arbeitskraft gesehen, sondern immer unter der Prämisse begutachtet werden, welche Tätigkeiten letztendlich tatsächlich von Robotern übernommen werden und inwieweit sich das sogar im Gesamten positiv auf die menschliche Arbeit auswirken könnte. So könnte die fortschreitende Digitalisierung auch eine Chance sein, die Rolle des Menschen in der Arbeitswelt nicht nur zu verändern, sondern gleich neu zu definieren.

Alles in allem sind also bereits heute Auswirkungen der fortschreitenden Automatisierung, die durch KI angetrieben wird, spürbar. Damit ist es jetzt schon wichtig, sich auf bestimmte Veränderungen, die in der Zukunft noch verstärkt auftreten könnten, vorzubereiten und entsprechende Maßnahmen zu treffen, um einen möglichst vorteilhaften Effekt aus dem technischen Fortschritt zu erzielen. Vor allem wenn es darum geht Prognosen darüber abzugeben, welche Auswirkungen die fortschreitende Entwicklung von KI und ihre verstärkte Verbreitung auf den Arbeitsmarkt haben könnte, ist zu beachten, dass präzise Vorhersagen kaum möglich sind, da der technische Fortschritt in der

Künstlichen Intelligenz nur sehr vage vorhergesagt werden kann (vgl. Buxmann/Schmidt 2019: 34). Dementsprechend sind besonders bei der Auseinandersetzung mit KI und ihren Auswirkungen große, stets aktuelle Datenerhebungen und -analysen, sowie die Anpassung der relevanten Fragestellungen mit der technischen Entwicklung wichtig, um die Auswirkungen von KI in der Berufsbildungsforschung richtig einordnen zu können. Ein Aspekt, der aber scheinbar sicher betroffen sein wird, ist die menschliche Kompetenz.

3. Komparative Vorteile? Menschliche Kompetenzen und KI

Wie bereits deutlich geworden ist, spielen vor allem Kompetenzen eine wichtige Rolle für die Zukunft der Arbeit und dem Umgang mit zukünftigen Herausforderungen, die mit der fortschreitenden Digitalisierung und insbesondere der steigenden Verbreitung von KI einhergehen. Doch was wird unter Kompetenzen überhaupt verstanden, warum sind sie zentraler Bestandteil der Forschung zur Zukunft der Arbeit und wie ist der aktuelle Forschungsstand?

3.1. Was sind Kompetenzen? Definitorischer Kontext

Die Kompetenzorientierung ist spätestens seit der Novellierung des Berufsbildungsgesetzes (BBiG) im Jahr 2005 in den Fokus der deutschen Berufsbildungslandschaft gerückt (vgl. Rüschoff 2019: 6). Hier wurde als Ziel der Berufsausbildung die Schaffung der beruflichen Handlungsfähigkeit bestimmt, welche unmittelbar mit dem Erlangen von Kompetenzen verbunden ist und in der deutschen Berufsbildung eine zentrale Stellung einnimmt. Besonderen Nachdruck hat diese Orientierung durch die Einführung des Europäischen Qualifikationsrahmens im Jahr 2012 und des Deutschen Qualifikationsrahmens im Jahr 2013 bekommen, da hier unter anderem die internationale Vergleichbarkeit und Transparenz der in einer Ausbildung erworbenen Kompetenzen, als Ziel angegeben wurde (vgl. ebd.). Da es aber im Bereich der beruflichen Bildung kein einheitliches Verständnis für eine Definition von Kompetenzen gibt, sondern verschiedene Kompetenzdefinitionen koexistieren und verschiedene Kompetenzansätze in der Forschung zum Einsatz kommen, ist es notwendig, für das jeweilige Forschungsvorhaben eine Definition zu erarbeiten. Die Kultusministerkonferenz definiert die berufliche Handlungskompetenz als „die Bereitschaft und Befähigung des Einzelnen, sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten“ (Frank 2012: 189) und untergliedert sie in Fachkompetenz, Selbstkompetenz und Sozialkompetenz. Im Deutschen Qualifikationsrahmen wird mit der Beschreibung von Kompetenzen als „die nachgewiesene Fähigkeit, Kenntnisse, Fertigkeiten sowie persönliche, soziale und methodische Fähigkeiten in Arbeits- oder Lernsituationen und für die berufliche und/oder persönliche Entwicklung zu nutzen“ (ebd.) eine ähnliche Definition verwendet. Im Bundesinstitut für Berufsbildung wird eine Definition im engeren Sinne, die auf Weinert (2001) zurückgeht, mit einer Kompetenzdefinition im weiteren Sinne, die aus einer Extraktion von Anforderungen in Stellenanzeigen hervorgeht, verbunden, so dass beide Ansätze

in den Kategorien Fachkompetenz, Selbstkompetenz, Sozialkompetenz, Zertifikate und Abschlüsse, Berufserfahrung sowie physische Anforderungen zusammengefasst werden (vgl. Köhne-Finster et al. 2020: 68, 76). Weinerts vielzitierte Kompetenzdefinition beschreibt Kompetenzen als die „bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (Weinert 2001: 27). Das BIBB-Kompetenzschema bezieht sich außerdem auf den Deutschen Qualifikationsrahmen und damit auch indirekt auf die schon angesprochene berufliche Handlungsfähigkeit oder Handlungskompetenz, die von Nehls (2012) wie folgt definiert wird:

„Handlungskompetenz wird als Einheit von Fach-, Sozial- und Human- bzw. personaler Kompetenz definiert. Sie dient der Bewältigung unterschiedlich komplexer Anforderungen in Arbeits- und Lernsituationen. Sie versetzt damit, basierend auf Wissen und Erfahrung, Menschen in die Lage, gefundene Lösungen zu bewerten und die eigene Handlungsfähigkeit weiterzuentwickeln. Eine umfassende Handlungskompetenz ist unabdingbare Voraussetzung für Beruflichkeit, nachhaltige Beschäftigungsfähigkeit und fördert die gesellschaftliche Teilhabe.“ (Nehls 2012: 36).

Damit, so Reglin (2012) ist der Kompetenzbegriff des DQR anschlussfähig an das Konzept der „beruflichen Handlungsfähigkeit“ (Reglin 2012: 218), das für die berufliche Ausbildung im dualen System charakteristisch ist. Dabei sind Kompetenzen nicht nur durch eine uneinheitliche Definition, sondern auch verschiedene Ansätze ausgezeichnet, die je nach Kontext und Forschungszweck kognitionsorientiert oder handlungsorientiert sein können. Während im kognitionsorientierten Ansatz Kompetenzen als erlernbare, kontextunabhängige Leistungsdispositionen dargestellt werden, so dass Motivation und Volition die Anwendung von Kompetenzen beeinflussen können, beziehen handlungsorientierte Ansätze Motivation, Volition, soziale Aspekte und auch Werte und Einstellungen in die Kompetenzkonzeption direkt mit ein und betrachten Kompetenzen weniger als individuelle Leistungsdispositionen (vgl. Rüschoff 2019: 8 ff.). Zu den zahlreichen Ansätzen und Definitionen von Kompetenzen kommt hinzu, dass eine Abgrenzung zwischen den Begriffen Kompetenz und Qualifikation sowie Kompetenz und Fähigkeit nötig ist, um eine nutzbare Kompetenzdefinition zu erarbeiten, was sich aufgrund der Parallelen und Überschneidungen der Begriffe schwierig gestaltet (vgl. Abel 2018: 28). Es wird also schon deutlich, dass das Kompetenzkonzept abstrakt ist und eine präzise, allgemeingültige Definition oder ein bestimmter allgemeingültiger Ansatz schwer zu bestimmen sind. Die Definition wird je nach Forschungsinteresse und –ziel festgelegt und kann je nach Forschungsdisziplin und –paradigma variieren. Zur Kompetenzklassifikation erfolgt meistens eine

Gliederung der Kompetenzen in verschiedene Kategorien, wie fachliche, methodische, soziale oder personale Kompetenzen. Aber auch hier gibt es verschiedene Variationen, die sich je nach Forschungsziel und -ansatz unterscheiden. Durch das Fehlen eines einheitlichen Verständnisses in der Bildungsforschung darüber, was berufliche Kompetenzen sind und was diese letztendlich ausmacht, ist auch die Messbarkeit und Diagnostik von Kompetenzen mit Herausforderungen verbunden. Deshalb werden im Großteil der relevanten Veröffentlichungen auch klar abgrenzbare und auf den beruflichen Kontext beschränkbare Teilkompetenzbereiche erforscht und nicht ganzheitliche Kompetenzkonstrukte, die zu komplex sind und messtheoretisch kaum in ihrer Gänze abgebildet werden können (vgl. Rüschoff 2019: 18). Hinzukommt, dass in Deutschland kein einheitliches System zur Validierung existiert, welches Kompetenzen einbeziehen würde, die auf informellen Lernwegen erhoben wurden (vgl. Krebs/Maier 2021: 5). Die Messungen fokussieren sich häufig auf fachliche, selten auf allgemeine und noch seltener auf soziale Kompetenzen (vgl. ebd.). Zusätzlich müssen die soziotechnischen Einflüsse auf die Kompetenzen auch bei einer Definitionsfestlegung mitgedacht werden (vgl. ebd.). Immerhin werden neu gebrauchte Kompetenzen und Qualifikationen erst durch neue Aufgaben und Tätigkeiten, die aus der fortschreitenden Digitalisierung hervorgehen, definiert (vgl. ebd.). Deshalb sind die Auswirkungen vom vermehrten Einsatz von Künstlicher Intelligenz oder anderer Technologien im Arbeitskontext nur schwierig über Berufsklassifizierungen abbildbar, sondern eher über eine Analyse der Aufgaben- und Tätigkeitsebene herauszuarbeiten (vgl. ebd.). Die Klassifikationen von Tätigkeitsarten nach Eurofund (Eurofund 2016), European Skills, Competences, Qualifications and Occupations (ESCO) (Europäische Kommission 2017), die Klassifikation des Arbeitsmarktservice (AMS) Österreich (AMS 2019) und das IAB-Berufenet (Paulus/Matthes 2013) gehören zu den bekanntesten Klassifikationen von Tätigkeitsarten, die sich auch auf Kompetenzen beziehen (vgl. ebd.).

3.2. Forschungsstand – Künstliche Intelligenz und Kompetenzen

Die Verwendung von Kompetenzen in eigener Forschungsabsicht ist mit einigen notwendigen Voraussetzungen verbunden. Dazu gehört zum einen die Festlegung einer Arbeitsdefinition von Kompetenzen und des genutzten Kompetenzansatzes. Zudem müssen, falls keine eigene Klassifikation erfolgen soll, eine oder mehrere Klassifikationen von Kompetenzen festgelegt werden. Die Auseinandersetzung mit Kompetenzen bleibt aber, wie deutlich geworden ist, grade bei der fortschreitenden Technisierung und immer stärkeren Verwendung von KI-Technologien ein wichtiges Thema, um für die Arbeit der Zukunft gerüstet zu sein. Schlagworte wie Kompetenzverschiebung, Lebenslanges Lernen oder neue Kompetenzen sind auch immer von Relevanz, wenn es um KI, die Verbreitung und den Einsatz von KI und die Folgen auf den Arbeitsmarkt und für Beschäftigte geht.

Bereits gegenwärtig werden in der Literatur einige menschliche, zum Teil auch informelle, Kompetenzen aufgezählt, die als bestehende komparative Vorteile gegenüber einer KI angesehen

werden können. Zu diesen Kompetenzen zählt in der soziologischen Automatisierungsforschung vor allem die informelle und implizite Fähigkeit, mit Unwägbarkeiten und Komplexität umgehen zu können, um so für den Wandel am Arbeitsplatz gerüstet zu sein. Dies geht einher mit dem Ansatz des Arbeitsvermögens (vgl. Pfeiffer et al. 2016: 39). Dieses „Hightech-Gespür“ wird wichtiger, je höher der Digitalisierungs- und Automatisierungsgrad ist und je stärker die Auswirkungen bei nicht behobenen Störungen dementsprechend ausfallen können (vgl. ebd.). In diesem Zusammenhang ist ebenfalls ein hohes Maß an Kreativität und Intuition wichtig, da beide Fähigkeiten bei der Lösung unbekannter Probleme hilfreich sein können. Besonders Fähigkeiten, die für die Ausübung bestimmter, nicht programmierbarer Nicht-Routine-Tätigkeiten genutzt werden können, werden als komparative Vorteile aufgezählt. Hierzu gehören beispielsweise Fähigkeiten, die dem Menschen erlauben, sich in komplexen und unstrukturierten Umgebungen zurechtzufinden, um so Fehler identifizieren und ausbessern zu können. Ein Beispiel hierfür ist die Kreativität, die vor allem deshalb so schwer zu programmieren sein wird, da sich das gesellschaftliche Empfinden gegenüber Kreativität ständig ändert und je nach Kultur unterschiedlich ist (vgl. Bonin/Gregory/Zierahn 2015: 3, 4). Fähigkeiten, die mit sozialer Intelligenz einhergehen, wie beispielsweise Verhandlungsgeschick oder das Erkennen von Emotionen und die richtige Reaktion darauf, gelten ebenso als komparative Vorteile, die der Mensch der Maschine voraushat, wie die Diskurs- und Reflexionsfähigkeit, Empathie und Neugier (vgl. ebd.).

Da die Arbeit zunehmend datengeprägt ist, werden auch Fähigkeiten beim Umgang mit Daten und neuen Medien immer relevanter werden. Eine dieser Kompetenzen, die quer zur Domäne Umgang mit Daten und neuen Medien liegt, ist dabei der sicherheitsbewusste Umgang mit Daten, um Datenschutzrechte und Rechte der Privatsphäre nicht zu gefährden (vgl. Pfeiffer et al. 2016: 106). Auch der Umgang mit Big Data wird als wichtige Kompetenz der Zukunft angesehen. Im speziellen gilt die Fähigkeit Informationen, die auf Big Data basieren, richtig zu interpretieren und auf reale Bedingungen beziehen zu können, sowie daraus mögliche Innovationen abzuleiten, als wichtig (vgl. ebd.: 108). Fähigkeiten, die die interdisziplinäre Zusammenarbeit erleichtern, werden in Zukunft immer relevanter werden. Dies hat weniger mit der Datenlastigkeit der Arbeit zu tun, als mit der immer stärkeren Vernetzung durch die digitalen Technologien. Die Zusammenarbeit verschiedener Fachrichtungen über Hierarchieebenen hinweg wird in einer zunehmend vernetzten Arbeits- und Unternehmenswelt wichtiger werden und entsprechende Kompetenzen von den Beschäftigten voraussetzen (vgl. ebd.: 112). Dabei geht es nicht nur um einen Austausch, sondern um ein wechselseitiges Verständnis und ein konkretes Zusammenarbeiten auf allen Qualifikationsebenen (vgl. ebd.: 113). Zusätzlich wird es für die Beschäftigten immer wichtiger werden, sich aktiv an möglichen Innovationsprozessen zu beteiligen, indem eigene Ideen und Kreativität in die Arbeit mit einfließen (vgl. ebd.: 115). Da Zukunftstechnologien auch immer mit der Idee von Innovationen verbunden sind, ist es einerseits wichtig für die Beschäftigten, sich einzubringen und aktiv zu beteiligen und andererseits wichtig für die

Unternehmen, die Anliegen der Beschäftigten ernst zu nehmen und entsprechende Rahmenbedingungen für die Entstehung von Innovationsprozessen bereitzustellen (vgl. ebd.). In diesem Sinne ist auch die bereits angesprochene Fähigkeit zur interdisziplinären Vernetzung wichtig (vgl. ebd.: 116). Um in dieser veränderten Arbeitswelt bestehen zu können, müssen sowohl Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer, als auch Arbeitgeber und Führungskräfte dafür sorgen, dass die entsprechenden Kompetenzen erlernt und vermittelt werden. Die Beschäftigten müssen stets bereit dafür sein, sich neue Kompetenzen anzueignen und flexibel genug sein, um sich unbekanntem Situationen und neuen Herausforderungen zu stellen (vgl. Hofmann/Günther 2019: 15). Die Arbeitgeber hingegen müssen dafür sorgen, dass für die Beschäftigten entsprechende Arbeitsumgebungen und Entwicklungspfade bereitstehen, in denen sich die Lernbereitschaft und Flexibilität der Beschäftigten entfalten können (vgl. ebd.). Dementsprechend stehen hier besonders die Führungskräfte in Zukunft noch mehr in der Verantwortung, wenn es darum geht, als Entwicklungsbegleiter zu agieren und den Beschäftigten die notwendigen Veränderungsprozesse zu ermöglichen (vgl. ebd.).

Über verschiedene Studien hinweg wird deutlich, dass für die Arbeit in einem immer stärker automatisierten Umfeld einige spezifische Kompetenzen besonders relevant sind oder noch werden könnten. Dazu gehören Selbstlern- und Selbstführungskompetenzen, die dabei helfen, Fähigkeiten zu entwickeln, um mit Unwägbarkeiten umgehen und Fehler beheben zu können. Das ist besonders wichtig, weil die Komplexität der Arbeitsprozesse im Zuge der Automatisierung voraussichtlich weiter zunimmt. Unwägbarkeiten und Störungen sind deshalb erstens schwerer zu identifizieren und zu beheben und können zweitens mehr negative Konsequenzen haben als bisher. Von Kompetenzen, die mit sozialer Intelligenz einhergehen, wird angenommen, dass sie immer relevanter im Arbeitsleben werden. Das hat vor allem mit Fähigkeiten wie Verhandlungsgeschick, dem Lesen von Emotionen und der richtigen Reaktion auf diese, Empathie und der Fähigkeit zur Reflexion zu tun, da diese Kompetenzen Maschinen bisher nicht beigebracht werden können. Außerdem sind diese Fähigkeiten hilfreich beim interdisziplinären Arbeiten und Handeln. Die Verbreitung von KI-Technologien auf alle Branchen und in alle Arbeitsprozesse führt dazu, dass interdisziplinäres Zusammenarbeiten und kommunizieren immer wichtiger werden. Dazu ist es auch notwendig, das entsprechende technische Knowhow zu entwickeln und digitale Kompetenzen zu erweitern. Ein Grundverständnis von den neuen Technologien, der richtige Umgang mit Daten, was die Sicherheitsaspekte betrifft und der richtige Einsatz von Big Data werden für die Beschäftigten und Unternehmen in Zukunft immer wichtiger werden. Außerdem wird auch davon ausgegangen, dass Fähigkeiten, die für Routinetätigkeiten nötig sind, in Zukunft immer weniger gebraucht werden, da vor allem Routinetätigkeiten von KI-Technologien übernommen werden können, was den Beschäftigten die Möglichkeit bietet, ihre Arbeitskraft auf andere, komplexere Bereiche zu verlagern und auf diesen Gebieten entsprechende

Kompetenzen zu entwickeln. Dementsprechend werden in einigen Berufen bestimmte Tätigkeiten wegfallen und durch neue Tätigkeiten ersetzt, die wiederum neue Kompetenzen voraussetzen.

Darüber, dass sich die Relevanz von Kompetenzen in Zukunft verschiebt und andere Kompetenzen als bisher für die Arbeit der Zukunft in einer immer stärker automatisierten Arbeitswelt wichtig werden, scheint sich die Bildungsforschung einig. Darüber, welche Kompetenzen denn immer relevanter werden, um auch für zukünftige Herausforderungen bereit zu sein, scheint in der Theorie Klarheit zu herrschen. Empirische Belege sind jedoch die Ausnahme. Ursächlich ist unter anderem die Datenlage zum Einsatz von Künstlicher Intelligenz in deutschen Unternehmen. Bisher existieren wenige Erhebungen, bei denen es um den Einsatz und eventuell sogar die Auswirkungen von Künstlicher Intelligenz in Unternehmen geht. Die Erhebungen, die solche Items enthalten, sind oft nur Querschnitterhebungen, so dass keine Veränderungen gemessen werden können. Dementsprechend ist es schwierig, Schlüsse zu Veränderungen von Kompetenzen aufgrund des KI-Einsatzes abzuleiten. Außerdem sind die Items zur Nutzung von KI in den entsprechenden Längsschnitt-Erhebungen noch recht neu, so dass auch nicht eventuell aufgetretene Veränderungen in der Vergangenheit nachempfunden werden können. Ein weiteres Problem ist, dass oft entweder nur die Nutzung von KI oder nur die Kompetenzen in den jeweiligen Erhebungen abgefragt werden, nicht aber beide Komponenten zusammen. Daher bedarf es Erhebungen mit präzisen Fragen zur Nutzung von KI, den verschiedenen KI-Technologien und gleichzeitig zu den Kompetenzen der Beschäftigten. Um Veränderungen festzustellen, sollten die Erhebungen in Panelform und in regelmäßigen, relativ kurzen Abständen stattfinden. Weitergehende Fragen zu den ausgeübten Tätigkeiten und möglichen Tätigkeitsveränderungen können außerdem dabei helfen, zu erforschen, welche Aufgaben konkret von Veränderungen durch den vermehrten Einsatz von KI betroffen sind. Auch das Entstehen oder die Übernahme völlig neuer Tätigkeiten und Aufgaben, die erst durch die vermehrte Verwendung von KI-Technologien möglich geworden sind, könnten so untersucht werden.

Auch wenn es (noch) nicht den idealen statistischen Datensatz gibt, der die Beantwortung dieser Fragen ermöglicht, gibt es durchaus Erhebungen, die sich mit dem Thema auseinandersetzen. In diesem Beitrag sollen eine Analyse und der Vergleich von drei quantitativen Datensätzen dabei helfen, einen Überblick über die Nutzung von KI und KI-Technologien in deutschen Unternehmen sowie über ihre Verbreitung, Auswirkungen und Potenziale zu geben. Im Folgenden werden die analysierten Datensätze und das methodische Vorgehen vorgestellt, bevor die Analyse der Datensätze und der Vergleich der Ergebnisse folgt.

4. Daten und Methode

Die drei Datensätze, die analysiert und verglichen werden sind das BIBB-Betriebspanel zu Qualifizierung und Kompetenzentwicklung (BIBB-Qualifizierungspanel), die Befragung Digitalisierung

und Wandel der Beschäftigung (DiWaBe) sowie das Mannheimer Innovationspanel (MIP) des ZEW in Mannheim.

Durch die Analyse und den Vergleich der genannten Datensätze soll hier ein erster Überblick darüber erstellt werden, wie die Datengrundlage zum KI-Einsatz und anderen KI betreffenden Forschungsfragen in Deutschland aussieht. Des Weiteren soll durch Analysen der Datensätze und den anschließenden Vergleich der Ergebnisse überprüft werden, wie konsistent diese Daten sind, ob schon richtungsweisende Muster zu erkennen sind, was die Frage nach dem KI-Einsatz und ihrem Veränderungspotenzial von Kompetenzen betrifft, und inwiefern es ergänzender Befragungen und Studien bedarf, um bestehende Forschungslücken schließen zu können. Eine solche Bestandsaufnahme kann außerdem dabei behilflich sein, neue Forschungsfragen, die sich aus möglichen Lücken bei der Untersuchung der bestehenden Datensätze erst ergeben, oder bisher gar nicht im Fokus der Forschung standen aber wertvolle Erkenntnisse für die Zukunft bringen könnten zu formulieren und zu bestimmen.

4.1. Das Mannheimer Innovationspanel

Mit dem Mannheimer Innovationspanel (MIP) erhebt das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) seit 1993 jährlich Daten zum Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft. Die für Deutschland repräsentative Befragung ermöglicht sowohl Hochrechnungen für die gesamte deutsche Wirtschaft als auch für einzelne Branchengruppen. Das MIP ist der deutsche Beitrag zum Community Innovation Survey (CIS) der Europäischen Kommission und wird im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und in Kooperation mit infas und dem Fraunhofer-ISI durchgeführt. Die jährliche Erhebung ist als Panelbefragung konzipiert und bezieht jedes Jahr dieselben Unternehmen ein. Die Repräsentativität der Stichprobe wird dadurch sichergestellt, dass sie um Unternehmensschließungen bzw. -zusammenschlüsse bereinigt wird und alle zwei Jahre neugegründete Unternehmen in die Stichprobe aufgenommen werden. Für die eigenen Analysen in diesem Beitrag wurde der Scientific-Use-File (SUF) des MIP aus dem Jahr 2019 verwendet. Der SUF wurde für die Nutzung von Externen faktisch anonymisiert, so dass keine Identifizierung einzelner Unternehmen oder Personen möglich ist. Neben wichtigen Informationen zur Einführung neuer Produkte, Dienstleistungen oder Verfahren und anderen Innovationsindikatoren wurden in der Erhebung 2019 zum ersten Mal auch Fragen zur Nutzung von KI-Verfahren gestellt. Anzumerken ist, dass es bereits zwei umfangreiche Veröffentlichungen mit sehr umfassenden Ergebnissen zur Nutzung von KI gibt, die sich ebenfalls auf die Daten des MIP 2019 stützen. Die im März 2020 vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) herausgegebene Veröffentlichung mit dem Titel „Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Deutschen Wirtschaft“ gibt auf Grundlage des MIP 2019 einen repräsentativen Überblick zum Stand des Einsatzes von KI in den Unternehmen in Deutschland im Jahr 2019 (vgl. BMWi 2020a: 1). Zusätzlich stützen sich die Ergebnisse der Studie auf eine

Zusatzbefragung von KI einsetzenden Unternehmen (vgl. ebd.). Die zweite Veröffentlichung, die von Dr. Christian Rammer vom ZEW verfasst und ebenfalls vom BMWi herausgegeben wurde, trägt den Titel „Auf Künstliche Intelligenz kommt es an – Beitrag von KI zur Innovationsleistung und Performance der deutschen Wirtschaft“ und befasst sich mit dem Beitrag von KI in Unternehmen zur Innovationsleistung und der wirtschaftlichen Performance der deutschen Wirtschaft (vgl. BMWi 2020b: 6). Auf Grundlage des MIP 2019 wird hier der gesamtwirtschaftliche Beitrag von KI ermittelt (vgl. ebd.). Die umfassenden Ergebnisse dieser beiden Studien, die sich auf das MIP von 2019 stützen, werden den eigenen Analysen des MIP-SUF im Ergebnisteil vorangestellt. Dementsprechend folgen die eigenen Auswertungen des MIP-SUF 2019 der Ergebnispräsentation der beiden Studien und sollen diese auf die eigenen Forschungsfragen hin ergänzen. Die Nutzung Künstlicher Intelligenz ist im MIP mit einer einfachen „ja“ und „nein“ Frage abgedeckt, was auch für die verschiedenen Verfahren der Künstlichen Intelligenz und deren Anwendungsgebiete gilt, die nacheinander abgefragt werden.

4.2. Das BIBB-Betriebspanel zu Qualifizierung und Kompetenzentwicklung

Das BIBB-Betriebspanel zu Qualifizierung und Kompetenzentwicklung (im Folgenden kurz BIBB-Qualifizierungspanel) ist eine seit 2011 jährlich durchgeführte repräsentative Wiederholungsbefragung, welche mit circa 2.000 Betrieben gestartet ist. Seit 2018 umfasst die Befragung sogar ca. 4.000 Betriebe pro Welle, die sich aus Wiederholungs- sowie Ergänzungsbetrieben zusammensetzen. Mit der Befragung sollen Informationen zum betrieblichen Qualifizierungsgeschehen und zur betrieblich-qualifikatorischen Arbeitskräftenachfrage gesammelt werden, wobei die Aus- und Weiterbildung hier die Schwerpunkte bilden. Zusätzlich gibt es Frageblöcke, die sich auf aktuelle Themen beziehen, zum Beispiel auf Informationen zu den beruflichen Inhalten der Beschäftigten oder zum technischen Wandel im Betrieb. Die Grundgesamtheit, aus der die geschichtete Zufallsstichprobe der zu befragenden Betriebe gezogen wird, besteht aus allen in Deutschland angesiedelten Betrieben mit mindestens einem sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten. Ausgangspunkt dabei ist die Betriebsdatei der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit (BA). Die Informationen beziehen sich meist auf das vorangegangene (Geschäfts-)Jahr oder bei den Fragen zu Ausbildungsaktivitäten auf das vorangegangene Ausbildungsjahr (01.08. des Vorjahres bis 31.07. des Befragungsjahres) (vgl. Gerhards/Mohr/Troltsch 2012; Troltsch/Mohr 2018; Troltsch/Gerhards 2018). Im Erhebungsjahr 2019 wurde das erste Mal nach der Nutzung von Digitalen Technologien gefragt, die auf dem Einsatz künstlicher Intelligenz oder von Maschinellen Lernen basieren. Sie wurde ein Jahr darauf erneut gestellt, diesmal jedoch getrennt nach physischen und nicht-physischen Arbeitsprozessen.

4.3. Die Befragung Digitalisierung und Wandel der Beschäftigung

Die Befragung Digitalisierung und Wandel der Beschäftigung (DiWaBe) ist eine neue Datenquelle aus dem Jahr 2020, die sich für Analysen zu Auswirkungen betrieblicher Investitionen in digitale

Technologien auf Arbeitskräfte eignet. Die Befragung geht aus einer Kooperation zwischen dem BIBB mit dem IAB, dem Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) hervor und wird durch das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) und das Fördernetzwerk Interdisziplinäre Sozialforschung gefördert. Der DiWaBe-Datensatz besteht zum einen aus dem IAB-ZEW-Arbeitswelt-4.0-Datensatz aus dem Jahr 2016 und zum anderen aus der ergänzenden DiWaBe-Befragung aus dem Jahr 2019. Während der Arbeitswelt-4.0-Datensatz eine Unternehmensbefragung darstellt, ergänzen die Daten aus der DiWaBe-Befragung diesen mit Beschäftigendaten, so dass ein verbundener Arbeitnehmer-Arbeitgeber-Datensatz entsteht. Der vollständige Datensatz eignet sich damit vor allem durch Fragen nach dem Digitalisierungs- und Automatisierungsstand der Betriebe auf der einen Seite und dem Umgang der Beschäftigten damit auf der anderen Seite sehr gut, um auch Fragen zum Einsatz der Künstlichen Intelligenz abzudecken. Hinzukommen auf der Arbeitgeberseite auch Fragen zu Anforderungen, Arbeitsaufgaben und Weiterbildung, die neue Einblicke dazu geben könnten, inwieweit der Einsatz von Künstlicher Intelligenz Auswirkungen auf diese Punkte hat. Spannend ist auch, dass der Datensatz nicht nur Analysen ermöglicht, die sich auf den gegenwärtigen Zustand beziehen, sondern auch retrospektive (bezogen auf 2011) und prospektive (bezogen auf 2021) Daten bereithält. In der Abfrage der Nutzung von 4.0 Technologien ist auch die Frage nach der Nutzung von Künstlicher Intelligenz abgedeckt. Die Beschäftigten werden gefragt, wie häufig sie bei ihrer Arbeit Künstliche Intelligenz nutzen. Die Antwortmöglichkeiten werden in fünf Stufen vorgegeben: immer, häufig, manchmal, selten und nie. Als Künstliche Intelligenz werden im Fragebogen Computerprogramme verstanden, die bei der Optimierung der Zielerreichung unterstützen und selbstständig lernen. Zum Beispiel kann eine Software, die durch künstliche Intelligenz trainiert wurde, ein Gesicht auf Bildern wiedererkennen. So sind, wie bei den vorherigen beiden Datensätzen auch, Analysen zu verschiedenen Zusammenhängen möglich, die mit der Nutzung von KI einhergehen. Der Schwerpunkt der Befragung liegt auf den Auswirkungen digitaler Technologien. Zentrale thematische Schwerpunkte sind der Arbeitsmitteleinsatz, Beruf und Anforderungen am Arbeitsplatz, arbeitsorganisatorische Veränderungen und berufliche Weiterbildung sowie gesundheitliche Aspekte der Digitalisierung, wie die Nutzung von KI im Arbeitsumfeld. Ergänzt werden sie durch Hintergrundinformationen zu den Beschäftigten und einem Modul speziell für Auszubildende. Außerdem ermöglicht der Datensatz durch eine vergleichsweise detaillierte Abfrage nach IKT-Technologien, KI-Technologien und KI-nahen Technologien eine recht umfassende Bestandsaufnahme, was den Einsatz und die Entwicklung von KI in Deutschland angeht. Insgesamt wurden für die DiWaBe Befragung 2019 8.345 Beschäftigte (darunter 431 Auszubildende) in 2.032 Betrieben befragt (vgl. ARNTZ u. a. im Erscheinen). Die gewonnenen Informationen beziehen sich auf das Jahr 2019 und zum Teil retrospektiv auf das Jahr 2011. Repräsentativ ist die Grundgesamtheit der DiWaBe für die jeweils zum 30.06.2011 und

30.06.2016 in einem Betrieb beschäftigten Personen aus dem IAB-ZEW-Arbeitswelt-4.0-Betriebsdatensatz.

5. Ergebnisse der statistischen Analysen

Zunächst werden die Ergebnisse des Mannheimer Innovationspanels vorgestellt. Als erstes wird ein Überblick über die Ergebnisse der beiden großen Übersichtsstudien gegeben. Daraufhin werden die eigenen Forschungsergebnisse vorgestellt. Beide Teile werden dann in Relation zueinander gesetzt. Nachfolgend werden die Ergebnisse aus dem BIBB-Qualifizierungspanel präsentiert. Hier wird zunächst getrennt auf die Jahre 2019 und 2020 eingegangen, bevor Veränderungen herausgearbeitet und vorgestellt werden. Danach folgen Auswertungen des DiWaBe-Datensatz. Der verlinkte Arbeitnehmer-Arbeitgeber-Datensatz ermöglicht es hier zwei Perspektiven einzunehmen um eine differenziertere Bestandsaufnahme vorzunehmen.

5.1. Ergebnisse aus dem Mannheimer Innovationspanel

Knapp 5,8 Prozent aller im MIP 2019 befragten Unternehmen setzen überhaupt KI ein (BMW 2020a: 3). Den größten Anteil daran hat die IKT-Branche, bei der der Anteilswert bei 17,8 Prozent liegt, was vor allem damit begründet werden kann, dass dort KI-Lösungen für andere Branchen entwickelt und implementiert werden (vgl. ebd.). Auf die IKT-Branche entfällt mit 1,5 Prozent auch der höchste Anteilswert, was die Beschäftigtenanzahl in der Entwicklung, Einführung und Pflege von KI-Verfahren angeht (vgl. ebd. 4). Die Ausgaben für die Entwicklung, Einführung und Pflege von KI-Verfahren belaufen sich auf rund 4,8 Milliarden Euro, was einer gesamtwirtschaftlichen Quote von 0,09 Prozent entspricht (vgl. ebd.). Hier entfallen mit 31 Prozent sogar fast ein Drittel der Ausgaben auf die IKT-Branche (vgl. ebd. 6). Danach folgen der Fahrzeugbau, die Elektrotechnik und der Maschinenbau sowie die unternehmensnahen Dienstleistungen (vgl. ebd. 7). Wie wichtig das eigene Humankapital der Betriebe bei der Nutzung von KI ist, zeigen die KI-Ausgaben der IKT-Branche, von denen 88 Prozent auf interne laufende Aufwendungen, wie das Personal und nur zwei Prozent auf externe Aufwendungen entfallen (vgl. ebd. 8). Das unterstützt die These, dass vor allem die Kompetenzen der Beschäftigten eine hohe Relevanz haben, wenn es um den Ausbau und die Umsetzung von KI-Technologien in Unternehmen geht. Dementsprechend kann die IKT-Branche bei der Nutzung von KI-Verfahren überwiegend auf interne Ressourcen zurückgreifen (vgl. ebd.). In den anderen Branchen liegt der Anteil der externen KI-Ausgaben bei zehn bis zwölf Prozent, so dass auch hier vor allem intern laufende Aufwendungen die Ausgaben bedingen (vgl. ebd.). Was die KI-Ausgaben je Unternehmen in einer Branche und die Anzahl der Beschäftigten im Bereich KI je Unternehmen in einer Branche angeht, ist jeweils der Fahrzeugbau deutlicher Spitzenreiter (vgl. ebd. 11). Anders als zu erwarten wäre, begann die Nutzung von KI in den Unternehmen nicht erst in der jüngsten Vergangenheit. Immerhin ein Fünftel der KI-Nutzenden Unternehmen (folgend: KI-Unternehmen) gibt an, KI zum ersten Mal schon vor dem Jahr 2010 genutzt zu haben (vgl. ebd. 5). Ein weiteres Fünftel der Unternehmen gibt die erste Hälfte

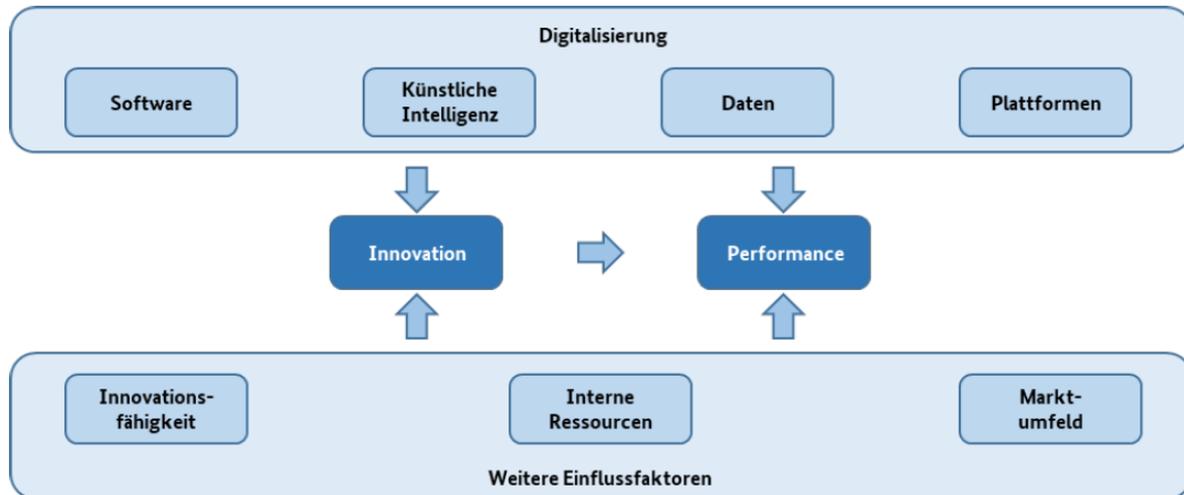
der 2010er Jahre als Einstiegszeitpunkt an (vgl. ebd.). Jedes Dritte Unternehmen hat den Einstieg in den Jahren 2016-2017 und 27 Prozent haben den Einstieg 2018 oder 2019 vorgenommen (vgl. ebd.). Die vier weitverbreitetsten KI-Verfahren im Jahr 2019 waren laut der Studie das Maschinelle Lernen/Maschinelle Beweisen (55 %), die Bild- oder Tonerkennung (49 %), Wissensbasierte Systeme (46 %) und das Sprach- oder Textverstehen (30 %) (vgl. ebd. 12). Das größte Anwendungsgebiet von KI-Verfahren in den KI- Unternehmen in Deutschland machen Produkte und Dienstleistungen aus (60 %) dicht gefolgt von der Automatisierung von Prozessen (56 %) (vgl. ebd. 13). Danach folgen KI-Anwendungen für die Datenanalyse (34 %) sowie die Kundenkommunikation und –Interaktion (22 %) (vgl. ebd.). In den unterschiedlichen Funktionsbereichen, in denen der KI-Einsatz stattfindet, liegt analog zu den Anwendungsgebieten der Funktionsbereich Produktion/Dienstleistungserbringung mit einem Anteil von 52 Prozent an erster Stelle (vgl. ebd. 14). Für die Mehrheit der KI-Unternehmen wird die Bedeutung von KI für die Geschäftstätigkeit als wichtig eingestuft (65 %) (vgl. ebd. 15). Das heißt, dass KI deutliche Verbesserungen mit sich bringt, weil die KI entsprechende Geschäftsprozesse oder Produktionsaktivitäten schneller, genauer, flexibler, zuverlässiger oder kostengünstiger macht oder die Kapazität erhöht (vgl. ebd.). Eine essenzielle Bedeutung des KI-Einsatzes für die Geschäftstätigkeit wird von zwölf Prozent der Unternehmen angegeben (vgl. ebd.). Das bedeutet, dass entsprechende Aktivitäten gar nicht ohne den Einsatz der KI ausgeführt werden könnten (vgl. ebd.). Ungefähr ein Viertel der Unternehmen stuft den KI-Einsatz als weniger wichtig ein, so dass dieser hier auch leicht und ohne wesentliche Einbußen durch andere Methoden ersetzt werden könnte (vgl. ebd.). Mit Produkten und Dienstleistungen mit direktem KI-Einsatz erzielten die Unternehmen der deutschen Wirtschaft im Jahr 2019 fast einen Umsatz von 60 Milliarden Euro (vgl. ebd. 17). Das macht 1,1 Prozent des Umsatzes aller Unternehmen und 7,7 Prozent des Umsatzes der Unternehmen aus, die angeben, dass sie KI nutzen (vgl. ebd.). Von den KI-Unternehmen haben 16 Prozent angegeben, dass sie die KI-Anwendungen vor allem selbst entwickelt haben, während 24 Prozent angegeben haben, dass diese sowohl selbst als auch von Dritten entwickelt wurden. 60 Prozent haben hingegen angegeben, dass die Anwendungen vor allem von Dritten entwickelt wurden (vgl. ebd. 19). Was die Nutzung von Internet und externe Hardware für die KI-Anwendungen betrifft, geben jeweils fast ein Drittel der Unternehmen an, dass sie nur interne Hardware verwenden (34 %), nur externe Hardware verwenden (30 %) oder interne und externe Hardware verwenden (36 %) (vgl. ebd. 20). Wie wichtig die Nutzung und der Zugang zu Daten für die Nutzung von KI ist, wurde bereits erläutert. Dementsprechend ist es auch wichtig, ob die verwendeten Daten unternehmensintern generiert werden oder ob auf externe Daten zugegriffen wird, da damit auch Fragen nach der Verfügbarkeit und Qualität der Daten ebenso einhergehen wie Fragen des Datenschutzes und der Datensicherheit (vgl. ebd. 22). Von den hier befragten KI-Unternehmen nutzen 32 Prozent nur interne Daten, 31 Prozent nur externe Daten und 37 Prozent beide Möglichkeiten (vgl. ebd.). Jeweils die Hälfte der befragten Unternehmen gibt an, auch

personenbezogene Daten für die KI-Anwendungen zu nutzen (51 %) bzw. nicht zu nutzen (49 %) (vgl. ebd. 24). Was die Personalsituation angeht, haben fast ein Drittel der KI-Unternehmen (30 %) angegeben, dass sie im Jahr 2019 Stellen im Bereich KI zu besetzen hatten (vgl. ebd. 25). Der höchste Anteil der KI-Unternehmen mit offenen Stellen ist in der IKT-Branche vorzufinden (60 %) (vgl. ebd.). Trotzdem konnte fast jede zweite offene Stelle im Bereich KI (47 %) von den Unternehmen wie geplant besetzt werden, während 11 Prozent der Stellen zwar auch besetzt werden konnten, aber nur verspätet oder nicht adäquat (vgl. ebd. 28). Gar nicht besetzt werden konnten 43 Prozent der offenen Stellen (vgl. ebd.). Was die Besetzung offener KI-Stellen angeht, sind die Unterschiede zwischen den Branchengruppen relativ gering (vgl. ebd.). Das bedeutet, dass obwohl die Personalkosten den größten finanziellen KI-Ausgabepunkt bei den Unternehmen ausmachen, weiterhin Bedarf besteht. Das verdeutlicht, dass entsprechende Kompetenzen und Fähigkeiten branchenunabhängig sehr gefragt sind. Bezüglich der Anforderungen, die an die offenen KI-Stellen gestellt werden, geben 70 Prozent der Unternehmen an, dass vor allem Kenntnisse in der Softwareprogrammierung sehr wichtig sind (vgl. ebd. 30). Nur ein Prozent der Unternehmen gibt an, dass diese Kenntnisse unwichtig seien (vgl. ebd.). Datenbankmanagement (43 %) und Mathematik (31 %) werden ebenfalls zu hohen Anteilen als sehr wichtig angesehen (vgl. ebd.). Branchenkenntnisse werden von 59 Prozent der Unternehmen als sehr wichtig oder wichtig erachtet, während Kenntnisse in Maschinenbau, Elektro- oder Verfahrenstechnik nur von 36 Prozent als sehr wichtig oder wichtig erachtet und sogar von einem Viertel der Unternehmen als unwichtig angesehen werden (vgl. ebd.). Hinzukommt, dass in fast allen Branchen mehr als die Hälfte der Unternehmen die Softwareprogrammierung als sehr wichtige Anforderung ansehen, so dass Softwareprogrammierungskennntnisse eine besondere Relevanz haben, wenn es um offene KI-Stellen geht (vgl. ebd. 31).

Die vorgestellten Studienergebnisse verdeutlichen, dass mit den Daten des MIP umfassende Analysen zum Einsatz und Umgang mit KI in deutschen Unternehmen möglich sind und auch durchgeführt wurden. Die Ergebnisse der nächsten Studie geben den Beitrag des Einsatzes von KI in Unternehmen zur Innovationsleistung und wirtschaftlichen Performance der Deutschen Wirtschaft wieder. Die Auswertungen zur Nutzung von KI entsprechen durch die identische Datenbasis der vorherigen Studie (BMWi 2020b; a). Zur Erfassung der Innovationsleistung bzw. wirtschaftlichen Performance von KI einsetzenden Unternehmen werden Regressionsanalysen verwendet. Zusätzlich werden verschiedene Faktoren berücksichtigt, die ebenfalls Einfluss auf die wirtschaftliche Leistung haben können und gleichzeitig auch den Einsatz von KI bedingen (vgl. BMWi 2020b: 12). Der Beitrag, den die KI leistet, ist der strukturelle Zusammenhang zwischen der Entscheidung eines Unternehmens, KI-Verfahren einzusetzen, und den vom Unternehmen erzielten Innovations- und Performanceergebnissen (vgl. ebd.). Der Beitrag bietet also einen Vergleich der Ergebnisse zwischen Unternehmen, die auf KI bauen und Unternehmen, deren Geschäftsmodell und Strategie ohne KI auskommen (vgl. ebd.). In der Studie

wird der Beitrag der KI nach der Art des KI-Einsatzes im Unternehmen, nach interner und externer Entwicklung und dem Ersteinführungszeitpunkt der KI im Unternehmen differenziert (vgl. ebd.). Zur Bestimmung des KI-Beitrags wird dabei ein konzeptionelles Modell erstellt, das die Grundstruktur zur Analyse der Rolle von KI für Innovation und Performance verdeutlicht (vgl. ebd. 13)⁴.

Abbildung 1: Grundstruktur des Modells zur Analyse der Rolle von KI für Innovation und Performance



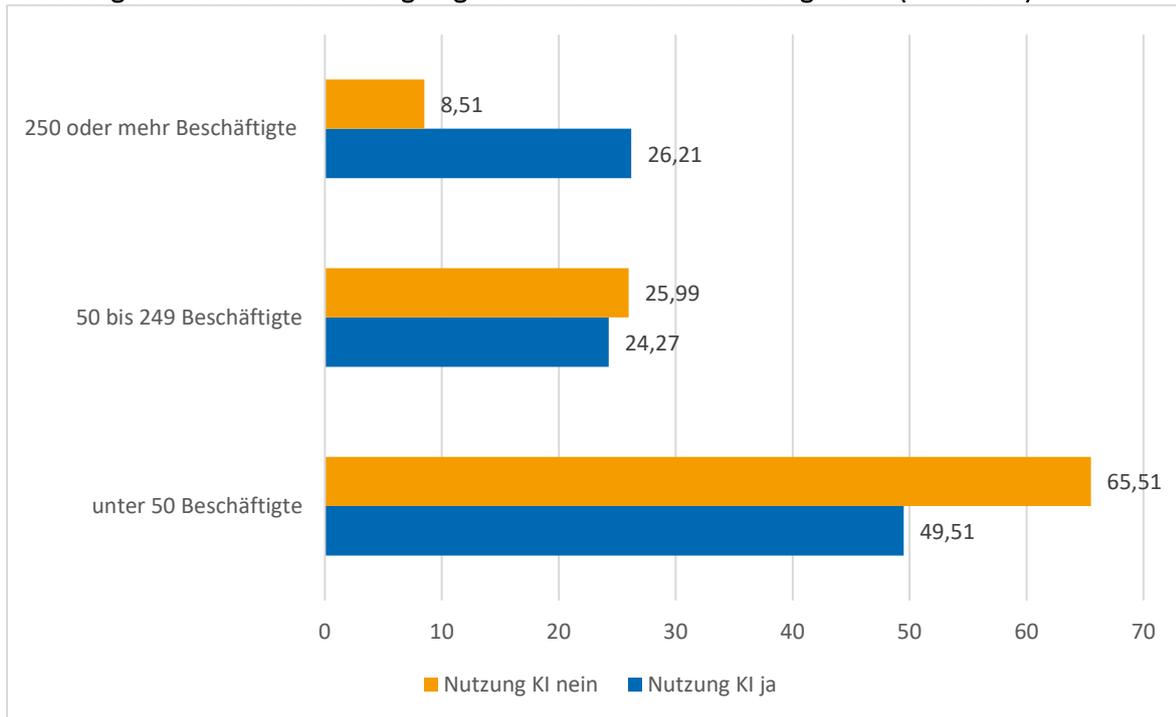
Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass der Einsatz von KI, obwohl er von einem relativ kleinen Anteil an Unternehmen wahrgenommen wird, erhebliche Beiträge zur Innovationsleistung der deutschen Wirtschaft leistet (vgl. ebd. 17, 18). Der Anteil der Unternehmen, die KI einsetzen und aufgrund des Einsatzes Weltmarktneuheiten eingeführt haben, liegt bei 3,7 Prozent, so dass durchaus gesagt werden kann, dass Unternehmen, die KI einsetzen, eher in der Lage sind Innovationen mit einem hohen Neuheitsgrad hervorzubringen (vgl. ebd. 18). Der Einsatz von KI sorgte im Jahr 2018 für einen Umsatz von 11 Mrd. Euro mit Marktneuheiten, darunter 7,6 Mrd. Euro mit Weltmarktneuheiten, für die deutsche Wirtschaft (vgl. ebd. 21). Außerdem können neun Prozent des gesamten Umsatzes, den die deutsche Wirtschaft mit Weltmarktneuheiten erzielt hat, auf den Einsatz von KI zurückgeführt werden (vgl. ebd.). Die Höhe der Ausgaben für die Entwicklung und Einführung von KI-Anwendungen in den Unternehmen der deutschen Wirtschaft lagen hingegen bei 4,8 Mrd. Euro. Selbst bei Zugrundelegung einer durchschnittlichen Umsatzrendite ergibt sich ein Return on Investment von 15 Prozent für die KI-Ausgaben, was zeigt, dass sich Investitionen in die KI für die Unternehmen durchaus lohnen (vgl. ebd. 23). Doch nicht nur zur Innovationsleistung, auch zur wirtschaftlichen Performance trägt der Einsatz von KI positiv bei. Durch den Einsatz von KI werden beispielsweise höhere Umsatzrenditen durch die Unternehmen erzielt (vgl. ebd. 23). Im Durchschnitt betrug die Rendite im Jahr 2018 etwa 6,4 Prozent, von denen 1,3 Prozent auf den Einsatz von KI zurückgeführt werden können, so dass ein

⁴ Eine genaue Beschreibung und Begründung des Modells ist im Beitrag vorzufinden.

Fünftel der Gewinne den KI-Anwendungen zugeordnet werden kann (vgl. ebd.). Hinzukommt, dass die Beschäftigung in den KI einsetzenden Unternehmen von 2016 bis 2018 um 4,6 Prozent zugenommen hat, wovon 1,6 Prozentpunkte auf den Einsatz von KI zurückgeführt werden können (vgl. ebd.). Allerdings lässt sich kein Umsatzanstieg von 2016 bis 2018 feststellen, so dass der Umsatz mit KI-basierten Innovationen die Umsätze, die zuvor mit Produkten ohne KI-Einsatz erzielt wurden, ersetzt (vgl. ebd. 24). In der Studie wird auch auf Unterschiede eingegangen, was die genutzten KI-Verfahren, die unterschiedlichen Unternehmensfunktionen und –Anwendungen, intern oder extern entwickelte KI-Lösungen und die bestehende Erfahrung mit KI-Anwendungen angeht (vgl. ebd. 28). Dabei zeigt sich, dass die stärksten Beiträge zu Innovation von den KI-Verfahren in der Bilderkennung sowie von KI-Anwendungen zur Automatisierung von Prozessen ausgehen (vgl. ebd.). Hinzukommt, dass eine breite Anwendung von KI im Unternehmen, also der Einsatz unterschiedlicher KI-Verfahren in unterschiedlichen Anwendungsgebieten, tendenziell höhere Innovationsergebnisse erzielt (vgl. ebd. 30). Wie erwartet werden höhere Innovationserfolge außerdem von Unternehmen erzielt, die schon länger KI einsetzen (vgl. ebd. 32). Die Innovationsergebnisse sind zudem dort schwächer, wo die Unternehmen angeben, die KI-Verfahren selbst entwickelt zu haben (vgl. ebd.).

Mit Hilfe der MIP-SUF-Daten von 2019 wird ergänzend zu den beiden vorgestellten Studien in diesem Beitrag zunächst der Zusammenhang mit der Anzahl der Vollzeitbeschäftigten der Unternehmen in den Blick genommen bevor weitere Analysen folgen (Abbildung 2). Nicht besonders überraschend wird deutlich, dass Unternehmen mit mehr Beschäftigten eher KI nutzen als Unternehmen, die weniger Menschen beschäftigen. Von den Unternehmen, die 250 oder mehr Beschäftigte haben, gaben rund 14 Prozent an, dass sie KI nutzen. Die Unternehmen mit 50 bis 249 Beschäftigten gaben das mit einem Anteil von fünf und die Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten mit einem Anteil von vier Prozent an. Das heißt im Umkehrschluss aber nicht, dass die KI-Unternehmen besonders viele Beschäftigte brauchen. Rund die Hälfte der KI-Unternehmen gab an, unter 50 Mitarbeiter*Innen zu beschäftigen, während jeweils ungefähr ein Viertel dieser Unternehmen angegeben hat, zwischen 50 und 249 oder mehr als 250 Beschäftigte zu haben.

Abbildung 2: Anteile der Beschäftigtengrößenklassen bei der Nutzung von KI (in Prozent)



Quelle: ZEW – Mannheimer Innovationspanel 2019, Mannheim, eigene Berechnungen, $n_{<50} = 102$; $n_{50-249} = 50$; $n_{>=250} = 54$

Das hängt zum Teil sicherlich auch mit der generellen Verteilung der Beschäftigtenklassen der Unternehmen zusammen, da die Unternehmen mit weniger als 50 Mitarbeitenden einen Anteil von 65 Prozent aller Unternehmen ausmachen. Dennoch liefert dies wichtige Erkenntnisse, was die Nutzung von KI in Unternehmen angeht.

Tabelle 1: Kooperationen und KI-Nutzung (Zeilenprozente)

	Nutzung KI ja	Nutzung KI nein
Kooperationspartner FuE		
ja	13	87
nein	3	97
Kooperationspartner Universitäten Inland		
ja	14	86
nein	4	96
Kooperationspartner öff. Sektor Inland		
ja	23	77
nein	5	95
Kooperationspartner staatl. Forschungseinrichtungen Inland		
ja	15	85
nein	4	96
Kooperationspartner eigene Unternehmensgruppe Ausland		
ja	23	77
nein	5	95
Kooperationspartner öff. Sektor Ausland		
ja	31	69
nein	5	95

Kooperationspartner Unis Ausland		
ja	29	71
nein	5	95
Kooperationen andere Innovationsaktivitäten		
ja	17	83
nein	3	97
Kooperationspartner Privatwirtschaft Inland		
ja	21	79
nein	4	96
Kooperationspartner Wettbewerber Inland		
ja	17	83
nein	4	96
Kooperationspartner eigene Unternehmensgruppe Inland		
ja	19	81
nein	4	96
Kooperationspartner Privatwirtschaft Ausland		
ja	25	75
nein	5	95
Kooperationspartner Wettbewerber Ausland		
ja	22	78
nein	5	96
Kooperationspartner staatl. Forschungseinrichtungen Ausland		
ja	17	82
nein	5	95

Quelle: ZEW – Mannheimer Innovationspanel 2019, Mannheim, eigene Berechnungen, n=4.240

Es fällt auf, dass die Unternehmen, die in Kooperationen egal welcher Art engagiert sind eher angeben, dass sie KI nutzen, als Unternehmen, die keine bestehenden Kooperationen angegeben haben (Tabelle 1). So gaben beispielsweise Unternehmen, die mit inländischen Universitäten kooperieren, mit einem Anteil von 14 Prozent an, dass sie KI nutzen. Bei den Unternehmen, die keine entsprechende Kooperation pflegen, macht dieser Anteil rund vier Prozent aus.

Tabelle 2: Einführung neuer Technologien und KI-Nutzung (Spaltenprozente)

	Nutzung KI ja	Nutzung KI nein
Anschaffung von Maschinen, mit unverändertem tech. Stand		
ja	42	32
nein	58	68
Anschaffung von Maschinen, die tech. verbessert waren		
ja	81	59
nein	19	41
Anschaffung von Maschinen, die auf neuen Tech. beruhten		
ja	37	17
nein	63	83

Quelle: ZEW – Mannheimer Innovationspanel 2019, Mannheim, eigene Berechnungen, n_{unverändert}=3.682, n_{verbessert}=4.052,

n_{neu}=3.761

Unternehmen, die KI verwenden, geben um knapp zehn Prozentpunkte häufiger an, dass sie Maschinen mit unverändertem technologischem Stand angeschafft haben, als Unternehmen, die keine KI nutzen (Tabelle 2). Die Diskrepanz zwischen den beiden Unternehmenstypen ist sogar noch größer, wenn man die Anschaffung von Maschinen betrachtet, die im Vergleich zu bisherigen Maschinen technologisch verbessert sind (22 Prozentpunkte). Bei der Anschaffung von Maschinen, die auf neuen Technologien beruhen, ist der Unterschied unwesentlich kleiner (20 Prozentpunkte). Bei der Betrachtung des KI-Einsatzes je nach Einführung der neuen Technologien fällt auf, dass je höher der Technologiegrad der angeschafften Maschinen ist, desto mehr KI genutzt wird. Die Unternehmen, die Maschinen angeschafft haben, die auf neuen, bisher nicht genutzten Technologien beruhen, haben zu einem Anteil von zehn Prozent angegeben, dass sie KI nutzen. Dieser Anteil macht bei den Unternehmen, die angegeben haben, technologisch verbesserte Maschinen angeschafft zu haben, knapp sieben Prozent und bei den Unternehmen, die Maschinen auf technologisch unverändertem Stand angeschafft haben, sechseinhalb Prozent aus.

Tabelle 3: Aktivitäten im Bereich Software und Datenbanken im Zusammenhang mit KI (Zeilenprozente)

	Nutzung KI ja	Nutzung KI nein
Aktivität im Bereich Softwareprogrammierung		
ja	10	90
nein	2	98
Erwerb von Softwareprogrammen		
ja	8	92
nein	2	98
Aufbau eigener Datenbanken		
ja	10	90
nein	2	98
Ankauf von Datenbanken Dritter		
ja	15	85
nein	3	97
Systematische Analyse großer Datenmengen		
ja	19	81
nein	3	97

Quelle: ZEW – Mannheimer Innovationspanel 2019, Mannheim, eigene Berechnungen, $n_{\text{Softwareprogrammierung}}= 2.580$,

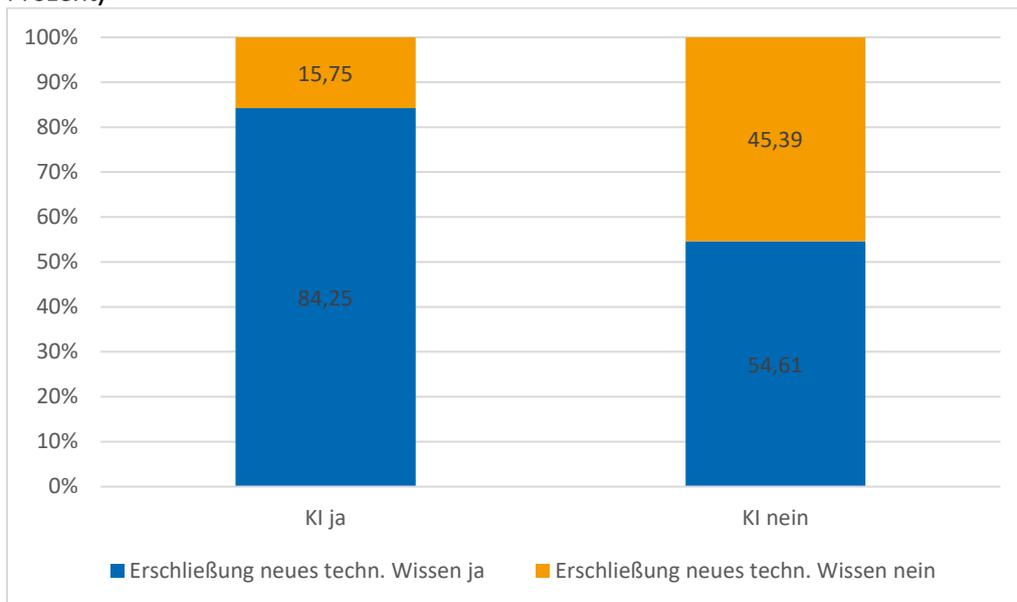
$n_{\text{ErwerbSoftware}}=2.866$, $n_{\text{eigeneDatenbanken}}=2.538$, $n_{\text{DatenbankDritter}}=1.855$, $n_{\text{Analyse}}= 1.941$

Die Unternehmen, die angegeben haben, Aktivitäten im Bereich Softwareprogrammierung zu haben, gaben mit einem Anteil von zehn Prozent an, KI zu verwenden (Tabelle 3). Währenddessen beträgt dieser Anteil, bei den Unternehmen, die keine Aktivitäten in der Softwareprogrammierung haben, nur zwei Prozent. Bei Unternehmen, die angegeben haben, systematische Analysen großer Datenmengen zu betreiben, beträgt der Anteil der KI-Nutzenden sogar 19 Prozent. Bei den Unternehmen, die solche Analysen nicht durchführen, fällt der Anteil der KI-Nutzenden auf drei Prozent. Unternehmen, die eigene Datenbanken aufbauen, geben mit fast zehn Prozent an KI zu nutzen, während Unternehmen,

die keine eigenen Datenbanken aufbauen, den Anteil der KI Nutzung nur mit zwei Prozent angeben. Die Aktivitäten in diesem Bereich scheinen also mit dem KI-Einsatz zusammenzuhängen und erleichtern möglicherweise die Nutzung von KI-Technologien.

Anschließend wurde überprüft, wie es um neue Impulse für Innovationsaktivitäten in Form der Erschließung von neuem technologischem Wissen, Know-how und Kompetenzen in den Unternehmen steht.

Abbildung 3: Erschließung von neuem technologischem Wissen, Knowhow und Kompetenzen durch KI (in Prozent)

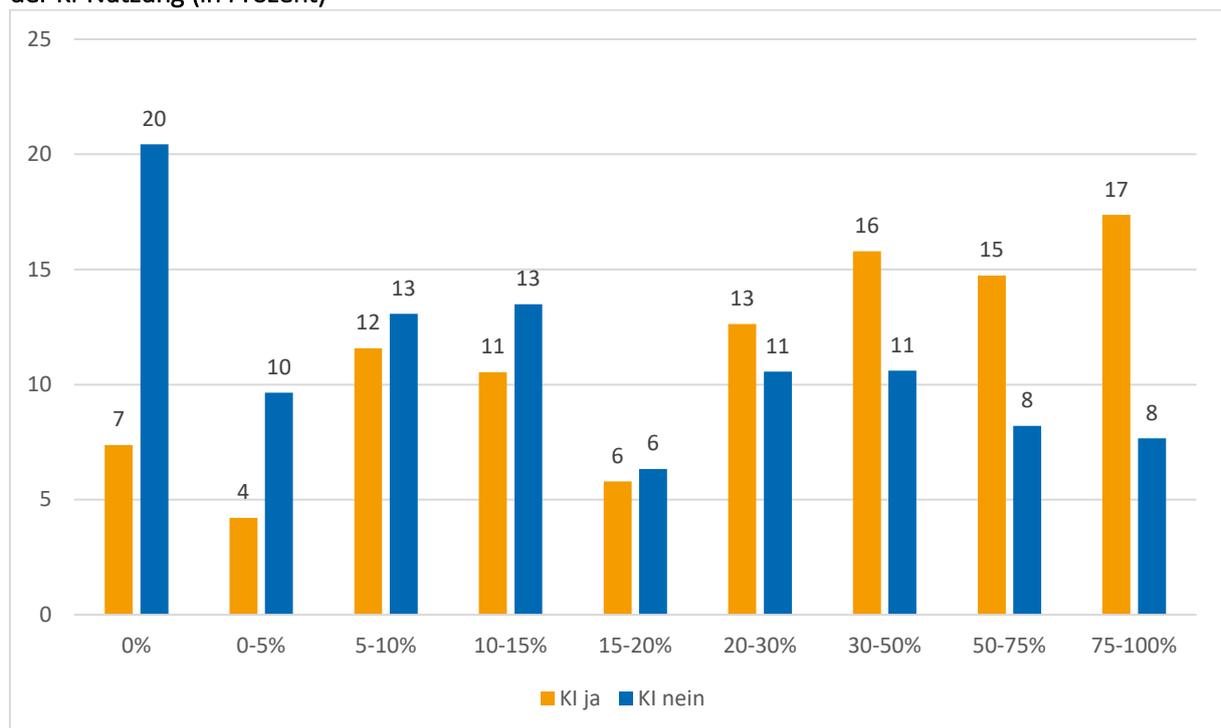


Quelle: ZEW – Mannheimer Innovationspanel 2019, Mannheim, eigene Berechnungen, n=1.609

Von den Unternehmen, die angegeben haben, dass sie KI nutzen, bejahen 84 Prozent, neue Impulse für Innovationsaktivitäten in Form der Erschließung von neuem technologischem Wissen, Know-how und Kompetenzen erhalten zu haben (Abbildung 3). Bei den Unternehmen, die keine KI nutzen, trifft das auf 55 Prozent der Unternehmen zu. Gleichzeitig gaben die Unternehmen, die die Erschließung von neuem technologischem Wissen, Know-how und Kompetenzen bejaht haben, mit einem Anteil von 13 Prozent an, KI zu nutzen. Circa drei Prozent der Unternehmen, die diese Erschließung verneint haben, nutzen KI. Damit scheint auch ein positiver Zusammenhang zwischen der Erschließung von neuem technologischem Wissen, Knowhow und Kompetenzen zu bestehen, was zur angegebenen Innovationsleistung von KI-Technologien passt.

Auch der Anteil der Beschäftigten mit einem Hochschulabschluss, der im Datensatz intervallerfasst wurde, wurde mit der Nutzung von KI in Zusammenhang gebracht.

Abbildung 4: Anteil der Beschäftigten mit Hochschulabschluss 2018 in Intervallen im Zusammenhang mit der KI-Nutzung (in Prozent)



Quelle: ZEW – Mannheimer Innovationspanel 2019, Mannheim, eigene Berechnungen, n=4.016

Es fällt auf, dass KI-Unternehmen, in den oberen Anteilsintervallen der Hochschulabschlussanteile der Beschäftigten, höhere Anteile angeben, als Nicht-KI-Unternehmen (Abbildung 4). Bis zum Intervall, das einen Anteil von Beschäftigten mit Hochschulabschluss von 15 bis 20 Prozent markiert, haben die Nicht-KI-Unternehmen die höheren Anteilswerte im Vergleich mit den KI-Unternehmen. Schon ab dem nächsten Intervall, das den Anteil von 20 bis 30 Prozent an Hochschulabsolventen unter den Beschäftigten abdeckt, kehrt sich dieser Trend um. Rund ein Fünftel der Nicht-KI-Unternehmen geben außerdem an, überhaupt keine Mitarbeitenden mit Hochschulabschluss zu beschäftigen. Bei den KI-Unternehmen beträgt dieser Anteil knapp sieben Prozent. Entsprechend entfallen auf das Intervall, das den Prozentbereich von 75 bis 100 Prozent abdeckt, bei den KI-Unternehmen 17 Prozent, während das bei den Nicht-KI-Unternehmen acht Prozent ausmacht.

Obwohl die beiden vom BMWi herausgegeben Studien einen Großteil der Themen um die Nutzung und den Einsatz von KI bearbeitet haben, soweit es mit den Daten des MIP möglich war, konnten einige Ergänzungen mithilfe des MIP-SUF vorgenommen werden. Die Betrachtung aller Ergebnisse ermöglicht eine umfassende Analyse, was die Nutzung, den Einsatz und die Innovationskraft von KI in den deutschen Unternehmen betrifft.

5.2. Die Ergebnisse des BIBB-Betriebspanel zu Qualifizierung und Kompetenzentwicklung

Im BIBB-Qualifizierungspanel wurde die Nutzung verschiedener Technologien mit einfachen „ja“ oder „nein“ Fragen abgefragt, so auch im Jahr 2019 die Nutzung von KI. Des Weiteren wurde unter anderem

die Nutzung digitaler Technologien, die sich auf Sammlung, Speicherung und Verarbeitung großer Datenmengen beziehen, erhoben. Dazu gehören Big Data Technologien, Internet of Things (IoT)-Technologien, welche relativ autonom und unabhängig von der Bedienung durch Beschäftigte arbeiten, sowie Deep Learning und Mustererkennung, welche auf dem Einsatz künstlicher Intelligenz und Maschinellern basieren. Da KI explizit abgefragt wird, beziehen sich die Analysen in diesem Beitrag auch auf ebenjene Frage. In der Erhebung des Jahres 2020 wurde die Frage nach dem Einsatz von Künstlicher Intelligenz expliziter, in dem sowohl der Einsatz getrennt für physische Arbeitsprozesse als auch nicht-physische Arbeitsprozesse abgefragt wurden. Außerdem wurde bei der Erhebung 2020 auch nach der geplanten Anschaffung der Technologie gefragt. Wie schon bei der Nutzung der MIP-Daten, werden mit den Daten des BIBB-Qualifizierungspanels verschiedene Zusammenhänge untersucht, die mit der Nutzung von KI einhergehen und Hinweise auf den Stand der Dinge liefern könnten, was die Nutzung von KI in Deutschland und dessen generelle Datenlage angeht.

Tabelle 4 zeigt inwieweit Technologien der KI von den befragten Unternehmen verwendet werden.

Tabelle 4: Nutzung digitaler Technologien, die auf dem Einsatz von KI oder Maschinellern basieren (Zeilenprozente)

	Wird genutzt	Wird nicht genutzt (Anschaffung geplant)	Wird nicht genutzt
KI-Nutzung 2019	3,01		96,99
KI-Nutzung 2020 (Phys. Arbeitsprozesse)	1,99	3,73	94,28
KI-Nutzung 2020 (Nicht-Phys. Arbeitsprozesse)	2,15	3,61	94,23

Passend zu den Ergebnissen aus dem MIP fällt auch hier auf, dass der Anteil der Nutzung digitaler Technologien, die auf dem Einsatz von Künstlicher Intelligenz oder Maschinellern basieren, sowohl 2019 als auch 2020 recht gering ist. Er macht 2019 nur drei Prozent und ein Jahr später knapp vier Prozent aus. Im Jahr 2020 geben aber immerhin auch über sieben Prozent der Unternehmen an, dass die Anschaffung der Technologien geplant ist.

Der nächste Schritt beinhaltete die Analyse der Wirtschaftszweige bzw. Branchen zur Nutzung von Künstlicher Intelligenz.

Tabelle 5: Nutzung digitaler Technologien, die auf dem Einsatz von KI oder maschinellern basieren (45er WZ, über 10% Nutzung, Zeilenprozente)

	Wird genutzt	Wird nicht genutzt (Anschaffung geplant)	Wird nicht genutzt
2019			
Information und Kommunikation etc.	21,73		78,27
Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten etc.	12,31		87,69
Herstellung von Kraftwagen etc.	11,81		88,19
Werbung und Marktforschung etc.	10,5		59,5
2020 (phys. Arbeitsprozesse)			
Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	11,17	17,18	71,65
Forschung und Entwicklung	13,17	1,95	84,88

Auch diese Analyse lässt vermuten, dass die Nutzung von KI oder maschinellem Lernen in den Betrieben noch nicht weit verbreitet ist. In Tabelle 5 werden jeweils die Wirtschaftszweige aufgezeigt, bei denen die Nutzung von KI oder ML über einen Anteil von mindestens zehn Prozent hinausgeht, da die Fallzahlen sonst sehr niedrig sind. Bei der Nutzung gewichteter Daten sinkt deren Anzahl jedoch auf die vier abgebildeten Wirtschaftszweige, von denen der Wirtschaftszweig 24 „Information und Kommunikation Verlagswesen; Herstellung, Verleih und Vertrieb von Filmen; Rundfunkveranstalter; Telekommunikation“ (Information und Kommunikation etc.) den größten Nutzungsanteil angibt. Für das Jahr 2020 folgt, wie bereits erwähnt bei der Frage der Nutzung eine Trennung zwischen physischen und nicht-physischen Arbeitsprozessen. Was die Nutzung in physischen Arbeitsprozessen angeht, kommen nur zwei Wirtschaftszweige (ungewichtet: zwölf) über einen Nutzungsanteil von zehn Prozent. Hier nutzen vor allem Betriebe, die in der Forschung und Entwicklung agieren, KI und maschinelles Lernen. Bei der Nutzung in nicht-physischen Arbeitsprozessen kommt bei der Verwendung gewichteter Daten kein Wirtschaftszweig über die zehn Prozent Nutzungshürde. Bei der Verwendung ungewichteter Daten sind es immerhin sechs Wirtschaftszweige. Auch die Branchenzugehörigkeit aus der 20er-Gliederung geht in die gleiche Richtung, was die Nutzungsanteile angeht.

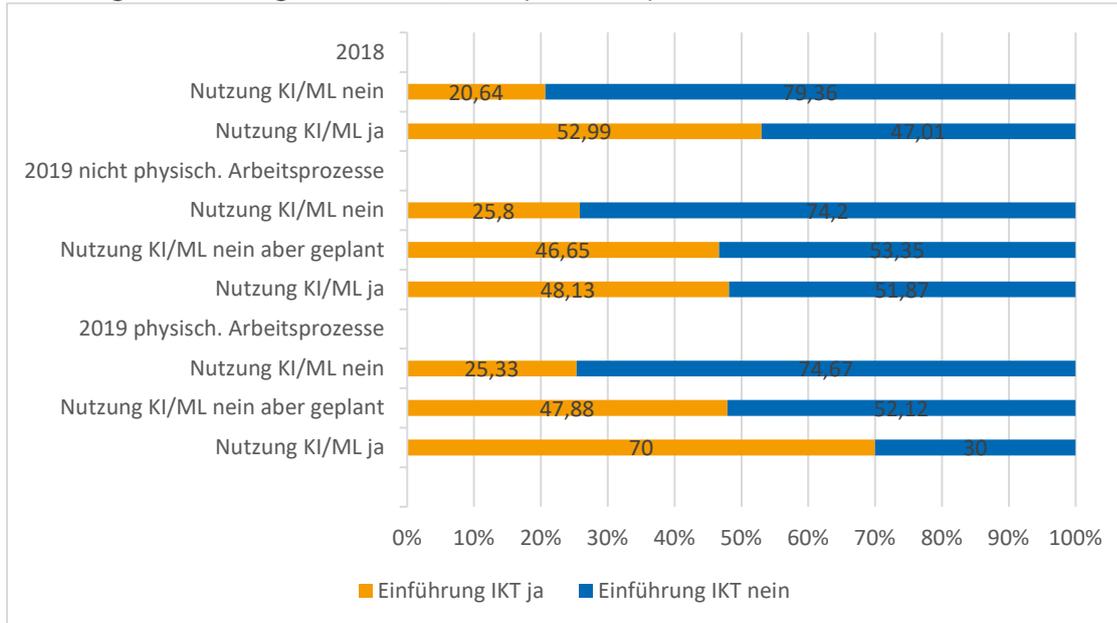
Tabelle 6: Nutzung digitaler Technologien, die auf dem Einsatz von KI oder maschinellem Lernen basieren (20er Branchen, über 5% Nutzung, Zeilenprozente)

	Wird genutzt	Wird nicht genutzt (Anschaffung geplant)	Wird nicht genutzt
2019			
Information und Kommunikation etc.	21,73		78,27
Forschung und Entwicklung	9,47		90,53
Finanzdienstleistungen etc.	5,09		94,91
2020 (phys. Arbeitsprozesse)			
Chemie/Pharmazie	6,33	7,39	86,28
Information und Kommunikation etc.	7,76	9,83	82,41
2020 (nicht-phys. Arbeitsprozesse)			
Information und Kommunikation etc.	6,36	11,2	82,44
Finanzdienstleistungen etc.	6,15	4,73	89,12

Aufgrund der geringen Fallzahlen wurden hier nur die Branchen betrachtet, die eine Nutzung von über fünf Prozent angegeben haben. Das macht im Jahr 2019 immerhin drei Branchen aus, während 2020 vier Branchen eine Nutzung von über fünf Prozent aufweisen. Bei diesen vier Branchen entfällt ein noch größerer Anteil der Angaben auf die geplante Anschaffung der entsprechenden Technologie. In beiden Erhebungsjahren geben die Unternehmen der Branche „Information und Kommunikation etc.“ den größten Anteil der KI-Nutzung im Branchenvergleich an.

Die Betriebe wurden außerdem nach der Einführung von neuen Informations- und Kommunikationstechnologien im vorangegangenen Jahr befragt.

Abbildung 5: Einführung von IKT 2018/2019 (in Prozent)

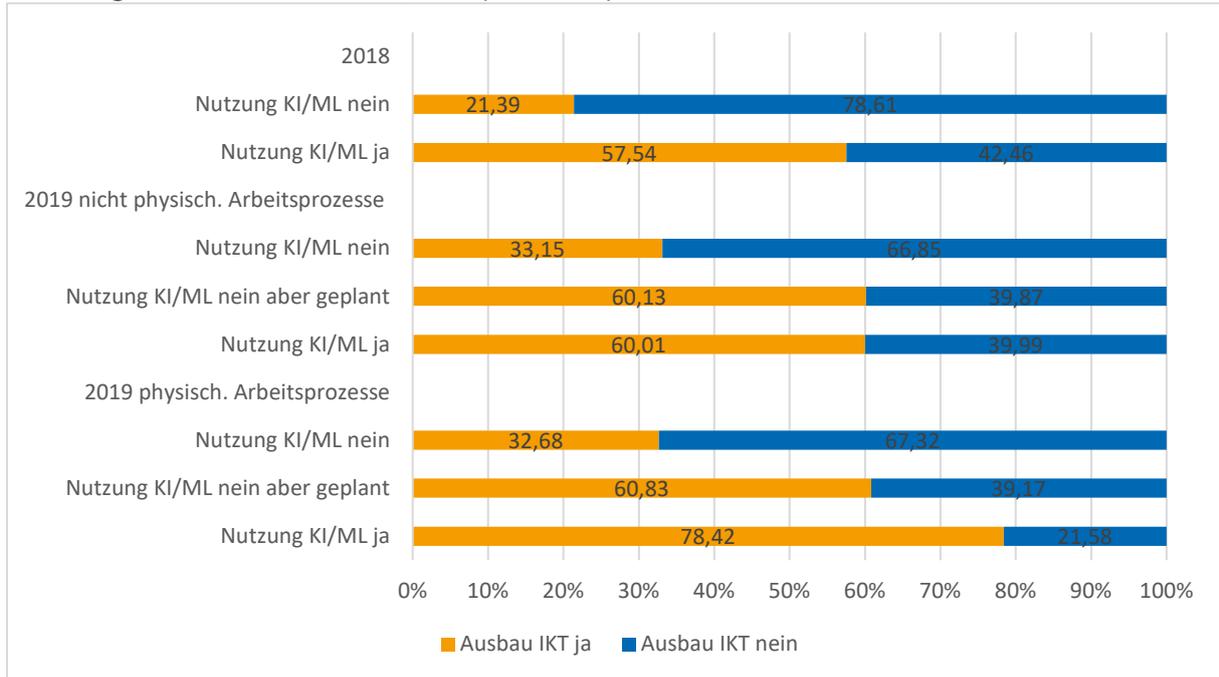


Quelle: BIBB-Qualifizierungspanel: 2019, 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, $n_{2018}=3.988$, $n_{\text{physisch}}=4.025$, $n_{\text{nichtphysisch}}=4.023$

Im Jahr 2018 haben über die Hälfte der Unternehmen, die KI oder maschinelles Lernen nutzen (im Folgenden: KI-Unternehmen), neue Informations- und Kommunikationstechnologien eingeführt (Abbildung 5). Bei den Unternehmen, die keine KI oder ML nutzen (im Folgenden: Nicht-KI-Unternehmen), trifft das nur auf knapp über 20 Prozent der Unternehmen zu. Ähnliche Ergebnisse sind auch für das Jahr 2019 zu verzeichnen. Hier gibt es jedoch Unterschiede zwischen den Unternehmen, die KI für physische Arbeitsprozesse nutzen, und denen, die sie für nicht-physische Arbeitsprozesse nutzen. Während 70 Prozent der Nutzer von KI in physischen Arbeitsprozessen neue IKT eingeführt haben, macht das bei den Nutzern von KI in nicht-physischen Arbeitsprozesse nur knapp unter 50 Prozent der Unternehmen aus. Knapp ein Viertel der Nicht-KI-Unternehmen, geben an, dass sie neue IKT eingeführt haben, unabhängig vom eingesetzten Arbeitsprozess. Dementsprechend geben knapp 75 Prozent dieser Unternehmen an, keine neuen IKT eingeführt zu haben. Damit scheint der Einsatz von KI und die Einführung von IKT zusammenzuhängen, was aus technologischer Sicht auch Sinn ergibt.

Ähnliche Ergebnisse wie schon bei der Einführung von IKT, lassen sich auch bei der Frage nach dem Ausbau der bestehenden IKT im Vorjahr betrachten.

Abbildung 6: Ausbau von IKT 2018/2019 (in Prozent)

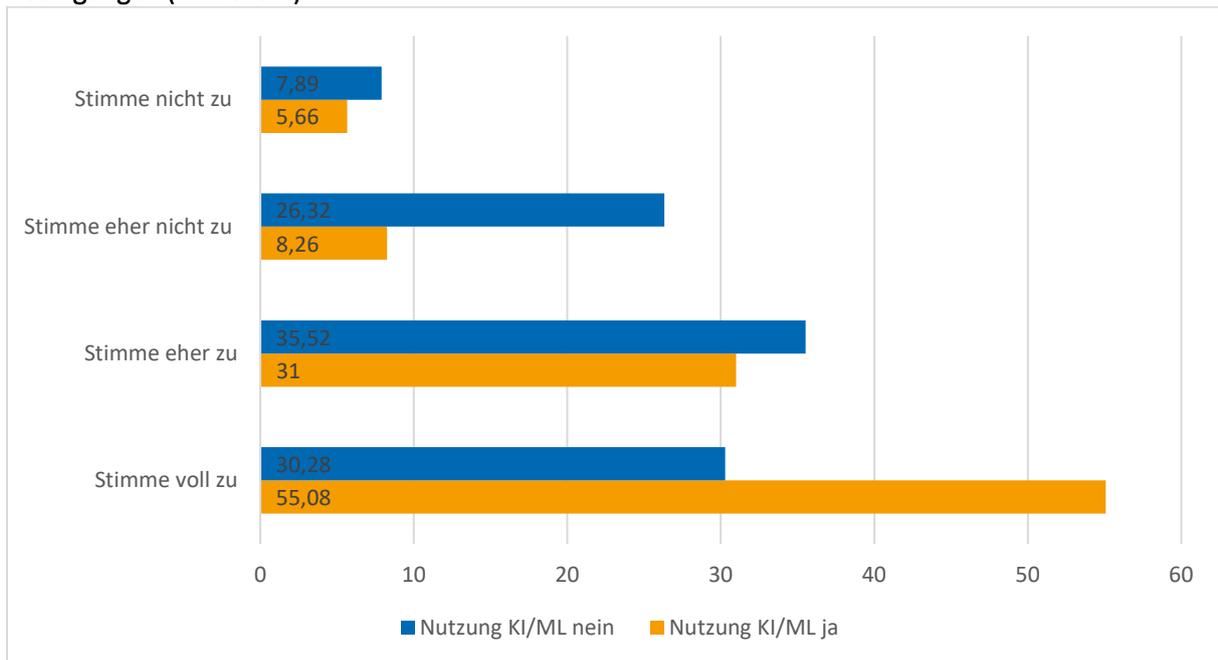


Quelle: BIBB-Qualifizierungspanel: 2019, 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, $n_{2018}=3.987$, $n_{\text{physisch}}=4.020$, $n_{\text{nichtphysisch}}=4.020$.

Hier haben ebenfalls über die Hälfte der KI-Unternehmen, angegeben, ihre IKT im Jahr 2018 ausgebaut zu haben, während das bei den Nicht-KI-Unternehmen auf knapp 21 Prozent der Unternehmen zutrifft (Abbildung 6). Die Differenz, die bei der Einführung von IKT zwischen den Unternehmen, die KI in physischen oder nicht-physischen Arbeitsprozessen nutzen, zu betrachten war, ist in dem Maße auch beim Ausbau von IKT nachzuvollziehen. Nur knapp über ein Drittel der Nicht-KI-Unternehmen haben ihre IKT ausgebaut. Unter KI-Unternehmen trifft das auf 78 Prozent (physische Arbeitsprozesse) bzw. 60 Prozent (nicht-physische Arbeitsprozesse) zu.

Im Erhebungsjahr 2019 wurden die Unternehmen außerdem nach ihrer Einschätzung befragt, ob sich die Marktverhältnisse oder wirtschaftlichen Bedingungen in ihrem Marktsegment verändern. Hier gibt es sichtbare Unterschiede zwischen den Unternehmen die KI nutzen und jenen, die keine KI nutzen.

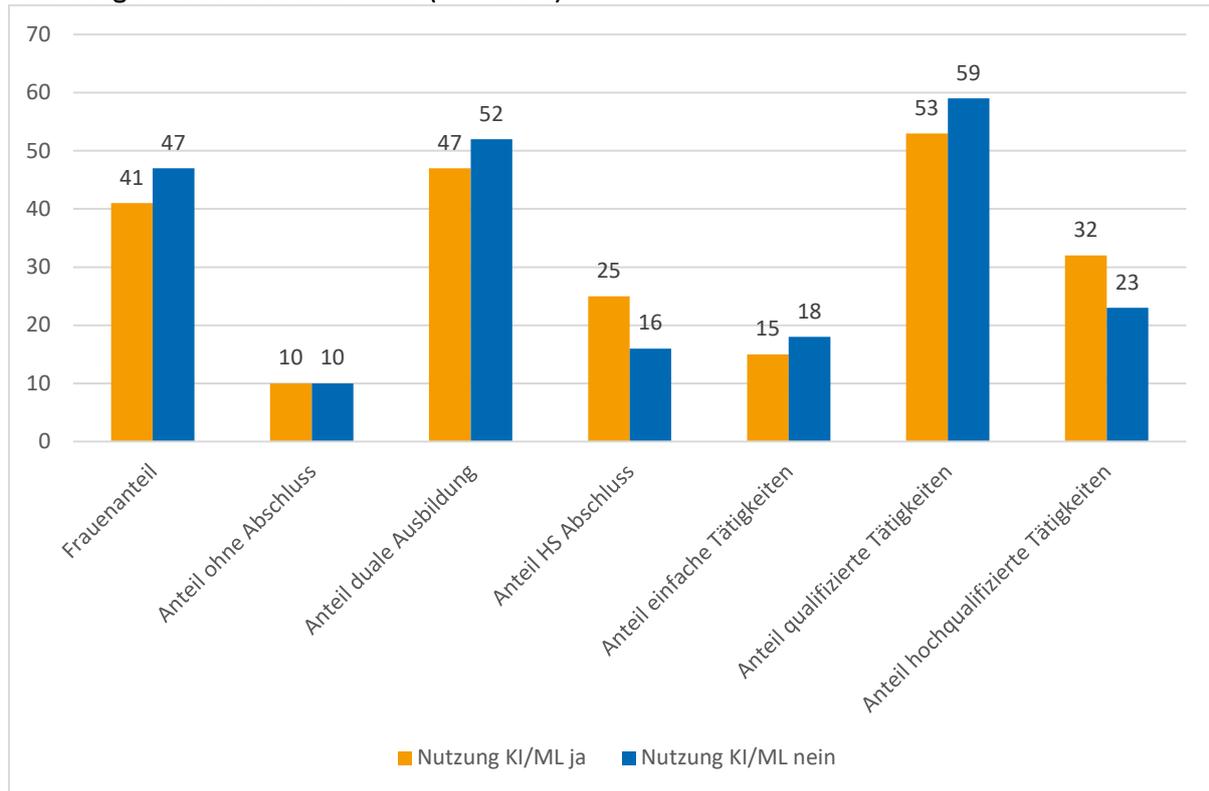
Abbildung 7: Einschätzung zu ständig verändernden Marktverhältnissen oder wirtschaftlichen Bedingungen (in Prozent)



Quelle: BIBB-Qualifizierungspanel: 2019; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n=3.972.

Über die Hälfte der KI-Unternehmen, geben an, dass sie der Aussage, dass sich die Marktverhältnisse und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in ihrem Marktsegment verändern, voll zustimmen (Abbildung 8). Über ein Drittel gibt an, eher zuzustimmen. Bei den Nicht-KI-Unternehmen machen diese beiden Antwortkategorien nur jeweils etwas über ein Drittel aus. Im Gegenzug geben aber mehr als ein Viertel dieser Unternehmen an, dass sie der Aussage eher nicht zustimmen. Bei den KI-Unternehmen trifft das auf nur acht Prozent zu. Der Anteil der Unternehmen, die der Aussage gar nicht zustimmen, ist bei KI-Unternehmen knapp niedriger als bei den Nicht-KI-Unternehmen (6% vs. 8%).

Abbildung 8: Personalstruktur 2018 (in Prozent)

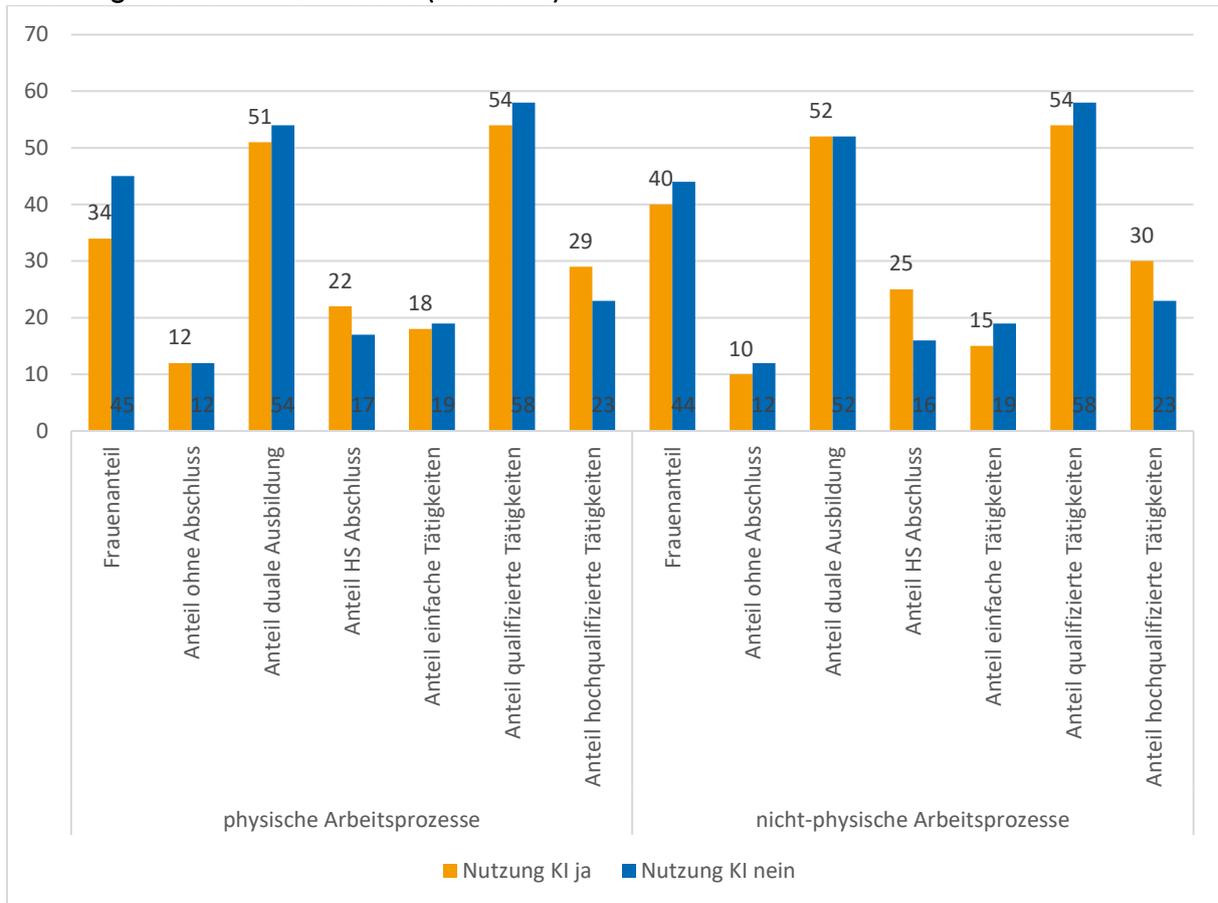


Quelle: BIBB-Qualifizierungspanel: 2019; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, $n_{\text{Frauen}}=3.991$, $n_{\text{HS}}=3.816$, $n_{\text{dual}}=3.776$, $n_{\text{ohne}}=3.786$, $n_{\text{einfach}}=3.992$, $n_{\text{qualifiziert}}=3.990$, $n_{\text{hochqualifiziert}}=3.989$.

In Abbildung 8 werden die Unterschiede zwischen KI-Unternehmen und Nicht-KI-Unternehmen bezüglich Personalstrukturmerkmalen dargestellt. Im Vergleich zwischen Nutzung und Nicht-Nutzung von KI zeigt sich dabei ein Unterschied von sechs Prozent im Frauenanteil. Beim Anteil der Mitarbeitenden ohne Ausbildungs- oder Hochschulabschluss liegen beide Kategorien mit jeweils zehn Prozent gleichauf. Der Anteil der Mitarbeiter*Innen mit einer dualen Ausbildung ist bei den Nicht-KI-Unternehmen höher (52% vs. 47%). Bei KI-Unternehmen ist das Gegenteil beim Anteil der Mitarbeitenden mit einem Hochschul- oder Universitätsabschluss der Fall (25% vs. 16%). Im Tätigkeitsniveau sind ebenfalls Unterschiede auszumachen. Während der Anteil der Beschäftigten, die einfache Tätigkeiten verrichten, bei den KI-Unternehmen und Nicht-KI-Unternehmen relativ ähnlich ist (15% vs. 18%), sind die Unterschiede bei dem Anteil der Beschäftigten, die hochqualifizierten Tätigkeiten nachgehen, größer. Der Anteil bei den KI-Unternehmen ist hier größer (32% vs. 23%). Was den Anteil qualifizierter Tätigkeiten angeht, liegen die Nicht-KI-Unternehmen vor den KI-Unternehmen (59% vs. 53%). In beiden Fällen machen die qualifizierten Tätigkeiten also über die Hälfte der Tätigkeiten aus, was darauf hinweist, dass nicht nur Hochqualifizierte mit KI arbeiten, sondern auch Beschäftigte anderer Qualifikationsstufen.

Im Vergleich zu 2018 hat sich die Personalstruktur im Jahr 2019 nur unwesentlich verändert. Die beobachteten Trends bleiben erhalten.

Abbildung 9: Personalstruktur 2019 (in Prozent)

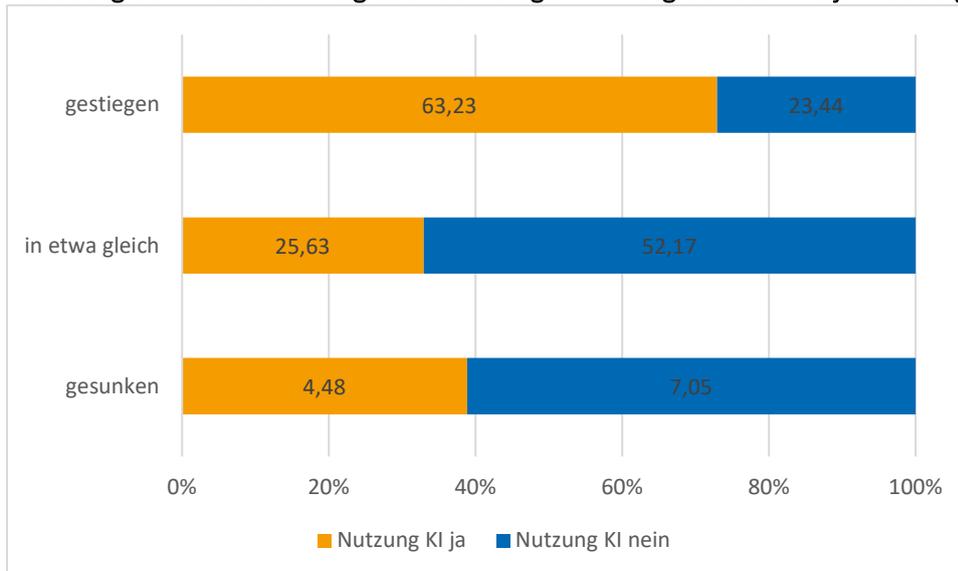


Quelle: BIBB-Qualifizierungspanel: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, $n_{\text{Frauenphysisch}}=4.000$, $n_{\text{HSphysisch}}=3.819$, $n_{\text{dualphysisch}}=3.776$, $n_{\text{ohnephysisch}}=3.772$, $n_{\text{einfachphysisch}}=4.012$, $n_{\text{qualifiziertphysisch}}=4.010$, $n_{\text{hochqualifiziertphysisch}}=4.012$, $n_{\text{Frauennichtphysisch}}=3.998$, $n_{\text{HSnichtphysisch}}=3.815$, $n_{\text{dualnichtphysisch}}=3.773$, $n_{\text{ohnenichtphysisch}}=3.768$, $n_{\text{einfachnichtphysisch}}=4.011$, $n_{\text{qualifiziertnichtphysisch}}=4.008$, $n_{\text{hochqualifiziertnichtphysisch}}=4.010$

Wie in der Abbildung 9 zu sehen ist, entsprechen die Tendenzen sowohl bei der Geschlechterverteilung, als auch beim Qualifikations- und Tätigkeitsniveau den Trends des vorherigen Erhebungsjahres.

Die Unternehmen wurden außerdem in beiden Erhebungsjahren zu ihrer geschäftlichen Entwicklung und dort insbesondere nach Investitionen in digitale Technologien im Vorjahr befragt und sollten angeben, ob diese gesunken, in etwa gleichgeblieben oder gestiegen sind.

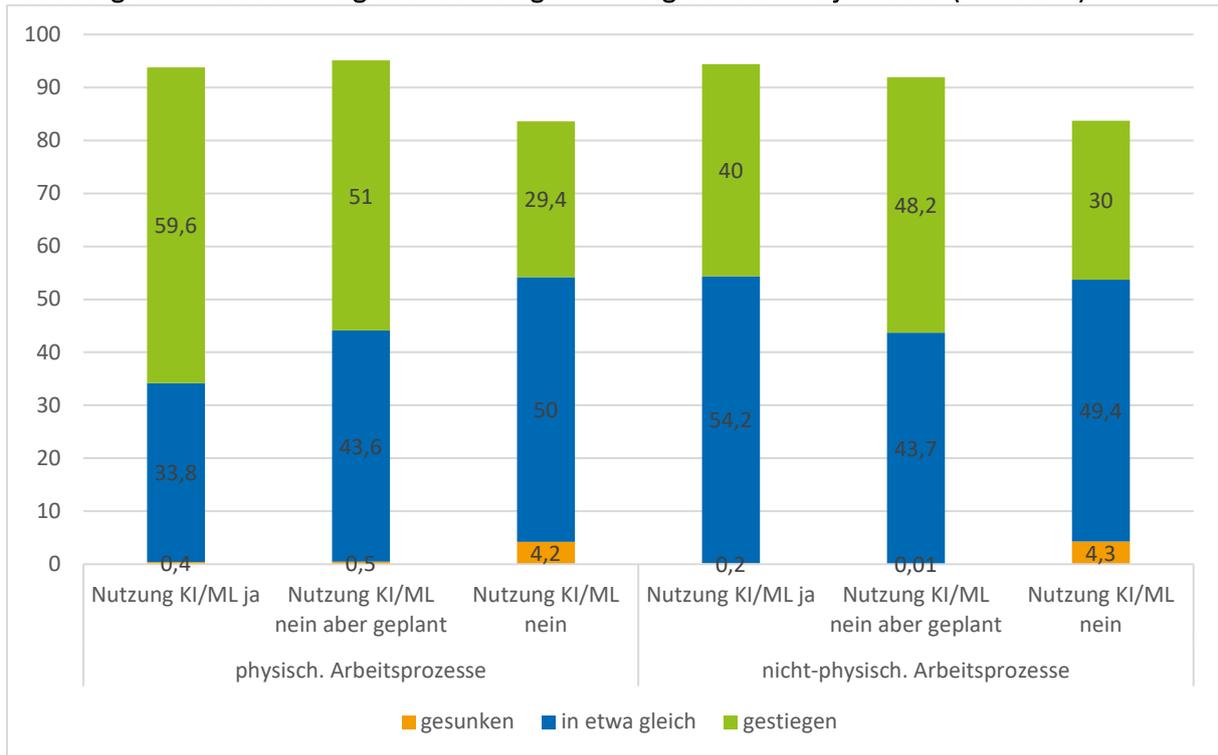
Abbildung 10: Investition in digitale Technologien im Vergleich zum Vorjahr 2018 (in Prozent)



Quelle: BIBB-Qualifizierungspanel: 2019; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n=3.816 Antwortmöglichkeit „trifft nicht zu“ wurde ausgeklammert.

Bezogen auf das Jahr 2018, gab unter den KI-Unternehmen ein wesentlich höherer Anteil an, dass die Investitionen gestiegen sind, als unter den Nicht-KI-Unternehmen (63% vs. 23%) (Abbildung 10). Im Gegensatz dazu, gibt ein höherer Anteil der Nicht-KI-Unternehmen an, dass die Investitionen in etwa gleichgeblieben sind (53% vs. 26%). Dass die Investitionen gesunken sind, geben nur vier Prozent der KI-Unternehmen und sieben Prozent der Nicht-KI-Unternehmen an. Die Nutzung von KI bedingt dementsprechend auch entsprechende Investitionen, oder die getätigten Investitionen werden genutzt, um den KI Einsatz auszubauen. Diese Tendenzen sind auch für die Ergebnisse aus dem Erhebungsjahr 2020 zu konstatieren.

Abbildung 11: Investition in digitale Technologien im Vergleich zum Vorjahr 2019 (in Prozent)

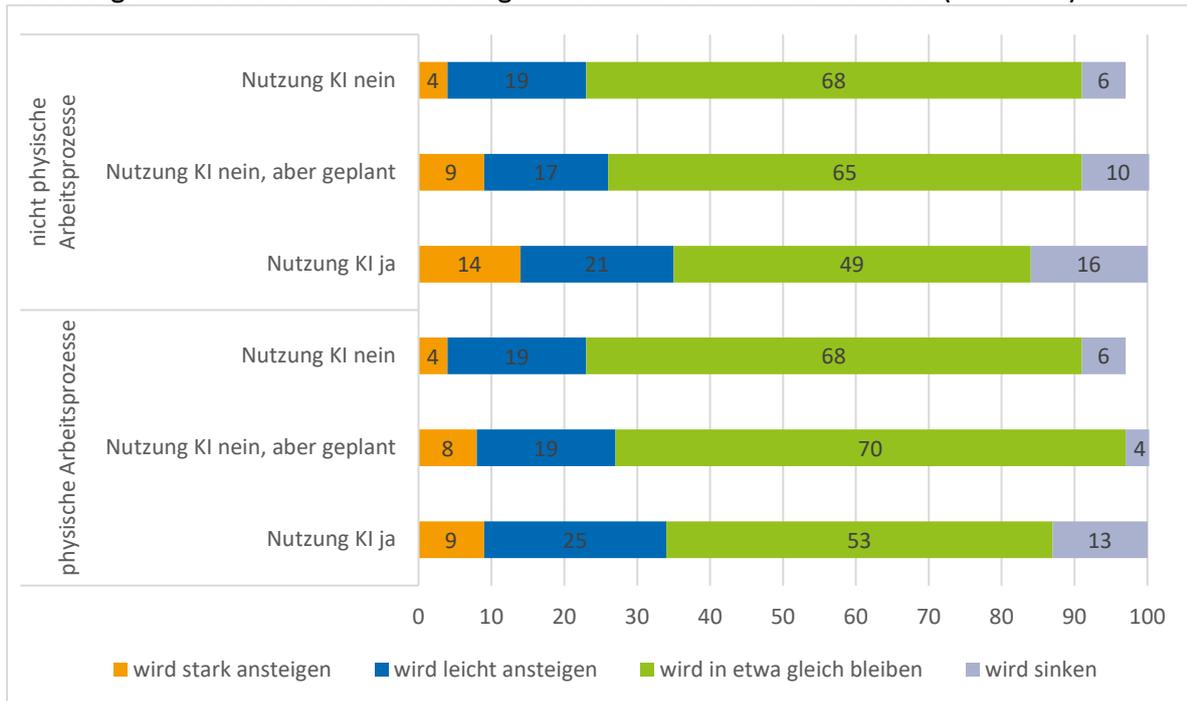


Quelle: BIBB-Qualifizierungspanel: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, $n_{\text{physisch}}=3.856$, $n_{\text{nichtphysisch}}=3.854$

Antwortmöglichkeit „trifft nicht zu“ wurde ausgeklammert.

Vor allem bei den KI-Unternehmen ist eine Steigerung der Investitionen zu erkennen. Diese Beobachtung ist stärker beim Einsatz der KI in physischen Arbeitsprozessen ausgeprägt (Abbildung 11). Auch die Unternehmen, die angeben, dass eine Anschaffung von KI- oder ML-Technologien geplant ist, haben mit circa 50 Prozent angegeben, dass die Investitionen gestiegen sind. Von den Nicht-KI-Unternehmen geben hingegen sogar rund 30 Prozent an, dass die Investitionen in digitale Technologien gesunken sind. Dieser Anteil beträgt bei den KI-Unternehmen weniger als ein Prozent.

Abbildung 12: Personalbedarfsveränderungen in den nächsten fünf Jahren 2019 (in Prozent)

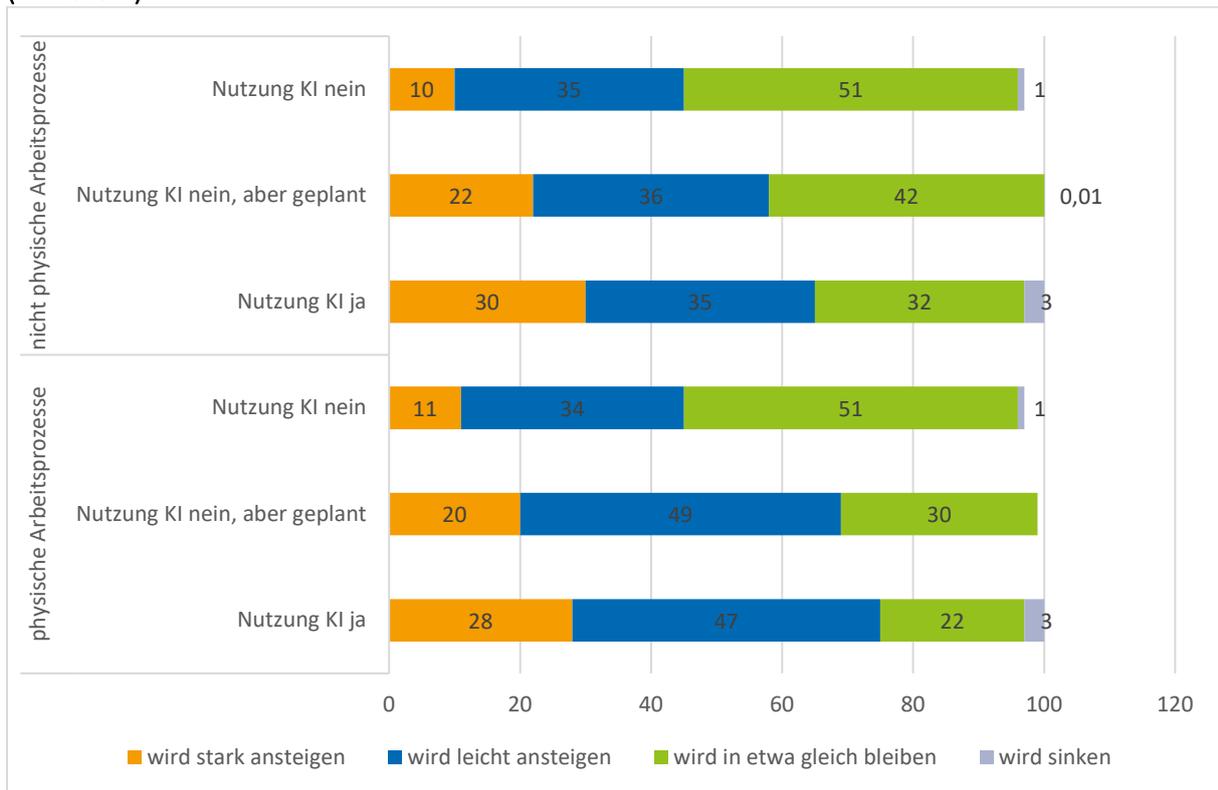


Quelle: BIBB-Qualifizierungspanel: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, $n_{\text{physisch}}=4.005$, $n_{\text{nichtphysisch}}= 4.003$, „wird stark sinken“ und „wird leicht sinken“ zusammengefasst zu „wird sinken“, Antwortmöglichkeit „trifft nicht zu“ wurde ausgeklammert.

Betrachtet man die geschätzten Personalbedarfsveränderungen in den nächsten fünf Jahren, fällt auf, dass vor allem die KI-Unternehmen angeben, dass ihr Bedarf an Personal stark oder leicht ansteigen wird (Abbildung 12). Auffällig ist außerdem, dass die KI-Unternehmen gleichzeitig zu leicht höheren Anteilen angeben, dass der Personalbedarf sinken wird. Bei den Nicht-KI-Unternehmen ist hingegen vor allem die Antwortkategorie „wird in etwa gleich bleiben“ stark vertreten.

Ähnliche Ergebnisse sind auch bei der Abfrage nach Veränderungen der beruflichen Qualifikationsanforderungen in den nächsten fünf Jahren innerhalb des Betriebs zu verzeichnen.

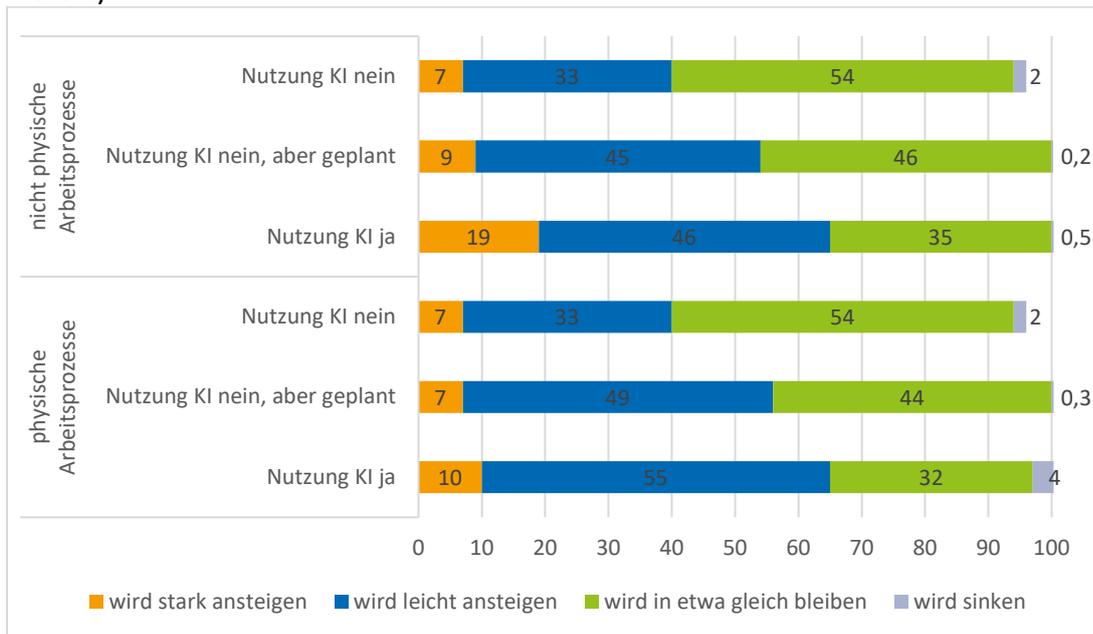
Abbildung 13: Veränderung der beruflichen Qualifikationsanforderung in den nächsten fünf Jahren 2019 (in Prozent)



Quelle: BIBB-Qualifizierungspanel: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, $n_{\text{physisch}}=4.019$, $n_{\text{nichtphysisch}}= 4.017$, „wird stark sinken“ und „wird leicht sinken“ zusammengefasst zu „wird sinken“, Antwortmöglichkeit „trifft nicht zu“ wurde ausgeklammert.

Während die KI-Unternehmen zu fast einem Drittel angeben, dass die Anforderungen stark steigen werden, macht dieser Anteil bei den Nicht-KI-Unternehmen nur knapp zehn Prozent aus (Abbildung 13). Die Nicht-KI-Unternehmen geben mit einem Anteil von über 50 Prozent an, dass sie keine Veränderung bezüglich der Qualifikationsanforderungen in den nächsten fünf Jahren erwarten. Die Erwartung, dass die Qualifikationsanforderungen leicht sinken könnten, sind in allen Kategorien sehr gering und ein starkes Absinken der Qualifikationsanforderungen wird so gut wie gar nicht erwartet.

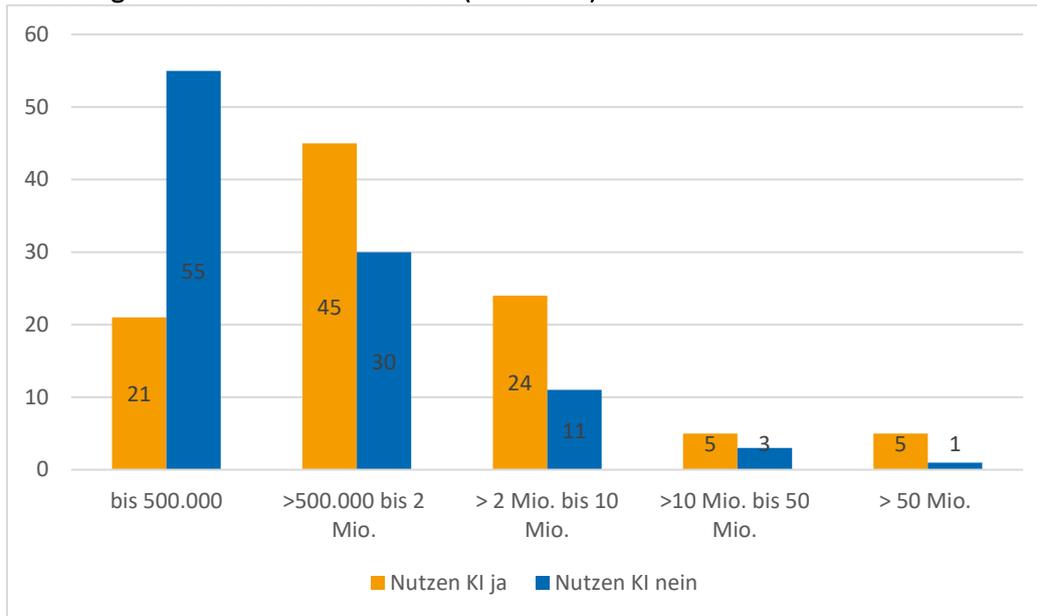
Abbildung 14: Betriebliche Investitionen in die Weiterbildung in den nächsten fünf Jahren 2019 (in Prozent)



Quelle: BIBB-Qualifizierungspanel: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, $n_{\text{physisch}}=4.014$, $n_{\text{nichtphysisch}}= 4.012$, „wird stark sinken“ und „wird leicht sinken“ zusammengefasst zu „wird sinken“, Antwortmöglichkeit „trifft nicht zu“ wurde ausgeklammert.

Abbildung 14 zeigt die Einschätzung, inwiefern sich die betrieblichen Investitionen in die Weiterbildung in den nächsten fünf Jahren verändern werden, differenziert nach der KI-Nutzung. Auch hier ist der Anteil, der einschätzt, dass die Investitionen stark oder leicht ansteigen werden, bei den KI-Unternehmen höher als bei den Nicht-KI-Unternehmen. Das gilt auch für die Unternehmen, die eine Anschaffung von KI geplant haben. Außerdem prognostiziert ein höherer Anteil der Nicht-KI-Unternehmen, dass die Investitionen in etwa gleichbleiben werden (54% vs. 32%). Ein Absinken der Investitionen, ob leicht oder stark, wird nur von einem sehr geringen Anteil der Unternehmen angenommen. Das verdeutlicht, dass die KI-Nutzung abhängig von der entsprechenden Ausbildung der Mitarbeiter*Innen ist, so dass betriebliche Investitionen in entsprechende Weiterbildungen nicht ausbleiben sollten, wenn die Nutzung stattfindet oder noch geplant ist.

Abbildung 15: Geschäftsvolumen 2018 (in Prozent)

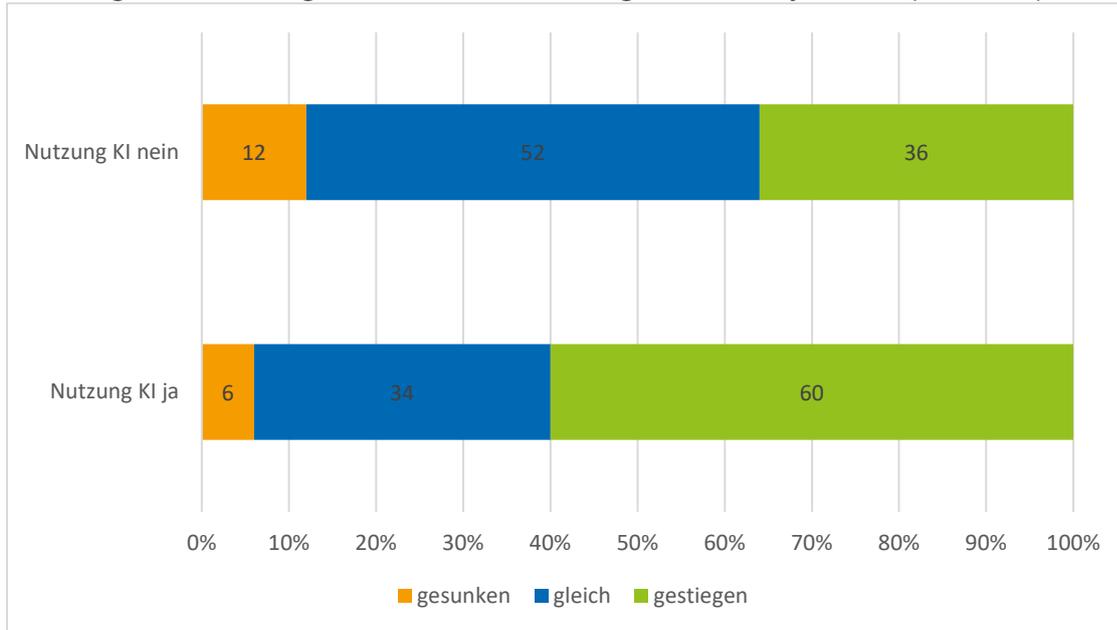


Quelle: BIBB-Qualifizierungspanel: 2019; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n=3.563.

Weitere Unterschiede zwischen Unternehmen, die KI nutzen und Unternehmen, die keine KI nutzen, sind im angegebenen Geschäftsvolumen der Betriebe ersichtlich (Abbildung 15). Von den KI-Unternehmen geben knapp über 20 Prozent an, dass ihr Geschäftsvolumen bis zu 500.000 Euro betragen hat, fast die Hälfte gibt ein Volumen von 500.000 bis 2 Millionen Euro an. Bei den Nicht-KI-Unternehmen macht die erste Kategorie mit einem Anteil von 55 Prozent über die Hälfte der Unternehmen aus, während fast 30 Prozent in die zweite Kategorie fallen. Ein Geschäftsvolumen von 2 bis 4 Millionen Euro geben rund 24 Prozent der KI-Unternehmen und 11 Prozent der Unternehmen an, die keine KI nutzen. Ein Volumen von 10 bis 50 Millionen Euro oder sogar über 50 Millionen Euro geben immerhin noch jeweils knapp fünf Prozent der Unternehmen an, die KI nutzen. Auf diese beiden höchsten Geschäftsvolumenkategorien entfallen nur drei bzw. sogar nur rund ein Prozent der Nicht-KI-Unternehmen.

Zusätzlich zum Geschäftsvolumen wurde auch die Entwicklung des Geschäftsvolumens im Vergleich zum Vorjahr abgefragt. Für die Erhebung von 2019, die sich auf das Jahr 2018 bezieht, geht es damit um die Entwicklung von 2017 bis 2018 (Abbildung 16).

Abbildung 16: Entwicklung Geschäftsvolumen im Vergleich zum Vorjahr 2018 (in Prozent)

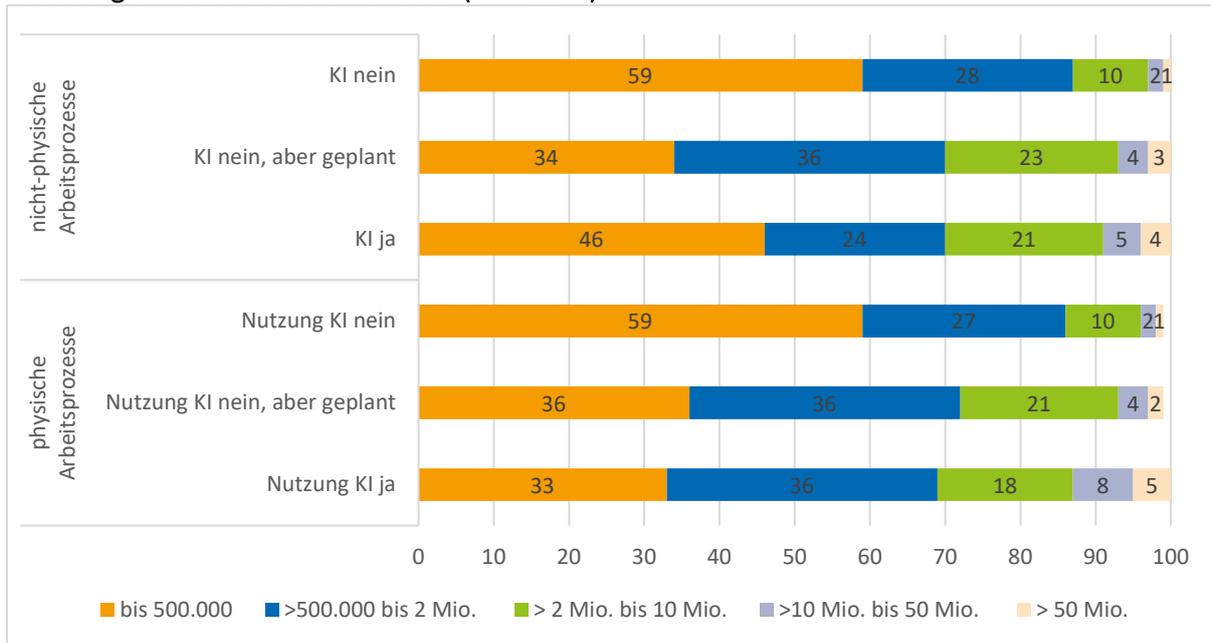


Quelle: BIBB-Qualifizierungspanel: 2019; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n=3.843.

Aus der Befragung von 2019 geht hervor, dass die KI-Unternehmen mit einem Anteil von knapp 60 Prozent angeben, dass das Geschäftsvolumen im Vergleich zum Vorjahr (von 2017 auf 2018) gestiegen ist. Ein Anteil von 34 Prozent gibt an, dass das Geschäftsvolumen gleichgeblieben ist und sechs Prozent berichten von gesunkenem Geschäftsvolumen. Bei den Nicht-KI-Unternehmen beträgt der Anteil, der angibt, dass das Geschäftsvolumen gestiegen ist, 36 Prozent und liegt damit knapp 24 Prozent unter dem Anteil der KI-Unternehmen. Über die Hälfte der Nicht-KI-Unternehmen geben an, dass sich nichts verändert hat. Der Anteil der Nicht-KI-Unternehmen der angibt, dass das Volumen gesunken sei, ist doppelt so hoch wie der Anteil unter den KI-Unternehmen (12% vs. 6%).

Beim Geschäftsvolumen im Jahr 2019 sind dieselben Tendenzen wie schon im Jahr 2018 zu erkennen (Abbildung 17).

Abbildung 17: Geschäftsvolumen 2019 (in Prozent)

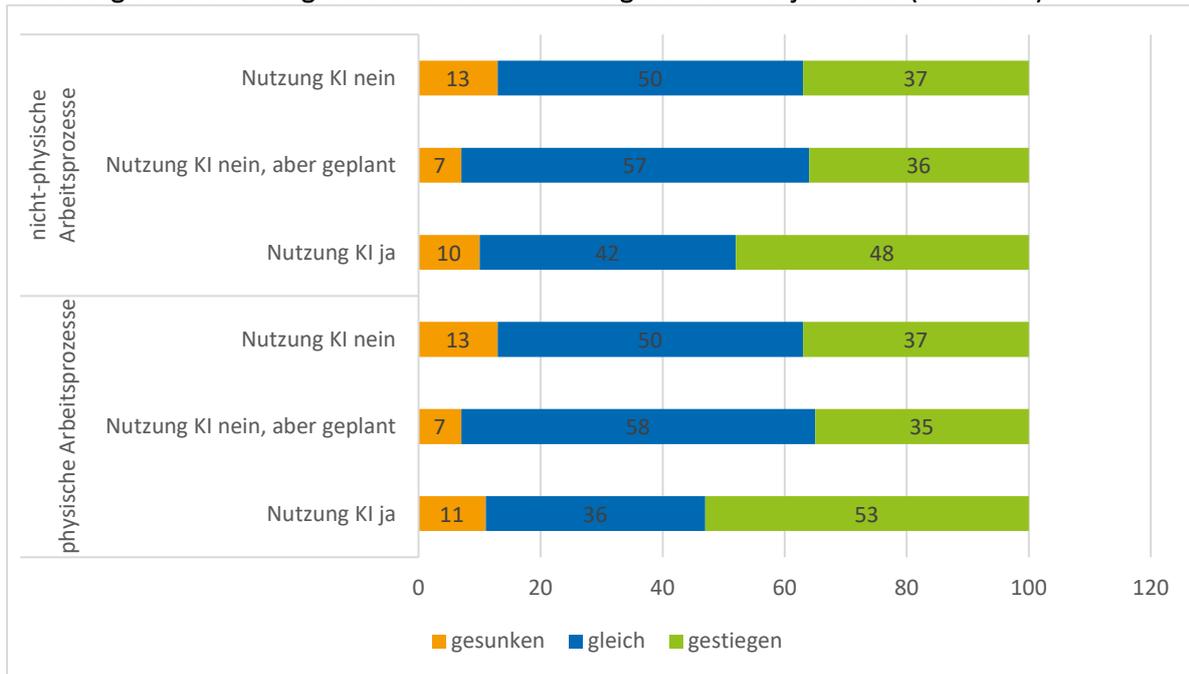


Quelle: BIBB-Qualifizierungspanel: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, $n_{\text{physisch}}=4.618$, $n_{\text{nichtphysisch}}= 3.619$.

Von den Nicht-KI-Unternehmen hat über die Hälfte angegeben, ein Geschäftsvolumen in der niedrigsten Kategorie, also bis zu 500.000 Euro erreicht zu haben. Nicht mal ganz ein Prozent dieser Unternehmen konnte in die Kategorie von über 50 Millionen Euro eingeordnet werden. Die KI-Unternehmen geben hingegen mit einem Anteil von vier Prozent (physische Arbeitsprozesse) bzw. sechs Prozent (nicht-physische Arbeitsprozesse) an, ein Geschäftsvolumen zu generieren, das über 50 Millionen Euro beträgt.

Ähnliche Tendenzen, wie beim Erhebungszeitpunkt von 2018, wurden für die Entwicklung des Geschäftsvolumens auch für das nächste Jahr festgestellt (Abbildung 18).

Abbildung 18: Entwicklung Geschäftsvolumen im Vergleich zum Vorjahr 2019 (in Prozent)



Quelle: BIBB-Qualifizierungspanel: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, $n_{\text{physisch}}=3.889$, $n_{\text{nichtphysisch}}=3.887$.

Ungefähr die Hälfte der KI-Unternehmen gibt an, dass das Geschäftsvolumen gestiegen ist. Bei den Nicht-KI-Unternehmen trifft das auf einen Anteil von knapp 36 Prozent zu. Hier geben aber über die Hälfte der Unternehmen an, dass das Geschäftsvolumen gleichgeblieben ist. Bei den KI-Unternehmen trifft das auf einen Anteil von 36 Prozent (physische Arbeitsprozesse) bzw. 42 Prozent (nicht-physische Arbeitsprozesse) zu. Nicht-KI-Unternehmen geben auch mit einem leicht höheren Anteil (ca. 2 %) an, dass das Geschäftsvolumen gesunken sei.

Tabelle 7: Anzahl sozialversicherungspflichtig Beschäftigter und Nutzung KI 2019 (Spaltenprozent)

	1-19 Beschäftigte	20-99 Beschäftigte	100-199 Beschäftigte	200 und mehr Beschäftigte
physische Arbeitsprozesse				
Nutzung KI ja	67,02	20,3	7,17	5,5
Nutzung KI nein, aber geplant	74,95	18,33	3,33	3,39
Nutzung KI nein	88,26	9,7	1,18	0,86
nicht-physische Arbeitsprozesse				
Nutzung KI ja	72,94	18,51	3,82	4,72
Nutzung KI nein, aber geplant	76,26	17,61	2,88	3,25
Nutzung KI nein	88,11	9,75	1,26	0,88

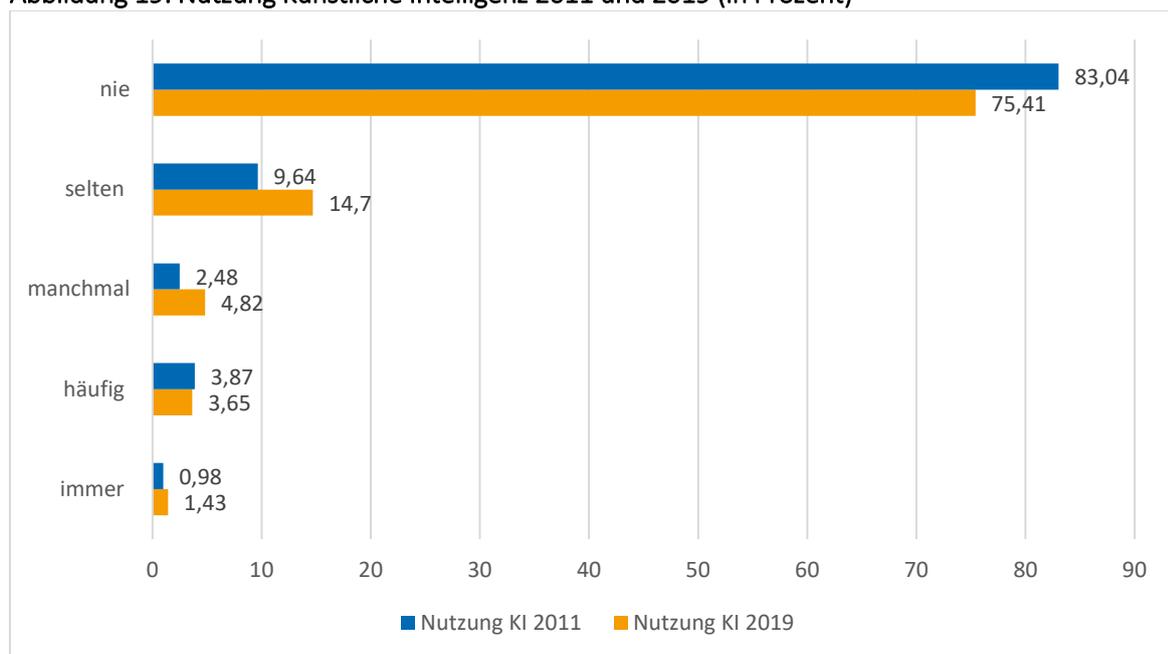
In Tabelle 7 ist zu sehen, dass vor allem größere Unternehmen, die viele sozialversicherungspflichtige Beschäftigte haben, eher KI nutzen als die kleineren Unternehmen mit weniger Beschäftigten. Der Anteil der Unternehmen, der angibt 200 oder mehr Beschäftigte zu haben, ist bei den KI-Unternehmen mit knapp sechs Prozent höher als bei den Nicht-KI-Unternehmen. Hier liegt der Anteil bei unter einem Prozent. Während von den KI-Unternehmen ein Anteil von 67 Prozent angibt, bis zu 19 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte zu haben, kommen die Nicht-KI-Unternehmen hier auf einen Anteil von 88 Prozent. Diese Ergebnisse beziehen sich auf den Einsatz von KI bei physischen

Arbeitsprozessen, gelten nur leicht verändert aber auch für den Einsatz von KI für nicht-physische Arbeitsprozesse in den Unternehmen. Das gleiche Ergebnis ist auch zu konstatieren, wenn es um den Anteil von KI-Einsatz je nach Unternehmensgröße geht. Je mehr Beschäftigte im Unternehmen arbeiten, desto höher ist der Unternehmensanteil, der angibt, KI zu nutzen.

5.3. Die Ergebnisse aus der Befragung Digitalisierung und Wandel der Beschäftigung

Zur Analyse der DiWaBe-Ergebnisse wurden die KI-Nutzungshäufigkeiten der Beschäftigten von 2011 und von 2019 gegenübergestellt (Abbildung 19). Hier fällt auf, dass die Beschäftigten 2019 zu einem höheren Anteil angegeben haben, immer KI zu nutzen (folgend: KI-Nutzenden), als das 2011 der Fall war. Gleichzeitig ist der Anteil der Beschäftigten, der angibt, nie KI zu nutzen (folgend: Nicht-KI-Nutzenden) von 83 Prozent auf 75 Prozent gesunken. Die Angabe einer seltenen Nutzung ist um fünf Prozentpunkte gestiegen und die Antwortkategorie manchmal wurde ebenfalls mit höheren Anteilen angegeben. Die häufige Nutzung hingegen ist nahezu identisch. Alles in allem scheint die Nutzungshäufigkeit von KI damit gestiegen zu sein.

Abbildung 19: Nutzung Künstliche Intelligenz 2011 und 2019 (in Prozent)

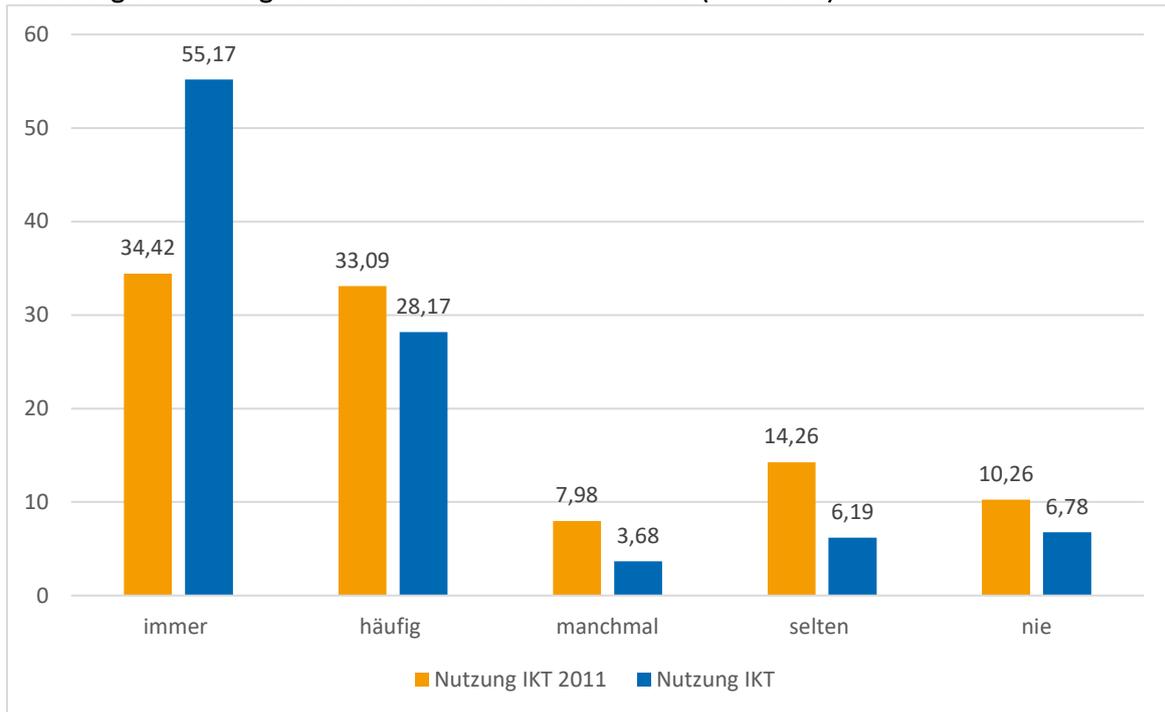


Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten.

Die gleichen Tendenzen sind auch für die übrigen abgefragten Technologie 4.0-Kategorien, wie Big Data, Internet of Things, Internet of Service, 3D-Druck oder Blockchain, zu erkennen. Einzig bei der Virtual Reality ist die immerwährende Nutzung von 2011 bis 2019 minimal gesunken, die übrigen Tendenzen entsprechen aber denen der übrigen Technologien.

Die Beschäftigten wurden außerdem auch nach der Nutzung von Informations- und Kommunikationsmitteln zu beiden Zeitpunkten befragt (Abbildung 20). Dazu zählen Bücher, und Unterlagen, analoge oder digitale Telefone, Kopierer, PCs oder Kassensysteme.

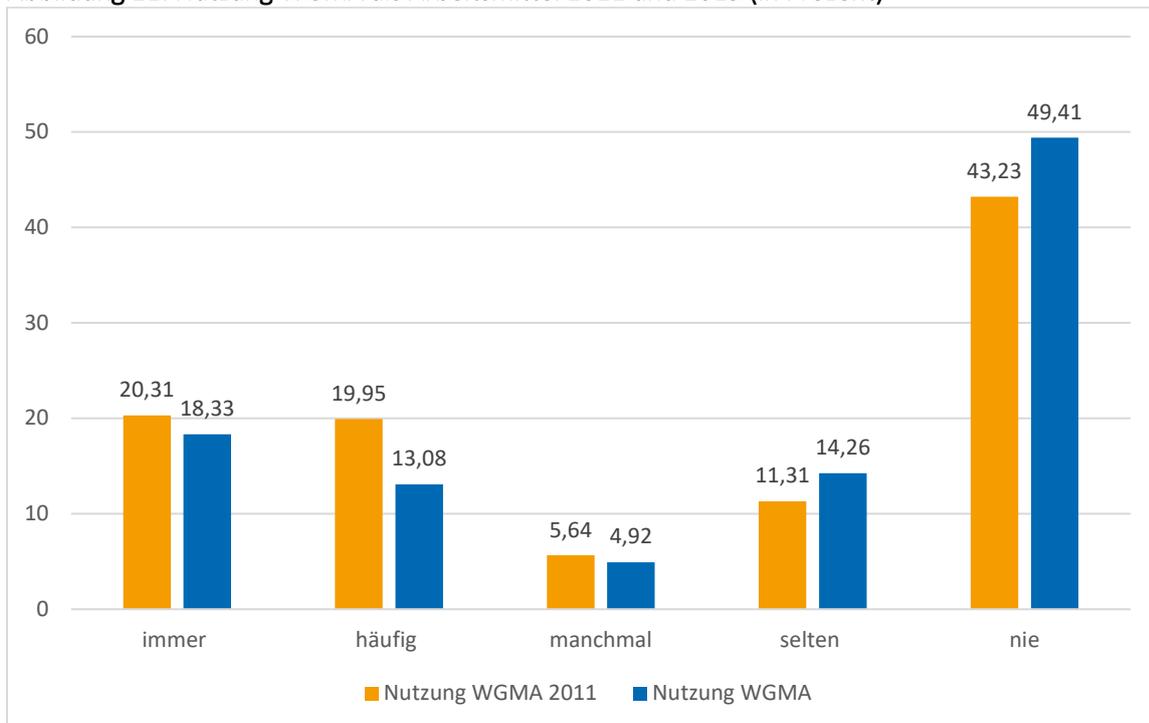
Abbildung 20: Nutzung IKT als Arbeitsmittel 2011 und 2019 (in Prozent)



Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten.

Hier ist ebenfalls eine Steigerung der ständigen Nutzung von IKT von 2011 bis 2019 zu erkennen und das um 20 Prozentpunkte. In allen anderen Antwortkategorien haben die Anteile von 2011 bis 2019 abgenommen. So geben 2019 weniger Beschäftigte an, gar keine oder nur selten IKT zu nutzen.

Abbildung 21: Nutzung WGMA als Arbeitsmittel 2011 und 2019 (in Prozent)

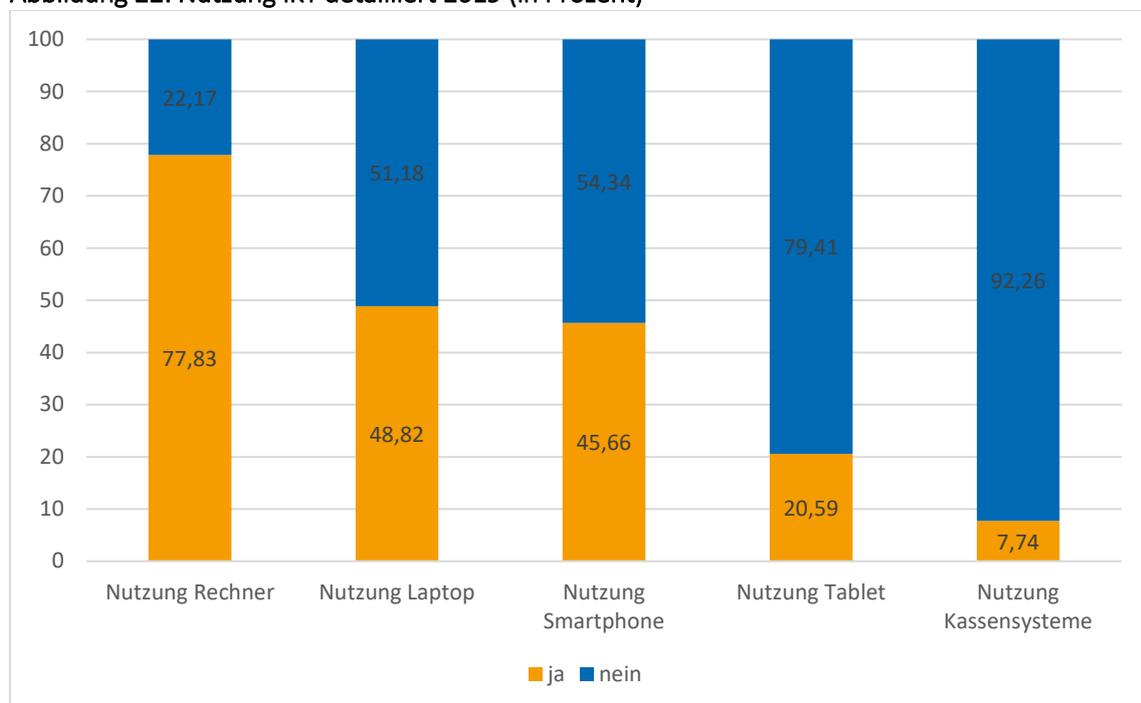


Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten.

Die gleiche Abfrage wurde auch für die Nutzung von Werkzeugen, Geräten oder Maschinen (WGMA) (Abbildung 21) gestellt, zu denen auch Diagnosegeräte oder Roboter zählen. Auch hier ist der Anteil der Beschäftigten, der angibt, immer mit WGMA zu arbeiten, höher, als er 2011 noch war. Allerdings ist der Anteil der Beschäftigten, der angibt, dass er nie mit WGMA arbeitet, mit fast 50 Prozent höher, als er 2011 mit einem Anteil von knapp 43 Prozent, noch war. Auch die häufige Nutzung hat abgenommen, während die seltene Nutzung von WGMA leicht zugenommen hat.

Der Frage nach der generellen Nutzung von IKT folgten Fragen nach der detaillierten Nutzung dieser, indem zum einen die Nutzungshäufigkeit der genauen IKT-Arbeitsmittel und zum anderen, das am häufigsten genutzte IKT-Arbeitsmittel abgefragt wurden.

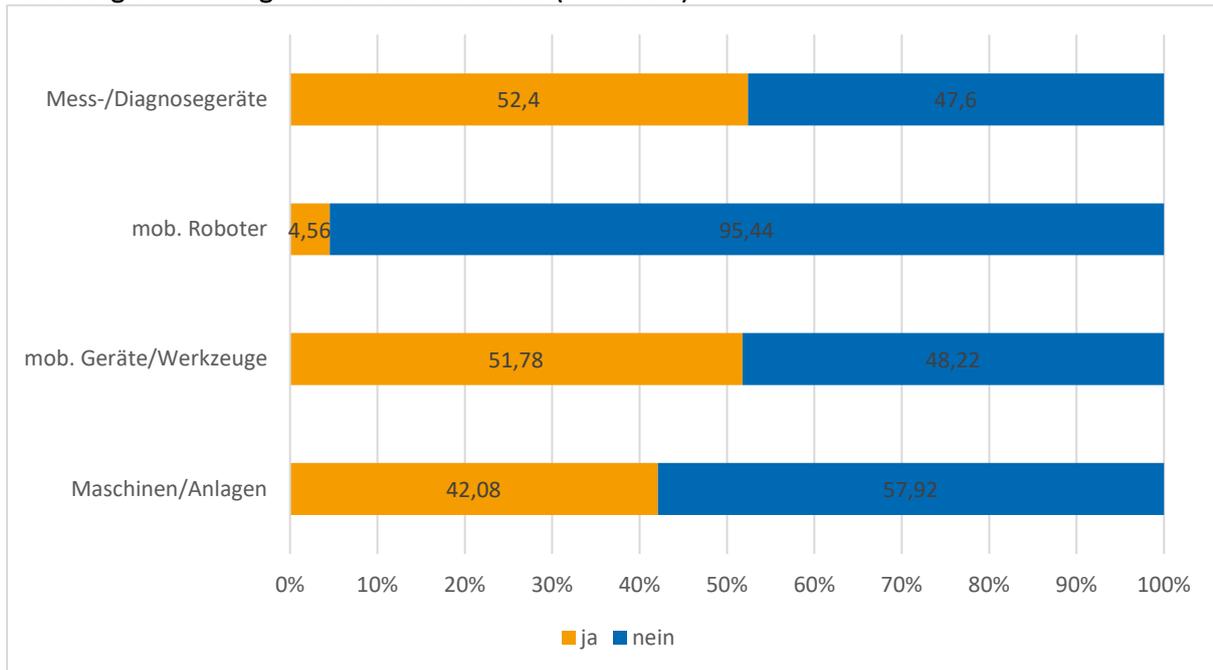
Abbildung 22: Nutzung IKT detailliert 2019 (in Prozent)



Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten.

Was die jeweiligen IKT-Arbeitsmittel angeht, geben wenig überraschend mehr als drei Viertel der Befragten an, einen Rechner zu nutzen (Abbildung 22). Fast die Hälfte der Befragten gibt außerdem an, einen Laptop oder ein Smartphone zu nutzen. Die Nutzung eines Tablets bescheinigen circa 21 Prozent der Beschäftigten und die Nutzung von Kassensystem geben acht Prozent der Befragten an. Dementsprechend macht der Rechner auch bei rund 53 Prozent der Befragten das primäre IKT- Arbeitsmittel aus, das diese am häufigsten nutzen. Über ein Drittel gibt den Laptop als häufigstes Arbeitsmittel an, das Smartphone kommt auf rund 11 Prozent, während das Tablet nur von drei und die Kassensysteme nur von zwei Prozent der Beschäftigten als das am häufigsten genutzte IKT-Arbeitsmittel benannt werden.

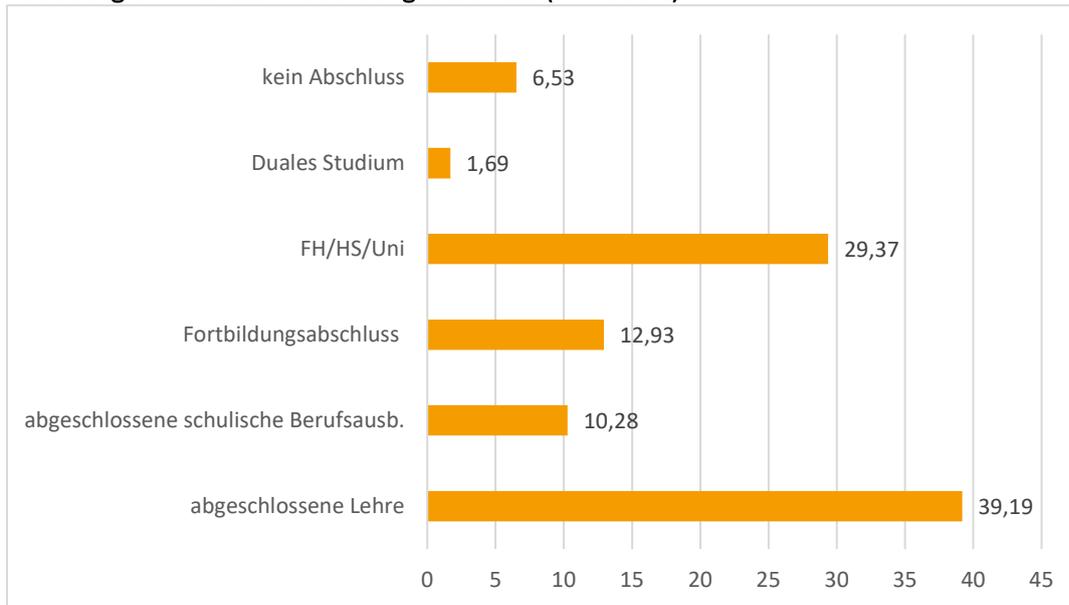
Abbildung 23: Nutzung WGMA detailliert 2019 (in Prozent)



Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten.

Ein Anteil von 42 Prozent der Beschäftigten gibt an, ortsfeste Maschinen und Anlagen zu nutzen. Bei den mobilen Robotern hingegen trifft das nur auf fünf Prozent der Befragten zu. Jeweils über die Hälfte der Befragten gibt an, Mess- und Diagnosegeräte bzw. mobile Geräte und Werkzeuge zu nutzen (Abbildung 23). Außerdem handelt es sich bei einem Anteil von 33 Prozent der ortsfesten Maschinen und Anlagen um ein robotisches System. Fast zu gleichen Anteilen werden die Mess- und Diagnosegeräte (38 %) und ortsfesten Maschinen und Anlagen (36 %) als primäres WGMA Arbeitsmittel angegeben. Die mobilen Geräte und Werkzeuge kommen auf rund 25 Prozent, während die mobilen Roboter knapp ein Prozent ausmachen. Der geringe Anteil mobiler Roboter könnte dabei mit rechtlichen Bedenken zusammenhängen, da eine räumliche Nähe zu diesen durchaus mit Gefahren für die Beschäftigten einhergehen könnte.

Abbildung 24: Höchster Ausbildungsabschluss (in Prozent)



Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten.

Schließlich wurden die Beschäftigten auch nach ihrer bestehenden Qualifikation, genauer nach ihrem höchsten Ausbildungsabschluss befragt (Abbildung 26). Knapp 40 Prozent der Befragten geben eine abgeschlossene Lehre als höchsten Ausbildungsabschluss an. Einen Fachhochschul-, Hochschul- oder Universitätsabschluss geben gut 29 Prozent der Befragten an. Danach folgen die Beschäftigten mit einem Fortbildungsabschluss mit einem Anteil von knapp 13 Prozent und diejenigen mit abgeschlossener schulischer Berufsausbildung mit einem Anteil von etwa zehn Prozent. Keinen Abschluss geben knapp sieben Prozent der Befragten an. Ein Duales Studium wird nur von circa zwei Prozent der Befragten angegeben.

Die bisher vorgestellten Ergebnisse werden im Folgenden durch eine Gegenüberstellung der Daten zur KI-Nutzung und weiterer Fragen und Faktoren aus dem Datensatz ergänzt. Zunächst wird das Ausbildungsniveau in den Zusammenhang mit der Nutzung von KI gebracht (Tabelle 8), da dieses als Erklärung für nachfolgende Ergebnisse wichtig sein könnte.

Tabelle 8: Höchster Ausbildungsabschluss und Nutzung KI (Spaltenprozente)

	Abgeschl. Lehre	Fortbildungsabschluss	FH/HS/Uni-Abschluss	keinen Ausbildungsabschluss
KI immer	36,54	0,8	47,84	14,79
KI häufig	26,75	17,34	34,42	13,75
KI manchmal	39,24	15,33	34,93	1,5
KI selten	30,1	9,21	41,25	4,39
KI nie	36,93	13,92	31,66	5,35

Von den KI-Nutzenden geben knapp 37 Prozent eine abgeschlossene Lehre und knapp 48 Prozent einen FH-, HS-, oder Universitätsabschluss als höchsten Ausbildungsabschluss an. Bei den Nicht-KI-

Nutzenden gibt mit ebenfalls 37 Prozent ein fast genauso hoher Anteil eine abgeschlossene Lehre als Ausbildungsabschluss an. Allerdings liegt der Anteil, der einen FH-, HS-, Universitätsabschluss hat, hier bei 32 Prozent und ist damit niedriger als bei den KI-Nutzenden. Der Anteil an Beschäftigten, die keinen Ausbildungsabschluss haben, ist bei den Nicht-KI-Nutzenden niedriger als bei den KI-Nutzenden (5% vs. 15%). Aufgrund sehr niedriger Anteile wurden die Beschäftigten, die eine schulische Ausbildung oder ein duales Studium als höchsten Ausbildungsabschluss angegeben haben, nicht mit in die Analyse aufgenommen. Auch hier zeigt sich, dass eine höhere Qualifizierung wahrscheinlich eher mit einer häufigeren KI-Nutzung einhergeht, diese aber nicht auf hochqualifizierte Beschäftigte beschränkt ist.

Tabelle 9: Nutzung KI und Nutzung IKT (Spaltenprozente)

	IKT immer	IKT häufig	IKT manchmal	IKT selten	IKT nie
KI immer	82,1	12,65	1,29	0	3,96
KI häufig	62,58	30,61	2,54	1,03	3,25
KI manchmal	71,9	21,31	5,82	0	0,96
KI selten	60,73	32,34	1,77	3,43	1,73
KI nie	59,23	28,92	3,37	4,13	4,35

Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten.

In Tabelle 9 wurde die Nutzung von IKT im Zusammenhang mit der Nutzung von KI betrachtet. Von den KI-Nutzenden geben 82 Prozent an immer IKT zu nutzen. Von den Nicht-KI-Nutzenden macht das einen Anteil von knapp 59 Prozent aus. Generell nimmt die ständige IKT-Nutzung mit der Nutzungshäufigkeit von KI ab, mit der Ausnahme, dass sie nochmal ansteigt, wenn KI manchmal genutzt wird, dann aber bei seltener KI Nutzung wieder unter das Niveau der häufigen KI-Nutzung fällt. Der Anteil „gar keiner“ IKT-Nutzung, ist bei den Nicht-KI-Nutzenden am höchsten.

Die Beschäftigten wurden außerdem gefragt, wie oft das jeweilige IKT-Arbeitsmittel Handlungsanweisungen, wie beispielsweise den nächsten Arbeitsschritt, vorgibt.

Tabelle 10: Handlungsanweisungen bei der PC Nutzung und Nutzung KI (Spaltenprozente)

	immer	häufig	manchmal	selten	nie
KI immer	25,78	1,44	19,24	36,33	17,2
KI häufig	16,28	19,25	23,97	21,93	18,57
KI manchmal	5,69	31,23	16,01	32,87	14,2
KI selten	5,13	13,72	31,11	43,98	6,06
KI nie	6,28	14,92	14,52	35,23	29,06

Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten.

In Tabelle 10 ist dargestellt, inwieweit Handlungsanweisungen, wie beispielsweise der nächste Arbeitsschritt durch den PC vorgegeben werden. Dabei gibt über ein Viertel KI-Nutzenden an, dass bei der Arbeit mit dem PC immer Handlungsanweisungen vorgegeben werden. Häufige KI-Nutzende geben

das mit einem Anteil von 16 Prozent an, wohingegen Nicht-KI-Nutzende mit sechs Prozent angeben, immer Handlungsanweisungen durch den PC vorgegeben zu bekommen. Der Anteil der KI-Nutzenden, der angibt niemals Handlungsanweisungen zu erhalten ist auch wesentlich niedriger als der Anteil der Nicht-KI-Nutzenden (17% vs. 30%).

Tabelle 11: Computergestützte und intelligent vernetzte Arbeitsplätze und Nutzung KI (Spaltenprozent)

Computergestützt	vollständig	überwiegend	teilweise	geringfügig	überhaupt nicht
KI immer	76,09	13,23	10,68	0	0
KI häufig	56,93	25,38	9,57	2,66	5,47
KI manchmal	57,18	34,59	5,37	0,24	2,62
KI selten	38,53	40,52	16,4	4,41	0,14
KI nie	41,4	31,29	18,01	6,77	2,53
Intelligent vernetzt	vollständig	überwiegend	teilweise	geringfügig	überhaupt nicht
KI immer	67,19	13,45	19,35	0	0
KI häufig	48,98	33,74	15,43	1,45	0,39
KI manchmal	34,6	31,39	25,97	7,2	0,84
KI selten	19,47	35,83	30,06	10,86	3,78
KI nie	22,85	27	26,66	17,74	5,75

Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n=5.287.

Tabelle 11 präsentiert die Anteile von computergestützten und intelligent vernetzten Arbeitsplätzen bei der KI-Nutzung. KI-Nutzenden geben mit einem Anteil von über drei Vierteln an, dass der Arbeitsplatz vollständig computergestützt ist. Bei den Nicht-KI-Nutzenden beträgt dieser Anteil 41 Prozent. Niemand der KI-Nutzenden gibt an, dass der Arbeitsplatz gar nicht computergestützt sei. Auf diese Antwortkategorie entfallen auch in den anderen KI-Nutzungs-Kategorien wenig Anteile. Vollständig intelligent vernetzte Arbeitsmittel werden von den KI-Nutzenden zu höheren Anteilen angegeben als von den Nicht-KI-Nutzenden (67% vs. 23%). Während niemand der KI-Nutzenden angibt, dass die Arbeitsmittel überhaupt nicht intelligent vernetzt sind, macht das bei den Nicht-KI-Nutzenden einen Anteil von sechs Prozent aus. Generell nimmt der Anteil der Beschäftigten, der überhaupt keine intelligent vernetzten Arbeitsmittel nutzt, zu, je weniger KI eingesetzt wird.

Tabelle 12: Nachvollziehbarkeit Technikhandeln und Nutzung KI (Spaltenprozent)

	immer	häufig	manchmal	selten	nie
KI immer	38,53	47,58	9,73	0,15	4,01
KI häufig	29,4	44,52	11,18	11,54	3,36
KI manchmal	27,62	45	20,9	6	0,48
KI selten	20,18	53,5	14,17	10,55	1,6
KI nie	26,27	41,79	12,09	13,41	6,43

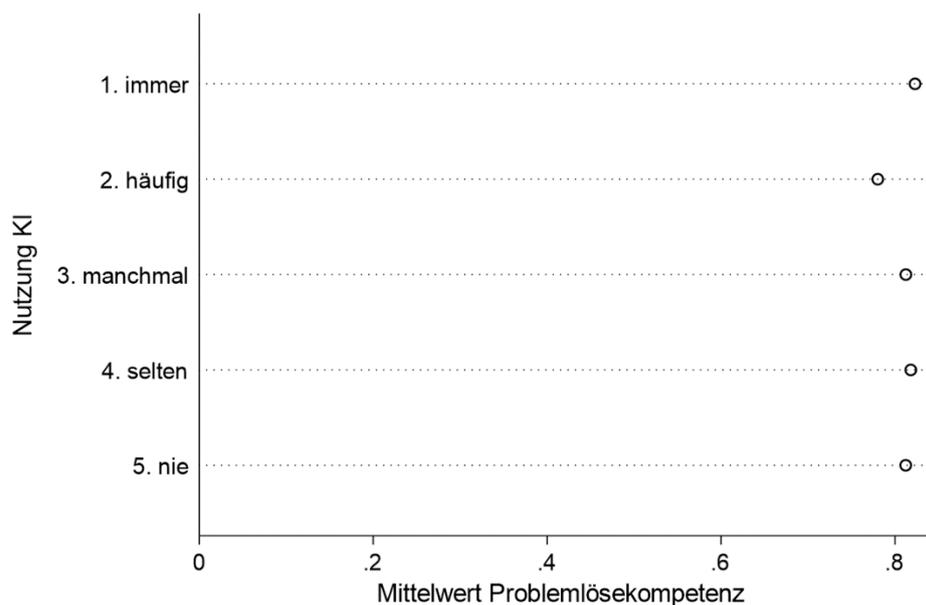
Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n=5.458.

Unabhängig vom KI-Nutzungsgrad, entfallen die größten Anteile aller Befragten auf die häufige Nachvollziehbarkeit des Technikhandelns am Arbeitsplatz (Tabelle 12). Die KI-Nutzenden geben mit einem Anteil von 39 Prozent an, das Technikhandeln immer nachvollziehen zu können und nur vier

Prozent geben an, die Handlungen der Technik am Arbeitsplatz nie nachvollziehen zu können. Die Nicht-KI-Nutzenden geben mit einem Anteil von 26 Prozent an, alles was die Technik am Arbeitsplatz tut, nachvollziehen zu können, und mit sechs Prozent an, nie nachvollziehen zu können, was die Technik macht. Die Nachvollziehbarkeit des Technikhandelns scheint damit höher zu sein, wenn KI genutzt wird.

Im nächsten Schritt wurden zu verschiedenen Faktoren Indizes gebildet, die wiederum mit der KI-Nutzung der Beschäftigten in Zusammenhang gebracht und untersucht wurden. Einer dieser Indizes bezieht sich auf die Problemlösekompetenz der Beschäftigten. Dieser wird aus drei im Fragebogen abgefragten Aussagen gebildet⁵ und als additiver Index skaliert. Der Wertebereich des Index liegt zwischen 0 (stimme gar nicht zu) und 1 (stimme voll und ganz zu). Durch T-Tests wurde auch für alle Indizes überprüft, ob die Unterschiede signifikant sind oder nicht.

Abbildung 25: Problemlösekompetenz und Nutzung KI

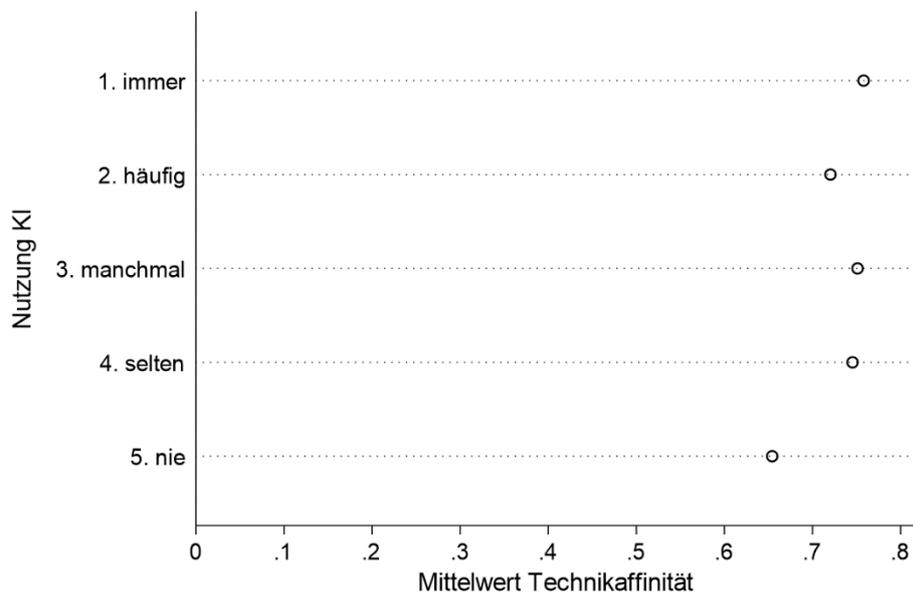


Auffällig ist, dass die Problemlösekompetenz kaum variiert, unabhängig von der Häufigkeit der Nutzung von KI (Abbildung 25). Einzig die Beschäftigten, die angeben, häufig KI zu nutzen, fallen im Vergleich zu den anderen Beschäftigten leicht ab, was ihre Problemlösekompetenz angeht.

⁵ „In schwierigen Situationen kann ich mich auf meine Fähigkeiten verlassen.“ „Die meisten Probleme kann ich aus eigener Kraft gut meistern.“ „Auch anstrengende und komplizierte Aufgaben kann ich in der Regel gut lösen.“

Ein weiterer Index wurde zur Technikaffinität der Beschäftigten erstellt und wurde aus zwei im Fragebogen enthaltenen Fragen gebildet⁶ und ebenfalls als additiver Index skaliert. Der Wertebereich des Index liegt zwischen 0 (stimme gar nicht zu) und 1 (stimme voll und ganz zu).

Abbildung 26: Technikaffinität und Nutzung KI



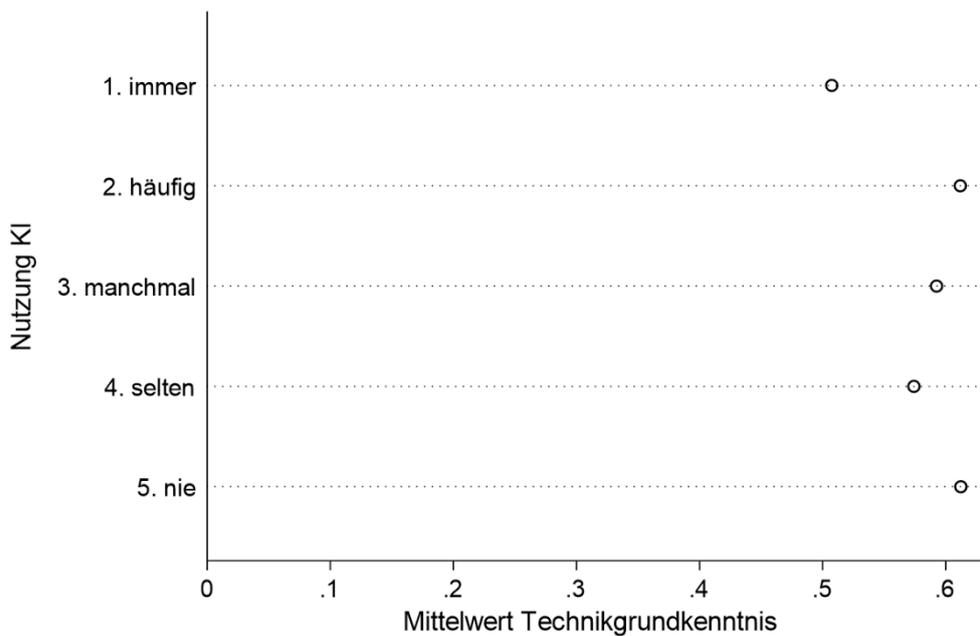
Unterschiede zwischen der Nutzungshäufigkeit von KI fallen hier insoweit auf, als dass die KI-Nutzenden einen höheren Wert bei der Technikaffinität aufweisen, als die Nicht-KI-Nutzer*innen (Abbildung 26). Während erstere den höchsten Wert aller Häufigkeitsgruppen aufweisen, weisen die letzteren den geringsten Wert auf. Damit scheint eine höhere Technikaffinität eher bei den Beschäftigten zu bestehen, die bei ihrer Arbeit immer KI verwenden.

Auch für die Untersuchung des Technikinteresses der Beschäftigten bzw. ob das Interesse über Technikgrundkenntnisse hinausgeht, wurde ein Index aus ebenfalls zwei Fragen aus dem Fragebogen gebildet⁷. Der Wertebereich des Index liegt zwischen 0 (stimme gar nicht zu) und 1 (stimme voll und ganz zu).

⁶ „Ich beschäftige mich gern genauer mit technischen Systemen.“ „Ich probiere gern die Funktionen neuer technischer Systeme aus.“

⁷ „Es genügt mir, dass ein technisches System funktioniert, mir ist es egal, wie oder warum.“ „Es genügt mir, die Grundfunktionen eines technischen Systems zu kennen.“

Abbildung 27: Technikinteresse über Grundkenntnisse hinaus und Nutzung KI



Hier gilt es zu beachten, dass ein höherer Wert darauf hinweist, dass den Beschäftigten technische Grundkenntnisse für ihre Arbeit genügen und diese wenig Interesse an darüberhinausgehendem Wissen haben (Abbildung 27). Dementsprechend fällt auf, dass die KI-Nutzenden den niedrigsten Wert aufweisen und am ehesten an mehr als nur technischen Grundkenntnissen interessiert sind. Den höchsten Wert weisen die Nicht-KI-Nutzenden auf, so dass diese eher bloß an technischen Grundkenntnissen interessiert zu sein scheinen.

Außerdem wurden die Beschäftigten auch nach der Routine während ihrer Arbeit abgefragt, so dass hier ebenfalls Analysen im Zusammenhang mit der KI-Nutzung möglich sind. Die Beschäftigten wurden beispielsweise gefragt, wie häufig es bei ihrer Arbeit vorkommt, dass sich identische Arbeitsabläufe immer wieder wiederholen.

Tabelle 13: Wiederholung identischer Arbeitsabläufe und Nutzung KI (Spaltenprozente)

	immer	häufig	manchmal	selten	nie
KI immer	22,1	28,45	18,27	31,18	0
KI häufig	19,98	65,77	8,22	5,72	0,31
KI manchmal	19,67	38,99	25,92	12,57	2,86
KI selten	13,56	50,73	17,88	16,87	0,97
KI nie	23,49	51,29	12,22	11,2	1,8

Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n=5.531.

Sowohl KI-Nutzer*innen als auch Nicht-KI-Nutzer*innen geben mit einem Anteil von über 20 Prozent an, dass es immer vorkommt, dass sich die Arbeitsabläufe bei ihrer Arbeit auf identische Art und Weise wiederholen, wobei der Anteil der Nicht-KI-Nutzenden leicht höher ist (Tabelle 13). Arbeitsabläufe nie wiederholen zu müssen, geben alle Beschäftigten, unabhängig von der Nutzungshäufigkeit der KI, mit sehr geringen Anteilen an. Eine nur selten vorkommende Wiederholung identischer Arbeitsabläufe geben über ein Drittel der KI-Nutzenden und elf Prozent der Nicht-KI-Nutzenden an. Über die Hälfte der Befragten, die nie mit KI arbeitet, gibt an, dass sich identische Arbeitsabläufe häufig wiederholen. Bei den Beschäftigten, die immer KI nutzen, macht dieser Anteil knapp 28 Prozent aus.

Tabelle 14: Häufigkeit unvorhergesehener Situationen und Nutzung KI (Spaltenprozente)

	immer	häufig	manchmal	selten	nie
KI immer	25,45	63,03	9,06	2,47	0
KI häufig	31,1	45,42	16,25	7,23	0
KI manchmal	24,41	61,22	12,31	1,29	0,77
KI selten	19,31	66,23	7	7,4	0,06
KI nie	24,13	56,48	12,34	6,18	0,87

Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n=5.535.

Die Befragten sollten außerdem auch angeben, wie häufig bei der Arbeit Situationen auftreten, auf die sie individuell reagieren müssen (Tabelle 14). Hier sind die gleichen Tendenzen wie schon bei der vorherigen Frage erkennbar. Sowohl die KI-Nutzenden als auch Nicht-KI-Nutzenden geben mit einem Anteil von fast 25 Prozent an, dass solche Situationen während ihrer Arbeit immer auftreten, wobei der Anteil der Nicht-KI-Nutzenden leicht höher ist. Unabhängig von der Nutzungshäufigkeit von KI bei der Arbeit sind hier die Anteile der Beschäftigten, die angeben, dass solche Situationen nie vorkommen, sehr gering. Der Anteil der Beschäftigten, der angibt, dass diese Situationen häufig auftreten, ist bei den KI-Nutzenden um fast sieben Prozent höher als bei den Nicht-KI-Nutzenden (63% vs. 56%).

Tabelle 15: Körperliche Anforderungen und Nutzung KI (Spaltenprozente)

	immer	häufig	manchmal	selten	nie
KI immer	5,65	8,17	24,72	14,91	46,55
KI häufig	3,86	12,83	6,56	18,09	58,67
KI manchmal	3,34	11,94	9,23	21,82	53,67
KI selten	5,32	11,53	11,74	29	42,41
KI nie	10,29	15,54	9,05	23,74	41,37

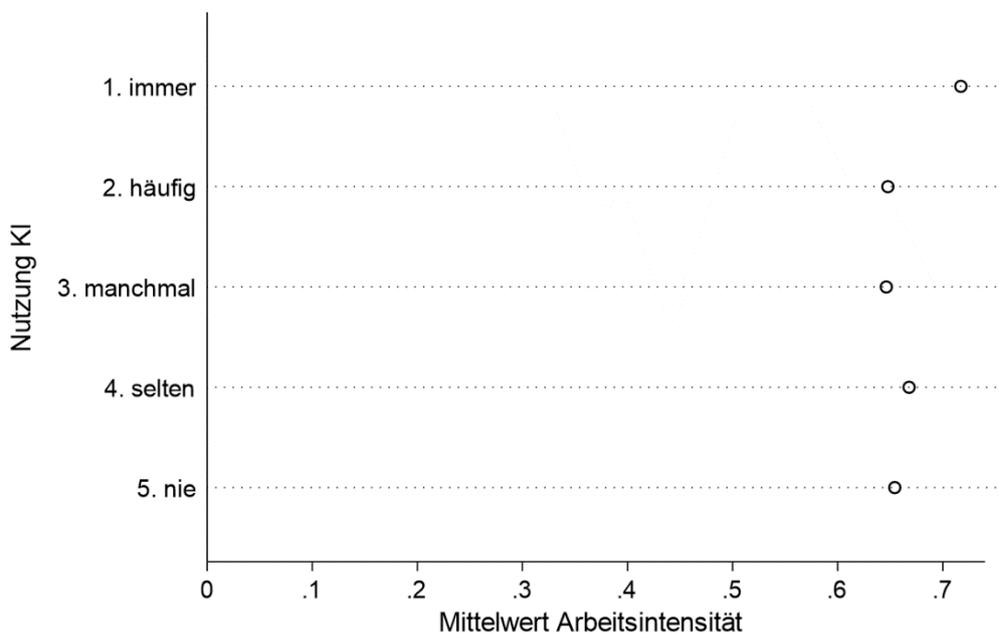
Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n=5.537.

Die Befragten sollten außerdem mitteilen, wie häufig ihre Arbeit mit großer körperlicher Anstrengung verbunden ist und wie häufig sie bei der Arbeit mindestens eine Stunde ununterbrochen sitzen (Tabelle 15). Hier wird ersichtlich, dass KI-Nutzenden weniger körperliche Anforderungen bei ihrer Arbeit zu haben scheinen als Nicht-KI-Nutzenden (6% vs. 10%). Diese geben mit einem sechs Prozentpunkte

geringeren Anteil auch an, dass ihre Arbeit nie mit körperlicher Anstrengung verbunden ist (47% vs. 41%).

Ein weiterer Index wurde in Bezug auf die Arbeitsintensität, der die Beschäftigten ausgesetzt sind, gebildet und der Häufigkeit der KI-Nutzung gegenübergestellt. Der Index wurde aus vier Fragen aus dem Fragebogen generiert, die sich jeweils um verschiedene Formen der Arbeitsintensität, wie zum Beispiel Multitasking oder Informationsflut, drehen⁸. Der Wertebereich des Index liegt zwischen 0 (nie) und 1 (immer).

Abbildung 28: Arbeitsintensität und Nutzung KI

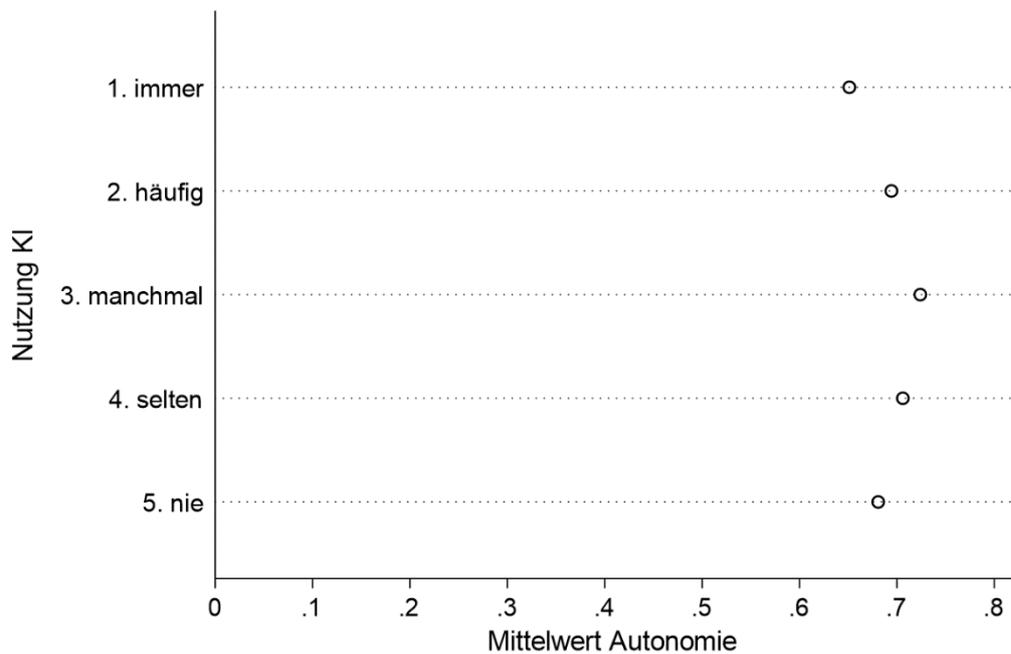


Je höher der Wert, desto eher ist von einer hohen Arbeitsintensität bei den Beschäftigten auszugehen. Dementsprechend ist die Arbeitsintensität bei den KI-Nutzenden höher als bei den Nicht-KI-Nutzenden (Abbildung 28). Diese kommen auf den niedrigsten Wert, was die Arbeitsintensität angeht. Die übrigen KI-Nutzungshäufigkeiten unterscheiden sich kaum, was den Wert der Arbeitsintensität betrifft und liegen dazwischen. Das könnte entweder damit einhergehen, dass die KI-Nutzenden mit hoch spezialisierten Technologien arbeiten, die die Arbeitsintensität erhöhen, oder, dass sie KI-Technologien zuarbeiten, was ebenfalls je nach Arbeitsumfeld eine hohe Arbeitsintensität erfordern kann, wie beispielsweise bei der Zuarbeit auf einem Laufband.

⁸ „Wie häufig müssen Sie bei Ihrer Arbeit unter starkem Termin- oder Leistungsdruck arbeiten?“. „Wie häufig müssen Sie bei Ihrer Arbeit verschiedenartige Arbeiten oder Vorgänge gleichzeitig im Auge behalten?“. „Wie häufig werden Sie bei Ihrer Arbeit gestört oder unterbrochen?“. „Wie häufig können Sie bei Ihrer Arbeit die anfallende Informationsmenge nicht bewältigen?“.

Aus fünf Fragen aus dem Fragebogen wurde ein Index zur Analyse der Autonomie bei der Arbeit erstellt und in Zusammenhang mit der Häufigkeit der KI-Nutzung analysiert⁹. Der Wertebereich des Index liegt zwischen 0 (nie) und 1 (immer).

Abbildung 29: Autonomie und Nutzung KI

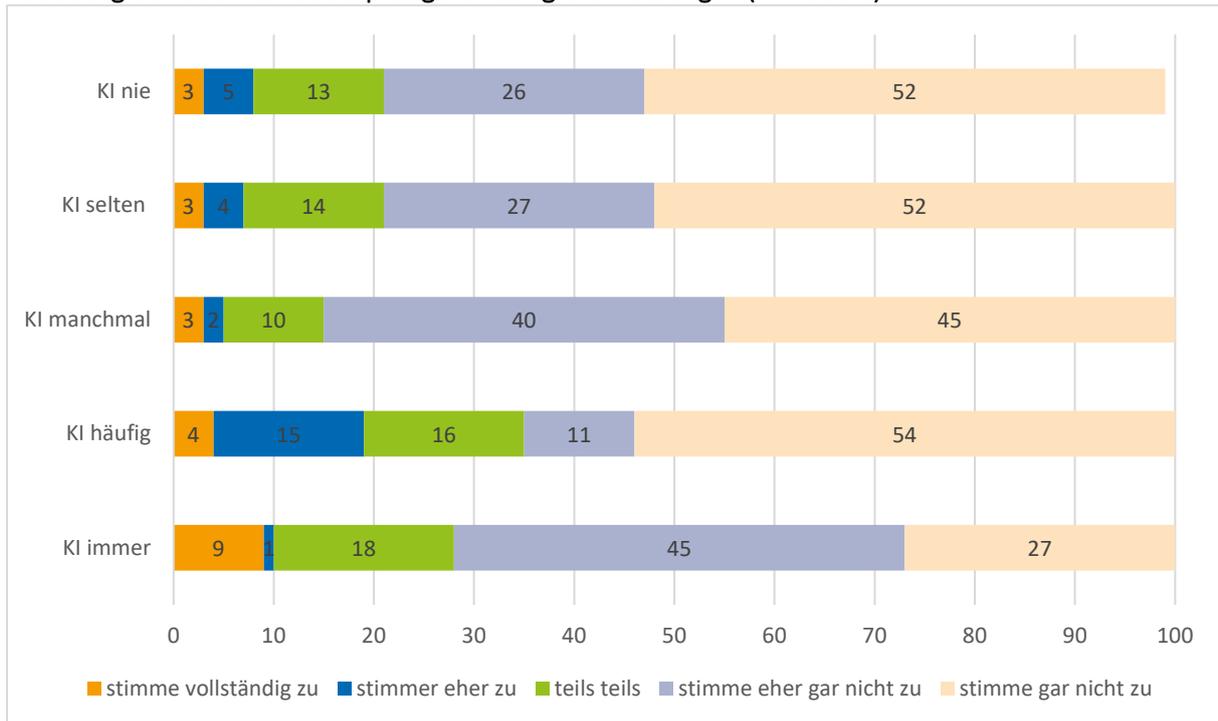


Je höher der angegebene Wert ist, desto höher ist auch die Autonomie der Beschäftigten bei ihrer Arbeit (Abbildung 29). In diesem Fall entfällt der höchste Wert weder auf die KI-Nutzenden noch auf Nicht-KI-Nutzenden, sondern auf die Beschäftigten, die manchmal KI nutzen. Bei den Nicht-KI-Nutzenden ist der Wert leicht höher als bei KI-Nutzenden.

Im nächsten Schritt soll untersucht werden, inwieweit die Arbeitsplatzsorgen und die gefühlte Gefährdung des Arbeitsplatzes der Beschäftigten im Zusammenhang mit der Nutzungshäufigkeit von KI bei der Arbeit stehen. Hierzu wurden sie befragt, inwieweit sie der Aussage zustimmen, dass ihr Arbeitsplatz gefährdet sei (Abbildung 30).

⁹ „Wie häufig können Sie sich Ihre Arbeit selbst einteilen?“. „Wie häufig können Sie Ihr Arbeitstempo selbst bestimmen?“. „Wie häufig können Sie bei der Erledigung Ihrer Arbeit zwischen unterschiedlichen Herangehensweisen wählen?“. „Wie häufig haben Sie bei Ihrer Arbeit die Möglichkeit, sich selbst neue Aufgaben zu suchen?“. „Wie häufig haben Sie bei Ihrer Arbeit Einfluss auf die Ihnen zugewiesene Arbeitsmenge?“.

Abbildung 30: Gefühlte Arbeitsplatzgefährdung und Nutzung KI (in Prozent)

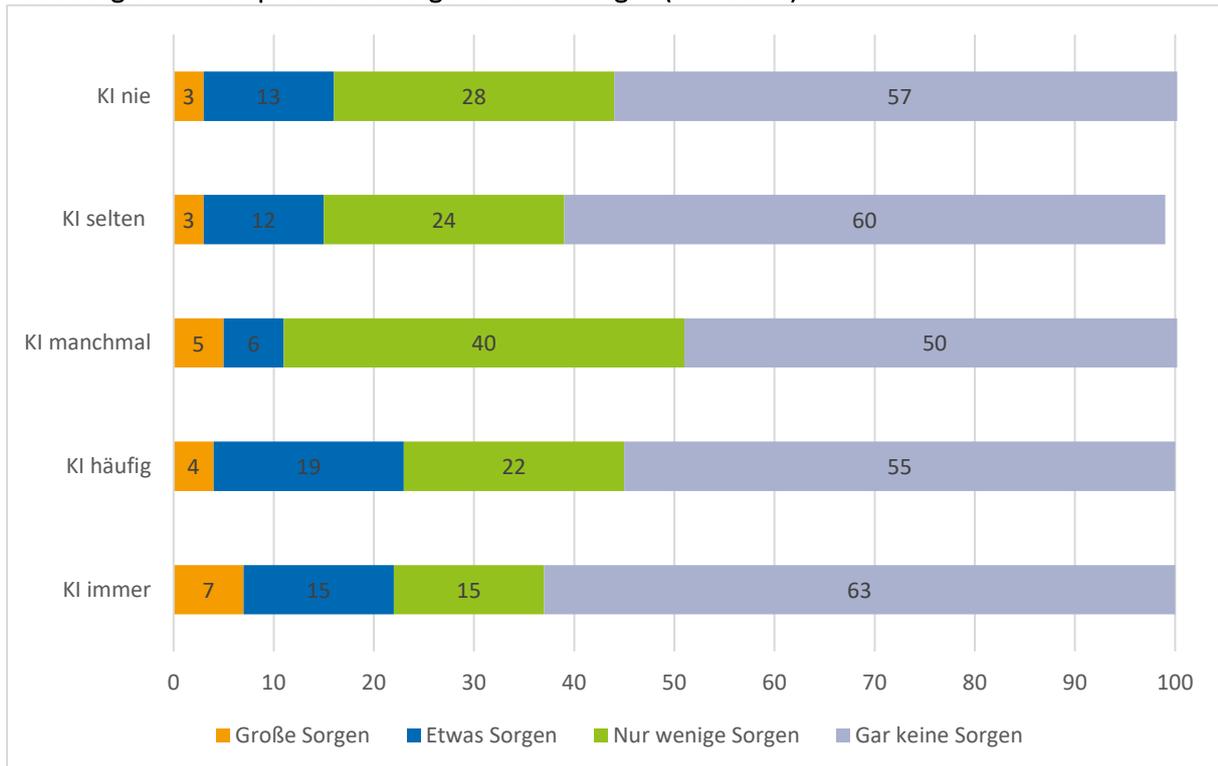


Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n=5.498.

Hier ist zu erkennen, dass die KI-Nutzer*innen eher vollständig der Aussage zustimmen, dass ihr Arbeitsplatz gefährdet sei, als Nicht-KI-Nutzenden (9% vs. 3%). Die Nicht-KI-Nutzenden geben auch mit einem höheren Anteil an, dieser Aussage gar nicht zuzustimmen (52% vs. 27%). Das kann erstens mit dem Ausbildungsniveau der KI-Nutzenden zusammenhängen. Über ein Drittel gibt an, dass der höchste Ausbildungsabschluss eine abgeschlossene Lehre ist. Zweitens kann der hohe Anteil der gefühlten Arbeitsplatzgefährdung bei den KI-Nutzenden damit zusammenhängen, dass die Nutzung von KI auch heißen kann, dass der KI zugearbeitet wird, so dass diese Tätigkeiten in der eigenen Wahrnehmung irgendwann auch von der KI selber übernommen werden könnten.

Diese Ergebnisse werden auch von den Ergebnissen zu den Arbeitsplatzverlustrisorgen der Beschäftigten, die ebenfalls abgefragt wurde, gestützt (Abbildung 31).

Abbildung 31: Arbeitsplatzverlustrisorgen und Nutzung KI (in Prozent)



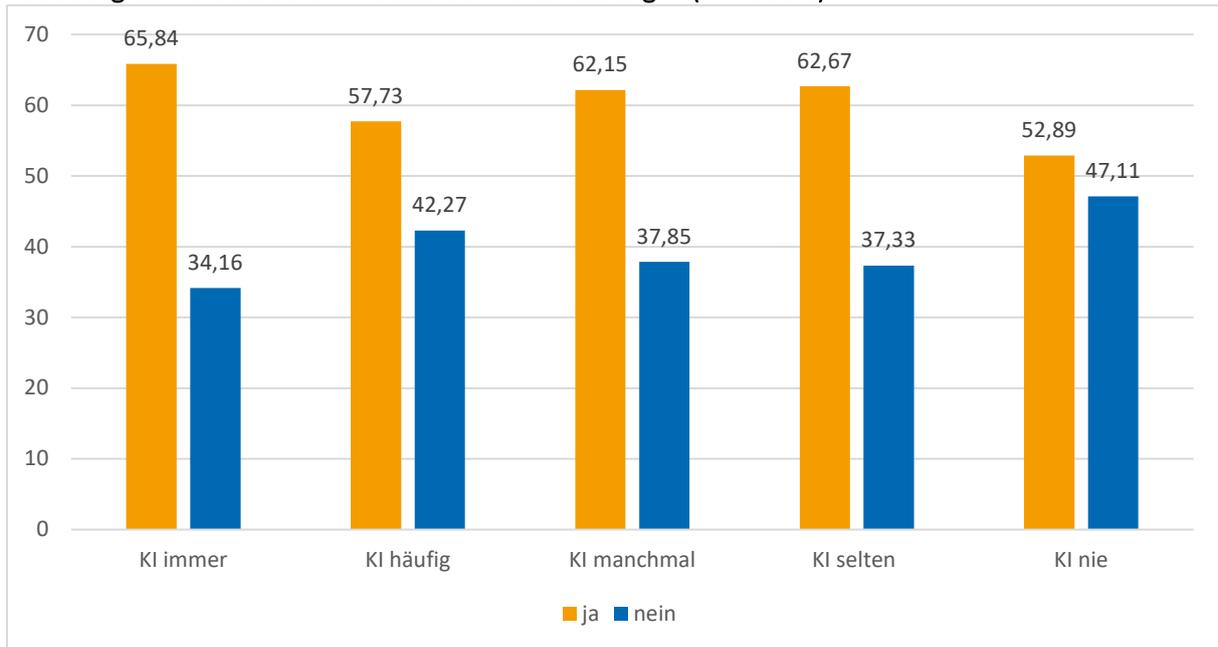
Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n=5.972.

Während nur ein Anteil von 2,5 Prozent der Nicht-KI-Nutzenden angibt, sich große Sorgen darüber zu machen, den Arbeitsplatz verlieren zu können, beträgt dieser Anteil bei den KI-Nutzenden knapp sieben Prozent. Allerdings ist bei den KI-Nutzenden auch der Anteil der Beschäftigten, der angibt, sich gar keine Sorgen über den Verlust des Arbeitsplatzes zu machen etwas höher (63% vs. 57%). Das könnte damit zusammenhängen, dass KI-Nutzenden beispielsweise auch als Zuarbeiter für die KI-Systeme am Fließband arbeiten können, oder damit, dass sie die Einsatzmöglichkeiten von KI-Technologien unmittelbar mitbekommen, so dass sie eher befürchten, ersetzt werden zu können.

Der Fragebogen enthält zusätzlich einige Fragen zur Weiterbildung der Beschäftigten, die im Folgenden analysiert werden sollen.

Bezüglich der Weiterbildung wurden die Beschäftigten zunächst einmal gefragt, ob sie im letzten Jahr Kurse oder Lehrgänge besucht haben, um sich berufliche Kenntnisse anzueignen (Abbildung 32).

Abbildung 32: Kursbesuche im letzten Jahr und Nutzung KI (in Prozent)



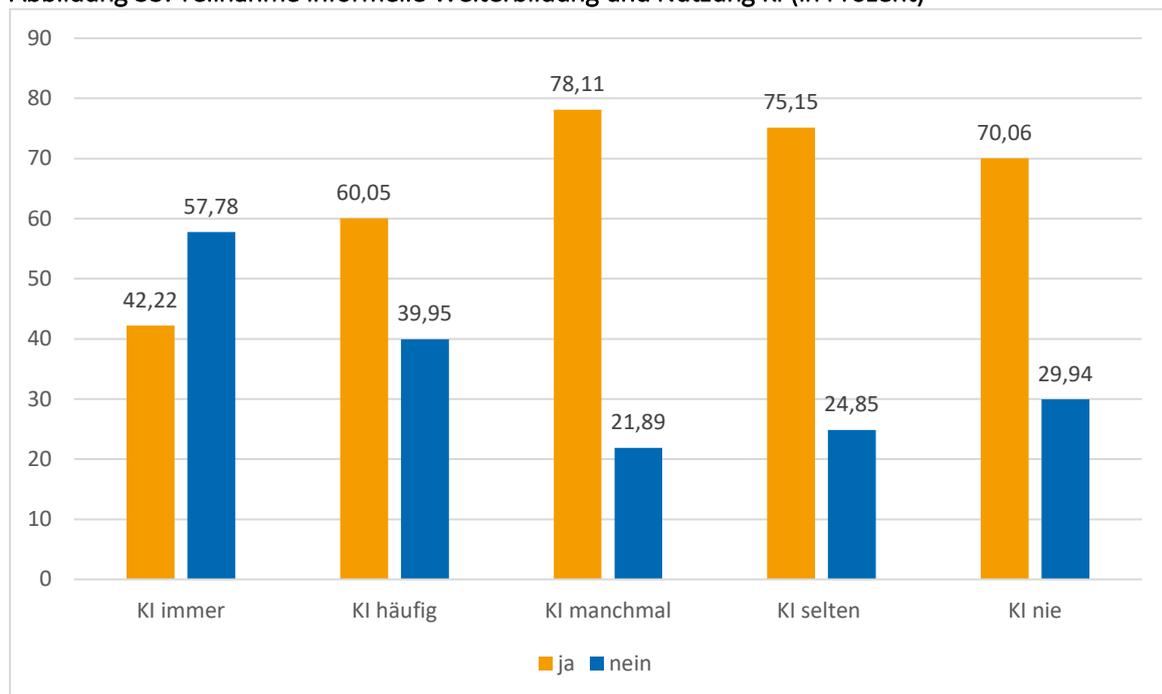
Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n=5.536.

Über 65 Prozent der KI-Nutzenden geben an, dass sie Kurse oder Lehrgänge besucht haben. Bei den Nicht-KI-Nutzenden macht das einen Anteil von rund 53 Prozent aus. Bei der Frage nach den Kostenträgern der Kurse gaben die Beschäftigten, unabhängig von der Nutzungshäufigkeit von KI zu großen Teilen an, dass der Arbeitgeber die Kosten übernommen hat. Bei den KI-Nutzenden macht das einen Anteil von 88 Prozent, bei den Nicht-KI-Nutzenden 81 Prozent aus und bei den übrigen Beschäftigten liegt der Anteil zwischen 74 und 79 Prozent. Von den KI-Nutzenden gibt außerdem niemand an, die Kursbesuche selber gezahlt zu haben; bei den Nicht-KI-Nutzenden, gibt ein Anteil von acht Prozent an, die Kosten selber getragen zu haben. Damit scheinen sich die Arbeitgeber durchaus an den Kursen oder Lehrgängen zu beteiligen, vor allem, wenn KI bei der Arbeit genutzt wird. Die Relevanz von entsprechenden Weiterbildungen scheint sich also auch hier zu bestätigen. Ergänzende Untersuchungen aus dem BIBB-Qualifizierungspanel zeigen außerdem, dass 2017 und 2018 Betriebe mit hohem Grad an Technologisierung überdurchschnittlich oft Aufstiegsfortbildungen der Beschäftigten förderten, während die Förderung unter den Betrieben mit einem niedrigen Technologisierungsgrad wesentlich geringer war und das in allen Größenklassen und über alle Wirtschaftszweige hinweg (vgl. Mohr 2019: 354) (vgl. Mohr/Lukowski 2021: 427). Diese Einschätzung wird auch in einer Studie zu den Betrieblichen Investitionen in Weiterbildung im Zuge des technischen Wandels, die das BIBB-Qualifizierungspanel als Datenbasis verwendet, untermauert (vgl. Baum/Fournier 2021). Die Autorinnen kommen zum Ergebnis, dass 2019 die Weiterbildungsinvestitionen in hoch digitalisierten Betrieben eher steigen und Ausgaben für Weiterbildung in diesen Betrieben im Schnitt höher sind (vgl. ebd. 43). Damit, so das Resümee, zeigt sich ein positiver Zusammenhang von technischem Wandel und den betrieblichen

Weiterbildungsausgaben (vgl. ebd. 44). Baum und Lukowski haben ergänzend hierzu den Zusammenhang zwischen der Einführung von IKT und der Teilnahme an kursförmiger betrieblicher Weiterbildung im Längsschnitt mit den Daten des BIBB-Qualifizierungspanels untersucht und sind ebenfalls zum Ergebnis gekommen, dass die Einführung von IKT mit einem Anstieg an kursförmiger betrieblicher Weiterbildung einhergeht (vgl. Baum/Lukowski 2022: 141). Außerdem stellen sie fest, dass Betriebe mehr in Weiterbildung von Beschäftigten mit (hoch)qualifizierten Arbeitsaufgaben investieren, da hier ein größerer Nutzen zu erwarten ist (vgl. ebd.). Für Beschäftigte mit einfachen Arbeitsaufgaben hingegen, ist kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Einführung von IKT und der Teilnahme an kursförmiger betrieblicher Weiterbildung zu beobachten (vgl. ebd.).

Die Beschäftigten wurden auch gefragt, ob sie an informeller Weiterbildung partizipiert haben, also sich beispielsweise durch Internetrecherche, Fachliteratur oder -filme, Lernprogramme z.B. über Apps, den Besuch von Messen oder Informationsveranstaltungen sowie durch Erläuterungen von Kolleginnen und Kollegen, Verwandten oder Bekannten anderweitig berufliche Kenntnisse angeeignet haben (Abbildung 33).

Abbildung 33: Teilnahme informelle Weiterbildung und Nutzung KI (in Prozent)

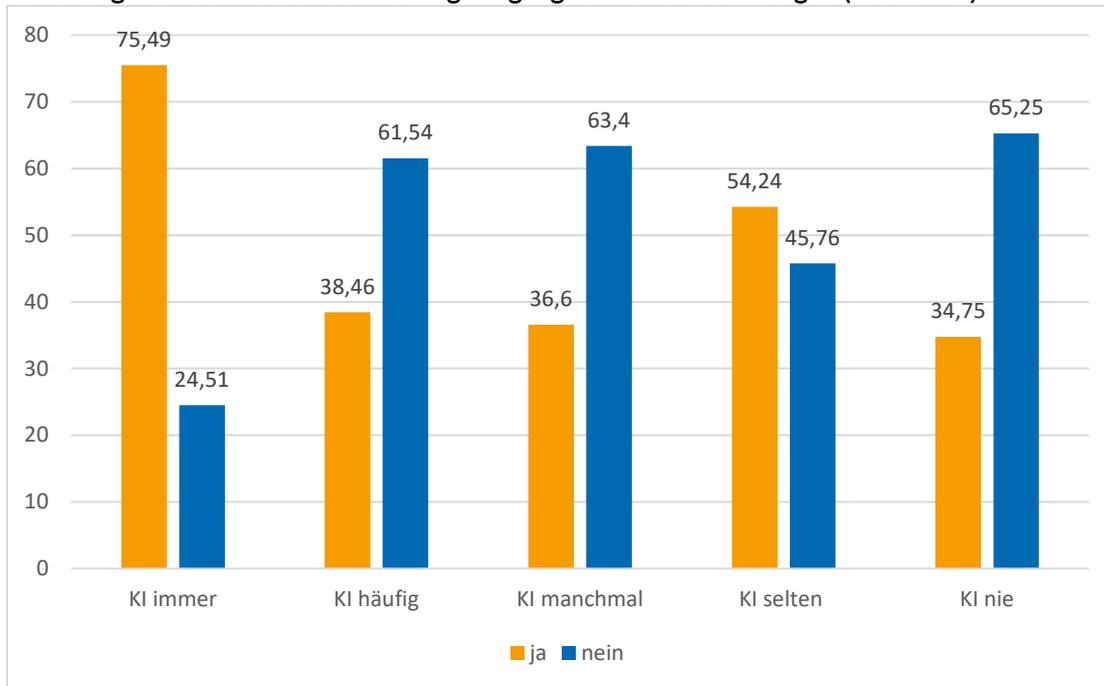


Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n=3.135.

Hier ist der Anteil der Nicht-KI-Nutzenden wesentlich höher als der Anteil der KI-Nutzenden, was die Teilnahme an informeller Weiterbildung angeht (70 % vs. 42 %). Während KI-Nutzenden damit eher an formeller Weiterbildung partizipieren können und informelle Weiterbildungsmaßnahmen gar nicht nötig haben, scheinen Nicht-KI-Nutzenden vor allem auf diese zurückgreifen zu müssen.

Schließlich wurden die Beschäftigten noch zu den Inhalten der Weiterbildungen befragt. Konkret sollten sie jeweils bejahen oder verneinen, ob der Umgang mit IKT, die Entwicklung von IT und überfachliche Fähigkeiten, wie beispielsweise Fremdsprachen, Problemlösungskompetenz, Führungskompetenz oder Sozialkompetenz zu den Inhalten gehörten (Abbildung 34).

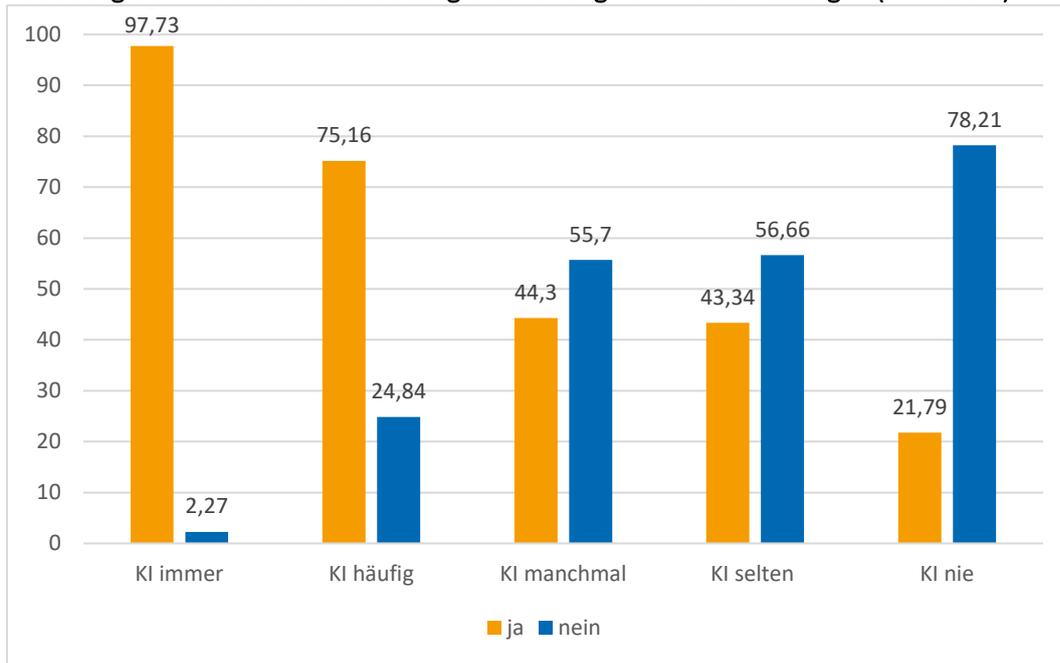
Abbildung 34: Inhalt der Weiterbildung Umgang mit IKT und Nutzung KI (in Prozent)



Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n=2.356.

Rund drei Viertel der KI-Nutzenden geben an, dass der Umgang mit IKT Inhalt der Weiterbildungen war, an der sie teilgenommen haben. Bei den Nicht-KI-Nutzenden macht dieser Anteil rund 35 Prozent aus. Damit ist der Anteil bei KI-Nutzenden zwar wesentlich höher, aber auch bei den Nicht-KI-Nutzenden sehr hoch. Das deutet darauf hin, dass Weiterbildungen, die sich mit dem IKT-Umgang beschäftigten, für beide Gruppen relevant sind, was wiederum heißt, dass die Relevanz von IKT-Arbeitsmitteln unabhängig von der Nutzungshäufigkeit von KI zugenommen hat und wahrscheinlich in Zukunft weiter zunehmen wird. Auch Baum und Fournier kommen zum Schluss, dass viele Betriebe sich nicht entweder für Investitionen in digitale Technologien oder für Weiterbildungsinvestitionen entscheiden, sondern dass beides miteinander einhergehen kann, was die ausgeführten Ergebnisse unterstreicht (vgl. Baum/Fournier 2021: 44).

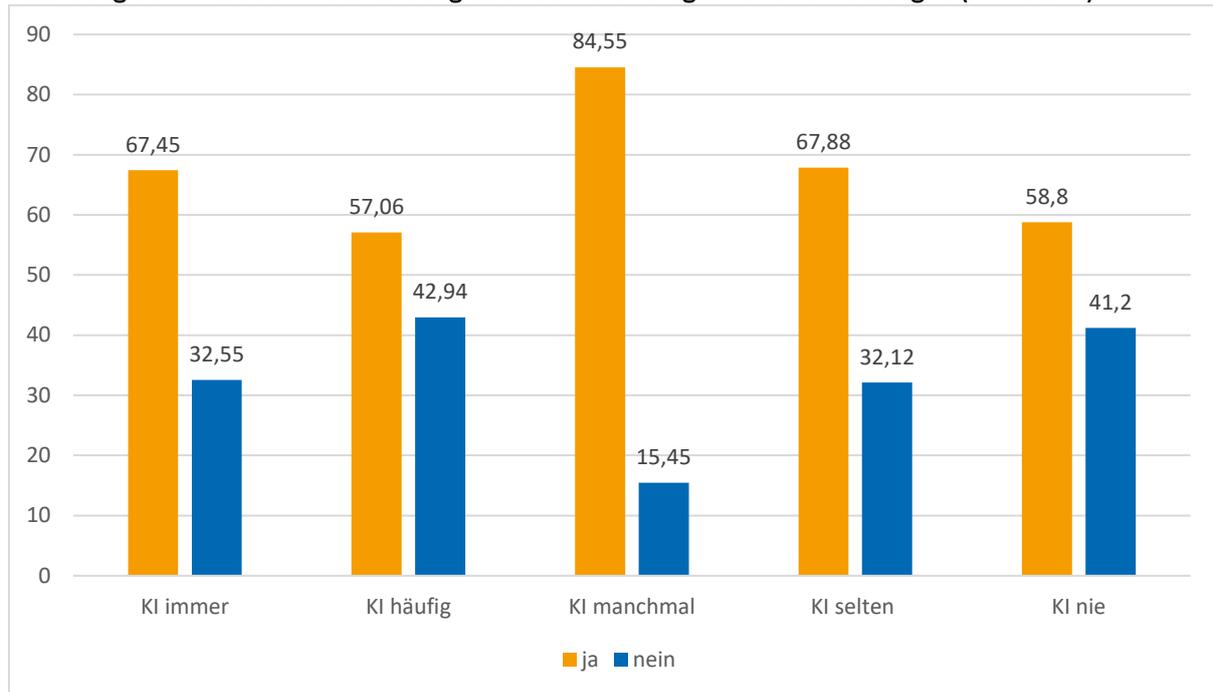
Abbildung 35: Inhalt der Weiterbildung Entwicklung von IT und Nutzung KI (in Prozent)



Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n=1.072.

Bei der Entwicklung von IT als Weiterbildungsinhalt, sind die Unterschiede nach Nutzungshäufigkeit von KI noch größer (Abbildung 35). Während fast 98 Prozent der KI-Nutzenden die Entwicklung von IT als Weiterbildungsinhalt bejahen, macht das von den Nicht-KI-Nutzenden ein Anteil von knapp 22 Prozent aus. Generell sinkt der Anteil, der angibt, dass dies ein Weiterbildungsinhalt war, mit der Abnahme der Nutzungshäufigkeit von KI. Das passt zu den Ergebnissen des MIP, aus denen hervorging, dass der Einsatz von KI stark von den Kapazitäten in den Unternehmen abhängt, Software entwickeln zu können.

Abbildung 36: Inhalt der Weiterbildung überfachliche Fähigkeiten und Nutzung KI (in Prozent)



Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n=2.358.

Bei den überfachlichen Fähigkeiten als Weiterbildungsinhalt sind die Unterschiede zwischen den Beschäftigten unabhängig von der Nutzungshäufigkeit von KI bei der Arbeit wesentlich kleiner (Abbildung 36). Rund 67 Prozent der KI-Nutzenden geben an, dass überfachliche Fähigkeiten zu den Weiterbildungsinhalten gehörten. Bei den Nicht-KI-Nutzenden geben das 59 Prozent der Beschäftigten an. Dementsprechend scheinen überfachliche Fähigkeiten unabhängig von der KI-Nutzung wichtig für die Arbeit der Zukunft zu sein.

Wie bereits ausgeführt, bietet der DiWaBe-Datensatz die Möglichkeit, sowohl Arbeitnehmer- als auch Arbeitgeberdaten zu analysieren. Nachdem das Augenmerk bisher auf den Beschäftigtendaten lag, sollen im nächsten Schritt die Unternehmensdaten mit der Häufigkeit der KI-Nutzung der Mitarbeiter*Innen in Zusammenhang gebracht und analysiert werden.

Tabelle 16: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Kategorien und Nutzung KI (Spaltenprozent)

	0 bis 9	10 bis 49	50 bis 199	200 und mehr
KI immer	1,6	0,6	1,7	1,5
KI häufig	3,5	4,5	3,5	3,5
KI manchmal	9,3	4,2	3,6	5,1
KI selten	15,1	12,7	17,7	13,7
KI nie	70,5	78	73,6	76,3

Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n=5.538.

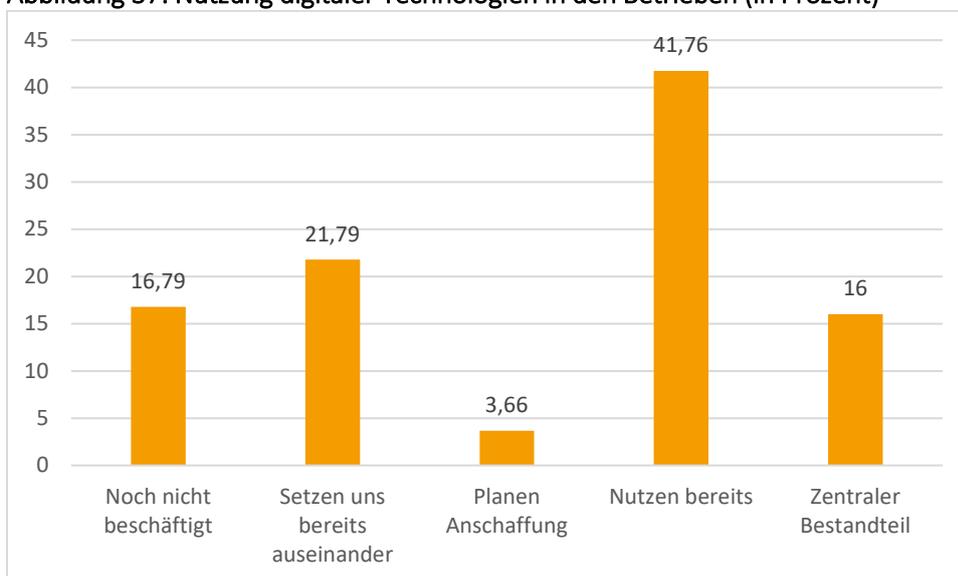
Der Unterschied zwischen KI-Unternehmen und Nicht-KI-Unternehmen fällt hinsichtlich der Beschäftigtenanzahl relativ gering aus. In den Unternehmen, die keine bis neun

sozialversicherungspflichtige Mitarbeiter*Innen beschäftigen, geben 1,6 Prozent der Beschäftigten an, immer KI zu nutzen. In Unternehmen mit 200 oder mehr Beschäftigten macht dieser Anteil 1,5 Prozent aus. In den Betrieben mit null bis neun Beschäftigten gibt ein Anteil von 71 Prozent der Beschäftigten an nie mit KI zu arbeiten, während hier der Mitarbeiter*Innenanteil bei den Unternehmen mit 200 oder mehr Beschäftigten 76 Prozent beträgt.

Die Unternehmen wurden im Weiteren zum Einsatz von modernen Automatisierungs- und Digitalisierungstechnologien befragt. Konkret wurden für die Unternehmen im Produktionssektor selbststeuernde Anlagen wie Smart Factories, Cyber-Physische Systeme, und Internet der Dinge als Stichworte genannt. Für Unternehmen im Dienstleistungssektor waren die Stichworte Software, Algorithmen und/oder Internetschnittstellen wie beispielsweise Analysetools mit Big Data, Cloud-Computing-Systeme, Online-Plattformen wie Amazon, Shop-Systeme oder Online-Märkte. Eine genaue Differenzierung der KI-Nutzung ist also auf Unternehmensebene nicht möglich, eine Annäherung schon.

Zunächst einmal sollten die Unternehmen angeben, inwiefern die Nutzung solcher Technologien überhaupt ein Thema im Betrieb ist (Abbildung 37).

Abbildung 37: Nutzung digitaler Technologien in den Betrieben (in Prozent)



Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n=7.476.

Über 40 Prozent der Unternehmen geben an, digitale Technologien bereits zu nutzen und 16 Prozent der Unternehmen sehen diese Technologien als zentralen Bestandteil ihres Geschäftsmodells an. Während sich rund 17 Prozent der Unternehmen noch nicht mit der Nutzung solcher Technologien beschäftigt haben, setzen sich rund 22 Prozent bereits damit auseinander und vier Prozent haben eine Anschaffung geplant.

Doch nicht nur zum Einsatz, auch zu den Auswirkungen der Techniknutzung und zu den Chancen und Risiken wurden die Unternehmen befragt und sollten ihre Einschätzung abgeben (Tabelle 17).

Tabelle 17: Chancen und Risiken der Technologienutzung für den Betrieb (Zeilenprozente)

	trifft voll und ganz zu	trifft eher zu	weder noch	trifft eher nicht zu	trifft überhaupt nicht zu
senkt Arbeits-/Lohnkosten	15	32	17	22	15
erhöht Arbeitsproduktivität	32	46	10	7	6
senkt Energiekosten	4	19	22	33	22
senkt Transport-/Lagerhaltungskosten	21	22	13	18	27
ermöglicht neue Produkte/DL anzubieten	27	38	10	13	13
ermöglicht bessere Erfüllung individueller Kundenwünsche	32	37	8	16	7
senkt körperliche Arbeitsbelastung für Beschäftigte	11	32	13	24	20
erhöht psychische Arbeitsbelastung für Beschäftigte	13	25	14	37	12
erhöht Abhängigkeit von Fremdleistungen	23	38	7	21	11
ist mit hohen Investitionskosten verbunden	40	40	9	8	3
wird durch Mangel an passenden Fachkräften erschwert	20	34	9	25	13
steigert Weiterbildungsbedarf der Beschäftigten	54	33	4	6	3
verändert Aus- und Weiterbildungsinhalte im Betrieb	45	33	9	7	6
steigert das wirtschaftliche Risiko	12	16	17	44	12
macht Reorganisation der Arbeitsprozesse notwendig	25	41	8	16	9
erhöht Aufwendungen für Datenschutz und Cybersecurity	67	22	3	4	3

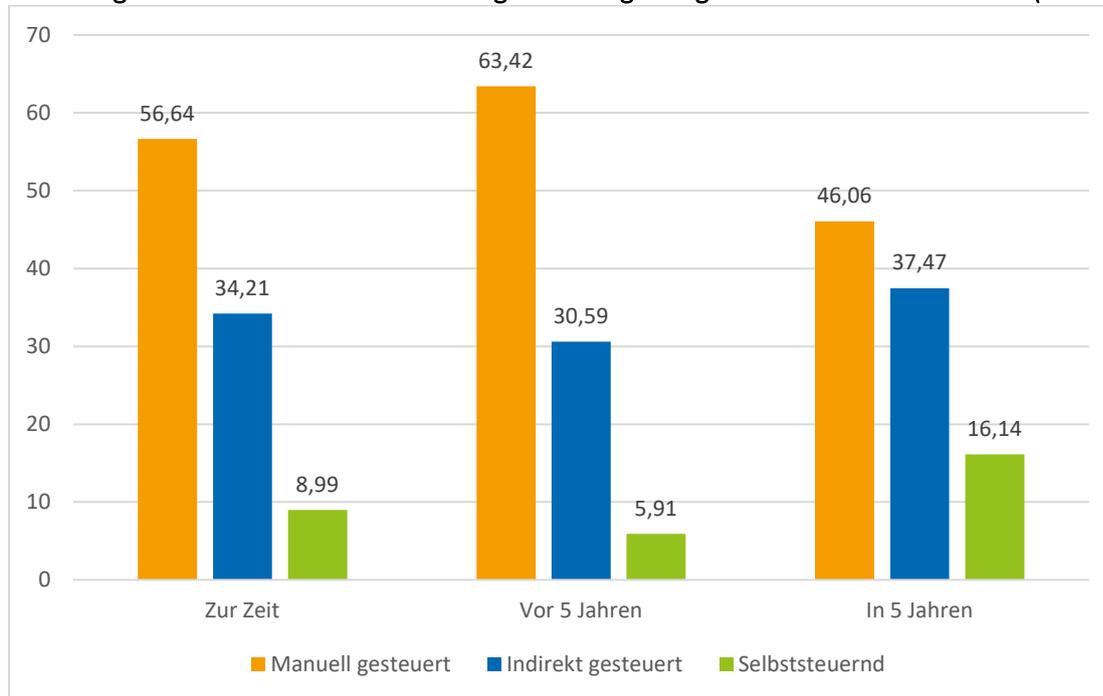
Hier ist durchaus ersichtlich, dass die Unternehmen erkennen, dass mit der Nutzung dieser Technologien Herausforderungen einhergehen könnten. Bei der Thematik der erhöhten Aufwendungen für Datenschutz und Cybersecurity geben 67 Prozent der Unternehmen an, dass dies voll und ganz zutrifft. Mehr als die Hälfte der Unternehmen gibt auch an, dass eine Steigerung der Weiterbildungsbedarfe der Beschäftigten voll und ganz zutrifft. Über 40 Prozent der Unternehmen sind der Meinung, dass Aus- und Weiterbildungsinhalte im Betrieb verändert werden und die Nutzung dieser Technologien mit hohen Investitionskosten verbunden ist. Allerdings sind auch Chancen für die Betriebe ersichtlich. So geben über 30 Prozent der Unternehmen an, dass es voll und ganz zutrifft, dass zum einen die Arbeitsproduktivität erhöht und zum anderen eine bessere Erfüllung individueller Kundenwünsche möglich wird. Über ein Viertel der Unternehmen geht voll und ganz davon aus, dass die Nutzung es ermöglicht, neue Produkte oder Dienstleistungen anzubieten. Fast ein Fünftel der Beschäftigten gibt aber auch an, dass es überhaupt nicht zutrifft, dass sich die körperliche Arbeitsbelastung für die Beschäftigten, die Energiekosten oder die Kosten für Transport und Lagerung verringern. Ebenfalls ein Fünftel gibt an, dass es voll und ganz zutrifft, dass die Nutzung durch den Mangel an Fachkräften erschwert wird.

Die Betriebe wurden außerdem gefragt, ob sie Produktionsmittel wie Maschinen, Anlagen, Werkzeuge, Fahrzeuge oder dergleichen benutzen, und falls dem so ist, inwieweit sich die eingesetzten Produktionsmittel auf die drei Kategorien „manuell gesteuert“, „indirekt gesteuert“ und „selbststeuernd“ verteilen¹⁰. Die Verteilung wurde auch für den Zeitpunkt von vor fünf Jahren und in

¹⁰ Zu den „manuell Gesteuerten“ zählen z.B. Bohrmaschinen, Kraftfahrzeuge, oder Röntgengeräte. Bei diesen ist der Mensch im hohen Maße selbst tätig. Zu den „indirekt Gesteuerten“ zählen z.B. CNC-Maschinen, Industrieroboter oder verfahrenstechnische Anlagen. Bei diesen übernimmt die Technik einen Großteil der Arbeit; der Mensch ist nur indirekt

fünf Jahren abgefragt, so dass ein Querschnittszeitvergleich möglich ist. Zu beachten ist aber, dass die Verteilung an diesen beiden Zeitpunkten eine Schätzung der Unternehmen ist.

Abbildung 38: Durchschnittliche Verteilung Steuerungskategorien für Produktionsmittel (in Prozent)



Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, $n_{\text{manuell}}=4.661$, $n_{\text{indirekt}}=4.660$, $n_{\text{selbst}}=4.658$

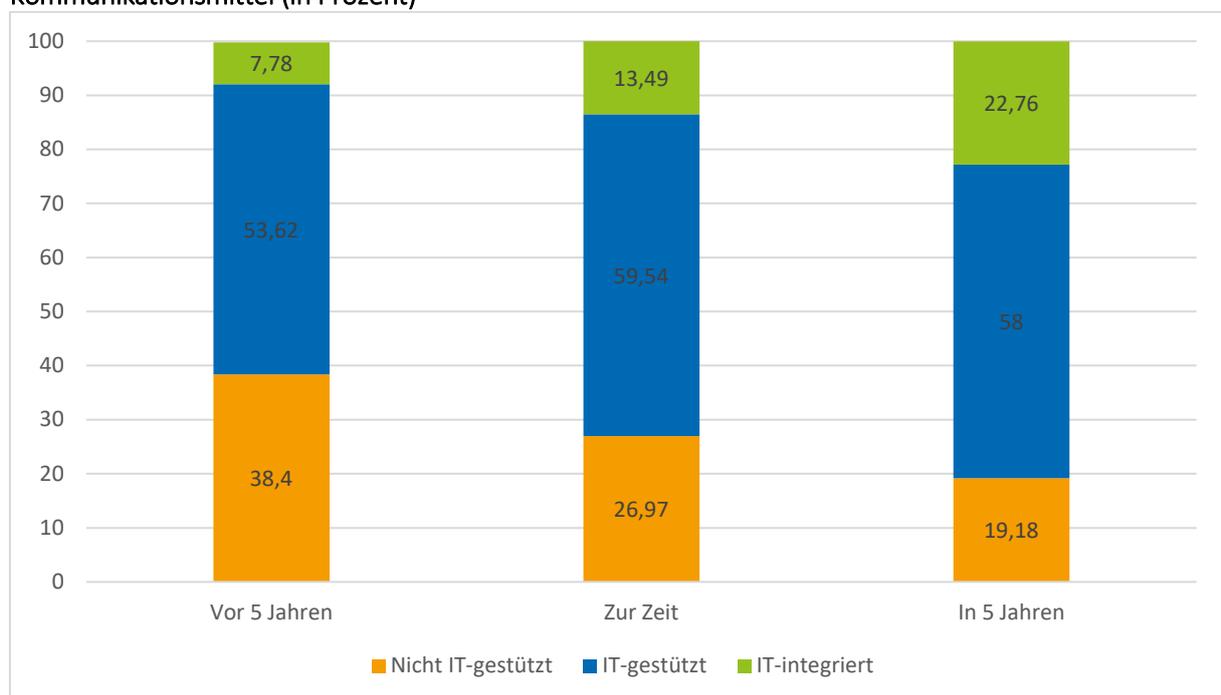
Während rund 42 Prozent der Unternehmen angeben, solche Produktionsmittel zu nutzen, geben die restlichen 58 Prozent an, diese nicht zu nutzen (Abbildung 38). Im Schnitt geben 57 Prozent der Unternehmen an, dass die Produktionsmittel manuell gesteuert werden. Fast 35 Prozent der Unternehmen geben durchschnittlich an, dass eine indirekte Steuerung zum Einsatz kommt und immerhin rund neun Prozent der Unternehmen nutzt selbststeuernde Produktionsmittel, die am ehesten auf den Einsatz von KI schließen lassen. Im Vergleich mit der Einschätzung der Verteilung vor fünf Jahren ist zu sehen, dass sich der Durchschnittswert des Einsatzes der selbststeuernden und indirekt gesteuerten Produktionsmittel erhöht hat, während der Wert für die manuell gesteuerten Produktionsmittel gesunken ist. Bei der Betrachtung der Schätzung für die Werte in fünf Jahren, spitzt sich diese Entwicklung weiter zu. Im Vergleich zum jetzigen Zeitpunkt würde sich der durchschnittliche Wert der selbststeuernden Produktionsmittel auf 16 Prozent fast verdoppeln, wenn die Schätzung der Unternehmen zutrifft. Durchschnittlich würden dann auch zehn Prozent weniger manuell gesteuerte Produktionsmittel zum Einsatz kommen.

Die Betriebe sollten auch die Verteilung der genutzten elektronischen Büro- und Kommunikationsmittel getrennt nach „Nicht IT-gestützt“, „IT-gestützt“ und „IT-integriert“ zu den drei

tätig. Zu den „Selbststeuernden“ zählen Produktionsanlagen bis hin zu „Smart Factories“, „Cyber-Physische Systeme“ oder „Internet der Dinge“. Bei diesen übernimmt die Technik Arbeitsprozesse weitestgehend selbstständig und automatisch.

bereits beschriebenen Zeitpunkten angeben. Nicht IT-gestützte Mittel sind dabei beispielsweise Telefone, Fax- und Kopiergeräte, also Geräte, bei denen der Mensch im hohen Maße selbst tätig ist. Mit IT-gestützten Büro- und Kommunikationsmitteln sind zum Beispiel Computer, Terminals oder elektronische Kassen gemeint, also Mittel, bei denen der Mensch die Arbeitsprozesse indirekt steuert, die Technik aber den Großteil der Arbeit übernimmt. Zu den IT-integrierten Mitteln gehören unter anderem Analysetools mit Big Data, Cloud-Computing Systeme, Internetplattformen, Shopsysteme oder auch Online Märkte, so dass die Technik bei diesen Büro- und Kommunikationsmitteln die Arbeitsprozesse weitestgehend selbstständig und automatisch übernimmt.

Abbildung 39: Durchschnittliche Verteilung der genutzten elektronischen Büro- und Kommunikationsmittel (in Prozent)



Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, n_{nichtIT} (von oben nach unten) = 6.007, 6.020, 6.030, $n_{\text{ITgestützt}}$ (von oben nach unten) = 7.388, 7.395, 7.389, $n_{\text{ITintegriert}}$ (von oben nach unten) = 6.438, 6.466, 6.502.

Bezogen auf den jetzigen Zeitpunkt der Befragung, haben die Unternehmen im Schnitt angegeben, dass ein Anteil von 27 Prozent der Büro- und Kommunikationsmittel Nicht-IT-gestützt ist, während ein Anteil von rund 60 Prozent IT-gestützt und ein Anteil von 13 Prozent sogar IT-integriert ist (Abbildung 39). Im Vergleich zur Einschätzung der Verteilung vor fünf Jahren, ist vor allem der Durchschnitt der nicht-IT-gestützten-Mittel gesunken, während die übrigen beiden Kategorien Steigerungen verzeichnen können. Die Einschätzung der Anteile in fünf Jahren bleibt tendenziell wie gehabt, mit der Ausnahme, dass IT-gestützte Büro- und Kommunikationsmittel kaum Veränderungen in den Anteilen verzeichnen. Beim Vergleich der Nutzungsanteile von IT-integrierten Mitteln vor fünf Jahren und in fünf Jahren, schätzen die Unternehmen eine Verdreifachung in diesen 15 Jahren ein. Die durchschnittlichen Nutzungsanteile von nicht IT-gestützten Mitteln soll sich laut den Schätzungen in

diesem Zeitraum halbieren. Die geringsten Veränderungen verzeichnen die IT-gestützten Arbeitsmittel, mit einer Zunahme von ungefähr sechs Prozent von der Einschätzung für den Zeitpunkt vor fünf Jahren und dem Zeitpunkt der Befragung und einer leichten Abnahme von eineinhalb Prozent vom Zeitpunkt der Befragung zum Zeitpunkt in fünf Jahren. Das verdeutlicht, dass die Nutzung von IT-integrierten Arbeitsmitteln zugenommen hat und wahrscheinlich weiter zunimmt, während der Nutzungsanteil von Arbeitsmitteln, die nicht IT-gestützt sind, abgenommen hat und voraussichtlich auch weiter abnimmt.

In der Literatur ist immer wieder die Rede davon, dass der vermehrte Einsatz digitaler Technologien, wie unter anderem KI, auch Auswirkungen auf die Aufgaben der Beschäftigten haben wird und entsprechend Veränderungen bei den Arbeitszeiten für bestimmte Tätigkeiten hervorbringen kann. Die Unternehmen wurden passend dazu befragt, ob die Arbeitszeit für bestimmte Aufgaben¹¹ in den letzten fünf Jahren insgesamt eher zu- oder abgenommen hat und wie sie die Arbeitszeitentwicklung für diese Aufgaben in den nächsten fünf Jahren einschätzen. Die Aussagen und Einschätzungen der Unternehmen zu den Arbeitszeitveränderungen der Aufgaben wurden der Nutzungshäufigkeit von KI gegenübergestellt. Die Ergebnisse hierzu sollen im Folgenden beispielhaft für einige der Aufgaben vorgestellt werden.

Tabelle 18: Veränderung der Arbeitszeit in den letzten fünf Jahren von EDV-Tätigkeiten und Programmieren (Spaltenprozente)

	stark abgenommen	eher abgenommen	weder ab- noch zugenommen	eher zugenommen	stark zugenommen
KI immer	0	0	1,53	1,83	1,9
KI häufig	0	4,5	3,47	2,47	2,73
KI manchmal	0	0,72	6	5,39	5,1
KI selten	35,86	18,07	13,15	16,29	11,8
KI nie	64,14	76,72	75,85	74,02	78,49

Hier fällt auf, dass in den Unternehmen, die angeben, dass die Arbeitszeit von EDV-Tätigkeiten und Programmieren in den letzten fünf Jahren stark zugenommen hat, auch vergleichsweise der höchste Anteil der Mitarbeiter*Innen (1,9 %) angibt, immer KI zu verwenden (Tabelle 18). In den Unternehmen, die angeben, dass die Arbeitszeit eher zugenommen oder weder ab- noch zugenommen sinkt der Anteil dieser Beschäftigten. In den Betrieben die angeben, dass die Arbeitszeit abgenommen hat, gibt

¹¹ a. Ausbilden, Lehren, Unterrichten oder Erziehen; b. Beraten oder Informieren; c. Messen, Prüfen oder Qualität kontrollieren; d. Überwachen oder Steuern von Maschinen, Anlagen oder technischen Prozessen; e. Reparieren, Warten oder Instandsetzen; f. Einkaufen, Beschaffen oder Verkaufen; g. Verhandeln; h. Werben, Marketing, Öffentlichkeitsarbeit, Public Relations; i. Informationen sammeln, Recherchieren, Dokumentieren; j. Organisieren, Planen und Vorbereiten von Arbeitsprozessen; k. Entwickeln, Forschen oder Konstruieren; l. Manuelle Tätigkeiten zum Herstellen oder Produzieren von Waren; m. Bewirten, bedienen oder beherbergen; n. Pflegen, Betreuen oder Heilen; o. Personal einstellen, Mitarbeiter anleiten, kontrollieren, beurteilen; p. Transportieren, Lagern oder Versenden; q. Sichern, schützen oder bewachen; r. EDV-Tätigkeiten, Programmieren; s. Reinigen, Abfall beseitigen oder Recyceln; t. Schreibarbeiten, Schriftverkehr oder Formulararbeiten; u. Kalkulieren, berechnen oder buchen; v. Gesetze oder Vorschriften anwenden oder auslegen

keine Mitarbeiter*In mehr an, immer KI zu nutzen. In Betrieben die angeben, dass die Arbeitszeit stark abgenommen hat, geben Beschäftigte an entweder selten (36 %) oder nie (64 %) KI zu nutzen, auf die übrigen Ausprägungen entfallen keine Anteile.

Unterschiede bezüglich der Veränderung der Arbeitszeit in den letzten fünf Jahren sind auch für die Aufgaben Entwickeln, Forschen und Konstruieren ersichtlich (Tabelle 19).

Tabelle 19: Veränderung der Arbeitszeit in den letzten fünf Jahren der Aufgaben Entwickeln, Forschen und Konstruieren (Spaltenprozent)

	stark abgenommen	eher abgenommen	weder ab- noch zugenommen	eher zugenommen	stark zugenommen
KI immer	0	0,11	0,84	1,25	3,46
KI häufig	0	0,42	3,13	3,56	4,63
KI manchmal	0,22	0,01	5,6	4,69	7,49
KI selten	0	4,29	13,61	17,19	14,28
KI nie	99,78	95,17	76,82	73,3	70,14

Auch hier gibt in den Betrieben, die angeben, dass die Arbeitszeit für diese Aufgaben stark zugenommen hat, vergleichsweise der höchste Anteil der Beschäftigten an, immer KI zu nutzen (3,5 %). Innerhalb der Betriebe, die angeben, dass die Arbeitszeit eher zugenommen hat, macht der Anteil der Beschäftigten, der angibt immer KI zu nutzen noch 1,3 Prozent aus und ist niedriger bei den Betrieben die eine gleichgebliebene Arbeitszeit oder eine Abnahme angeben. Entsprechend ist auch der Anteil der Mitarbeiter*Innen der nie KI nutzt innerhalb der Unternehmen geringer, wenn diese von einer Zunahme der Arbeitszeit in den letzten fünf Jahren berichten.

Interessante Einblicke bietet auch die Einschätzung der Unternehmen für die geschätzte Arbeitszeitveränderung der genannten Aufgaben in den nächsten fünf Jahren.

Tabelle 20: Eingeschätzte Veränderung der Arbeitszeit in den nächsten fünf Jahren der Aufgaben Entwickeln, Forschen und Konstruieren (Spaltenprozent)

	stark abnehmen	eher abnehmen	weder ab- noch zunehmen	eher zunehmen	stark zunehmen
KI immer	0	0,28	0,91	1,18	2,7
KI häufig	2,78	0	2,57	4,76	2,45
KI manchmal	0	0,25	6,83	4,57	5,34
KI selten	16,51	3,36	14,23	11,04	20,59
KI nie	80,7	96,1	75,46	78,44	68,91

In den Unternehmen, die eine starke Abnahme der Arbeitszeit der Aufgaben Entwickeln, Forschen und Konstruieren prognostizieren, gibt keine Mitarbeiter*In an immer mit KI zu arbeiten (Tabelle 20). In den Unternehmen, die eine starke Zunahme prognostizieren, macht dieser Anteil hingegen 2,7 Prozent aus. In diesen Unternehmen gibt mit 69 Prozent auch ein geringerer Anteil der Beschäftigten an nie mit KI zu arbeiten. In den Unternehmen, die von einer starken Arbeitszeitabnahme ausgehen, gibt ein Anteil von 81 Prozent an, nie mit KI zu arbeiten. Auf ähnliche Ergebnisse kommt auch die Einschätzung

der Unternehmen bezüglich der Arbeitszeit der Aufgaben EDV-Tätigkeiten und Programmieren, sowie Pflegen, Betreuen oder Heilen.

In den Betrieben, die von einer starken Arbeitszeitzunahme der Aufgaben Überwachen oder Steuern von Maschinen, Anlagen oder technischen Prozessen ausgehen, gibt ein Anteil von 3,3 Prozent der Beschäftigten an immer mit KI zu arbeiten (Tabelle 21). Das macht unter allen vorgestellten Aufgaben den höchsten Mitarbeiter*Innenanteil aus, der angibt immer mit KI zu arbeiten. In den Unternehmen, die von einer starken Arbeitszeitabnahme dieser Aufgaben ausgehen, gibt niemand an mit KI zu arbeiten und ein Anteil von 68 Prozent der Mitarbeiter*Innen gibt an, nie mit KI zu arbeiten. Dieser Anteil ist in den Unternehmen die eine starke Zunahme der Arbeitszeit prognostizieren etwas höher und liegt bei 71 Prozent.

Tabelle 21: Eingeschätzte Veränderung der Arbeitszeit in den nächsten fünf Jahren der Aufgaben Überwachen oder Steuern von Maschinen, Anlagen oder technischen Prozessen (Spaltenprozente)

	stark abnehmen	eher abnehmen	weder ab- noch zunehmen	eher zunehmen	stark zunehmen
KI immer	0	0,49	0,43	1,58	3,34
KI häufig	0,92	7,23	5,03	4,46	2,99
KI manchmal	1,42	0,09	5,3	3,26	8,07
KI selten	29,49	14,31	15,35	15,38	14,31
KI nie	68,17	77,89	73,9	75,32	71,29

Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass die analysierten Aufgaben in Zukunft vor allem im Arbeitsumfeld der Mitarbeiter*Innen liegen könnten, die jetzt schon regelmäßig mit KI zu tun haben und mit entsprechenden Kompetenzen ausgestattet sind. Immerhin ist die Einschätzung einer starken Arbeitszeitzunahme verknüpft mit einem vergleichsweise hohen Anteil von Mitarbeiter*Innen, die angeben, immer KI bei ihrer Arbeit zu nutzen, während in den Unternehmen, die eine starke Arbeitszeitabnahme der bisher vorgestellten Aufgaben einschätzen, keine Mitarbeiter*In angibt immer mit KI zu arbeiten.

Etwas konträr zu den bisherigen Ergebnissen sieht die Einschätzung der Unternehmen aus, wenn es um die Aufgaben Kalkulieren, Berechnen oder Buchen geht (Tabelle 22).

Tabelle 22: Eingeschätzte Veränderung der Arbeitszeit in den nächsten fünf Jahren der Aufgaben Kalkulieren, Berechnen oder Buchen (Spaltenprozente)

	stark abnehmen	eher abnehmen	weder ab- noch zunehmen	eher zunehmen	stark zunehmen
KI immer	4,53	0,34	0,82	2,26	2,36
KI häufig	0,65	4,06	4,32	4,15	4,2
KI manchmal	7,55	4,18	4,94	4,53	7,74
KI selten	15,08	12,28	14,07	16,5	16,33
KI nie	72,19	79,15	75,85	72,56	69,36

Hier gibt in den Unternehmen, die eine starke Arbeitszeitabnahme dieser Aufgaben prognostizieren ein Anteil von 4,53 Prozent der Mitarbeiter*Innen an, immer KI zu nutzen. In den Unternehmen, die eine starke Zunahme einschätzen, gibt das ein Anteil der Mitarbeiter*Innen von 2,4 Prozent an. Das kann darauf hindeuten, dass diese Aufgaben bereits stark mit KI-Anwendungen verknüpft sind, so dass selbst bei einer starken Zunahme der Arbeitszeit für diese Aufgaben, zur Ausübung weniger Ressourcen eingesetzt werden müssen.

Was die Auswirkungen des vermehrten Einsatzes von digitalen Technologien angeht, wird in der Literatur aber nicht nur von Veränderungen ausgegangen, die die Arbeitszeiten bestimmter Aufgaben betreffen, sondern vor allem auch von Veränderungen der Anforderungen an Tätigkeiten und der damit benötigten Kompetenzen der Beschäftigten. Die Unternehmen wurden passend dazu angehalten, einzuschätzen, inwieweit die Bedeutung bestimmter Beschäftigungsanforderungen¹² in den letzten fünf Jahren zu- oder abgenommen haben und wie sich die Bedeutung dieser Anforderungen in den nächsten fünf Jahren entwickeln wird. Gerade die Analyse der Beschäftigungsanforderungen und die geschätzten zukünftigen Veränderungspotenziale in den Zusammenhang zur Nutzungshäufigkeit von KI zu setzen, könnte dabei helfen, vorausszusehen, welche Kompetenzen für den Umgang mit den digitalen Technologien und vor allem mit KI besonders wichtig sind oder noch werden könnten. Einige der abgefragten Anforderungen, wie beispielsweise Kreativität, gehören dabei zu den Fähigkeiten, die als komparativer Vorteil des Menschen angesehen werden, weil sie in der Theorie als nicht erlernbar für KI gelten. Die Einschätzung zu diesen Anforderungen kann also dabei helfen, die Potenziale der komparativen Vorteile des Menschen, auch für die Zukunft, besser einzuschätzen. Das ist auch wichtig für die Bereitstellung entsprechender Weiterbildungsangebote für die Beschäftigten.

So gut wie keines der Unternehmen gibt an, dass die Bedeutung des selbstständigen Arbeitens in den letzten fünf Jahren abgenommen hat. In den Unternehmen, die von einer starken Abnahme berichten, gibt kein Mitarbeiter*Innen an immer KI zu nutzen und 91 Prozent der Mitarbeiter*Innen geben an, nie KI zu nutzen. In den Unternehmen, die von einer starken Zunahme der Bedeutung berichten, geben zwei Prozent der Mitarbeiter*Innen an, immer mit KI zu arbeiten und knapp 70 Prozent geben an, nie mit KI zu arbeiten. Hier sind also Unterschiede zwischen den Unternehmen zu erkennen, was die Bedeutung des selbstständigen Arbeitens in den letzten fünf Jahren und die Nutzung von KI betrifft.

¹² a. Arbeiten unter hoher oder lang-anhaltender physischer Belastung; b. Handgeschick und Fingerfertigkeit; c. Selbständiges Arbeiten; d. Kreativität; e. Umgang mit Kunden (Kundenbeziehungsmanagement); f. Gleichzeitiges Ausführen mehrerer Aufgaben (Multitasking); g. Neue Fähigkeiten und Kompetenzen erlernen; h. Arbeiten unter hoher oder lang-anhaltender geistiger Belastung; i. Umweltschutzkenntnisse; j. Kenntnisse in der Anwendung von IT; k. Entwicklung von IT; l. Interdisziplinäre oder fächerübergreifende Arbeitsweise; m. Führungskompetenz; n. Prozessknowhow

Tabelle 23: Veränderung der Bedeutung des selbstständigen Arbeitens in den nächsten fünf Jahren (Spaltenprozent)

	stark abnehmen	eher abnehmen	weder ab- noch zunehmen	eher zunehmen	stark zunehmen
KI immer	0	0,69	1,33	0,4	3,67
KI häufig	0	3,2	1,36	4,55	3,31
KI manchmal	0	6,55	5,25	4,01	3,99
KI selten	0	12,7	16,38	12	22,65
KI nie	0	76,86	75,69	79,04	66,37

In Tabelle 23 werden die Einschätzungen der Veränderung der Bedeutung des selbstständigen Arbeitens in den nächsten fünf Jahren präsentiert. Die Unterschiede scheinen sich in Zukunft noch zu verstärken, was die Bedeutung des selbstständigen Arbeitens für die Arbeit mit KI verdeutlicht. Eine starke Abnahme wird niemals prognostiziert. In den Unternehmen, die von einer starken Bedeutungszunahme ausgehen, geben knapp vier Prozent der Mitarbeiter*Innen an, dass sie immer mit KI arbeiten. In den Unternehmen, die von einer leichten Abnahme der Bedeutung ausgehen, macht der Anteil dieser Mitarbeiter*Innen nicht mal ein Prozent aus.

Die Unternehmen wurden auch nach den Bedeutungsveränderungen der Kreativitätsanforderungen gefragt. Da Kreativität in der Literatur oft als eine der wichtigsten Kompetenzen im Zuge der Digitalisierung angesehen wird, da es fast unmöglich ist, Kreativität zu automatisieren oder von einer KI erzeugen zu lassen, sind die Ergebnisse hierzu besonders spannend. Die Unternehmen berichten dabei am häufigsten von einer leichten Zunahme der Bedeutung von Kreativität (40 %) oder von keiner Veränderung (38%). Von einer starken Bedeutungsabnahme berichtet so gut wie kein Unternehmen. In den Unternehmen, die von einer leichten Bedeutungsabnahme berichten, gibt niemand an immer mit KI zu arbeiten. Dieser Anteil macht in den Unternehmen, die von einer starken Bedeutungszunahme von Kreativität berichten 2,5 Prozent aus. Ähnliche Werte ergeben sich über die Einschätzung der Unternehmen zur Bedeutungsveränderung von Kreativität in den nächsten fünf Jahren (Tabelle 24).

Tabelle 24: Veränderung der Bedeutung von Kreativität in den nächsten fünf Jahren (Spaltenprozent)

	stark abnehmen	eher abnehmen	weder ab- noch zunehmen	eher zunehmen	stark zunehmen
KI immer	0	0	1,77	1,52	2,09
KI häufig	0	3,39	2,88	6,45	4,92
KI manchmal	0	3,42	6,42	3,78	3,2
KI selten	9,48	21,38	13,28	16,1	16,46
KI nie	90,52	71,8	75,65	72,15	73,33

Auch hier gibt es in den Unternehmen die eine leichten Bedeutungsschwund erwarten keine Mitarbeiter*Innen, die angeben immer mit KI zu arbeiten. In den Unternehmen die einen starken Bedeutungsanstieg erwarten hingegen, geben 2 Prozent der Mitarbeiter*Innen an immer mit KI zu

arbeiten, was darauf hindeutet, dass auch in Zukunft vor allem die Unternehmen, die Kreativität als wichtige Kompetenz einschätzen Mitarbeiter*Innen beschäftigen, die mit KI umgehen können.

Außerdem sollten die Unternehmen Bedeutungsveränderungen zur Anforderung angeben, neue Fähigkeiten und Kompetenzen zu erlernen. Hier gibt keines der Unternehmen eine starke und nur ein kleiner Anteil eine leichte Bedeutungsabnahme an.

Tabelle 25: Veränderung der Bedeutung des Erlernens neuer Fähigkeiten und Kompetenzen in den letzten fünf Jahren (Spaltenprozente)

	stark abnehmen	eher abnehmen	weder ab- noch zunehmen	eher zunehmen	stark zunehmen
KI immer	0	0	2,4	1,49	1,6
KI häufig	0	0,46	2,06	3,77	4,57
KI manchmal	0	23,66	4,4	6,09	4,55
KI selten	0	8,56	11,15	15,42	14,75
KI nie	0	67,32	79,98	73,24	74,53

In den Unternehmen, die von einer leichten Abnahme berichten, gibt es keine Beschäftigten, die immer mit KI arbeiten. Hier liegt der Anteil der Beschäftigten der angibt nie mit KI zu arbeiten unter dem Anteil in den Unternehmen, die von einer starken Bedeutungszunahme berichten (67 % vs. 75 %) (Tabelle 25). Ähnliche Ergebnisse gibt es bei der Einschätzung der Bedeutungsveränderung in den nächsten fünf Jahren. Das bestärkt die These, dass das lebenslange Lernen als Konzept allgemein immer mehr Relevanz erfährt und im Zuge der Digitalisierung und dem Umgang mit KI ein wichtiger Bestandteil sein wird, um mit den kommenden Herausforderungen umgehen zu können.

Eine Besonderheit ist bei der Einschätzung der Bedeutung von Umweltschutzkenntnissen in den nächsten fünf Jahren auffällig (Tabelle 26). In den Unternehmen, die eine starke Bedeutungszunahme prognostizieren, gibt ein Anteil von drei Prozent der Beschäftigten an immer mit KI zu arbeiten. In den Unternehmen, die von einem starken Bedeutungszuwachs in den letzten fünf Jahren berichten, macht dieser Anteil unter ein Prozent aus. Generell berichtet nur ein kleiner Anteil der Unternehmen von einer Bedeutungsabnahme in den letzten fünf Jahren und auch der Anteil der Unternehmen, der einen Bedeutungsverlust in Zukunft einschätzt ist relativ gering. In den wenigen Unternehmen, die von einer starken Abnahme ausgehen, geben die Mitarbeiter*Innen an selten oder nie mit KI zu arbeiten.

Tabelle 26: Veränderung der Bedeutung von Umweltschutzkenntnissen in den nächsten fünf Jahren (Spaltenprozente)

	stark abnehmen	eher abnehmen	weder ab- noch zunehmen	eher zunehmen	stark zunehmen
KI immer	0	0	2,04	0,48	2,72
KI häufig	0	0	3,22	4,77	1,08
KI manchmal	0	0	4,56	4,39	3,15
KI selten	27,12	0	16,96	15,91	16,74
KI nie	72,88	0	73,23	74,46	76,3

Dementsprechend scheint die Relevanz von Umweltschutzkenntnissen erstens in den nächsten fünf Jahren massiv zu steigen und zweitens gerade bei den Beschäftigten, die häufig KI nutzen, noch stärker zu steigen.

Die Unternehmen sollten zusätzlich Angaben zur Veränderung der Bedeutung von IT-Anwendungskennnissen und der Entwicklung von IT in den letzten fünf Jahren machen und eine Einschätzung für Veränderungen in den nächsten fünf Jahren angeben. Was die Bedeutung von IT-Anwendungskennnisse angeht, geben über 90 Prozent der Unternehmen an, dass sie eher oder stark zugenommen hat und über 90 Prozent der Unternehmen schätzen ein, dass die Bedeutung in den nächsten fünf Jahren eher oder stark zunehmen wird. Von einer starken Abnahme oder einer erwarteten starken Abnahme berichten so gut wie keine Unternehmen. In den Unternehmen, die von einer starken Zunahme berichten, gibt ein Anteil von zwei Prozent der Beschäftigten an immer mit KI zu arbeiten. Dieser Anteil steigt in den Unternehmen, die eine starke Zunahme der Bedeutung erwarten auf 2,5 Prozent (Tabelle 27). In den Unternehmen, die von einer leichten Abnahme berichten gibt niemand an immer mit KI zu arbeiten. Das gilt auch für die Unternehmen, die eine leichte Abnahme der Bedeutung in Zukunft einschätzen.

Tabelle 27: Veränderung der Bedeutung von IT-Anwendungskennnissen in den nächsten fünf Jahren (Spaltenprozente)

	stark abnehmen	eher abnehmen	weder ab- noch zunehmen	eher zunehmen	stark zunehmen
KI immer	0	0	0,52	1,41	2,46
KI häufig	45,42	5,76	2,94	4,22	3,66
KI manchmal	0	1,6	7,13	5,25	5,22
KI selten	54,58	8,14	20,95	14,81	14,01
KI nie	0	84,5	68,46	74,31	74,65

Auch Kenntnisse zur Entwicklung von IT haben in den letzten fünf Jahren an Bedeutung zugenommen, wie über 80 Prozent der Unternehmen angeben und werden dies laut der Einschätzungen von über 80 Prozent der Unternehmen auch in den nächsten fünf Jahren tun. Hier sind die Anteile der Unternehmen, die eine bisherige Abnahme angeben oder eine zukünftige Bedeutungsabnahme vorhersagen sehr gering. In den Unternehmen, die von einer starken Bedeutungszunahme berichten, gibt knapp ein Prozent der Mitarbeiter*Innen an, immer mit KI zu arbeiten.

Tabelle 28: Veränderung der Bedeutung von IT-Entwicklungskennnissen in den nächsten fünf Jahren (Spaltenprozente)

	stark abnehmen	eher abnehmen	weder ab- noch zunehmen	eher zunehmen	stark zunehmen
KI immer	0	1,47	2,74	1,36	2,55
KI häufig	0	5,69	1,17	4,97	2,4
KI manchmal	0	27	8,89	2,69	4,89
KI selten	0	2,61	13,58	14,97	18,04
KI nie	100	63,22	73,63	76,01	72,13

Dieser Anteil ist innerhalb der Unternehmen, die eine starke Bedeutungszunahme in den nächsten fünf Jahren erwarten höher und liegt bei knapp drei Prozent, so dass die Relevanz von Mitarbeiter*Innenn, die mit KI umgehen können in Zukunft weiter steigen sollte, wenn Kenntnisse in der IT-Entwicklung gebraucht werden (Tabelle 28). Damit wird ersichtlich, dass IT-Kenntnisse, ob in der Anwendung oder Entwicklung in den letzten fünf Jahren enorm an Relevanz gewonnen haben und in Zukunft weiterhin immer relevanter werden.

Eine weitere Anforderung, die sehr stark an Bedeutung hinzugewonnen hat und, dass laut den Einschätzungen der Unternehmen auch in den nächsten fünf Jahren noch tun wird, ist die Interdisziplinarität. Über 60 Prozent der Unternehmen berichten von einer leichten oder starken Zunahme der Bedeutung von Interdisziplinarität und über 70 Prozent schätzen ein, dass die Bedeutung leicht oder stark zunehmen wird. Der Anteil der Unternehmen, die von einer Abnahme berichten oder einer Abnahme der Bedeutung ausgehen, beträgt knapp zwei Prozent und ist damit als gering anzusehen.

Tabelle 29: Veränderung der Bedeutung von Interdisziplinarität in den nächsten fünf Jahren (Spaltenprozente)

	stark abnehmen	eher abnehmen	weder ab- noch zunehmen	eher zunehmen	stark zunehmen
KI immer	0	0	0,71	0,54	1,69
KI häufig	0	0,01	3,7	1,38	2,27
KI manchmal	0	19,99	3,85	3,22	4,81
KI selten	19	21,37	13,65	16,39	15,07
KI nie	81	58,63	78,08	78,47	76,15

In den Unternehmen, die von einer starken Bedeutungszunahme von Interdisziplinarität berichten, gibt ein Anteil von fast drei Prozent der Beschäftigten an, immer mit KI zusammenzuarbeiten. Was die Einschätzung der Bedeutung in den nächsten fünf Jahren angeht, beträgt dieser Anteil von Beschäftigten in den Unternehmen, die eine starke Zunahme erwarten knapp zwei Prozent (Tabelle 29). In den Unternehmen die von einer Abnahme berichten oder von einer Abnahme in Zukunft ausgehen, gibt kein Beschäftigter an, immer mit KI zu arbeiten. Die These, dass Interdisziplinarität im Zuge der Digitalisierung immer wichtiger wird, da die Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen ein wichtiger Faktor für die erfolgreiche Implementierung von neuen Technologien sein könnte, scheint sich hier zu bestätigen.

Eine weitere Anforderung, die vor allem in Zukunft stark an Bedeutung gewinnen soll, ist das Prozessknowhow, das im Fragebogen als Verständnis für die Prozesse und Anwendungen in unterschiedlichen Bereichen des Unternehmens definiert wird. Fast 80 Prozent der Unternehmen berichten von einer Bedeutungszunahme von Prozessknowhow in den letzten fünf Jahren und fast 90 Prozent der Unternehmen gehen von einer leichten oder starken Bedeutungszunahme in den nächsten

fünf Jahren. Der Anteil der Unternehmen, der von einer Abnahme berichtet (2 %) oder eine Bedeutungsabnahme prognostiziert (1 %) ist dementsprechend sehr gering.

Tabelle 30: Veränderung der Bedeutung von Prozessknowhow in den nächsten fünf Jahren (Spaltenprozente)

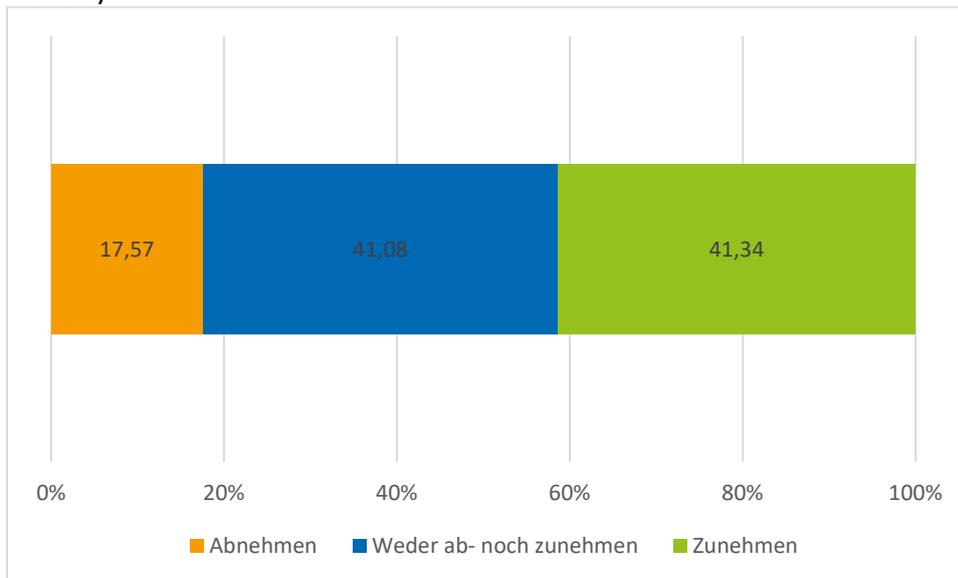
	stark abnehmen	eher abnehmen	weder ab- noch zunehmen	eher zunehmen	stark zunehmen
KI immer	0	0,39	0	1,15	2,13
KI häufig	0	1,51	4,86	4,25	4,06
KI manchmal	0	0	9,37	4,36	6,61
KI selten	0	3,22	16,69	13,54	14,41
KI nie	0	94,88	69,09	76,7	72,79

Interessant ist auch, dass in den Unternehmen, die von einer starken Bedeutungszunahme berichten ein Anteil von nicht einmal ein Prozent der Beschäftigten angibt immer KI bei der Arbeit zu nutzen. In den Unternehmen, die eine starke Zunahme der Bedeutung in der Zukunft erwarten hingegen macht dieser Anteil an Beschäftigten über zwei Prozent aus (Tabelle 30). Auch hier ist also zum einen eine Relevanzsteigerung in der Vergangenheit zu erkennen und zum anderen eine Relevanzsteigerung in der Zukunft zu erwarten, was vor allem auf die Unternehmen zutrifft, die Mitarbeiter*Innen beschäftigen, die bereits jetzt schon regelmäßig mit KI arbeiten.

Damit wird ersichtlich, dass die in der Theorie diskutierten Anforderungen, die im Zuge der Digitalisierung an Relevanz gewinnen sollen, tatsächlich an Relevanz zu gewinnen scheinen. Das lassen zumindest die Daten zur Bedeutung des selbstständigen Arbeitens, des Erlernens neuer Fähigkeiten und Kompetenzen und vor allem auch von IT-Anwendungskenntnissen und IT-Entwicklungskenntnissen vermuten. Das gilt auch für die Kompetenzen, die als komparative Vorteile des Menschen angesehen werden, wie beispielsweise Kreativität oder die Fähigkeit, interdisziplinär zu arbeiten, deren mögliche Vorteile bereits erläutert wurden. Interessant ist auch, dass die Einschätzungen zu Umweltschutzkenntnissen vor allem in den nächsten fünf Jahren von einer starken Relevanzsteigerung ausgehen, besonders wenn mit KI gearbeitet wird. Das könnte ein erster Hinweis auf das Potenzial von KI sein, auf die Probleme des Klimawandels zu reagieren und Umweltschutz in Zukunft zu stärken. Alles in allem lassen die Ergebnisse den Schluss zu, dass die theoretischen Annahmen über zukunftssträchtige Kompetenzen gar nicht so weit von der Praxis entfernt sind. Eine endgültige Validierung würde aber wesentlich mehr Daten, präzisere Fragen und entsprechende Analysen benötigen.

In einem nächsten Schritt sollten die Unternehmen angeben, wie sich die Beschäftigtenanzahl im Betrieb in den nächsten fünf Jahren verändern wird. Die Ergebnisse wurden wiederum mit der Nutzungshäufigkeit der KI in Zusammenhang gesetzt (Abbildung 40).

Abbildung 40: Geschätzte Beschäftigungsentwicklung der Betriebe in den nächsten fünf Jahren (in Prozent)



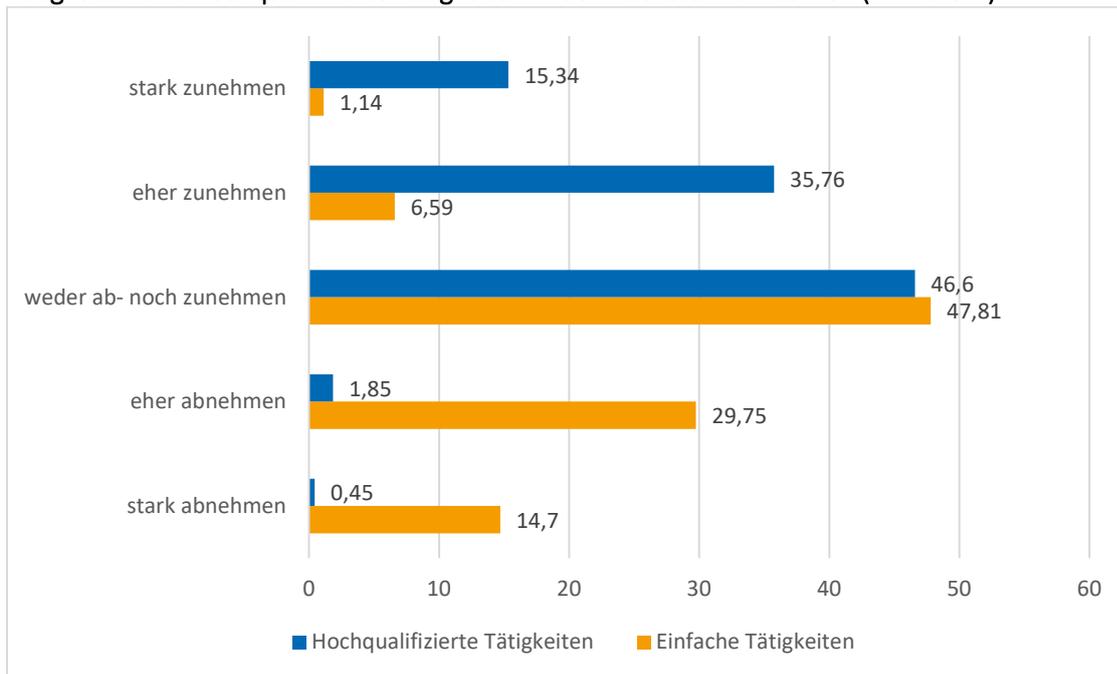
Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n=7.392.

Zu sehen ist, dass ein geringer Anteil der Unternehmen davon ausgeht, dass die Beschäftigtenzahl im Betrieb in den nächsten fünf Jahren abnehmen wird (18 %). Ein wesentlich größerer Teil der Beschäftigten geht davon aus, dass die Beschäftigtenanzahl gleichbleiben oder steigen wird (41 %). Was die Anteile der Beschäftigten bezüglich der KI-Nutzungshäufigkeit angeht, sind kaum Unterschiede zwischen den Unternehmen ersichtlich.

Zusätzlich wurden die Unternehmen zu ihrer Einschätzung der Entwicklung der Beschäftigtenzahlen im Betrieb in den nächsten fünf Jahren für verschiedene Beschäftigungsgruppen¹³ befragt.

¹³ a. für einfache Tätigkeiten, die keine Berufsausbildung erfordern wird; b. für qualifizierte (Fach-)Tätigkeiten, die typischerweise eine abgeschlossene Berufsausbildung erfordern, wird; c. für qualifizierte (Spezialisten-)Tätigkeiten, die eine berufliche Fort- oder Weiterbildung (wie bspw. eine Meister-, Techniker- oder Fachwirtausbildung) erfordern, wird; d. für hochqualifizierte Tätigkeiten, die einen Hochschulabschluss erfordern, wird

Abbildung 41: Geschätzte Beschäftigungsentwicklung für die Zahl der Beschäftigten für einfache Tätigkeiten und hochqualifizierte Tätigkeiten in den nächsten fünf Jahren (in Prozent)



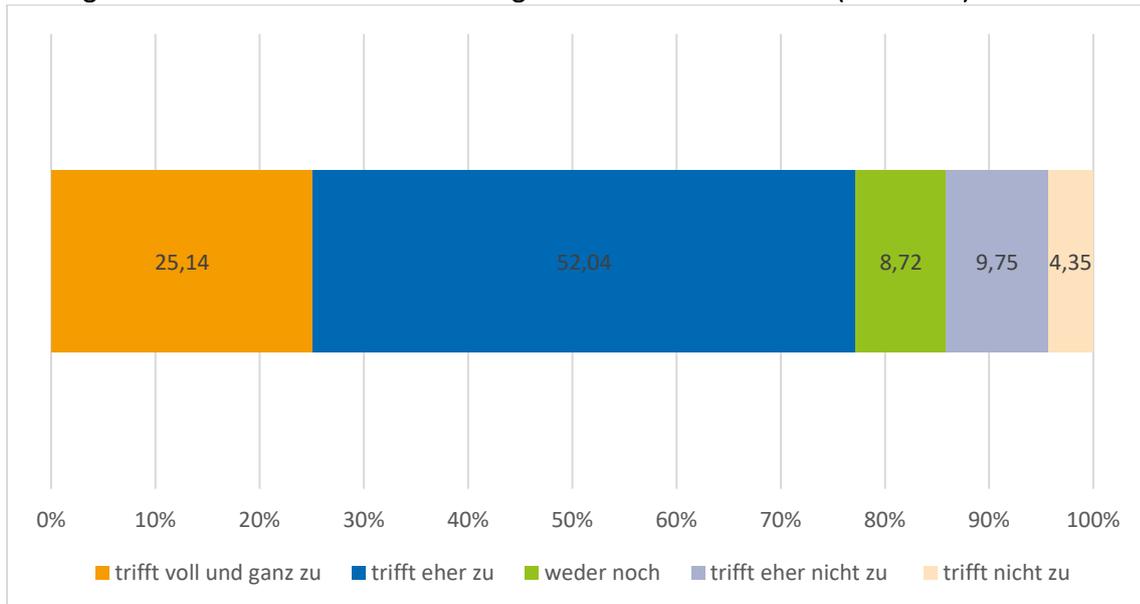
Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n= 5.320.

In Abbildung 41 ist zu erkennen, dass die Betriebe größtenteils von keiner Veränderung bezüglich der Beschäftigtenentwicklung für einfache oder hochqualifizierte Tätigkeiten in den nächsten fünf Jahren ausgehen. Eine starke Abnahme der Beschäftigung für einfache Tätigkeiten wird von 15 Prozent der Unternehmen prognostiziert. Für hochqualifizierte Tätigkeiten beträgt dieser Anteil knapp 0,5 Prozent. Bei der Einschätzung einer starken positiven Beschäftigungsentwicklung dreht sich dieser Trend um, da knapp ein Prozent der Unternehmen diese Entwicklung für einfache Tätigkeiten einschätzt, während der Anteil bei den hochqualifizierten Tätigkeiten 15 Prozent ausmacht. Dementsprechend scheinen die Unternehmen im Allgemeinen von einer negativen Beschäftigtenentwicklung für einfache Tätigkeiten und einer positiven Entwicklung für hochqualifizierte Tätigkeiten in den nächsten fünf Jahren auszugehen. In den Unternehmen, die eine starke Abnahme von einfachen Tätigkeiten erwarten gibt ein Anteil von zwei Prozenten der Beschäftigten an, immer KI zu nutzen. In den Unternehmen, die eine starke Zunahme von einfachen Tätigkeiten erwarten, gibt das keiner der Mitarbeiter*Innen an. Das trifft wiederum auch auf die Unternehmen zu, die eine starke Abnahme von hochqualifizierten Tätigkeiten erwarten. In den Unternehmen die eine starke Zunahme hochqualifizierter Unternehmen erwarten gibt ein Anteil von drei Prozent der Beschäftigten an, immer mit KI zu arbeiten.

Die Unternehmen wurden außerdem zu Veränderungen bezüglich der betrieblichen Ausbildung im eigenen Unternehmen in den letzten fünf Jahren befragt. Diese Fragen sind besonders wichtig, da der Umgang mit neuen Technologien und KI schon in der Ausbildung so gelernt werden kann, dass ein

positiver Umgang auch in Zukunft möglich ist und die Nutzung positiver Effekte bestärkt werden. Unter anderem sollten die Unternehmen angeben, inwieweit die Aussagen zutreffen, dass in den letzten fünf Jahren im Rahmen der betrieblichen Ausbildung zunehmend Fähigkeiten gefördert wurden, die über die fachlichen Anforderungen hinausgehen (z.B. persönliche und soziale Kompetenzen, Problemlösungskompetenzen) oder, dass der Umgang mit modernsten IKT-Technologien im Unternehmen eine zunehmende Rolle spielt.

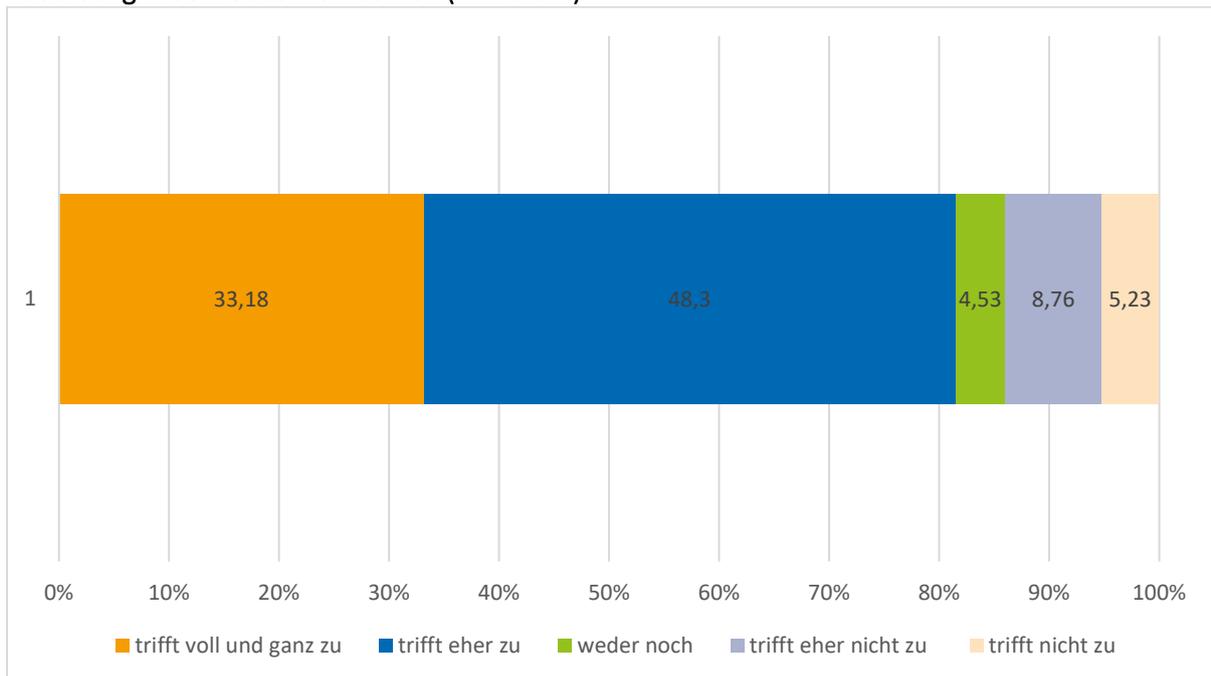
Abbildung 42: Zunehmende Förderung von Fähigkeiten die über die fachlichen Anforderungen hinausgehen in der betrieblichen Ausbildung in den letzten fünf Jahren (in Prozent)



Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n=5.575.

Über ein Viertel der Unternehmen haben angegeben, dass diese Aussage voll und ganz zutrifft und damit eine zunehmende Förderung von Fähigkeiten, die über die fachlichen Anforderungen hinausgehen, stattgefunden hat (Abbildung 43). Das dies nicht der Fall ist, geben rund vier Prozent der Unternehmen an. Über die Hälfte der Unternehmen gibt an, dass diese Aussage eher zutrifft, was die gestiegene Relevanz der Interdisziplinarität schon in der Ausbildung bestätigt. Was die Anteile der Beschäftigten bezüglich der KI-Nutzungshäufigkeit angeht, sind kaum Unterschiede zwischen den Unternehmen ersichtlich.

Abbildung 43: Zunehmende Rolle beim Umgang mit modernsten IKT-Technologien in der betrieblichen Ausbildung in den letzten fünf Jahren (in Prozent)



Quelle: DiWaBe: 2020; eigene Berechnungen, gewichtete Daten, n=5.646.

Was die zunehmende Rolle beim Umgang mit IKT-Technologien während der betrieblichen Ausbildung angeht, geben rund 33 Prozent Unternehmen an, dass dies voll und ganz zutrifft (Abbildung 43). Fast die Hälfte der Unternehmen gibt an, dass dies eher zutrifft während fünf Prozent angeben, dass die zunehmende Rolle beim Umgang mit IKT-Technologien während der betrieblichen Ausbildung nicht zutrifft. In diesen Betrieben gibt niemand der Beschäftigten an, immer KI zu nutzen. In den Unternehmen, die angeben, dass diese Aussage voll und ganz zutrifft, macht dieser Anteil immerhin ein Prozent der Beschäftigten aus. Dementsprechend kann davon ausgegangen werden, dass der Umgang mit modernsten IKT-Technologien unabhängig von der Nutzungshäufigkeit von KI bei der Arbeit zunehmend an Relevanz in der betrieblichen Ausbildung gewonnen hat.

Schließlich wurden die Unternehmen noch zu Umsatz und Gewinn befragt. Sie sollten Angaben zur Umsatzentwicklung in den letzten fünf Jahren machen und dann im Detail angeben, um wie viel Prozent der Umsatz ungefähr gesunken oder gestiegen ist, und auch angeben, was für eine Entwicklung sie beim Umsatz in den nächsten fünf Jahren erwarten. Die gleichen Angaben wurden auch für den Unternehmensgewinn abgefragt. Nur ein Anteil von einem Prozent der Unternehmen hat angegeben, dass der Umsatz in den letzten fünf Jahren stark gesunken sei. Ein Anteil von fünf Prozent berichtet, dass der Umsatz eher gesunken sei, während 40 Prozent der Unternehmen angeben, dass der Umsatz eher gestiegen und 14 Prozent angeben, dass der Umsatz stark gestiegen sei.

Die Angaben wurden dann der Nutzungshäufigkeit von KI der Mitarbeiter*Innen gegenübergestellt und analysiert (Tabelle 31).

Tabelle 31: Umsatzveränderungen im Unternehmen in den letzten fünf Jahren (Spaltenprozente)

	stark gesunken	eher gesunken	weder noch	eher gestiegen	stark gestiegen
KI immer	0	0,29	2,49	1,05	1,3
KI häufig	0	3,36	3,31	2,8	4,31
KI manchmal	0,44	6,52	5,86	4	7,16
KI selten	14,01	9,76	11,78	15,97	17,83
KI nie	85,55	80,07	76,56	76,18	69,4

In den Unternehmen, die angegeben haben, dass ihr Umsatz stark gesunken sei, hat niemand angegeben, immer mit KI zu arbeiten. In den Unternehmen, die von stark gestiegenem Umsatz berichten, hat ein Anteil von einem Prozent angegeben, dass immer KI verwendet wird. Hier hat im Vergleich zu den Unternehmen die von einer starken Umsatzverringerung berichten, auch ein geringerer Anteil der Mitarbeiter*Innen angegeben, nie mit KI zu arbeiten (70 % vs. 86 %).

Die Unternehmen wurden auch befragt, was für eine Umsatzveränderung sie in den nächsten fünf Jahren erwarten. So gut wie kein Unternehmen erwartet starke Umsatzeinbrüche. Ein Anteil von sieben Prozent der Unternehmen gibt die Erwartung an, dass der Umsatz eher sinken wird, während die Hälfte der Unternehmen eine leichte Steigerung erwartet. Eine starke Steigerung des Umsatzes prognostizieren knapp neun Prozent der Unternehmen.

Tabelle 32: Erwartete Umsatzveränderungen im Unternehmen in den nächsten fünf Jahren (Spaltenprozente)

	stark sinken	eher sinken	in etwa gleich bleiben	eher steigen	stark steigen
KI immer	0	1,19	1,41	1,38	1,3
KI häufig	0	2,54	4,27	3,17	3,87
KI manchmal	0	3,17	5,22	4,4	11,37
KI selten	0	14,05	12,65	15,44	17,61
KI nie	0	79,05	76,45	75,61	65,84

Wie aus Tabelle 32 hervorgeht gibt in den Unternehmen, die eine starke Steigerung des Umsatzes erwarten gibt ein Anteil von 1,3 Prozent der Beschäftigten an, immer mit KI zu arbeiten, während 66 Prozent angeben, nie mit KI zu arbeiten. In den Unternehmen, die einen starken Umsatzverlust erwarten, gibt es keine Fälle. In den Unternehmen, die angeben zu erwarten, dass der Umsatz eher sinken wird, gibt ein Anteil von 1,2 Prozent der Beschäftigten an, immer mit KI zu arbeiten, während 79 Prozent angeben, nie mit KI zu arbeiten.

Schließlich wurden die Unternehmen auch nach den Veränderungen des Gewinns und den Erwartungen für die nächsten fünf Jahre befragt. Während ein Anteil von drei Prozent der Unternehmen von einem starken Gewinneinbruch berichtet, gibt ein Anteil von sieben Prozent an,

dass der Gewinn gestiegen sei. Fast die Hälfte der Unternehmen (48 %) gibt an, dass sich keine Veränderungen ergeben haben.

Tabelle 33: Gewinnveränderungen im Unternehmen in den letzten fünf Jahren (Spaltenprozente)

	stark gesunken	eher gesunken	weder noch	eher gestiegen	gestiegen
KI immer	1,33	1,32	1,48	1,43	0,41
KI häufig	2,35	3,12	3,67	3,24	1,32
KI manchmal	5,96	4,2	4,83	5,46	8,15
KI selten	11,8	10,6	15,64	14,42	18,61
KI nie	78,57	80,75	74,38	75,45	71,51

Innerhalb der Unternehmen, die berichten, dass ihr Gewinn stark gesunken ist, gibt ein Anteil von einem Prozent der Mitarbeiter*Innen an, immer mit KI zu arbeiten. In den Unternehmen, die über eine Steigerung des Gewinns in den letzten fünf Jahren berichten, macht dieser Anteil knapp 0,4 Prozent aus. Der Trend verläuft hier also umgekehrt im Vergleich mit der Umsatzveränderung und ihrer Gegenüberstellung zur KI-Nutzungshäufigkeit der Beschäftigten.

Die Unternehmen geben mit einem Anteil von zwei Prozent an, dass sie einen starken Gewinnrückgang erwarten und mit einem Anteil von drei Prozent an, dass sie eine starke Gewinnsteigerung erwarten. Auch hier gibt knapp die Hälfte der Unternehmen an, keine Veränderung bezüglich des Gewinns in den nächsten fünf Jahren zu erwarten.

Tabelle 34: Erwartete Gewinnveränderungen im Unternehmen in den nächsten fünf Jahren (Spaltenprozente)

	stark sinken	eher sinken	in etwa gleich bleiben	eher steigen	stark steigen
KI immer	0	3,04	1,5	1,25	1,34
KI häufig	0	0,2	3,54	4,27	2,42
KI manchmal	8,15	6,08	4,15	5,82	3,07
KI selten	10,33	7,3	15,15	15,3	15,32
KI nie	81,53	83,39	75,65	73,36	77,85

In den Unternehmen, die von einem starken Gewinnrückgang ausgehen, gibt jedoch kein Mitarbeiter*Innen an immer mit KI zu arbeiten. In den Unternehmen, die eine starke Gewinnsteigerung in den nächsten fünf Jahren erwarten, macht dieser Anteil ein Prozent der Mitarbeiter*Innen aus.

Sowohl die Erwartungen an den Umsatz, als auch Erwartungen an Gewinnveränderungen in der Zukunft scheinen also durchaus mit Beschäftigten einherzugehen, die angeben immer mit KI zu arbeiten, was darauf hindeuten könnte, dass gerade diese Mitarbeiter*Innen und die Fähigkeit mit KI zu arbeiten zu ebenjenen Steigerungen führen könnten.

Schließlich wurde noch je nach Wirtschaftszweig analysiert, wie häufig KI in den Betrieben schon angewendet und inwieweit dort schon KI genutzt wird. Innerhalb der Wirtschaftszweige stechen vor allem die Beschäftigten in den Unternehmen hervor, die zu den sonstigen Dienstleistungen gehören, da diese hier mit einem Anteil von rund 14 Prozent angeben, immer KI zu nutzen. Danach folgt das Baugewerbe mit einem Anteil von rund vier Prozent an Beschäftigten, die angeben, immer KI zu nutzen und der Wirtschaftszweig Finanz- und Versicherungsdienstleistung mit einem Beschäftigtenanteil von drei Prozent. Der niedrigste Anteil an Nicht-KI-Nutzenden ist bei Unternehmen vorzufinden, die dem Wirtschaftszweig Sonstige Dienstleistungen zuzuordnen sind und beträgt rund 63 Prozent. Danach folgen Unternehmen des Wirtschaftszweigs Information und Kommunikation mit ebenfalls rund 63 Prozent an Mitarbeiter*Innen, die angeben nie KI zu nutzen. Bei der Wirtschaftszweiganalyse sind die sehr geringen Fallzahlen für bestimmte Fälle zu beachten. Generell ist die Verteilung sehr zugunsten der Unternehmen verteilt, die angeben, nie KI zu nutzen.

5.4. Weiterführende statistische Analysen

Im nächsten Schritt werden die deskriptiven Ergebnisse durch zwei Regressionsanalysen ergänzt. Die Regressionsmodelle sollen dabei helfen, die Ergebnisse der deskriptiven Analysen untermauern. Hierzu wurde zunächst ein binär logistisches Modell auf Basis des BIBB-Qualifizierungspanels 2020 berechnet und es werden die Average Marginal Effects (AME) analysiert. Die abhängige Variable bildet die Nutzung oder Nicht-Nutzung von KI für physische Arbeitsprozesse (in diesem Kapitel nur mit KI beschrieben). Das zweite Modell ist eine OLS-Regression, die auf Basis des DiWaBe-Datensatzes geschätzt wurde.

Zunächst werden die Ergebnisse aus dem binär logistischen Regressionsmodell betrachtet.

Tabelle 35: Binär logistisches Regressionsmodell: Nutzung von KI für physische Arbeitsprozesse (Average Marginal Effects (AME))

	AME	Standardfehler
IKT		
Einführung IKT im letzten Jahr	2,58**	0,009
Ausbau der IKT Infrastruktur	2,13*	0,01
Beschäftigtenanteile		
Anteil weibl. Beschäftigter über 50 Prozent	-2,2*	0,01
Überdurchschnittlicher Anteil Beschäftigter mit FH- oder Universitätsabschluss	0,845	0,011
Überdurchschnittlicher Anteil Beschäftigter mit Ausbildungsabschluss	1,315	0,01
Überdurchschnittlicher Anteil Beschäftigter ohne Abschluss	0,09	0,011
Überdurchschnittlicher Anteil Beschäftigter mit einfachen Tätigkeiten	-0,88	0,013
Überdurchschnittlicher Anteil Beschäftigter mit qualifizierten Tätigkeiten	-1,861	0,012
Überdurchschnittlicher Anteil Beschäftigter mit hochqualifizierten Tätigkeiten	0,084	0,012
Personalbedarf in den nächsten fünf Jahren		
Wird sinken (Ref.)		
Wird gleich bleiben	-4,7**	0,015
Wird steigen	-3,2*	0,015

Anforderungsveränderungen in den nächsten fünf Jahren		
Wird sinken (Ref.)		
Wird gleich bleiben	-3,74	0,067
Wird steigen	-2,83	0,067
Weiterbildungsinvestitionen in den nächsten fünf Jahren		
Wird sinken (Ref.)		
Wird gleich bleiben	-3,1	0,033
Wird steigen	-1,17	0,033
Veränderung Investition in digitale Technologien		
Gesunken		
Gleich geblieben	-0,051	0,023
Gestiegen	3,58	0,024
Betriebsangaben		
Unter 100 Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (Ref.)		
Über 100 Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte	3,85***	0,009
Branche Forschung und Entwicklung	8,75**	0,026
Branche Information und Kommunikation	8,72***	0,018
Branche Chemie und Pharmazie	5,96***	0,015
Branche Metall- und Elektrogewerbe	4,1**	0,013
Branche Maschinen- und Automobilbau	2,47	0,014
Beobachtungen (N)	3.540	
Pseudo-R ²	13,16	

Quelle: BIBB-Qualifizierungspanel 2020; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$; Ref.=Referenzkategorie, eigene Berechnung

Positive Zusammenhänge finden sich vor allem zwischen der Nutzung von KI für physische Arbeitsprozesse und der Einführung und dem Ausbau von IKT im letzten Jahr. Zudem stehen auch eine Beschäftigtenanzahl von über 100 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten sowie bestimmte Branchen im Zusammenhang mit der Nutzung von KI für physische Arbeitsprozesse. Die Wahrscheinlichkeit, KI für physische Arbeitsprozesse zu nutzen, steigt um 2,6 Prozentpunkte, wenn im letzten Jahr IKT eingeführt wurden und um 2,1 Prozentpunkte, wenn die IKT Infrastruktur ausgebaut wurde. Die Zusammenhänge sind dabei hoch signifikant ($p < 0,01$) bzw. signifikant ($p < 0,005$). Einen höchst signifikanten ($p < 0,001$) positiven Zusammenhang hat eine Beschäftigtenzahl von über 100 Beschäftigten. Hier liegt die Wahrscheinlichkeit, KI zu nutzen, um 4,3 Prozentpunkte höher im Vergleich zu Betrieben, die weniger als 100 Beschäftigte angeben.

In das Regressionsmodell wurden auch die Branchen aufgenommen, die eine KI-Nutzung von über zehn Prozent angegeben haben. Das waren die Branchen „Forschung und Entwicklung“; „Information und Kommunikation Verlagswesen; Herstellung, Verleih und Vertrieb von Filmen; Rundfunkveranstalter; Telekommunikation Informationstechnologische Dienstleistungen und Informationsdienstleistungen“, „Chemie und Pharmazie“, „Metall- und Elektrogewerbe“ sowie „Maschinen- und Automobilbau“. Wenn Unternehmen in der Branche Information und Kommunikation tätig sind, steigt die Wahrscheinlichkeit, KI zu nutzen, um 8,7 Prozentpunkte. Geben

die Unternehmen an, in der Branche Chemie und Pharmazie aktiv zu sein, steigt die Wahrscheinlichkeit um sechs Prozentpunkte. Die Zusammenhänge sind höchstsignifikant. Auch die Effekte der Branchen Forschung und Entwicklung sowie Elektro- und Metallgewerbe sind hoch signifikant. Nicht signifikant ist hingegen der Brancheneffekt des Maschinen- und Automobilbaus. Signifikante negative Zusammenhänge bezüglich der Nutzung von KI für physische Arbeitsprozesse sind feststellbar, wenn angegeben wird, dass der Anteil der weiblichen Beschäftigten über 50 Prozent liegt oder der Personalbedarf in den nächsten fünf Jahren gleich bleiben oder steigen wird. Wenn die Unternehmen einen Frauenanteil von über 50 Prozent haben, sinkt die Wahrscheinlichkeit, KI zu nutzen, um 2,2 Prozentpunkte. Wenn eingeschätzt wird, dass der Personalbedarf in den nächsten fünf Jahren gleichbleibt, sinkt die Wahrscheinlichkeit im Vergleich zur Einschätzung, dass der Personalbedarf sinkt, um 3,7 Prozentpunkte. Bei der Einschätzung, dass der Personalbedarf steigt, sinkt die Wahrscheinlichkeit auf signifikantem Niveau um 3,2 Prozentpunkte. Aufgrund von sehr vielen fehlenden Beobachtungen (ca. 500) wurden das Geschäftsvolumen sowie die Entwicklung des Geschäftsvolumens vom Modell ausgeschlossen.

Zur weiterführenden Analyse des DiWaBe-Datensatzes wird eine OLS-Regression geschätzt. Die abhängige Variable (AV) ist hierbei die Häufigkeit der Nutzung von KI in fünf Ausprägungen¹⁴. Die Ausprägungen sind von 0 bis 4 codiert, so dass der Wert 0 der Antwort „nie“ und der Wert 4 der Antwort „immer“ entspricht. Positive Vorzeichen bei den unabhängigen Variablen (UV) bedeuten also, dass ein positiver Zusammenhang zwischen der Nutzungshäufigkeit von KI und der UV besteht. Aufgrund der Ziehungsmethode wurde die Regression mit gewichteten Daten durchgeführt¹⁵.

Tabelle 36: OLS-Regression: Häufigkeit der Nutzung von KI

	B	Robuster Standardfehler
IKT und WMGA		
Nutzung von IKT als Arbeitsmittel	-0,007	0,037
Nutzung von WMGA als Arbeitsmittel	-0,019	0,02
IKT intelligent vernetzt	0,137***	0,024
Computergestützte IKT-Arbeitsmittel	0,013	0,032
Beschäftigtenangaben		
FH-, HS-, oder Universitätsabschluss (Ref.)		
Keinen Ausbildungsabschluss	0,11	0,17
Eine abgeschlossene Lehre	0,03	0,68
Einen Fortbildungsabschluss	0,002	0,08
Alter	-0,003	0,002
Geschlecht	0,13	0,07
Umgang mit Technik		

¹⁴ Ausprägungen 0-4: nie, selten, manchmal, häufig, immer.

¹⁵ Mehr Informationen unter:

https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Kooperation/DiWaBe.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Handlungsanweisungen durch die Technologien	0,08**	0,03
Problemlösekompetenz	-0,58**	0,21
Nachvollziehbarkeit Technikhandeln am Arbeitsplatz	0,05*	0,01
Technikaffinität	0,54***	0,14
Technikgrundkenntnisse reichen aus	0,25	0,13
Repetitiveness	-0,08*	0,03
Auftritt unvorhersehbarer Situationen	0,04	0,04
Anforderungen und Arbeitsplatzorgen		
Allgemeine manuelle Anforderungen	-0,03	0,03
Arbeitsintensität	0,05	0,27
Autonomie	0,004	0,22
Arbeitsplatz ist gefährdet	0,06	0,032
Arbeitsplatzorgen	-0,013	0,02
Betriebsangaben		
Relevanz digitaler Technologien	-0,004	0,012
Betriebsgröße	-0,013	0,032
Wirtschaftszweig Verarbeitendes Gewerbe	0,02	0,06
Wirtschaftszweig Baugewerbe	0,03	0,17
Wirtschaftszweig öffentliche Verwaltung etc.	-0,01	0,09
Wirtschaftszweig sonstige Dienstleistungen	0,38	0,48
Konstante	-0,07	0,34
Beobachtungen (N)	4.015	
R ²	9,57	

Signifikanzniveaus: signifikant (*) = $p < 0.05$, hoch signifikant (**) = $p < 0.01$, höchst signifikant (***) = $p < 0.001$. Quelle:

DiWaBe 2020, gewichtete Daten, eigene Berechnung.

Ein positiver Zusammenhang besteht zwischen der Technikaffinität und der Nutzungshäufigkeit von KI. Je höher die Technikaffinität der Beschäftigten ist, desto eher wird KI im Betrieb verwendet. Mit jedem Skalenpunkt den die Technikaffinität ansteigt, steigt die Nutzungshäufigkeit von KI um knapp einen halben Punkt an. Der Zusammenhang ist höchst signifikant. Ein positiver, höchst signifikanter Zusammenhang findet sich auch zwischen der vollständigen intelligenten Vernetzung der IKT in den Betrieben und der Nutzungshäufigkeit von KI. Je vernetzter die IKT sind, desto eher wird KI genutzt. Ein hoch positiver Zusammenhang ist zu erkennen, je öfter Handlungsanweisungen durch die Technologien erfolgen. Leicht signifikante positive Zusammenhänge sind zwischen der KI-Nutzung und der Nachvollziehbarkeit des Technikhandelns am Arbeitsplatz festzustellen.

Im Modell sind auch Variablen enthalten, deren Zusammenhang mit der Nutzungshäufigkeit von KI negativ ist. Höchst Signifikant ist jedoch nur die Problemlösekompetenz der Beschäftigten. Mit jeder Steigerung der Problemlösekompetenzen der Beschäftigten sinkt die Häufigkeit der Nutzung von KI um 0,6 Skalenpunkte. Dies lässt sich auch in den deskriptiven Beobachtungen finden. Grund für den negativen Zusammenhang könnte die Zusammensetzung der Indexvariable sein, da der Umgang mit Problemen und der erfolgreiche Einsatz der eigenen Fähigkeiten zur Lösung von Problemen in anderen Tätigkeitsbereichen relevanter sein könnte, als bei der Arbeit mit KI. Weitere Untersuchungen könnten weiterführende Gründe für den negativen Zusammenhang aufdecken. Ein leicht signifikanter,

schwacher negativer Zusammenhang ist außerdem festzustellen, wenn identische Abläufe häufiger wiederholt werden müssen.

Die beiden Regressionen haben tieferegehende Analysen zur Nutzung von KI und den Zusammenhang mit verschiedenen Faktoren ermöglicht. Sie zeigen, was jetzt schon wichtig ist, damit KI in den Betrieben eingesetzt wird oder eingesetzt werden kann und inwieweit es auch negative Einflüsse für den KI-Einsatz gibt, die angegangen werden sollten. Zu beachten ist aber auch, dass die Datenlage nur begrenzte statistische Analysen der Fragestellung zulässt. Das drückt sich vor allem in der ungleichen Verteilung der AV in beiden Regressionen aus. Beim BIBB-Qualifizierungspanel ist mit gewichteten Daten auszumachen, dass ca. sechs Prozent der Betriebe KI benutzen. Im DiWaBe-Datensatz geben knapp 75 Prozent der Beschäftigten an, nie KI zu nutzen, während die übrigen 25 Prozent sich auf die anderen vier Antwortkategorien verteilen. Durch das verwenden robuster Standardfehler wurde in den Regressionen versucht dies auszugleichen. Nichtsdestotrotz würde eine verbesserte Datenlage auch hier für genauere Ergebnisse sorgen und ermöglichen, das Zukunftspotenzial des KI-Einsatzes besser einschätzen zu können, indem die kritischen Faktoren herausgearbeitet werden, die einen besonders hohen Einfluss auf den Einsatz von KI haben.

Im nächsten Abschnitt werden die aus der deskriptiven Analyse der drei Datensätze gewonnenen Ergebnisse verglichen und zueinander in Bezug gesetzt. Das Gleiche gilt auch für die beiden Regressionen. Mögliche Muster, die sich in den Ergebnissen wiederfinden, obwohl es sich um verschiedene Datensätze handelt, könnten aufzeigen, welche Faktoren eine besonders wichtige Rolle beim Einsatz von KI einnehmen und welche Faktoren eher vernachlässigbar sind. Außerdem könnten so auch Lücken aufgedeckt werden, die sich erstens auf die allgemeine Datenlage zur KI-Nutzung beziehen und zweitens auf die Voraussetzungen beziehen, die Betriebe erfüllen müssen, um einen effizienten KI-Einsatz sicherzustellen. Im besten Fall lässt sich so herausfiltern, inwieweit KI in den deutschen Betrieben schon angekommen ist, wie wichtig sie für diese ist, was noch fehlt, um die Verbreitung voranzutreiben und welche Konsequenzen damit einhergehen. Außerdem lässt sich ergründen, wie die Datenlage zum Einsatz von KI in deutschen Betrieben verbessert werden kann, welche Fragen noch gestellt werden müssen und inwieweit schon ein Bewusstsein der Unternehmen für den Einsatz von KI herrscht und in Form von Daten ausgedrückt wird.

5.5. Ergebnisvergleich – Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Datensatzergebnisse

Im Folgenden wird herausgearbeitet, welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede es zwischen den Ergebnissen der drei untersuchten Datensätze gibt und inwieweit Muster bei dem Einsatz von KI in Deutschland zu erkennen sind. Lassen sich Schlüsse über die zukünftige Entwicklung von Einsatz und Verbreitung von KI ziehen? Inwieweit hat dies auch Auswirkungen auf die Kompetenzen, die gegenwärtig und in Zukunft gebraucht werden? Schließlich ermöglicht der Vergleich der Ergebnisse

auch die Lücken, die es im Bereich der Datenlage noch gibt, aufzudecken und Konzepte für die Zukunft zu erstellen, die diesen Lücken entgegenwirken können.

Zunächst einmal ist festzuhalten, dass es natürlicherweise Unterschiede zwischen den Datensätzen gibt, da diese ihren Fokus jeweils auf verschiedene Aspekte gelegt haben, verschiedene Ziele verfolgen und der KI-Nutzung als Untersuchungsgegenstand unterschiedlich viel Spielraum einräumen. Hinzu kommen verschiedene Erhebungs- und Fragemethoden, die ebenfalls Unterschiede bei Ergebnissen erzeugen können. Selbst innerhalb der Items, die in den jeweiligen Fragebögen Fragen zu KI beinhalten, sind unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt. Nichtsdestotrotz ist die Abfrage der KI-Nutzung ein gemeinsamer Nenner der Datensätze, der es ermöglicht, Gemeinsamkeiten und Unterschiede herauszuarbeiten und, wenn möglich Muster bei der Nutzung von KI zu erkennen und so im besten Fall Schlüsse für die Zukunft zu ziehen.

Die erste und vermeintlich wichtigste Frage beim Einsatz von KI ist, wie viel KI überhaupt in deutschen Unternehmen und von Beschäftigten in deutschen Unternehmen eingesetzt wird. Den Daten des MIP nach nutzen 5,8 Prozent aller Befragten Unternehmen KI. Aus den Daten des BIBB-Qualifizierungspanels ergibt sich für das Jahr 2019 eine KI-Nutzung durch die Unternehmen von drei Prozent. Für das Jahr 2020 steigt die Nutzung auf vier Prozent. Knapp über sieben Prozent der Unternehmen geben an, dass eine Anschaffung geplant ist. Beim DiWaBe-Datensatz hingegen ist zu beachten, dass es sich, anders als bei den anderen beiden Datensätzen, bei der Frage nach der Nutzungshäufigkeit von KI um eine Frage an die Beschäftigten und nicht die Unternehmen handelt. Rückblickend auf das Jahr 2011 gaben knapp 83 Prozent der Beschäftigten an, nie mit KI gearbeitet zu haben, so dass knapp 17 Prozent der Beschäftigten durchaus mit KI gearbeitet haben. Allerdings gibt es hier Abstufungen von „niemals“ über „selten“, „manchmal“, „häufig“ bis „immer“. Dementsprechend bedeutet die Angabe, dass KI genutzt wird, nicht unbedingt, dass sie regelmäßig genutzt wird. Von den Beschäftigten gibt im Jahr 2011 nicht mal ein Anteil von einem Prozent an, immer mit KI gearbeitet zu haben. Im Jahr 2019 sinkt der Anteil der Beschäftigten, der angibt, nie mit KI zu arbeiten, auf knapp 75 Prozent, so dass ungefähr ein Viertel der Beschäftigten angibt, KI zu nutzen, wenn auch in unterschiedlicher Regelmäßigkeit. Die Nutzung von KI reicht demnach in den drei Datensätzen von vier Prozent, über knapp sechs bis im höchsten Fall 25 Prozent. Die Unterschiede kommen dabei höchstwahrscheinlich durch die verschiedenen Zusammensetzungen der Datensatzstichproben zustande. Das bedeutet, dass die verschiedenen in der Theorie diskutierten Negativszenarien für die menschliche Arbeitswelt, die sich auf die Auswirkungen von immer häufiger eingesetzten KI-Technologien beziehen, zahlenmäßig auf einem relativ dünnen Fundament stehen. Die Ergebnisse der MIP-Studien beispielsweise zeigen zwar durchaus, dass der Einsatz von KI auch ökonomische oder arbeitsmarktrelevante Auswirkungen haben kann, auch wenn er nur bei knapp

sechs Prozent der Unternehmen erfolgt. Nichtsdestotrotz ist die Verbreitung und der Einsatz von KI also so gering anzusehen, dass die Negativszenarien kritisch betrachtet werden können.

Auch die Branchenanalysen der jeweiligen Datensätze lassen sich vergleichen, da sie sich alle auf die Klassifikation der Wirtschaftszweige von 2008 berufen. Die Studien, die mit dem MIP arbeiten, analysieren dabei auf der Ebene der Abteilungen, während der DiWaBe-Datensatz sich auf die Abschnitte bezieht. Beim Qualifizierungspanel wurde eine individuelle Zusammenfassung der Wirtschaftszweige vorgenommen, die aus den 2-Stellern der Klassifikation hervorgeht. Aus dem Mannheimer Innovationspanel geht die IKT-Branche mit einem Anteilswert von 17,8 Prozent als größte Branche hervor, die KI nutzt. Danach folgen der Fahrzeugbau, die Elektrotechnik und der Maschinenbau sowie die unternehmensnahen Dienstleistungen. Bei der Betrachtung der 20 Branchen, die im Qualifizierungspanel auf Grundlage der 2-Steller der Wirtschaftszweige-Klassifikation zusammengefasst wurden, entfällt der größte Nutzungsanteil auf die Branche „Information und Kommunikation Verlagswesen; Herstellung, Verleih und Vertrieb von Filmen; Rundfunkveranstalter; Telekommunikation Informationstechnologische Dienstleistungen und Informationsdienstleistungen“. Danach folgen die Branchen „Chemie und Pharmazie“ sowie „Finanz-, rechts- und wohnungswirtschaftliche Dienstleistungen“. Der DiWaBe-Datensatz hingegen stützt sich auf die Abschnitte der WZ08-Klassifikation bei seiner Brancheneinteilung. Hier gibt von den Beschäftigten, die angeben, immer mit KI zu arbeiten, ein Anteil von 28 Prozent an, im verarbeitenden Gewerbe tätig zu sein. Danach folgen die sonstigen Dienstleistungen mit einem Anteil von 15 Prozent, vor der öffentlichen Verwaltung mit 14 Prozent. Auf das Baugewerbe entfällt ebenfalls ein Anteil von rund 14 Prozent. Innerhalb der Wirtschaftszweige stechen vor allem die Beschäftigten in den sonstigen Dienstleistungen hervor, da diese mit einem Anteil von rund 14 Prozent angeben, immer KI zu nutzen. Danach folgt das Baugewerbe mit einem Anteil von rund vier Prozent an Beschäftigten, die angeben, immer KI zu nutzen. Es fällt auf, dass je nach Datensatz unterschiedliche Branchen oder Wirtschaftszweige ausgemacht werden können, die häufiger KI Nutzen als andere. Das kann verschiedene Gründe haben. Zum einen basieren zwar die Brancheneinteilungen aller drei Datensätze auf der WZ08-Klassifikation, dennoch haben die Datensätze jeweils verschiedene Herangehensweisen bei der Zusammenfassung der Branchen oder unterscheiden sich auf den Ebenen der Klassifikation. Hinzukommt, dass unabhängig von der Datenquelle, der Nutzungsanteil von KI von den befragten Unternehmen und Beschäftigten relativ gering ausfällt, so dass bei einer Aufteilung nach Branchen oder Wirtschaftszweigen recht geringe Fallzahlen zum Tragen kommen, die ebenfalls für die Unterschiede mitverantwortlich sein könnten. So ist beispielsweise der niedrigste Anteil an Beschäftigten, der angibt, nie KI zu nutzen, beim Wirtschaftszweig Information und Kommunikation zu finden und beträgt rund 63 Prozent. Die Unterschiede könnten aber auch ein Hinweis darauf sein, dass

eine Aufteilung von KI-Nutzung nach Branchen bisher nicht einheitlich in Form von Daten erfasst und veröffentlicht wurde.

Über die Datensätze hinweg lässt sich auch vergleichen, inwieweit die Größe der Unternehmen einen Einfluss auf den Einsatz von KI hat. Im Mannheimer Innovationspanel wird deutlich, dass Unternehmen mit mehr Beschäftigten auch eher KI nutzen. Das gleiche trifft auch für die Ergebnisse des Qualifizierungspanels und des DiWaBe-Datensatzes zu. Dementsprechend scheinen größere Betriebe eher KI zu nutzen. Ein Vergleich ist auch bezogen auf die Qualifikationsstruktur innerhalb der Betriebe und dem Einsatz von KI möglich. Beim Mannheimer Innovationspanel beschränkt sich dieser Aspekt allerdings auf den Anteil der Beschäftigten mit einem Hochschulabschluss, der in Intervalle aufgeteilt ist. Hier wird ersichtlich, dass je größer der Anteil an Hochschulabsolventen im Unternehmen ist, desto höher ist der Anteil der Unternehmen der angibt, KI zu nutzen. Von den Unternehmen, die angeben, KI zu nutzen, entfällt ein Anteil von 17 Prozent auf die Unternehmen, die einen Hochschulabsolventenanteil von 75 bis 100 Prozent angeben. Bei den Unternehmen, die keine KI nutzen, macht dieser Anteil knapp acht Prozent aus. Ein ähnliches Bild lässt sich auch aus dem Qualifizierungspanel ableiten, wobei die Qualifikationen hier detailreicher abgebildet werden können. Der Anteil der Beschäftigten mit einem Hochschulabschluss ist bei den Unternehmen, die angeben, KI zu nutzen, höher, während der Anteil der Beschäftigten mit einer dualen Ausbildung ungefähr gleichauf liegt. Das gilt auch für die Beschäftigten ohne Abschluss, wobei die Anteile hier bei den Unternehmen, die keine KI nutzen, minimal höher sind. Ähnliche Tendenzen lassen sich auch aus dem DiWaBe-Datensatz entnehmen. Die Beschäftigten, die angeben, immer mit KI zu arbeiten, haben fast zur Hälfte einen Hochschulabschluss und mit einem Anteil von knapp 37 Prozent eine abgeschlossene Berufsausbildung. Die Beschäftigten, die angeben, nie mit KI zu arbeiten, kommen auf den nahezu gleichen Anteil einer abgeschlossenen Berufsausbildung, aber mit 32 Prozent auf einen geringeren Anteil eines Hochschulabschlusses. Auffällig ist hier, dass die Beschäftigten, die angeben, immer mit KI zu arbeiten, mit einem Anteil von knapp 15 Prozent viel öfter angeben, keinen Ausbildungsabschluss zu haben, als die Beschäftigten, die angeben, nie mit KI zu arbeiten, welche nur auf einen Anteil von knapp fünf Prozent kommen. Ein Vergleich der Ergebnisse je nach Datensatz liefert dennoch insofern kohärente Ergebnisse, als dass ein höherer Qualifikationsabschluss mit einer stärkeren Nutzung von KI im Betrieb oder bei der Beschäftigung einherzugehen scheint. Es ist aber auch ersichtlich, dass die Nutzung von KI nicht exklusiv bei den Hochschulabsolventinnen und -absolventen, sondern quer über die Qualifikationsabschlüsse liegt. So können vor allem auch Beschäftigte mit einer beruflichen Ausbildung mit KI arbeiten und sogar Beschäftigte ohne Abschluss an der Nutzung von KI partizipieren. Die Frage, die sich hier im Weiteren stellt, ist die nach den konkreten Aufgaben und den Aufgabenanforderungen, die mit der Nutzung von KI einhergehen, und inwiefern sich diese, je nach Abschluss unterscheiden.

Auch die ökonomische Komponente in Form vom Umsatz oder Gewinn wird von den Datensätzen aufgegriffen und in Verbindung mit dem Einsatz von KI gebracht. In der Studie des BMWi (vgl. BMWi 2020b) kommen die Autor*Innen zu dem Ergebnis, dass durch den Einsatz von KI höhere Umsatzrenditen durch die Unternehmen erzielt werden und sich Investitionen in KI auch finanziell durchaus lohnen (vgl. ebd. 23). Im DiWaBe-Datensatz wurden die Unternehmen ebenfalls nach Umsatz und Gewinn befragt. Abgesehen davon, dass unabhängig von der Nutzungshäufigkeit von KI sehr wenige Umsatz- oder Gewinneinbußen für die letzten fünf Jahre angegeben wurden oder für die nächsten fünf Jahre erwartet werden, sind keine prägnanten Unterschiede zwischen Unternehmen, die viel oder keine KI nutzen, erkennbar. Im Datensatz des Qualifizierungspanels wurden hingegen die Frage nach dem Geschäftsvolumen und der Entwicklung des Geschäftsvolumens im Vergleich zum Vorjahr gestellt. Hier sind auch Tendenzen dahingehend erkennbar, dass Unternehmen, die KI nutzen, ein höheres Geschäftsvolumen angegeben haben. Das gilt auch für die Entwicklung des Geschäftsvolumens für das Bezugsjahr 2019 im Vergleich zum Vorjahr 2018. Eine Steigerung des Geschäftsvolumens wird häufiger von Unternehmen angegeben, die KI nutzen, als von Unternehmen, die angeben, keine KI zu nutzen. Dennoch muss auch beachtet werden, dass auch von den Unternehmen, die KI nutzen, fast 70 Prozent zu den beiden Kategorien mit den niedrigsten Geschäftsvolumen (bis 500.000€ und ab 500.000€ bis 2 Millionen Euro) zugeordnet werden können. Damit ist nicht eindeutig feststellbar, dass ausschließlich Unternehmen, die ein hohes Geschäftsvolumen haben oder generell ökonomisch sehr stark aufgestellt sind, KI nutzen, sondern es können durchaus auch Unternehmen mit geringerem Geschäftsvolumen, Umsatz oder Gewinn, KI nutzen. Auch Unternehmen, die vielleicht weniger Umsatz oder Gewinn erwirtschaften als die stärksten Unternehmen können sich die finanziellen Vorteile, die der Einsatz von KI verspricht, zu Nutze machen. Um konkrete Hinweise darauf zu bekommen, ob und inwiefern der Umsatz oder Gewinn eines Unternehmens den Einsatz von KI tatsächlich beeinflusst, wären weitere Datenerhebungen notwendig, die sich gezielt mit dieser Frage beschäftigen. Das könnte auch dabei helfen die Wirkungsrichtung zwischen dem Einsatz von KI und dem Umsatz und Gewinn von Unternehmen genauer zu untersuchen.

Weitere Punkte, die sich nicht direkt vergleichen lassen, aber in allen drei Datensätzen eine relevante Rolle bei der Nutzung von KI-Technologien einnehmen, sind der Einsatz, der Ausbau und der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien. Zum einen lässt sich durch die Daten des MIP festhalten, dass die IKT-Branche den größten Anteilswert an KI-Nutzung hat, was vor allem daran liegt, dass dort KI-Lösungen für andere Branchen entwickelt und implementiert werden. Auf die Branche entfällt auch der höchste Anteilswert an Beschäftigtenanzahlen in der Entwicklung, Einführung und Pflege von KI-Verfahren. Die Daten des Qualifizierungspanels zeigen ebenfalls, dass die Einführung und Nutzung von IKT und die Nutzung von KI zusammenhängen. Unternehmen, die angeben, KI zu nutzen,

haben zu höheren Anteilen IKT eingeführt oder ausgebaut, als Unternehmen die angegeben haben, keine KI zu verwenden. Generell scheint die Nutzungshäufigkeit von IKT gestiegen zu sein, was aus den DiWaBe-Daten herauszulesen ist. Hier wurden auch Unterschiede zwischen computergestützten und nicht-computergestützten IKT-Arbeitsmitteln, sowie intelligent vernetzten und nicht intelligent vernetzten IKT-Arbeitsmitteln gemacht, die bereits auf den Einsatz von KI hindeuten, ohne explizit danach zu fragen. Ein positiver Zusammenhang zwischen der Nutzung von IKT und der Nutzungshäufigkeit von KI wird hier ebenfalls bescheinigt. Zudem scheint der Umgang mit IKT auch ein immer wichtigerer Faktor bei Weiterbildungsinhalten und der betrieblichen Ausbildung zu werden, was auch für die Entwicklung und Nutzung von IT gilt. Die Einführung und Nutzung sowie der Ausbau von Informations- und Kommunikationstechnologien als Arbeitsmittel scheinen also nicht erst jetzt immer wichtigere Faktoren für die Betriebe (v.a. bei der Nutzungshäufigkeit von KI), sondern auch in Zukunft immer relevanter zu werden. Auch wenn alle drei Datensätze jeweils verschiedene Aspekte der IKT-Nutzung und Einführung abfragen und in Nuancen auch verschiedene Technologien zu IKT dazuzählen, wird deutlich, dass IKT von Relevanz sind, wenn es um die Digitalisierung der Unternehmen und den Umgang mit KI-Technologien geht. Die Unternehmen verwenden diese Technologien immer häufiger und die Beschäftigten bilden sich dementsprechend weiter, was auch hilfreich sein kann, wenn es um die Einführung von KI-Technologien im Betrieb geht.

6. Fazit und Ausblick

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass nicht nur in der Theorie, sondern auch bereits in der Praxis KI Auswirkungen auf die heutige Arbeitswelt hat. Es ist davon auszugehen, dass dieser Einfluss in Zukunft zunehmen wird. In der Forschung liegt der Fokus hierbei oft beim Automatisierungspotenzial von Berufen oder Tätigkeiten, ohne die expliziten Auswirkungen, die der KI-Einsatz haben könnte, einzubeziehen. Postuliert wird bei der Auseinandersetzung mit diesem Thema aber oft ein Konflikt zwischen Mensch und Maschine, in dem die menschliche Arbeit, insbesondere Routinearbeit, automatisiert und von Maschinen ausgeführt werden kann, so dass der Mensch von der Maschine ersetzt wird. Dass der KI-Einsatz auch jetzt schon ein Thema für die Unternehmen und Beschäftigten in Deutschland ist, konnten die Ergebnisse dieser Studie zeigen. Sie zeigen auch, dass KI vor allem im Zusammenspiel mit immer stärker eingesetzten IKT-Technologien relevanter wird, und dass sich ihr Einsatz nicht nur auf hochqualifizierte Beschäftigte beschränkt, sondern für Beschäftigte mit jeder Qualifikation heute schon von Bedeutung ist. Die Unternehmen stufen die Bedeutung von KI für ihre Geschäftstätigkeiten jetzt schon größtenteils als wichtig oder sogar essenziell ein. Mehrere Faktoren sprechen aber gegen die bestehenden Bedrohungsszenarien, in denen der Mensch einfach von Maschinen ersetzt wird. Zum einen ist die Verbreitung und der Einsatz von KI momentan noch so gering, dass weiterhin direkte Gestaltungsmöglichkeiten gegeben sind. Noch kann von der Politik, Forschung und Zivilgesellschaft ausgehandelt werden, welche Entwicklungsrichtung der KI-Einsatz auf

dem deutschen Arbeitsmarkt nehmen soll. Das gilt nicht nur für die ökonomische und technische Seite, sondern auch für rechtliche, ethische und moralische Aspekte des KI-Einsatzes in der Arbeitswelt. Funktionierende KI sind abhängig von Daten und diese liefern ihnen die Menschen, die mit ihnen arbeiten. Um diesen Spielraum aber auf die richtige Art und Weise nutzen zu können, braucht es zum anderen vor allem eins: eine einheitliche Datengrundlage, die vor allem die relevanten KI-betreffenden Daten deutscher Unternehmen bereithält und so eine umfassende, einheitliche und leicht nachvollziehbare Bestandsaufnahme, Ergebnisse und darauf gründend Handlungsempfehlungen für den zukünftigen Umgang mit KI liefern kann.

Das würde es auch ermöglichen, die Fragen zu möglichen Kompetenzverschiebungen der Beschäftigten aufgrund des vermehrten KI-Einsatzes zu beantworten. Denn darüber, dass sich die Relevanz von Kompetenzen in Zukunft verschiebt und andere Kompetenzen als bisher für die Arbeit der Zukunft wichtig werden, scheint sich die Bildungsforschung einig zu sein. Es wurde dargestellt, welche Kompetenzen zumindest theoretisch immer relevanter und welche Branchen vor allem betroffen sein werden. Doch auch hier fehlt eine entsprechende umfassende empirische Datengrundlage, um diese theoretischen Annahmen zu validieren. Bisher gibt es recht wenige Erhebungen, die Items und Fragen enthalten, bei denen es um den Einsatz und eventuell sogar die Auswirkungen von KI in Unternehmen geht. Hinzukommt, dass die Erhebungen, die solche Items enthalten, oft nur Querschnittserhebungen sind, so dass keine Veränderungen über die Zeit gemessen werden können. Dementsprechend ist es auch schwierig, aus diesen Erhebungen Schlüsse zu Veränderungen von Kompetenzen aufgrund des KI-Einsatzes abzuleiten. Außerdem sind die Items zur Nutzung von KI in den entsprechenden Erhebungen noch recht neu, so dass auch nicht sehr weit in die Vergangenheit geblickt werden kann, um eventuelle Veränderungen, die schon aufgetreten sind, nachzuempfinden. Hinzukommt, dass eine einheitliche Datengrundlage zur Branchenauswahl und –analyse fehlt, die verdeutlichen könnte, welche Branchen besonders stark betroffen sind oder besonders starke Potenziale haben. Ein weiteres Problem ist, dass oft entweder nur die Nutzung von KI oder die Kompetenzen in den jeweiligen Erhebungen abgefragt werden, nicht aber beide Komponenten zusammen. Um herauszufinden, wie stark die erwartbaren Kompetenzveränderungen tatsächlich ausfallen, müssen also bestimmte Kriterien erfüllt sein. Es bedarf präziser Fragen zur Nutzung von KI, den verschiedenen KI-Technologien und gleichzeitig zu den Kompetenzen der Beschäftigten. Um Veränderungen festzustellen, sollten die Erhebungen in Panelform und in regelmäßigen, relativ kurzen Abständen stattfinden.

Weitergehende Fragen zu den ausgeübten Tätigkeiten und möglichen Tätigkeitsveränderungen können außerdem dabei helfen zu erforschen, welche Aufgaben konkret von Veränderungen durch den vermehrten Einsatz von KI betroffen sind. Sind dies tatsächlich, wie oft suggeriert, nur

Routinetätigkeiten und falls ja, auf welche Qualifikationsebenen trifft dies zu? Auch das Entstehen oder die Übernahme völlig neuer Tätigkeiten und Aufgaben, die erst durch die vermehrte Verwendung von KI-Technologien ermöglicht wurden, könnten so untersucht werden. Zum Teil ist das bereits heute möglich, wie diese Studie anhand von drei Datensätzen gezeigt hat. Diese legen ihren Schwerpunkt aber nicht auf die Frage nach Veränderungspotenzialen durch den Einsatz von KI, stattdessen werden entsprechende Items als interessante Begleitthemen angeführt. Dementsprechend sind besonders bei der Auseinandersetzung mit KI und ihren Auswirkungen große, stets aktuelle Datenerhebungen und -analysen sowie die Anpassung der relevanten Fragestellungen mit der technischen Entwicklung wichtig, um die Auswirkungen von KI in der Berufsbildungsforschung richtig einordnen zu können.

Diese Studie bietet dabei eine erste Bestandsaufnahme und zeigt, was mit den bisher erhobenen Daten möglich ist, ohne sich im Speziellen auf die Auswirkungen von KI zu fokussieren. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass kaum Schlüsse gezogen werden können, weil die entsprechende Datengrundlage fehlt und die Verbreitung von KI in deutschen Unternehmen noch recht gering ist. Noch ist es also möglich, dass, wie in einigen Studien zur Robotik angedeutet, der Arbeitsmarkt so umstrukturiert werden kann, dass der Mensch diese Arbeiten dem Roboter überlässt und selber attraktiveren Tätigkeiten nachgehen kann. Damit sollten Roboter nicht nur als bloßer Ersatz für die menschliche Arbeitskraft gesehen, sondern immer unter der Prämisse begutachtet werden, welche Tätigkeiten letztendlich tatsächlich von Robotern übernommen werden und inwieweit sich das sogar im Gesamten positiv auf die menschliche Arbeit auswirken könnte. So könnte die fortschreitende Digitalisierung auch eine Chance sein, die Rolle des Menschen in der Arbeitswelt nicht nur zu verändern, sondern gleich neu zu definieren. Noch ist es möglich, zukünftige Technologien und insbesondere KI so zu entwickeln, dass sie für uns arbeitet und mit ihrer ungeahnten Leistungsfähigkeit die großen gesellschaftlichen Probleme der Menschen lösen kann, statt sie als menschlichen Ersatz anzusehen. Dazu sollten die richtigen Fragen aber noch vor der endgültigen Technikgestaltung gestellt und beantwortet werden, nicht erst währenddessen oder danach. Damit würde sich auch sicherstellen lassen, dass der demokratische Anspruch, den die Bundesregierung an eine so tiefgreifend wirkende Technologie wie KI formuliert, erfüllt wird, indem gesellschaftliche Grundwerte und individuelle Grundrechte gewahrt bleiben und die Technologie dem Menschen und der Gesellschaft dient.

In einem nächsten Forschungsprojekt sollte daher das Ziel sein, ebenjene Datengrundlage zu schaffen, die es ermöglicht, zu untersuchen, inwieweit der Konflikt zwischen Mensch und Maschine in den deutschen Unternehmen wirklich Einzug findet, ob der Einsatz von KI tatsächlich zu Veränderungen bezüglich der nachgefragten menschlichen Kompetenzen führt und wie sich diese möglichen Veränderungen niederschlagen. Dazu bedarf es zunächst einmal der Erhebung von Daten, um durch einheitliche Methoden herauszufinden, wie weit die KI-Nutzung tatsächlich verbreitet ist und wie der

Trend hierzu verläuft. Als erster Schritt könnten hierbei Daten aus Stellenanzeigen helfen. Mittlerweile werden maschinelle Informationsextraktionen genutzt, um die Daten der Stellenanzeigen der Bundesagentur für Arbeit auch am BIBB auszuwerten. Eine Recherche nach Gesuchen, die sich auf KI oder KI-Technologien beziehen, kombiniert mit den Kompetenzen, die in diesem Zusammenhang erwartet werden, bietet die Möglichkeit, Veränderungen, die den Einsatz von KI oder den möglichen Einfluss von KI auf die Kompetenzen von Beschäftigten betreffen, schon einmal oberflächlich nachzuzeichnen. Daran anschließen könnte ein Webcrawling, um die Webseiten von Unternehmen zu recherchieren, die KI nutzen, und analysieren, welche Art von KI auf welche Art und Weise genutzt wird und was die Unternehmen zu dieser Nutzung zu sagen haben. Eine Systematisierung der Ergebnisse dieser Analysen könnte als Grundlage für folgende Befragungen dieser Unternehmen dienen. Die Befragungen und Datenerhebung würden so im besten Fall zu einem einheitlichen, umfassenden Datensatz führen, der sich auf den Einsatz von KI in den Unternehmen sowie die Auswirkungen für die Unternehmen und Beschäftigten fokussiert und so eine Basis bildet, um der voranschreitende Entwicklung von KI-Technologien und dem vermehrten Einsatz so zu begegnen, dass möglichst kein Konflikt zwischen Mensch und Maschine befeuert wird. Ergänzend zu den Ergebnissen aus dem DIWABE-Datensatz zu den Beschäftigungsanforderungen könnte beispielsweise die Relevanz von Anforderungen, die in Bezug auf den Einsatz von KI als besonders wichtig erachtet werden, abgefragt und analysiert werden. Das würde die Bestandsaufnahme erweitern und gleichzeitig dahingehend, was wichtig sein könnte, um den Anforderungsentwicklungen entsprechend begegnen zu können, einen Blick in die Zukunft ermöglichen. Entsprechende Forschungsarbeiten an einem solchen Datensatz könnten nicht nur der Wissenschaft, sondern auch der Politik und Zivilgesellschaft, sowie den Unternehmen in der Praxis Handlungsanweisungen für die bestmögliche Entwicklung und Nutzung von KI geben. Dabei wären auch verschiedene Schwerpunktsetzungen möglich. Einer davon könnte es sein, das Potenzial von KI, zu einer nachhaltigeren Welt beizutragen, zu untersuchen, auch im Kontext der beruflichen Bildung. Neue Jobs im Zusammenhang mit KI-Technologien könnten dabei helfen, Nachhaltigkeitsziele zu erreichen, ohne Beschäftigung abzubauen. Da es bisher wenig Daten dazu gibt, wie KI zu Nachhaltigkeit beitragen kann, auch im Kontext der Arbeitswelt, könnte ein möglicher Schwerpunkt der Datenerhebung hierauf einen großen Mehrwert bieten. Zumal die Daten bereits zeigen, dass die Relevanz von Umweltschutzkenntnissen erstens in den nächsten fünf Jahren massiv steigen und zweitens gerade bei den Beschäftigten, die häufig KI nutzen, noch stärker zu steigen scheinen. So könnte beispielsweise die Untersuchung der Veränderung von Kompetenzen im Kontext von KI-gestützter, nachhaltiger Transformation tatsächlich dabei helfen, die KI für uns, statt gegen uns arbeiten und dazu beitragen zu lassen, die großen Probleme der Gesellschaft zu lösen.

Literaturverzeichnis

- ABEL, Jörg: Kompetenzentwicklungsbedarf für die digitalisierte Arbeitswelt. Düsseldorf 2018
- AMS (Arbeitsmarktservice Österreich): Berufliche Kompetenzen - Systematische Ansicht nach Kompetenzbereichen. 2019. - URL:
<https://www.ams.at/bis/bis/KompetenzstrukturBaum.php?expand=1,2,3#3>
- APT, Wenke; PRIESACK, Kai: KI und Arbeit – Chance und Risiko zugleich. In: WITTPAHL, Volker (Hrsg.): Künstliche Intelligenz – Technologie, Anwendung, Gesellschaft. Berlin 2019, S. 221-238
- ARNTZ, Melanie; DENGLER, Katharina; DORAU, Ralf; GREGORY, Terry; HARTWIG, Matthias; HELMRICH, Robert; LEHMER, Florian; MATTHES, Britta; TISCH, Anita; WISCHNIEWSKI, Sascha; ZIEHRAHN, Ulrich: Digitalisierung und Wandel der Beschäftigung (DiWaBe): Eine Datengrundlage für die interdisziplinäre Sozialpolitikforschung. Datenreport und Forschungspotenzial. Nürnberg 2020
- ARNTZ, Melanie; GREGORY, Terry; ZIERAHN, Ulrich: Digitalisierung und die Zukunft der Arbeit: Makroökonomische Auswirkungen auf Beschäftigung, Arbeitslosigkeit und Löhne von morgen. Mannheim 2018
- AUTOR, David; LEVY, Frank; MURNANE, Richard: The Skill Content of recent technological Change: An Empirical Exploration. In: The Quarterly Journal of Economics 118 (2003) 4, S. 1279-1333
- BAUM, Myriam; FOURNIER, Lisa: Betriebliche Investitionen in Weiterbildung im Zuge des technischen Wandels – Eine explorative Betrachtung auf Betriebsebene. Bonn 2021
- BAUM, Myriam; LUKOWSKI, Felix: Der Zusammenhang zwischen der Einführung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien und der Teilnahme an kursförmiger betrieblicher Weiterbildung – Eine Längsschnittanalyse von Betrieben in Deutschland. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik – Beiheft 32 (2022), S. 125-152
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie): Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Deutschen Wirtschaft – Stand der KI-Nutzung im Jahr 2019. Berlin 2020a
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie): Auf Künstliche Intelligenz kommt es an – Beitrag von KI zur Innovationsleistung und Performance der deutschen Wirtschaft. Berlin 2020b
- BONIN, Holger; GREGORY, Terry; ZIERAHN, Ulrich: Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland. In: ZEW Mannheim Kurzexpose 57 (2015)
- BOVENSCHULTE, Marc; STUBBE, Julian: Einleitung: „Intelligenz ist nicht das Privileg von Auserwählten.“ In: WITTPAHL, Volker (Hrsg.): Künstliche Intelligenz – Technologie, Anwendung, Gesellschaft. Berlin 2019, S. 215-220
- BRYNJOLFSSON, Erik; MCAFEE, Andrew: Race against the Machine. How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy. Lexington 2011
- BÜCHING, Corinne; MAH, Dana-Kristin; OTTO, Stephan; PAULICKE, Prisca; HARTMAN, Ernst: Learning Analytics an Hochschulen. In: WITTPAHL, Volker (Hrsg.): Künstliche Intelligenz – Technologie, Anwendung, Gesellschaft. Berlin 2019, S. 142-160

VON DEM BACH, Nicole; BAUM, Myriam; BLANK, Marco; EHMANN, Kathrin; GÜNTÜRK-KUHL, Betül; PFEIFFER, Sabine; SAMRAY, David; SEEGER, Marco; SEVINDIK, Ugur; TIEMANN, Michael; WAGNER, Pia: Umgang mit technischem Wandel in Büroberufen. Lebendiges Arbeitsvermögen, Aufgabenprofile und berufliche Mobilität. Bonn 2020

BUXMANN, Peter; SCHMIDT, Holger: Grundlagen der Künstlichen Intelligenz und des Maschinellen Lernens. In: BUXMANN, Peter; SCHMIDT, Holger (Hrsg.): Künstliche Intelligenz – Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg. Berlin 2019a, S. 3-20

BUXMANN, Peter; SCHMIDT, Holger: Ökonomische Effekte der Künstlichen Intelligenz. In: BUXMANN, Peter; SCHMIDT, Holger (Hrsg.): Künstliche Intelligenz – Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg. Berlin 2019b, S. 21-40

CARBONERO, Francesco; ERNST, Ekkehard; WEBER, Enzo.: Robots worldwide: The impact of automation on employment and trade. In: International Labour Office Research Department Working Paper 36 (2018)

DAUTH, Wolfgang; FINDEISEN, Sebastian; SÜDEKUM, Jens; WÖßNER, Nicole: German Robots: The impact of industrial robots on workers. In: IAB-Discussion Paper 30 (2017)

DENG, Liuchun; PLÜMPE, Verena; STEGMAIER, Jens: Robot Adoption at German Plants. In: IWH-Research Paper 19 (2020)

DENGLER, Katharina; MATTHES, Britta: Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt. In kaum einem Beruf ist der Mensch vollständig ersetzbar. IAB Kurzbericht 24 (2015)

DIE BUNDESREGIERUNG: Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung. 2018. – URL: [KI-Strategie Bundesregierung](#)

DIE BUNDESREGIERUNG: Zwischenbericht – Ein Jahr KI-Strategie. 2019. – URL: [zwischenbericht-ki-strategie_final.pdf \(bmbf.de\)](#)

EUROFOUND: What do Europeans do at work? A task-based analysis: European Jobs Monitor 2016. Luxemburg 2016.

EUROPÄISCHE KOMMISSION: ESCO handbook. European Skills, Competences, Qualifications and Occupations. 2017.

FRANK, Irmgard: Der Deutsche Qualifikationsrahmen (DQR) – Konsequenzen für die Entwicklung kompetenzorientierter Ordnungsmittel. In: BÜCHTER, Karin; DEHNBOSTEL, Peter; HANF, Georg (Hrsg.): Der Deutsche Qualifikationsrahmen (DQR) – Ein Konzept zur Erhöhung von Durchlässigkeit und Chancengleichheit im Bildungssystem. Bonn 2012, S. 187-198.

FREY, Carl; OSBORNE, Michael: The Future of Employment: How susceptible are Jobs to Computerisation? Technological Forecasting and Social Change 114 (2017), S. 254-280

GERHARDS, Christian; MOHR, Sabine; TROLTSCH, Klaus: The BIBB Training Panel – An Establishment Panel on Training and Competence Development. In Schmollers Jahrbuch: Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften 4 (2012), S. 635–652

HELMRICH, Robert; TIEMANN, Michael; TROLTSCH, Klaus; LUKOWSKI, Felix; NEUBER-POHL, Caroline; LEWALDER, Anna Christin; GÜNTÜRK-KUHL, Betül: Digitalisierung der Arbeitslandschaften. Keine

Polarisierung der Arbeitswelt, aber beschleunigter Strukturwandel und Arbeitsplatzwechsel.
Wissenschaftliches Diskussionspapier 180 (2016)

HERBRICH, Ralf: Künstliche Intelligenz bei Amazon – Spitzentechnologie im Dienste des Kunden. In: BUXMANN, Peter; SCHMIDT, Peter (Hrsg.): Künstliche Intelligenz – Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg. Berlin 2019, S. 63-76

HILDESHEIM, Wolfgang; MICHESEN, Dirk: Künstliche Intelligenz im Jahr 2018 – Aktueller Stand von branchenübergreifenden KI-Lösungen: Was ist möglich? Was nicht? Beispiele und Empfehlungen. In: BUXMANN, Peter; SCHMIDT, Peter (Hrsg.): Künstliche Intelligenz – Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg. Berlin 2019, S. 119-142

HOFMANN, Josephine; GÜNTHER, Jochen: Arbeiten 4.0 – Eine Einführung. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 56 (2019), S. 687-705

KATZ, Lawrence; AUTOR, David: Changes in the wage structure and earnings inequality. In: Handbook of labor economics 3 (1999), S. 1463-1555

KIRSTE, Moritz; SCHÜRHOLOZ, Markus: Einleitung: Entwicklungswege zur KI. In: WITTPAHL, Volker (Hrsg.): Künstliche Intelligenz – Technologie, Anwendung, Gesellschaft. Berlin 2019, S. 21-35

KIRSTE, Moritz: Augmented Intelligence – Wie Menschen mit KI zusammen arbeiten. In: WITTPAHL, Volker (Hrsg.): Künstliche Intelligenz – Technologie, Anwendung, Gesellschaft. Berlin 2019, S. 58-71

KOLLECK, Alma; ORWAT, Carsten: Mögliche Diskriminierung durch algorithmische Entscheidungssysteme und maschinelles Lernen – ein Überblick. TAB-Hintergrundpapier 24. Berlin 2020

KREBS, Bennet; MAIER, Tobias: Die QuBe-Kompetenzklassifikation als verdichtende Perspektive auf berufliche Anforderungen. Bonn 2022

KÖHNE-FINSTER, Sabine; LEPPELMEIER, Ingrid; HELMRICH, Robert; DEDEN, Dennis; GEDULDIG, Alena; GÜNTÜRK-KUHL, Betül; MARTIN, Phillip; NEUBER-POHL, Caroline; SCHANDOCK, Manuel; SCHREIBER, Rebecca Scarlett; TIEMANN, Michael: Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen. Säule 3: Monitoring- und Projektionssystem zu Qualifizierungsnotwendigkeiten für die Berufsbildung 4.0. Bonn 2020.

MAINZER, Klaus: Künstliche Intelligenz – Wann übernehmen die Maschinen? Berlin 2019

MOHR, Sabine: Ergebnisse aus dem BIBB-Qualifizierungspanel zur betrieblichen Weiterbildung. In: BUNDESINSTITUT FÜR BERUFSBILDUNG (Hrsg.): Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2019 – Informationen und Analysen zur Entwicklung der beruflichen Bildung. Bonn 2019, S. 352-355

MOHR, Sabine; LUKOWSKI, Felix: Betriebliche Förderung von Aufstiegsfortbildungen im Kontext der Digitalisierung: Ergebnisse aus dem BIBB-Qualifizierungspanel. In: BUNDESINSTITUT FÜR BERUFSBILDUNG (Hrsg.): Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2021 – Informationen und Analysen zur Entwicklung der beruflichen Bildung. Bonn 2021, S. 424-427

NEHLS, Hermann: Zur Entwicklung des Deutschen Qualifikationsrahmens aus gewerkschaftlicher Sicht. BÜCHTER, Karin; DEHNPOSTEL, Peter; HANF, Georg (Hrsg.): Der Deutsche Qualifikationsrahmen (DQR) – Ein Konzept zur Erhöhung von Durchlässigkeit und Chancengleichheit im Bildungssystem. Bonn 2012, S. 33-40

PAULUS, Wiebke; MATTHES, Britta: Klassifikation der Berufe. Struktur, Codierung und Umsteigeschlüssel. In: FDZ-Methodenreport 08 (2013)

- PEISSNER, Matthias; KÖTTER, Falko; ZAISER, Helmut: Künstliche Intelligenz – Anwendungsperspektiven für Arbeit und Qualifizierung. In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis 3 (2019)
- PFEIFFER, Sabine; SUPHAN, Anne: Der AV-Index. Lebendiges Arbeitsvermögen und Erfahrung als Ressourcen auf dem Weg zu Industrie 4.0 (Working Paper). Hohenheim 2015
- PFEIFFER, Sabine; LEE, Horan; ZIRNIG, Christopher; SUPHAN, Anne: Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025. In: Frankfurt am Main 2016
- PFEIFFER, Sabine; SUPHAN, Anne: Industrie 4.0 und Erfahrung – das unterschätzte Innovations- und Gestaltungspotenzial der Beschäftigten im Maschinen- und Automobilbau. In: HIRSCH-KREINSEN, Hartmut; ITTERMANN, Peter; NIEHAUS, Jonathan (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Baden-Baden 2018, S. 275-302
- PFEIFFER, Sabine: The 'Future of Employment' on the Shop Floor: Why Production Jobs are Less Susceptible to Computerization than Assumed. In: International Journal for Research in Vocational Education and Training (IJRVET) 5 (2018) 3, S. 208-225
- PFEIFFER, Sabine: Kontext und KI – Zum Potenzial der Beschäftigten für Künstliche Intelligenz und Machine-Learning. Wiesbaden 2020.
- REGLIN, Thomas: Zur Struktur und Gestaltung des Deutschen Qualifikationsrahmens. In: BÜCHTER, Karin; DEHNBOSTEL, Peter; HANF, Georg (Hrsg.): Der Deutsche Qualifikationsrahmen (DQR) – Ein Konzept zur Erhöhung von Durchlässigkeit und Chancengleichheit im Bildungssystem. Bonn 2012, S. 213-224
- ROHRBACH-SCHMIDT, Daniela; TIEMANN, Michael: Changes in workplace tasks in Germany —Evaluating skill and task measures. In: Journal for Labour Market Research, 46 (2013) 3, S. 215-237
- RÜSCHOFF, Britta: Methoden der Kompetenzerfassung in der beruflichen Erstausbildung in Deutschland. Eine systematische Überblicksstudie. In: Wissenschaftliche Diskussionspapiere, 206 (2019)
- SPITZ-OENER, Alexandra: Technical Change, Job Tasks and Rising Educational Demands: Looking Outside the Wage Structure. In: Journal of Labour Economics 24 (2006), S. 235-270
- STUBBE, Julian; WESSELS, Jan; ZINKE, Guido: Neue Intelligenz, neue Ethik? In: WITTPAHL, Volker (Hrsg.): Künstliche Intelligenz – Technologie, Anwendung, Gesellschaft. Berlin 2019, S. 239-254
- TROLTSCH, Klaus; GERHARDS, Christian: Standardisierte Betriebsbefragungen. In: RAUNER, Felix; GROLLMANN, Phillip (Hrsg.): Handbuch Berufsbildungsforschung. Bielefeld 2018, S. 811-814
- TROLTSCH, Klaus; MOHR, Sabine: BIBB-Betriebspanel zu Qualifizierung und Kompetenzentwicklung. In: RAUNER, Felix; GROLLMANN, Phillip (Hrsg.): Handbuch Berufsbildungsforschung. Bielefeld 2018, S. 673-680
- WANGLER, Leo; BOTTHOFE, Alfons: E-Governance: Digitalisierung und KI in der öffentlichen Verwaltung. In: WITTPAHL, Volker (Hrsg.): Künstliche Intelligenz – Technologie, Anwendung, Gesellschaft. Berlin 2019, S. 122-141
- WEBB, Michael: The Impact of Artificial intelligence on the Labour Market. Stanford 2020
- WEINERT, Franz: Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: WEINERT, Franz E. (Hrsg.): Leistungsmessung in Schulen. Weinheim und Basel 2001

WISCHMANN, Steffen; ROHDE, Marieke: Neue Möglichkeiten für die Servicerobotik durch KI. In:
WITTPAHL, Volker (Hrsg.): Künstliche Intelligenz – Technologie, Anwendung, Gesellschaft. Berlin 2019,
S. 99-121