

# Potenziale der Künstlichen Intelligenz in der Arbeitswelt Montage

Leif GOLDHAHN, Sebastian ROCH

*Institut InnArbeit – Zentrum für innovative Arbeitsplanung und Arbeitswissenschaft  
Fakultät Ingenieurwissenschaften, Hochschule Mittweida  
Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida*

**Kurzfassung:** Künstliche Intelligenz kann als Schnittstelle zwischen Mensch und technischen Einrichtungen dienen. Dabei gilt es zu prüfen, ob der Mensch noch Einfluss und Überblick bei seiner Arbeit hat. Im Beitrag werden potenzielle Einsatzgebiete künstlicher Intelligenz im Bereich der manuellen Montage vorgestellt. Ausgehend von der Objekterkennung zu montierender Teile werden beispielsweise Möglichkeiten zur KI-gestützten ergonomischen Betrachtung von Arbeitsplätzen besprochen. Fragen zur Akzeptanz und das Potenzial der unterstützenden Wirkung verschiedener Einsatzmöglichkeiten werden dargelegt.

**Schlüsselwörter:** KI, Künstliche Intelligenz, Montage, Objekterkennung, Ergonomie

## 1. Einführung

Die grundlegende Idee der Künstlichen Intelligenz, Aspekte der menschlichen Intelligenz und des Lernens von Maschinen zu simulieren, ist nicht neu und wurde schon in den 50er Jahren entwickelt (Buxmann P, Schmidt H 2019). Jedoch ist es erst in den letzten 10 Jahren zu größeren Fortschritten in deren Entwicklung und Anwendung gekommen. Beispiele dafür sind die Sprachassistenten „Siri“ (seit 2011 auf dem Markt), „Alexa“ (seit 2015 auf dem Markt) oder auch die KI „Watson“ (2011 vorgestellt) (Wess S 2019). Dies ist vor allem auf große Technologiesprünge in Hard- und Software zurückzuführen, wodurch die notwendige Rechenleistung verfügbar und erschwinglich wurde (Hildesheim W, Michelsen D 2019). Vor allem Sprachassistenten und Systeme zur Objekterkennung (z. B. Google Lens) erfreuen sich großer Beliebtheit und unterstützen viele Menschen in ihrem Alltag (Springer M 2017).

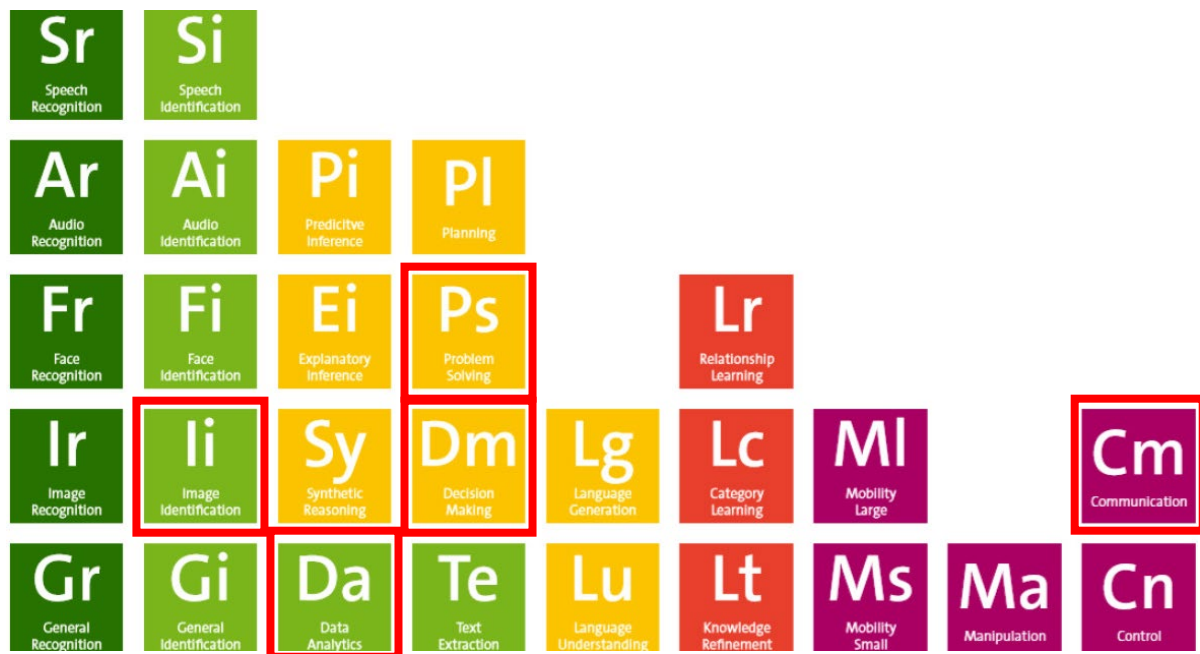
Für die Industrie zeigt sich somit, dass positive Effekte beim Zusammenwirken von Mensch und KI möglich sind. Manuelle Montageprozesse (Goldhahn L, Müller-Eppendorfer K 2019) eignen sich dabei zur Erforschung verschiedener Einsatzmöglichkeiten von KI, da eine Unterstützung des Menschen in diesen Prozessen direkte, positive Auswirkungen auf die Produktivität und Qualität hat.

## 2. Grundlagen

Künstliche Intelligenz kann in einer Vielzahl von Bereichen Anwendung finden. KI kann bspw. bei der Sprach- oder Objekterkennung zu Grunde liegen. Um einen guten und in allen Bereichen anwendbaren Überblick über die Anwendungsbereiche der künstlichen Intelligenz zu geben wurde das Periodensystem der KI entwickelt. (Bitkom 2018)

Das Periodensystem der KI (Abbildung 1) stellt Teilfunktionen der KI dar. Diese werden in die Kategorien *Assess* - Erfassen (grün), *Infer* - Deuten (gelb, orange) und *Respond* - Reagieren (rot) unterteilt. KI-Elemente aus dem Bereich *Assess* beziehen sich auf das Erfassen unterschiedlichster Daten (z. B. Erfassung von Bauteilen auf einem Arbeitsplatz). Um aus diesen Daten auf Informationen, Situationen oder Zustände zu schließen werden Elemente aus dem Bereich *Infer* angewendet (z. B. aus den erfassten Bauteilen den nächsten Arbeitsschritt auswählen). Die KI-Elemente der Kategorie *Respond* dienen der Reaktion auf die so gewonnenen Daten (z. B. Mitteilung der nächsten Arbeitsschritte durch visuelle Einblendung).

Ein komplexer KI-getriebener Anwendungsfall besteht aus mindestens einem KI-Element pro Kategorie. Die in 3.1 und 3.2 vorgesehenen KI-Elemente sind in Abbildung 1 rot markiert.



**Abbildung 1:** Periodensystem der KI (Bitkom 2018)

Das Periodensystem der KI ermöglicht so einen einfachen Einstieg, Einsatzbereiche der KI im eigenen Unternehmen zu identifizieren.

Dabei ist zusätzlich entscheidend, inwiefern die KI die Arbeit des Menschen beeinflusst. Vollständige Tätigkeiten sehen nach Hacker W & Sachse P (2013) die Teiltätigkeiten Organisieren, Planen, Ausführen und Kontrollieren vor. Beim Einsatz von KI ist zu prüfen, inwiefern der Mensch noch vollständige Tätigkeiten ausübt oder ob die KI Teiltätigkeiten vollständig übernimmt. Dies kann sich nachteilig für die Arbeit des Menschen auswirken, da zum einen Mitarbeitende potenziell nicht mehr in der Lage sind ihre Tätigkeiten vollständig zu durchdringen. Zum anderen wird die Nachvollziehbarkeit des KI-Systems so negativ beeinflusst.

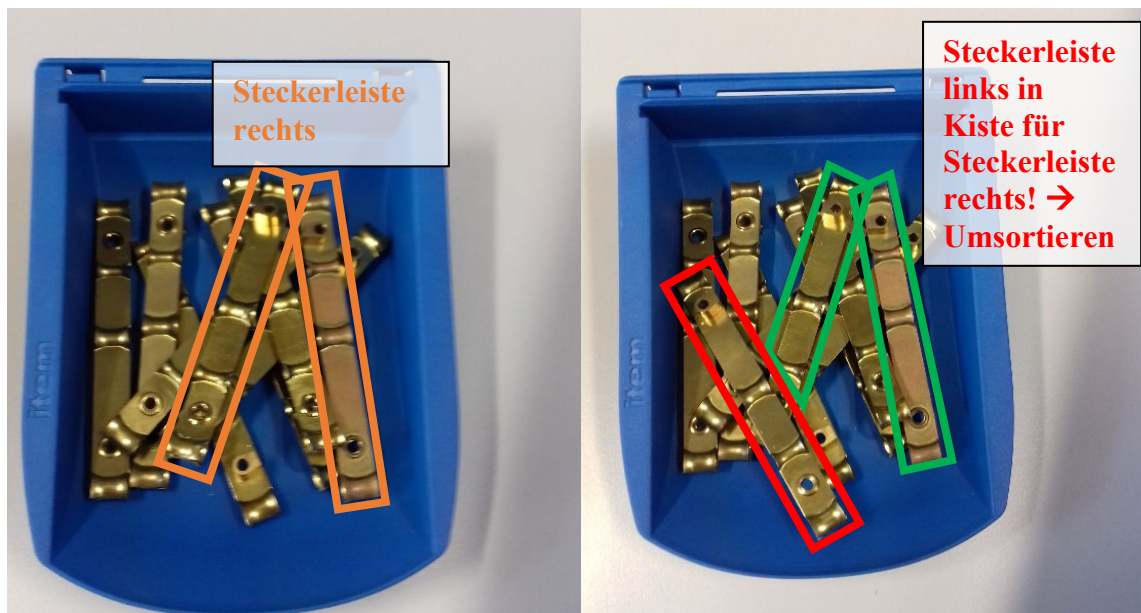
Daraus ergibt sich, beim Einsatz eines KI-Systems in Bereichen mit menschlicher Betätigung darauf zu achten, dass das System sich in die Tätigkeiten des Menschen unterstützend integriert. Eine Nachvollziehbarkeit und Bewertung des KI-Systems wäre dabei für Mitarbeitende wünschenswert.

### 3. Einsatzbeispiele für KI in der Montage

#### 3.1 Montageunterstützung

Die naheliegendsten Anwendungen für KI im Bereich der Montage sind die direkte Unterstützung der Montageaufgaben in der wiederholten Einzel- und Kleinserienfertigung sowie das Anlernen von Montagefähigkeiten. Bisherige Ansätze zur digitalen Unterstützung Mitarbeitender beim Training in der Montage basieren unter anderem auf Virtual Reality (Goldhahn L, Thümer C 2014). Künstliche Intelligenz bietet dabei einen neuen Forschungsansatz, bei dem Mitarbeitende im Gegensatz zu VR-basierten Ansätzen direkt im realen Arbeitssystem digital unterstützt trainiert werden.

Ausgehend vom KI-Element **Image identification [Ii]** werden die für die Montage benötigten Bauteile erkannt (Abbildung 2 links). Anhand der identifizierten Bauteile wird durch das KI-Element **Decision Making [Dm]** die korrekte Montageanleitung und Schrittfolge ausgewählt.



**Abbildung 2:** links: Bauteilerkennung, rechts: Erkennung unterschiedlicher Teile in einer Greifschale

Durch das KI-Element **Communication [Cm]** werden die notwendigen Informationen dem Mitarbeitenden mitgeteilt. Dabei können auch Bauteildurchmischungen, welche zu fehlerhaften Montagen führen können erkannt und dargestellt werden (Abbildung 2 rechts). Diese Mitteilungen können bspw. durch Einblendungen in einer Augmented Reality (AR)-Brille (siehe Abbildung 3) oder über ein Touch-Display am Arbeitsplatz erfolgen.

Hierbei werden dem Mitarbeitenden unterstützende Informationen zur Verfügung gestellt. Somit übernehmen KI und Rechensysteme Teiltätigkeiten nur partiell und unterstützend. Ein entscheidender Vorteil eines solchen Ansatzes ist, dass sich Mitarbeitende mit KI-Systemen vertraut machen können. So lernen sie die Vorteile intelligenter assistierender Systeme kennen und verlieren eventuelle Hemmungen und Vorurteile.



**Abbildung 3:** AR-unterstützte Montage (Foto: Hochschule Mittweida, Fotograf: Stephan Flad)

### 3.2 Ergonomieunterstützung

Ein weiterführendes Szenario zum Einsatz von KI in der Montage wäre die Unterstützung zum ergonomischen Arbeiten. Mitarbeitende wissen häufig, wie Sie an Ihrem Arbeitsplatz ergonomisch korrekt arbeiten müssten. Dennoch kommt es oft vor, dass eine ergonomisch schlechte Haltung eingenommen wird. Ein KI-System könnte hier unterstützend wirken. (Goldhahn L, Müller-Eppendorfer K 2017)

Dazu wird zusätzlich zur Erkennung der Montagebauteile der Mitarbeitende mit seinen Bewegungen und Körperhaltungen über ein visuelles System aufgenommen (**Image Identification [Ii]**). Die Ergänzung durch ein inertialsensorisches System ist denkbar. Auf diese Weise gewonnene Daten können mit bekannten Regeln zur Ergonomie in der Montage (z.B. EAWS - Ergonomic Assessment Worksheet (Wagner T et al. 2013) oder LMM - Leitmerkalmethode (Goldhahn L, Müller-Eppendorfer K 2017)) verknüpft werden um die aktuelle Haltung ergonomisch zu bewerten (**Data Analytics [Da]**). Durch das KI-Element **Problem solving [Ps]** kann eine Lösung, passend zur aktuellen Montageaufgabe und individuellen Daten (z. B. Körpergröße, Armlänge,...) erstellt werden. Die empfohlene Haltung wird dem Mitarbeitenden wiederum durch das KI-Element **Communication [Cm]** dargestellt. Dabei kann es sich um visuelle / grafische Anzeigen auf einem Display mithilfe eines Menschmodells, textbasierte Empfehlungen oder um Sprachassistenten handeln, die dem Mitarbeitenden direkt Wege zum gesünderen Arbeiten mitteilen.

Da es sich bei KI meist um lernende Systeme handelt, beeinflussen wiederholte gleiche Haltungen die Ergebnisse. Somit wird das System auf häufige Haltungen des Mitarbeitenden eingehen und neben der optimalen Haltung auch Kompromisse vorschlagen, wodurch den individuellen Bedürfnissen mehr Rechnung getragen wird. Dies kann zu weiterführender Forschung im Bereich Ergonomie führen, da die KI-gestützte Auswertung der umfangreichen Datensätze neue Erkenntnisse zur Körperhaltung in der manuellen Montage erschließt.



#### **4. Potenziale und Akzeptanz**

KI-Systeme können den Menschen in vielfältiger Weise unterstützen. Neben Montageanleitungen sind auch Anwendungen zum gesünderen Arbeiten denkbar. Dabei ist es wichtig nicht nur auf die Potenziale zu achten, sondern besonders auch auf die Akzeptanz bei den Mitarbeitenden zu fokussieren. Viele Menschen verbinden mit KI Ängste um einen möglichen Jobverlust. Dabei sind aktuelle KI-Systeme nicht im Stande den Menschen vollständig zu ersetzen. Um den Mitarbeitenden diese Ängste zu nehmen ist es notwendig KI-Systeme schrittweise einzuführen. Erste Systeme müssen für eine Steigerung der Akzeptanz einfach und verständlich sein. Zusätzlich sollten sie lediglich informativ unterstützend wirken, d.h. die KI übernimmt keine Teiltätigkeit des Menschen. Sie unterstützt ihn bei der Bewältigung dieser.

Wenn Mitarbeitende positive Erfahrungen mit KI-Systemen sammeln und diesen zunehmend vertrauen, kann ein nächster Schritt erfolgen. Dabei würden KI-Systeme nicht nur informativ-unterstützend, sondern aktiv-unterstützend wirken. Das bedeutet die KI übernimmt Teiltätigkeiten, die ihr der Mensch anvertraut und die vom Mitarbeitenden lediglich überwacht und bei Bedarf korrigiert werden. KI kann somit bei richtigem Einsatz helfen, den Arbeitsalltag in der Montage zu erleichtern und die Mitarbeitenden zu neuen Aufgaben befähigen.

#### **5. Fazit und Zusammenfassung**

Die dargestellten Beispiele sind zunächst Einsatzszenarien und Ansätze. Sie verdeutlichen, dass KI-Systeme auf unterschiedlichste Art und Weise in der Montage angewendet werden können. Dabei liegt der Fokus aktuell klar bei der Entwicklung informativ-unterstützender KI-Systeme. Ziel ist es nicht, den Menschen in der Montage zu ersetzen, sondern Problemstellungen der letzten Jahre, z.B. kürzere Anlernprozesse in der Montage oder gesünderes Arbeiten auf neue Weise zu betrachten und zu erschließen.

KI-Systeme sind nach wie vor aufwendig in ihrer Implementierung und aktuell werden nur schwache KI-Systeme beherrscht, welche lediglich konkrete Anwendungsprobleme lösen können (Gausling T 2020, Nilsson N J 2009). Dadurch beschränkt sich der potenzielle Einsatzbereich montageunterstützender KI-Systeme derzeit auf Serienfertigung mit großen Stückzahlen, da sich ein KI-System so über Zeit und Menge amortisiert.

Bei der Entwicklung Mensch-unterstützender KI-Systeme muss die Verständlichkeit in den Fokus gerückt werden. Aktuelle KI ist aufgrund der Beschaffenheit, z.B. in Form neuronaler Netze, häufig in seinen Lösungen selbst für KI-Experten kaum nachzuvollziehen. Entscheidungen von KI-Systemen sind für Mitarbeitende umso weniger verständlich. Dies sorgt für große Probleme bei der Akzeptanz solcher Systeme, da sich der Planer oder Monteur ohne Überprüfung auf die KI verlassen muss, oder sie in seine Handlung nicht einbezieht. Eine offen gelegte, automatische Überprüfung der Auswirkungen der jeweiligen KI-Entscheidung wäre hier wünschenswert.

Um Mitarbeitenden die positiven Aspekte näher zu bringen und deren Akzeptanz zu steigern ergeben sich konkrete Handlungsbedarfe. Neben der Entwicklung nachvollziehbarer KI-Systeme ist es notwendig zu erforschen, wie man aktuelle KI-Systeme prüfen kann. Sind die Entscheidungen des KI-Systems erwartungskonform? Und verbessern sie Arbeit und Arbeitsergebnis?

## 6. Literatur

- Bitkom e.V (2018) Das Periodensystem der künstlichen Intelligenz. Accessed Dec 4, 2020. <<https://periodensystem-ki.de/Mit-Legosteinen-die-Kuenstliche-Intelligenz-bauen>>
- Buxmann P, Schmidt H (2019) Grundlagen der Künstlichen Intelligenz und des Maschinellen Lernens. In: Buxmann P, Schmidt H (Hrsg.) Künstliche Intelligenz - Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg- Springer Verlag, 3-10.
- Gausling T (2020) KI und DS-GVO im Spannungsverhältnis. In: Graf Ballestrem J, Bär U, Gausling T, Hack S, von Oelffen S (Hrsg.) Künstliche Intelligenz - Rechtsgrundlagen und Strategien in der Praxis. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 20
- Goldhahn L, Müller-Eppendorfer K (2017) Integrierte Nutzung von Virtual Reality für die Materialbereitstellung. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft 71(4), 233-241
- Goldhahn L, Müller-Eppendorfer K (2019) Holistic Planning of Material Provision for Assembly In: Bag-nara S, et al. (Hrsg.) Proceedings of the 20th Congress International Ergonomics Association (IEA 2018) - Advances in Intelligent Systems and Computing 825- Springer Verlag, 258-266
- Goldhahn L, Thümer C (2014) Design and Technical Construction of Virtual-Reality-Supported Learning Elements für Manual Assembly In: Ahram T, Karowski W, Marek, T (Hrsg.) Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE (2014). Kraków, 5748-5760
- Hacker W, Sachse P (2013) allgemeine Arbeitspsychologie: Psychische Regulation von Tätigkeiten. Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Hildesheim W, Michelsen D (2019) Künstliche Intelligenz im Jahr 2018 - Aktueller Stand von branchen-übergreifenden KI-Lösungen: Was ist möglich? Was nicht? Beispiele und Empfehlungen In: Buxmann P, Schmidt H (Hrsg.) Künstliche Intelligenz - Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg- Springer Verlag, 119-130.
- Nilsson N J (2009) The Quest for Artificial Intelligence - a history of ideas and achievements. Cambridge Iniversity Press, S. 388-389
- Springer M (2017) Google Lens sieht mehr als du. Accessed Dec 4, 2020. <https://www.netz.de/apps/news/google-lens-sieht-mehr-als-du>.
- Wagner T, Nickolai M, Schaub K, Bruder R (2013) Digitalisierung des Bewertungsverfahrens EAWS am Beispiel der Softwarelösung IGEL. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.) GfA Frühjahrskongress 2013 - Chancen durch Arbeits-, Produkt- und Systemgestaltung. Konferenzveröffentlichung
- Wess S (2019) Mit Künstlicher Intelligenz immer die richtigen Entscheidungen treffen In: Buxmann P, Schmidt H (Hrsg.) Künstliche Intelligenz - Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg- Springer Verlag, 156-159.



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

## Arbeit HUMAINE gestalten

67. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie (WiPs)  
Ruhr-Universität Bochum

Institut für Arbeitswissenschaft (IAW)  
Ruhr-Universität Bochum

3. - 5. März 2021

---

## GfA-Press

---

**Bericht zum 67. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 3. - 5. März 2021**

**Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie, Ruhr-Universität Bochum  
Institut für Arbeitswissenschaft, Ruhr-Universität Bochum**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Dortmund: GfA-Press, 2021  
ISBN 978-3-936804-29-4

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

**Schriftleitung: Matthias Jäger**

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.

**Screen design und Umsetzung**

© 2021 fröse multimedia, Frank Fröse

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de) · [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)