

Porträt

Die Fabrik der Zukunft? Wie Mensch und Roboter miteinander arbeiten

In 20 Jahren sind die Produktionshallen menschenleer und nur einige Fachleute steuern das Zusammenspiel der Roboter – ist das die Zukunft? Warum wir neue Ideen für Mensch-Roboter-Kollaborationen brauchen und wie eine innovative Zusammenarbeit in der Produktion aussehen kann, erforscht das Team des bidt-Projekts „EmPReSs“.

19. Januar 2023



© Gorodenkoff / stock.adobe.com

Es ist eine weit verbreitete Vorstellung: Irgendwann übernehmen Maschinen die menschliche Arbeit komplett. „Dieses Zukunftsbild sollten wir hinterfragen“, sagt Dr. Norbert Huchler vom Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung München (ISF). „Es verbaut Entwicklungschancen, wenn wir technischen Fortschritt in der industriellen Produktion nur in Richtung Vollautomatisierung denken. Selten wird überlegt, wie sich Automatisierung und menschliche Arbeit neu ergänzen. Wie können Mensch und Maschine *miteinander* arbeiten – und zwar so, dass sich dabei die Beschäftigten weiterentwickeln? Wie können wir Arbeit und Technik in einer Fabrik human, lernförderlich und motivierend gestalten?“

Der Arbeitssoziologe beleuchtet im Rahmen eines vom bidt geförderten Projekts zusammen mit einem interdisziplinären Team die Möglichkeiten des „Empowerment in der Produktion von morgen“ (kurz EmPReSs). Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler wollen Mixed Skill Factories und kollaborative Robotersysteme neu denken.

Im Mittelpunkt des bidt-Projekts stehen zwei Fragen:

1. Wie lässt sich das immer komplexere Zusammenspiel von Mensch und Roboter möglichst passgenau und effizient organisieren?
2. Wie kann dies so geschehen, dass es zu einem Empowerment der Beschäftigten und einer Humanisierung von Arbeit in der Produktion beiträgt?

FORSCHUNGSPROJEKT



Empowerment in der Produktion von morgen: Mixed Skill Factories und kollaborative Robotersysteme neu denken



Wichtige Begriffe kurz erklärt

Automatisierung

Teile des Arbeitsprozesses werden vom Menschen auf künstliche Systeme (Maschinen, Roboter, Künstliche Intelligenz) übertragen. Ziel ist die Steigerung der Effizienz. Arbeitsplätze können verloren gehen; andere entstehen neu.

Empowerment

Ermächtigung oder Befähigung; im Kontext des bidt-Projekts EmPREsS geht es um die erfahrungs- und lernförderliche Arbeitsgestaltung in der industriellen Produktion.

Mixed Skill Factory

Mensch und Maschine arbeiten in einer [Mixed Skill Factory](#) passgenau zusammen. Ihre verschiedenen Fähigkeiten werden flexibel kombiniert. Dies erleichtert die Arbeit für die Beschäftigten und macht sie interessanter. Die Mensch-Maschine-Interaktion hilft dabei, Neues auszuprobieren und Fähigkeiten zu erlernen.

Kollaborativer Roboter

Wenn ein [Roboter](#) als teilautonomes System z. B. im Produktionsprozess mit Menschen zusammenarbeitet und dabei nicht von ihnen getrennt ist, z. B. durch eine Schutzeinrichtung, wird er als kollaborativ bezeichnet.

Praxisbeispiel: Knifflige Kabel

Um die Chancen und Risiken von Mixed Skill Factories und kollaborativen Robotersystemen auszuloten, untersuchen die Forschenden verschiedene Anwendungsfälle. Einer dieser empirischen Fälle ist die Verdrahtung eines Schaltschranks: „Dieser beherbergt verbundene elektrotechnische Teile, um z. B. eine große Maschine anzusteuern“, erklärt Florian Lay, PhD-Student am

Institut für Robotik und Mechatronik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). „Die Verdrahtung ist nicht einfach, denn selbst innerhalb derselben Produktionsserie gibt es minimale Abweichungen und viele übereinander verlegte Kabel verhalten sich unvorhersehbar.“ Für einen Roboter ist das eine knifflige Aufgabe, die bislang nicht gelöst wurde.

In einem industriellen Betrieb gibt es zahlreiche Tätigkeiten dieser Art, die keine Maschine komplett übernehmen kann. Hier kommt es auf das Zusammenspiel von Mensch und Roboter an. Im Falle des Schaltschranks wurde nur gefragt: Wie weit lässt sich die Verdrahtung automatisieren? Wie weit kommt der Roboter alleine? Bei Problemen muss der Mensch eingreifen oder weiterarbeiten, also keine wirklich kollaborative Lösung.

Das Team des bidt-Projekts schlägt deshalb vor, das Zusammenspiel von Mensch und Roboter von Anfang an systematisch zu betrachten und interaktiv zu gestalten. Empowerment setzt bei dieser Mensch-Maschine-Interaktion voraus, dass nicht jeder Prozess automatisch technisch gesteuert wird. Die Beschäftigten müssen zu einem gewissen Grad selbst entscheiden können, wann und wie sie den Roboter zu Hilfe nehmen.

Mixed Skill Factories als Erfolgsmotor

Wie robotische Systeme in der Produktion sinnvoll gestaltet und eingesetzt werden, beurteilen Mitarbeitende dank jahrelanger Erfahrung häufig am besten. „Wichtig ist, die Stakeholder möglichst früh mit ins Boot zu holen, wenn sich Arbeitssysteme ändern oder neu initiiert werden“, erklärt Norbert Huchler. „Automatisierung soll die Produktion effizienter machen. Bleiben die Beschäftigten bei der Planung außen vor, werden möglicherweise unpassende Systeme angeschafft oder die Mitarbeitenden akzeptieren die neuen ‚Werkzeuge‘ nicht.“



Automatisierung ist keine Einbahnstraße, wir müssen sie mit Arbeit zusammen denken. Das geht nur, wenn die Beschäftigten von Beginn an einbezogen werden.



Dr. Norbert Huchler

[Zum Profil](#)

Im ungünstigsten Fall machen die Roboter nur zusätzliche Arbeit. Alexander Perzylo vom Landesforschungsinstitut des Freistaats Bayern für softwareintensive Systeme (fortiss) berichtet: „Wir haben empirische Fälle gesehen, da kann nur eine Person im Unternehmen den Roboter bedienen. Wenn diese Person krank oder im Urlaub ist, steht die teure Technik in der Ecke und alles wird von Hand gemacht.“

Kann Künstliche Intelligenz bei der Arbeitsorganisation helfen?

Neben dem robotischen System untersucht das Projektteam die Möglichkeit, Künstliche Intelligenz (KI) für die Organisation von Arbeit einzusetzen. Florian Lay erklärt: „Wir wollen zeigen, wie KI als Assistenzsystem dabei helfen kann, die Arbeit im Hintergrund besser zu steuern, z. B. indem sie Aufgaben in der sogenannten ‚Mixed-Skill-Zone‘ anhand von humanisierenden und lernförderlichen Kriterien zuweist – also in dem Bereich, in dem sowohl Menschen als auch Maschinen Aufgaben bearbeiten können.“ Die KI erkennt und zeigt an, wie sich Mensch und robotisches System bei einer bestimmten Tätigkeit am besten ergänzen.

Aber woher weiß die KI, wer was am besten kann; wer eine Aufgabe schneller und präziser erledigt; wer über welche Kompetenzen oder Funktionen verfügt? Um dies prototypisch abzubilden, erfasste das

Forschungsteam alle Prozessschrittanforderungen eines empirischen Falls in einer formalen Repräsentation. Nur wenn alle nötigen Skills genau beschrieben sind, kann die KI manuelle Tätigkeiten sinnvoll an Mensch oder Roboter verteilen und deren Fähigkeiten optimal kombinieren.

„Es war eine große Herausforderung, die nötige Datengrundlage für das KI-System zu erzeugen“, sagt Alexander Perzylo. „Es gibt zahlreiche Informationsquellen, die beschreiben, was ein Roboter kann: etwa ein Bauteil greifen und an einen anderen Ort legen oder eine Schraube eindrehen. Aber für Tasks, die der Mensch erledigt, gibt es diese ausführlichen Beschreibungen nicht.“ Man kann es sich vorstellen: Einem robotischen System muss man selbst einfache Handgriffe exakt erklären. Eine Fachfrau schaut sich einen Plan an und weiß, was zu tun ist. Sie verfügt über Erfahrung und setzt ihre Kompetenzen sowie Flexibilität und Intuition ein. Dieses Wissen musste das Projektteam als Grundlage für die KI aufwendig erstellen.

„Das ist ein großer Mehrwert des Projekts“, betont Norbert Huchler. „Wir sehen ganz klar, dass man nicht einfach einen Prozess automatisieren kann, ohne seine Bedingungen zu verändern. Der Roboter macht es eben nicht exakt wie der Mensch. Entsprechende Rahmenbedingungen müssten zuerst geschaffen werden.“ Das muss die KI bei der Aufgabenverteilung berücksichtigen. Im besten Fall beurteilt sie auch, ob eine Aufgabe für den Mitarbeitenden interessant und entwicklungsförderlich ist oder ergonomisch sinnvoll.

Arbeitsimmanentes Lernen in der „Fabrik der Zukunft“

Mit technischen Weiterentwicklungen werden Maschinen in der Industrie künftig immer mehr Arbeiten, vor allem Routineaufgaben, verrichten. Diese Perspektive schürt Ängste und Vorbehalte bei Arbeitnehmenden. Fällt der Job in der Produktionshalle in Zukunft weg? Wird die menschliche Arbeitskraft durch Maschinen ersetzt? Fest steht: Jobprofile und die benötigten Qualifikationen in einem Industriebetrieb werden sich nicht

zuletzt auch aufgrund interaktiver KI-Systeme und kollaborativer Roboter verändern. Doch das muss kein Risiko für Arbeitnehmende sein, sondern bietet zahlreiche Chancen für die Arbeitswelt von morgen, wenn man von Anfang an die Transformation der Arbeit mitdenkt und empowernd gestaltet.

„Die Komplexität der menschlichen Arbeit nimmt zu. Es ist entscheidend, dass Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Umgang mit Technik permanent dazulernen“, erklärt Norbert Huchler. Das sei die wesentliche Anforderung an Mixed Skill Factories und ihre Beschäftigten: arbeitsimmanentes Lernen zu ermöglichen, anzunehmen und umzusetzen. So würden auch Menschen mit weniger fachlichen Qualifikationen von der Mixed Skill Factory profitieren, erklärt Florian Lay. „Im Projekt entwickeln wir ein KI-basiertes, robotisches System. Mit ihm wollen wir zeigen, wie alle Mitarbeitenden befähigt werden, sich während des Arbeitens Kompetenzen anzueignen und komplexe Aufgaben in Kooperation mit der Maschine zu übernehmen.“



Wir entwickeln ein System, das zeigt, wie Mensch-Roboter-Kollaborationen effizient, erfahrungs- und lernförderlich gestaltet werden können.



Florian Lay
[Zum Profil](#)

„Dabei betrachten wir Lernen nicht nur als Wissensvermittlung“, ergänzt Norbert Huchler. „Die KI soll Kontextinformationen geben, damit Mitarbeitende verstehen: Warum mache ich das gerade? Aber sie soll auch

Handlungsspielräume innerhalb der Mensch-Maschine-Interaktion eröffnen, sodass man mal etwas Neues ausprobieren kann, ein Verfahren verändern, selbst gestalten und experimentieren, um Erfahrungswissen und Kompetenzen aufzubauen.“

Zusammenarbeit 4.0 – der Mensch ist nicht ersetzbar

„Unser Vorteil bei EmPReSs ist der interdisziplinäre Blick, der neue Perspektiven auf Mensch-Maschine-Interaktionen eröffnet“, sagt Florian Lay. „In der Robotik fragt man selten, welche sozialen Aspekte in die Gestaltung von Technik einfließen sollten oder wie Mensch und Roboter mit ihren unterschiedlichen Potenzialen optimal zusammenarbeiten. Der Fokus liegt normalerweise auf der technischen Machbarkeit.“ Im bidt-Projekt untersuchen Forschende der Sozialwissenschaften und der Technikentwicklung gemeinsam neue Konzepte für die Kollaboration von Mensch und Roboter in Fabriken, denn die Industrie 4.0, die Digitalisierung der industriellen Produktion, ist kein rein technisches Zukunftsprojekt. Sie ist auf den Menschen angewiesen.

Die Ergebnisse des bidt-Projekts bieten Stoff für weitere Forschungsfragen und sind enorm praxisrelevant. „Jeder Automatisierungsschritt bringt neue Aufgaben mit sich, die nur der Mensch bearbeiten kann, sei es aufgrund der nötigen Fingerfertigkeit oder Intuition – das kann man in robotischen Systemen kaum umsetzen“, so Alexander Perzylo. „Innovative Mensch-Roboter-Kollaborationen beeinflussen den wirtschaftlichen Erfolg von Industriebetrieben entscheidend.“



Durch Automatisierung wird die Wertschöpfung komplexer.
Die Produktion ist auch in Zukunft auf den Menschen mit
seinen speziellen Fähigkeiten angewiesen.



Alexander Perzylo

[Zum Profil](#)

Produktion ohne Menschen? Funktioniert nicht. Deshalb ist es essenziell, Arbeitsprozesse in der Industrie durch „Hybridität“ (Mensch und Technik) flexibler zu gestalten und dabei die Bedürfnisse der Beschäftigten einzubeziehen. Innovative Leitbilder der „Fabrik der Zukunft“ könnten zudem neue Orientierung geben, wie sich das Zusammenspiel von Mensch und Maschine immer wieder neu erfinden lässt. Im bidt-Projekt schwingt deshalb die gesellschaftlich relevante Frage mit: Können wir alles durch Technik organisieren oder wollen wir die Produktion mit hybriden Systemen so gestalten, dass Menschen ihre Kompetenzen in der Interaktion aufrechterhalten und weiterentwickeln?



Weitere Inhalte

[Zur Suche](#)