

Eine Morphologie KI-basierter Arbeitssysteme

Maria JUNG¹, Jörg VON GARREL²

¹ *Fachbereich Gesellschaftswissenschaften, Hochschule Darmstadt
Haardtring 100, D-64295 Darmstadt*

² *Fachbereich Gesellschaftswissenschaften, Hochschule Darmstadt
Haardtring 100, D-64295 Darmstadt
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF)
Sandtorstr. 22, D-39106 Magdeburg*

Kurzfassung: Die Arbeitswelt befindet sich momentan im Umbruch und es wird eine intensive Debatte zum Thema Zukunft der Arbeit geführt, wobei ein Schwerpunkt auf den Möglichkeiten und Auswirkungen von neuen Technologien, insbesondere der Künstlichen Intelligenz (KI) liegt. Möglichkeiten des Einsatzes von KI-basierten Arbeitssystemen sind vielfältiger Natur und können von Assistenzsystemen in der Produktion, über intelligente Robotik bis hin zu Chatbots reichen. Ziel dieses Artikels ist es daher unter der Berücksichtigung einer soziotechnischen Perspektive die Vielfalt der Mensch-Maschine-Kollaboration im Kontext künstlicher Intelligenz näher zu beleuchten. Auf Basis der Merkmale von menschlicher Arbeitstätigkeit sowie der Ausgestaltung von KI-Systemen wird ein morphologischer Kasten erarbeitet, der durch eine Kombination die Vielfalt KI-basierter Arbeitssysteme widerspiegelt.

Schlüsselwörter: Veränderung von Arbeit, KI-basierte Arbeitssysteme, Mensch-Maschine-Interaktion, Vielfältige KI, Industrie 4.0

1. Einleitung

Die Digitalisierung führt dazu, dass eine zunehmende Durchdringung von Arbeitstätigkeiten durch digitale Medien und intelligente Tools zu erkennen ist, die neben einer effizienteren und effektiveren Organisation und Durchführung von Arbeits- und Wertschöpfungsprozessen auch zu Chancen zur Neugestaltung dieser Prozesse führt. Diese Entwicklungen sind gegenwärtig u.a. in der industriellen Produktion zu beobachten, indem beispielsweise der Einsatz von Cyber Physical Systems eine Neuorganisation industrieller Produktionsprozesse ermöglicht. Dabei ist der Grad der Digitalisierung aber nicht in allen Berufsfeldern und Arbeitsbereichen gleich durchdrungen, sondern erstreckt sich „von Tätigkeiten, die auf digitale Hilfsmittel und Medien unterstützend zurückgreifen (wie z. B. Handwerker, Pflegekräfte, Reinigungspersonal, Wachdienste) über Tätigkeiten, die primär auf der Basis digitaler Medien durchgeführt werden (z. B. Sekretariats- und Assistenzleistungen, Call-Center, Buchhaltung) bis hin zu Tätigkeiten, die primär durch digitale Technologien durchgeführt werden (z. B. Vollautomatisierung in der industriellen Produktion, Einsatz von Robotern, Einsatz von interaktiven Diagnose- und Erkennungssystemen in Medizin, Verwaltung und Rechtspflege) (Picot & Neuberger 2013).

Vor allem KI als Schlüsseltechnologie ermöglicht in diesem Kontext Unternehmen in nahezu allen Unternehmensbereichen effizienter zu agieren (Deckert 2019).

Dies gilt nicht nur für organisatorische und technische Prozesse, sondern betrifft ebenso die Beziehung zwischen Mensch und Technik, wodurch neue Formen der Zusammenarbeit entstehen (Dombrowski et al. 2014). Um diese vielfältige Ausgestaltung zu analysieren, ist es wichtig, einen Überblick über mögliche Ausgestaltungsmöglichkeiten KI-basierter Arbeitssysteme zu erhalten.

Ziel des Manuskriptes ist es, die Vielfalt von KI-basierten Arbeitssystemen darzustellen. Mit Hilfe eines morphologischen Kastens, der Merkmale von menschlicher Arbeitstätigkeit und KI-Systemen beinhaltet, erfolgt je nach Ausprägung der jeweiligen Eigenschaften eine tätigkeitsorientierte Darstellung allgemeingültiger KI-basierter Arbeitssysteme.

2. Theoretischer Hintergrund

Menschliche Arbeitstätigkeit hat über die Jahrzehnte hinweg einen stetigen Wandel erfahren. Dieser streckt sich über die erste industrielle Revolution, die noch von Maschinenantrieb durch menschliche Kraft gekennzeichnet war, bis hin zur heute relevanten Industrie 4.0, die durch verbreitete Einführung und Nutzung von cyber-physischen Systemen, autonom agierenden miteinander vernetzten technischen Systemen sowie der Nutzung und dem Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) charakterisiert ist (Dombrowski et al. 2014).

Während im Zeitalter der ersten industriellen Revolution hauptsächlich nur schwerste physische Arbeit in Fabriken verrichtet wurde, bei der mit - mit Dampfkraft - angetriebenen Produktionsmaschinen gearbeitet wurde, war die zweite industrielle Revolution durch das Aufkommen von arbeitsteiliger Masseproduktion mit Hilfe der Einführung von Fließbändern charakterisiert. Getrieben durch Informations- und Kommunikationstechnologien war die dritte industrielle Revolution, die durch (teil)-automatisierte Produktionsprozesse bzw. Serienproduktion geprägt war, in dessen Kontext die menschliche, körperliche Arbeitskraft mehr und mehr durch Maschinen ersetzt wurde und erste wissensbasierte Arbeitsfelder und Tätigkeiten relevant wurden (Bauernhansl 2017). Die vierte industrielle Revolution ist durch die Digitalisierung gekennzeichnet, in dessen Rahmen sich Arbeitstätigkeiten durch den Zugang zu weltweit verteilten Informationen und Wissensbeständen, die Nutzung intelligenter Tools bis hin zur Automatisierung von Arbeitsprozessen verändern (Picot & Neuberger 2013).

Um die enorme Vielfalt (menschlicher) Arbeit zu typologisieren, wird häufig der Einteilung menschlicher Arbeit in „[...] geistige und körperliche Arbeit, die näher auch als Kopf- und Handarbeit bekannt ist (Schlick et al. 2018)“, gefolgt. Walter Rohmert (1983) differenziert hierbei zwischen informatorische bzw. energetischen Arbeit und identifiziert dabei fünf Mischformen (Rohmert 1983). Diese werden als mechanische, motorische, reaktive, kombinatorische oder kreative Tätigkeiten bezeichnet und sind über diese Reihenfolge hinweg von einem steigenden Anteil an informatorischer Arbeit bzw. einem absinkenden Anteil an energetischer Arbeit gekennzeichnet. Arbeitstätigkeiten, bei welchen der energetische Anteil überwiegt, sind von Krafterzeugung, Inanspruchnahme der Skelettmuskulatur sowie der Ausführung von Bewegungen gekennzeichnet. Wohingegen Arbeiten, die überwiegend von einem informatorischen Anteil charakterisiert sind, hauptsächlich Denk- und Merkfähigkeit sowie Schlussfolgerungsfähigkeit des Menschen erfordern (Schlick et al. 2018).

Des Weiteren wirkt sich der technologische Fortschritt der Arbeitswelt auch auf die

Arbeitsmittel, ihren Gebrauch sowie auch auf die jeweiligen Arbeitsobjekte aus. Generell versteht man unter Arbeitsmitteln immaterielle sowie materielle Objekte, die Menschen oder Maschinen benötigen, um eine berufliche Tätigkeit auszuführen (Güntürk-Kuhl et al. 2019). Einen weitläufigen Überblick über verschiedene Arbeitsmittel verschafft dabei die Taxonomie der Arbeitsmittel des Bundesinstitutes für Berufsbildung (2019). Hierbei werden die Arbeitsmittel unter Kategorien klassifiziert die von analogen Werkzeugen bis hin zu verschiedenen Arten von Software reichen (Güntürk-Kuhl et al. 2019).

Was die Arbeitsobjekte betrifft, also die Gegenstände, die im Arbeitsprozess bearbeitet werden, können diese ebenso aufgrund der entstandenen Vielfaltigkeit durch den technologischen Fortschritt in unterschiedliche Gruppen gegliedert werden. So kann gegebenenfalls zwischen Gütern & Rohstoffen bis hin zu technische Anlagen aller Art; unterschieden werden (Stoß & Troll 1988).

Künstliche Intelligenz - als eine Schlüsseltechnologie der Digitalisierung - subsummiert Methoden, Verfahren und Technologien, die es IT-Systemen, wie Maschinen, Robotern oder Softwaresystemen ermöglichen, große Mengen von Daten zu interpretieren und aus diesen Daten zu lernen, um bestimmte menschlich-kognitive Fähigkeiten nachzubilden bzw. zu imitieren (Keding 2021). Diese Innovation bringt vielseitige Anwendungsbereiche mit sich, die unterschiedlich ausgestaltet sind und in zahlreichen Unternehmensbereichen eingesetzt werden können. Diese reichen von Bild- oder Tonerkennung, Datenanalysen bis hin zu Automatisierungen von Prozessen (BMW i 2020). Grundlage der Künstlichen Intelligenz bilden mathematisch-statistische Modelle, sogenannte Algorithmen. Ausgehend von einer konkreten Problemstellung und des zugrundeliegenden Datenmodells sind Algorithmen dazu fähig, autonom Lösungsalternativen zu identifizieren, neue Erkenntnisse zu gewinnen, Prozesse zu optimieren und Entscheidungen zu unterstützen (Beins et al. 2017). Nicht selten können Algorithmen in Entscheidungs- und Problemlösungssituationen die kognitive Fähigkeit von realen Personen gar übertreffen und daher schneller, präziser und effizienter sein. Dies trifft insbesondere auf Fälle zu, die durch ein hohes Maß an Dynamik, Unsicherheit und Komplexität gekennzeichnet sind, eine hohe Objektivität erfordern und in denen die Vielzahl an entscheidungsrelevanten Parametern und Daten die menschliche Verarbeitungskapazität übersteigen würde. Infolgedessen ist zu erwarten, dass sich die Rolle der Menschen in Zukunft stärker auf Themen und Aufgaben konzentrieren wird, die starkes Urteilsvermögen, Intuition, Kreativität, Flexibilität, Empathie und implizites Wissen erfordern (Keding 2021).

Das (zukünftige) Verhältnis zwischen KI und Menschen in der industriellen Produktion wird insbesondere durch das Konzept der Autonomiestufen deutlich (BMW i 2019).

So unterscheidet dieses Konzept, „[den] KI-bedingte Gesamtautonomiegrad [...] von nicht-autonom (Stufe 0), über teil-autonom (Stufen 1-4), bis hin zu vollautonom (Stufe 5)“ (BMW i 2019). Menschliche Einwirkung bleibt somit in den ersten Stufen (0-2) weiterhin erforderlich, da das Individuum vorerst noch über einen hohen Anteil an Verantwortung und Kontrolle über das gesamte technologische System verfügt. Jedoch nimmt dies ab der dritten Stufe kontinuierlich ab, da hier der Anspruch an das System hinsichtlich der Übernahme von Verantwortung sowie der Zuverlässigkeit wächst. Somit ist ab der fünften Stufe ist keine menschliche Interaktion mehr mit dem System notwendig, weshalb das Individuum bzw. der Bediener abwesend sein kann (BMW i 2019). Durch die verschiedenen Autonomiestufen lässt sich rückschließen, dass die Art der Interaktion zwischen Mensch und KI-System mannigfaltig ausgestaltet sein kann (nach Bergstein 2017, in Apt & Priesack 2019).

Um auch mögliche technologische Ausgestaltungen von KI, im Sinne von Soft- bzw. Hardware näher zu beleuchten, kann hierbei eine Orientierung an den Dimensionen technologischer 4.0 Prozesse hilfreich sein (Cernavin & Schröter 2018).

Kategorisiert man diese Dimensionen nach Funktionsbereichen, zeigt dies, dass sie neben der Gestalt von Service- und Assistenzrobotern ebenso von kognitiver oder physischer Natur sein können, was auch auf KI-Systeme übertragbar ist (Cernavin & Schröter 2018) (Offensive Mittelstand 2017) (Hecker et al. 2017). So kann durch den Einsatz der jeweiligen KI-Gestalt die Zuverlässigkeit der kognitiven oder physischen Leistung von Personen in Zusammenarbeit mit der Maschine unterstützt, gefördert oder ggf. ersetzt werden (Offensive Mittelstand 2017) (Hecker et al. 2017).

3. Morphologie zur tätigkeitsorientierten Darstellung von KI-basierten Arbeitssystemen

Die bisherigen Ausführungen verdeutlichen die Komplexität der vielfältigen Möglichkeiten der Zusammenarbeit zwischen Mensch und KI-Arbeitssystem. Um einen Überblick dieser Ausdifferenzierungen zu erhalten, kann ein morphologischer Kasten, der die verschiedenen Merkmalsausprägungen (angelehnt an: Arbeitsform (Rohmert 1983), Arbeitsmittel (BIBB 2019), Arbeitsobjekt (Stoß & Troll 1988), Anwendungsbereich von KI (BMW 2020), KI-Autonomiestufe (BMW 2019) sowie Gestalt der KI (Cernavin & Schröter 2018)) von Arbeit sowie KI im Sinne einer soziotechnischen Verbindung darstellt, hilfreich sein.

Tabelle 1: Morphologischer Kasten mit Merkmalen und Ausprägungen zu menschlicher Arbeitstätigkeit und KI

Merkmal	Ausprägung									
Arbeitsform	Mechanisch	Motorisch	Reaktiv	Kombinativ	Kreativ					
Arbeitsmittel	Fahrzeuge, Transportmittel	Werkzeuge, Maschinen & Anlagen	Mess- und Diagnosegeräte	Computer & EDV, Software & Kommunikationsgeräte						
Arbeitsobjekt	Güter & Rohstoffe	Post & Sendungen	Briefe, Akten & Vordrucke	Pflanzen & Umwelt	Tiere	Technische Anlagen aller Art	Personen	Waren & Produkte aller Art	Bauten	Verkehr
Anwendungsbereich von KI	Bildererkennung	Automatisierung von Prozessen	Datenanalyse	Maschinelles Lernen	Tonerkennung	Sprachverständnis	Textverständnis	Wissensbasierte Systeme		
KI-Autonomiestufe	geringautonom	teilautonom	vollautonom							
Gestalt der KI	Physisch unterstützende KI	Service- und Assistenzroboter	Kognitiv unterstützende KI							

Durch die Herausbildung von charakteristischen Pfaden, die durch eine Kombination der Merkmalsausprägungen innerhalb des morphologischen Kastens entstehen, ist es möglich, potenzielle tätigkeitsorientierte KI-basierte Arbeitssysteme zu identifizieren bzw. diese zu charakterisieren. Nachfolgende Abbildung veranschaulicht dabei die Merkmalsausprägungen von zwei unterschiedlichen KI-Arbeitssystemen. Einerseits beschreibt der hellgrau hinterlegte Pfad eine visuelle Montagehilfe durch den Einsatz eines KI-basierten Bildererkennungssystems. Der dunkelgrau hinterlegte Pfad charakterisiert einen Chatbot, der autonom die Kommunikation mit externen Akteuren übernimmt.

Tabelle 2: *Morphologischer Kasten (hellgrauer Pfad: Visuelle Montagehilfe durch den Einsatz KI-basierter Systeme mit Merkmalen und Ausprägungen zu menschlicher Arbeitstätigkeit und KI, dunkelgrauer Pfad: autonom agierender Chatbot zur externen Kommunikation)*

Merkmal	Ausprägung									
Arbeitsform	Mechanisch	Motorisch	Reaktiv	Kombinativ	Kreativ					
Arbeitsmittel	Fahrzeuge, Transportmittel	Werkzeuge, Maschinen & Anlagen	Mess- und Diagnosegeräte	Computer & EDV, Software & Kommunikationsgeräte						
Arbeitsobjekt	Güter & Rohstoffe	Post & Sendungen	Briefe, Akten & Vordrucke	Pflanzen & Umwelt	Tiere	Technische Anlagen aller Art	Personen	Waren & Produkte aller Art	Bauten	Verkehr
Anwendungsbereich von KI	Bildererkennung	Automatisierung von Prozessen	Datenanalyse	Maschinelles Lernen	Tonerkennung	Sprachverständnis	Textverständnis	Wissensbasierte Systeme		
KI-Autonomiestufe	geringautonom	teilautonom	vollautonom							
Gestalt der KI	Physisch unterstützende KI	Service- und Assistenzroboter	Kognitiv unterstützende KI							

Der dargestellte morphologische Kasten hilft nicht nur die Komplexität und Vielfalt von KI-basierten Arbeitssystemen zu strukturieren, sondern bietet auch eine Möglichkeit, um potenzielle KI-Arbeitssysteme (im Sinne von möglichen Arbeitsszenarien) zu entwickeln und zu beschreiben. Dies kann als Basis herangezogen werden, um die Akzeptanz des Einsatzes vielfältiger KI-basierter Arbeitssysteme zu analysieren. Um diese Akzeptanz detailliert zu erforschen, dient die dargestellte Morphologie daher für eine Studie, die die Akzeptanz diverser KI-Arbeitssysteme szenariobasiert messen möchte.

4. Literatur

- Apt W, Priesack K (2019) KI und Arbeit - Chance und Risiko zugleich. In: Wittpahl V (Hrsg) iit-Themenband Künstliche Intelligenz. Technologie - Anwendung - Gesellschaft. Berlin: Springer, 221-238.
- Bauernhansl T (2017) Die Vierte Industrielle Revolution – Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma. In: Vogelheusser B, Bauernhansl T, ten-Hompel M (Hrsg) Handbuch Industrie 4.0 Bd. 4. Berlin: Springer, 1-31.
- Beins K, Bernardi A, Besier J, Blattmann A, Boisselle J, Burchardt A, Bures S, Buschbacher F, Buske M (2017) Künstliche Intelligenz. Wirtschaftliche Bedeutung, gesellschaftliche Herausforderungen, menschliche Verantwortung. Berlin: Bitkom e.V.
- BMW (2019) Technologieszenario "Künstliche Intelligenz in der Industrie 4.0". Berlin: Plattform Industrie 4.0.
- BMW (2020) Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Deutschen Wirtschaft. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
- Cernavin O, Schröter W (2018) Prävention 4.0 - Analysen und Handlungsempfehlungen für eine produktive und gesunde Arbeit 4.0. Wiesbaden: Springer.
- Deckert R (2019) Digitalisierung und Industrie 4.0. Wiesbaden: Springer.
- Dombrowski U, Riechel C, Evers M (2014) Industrie 4.0 - Die Rolle des Menschen in der vierten industriellen Revolution. gito-Verlag.
- Güntürk-Kuhl B, Lewalder AC, Martin P (2019) Taxonomie der Arbeitsmittel des BIBB. Bundesinstitut für Berufsbildung: Berlin.
- Hecker D, Döbel I, Petersen U, Rauschert A, Schmitz V, Voss A (2017) Zukunftsmarkt Künstliche Intelligenz. Potenziale und Anwendungen. Fraunhofer.
- Keding C (2021) Understanding the interplay of artificial intelligence and strategic management: four decades of research in review. Management Review Quarterly, 91–134.
- Offensive Mittelstand (2017) Umsetzungshilfen Arbeit 4.0. Heidelberg: Bundesministerium für Bildung und Forschung.

- Picot A, Neuburger R (2013) Arbeit in der digitalen Welt. Zusammenfassung der Ergebnisse der AG1-Projektgruppe anlässlich des IT-Gipfels-Prozesses 2013. Fachkonferenz Die Zukunft der Arbeit in der digitalen Welt: München.
- Rohmert W (1983) Formen menschlicher Arbeit. In: Rohmert W, Ruthenfranz J (Hrsg) Praktische Arbeitsphysiologie. Stuttgart; New York: Georg Thieme Verlag.
- Schlick C, Bruder R, Luczak H (2018) Arbeitswissenschaft. Springer.
- Stoß F, Troll L (1988) Das "Arbeitsmittel"-Konzept als Instrumentarium zur Beobachtung des beruflichen Wandels. Nürnberg: Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.

Finanzierungsmittel / Danksagung: Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 02L19C157 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Technologie und Bildung in hybriden Arbeitswelten

68. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und
Fabrikautomatisierung IFF, Magdeburg

02. – 04. März 2022

GfA-Press

Bericht zum 68. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 02. – 04. März 2022

**Otto-von Guericke-Universität Magdeburg;
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Sankt Augustin: GfA-Press, 2022
ISBN 978-3-936804-31-7

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Sankt Augustin**

Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Geschäftsstelle der GfA

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003

Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de · www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de

Screen design und Umsetzung

© 2022 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de