

Integration von Künstlicher Intelligenz in das Arbeitssystem-Modell nach REFA

Pietschmann, Ch ^{1*}, Müller-Eppendorfer, K. ¹, Eckardt, R. ¹ und Goldhahn, L.¹

¹ Hochschule Mittweida, Fakultät Ingenieurwissenschaften, Professur Produktionsinformatik,

InnArbeit – Zentrum für innovative Arbeitsplanung und Arbeitswissenschaften

* Korrespondenz: pietschm@hs-mittweida.de

Kurzfassung. Künstliche Intelligenz (KI) findet in der heutigen Arbeitswelt zunehmend Anwendung. Für die Gestaltung hybrider Arbeitssysteme und zugehöriger Fertigungsprozesse können Datenanalysen, Algorithmen und Visualisierungen entscheidende Beiträge liefern. KI soll den Menschen unterstützen, entlasten, jedoch nicht ersetzen. Der Fokus der KI-Unterstützung liegt hier im Bereich der manuellen Montage und Bereitstelllogistik. Grundlagen bieten das REFA-Arbeitssystem in Verbindung mit dem Periodensystem der KI. Darauf basiert die entwickelte Methodik zur Arbeitsplatzgestaltung. Die Entwicklung spezifischer KI-Elemente erfolgt an den Beispielen Bewertung von Arbeitsposition und -haltung sowie Identifizierung falscher Bauteile.

1. Einleitung

Der digitale Wandel bietet im Bereich der Fertigungsprozesse viele Chancen den Menschen mit Hilfe von KI-gestützten Systemen zu entlasten [1; 2]. Auch für die Bewältigung flexibel wechselnder Arbeitsaufgaben, bedingt durch die zunehmende Produktvarianz, sind innovative technische Hilfsmittel gefragt, um die Arbeitenden physisch und psychisch zu entlasten. [3; 4] Neuartigen Disstress durch Daten und Informationen gilt es aber zu vermeiden.

Der Beitrag stellt die Einsatz- und Integrationspotenziale der KI zur Unterstützung des Menschen im Bereich der manuellen Montage und Bereitstelllogistik vor. Als Grundlage der Analysen wird das Arbeitssystem-Modell nach REFA herangezogen. Die Betrachtung des Arbeitssystem-Modells erfolgte hierbei zerlegt in seine Elemente, um eine hinreichend genaue Detaillierung aller relevanten Faktoren (z. B. Ein- und Ausgabedaten und deren Darstellung innerhalb der KI) zu erhalten. Die Identifizierung der potenziellen Einsatzbereiche der KI am Beispiel eines Arbeitssystems ist somit präzise möglich. Für die Vereinbarkeit zwischen den Elementen des Arbeitssystems und den möglichen Teilfunktionen einer KI wird das Periodensystem der KI herangezogen.

2. Theoretische Betrachtungen

Das Arbeitssystem ist eine Menge von Elementen, welche zielgerichtet zusammenwirken [5]. Das zugrundegelegte **Arbeitssystem nach REFA** [6] wird durch die 8 Systemelemente (Eingabe, Ausgabe, Arbeitsaufgabe, Mensch, Betriebs- bzw. Arbeitsmittel, Arbeitsablauf, Arbeitsplatz und Arbeitsumgebung) beschrieben. (vgl. auch Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen DIN EN ISO 6385:2016 - [3]) Um eine Arbeitsaufgabe zu erfüllen werden dem Menschen am Arbeitsplatz dabei zunächst innerhalb der Eingabe Arbeitsgegenstände, Informationen und Energie zur Verfügung gestellt. Unter Zuhilfenahme von Arbeits-

und Betriebsmitteln werden die Eingaben innerhalb eines Transformationsprozesses (verwenden, verändern, neu erstellen) in einen anderen Zustand zur Ausgabe überführt. Von außen wirken dabei verschiedene Umgebungseinflüsse (z. B. Lärm, Klima) und ggf. andere Arbeitssysteme ein.

Das **Periodensystem der KI** klassifiziert relevante Teilfunktionen der KI [7]. Diese werden in die Kategorien *Assess* – Erfassen und Erkennen, *Infer* – Deuten und Lernen sowie *Respond* - Reagieren untergliedert. Dabei beziehen sich die KI-Elemente aus dem Bereich *Assess* auf das Erfassen unterschiedlichster Daten (für die Montage z. B. Erfassung von Bauteilen im Arbeitsbereich). Die KI-Elemente aus dem Bereich *Infer* finden im nächsten Schritt, bei dem aus diesen Daten auf Informationen, Situationen oder Zustände geschlossen wird Anwendung (z. B. über die erfassten Bauteile schließend die passende Arbeitsanleitung finden oder den nächsten Arbeitsschritt auswählen). Mit KI-Elementen aus dem Bereich *Respond* erfolgt danach die Reaktion auf die erfassten und ausgewerteten Daten (z. B. Visualisierung der nächsten Arbeitsschritte). Ein komplexer KI-getriebener Anwendungsfall besteht aus mindestens einem KI-Element pro Kategorie. Das Periodensystem der KI ermöglicht damit, die Einsatzbereiche der KI im Arbeitssystem übersichtlich zu identifizieren und Ideen für neue Anwendungen zu generieren [7; 8].

Durch die kombinierte Nutzung des Arbeitssystem-Modells nach REFA und des Periodensystems der KI wird eine analytische Betrachtung der einzelnen KI-Elemente und der Handlungsfelder im Arbeitssystem ermöglicht. Deren gegenseitige Beeinflussungen sowie Abhängigkeiten ermöglichen es, strukturiert und nachvollziehbar die Einsatzbereiche der KI im Arbeitssystem zu identifizieren, zu analysieren und nachfolgend eine möglichst optimale Konzeption zu erreichen (Abbildung 1).

Schwerpunkte der Betrachtung bilden die KI-gestützte ergonomische Arbeits(platz)bewertung sowie die anwendungsorientierten digitalen Assistenzsysteme mittels Objekterkennung.

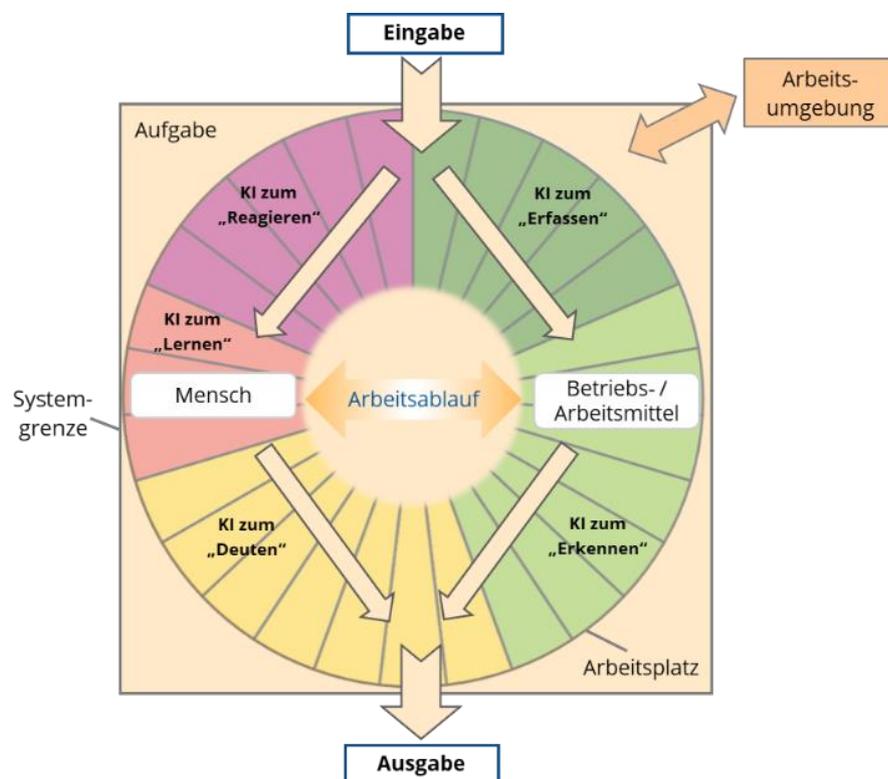


Abbildung 1: Integrationsmöglichkeiten der KI in das Arbeitssystem-Modell nach REFA

3. Praktische KI-Anwendung

Nachfolgend wird die KI-gestützte ergonomische Arbeits(platz)bewertung beispielhaft anhand der Arbeitsposition und -haltung der Mitarbeitenden im Bereich der Montage und der Materialbereitstellung erläutert.

Der konkrete Anwendungsfall bezieht sich auf die manuellen Montage einer Steckdose an einem Steharbeitsplatz. Als Eingabe fließen die Informationen zum Produkt (z. B. Materialdaten), Arbeitsgegenstände (z. B. Grundkörper Steckdose) sowie Energie (Strom) in das Arbeitssystem und werden durch Mitarbeitende und Arbeitsmittel (Vorrichtung, Schrauber) mittels der Arbeitsaufgabe „montieren“ transformiert / gefügt. Die Ausgabe bilden dabei fertige Steckdosen, Emissionen und Abfall. Die Arbeitsumwelt beeinflusst das Arbeitssystem durch physikalische Kenngrößen (u. a. Licht, Lärm, Temperatur), welche entsprechend gesetzlicher Grenzwerte, Vorgaben, Normen und Richtlinien auf vertretbare Werte eingestellt werden sollen.

Im Folgenden wird die angestrebte Nutzung der Elemente des Periodensystems der KI zur Bewertung der Arbeitsposition und -haltung an diesem Montageplatz näher beschrieben.

Elemente der Teilfunktion *Assess* erkennen die Haltung- und Arbeitspositionen. Hier werden speziell die Elemente **Ir** (**I**mage **R**ecognition – Erkennen der Mitarbeitenden an Hand von Kamerabildern), **Ii** (**I**mage **I**dentification – Erkennen der Mitarbeitenden als Personen in einem Bild / Video) und **Da** (**D**ata **A**nalytics – Datenanalyse zum Erkennen der ergonomischen Arbeitsposition und -haltung) genutzt.

Mit der Teilfunktion *Infer* zur Deutung der Ergebnisse und dem Lernen aus diesen erfolgt die Bewertung der Ergonomie auf Basis arbeitswissenschaftlicher Vorgaben. Diese wird durch die Elemente **Pi** (**P**redictive **I**nference – dem Vorhersagen von schädigenden Arbeitshaltungen und -positionen auf Grundlage z. B. der Gelenkwinkel und „angelernten“ Verhaltensweisen) und **PI** (**P**lanning – Analyse der Konsequenzen der Arbeitshaltung- und -position an Hand von Restriktionen und Vorgaben) definiert.

Die Bewertungsergebnisse werden innerhalb der Teilfunktion *Respond* mit Hilfe des Elementes **Cm** (**C**ommunication) durch Visualisierung des konkreten Ergebnisses und Ausgabe an den Benutzer dargestellt, vgl. Abbildung 2. [7]



Abbildung 2: Ergonomiebewertung am Beispiel Arbeitsposition und -haltung

4. Fazit

Die Einsatzbereiche der KI können durch das methodische Vorgehen unter Nutzung des Arbeitssystem-Modells nach REFA sowie des Periodensystems der KI übersichtlich identifiziert und Ideen für neue Anwendungen generiert werden. Die Beschreibung der KI-Unterstützung wird durch Nutzung der einzelnen KI-Elemente innerhalb der drei Teilfunktionen (Assess, Infer und Respond) verständlicher und nachvollziehbar aufgeschlüsselt.

Datenverfügbarkeit

Alle im Text verwendeten Informationen und Daten wurden mit den von den Autor*innen genannten Quellen geschrieben bzw. sind von dem genannten Autorenteam erstellt worden.

Interessenskonflikte

Die Autor*innen erklären, dass keine Interessenskonflikte vorliegen.

Literaturverzeichnis

1. Automationspraxis (2020). Künstliche Intelligenz. Mehr Assistenz als Ersatz für den Menschen. Verfügbar unter <https://automationspraxis.industrie.de/news/ki-mehr-assistenz-als-ersatz-fuer-den-menschen/> [17.02.2022].
2. Litzel, N. (2021). BigData-Insider - KI wird uns nicht ersetzen – sie macht uns noch wertvoller, Verfügbar unter <https://www.bigdata-insider.de/ki-wird-uns-nicht-ersetzen-sie-macht-uns-noch-wertvoller-a-1061315/> [17.02.2022].

3. DIN EN ISO 6385 (2016). Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen. Berlin: Beuth.
4. Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2016). Digitalisierung am Arbeitsplatz. Verfügbar unter <https://www.bmas.de/DE/Service/Publikationen/a875-monitor-digitalisierung-am-arbeitsplatz.html>, PDF S. 16 [28.04.2022].
5. Hettinger, Th., Wobbe, M. (1993). Kompendium der Arbeitswissenschaft: Optimierungsmöglichkeiten zur Arbeitsgestaltung und Arbeitsorganisation. Ludwigshafen (Rhein): Kiehl.
6. REFA Fachverband e.V. (2021). REFA-Grundausbildung 4.0 - Begriffe und Formeln. München, Carl Hanser.
7. Bitkom e. V. (2018). Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. - Digitalisierung gestalten mit dem Periodensystem der Künstlichen Intelligenz: Ein Navigationssystem für Entscheider, Verfügbar unter https://www.bitkom.org/sites/main/files/2018-12/181204_LF_Periodensystem_online_0.pdf [17.02.2022].
8. Goldhahn, L., Roch, S. (2021). Potenziale der Künstlichen Intelligenz in der Arbeitswelt Montage, In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Hrsg.), ARBEIT HUMANE gestalten. Frühjahrskongress 03.-05. März 2021. Bochum, Dortmund: GfA Press, B.5.10.