

VIII. Künstliche Intelligenz am Arbeitsplatz: Verbreitung und Hinweise auf Zusammenhänge mit Arbeitsqualität

Sophie-Charlotte Meyer, Matthias Hartwig, Anita Tisch, Sascha Wischniewski

In der aktuellen Debatte um die Digitalisierung der Arbeitswelt bekommt der Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI) eine besondere Aufmerksamkeit als Schlüsseltechnologie, dem ein starker erwarteter Einfluss auf das Leben und die Arbeitswelt zugesprochen wird (z. B. Deutscher Bundestag, 2020; Morik, 2018). Es existieren unterschiedliche Definitionen von KI. Eine pragmatische Definition der Europäischen Union charakterisiert KI als „Systeme mit einem ‘intelligenten‘ Verhalten, die ihre Umgebung analysieren und mit einem gewissen Grad an Autonomie handeln, um bestimmte Ziele zu erreichen. KI-basierte Systeme können rein softwaregestützt in einer virtuellen Umgebung arbeiten (z. B. Sprachassistenten, Bildanalysesoftware, Suchmaschinen, Sprach- und Gesichtserkennungssysteme), aber auch in Hardware-Systeme eingebettet sein (z. B. moderne Roboter, autonome Pkw, Drohnen oder Anwendungen des ‘Internet der Dinge‘)“ (EU-Kommission, 2018).¹ Dabei bezieht sich das Kernmerkmal des „intelligenten Verhaltens“ darauf, dass KI-Systeme in der Lage sind, auf Basis der getroffenen Entscheidungen selbstständig zu lernen und die eigenen Entscheidungsprozesse so kontinuierlich zu verbessern. Dabei spricht man auch von selbstlernenden Systemen.

Schwache und starke KI

Die Einsatzmöglichkeiten von KI in der Arbeitswelt sind vielfältig², wobei alle gegenwärtig im Arbeitskontext eingesetzten KI-Systeme in die Klasse der „schwachen“ KI fallen, bei der lernfähige Algorithmen auf Basis einer Vielzahl von Daten nur eine bestimmte Gruppe von Aufgaben lösen können, wie zum Beispiel bei den Konzepten des machine learning, deep learning oder künstlicher neuronaler Netze (z. B. Apt & Priesack, 2019;

1 Eine weitere Definition charakterisiert KI als „ein System, das intelligentes Verhalten darstellt, indem es die Umgebung analysiert und Handlungen ableitet, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen – mit einem gewissen Grad von Autonomie“ (High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, 2019; Fregin et al., 2020b).

2 Für einen Überblick siehe z. B. Schneider und Steimers (2021).

IBM, 2020). Im Gegensatz dazu bezeichnet man als „starke“ KI ein theoretisch vorstellbares KI-System, das bereichsunabhängig eine menschenähnliche Intelligenz besitzt und anwendet (IBM, 2020).

Interdisziplinäre Debatte

Die hohe erwartete Bedeutung der KI für die Arbeitswelt insgesamt zeigt sich nicht zuletzt in zahlreichen Programmen und Impulsbeiträgen seitens der Politik und Wirtschaftsverbände, wie KI in Unternehmen und Gesellschaft eingebettet werden kann. So existiert auf europäischer Ebene das Weißbuch „Zur Künstlichen Intelligenz – ein europäisches Konzept für Exzellenz und Vertrauen“ (EU-Kommission, 2020), auf nationaler Ebene befasst sich die „Nationale Strategie für künstliche Intelligenz“ mit der Frage, wie KI effektiv gefördert und „eine verantwortungsvolle und gemeinwohlorientierte Entwicklung und Nutzung von KI“ sichergestellt werden kann.³ In Bezug auf die Arbeitswelt wird dabei das Ziel eines „sicheren und menschenzentrierten Einsatz[es] von KI-basierten Anwendungen“ verfolgt (BMW, 2020b). Um den Einsatz von KI-Systemen gut und sicher zu gestalten, zeigt die Normungs-Roadmap vertiefend für den Bereich der Regeln und Normen zur KI über 70 Normierungsbedarfe und 5 übergreifende Handlungsempfehlungen auf.

Während mögliche Veränderungen und damit verbundene Chancen und Risiken der arbeitsbezogenen KI-Nutzung zunehmend diskutiert werden (z. B. Dosenovic, 2020; EU-OSHA, 2021), gibt es aktuell jedoch kaum empirische Evidenz, mit welchen Veränderungen der Einsatz von KI für Beschäftigte tatsächlich verbunden ist (Cascio & Montealegre, 2016; Fregin et al., 2020b). Das vorliegende Kapitel versucht einen ersten Schritt, um diese Lücke zu schließen. Auf Basis der repräsentativen Erhebung „Digitalisierung und Beschäftigung im Wandel“ (DiWaBe) aus dem Jahr 2019 liefert der Beitrag empirische Erkenntnisse darüber, wer mit KI arbeitet und inwiefern sich erste Hinweise auf Zusammenhänge mit verschiedenen Indikatoren der Arbeitsqualität (Arbeitsintensität und Autonomie) zeigen.

3 Siehe <https://www.ki-strategie-deutschland.de>

1. Bisherige Forschung zur KI in der Arbeitswelt

1.1 Verbreitung und Einsatz von KI

Auswertungen des BMWi auf Basis der deutschen Innovationserhebung zeigen, dass im Jahr 2019 knapp sechs Prozent der befragten Unternehmen bereits KI-Verfahren einsetzen (BMW, 2020a)⁴. Der Anteil unterscheidet sich jedoch stark nach Branche: Während KI in 17 % der Unternehmen aus dem IT-Bereich eingesetzt wird, scheinen bisher kaum Unternehmen aus dem Bereich Verkehr und Logistik (1,5 %) und Großhandel (1 %) auf KI zu setzen. Als einer der Hauptgründe für den Einsatz von KI scheint insbesondere Effizienzsteigerung (Ammanath, Hupfer & Jarvis, 2020) und damit einhergehende bessere Marktchancen eine Rolle zu spielen. Aus Sicht von Unternehmensverantwortlichen bietet KI als Zukunftstechnologie dabei mehrheitlich Chancen für ihr Geschäft (BITKOM, 2021). Für Beschäftigte zeichnen sich in der Literatur gleichermaßen potenzielle Chancen und Risiken ab (EU-OSHA, 2021; Todolí-Signes, 2021), wobei es entscheidend ist, für welchen Zweck KI eingeführt wird. Aus der Perspektive der Arbeitswissenschaft ist die technologische Entwicklung der KI insofern ein Sonderfall, da sie an unterschiedlichen Stellen innerhalb der Arbeitsorganisation eingesetzt werden kann und somit unterschiedliche Rollen im Arbeitsprozess im Verhältnis zu den Beschäftigten einnehmen kann. So kann Künstliche Intelligenz aus Sicht des Beschäftigten ein individuell eingesetztes Arbeitsmittel sein, wenn z. B. selbstlernende Suchmaschinen zur Informationsbeschaffung im Internet genutzt werden.

Einsatzfelder

Spezialisierte KI-Systeme unterstützen Entscheidungsprozesse z. B. bei der bildgestützten Diagnose von Krankheiten (Fujita, 2020) oder für die Optimierung chemischer Produkte (Yang et al., 2019). KI kann aber auch für Entscheidungsprozesse auf organisationaler Ebene eingesetzt werden, um z. B. Personaleinsatz, Arbeitsabläufe oder -ziele festzulegen. Dazu zählen z. B. Ansätze wie die Erstellung von Schichtplänen durch Algorithmen und KI (Nearchou et al., 2014) oder die Erstellung von Lieferrouten für die Logistik (Chrzczonowicz & Woda, 2015). Auch diese Art der Nutzung von KI stellt dabei in unterschiedlichen Branchen und Betrieben bereits ein

4 Die Zahl deckt sich mit den Ergebnissen einer BITKOM-Umfrage von ca. 600 Unternehmen, bei der im Jahr 2021 8 % der befragten Unternehmen angeben, KI bereits einzusetzen, weitere 30 % planen den Einsatz in Zukunft (BITKOM, 2021).

etabliertes Vorgehen im Regelbetrieb dar. Aus Sicht der operativen Beschäftigten handelt es sich bei dieser Art der KI dann nicht mehr um ein von ihnen verwendetes Arbeitsmittel im engeren Sinne, sondern um einen determinierenden Faktor für ihre Arbeitsinhalte und -bedingungen (z. B. Lecher, 2019). Auf makroökonomischer Ebene wiederum stellt KI eine Möglichkeit dar, Aufgaben oder Arbeitsbereiche zu automatisieren und somit auf Organisationsebene Kosten einzusparen, was volkswirtschaftlich aber zu erheblichem Arbeitsplatzabbau führen kann. So geht die EU-OSHA davon aus, dass durch neue Technologien in den nächsten 10–15 Jahren 10–50 % aller Arbeitsplätze automatisiert werden können (Stacey et al., 2018). Schließlich kann KI aber auch ein Werkzeug der Arbeitswissenschaften bzw. des Arbeitsschutzes selbst sein, um die Arbeit von Beschäftigten sicherer zu machen, indem z. B. die Gefährdungsbeurteilung durch lernende Systeme verbessert wird (Ayhan & Tokdemir, 2019) oder der Entstehungsprozess von psychischen Berufserkrankungen modelliert wird (Ladstätter et al., 2016).

1.2 Chancen und Risiken für Beschäftigte

Bei der Sichtung bisheriger Literatur fällt auf, dass diese sich eher mit der prospektiven Frage, welche Veränderungen durch den Einsatz von KI bei der Arbeit erwartet werden, befasst (Dosenovic, 2020). Dabei zeichnen sich gleichermaßen Chancen und Risiken für eine menschengerechte und produktive Arbeit in vielen verschiedenen Bereichen ab (siehe z. B. EU-OSHA, 2021; Todolí-Signes, 2021). Zu den betonten Risiken auf Ebene des individuellen Arbeitsplatzes gehören z. B. die Zunahme stark repetitiver Arbeit, steigende Arbeitsintensität, zunehmende Komplexität, geringere Kontrolle über die Tätigkeit und soziale Isolation von anderen Beschäftigten (EU-OSHA, 2021; Todolí-Signes, 2021). Bezüglich des Einsatzes von KI auf organisationaler Ebene besteht zudem das Risiko einer kontinuierlichen Überwachung sowie Diskriminierung durch den Algorithmus (Todolí-Signes, 2021). Auf der Makroebene wird neben drohenden Arbeitsplatzverlusten durch die Durchdringung der Arbeitswelt mit modernen Technologien bzw. KI im Speziellen auch die Gefahr einer „digitalen Spaltung/digital divide“ zwischen technikaffinen und eher technikskeptischen Beschäftigten diskutiert (Apt & Priesack, 2019). Als mögliche Chance wird dagegen die Möglichkeit gesehen, Arbeitsbedingungen an den Bedürfnissen der Beschäftigten auszurichten und negative Beanspruchungsfolgen frühzeitig erkennen bzw. korrigieren zu können (EU-OSHA, 2021). Auch kann KI für die Erkennung von Gefahrensituationen eingesetzt werden und so

gezielt Sicherheit und Gesundheit von Beschäftigten verbessern (Pishgar et al., 2021). Weiterhin wird auch der Wegfall von Routine-Aufgaben diskutiert, wodurch sich mehr Freiräume für die Beschäftigten ergeben können (Fregin et al., 2020a). Andere Autoren sehen zudem noch die Chance einer Art „Demokratisierung von Fachwissen“ und hohe Inklusionspotenziale nicht zuletzt aufgrund eines gleichberechtigteren Zugangs zu Informationen (Apt & Priesack, 2019, S. 231).

Wenig empirische Evidenz zu den Auswirkungen des KI-Einsatzes

Wenngleich potenzielle Chancen und Risiken vielfältig diskutiert werden, gibt es aktuell jedoch kaum empirische Evidenz, mit welchen Veränderungen der Einsatz von KI tatsächlich verbunden ist (Cascio & Montealegre, 2016; Fregin et al., 2020b). Als Hauptgrund ist hier sicherlich zu nennen, dass der großen Aufmerksamkeit für das wachsende Thema eine vergleichsweise geringe Datenbasis zu bereits eingesetzter KI aus der Perspektive der Beschäftigten gegenübersteht. Zwar gibt es eine Reihe von Studien, die die Einführung einer spezifischen KI-Anwendung in einem Unternehmen wissenschaftlich begleiten (z. B. Braganza et al., 2021; Fregin et al., 2020a; Koo, Curtis & Ryan, 2021). Allerdings lassen die Ergebnisse solcher Pilot- bzw. Fallstudien nur begrenzt verallgemeinerbare Schlussfolgerungen zu, da sie eine sehr konkrete Anwendung bzw. Implementierung von KI für eine spezifische Beschäftigtengruppe untersuchen. Der vorliegende Beitrag versucht einen ersten Schritt, um diese Lücke zu schließen und untersucht auf Basis einer repräsentativen Erwerbstätigenbefragung folgende Fragen: Von welchen Beschäftigtengruppen und in welchen Tätigkeiten wird KI bereits besonders stark oder (noch) kaum genutzt? Mit welchen Arbeitsbedingungen, wie Arbeitsintensität oder Handlungsspielraum, geht der Einsatz von KI einher? Der Beitrag liefert somit erste empirische Erkenntnisse zur Arbeit mit KI. Aufgrund der geringen Verfügbarkeit repräsentativer Daten zur Verbreitung von KI in der Arbeitswelt soll der Beitrag auch erste Erkenntnisse dazu liefern, wie zuverlässig die Nutzung einer KI-Anwendung bei der Arbeit im Rahmen einer repräsentativen Erwerbstätigenbefragung erhoben werden kann.

2. Daten und Methode

Die Auswertungen basieren auf Daten der Befragung „Digitalisierung und Wandel der Beschäftigung“ (DiWaBe). Die DiWaBe ist eine telefonische Erhebung zu den Auswirkungen der digitalen Transformation, die

2019 gemeinsam von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), dem Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB), dem Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) und dem Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) durchgeführt wurde. Im Fokus stehen neben der Verbreitung des Einsatzes digitaler Technologien auch deren soziale, arbeitsorganisatorische und gesundheitliche Folgen. Befragt wurden ca. 8.000 Beschäftigte aus ca. 2.000 deutschen Produktions- und Dienstleistungsbetrieben, die bereits 2016 an einer repräsentativen Betriebsbefragung (IAB-ZEW-Arbeitswelt-4.0) teilgenommen haben. Die Beschäftigten wurden anhand einer nach Region, Betriebsgröße und Sektoren geschichteten Zufallsstichprobe ausgewählt (für Details zur Befragung siehe Arntz et al., 2020). Ein besonderer Fokus der DiWaBe lag auf der umfassenden Erhebung von Digitalisierung bzw. dem Arbeiten mit digitalen Arbeitsmitteln, um repräsentative Aussagen über die Verbreitung bestimmter Technologien treffen zu können. Für die Auswertungen wurden abhängig Beschäftigte bis einschließlich 65 Jahren berücksichtigt, soweit sie gültige Angaben zu den für die Darstellungen relevanten Fragen gemacht haben. Das Analysesample besteht aus 5.044 Personen (3.068 Männern und 1.976 Frauen).

2.1 Erfassung von KI

Neben der Erhebung gängiger (digitaler) Arbeitsmittel, wie die Arbeit mit Laptops oder Smartphones und Tablets als Informations- und Kommunikationsmittel (IKT) oder aber auch die Arbeit mit ortsfesten oder mobilen Geräten und Anlagen oder robotischen Systemen, wurde nach sogenannten digitalen Trendtechnologien gefragt, d. h. wie häufig die Beschäftigten z. B. Big Data, 3D-Druck oder KI nutzen. Wengleich es das Ziel der Erhebung war, für möglichst viele und unterschiedliche Beschäftigtengruppen eine Aussage über den Stand der Digitalisierung bzw. die Verbreitung digitaler Arbeitsmittel treffen zu können, stellt die breite Erhebung insbesondere für die neuen, teils ggf. noch unbekanntem Trendtechnologien eine besondere Schwierigkeit dar. Weil die Begrifflichkeiten noch nicht lange im allgemeinen Sprachgebrauch sind und sich eine allgemeine Definition noch nicht überall etablieren konnte, besteht das Risiko, dass Befragte unterschiedliche Begriffsverständnisse besitzen, was die Antworten verzerren kann. Gleichzeitig kann im Rahmen einer breiten Befragung wenig Definition vorgegeben werden ohne das Risiko, innovative Facetten unabsichtlich auszuschließen, die besonders bei der Frage nach neuen Entwicklungen entscheidend sind. Aus diesem Grund verwendete

die Erhebung bewusst offengehaltene Fragen für die Erfassung neuer Technologien. Konkret wurden die Beschäftigten gefragt: *Wie oft nutzen Sie bei Ihrer Arbeit Künstliche Intelligenz?* Somit wurde es den Beschäftigten weitgehend selbst überlassen, ob und was sie genau unter Künstlicher Intelligenz im Arbeitskontext verstehen. Auf Nachfrage wurde ergänzend erläutert: *Unter „Künstlicher Intelligenz“ werden Computerprogramme verstanden, die bei der Optimierung der Zielerreichung unterstützen und selbstständig lernen. Zum Beispiel kann Software, die durch Künstliche Intelligenz trainiert wurde, ein Gesicht auf Bildern wiedererkennen.* Als Antwortmöglichkeiten konnten die Beschäftigten zwischen *immer, häufig, manchmal, selten, nie* wählen. Da die Arbeit mit KI-Anwendungen die intelligente Vernetzung der Arbeitsmittel voraussetzt, wurden für die Frage zur KI alle Personen ausgeschlossen, die angeben, dass ihr Arbeitsplatz überhaupt nicht intelligent vernetzt ist.⁵

Häufigkeit der KI-Nutzung

Rund ein Viertel der Befragten gibt an, KI zumindest selten zu nutzen, wohingegen 74 % der Beschäftigten angeben, nie KI zu nutzen (vgl. Abbildung 1). Die vergleichsweise geringe Besetzung der Ausweichkategorien (*weiß nicht* n=81 und *keine Ahnung* n=4) deutet daraufhin, dass der Großteil der Befragten zumindest eine Vorstellung von KI hat. Im Folgenden werden diese Ausweichkategorien nicht betrachtet. Aufgrund geringer Fallzahlen bzw. der geringen Besetzung der oberen Kategorien, werden die Antwortkategorien für die folgenden Auswertungen zu einer dreistufigen Variable zusammengefasst: *immer/häufig, manchmal/selten, nie*.

5 Dies betrifft 1.216 Beschäftigte, die in den Analysen somit nicht berücksichtigt werden. Personen, die auf die Frage mit „weiß nicht“ (n=81) oder „keine Ahnung“ (n=4) geantwortet haben, wurden ebenfalls von den Analysen ausgeschlossen.

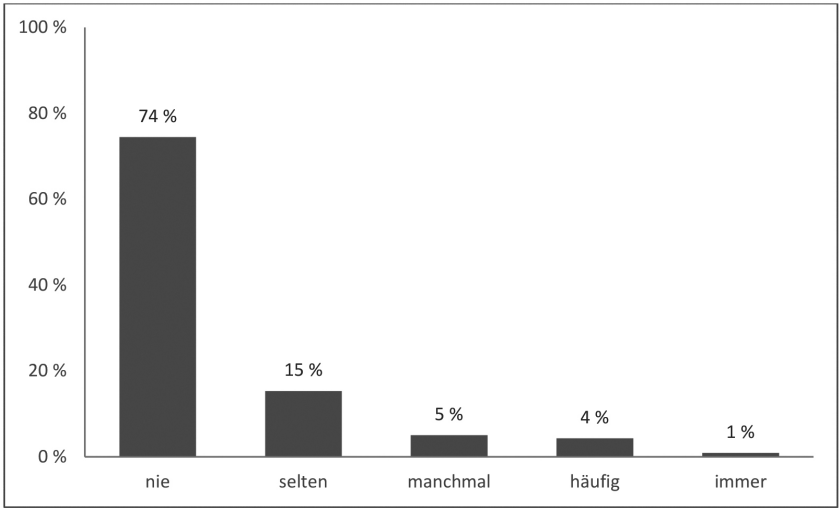


Abbildung 1: Verbreitung von KI (in %); Quelle: DiWaBe 2019, gewichtete Daten, gerundet ($N_{ungewichtet}=5,044$).

Die Erhebung von Künstlicher Intelligenz in großen Beschäftigtenbefragungen ist, wie bereits erwähnt, aufgrund der unterschiedlichen Tätigkeiten herausfordernd. Mit der DiWaBe-Befragung liegen erstmalig repräsentative Daten vor, die die Nutzung von KI über alle privatwirtschaftlichen Bereiche hinweg gemeinsam mit anderen Arbeitsmitteln und Arbeitsfaktoren erfasst. Daher wird ein besonderes Augenmerk auf die überblicksartige Verbreitung von KI in verschiedenen Subgruppen gelegt. Einerseits betrachten wir hierfür die Art des IKT-Arbeitsmittels, ob die Beschäftigten also ausschließlich an einem Desktop-PC, einem Laptop oder (zusätzlich) auch ein Smartphone/Tablet bei der Arbeit verwenden. So ist zu vermuten, dass Beschäftigte, die auch ein Smartphone/Tablet bei ihrer Arbeit nutzen, auch häufiger mit KI in Berührung kommen, da einige der oben genannten Funktionen von Künstlicher Intelligenz mobile Endgeräte voraussetzen, wie z. B. die automatisierte Freigabe von Lieferungen am Lieferort auf Tablets von Logistikbeschäftigten. Andererseits greifen wir auf die Selbsteinschätzung der Beschäftigten zurück, wie sich ihre Arbeitszeit in etwa prozentual auf die Nutzung von Arbeitsmitteln, die nicht-computergestützt, computergestützt oder intelligent vernetzt sind, verteilt.

Faktoren der Arbeitsqualität

Ein weiterer Fokus des Beitrags liegt darauf, zu untersuchen, inwiefern die Arbeit mit KI mit bestimmten Indikatoren von Arbeitsqualität zusammenhängt. So ist davon auszugehen, dass sich Arbeitsprozesse durch eine KI-Anwendung verändern und insbesondere beschleunigt werden. Unklar bleibt jedoch, ob dies mit einer reduzierten oder gesteigerten Arbeitsintensität der Beschäftigten einhergeht. Aus diesem Grund betrachten wir verschiedene Indikatoren von Arbeitsintensität, d. h. wie häufig die Beschäftigten unter Termin-/Leistungsdruck arbeiten müssen, verschiedene Arbeiten gleichzeitig im Auge behalten müssen (Multitasking), wie häufig sie bei der Arbeit gestört oder unterbrochen werden (Unterbrechungen) sowie die Häufigkeit, die anfallende Informationsmenge nicht mehr bewältigen zu können (Informationsflut).

Außerdem ist unklar, inwiefern die Arbeit mit KI mit einem erweiterten Handlungsspielraum einhergeht. So können einerseits repetitive Aufgaben durch die KI übernommen werden, andererseits kann die KI-Nutzung aber somit auch mit einer geringeren Aufgabenvielfalt oder gar Monotonie aufgrund automatisierter Arbeitsaufgaben einhergehen. Aus diesem Grund untersuchen wir auch verschiedene Facetten von Autonomie bei der Arbeit, d. h. wie häufig die Beschäftigten sich ihre Arbeit selbst einteilen (Arbeitsorganisation), das Arbeitstempo selbst bestimmen (Arbeitstempo), oder bei der Erledigung Ihrer Arbeit zwischen unterschiedlichen Herangehensweisen wählen können (Entscheidungsfreiheit). Weitere Facetten umfassen die Möglichkeit, sich neue Aufgaben zu suchen (neue Aufgaben) oder die Arbeitsmenge beeinflussen zu können (Arbeitsmenge). Als gegensätzliches Maß berücksichtigen wir zudem die Häufigkeit von Monotonie, d. h., inwiefern sich identische Arbeitsabläufe immer wieder wiederholen (Monotonie).

Die Fragen zur Arbeitsintensität und Autonomie wurden mit einer 5-stufigen Häufigkeitsskala (*immer, häufig, manchmal, selten, nie*) erhoben. Für die Analysen werden dichotome Merkmale gebildet, die angeben, inwiefern die Beschäftigten die jeweilige Arbeitsanforderung immer oder häufig (vs. manchmal/selten/nie) erfahren. Somit sollen nur Arbeitsplätze betrachtet werden, für die die jeweilige Anforderung typisch ist.

Als mögliche Determinanten bzw. Kontrollvariablen werden neben dem Geschlecht und Altersgruppen (< 35 Jahre, 35–49 Jahre, ≥ 50 Jahre)

auch auf Basis der KldB 2010⁶ das Anforderungsniveau (Helfer- und Anlern Tätigkeiten, fachlich ausgerichtete Tätigkeiten, komplexe Spezialisten Tätigkeiten & hoch komplexe Tätigkeiten) sowie die fünf Berufssectoren herangezogen (siehe Matthes et al., 2015), um für unterschiedliche Ausprägungen von Arbeitsintensität bzw. Autonomie zwischen beruflichen Tätigkeiten zu kontrollieren.

2.2 Methodisches Vorgehen

Um zu identifizieren, wie verbreitet die Arbeit mit KI ist und welche Beschäftigtengruppen dies besonders betrifft, werden einfache Anteilswerte dargestellt. Darüber hinaus werden Regressionsanalysen insbesondere für die Zusammenhänge zwischen der Arbeit mit KI und verschiedenen Arbeitsanforderungen berechnet, um für Gruppenunterschiede (z. B. nach Beruf und Qualifikation) zu kontrollieren. Um die Analysen möglichst leicht interpretierbar zu halten, werden OLS-Regressionen geschätzt. Da es sich bei den abhängigen Variablen um dichotome Merkmale handelt, werden somit lineare Wahrscheinlichkeitsmodelle (LPM) berechnet. Um die genestete Struktur der Daten (Individuen in Betrieben) zu berücksichtigen, werden die Standardfehler über 1.250 Betriebe geclustert (siehe z. B. Cameron & Miller, 2015).

Die Art des Arbeitsmittels wird bewusst nicht als Kontrollvariable in die Regressionsanalysen aufgenommen. Die Beziehungen zwischen Arbeitsmitteln, möglichem KI-Einsatz und tatsächlichem KI-Einsatz sind aktuell noch nicht beantwortet, deshalb soll die Auswertung zunächst globale Zusammenhänge zwischen KI und den Arbeitsbedingungsfaktoren aufzeigen.

3. Ergebnisse

3.1 Verbreitung von KI in der Arbeitswelt

Vergleicht man die Verbreitung von KI zwischen unterschiedlichen Altersgruppen, zeigt sich, dass insbesondere jüngere Beschäftigte von der Arbeit mit KI berichten: 31 % der unter 35-Jährigen geben an, zumindest selten

6 Klassifikation der Berufe, vgl. <https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Navigation/Grundlagen/Klassifikationen/Klassifikation-der-Berufe/KldB2010-Fassung2020/Systematik-Verzeichnisse/Systematik-Verzeichnisse-Nav.html>

KI bei der Arbeit zu nutzen, wohingegen dies unter den älteren Altersgruppen nur 22 % bzw. 26 % berichten (Abbildung 2, unten). Hinsichtlich des Geschlechts zeigen sich im bloßen Vergleich hingegen kaum Unterschiede (Abbildung 2, oben). So geben 25 % der weiblichen Beschäftigten an, KI zu nutzen, bei den männlichen Beschäftigten sind es 26 %.

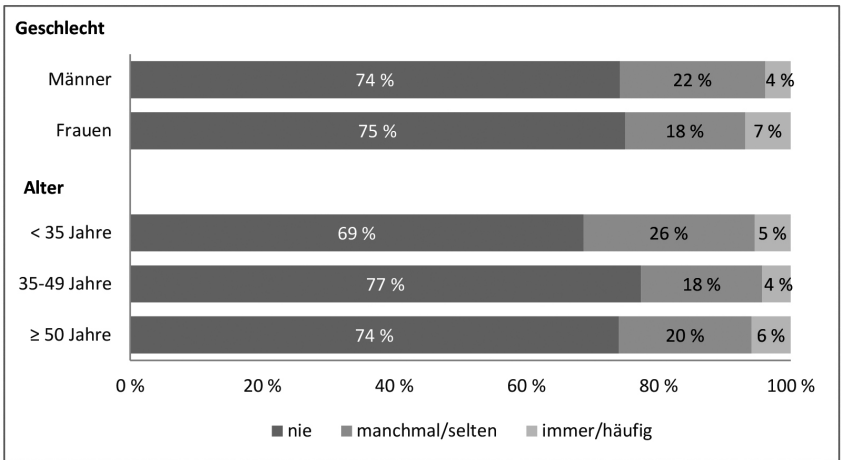


Abbildung 2: Verbreitung von KI nach Geschlecht und Alter (in %); Quelle: DiWaBe 2019, gewichtete Daten, gerundet ($N_{\text{ungewichtet}}=5.044$).

KI-Nutzung bei komplexeren Aufgaben

Stärker noch als nach den soziodemographischen Variablen lässt sich vermuten, dass die Nutzung von KI bei der Arbeit sich nach beruflichen Faktoren unterscheidet. Das Anforderungsniveau bzw. die Komplexität der Tätigkeit scheint hier eine wichtige Rolle zu spielen. Es zeigt sich ein Gradient, d. h. je komplexer die Tätigkeit, desto höher ist der Anteil der Beschäftigten, die angeben, KI bei der Arbeit zu nutzen. Während z. B. 14 % der Beschäftigten in Helfer-/Anlernertätigkeiten angeben, KI zumindest selten zu nutzen, sind es in hochkomplexen Tätigkeiten fast ein Drittel (Abbildung 3, oben). Betrachtet man die unterschiedlichen Berufssektoren, zeigt sich, dass die Arbeit mit KI unter den IT- und naturwissenschaftlichen Dienstleistungsberufen erwartungsgemäß am weitesten verbreitet ist. So geben hier 39 % der Beschäftigten an, KI zumindest selten zu nutzen (Abbildung 3, unten). Im Vergleich dazu geben in personenbezogenen Dienstleistungsberufen 22 %, und in sonstigen wirtschaftlichen

Dienstleistungsberufen (z. B. Sicherheits-, Logistik oder Reinigungsberufe) lediglich 13 % der Beschäftigten an, mit KI zu arbeiten.

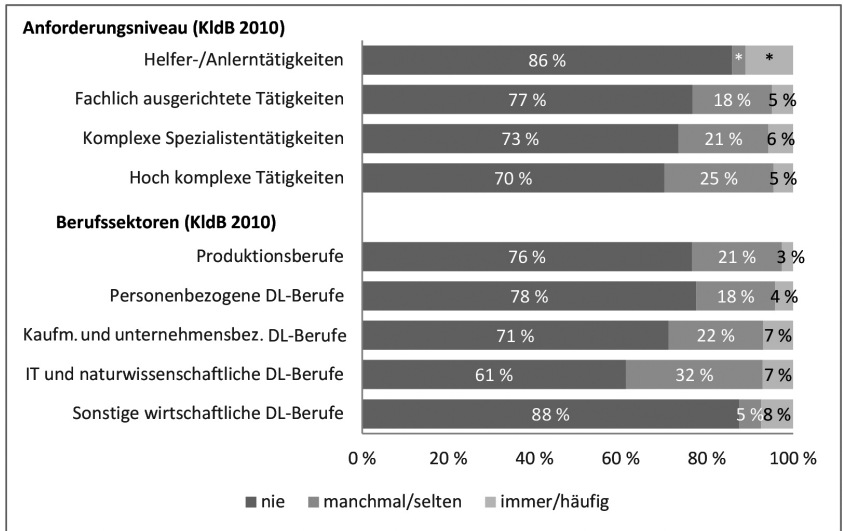


Abbildung 3 : Verbreitung von KI nach Anforderungsniveau und Berufssektoren (KldB 2010, in %); * Fallzahl < 30; Quelle: DiWaBe 2019, gewichtete Daten, gerundet ($N_{ungewichtet}=4.903$).

Betrachtet man die Komplexität der IT-Nutzung, also, ob Personen lediglich die Grundfunktionen oder auch fortgeschrittene Programmfunktionen ihrer Arbeits-IKT nutzen, zeigt sich, dass Personen, die mit KI arbeiten, häufiger spezifische Software oder fortgeschrittene Programmfunktionen anwenden (Abbildung 4). In anderen Bereichen der IT-Anforderungen zeigt sich ein gemischtes Bild. So berichten Personen mit KI-Nutzung „manchmal oder selten“ am häufigsten über die Nutzung von Standardprogrammen, aber auch von spezifischen Softwareprogrammen und Programmiersprachen. In den Gruppen, die „nie“ KI einsetzen oder aber „immer oder häufig“ KI nutzen, berichten weniger Personen, die oben genannten Softwarearten zu verwenden.

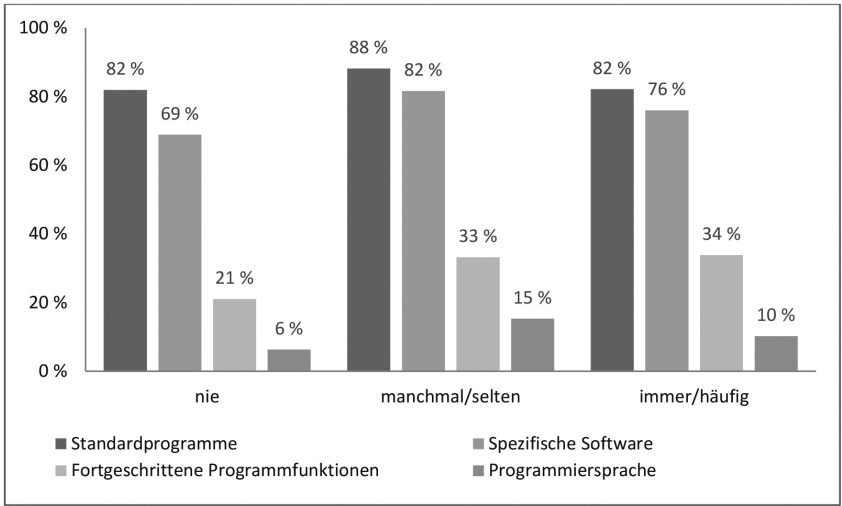


Abbildung 4: IT-Anforderung nach Häufigkeit der KI-Nutzung (in %); Quelle: DiWaBe 2019, gewichtete Daten, gerundet ($5.018 \leq N_{\text{ungewichtet}} \leq 5.042$).

Mobilität des Arbeitsmittels bei KI-Nutzung

Abgesehen von den beruflichen bzw. tätigkeitsbezogenen Faktoren begünstigen auch die Art des Arbeitsmittels und der generelle Digitalisierungsgrad des Arbeitsplatzes sowie des Betriebes die Arbeit mit KI. Betrachtet man Beschäftigte, die mit Informations- und Kommunikationstechnologien arbeiten (96 % des Samples) zeigen sich hier deutliche Unterschiede nach Mobilität des Arbeitsmittels. Während 17 % der Personen, die mit einem Desktop-PC arbeiten, angeben, zumindest selten KI zu nutzen, sind es unter den Smartphone-/Tablet-Nutzenden 31 % (vgl. Abbildung 5). Weiterhin zeigt sich, dass je digitalisierter bzw. automatisierter der Arbeitsplatz der Beschäftigten ist, desto häufiger wird KI genutzt. So wurden die Beschäftigten gefragt, wie sich die Arbeitszeit in etwa prozentual auf die Nutzung von Arbeitsmitteln, die nicht-computergestützt, computergestützt oder intelligent vernetzt sind, verteilt. Während im Schnitt 48 % der Arbeit von Beschäftigten, die immer oder häufig KI nutzen, bereits intelligent vernetzt ist, sind es unter den Beschäftigten ohne KI-Nutzung nur 32 % (vgl. Abbildung 6). Ein ähnliches Bild zeigt sich, wenn man den Digitalisierungsgrad des Betriebes betrachtet (nicht dargestellt).

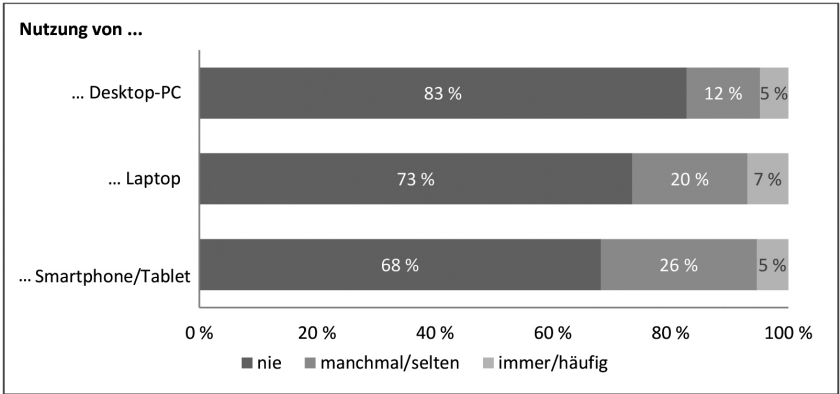


Abbildung 5: Verbreitung von KI nach IKT-Arbeitsmittel (in %); Quelle: DiWa-Be 2019, gewichtete Daten, gerundet ($N_{ungewichtet}=4.864$).

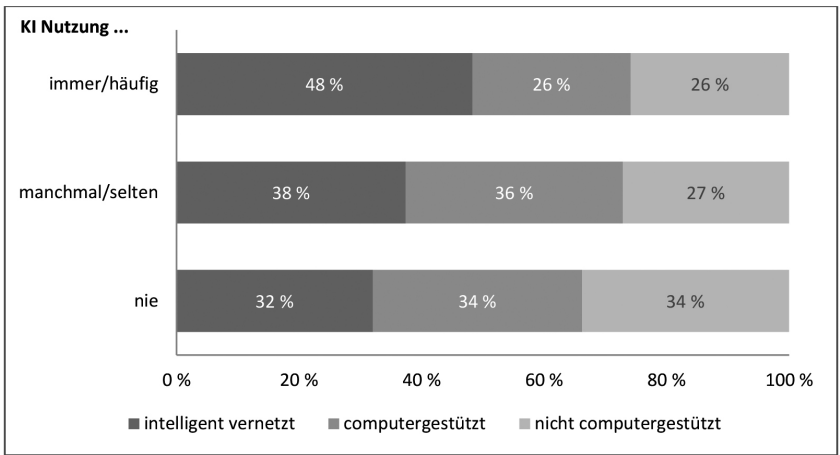


Abbildung 6: Automatisierungsgrad des Arbeitsplatzes nach Häufigkeit der KI-Nutzung (in %); Quelle: DiWaBe 2019, gewichtete Daten, gerundet ($4.926 \leq N_{ungewichtet} \leq 4.956$).

Insgesamt werden die deskriptiven Ergebnisse bestätigt, wenn im Rahmen einer OLS-Regression für Gruppenunterschiede kontrolliert wird (Tabelle 3 im Anhang). Eine Ausnahme zeigt sich jedoch bei den Geschlechterunterschieden. Berücksichtigt man (Berufs-)Gruppenunterschiede zwischen Frauen und Männern in einem Regressionsmodell, zeigt sich, dass Frauen eine um 5–7 Prozentpunkte geringere Wahrscheinlichkeit aufwei-

sen, mit KI zu arbeiten. Zudem wird der Zusammenhang zwischen dem Anforderungsniveau und der Arbeit mit KI deutlich schwächer und statistisch insignifikant, wenn für verschiedene Aspekte des Digitalisierungsgrades des Arbeitsplatzes (IKT-Arbeitsmittel, computergestützter und intelligent vernetzter Arbeitsplatz) und der Berufssektor kontrolliert werden. Das deutet darauf hin, dass es vielmehr an dem Digitalisierungsgrad der Arbeitsumgebung liegt, ob KI zum Einsatz kommt, welche wiederum in komplexen Tätigkeiten häufiger zu finden ist.

3.2 Zusammenhänge zwischen KI und Arbeitsqualität

Die Arbeit mit KI scheint mit einer in Facetten erhöhten Arbeitsintensität einherzugehen (vgl. Tabelle 1). So haben Beschäftigte, die immer oder häufig KI bei der Arbeit nutzen, eine um ca. acht Prozentpunkte höhere Wahrscheinlichkeit, Termin-/Leistungsdruck oder Multitasking zu erfahren, als Beschäftigte ohne KI-Nutzung. Unterbrechungen bei der Arbeit scheinen für Beschäftigte mit häufiger KI-Nutzung hingegen tendenziell etwas seltener zu sein, allerdings stellt sich dieser Zusammenhang als statistisch nicht signifikant heraus. Für Informationsflut zeigt sich hingegen weder qualitativ noch quantitativ ein Zusammenhang mit dem Einsatz von KI.

Tabelle 1: Zusammenhang zwischen der Arbeit mit KI und Arbeitsintensität (OLS)

	(1)	(2)	(3)	(4)
Abb.: Arbeitsintensität (immer/häufig)	Termin-/Leistungsdruck	Multitasking	Unterbrechungen	Informationsflut
KI: Nie	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz
KI: Manchmal/selten	0.033 (0.017)	0.019 (0.014)	0.016 (0.017)	0.010 (0.011)
KI: Immer/häufig	0.082* (0.032)	0.083*** (0.022)	-0.032 (0.033)	-0.001 (0.019)
N	4898	4898	4899	4888
Korr. R ²	0.024	0.022	0.032	0.002

Anmerkung: *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Robuste Standardfehler in Klammern, geclustert über Betriebe; Kontrollvariablen: Geschlecht, Altersgruppen, Anforderungsniveau, Berufssektor; Siehe Tabelle 4 im Anhang für das vollständige Modell. Quelle: DiWaBe 2019, ungewichtet.

Eindeutigere Unterschiede zeigen sich beim Zusammenhang zwischen der beruflichen KI-Nutzung und verschiedenen Facetten von Arbeitsautono-

mie (Tabelle 2). So geht die Arbeit mit KI tendenziell mit einer erhöhten Autonomie einher. Der stärkste Zusammenhang zeigt sich hinsichtlich der Entscheidungsfreiheit zwischen unterschiedlichen Herangehensweisen bei der Erledigung der Arbeit: So haben Beschäftigte mit häufiger KI-Nutzung eine um neun Prozentpunkte höhere Wahrscheinlichkeit, bei der Arbeit häufig oder immer zwischen verschiedenen Herangehensweisen wählen zu können, als Beschäftigte ohne KI-Nutzung. Auch die Möglichkeit, sich neue Aufgaben zu suchen, sowie der Einfluss auf die Arbeitsmenge scheint unter Beschäftigten mit KI-Nutzung häufiger zu sein. Kein Zusammenhang zeigt sich hingegen hinsichtlich des Handlungsspielraums in Bezug auf die Arbeitsorganisation bzw. sich die Arbeit selbst einteilen zu können. Der Einfluss auf das Arbeitstempo scheint für Beschäftigte mit häufiger KI-Nutzung zwar tendenziell höher zu sein, jedoch stellt sich dieser Zusammenhang ebenfalls als statistisch nicht signifikant heraus.

Tabelle 2: Zusammenhang zwischen der Arbeit mit KI und Autonomie (OLS)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Abb.: Autonomie (immer/häufig)	Arbeitsorganisation	Arbeitstempo	Entscheidungsfreiheit	Neue Aufgaben	Arbeitsmenge	Wiederholungen
KI: Nie	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz
KI: Manchmal/selten	0.008 (0.013)	-0.017 (0.015)	0.011 (0.016)	0.052** (0.018)	0.053** (0.017)	-0.058*** (0.017)
KI: Immer/häufig	-0.005 (0.026)	0.043 (0.029)	0.092*** (0.028)	0.069* (0.033)	0.071* (0.032)	-0.018 (0.031)
N	4896	4894	4877	4881	4874	4898
Korr. R ²	0.066	0.030	0.035	0.022	0.020	0.118

Anmerkung: *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, Robuste Standardfehler in Klammern, geclustert über Betriebe; Kontrollvariablen: Geschlecht, Altersgruppen, Anforderungsniveau, Berufssektor; Siehe Tabelle 5 im Anhang für das vollständige Modell. Quelle: DiWaBe 2019, ungewichtet.

4. Diskussion und Fazit

Der Beitrag liefert erste empirische Erkenntnisse zur Verbreitung von KI im Arbeitskontext auf Basis einer repräsentativen Erwerbstätigenbefragung. Es zeigt sich, dass insbesondere höher qualifizierte Beschäftigte an digitalisierten Arbeitsplätzen angeben, KI bei der Arbeit zu nutzen. Die Ergebnisse zu IT-Anforderungen und genutzten Programmen legen nahe,

dass eine hauptsächliche Nutzung von KI eher die Ausnahme ist und KI eher eine Softwareanwendung von vielen für die Beschäftigten darstellt. Auch vor dem Hintergrund, dass vor allem Beschäftigte mit komplexeren Tätigkeiten angeben, mit KI zu arbeiten, deuten die Ergebnisse darauf hin, dass sich die Antworten wie intendiert eher auf die individuellen Arbeitsmittel beziehen. Inwiefern Beschäftigte auch unbewusst mit KI-Anwendungen arbeiten, lässt sich anhand der Ergebnisse nicht ableiten.

Hohe Arbeitsintensität bei gleichzeitig vielen Handlungsspielräumen

Hinsichtlich der Arbeitsqualität berichten Beschäftigte mit häufiger KI-Nutzung von erhöhtem Termin-/Leistungsdruck und Multitaskinganforderungen, gleichzeitig jedoch auch von einem erweiterten Handlungsspielraum hinsichtlich der Wahl verschiedener Herangehensweisen bei der Erledigung der Arbeit oder der Suche nach neuen Arbeitsaufgaben. Dieser Befund deckt sich mit vorherigen Studien, die Arbeitsqualität in digitalisierten Arbeitsumgebungen untersuchen (z. B. Kirchner, 2015; Meyer et al., 2019) und ist somit im Einklang mit der Beobachtung einer zunehmenden Ambivalenz, dass Beschäftigte im Zuge der Digitalisierung Flexibilität gegen erhöhte Anstrengung eintauschen (Kelliher & Anderson, 2010; Mazmanian et al., 2013).

Nur scheinbarer Widerspruch

In der wissenschaftlichen Technikfolgenabschätzung wird der Einsatz von KI mit dem Risiko von Mikromanagement, Überdeterminierung und reduziertem Entscheidungsspielraum der Beschäftigten diskutiert. Diese Erwartung steht damit in einem scheinbaren Widerspruch mit den Ergebnissen dieser Studie, in der KI mit mehr Handlungsspielraum der Beschäftigten in Verbindung steht. Dass in dieser Erhebung KI vor allem als individuelles Arbeitsmittel verstanden wurde, hebt diesen scheinbaren Widerspruch auf. Verringerter Handlungsspielraum und stark regulierte Tätigkeiten werden vor allem in solchen Szenarien diskutiert, in denen KI gerade nicht als persönliches Arbeitsmittel verwendet wird, sondern auf Organisationsebene über die Arbeit von Beschäftigten entscheidet. Die Ergebnisse liefern somit eher Hinweise dafür, dass sich im Zuge der Digitalisierung bzw. der Durchdringung der Arbeitswelt durch KI eine Polarisierung bzw. Spaltung der Erwerbsbevölkerung („digital divide“) abzeichnet (Apt & Priesack, 2019): Beschäftigte mit komplexeren Tätigkeiten und mehr Handlungsspielraum setzen KI als persönliches Arbeitsmittel öfter ein, wodurch sich ihr Handlungsspielraum noch weiter im Gegensatz zu Beschäftigten mit einfacheren Tätigkeiten erhöht.

Grenzen der Studie

Bei der Interpretation der Ergebnisse sollten einige Einschränkungen berücksichtigt werden. Zum einen lassen sich die Ergebnisse aufgrund der aktuell geringen Verfügbarkeit vergleichbarer Erhebungen nicht ohne Weiteres mit anderen Studien vergleichen, weswegen sich auch nur schwer Aussagen über die (externe) Validität treffen lassen. Eine kürzlich veröffentlichte Studie zum Einsatz von KI auf Basis des SOEP-IS 2019 lässt jedoch zumindest Schlüsse über die Verbreitung von KI unter Erwerbstätigen zu: So geben etwa 20 % der Befragten an, mit KI zu arbeiten (Giering et al., 2021), was der Prävalenz auf Basis der hier verwendeten DiWaBe-Daten sehr ähnelt. Weiterhin birgt die technologieunspezifische Art der Erhebung arbeitsbezogener KI-Nutzung über verschiedene Beschäftigtengruppen hinweg – neben ihrer Einzigartigkeit – auch Nachteile. Einleitend wurde dargelegt, dass KI unterschiedliche Rollen in Bezug auf die individuellen Beschäftigten einnehmen kann. Einerseits kann es als individuelles assistierendes Arbeitsmittel dienen, vor allem bei hochqualifizierten Beschäftigten und komplexen Tätigkeiten. Andererseits wird KI auch als Organisationstool eingesetzt, um Arbeitsabläufe und Ressourcen mehrerer Beschäftigter zu koordinieren und zu steuern. Wie oben beschrieben, sprechen die Ergebnisse dafür, dass die Teilnehmenden der Studie die Frage nach KI vor allem in der Rolle als individuelles Arbeitsmittel verstanden haben. Die Erfassung der KI-Nutzung als individuelles Arbeitsmittel stellt eine wichtige Limitation der Studienergebnisse dar. Die berichteten Zusammenhänge können nicht auf den Einsatz von KI in einer Arbeitsorganisation insgesamt verallgemeinert werden, da die Nutzung von KI z. B. als Planungstool für den Personaleinsatz nicht von dieser Art der Fragestellung erfasst wird. Zudem lassen sich aufgrund der allgemeinen Frage, mit der möglichst alle Beschäftigten erreicht werden sollten, keine Rückschlüsse darüber treffen, wofür die KI-Anwendung tatsächlich zum Einsatz kommt. Aus diesem Grund können die Analysen nur als erster Schritt interpretiert werden. Zukünftige Forschung sollte daher einen vertiefenden Blick auf die Zusammenhänge zwischen dem konkreten Einsatz der Technologie KI und der verwendeten Hardware als Arbeitsmittel werfen, um die generellen Zusammenhänge auszdifferenzieren, die in dieser Studie identifiziert wurden.

Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass die zugrundeliegenden Querschnittsdaten und die empirische Herangehensweise über einfache OLS-Regressionen keine kausalen Interpretationen erlauben. Auch wenn für berufliche Faktoren, wie dem Anforderungsniveau und Berufssektor kontrolliert wird, lässt sich nicht ausschließen, dass die geschätzten Korre-

lationen durch umgekehrte Kausalität oder unbeobachtete Heterogenität bedingt sind. Fortgeschrittene Analysen auf Grundlage von Paneldaten oder quasi-experimentellen Methoden sind daher erforderlich, um (kausale) Effekte durch die Arbeit mit KI (langfristig) zu untersuchen und gezielt Implikationen abzuleiten.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass KI-Anwendungen bereits heute von einer substantiellen Gruppe der Beschäftigten in Deutschland genutzt werden und der Einsatz von KI mit einer veränderten Arbeitsqualität für die Beschäftigten einhergehen kann. Da KI aktuell intensiv weiterentwickelt wird und daher eine weitere Ausbreitung auch in der Arbeitswelt zu erwarten ist, gilt es, diese Veränderungen durch arbeitswissenschaftliche Forschung zu begleiten und durch KI veränderte Arbeitsbedingungen zu identifizieren, um frühzeitig Chancen für eine menschenge-rechte Arbeit zu fördern und Risiken entgegenzuwirken.

Literatur

- Ammanath B., Hupfer S., Jarvis D. (2020).** Thriving in the era of pervasive AI. Deloitte's State of AI in the Enterprise (Bd. 3rd Edition). New York: Deloitte Center for Technology, Media & Telecommunications.
- Apt W., Priesack K. (2019).** KI und Arbeit – Chance und Risiko zugleich. In: V. Wittpahl (Hrsg.), Künstliche Intelligenz: Technologie | Anwendung | Gesellschaft (S. 221–238). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Arntz M., Dengler K., Dorau R., Gregory T., Hartwig M., Helmrich M., Zierahn U. (2020).** Digitalisierung und Wandel der Beschäftigung (DiWaBe): Eine Datengrundlage für die interdisziplinäre Sozialpolitikforschung. Mannheim: ZEW-Dokumentation Nr. 20–02.
- Ayhan B.U., Tokdemir O.B. (2019).** Safety assessment in megaprojects using artificial intelligence. *Safety Science*, 118, 273–287.
- BITKOM (2021, 21.04.2021).** Künstliche Intelligenz: Einsatz und Forschung in Deutschland. Zugriff am 12.10.2021 unter <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Kuenstliche-Intelligenz-kommt-in-Unternehmen-allmaehlich-voran>
- BMWi (2020a).** Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Deutschen Wirtschaft. Stand der KI-Nutzung im Jahr 2019. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi).
- BMWi (2020b).** Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung. Fortschreibung 2020. Berlin: Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi).
- Braganza A., Chen W., Canhoto A., Sap S. (2021).** Productive employment and decent work: The impact of AI adoption on psychological contracts, job engagement and employee trust. *Journal of Business Research*, 131, 485–494.

- Cameron A.C., & Miller D.L. (2015).** A practitioner's guide to cluster-robust inference. *Journal of human resources*, 50, 317–372.
- Cascio W.F., Montealegre R. (2016).** How Technology Is Changing Work and Organizations. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 3, 349–375.
- Chrzczonowicz P., Woda M. (2015).** Optimization of Couriers' Routes by Determining Best Route for Distributing Parcels in Urban Traffic, Cham.
- Deutscher Bundestag (2020).** Bericht der Enquete-Kommission Künstliche Intelligenz – Gesellschaftliche Verantwortung und wirtschaftliche, soziale und ökologische Potenziale: Deutscher Bundestag, 19. Wahlperiode.
- Dosenovic P. (2020).** Künstliche Intelligenz in der Arbeitswelt. Wie nimmt die Bevölkerung den Einfluss von Künstlicher Intelligenz auf die Zukunft der Arbeitswelt wahr? Factsheet Nr. 3 des Meinungsmonitor Künstliche Intelligenz.
- EU-Kommission. (2018).** Künstliche Intelligenz für Europa, COM(2018)237. Brüssel: Europäische Kommission.
- EU-Kommission. (2020).** Weissbuch: Zur Künstlichen Intelligenz – ein europäisches Konzept für Exzellenz und Vertrauen, COM(2020) 65 final. Brüssel: Europäische Kommission.
- EU-OSHA. (2021).** Impact of artificial intelligence on occupational safety and health. Policy Brief: EU-OSHA.
- Fregin M.-C., De Grip A., Levels M., Montizaan R. (2020a).** Robotic Desktop Automation im Kundenservice – Die Einführung des Persönlichen Interaktiven Assistenten PIA. In IBM/Verdi (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz – Ein sozialpartnerschaftliches Forschungsprojekt untersucht die neue Arbeitswelt*. Ehningen: IBM Deutschland GmbH.
- Fregin M.-C., Levels M., de Grip A., Montizaan R., Kensbock J. (2020b).** Künstliche Intelligenz: Ein sozialpartnerschaftliches Forschungsprojekt untersucht die neue Arbeitswelt: IBM Deutschland GmbH und Vereinte Dienstleistungsgewerkschaft ver.di.
- Giering, O., Fedorets, A., Adriaans, J., & Kirchner, S. (2021).** Künstliche Intelligenz in Deutschland: Erwerbstätige wissen oft nicht, dass sie mit KI-basierten Systemen arbeiten. *DIW Wochenbericht*, 88(48), 783-789.
- Fujita H. (2020).** AI-based computer-aided diagnosis (AI-CAD): the latest review to read first. *Radiol Phys Technol*, 13, 6–19.
- IBM (2020, 31.08.2021).** Strong AI. Zugriff am 11.10.2021 unter <https://www.ibm.com/cloud/learn/strong-ai>
- Kelliher C., Anderson D. (2010).** Doing more with less? Flexible working practices and the intensification of work. *Human Relations*, 63, 83–106.
- Kirchner S. (2015).** Konturen der digitalen Arbeitswelt. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 67, 763–791.
- Koo B., Curtis C., Ryan B. (2021).** Examining the impact of artificial intelligence on hotel employees through job insecurity perspectives. *International Journal of Hospitality Management*, 95, 102763.

- Ladstätter F., Garrosa E., Moreno-Jiménez B., Ponsoda V., Reales Aviles J.M., Dai J. (2016).** Expanding the occupational health methodology: A concatenated artificial neural network approach to model the burnout process in Chinese nurses. *Ergonomics*, 59, 207–221.
- Lecher C. (2019, 25.04.2019).** How Amazon automatically tracks and fires warehouse workers for ‘productivity’. *The Verge*, Zugriff am 05.10.2021 unter <https://www.theverge.com/2019/4/25/18516004/amazon-warehouse-fulfillment-centers-productivity-firing-terminations>
- Matthes B., Meinken H., Neuhauser P. (2015).** Berufssektoren und Berufssegmente auf Grundlage der KldB 2010. Methodenbericht. Nürnberg: Bundesagentur für Arbeit, Statistik.
- Mazmanian M., Orlikowski W.J., Yates J. (2013).** The Autonomy Paradox: The Implications of Mobile Email Devices for Knowledge Professionals. *Organization Science*, 24, 1337–1357.
- Meyer S.C., Tisch A., Hünefeld L. (2019).** Arbeitsintensivierung und Handlungsspielraum in digitalisierten Arbeitswelten–Herausforderung für das Wohlbefinden von Beschäftigten? *Industrielle Beziehungen. Zeitschrift für Arbeit, Organisation und Management*, 26, 13–14.
- Morik K. (2018).** Schlüsseltechnologie Maschinelles Lernen. *Digitale Welt*, 2, 22–27.
- Nearchou A., Giannikos I., Lagodimos A. (2014).** A Genetic Algorithm for the Economic Manpower Shift Planning Problem. *Cybernetics and Systems*, 45.
- Pishgar M., Issa S.F., Sietsema M., Pratap P., Darabi H. (2021).** REDECA: A Novel Framework to Review Artificial Intelligence and Its Applications in Occupational Safety and Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 6705.
- Schneider M., Steimers A. (2021).** Künstliche Intelligenz – Anforderungen und Einsatzmöglichkeiten. *DGUV Forum*, 2021, 3–9.
- Stacey N., Ellwood P., Bradbrook S., Reynolds J., Williams H., Lye D. (2018).** European Risk Observatory Report: Foresight on new and emerging occupational safety and health risks associated with digitalisation by 2025, European Agency for Safety and Health at Work Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Todolí-Signes A. (2021).** Making algorithms safe for workers: occupational risks associated with work managed by artificial intelligence. Transfer: European Review of Labour and Research.
- Yang X., Wang Y., Byrne R., Schneider G., Yang S. (2019).** Concepts of Artificial Intelligence for Computer-Assisted Drug Discovery. *Chemical Reviews*, 119, 10520–10594.

