

Teaming mit Robotern – Was wir sicherstellen müssen, um Basisarbeit mit Robotern nachhaltig menschengerecht zu gestalten

Teaming with robots – What we have to ensure to design basic work sustainably humane

Alina TAUSCH, Annette KLUGE

*Lehrstuhl Arbeits-, Organisations- und Wirtschaftspsychologie,
Ruhr-Universität Bochum,
Universitätsstraße 150, D-44780 Bochum*

Kurzfassung: Gerade die Basisarbeit ist zunehmend betroffen vom Einsatz von Robotern, z. B. in der Montage von Produkten. Statt diese jedoch als Bedrohung für die Verfügbarkeit und Qualität von Arbeit zu sehen, können sie auch als Chance für die menschengerechte Gestaltung von mit Technologien angereicherten Arbeitsplätzen verstanden werden. Dazu müssten aber drei Voraussetzungen sichergestellt werden: 1) die Gestaltung der Arbeit von Menschen mit Robotern im Sinne einer Teamarbeit, 2) eine dynamische Zuteilung von Aufgaben und 3) die Anpassbarkeit von Robotern durch Beschäftigte. Zu diesen Aspekten präsentieren wir jeweils drei Handlungsempfehlungen, die in einem Anwender-/innenschema so aufbereitet werden, dass sie bei der Gestaltung von Mensch-Roboter-(Basis-)Arbeitsplätzen mit einfachen Entscheidungsschritten berücksichtigt werden können. Dadurch sollen Arbeitsgestalter/-innen, Betriebsrät/-innen und Interessensvertreter/-innen befähigt werden, für nachhaltig menschen-gerechte Bedingungen in der Basisarbeit zu sorgen.

Schlüsselwörter: Mensch-Roboter-Interaktion (MRI), Teaming, Arbeitsgestaltung, Partizipation, Aufgabenallokation

Abstract: Basic work in particular is increasingly affected by the use of robots, e.g., in product assembly. However, instead of seeing them as a threat to the availability and quality of work, they can be seen as an opportunity for the humane design of jobs enriched with technologies. This requires three prerequisites: 1) designing the collaboration of humans and robots as team work, 2) assigning tasks dynamically, and 3) adaptability of the robots by employees. For each of these aspects, we present three recommendations for action, which are prepared in a user scheme in such a way that they can be taken into account in the design of human-robot (basic) workplaces with simple decision-making steps. This is intended to enable work designers, works councils and interest groups to ensure sustainable, humane conditions in basic work.

Keywords: human-robot interaction (HRI), teaming, work design, participation, task allocation

1. Basisarbeit mit Robotern

Basisarbeit, verstanden als eine Gruppe tätigkeitsheterogener Erwerbsarbeit, deren Gemeinsamkeit in der fehlenden Voraussetzung einer Berufsfachlichkeit liegt (Bovenschulte et al., 2021), erstreckt sich von produzierender Fließband-Arbeit über Gebäudereinigung bis hin zu Hilfsarbeiten im Pflegebereich. Der Sektor der Basisarbeit befindet sich – wie auch andere Bereiche der Arbeitswelt – in einem Digitalisierungs-Wandel hin zu zunehmender Übernahme einzelner Arbeits-Bestandteile durch Technologien (Bovenschulte et al., 2021). Gerade der Einsatz platzsparender Cobots oder auch sozialer Roboter in direkter Nähe zum Menschen bietet sich für Unternehmen an, da er relativ nahtlos in bisher rein manuelle Arbeitsabläufe integriert und ohne große räumliche Umgestaltung umgesetzt werden kann (siehe zum Beispiel Nördinger, 2020). Tätigkeiten aus dem Basisarbeits-Spektrum lassen sich aufgrund tendenziell geringerer Kompetenzerfordernisse und des häufig hohen Anteils manueller Aktivität besonders zielführend durch Roboter unterstützen.

Der Einsatz autonom agierender, physischer Roboter bringt dennoch einen Wandel mit sich, der auf vielen Ebenen Potenziale, aber auch Risiken für das Erleben und die Wirkung von Arbeit darstellt und beinhaltet. Da der Mensch in der Arbeitswelt weiterhin eine entscheidende Rolle spielt, und Basisarbeitende gesellschaftlich und wirtschaftlich unverzichtbar sind, liegt es an Arbeitsgestalter/-innen und Interessensvertreter/-innen, dazu beizutragen, nicht in eine Abwärtsspirale aus vermehrtem Einsatz zunehmend intelligenter Technologien und dem Verbleib immer unattraktiverer Resttätigkeiten zu geraten. Vielmehr müssen Arbeitswissenschaftler/-innen, -schützer/-innen und -gestalter/-innen gezielt darauf hinwirken, dass die Chancen durch Cobots und unterstützende intelligente Software genutzt werden – auf eine Art und Weise, die der Arbeitsausführung UND dem Menschen zugutekommt. Dadurch können wir Basisarbeit attraktiver, gesünder und menschengerechter gestalten (siehe auch Bovenschulte et al., 2021). Für diesen Ansatz geben wir in diesem Beitrag konkrete Handlungsempfehlungen für Arbeitsgestalter/-innen und Arbeitsschützer/-innen. Die Potenziale neuer Technologien sollen im Sinne einer *joint optimization* so genutzt werden, dass nicht nur Unternehmen wirtschaftlich von ihrem Einsatz profitieren, sondern auch der Mensch durch gestärkte und neu entstehende Ressourcen an seinem Arbeitsplatz.

Ziel ist es, dass gerade diejenigen Beschäftigten, deren Arbeit eher arm an Ressourcen wie Autonomie oder Ganzheitlichkeit ist (siehe z. B. Job Characteristics Model von Hackman & Oldham, 1973), durch den Einsatz von Mensch-Roboter-Teaming Ressourcen dazu gewinnen und Gesundheit, Individualisierbarkeit und Beteiligung gefördert werden. Dafür bieten wir konkrete Handlungsempfehlungen zum Einsatz von Robotern und ein Anwendungs-Schema für Arbeitsschützer/-innen und -gestalter/-innen, welches bei der Umsetzung der Empfehlungen hilft.

1.1 Von Industrierobotern, Cobots und Sozialen Robotern

Um ein Verständnis dafür zu bekommen, wie Roboter sich auf die Beschäftigungsverhältnisse von Basisarbeitenden auswirken können, muss man sich zunächst ein Bild davon machen, was Roboter sind oder sein können. *Roboter* allgemein werden von der Internationalen Normungs-Organisation ISO definiert als "a programmed actuated mechanism with a degree of autonomy to perform locomotion, manipulation or positioning" (International Standardization Organization

[ISO], 2021, zitiert nach International Federation of Robotics [IFR], 2023), mit einer Spezifikation für Industrieroboter als automatisch gesteuerte, reprogrammierbare und für verschiedene Zwecke einsetzbare Manipulatoren an statischer Position oder in mobiler Form, bei denen sich mehrere Achsen programmieren lassen (ISO, 2021). Diese Definition bezieht sich explizit auf klassische *Industrierobotik*, und blendet dabei den Aspekt der Schnittstelle zu einem möglicherweise mit dem Roboter interagierenden Menschen aus (Bartneck & Forlizzi, 2004)

Eine andere Herangehensweise verfolgt die Idee der Cobots, die kleiner und agiler gestaltet und ohne Einhausung einsetzbar sind, um mit dem Menschen zusammen arbeiten zu können. Colgate et al. (1996) haben diese Idee als *Cobot* betitelt, eine Mischung aus dem kollaborativen Element und dem Wort Roboter. Während sein Durchbruch in den späten 1990er Jahren an der fehlenden technischen Umsetzbarkeit, insbesondere an der fehlenden Balance zwischen Sicherheit und Leistungsfähigkeit, scheiterte (Cusano, 2022), erfreuen sich Cobots heute zunehmender Beliebtheit in der industriellen Anwendung (IFR, 2022). Sie können flexibler, teils auch mobil eingesetzt werden und verfügen häufig über Features wie das *Teachen* durch Handführung oder das Programmieren mit vorgefertigten Apps, was die Einrichtung und kontinuierliche Veränderungen an den ausgeführten Aufgaben auch durch Nicht-Expert/-innen erleichtert.

Zur etwa gleichen Zeit wie bei den Cobots beginnt die Entwicklung von *sozialen Robotern*, kleinen Maschinen zur Begleitung und Unterstützung von Menschen im privaten Bereich (Cusano, 2022). Sie werden definiert als (teil-)autonome Roboter, die mit Menschen interagieren und kommunizieren, indem sie deren Verhaltensnormen folgen (Bartneck & Forlizzi, 2004). Feil-Seifer und Mataric (2005) unterscheiden drei Kategorien sozialer Robotik: Assistive Roboter (AR) sind solche, die Menschen - häufig in physischer Art und Weise – unterstützen (z. B. Care-O-Bot, Hans & Graf, 2004), sozial interaktive Roboter (SIR) haben den Aufgabenfokus der Interaktion (wie z. B. Kismet vom MIT), und sozial assistive Roboter (SAR), die den Menschen spezifisch durch soziale Interaktion unterstützen, zum Beispiel bei der Rehabilitation oder beim Lernen (z. B. die Roboter-Robbe Paro). Forschung dazu fokussiert vor allem auf die Kommunikation mit Menschen und Aspekte der Morphologie bzw. der wahrgenommenen Ästhetik (Hegel et al., 2009; Hegel et al., 2005) und zumeist auf die Interaktion mit den Endnutzer/-innen. Für Arbeitsschutz und Arbeitsgestaltung von mindestens ebenso großer Bedeutung ist die Interaktion der Roboter mit den Beschäftigten. Diese stellen eine weitere relevante Nutzengruppe dar, die die Besonderheit aufweisen, dass die Nutzung nicht immer selbstgewählt und aus intrinsischer Motivation oder Interesse heraus erfolgt, sondern aus der dienstlichen Notwendigkeit heraus.

1.2 Einsatz sozialer Roboter in der Basisarbeit

Soziale Roboter sind in ihrer Gestaltung auf ihre Interaktionspartner ausgerichtet, werden aber häufig von Personal in sozialen Berufen bedient, gesteuert und eingesetzt, beispielsweise in der Pflege (siehe auch Ausführungen zu Pflegerobotern in Bendel, 2018) oder im Bildungsbereich. Viele der Arbeiten dort sind als Basisarbeit zu klassifizieren, oder als vergleichbare geringqualifizierte Tätigkeiten mit einem hohen Anteil physischer Arbeit, die ortsfest ausgeführt wird (Bovenschulte et al., 2021). Ein Einsatz sozialer Roboter in der Pflegehilfe kann zum Beispiel darin bestehen, dass diese bei den Mahlzeiten in einem Pflegebereich bei der Verteilung von Speisen und Getränken assistieren oder diese ganz übernehmen. Fragen, die dabei entstehen,

sind, inwieweit und wie stark sie dabei auch soziale Elemente der Tätigkeit übernehmen, wer über ihren Einsatz bestimmt, wie mit Fehlern und Störungen umgegangen wird und ob die Perspektive eher darin liegt, Personal zu ersetzen oder zu unterstützen und für andere Tätigkeitsanteile Zeit zu schaffen. Bei der Gestaltung sozialer Roboter werden solche Fragen häufig nicht mitgedacht (Tausch et al., 2020).

1.3 Einsatz von Cobots in der Basisarbeit

Industrieroboter und Cobots kommen in Deutschland vor allem in der Automobil- und Autoteile-Branche sowie in der Metall- und Maschinenbaubranche zum Einsatz, zumeist für Handhabungs-, Schweiß- und Montageaufgaben (IFR, 2022). Cobots machen einen zunehmenden, wenn auch weiterhin kleinen Anteil der in der Industrie eingesetzten Robotik aus. In 2021 nahm der Einsatz kollaborativer Roboter um 50 % im Vergleich zum Vorjahr zu, auf nun 39.000 Geräte (IFR, 2022). Gemäß Prognosen können Cobot-Systeme für etwa 100 Millionen Montage- und Logistik-Prozesse in Unternehmen eingesetzt werden, für die die klassische industrielle Robotik nicht geeignet war (Bloss, 2016). Das bedeutet, dass Cobots zunehmend in Arbeitsbereiche vordringen werden, die historisch oder aktuell noch von Menschen, häufig speziell von Basisarbeitenden, besetzt werden. In der Industrie sind Basisarbeitsplätze vor allem solche, die viel physische Tätigkeiten beinhalten, an denen die Arbeit bereits fragmentiert und daher problemlos aufteilbar ist (z. B. Fließbandarbeit) und die von einfachen manuellen Operationen und standardisierten Vorgängen geprägt sind.

2. Forderungen nachhaltig humaner Gestaltung von Mensch-Roboter-Basisarbeit

Gerade solche Arbeitsplätze wie die zuvor geschilderten sind häufig ressourcenarm und darauf ausgelegt, in kurzer Zeit erlern- und ausführbar und damit auch mit neuem und wechselndem Personal besetzbar zu sein. Dahinter steht häufig die Idee, dass Menschen, genauso wie Roboter, eine Produktions- oder Dienstleistungsressource sind, die optimal ausgeschöpft und bei Bedarf ersetzt wird. Die aktuelle Arbeitsmarktsituation in Deutschland, sowie der durch Globalisierung bestimmte Wettbewerbsdruck, stellen eine solche Sichtweise jedoch zunehmend in Frage. Um überhaupt noch neues Personal zu finden, das dann auch noch motiviert ist, die Arbeit auf einem hohen Qualitätsniveau auszuführen, müssen teils große Anstrengungen unternommen werden – viel ökonomischer erscheint es doch, Personal mit Erfahrungen und guten Leistungen Personal zu halten und durch Qualifizierungsmaßnahmen weiterzubilden, um nicht nur den Mangel an Basisarbeitenden, sondern perspektivisch auch den an Facharbeitenden, mit den eigenen Ressourcen anzugehen.

Grundlegendes Ziel ist es, Basisarbeit so zu transformieren, dass sie nachhaltig nicht nur ausführbar und schädigungsfrei, sondern auch belastungsoptimiert und sogar individuell förderlich ist (siehe Kriterien menschengerechter Arbeit nach Hacker & Richter, 1980). Dafür ist die systematische Betrachtung und Gestaltung von Mensch-Roboter-Zusammenarbeit aus der Perspektive der *Menschzentrierung* (auch *Humanzentrierung*) wesentlich.

Diese Perspektive sieht den Menschen als zentralen Rollenträger innerhalb komplexer soziotechnischer Systeme (Huchler, 2015). Anders als inhaltlich fokussierte Theorien wie das Job-Demands-Resources-Modell (Bakker & Demerouti, 2007) stellt

die Menschzentrierung eher einen viel referenzierten, aber wenig klar definierten und ausdifferenzierten (Huchler, 2015) Blickwinkel auf Arbeit dar. Die Offenheit dieser Perspektive macht sie jedoch kombinierbar mit konzeptionellen Ansätzen wie der Soziotechnik (Emery, 1993). In einer menschenzentrierten Gestaltung eines soziotechnischen Systems werden die Dimensionen der Technik, der Menschen und die sie verbindende Arbeitsorganisation gemeinsam optimiert (Appelbaum, 1997), und zwar orientiert am Menschen als zentralem Anker und Ausgangspunkt der Gestaltung. Dabei helfen können klassische Modelle wie die Kriterien menschengerechter Arbeit (Hacker, 2005), das Job-Demands-Resources-Modell (Demerouti et al., 2001) und die SMART-Kriterien der Arbeitsgestaltung (Klonek & Parker, 2021b).

Diese Modellannahmen um Ressourcen und Wirkweisen von Arbeitsgestaltung auf den Menschen können, übertragen auf die Gestaltung von Mensch-Roboter-Interaktion und ergänzt um spezifische neue Modelle und empirische Forschung, dazu beitragen, menschengerechte Basisarbeit mit Robotern zu schaffen.

Die folgenden von uns formulierten Forderungen zur Gestaltung von Basisarbeit mit Robotern sind die aus unseren Forschungsinteressen und auf Basis des Stands der empirischen Forschung wesentlichen, aber sicherlich nicht hinreichenden, Ansatzpunkte hierfür. Gleichzeitig existieren bereits einige, mehr oder weniger spezifische, Handlungsempfehlungen für die Gestaltung von Mensch-Software-Interaktion (siehe z. B. Interaktionsprinzipien in DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 2010) oder Mensch-Roboter-Interaktion (z. B. Wischniewski et al., 2019, Wilkinson et al., 2021), die übertragbar und anwendbar sind. Unsere hier gemachten Empfehlungen verstehen sich als Ergänzung und Konkretisierung und stellen insofern eine subjektive, aber empirisch und konzeptionell begründete, Zusammenstellung von Aspekten dar, die gleichzeitig in Zukunft von weiteren Forschenden um deren zentrale Erkenntnisse ergänzt werden sollte.

Zur Sicherung von Nachwuchs und zur nachhaltigen Gesunderhaltung und Förderung von Arbeitsfähigkeit in der Basisarbeit müssen vor allem drei zentrale Bereiche menschengerecht gestaltet werden: die sozialen und Interaktionsbeziehungen zwischen Menschen und Robotern, die Organisation von Arbeit und insbesondere der Verteilung von Aufgaben auf menschliche und technische Akteure und die nutzendenzentrierte Gestaltung der eingesetzten Roboter. Diese Bereiche müssen so gestaltet sein, dass sie Adaptierbarkeit und Beteiligung von Seiten der Beschäftigten zulassen, die so das technische System und die Organisation ihren Bedürfnissen und auch ihren Erfahrungen entsprechend anpassen können.

Wir fordern daher für eine nachhaltig menschengerechte Basisarbeit mit Robotern...

1. Menschliche Arbeit mit robotischen Interaktionspartnern muss als Teamarbeit konzeptualisiert werden,
2. Die Zuteilung der Aufgaben auf die Interaktionspartner muss dynamisch und partizipativ umgesetzt werden.
3. Basisarbeitende brauchen Möglichkeiten, Roboter an ihre eigenen Bedürfnisse anzupassen.

Gleichwohl diese Forderungen und die zugehörigen Handlungsempfehlungen für die Gestaltung der Zusammenarbeit mit Cobots und sozialen Robotern prinzipiell Gültigkeit haben sollten, sind vor allem die Empfehlungen mit einem spezifischen Blick auf die Basisarbeit entworfen worden. Sie adressieren dort typische

Herausforderungen wie soziale Isolation durch Ersetzen einzelner Beschäftigter durch Roboter oder geringe Kompetenzen für die eigenständige Entscheidungsfindung, und finden besonders „barrierearme“ Wege zur Umsetzung, die mit möglichst geringen Kosten und Aufwand einher gehen, um sie umsetzbar zu machen auch in Arbeitsbereichen, in die traditionell nicht viel Geld für Mitarbeitendenbindung investiert wird. Gleichzeitig sind unsere Empfehlungen vor allem dort relevant, wo Roboter besonders „unkompliziert“ und mit geringerem Aufwand zum Einsatz kommen können oder einen besonders hohen Return on Investment versprechen, was häufig Basisarbeit betrifft.

3. Handlungsempfehlungen und Anwender-/innenschema zur Gestaltung von Mensch-Roboter-Teaming

Diese drei zentralen Veränderungen werden in den folgenden drei Unterkapiteln beschrieben und jeweils von drei theoretisch und empirisch gestützten Handlungsempfehlungen begleitet, zu denen wir Forschungsergebnisse und vielversprechende Ideen für die zukünftige Umsetzung schildern. Um die Umsetzung unserer Forderungen praktisch zu unterstützen, haben wir ein Anwender-/innenschema entwickelt, das (1) Arbeitsgestalter/-innen dabei helfen soll, Roboter angemessen in bestehende Arbeitssysteme einzuführen oder deren Einsatz menschengerecht umzugestalten, (2) Betriebsrät/-innen und weiteren Interessensvertreter/-innen aufzeigen soll, bei welchen Punkten und an welchen Entscheidungen sie sich beteiligen und die Perspektive der Beschäftigten einbringen sollten, und (3) Arbeitswissenschaftler/-innen hilft, Forschungsperspektiven zu entwickeln und konkret relevante Gestaltungsaspekte zur Untersuchung zu identifizieren.

Aufbauend auf der Argumentation zu den insgesamt neun Handlungsempfehlungen enthält das Schema wichtige Entscheidungs-Knotenpunkte und Empfehlungen zu Entscheidungen und Aspekten, die im Prozess der Gestaltung von Mensch-Roboter-Teaming Berücksichtigung finden sollten. Diese gehen teilweise über die Handlungsempfehlungen hinaus. Das grafisch visualisierte Anwender-/innenschema zu den drei Forderungen findet sich jeweils vor der Ausdifferenzierung der zugehörigen Handlungsempfehlungen und wird in Kapitel 4 anhand eines Beispiels verdeutlicht.

3.1 Eine Team-Perspektive einnehmen

Die Idee der Mensch-Roboter-Interaktion an sich ist keine neue – schon 2007 definieren sie Goodrich und Schultz (2007) als Untersuchungsfeld für die Nutzung von Robotern durch oder zusammen mit Menschen – mit der Voraussetzung der Kommunikation miteinander. Allerdings geht die Idee, Mensch und Roboter als Team anzusehen, einen deutlichen Schritt weiter als dass sie nur miteinander interagieren. Wie Castro et al. (2021) differenzieren, stellt Interaktion eine Oberkategorie dar, innerhalb derer der Bereich der Kollaboration die gemeinsame Arbeit mit jemandem an etwas charakterisiert (Grosz, 1996). Kollaboration wiederum ist ein wichtiger Bestandteil von Teaming, das generell als die Interaktion zweier oder mehrerer unabhängiger Individuen (oder Agenten im technischen Kontext) gesehen wird, die gemeinsam ein Ziel erreichen wollen und dabei ein „Wir-Gefühl“ erleben (Kauffeld, 2001). Die Bildung eines Mensch-Roboter-Teams bedingt folglich, dass sich eine

soziale Entität herausbildet (Rix, 2022). Teaming geht damit über die reine Zusammenarbeit hinaus, führt zu Synergieeffekten und zu einer neuen, sozialeren, partizipativeren und ermächtigenden (im Sinne des Empowerments) Zusammenarbeit.

Dieses neue Verständnis von Menschen und Robotern als eine Einheit, die jeweils ihren eigenen Beitrag zu einer Aufgabe leisten, aber das in steter Interaktion, sich gegenseitig unterstützend und auch adaptiv aneinander anpassend (Mukherjee et al., 2022), verändert die sozialen Strukturen eines Arbeitssystems. Gleichwohl es auch Skeptizismus zur Teaming-Perspektive von Menschen und Technologien gibt und diese mit vielen Herausforderungen verbunden ist (Natarajan et al., 2023), ist es unsere Überzeugung, dass die Schaffung eines neuen, einzigartigen Mensch-Roboter Teams (im Sinne von bspw. McNeese et al., 2023) ein gelungener Weg ist, Zusammenarbeit menschengerecht zu gestalten. Aus dieser Sichtweise ergeben sich drei Handlungsempfehlungen zur Umsetzung von Mensch-Roboter-Teaming (Abb. 1) für Systemgestalter/-innen und Arbeitsschützer/-innen:

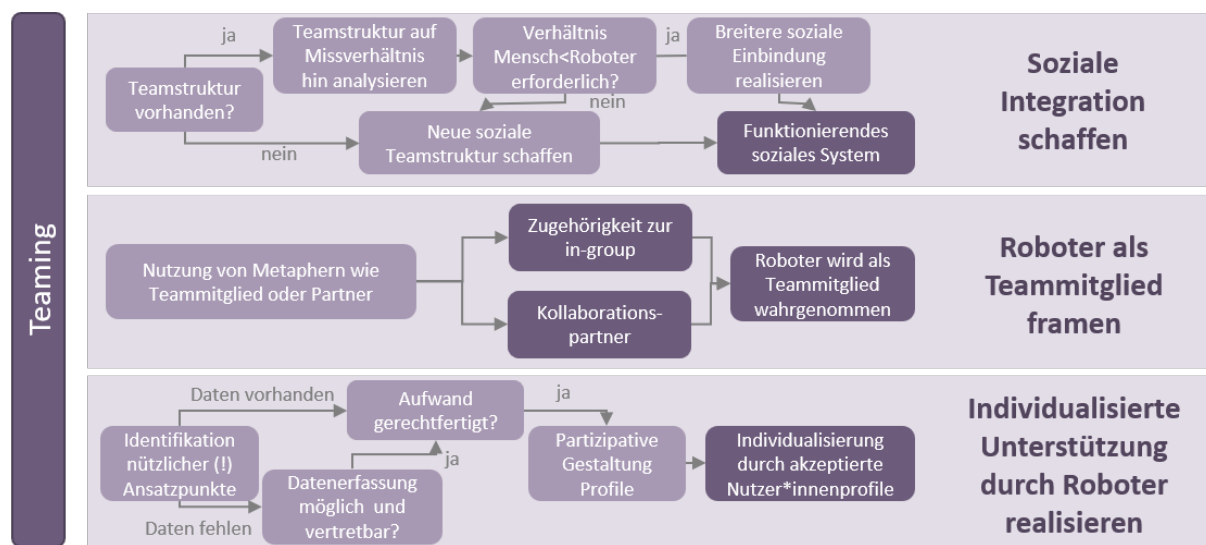


Abbildung 1: Anwender/-innenschema mit Handlungsempfehlungen zur Umsetzung von Teaming in Mensch-Roboter-Teams

Figure 1: User scheme with action recommendations for implementing teaming in human-robot teams

1) *Vermeiden Sie Isolation – stellen Sie die soziale Integration sicher und lassen keinen Menschen mit einem Roboter allein zurück:* Sich vorzustellen, wie ein/-e Raumpfleger/-in allein auf einer Praxisetage eines Arzthauses zurückbleibt, mit der Unterstützung zweier Roboter, aber ohne weitere Kolleg/-innen oder Gesprächspartner/-innen vor, während und nach der Schicht macht deutlich, wie wichtig soziale Einbindung ist und dass sie nicht durch die Einführung von Robotern verloren gehen darf. Gerade dann, wenn einzelne Arbeitsplätze durch den Robotereinsatz automatisiert werden, bleiben mitunter einzelne Beschäftigte zurück, die nun einen oder mehrere Roboter an ihrer Seite haben, mit denen sie zusammenarbeiten. Dies führt zu einer Reihe von Problemen von fehlenden Gesprächen über eine fehlende Identifikation mit der eigenen Gruppe bis zur sozialen Isolation. Eine Studie von Savela et al. (2021) zeigt, dass die Identifikation mit einer Arbeitsgruppe signifikant schlechter ist in einem Team bestehend aus einem Menschen und vier Robotern, als in einem Team mit gegensätzlichem Verhältnis. Es kommt also darauf an, wie das Verhältnis von Menschen und Robotern innerhalb eines Teams ist und, so die Vermutung, auch

darauf, dass einzelne Menschen nicht allein unter Robotern verbleiben. Sollte eine solche Konstellation durch die Arbeitsprozesse erforderlich werden, müssen Alternativen zur sozialen Einbindung gefunden werden. Das kann die Einbindung in ein größeres Team bedeuten und die Rotation an Arbeitsplätzen, sodass die Beschäftigten Teil eines größeren Mensch-Roboter-Teams sind und soziale Einbindung besteht, auch wenn phasenweise ausschließlich mit Robotern gearbeitet wird. Denn gleichzeitig zeigt eine Studie von Bröhl et al. (2019) zur Akzeptanz der Kollaboration mit Robotern, dass soziale Implikationen des Einsatzes signifikant mit der Wahrnehmung der Benutzerfreundlichkeit zusammenhängen (die wiederum Voraussetzung für die Nutzungsbereitschaft ist). Soziale Einbindung ist also nicht nur für die Beschäftigten eine wichtige Ressource, sondern auch Voraussetzung für die Bereitschaft zur Zusammenarbeit mit Robotern.

2) Sprechen Sie von Robotern als Teammitglieder, nicht als Maschinen: Entsprechend dem SMART-Model der Arbeitsgestaltung (Klonek & Parker, 2021a) ist einer der zentralen Faktoren menschengerechter (Team-)Arbeit der, dass sie Beziehungsaspekte unterstützt (das R steht für „encouraging relational features“). Das sollte jedoch nicht nur für rein menschliche Teams gelten, sondern gerade mit Robotern, wo der Aspekt des Beziehungsaufbaus mehr Unterstützung von außen bedarf. Wichtig ist, dass auch hier ein Gefühl von Teaming entsteht, das dabei hilft, gegenseitiges Vertrauen aufzubauen und gegenseitige Unterstützung zu fördern. Hier steht die Forschung noch am Anfang, hat jedoch eine ganze Reihe von Faktoren identifiziert, die wahrscheinlich relevant sind (You & Robert, 2017). Auf Seiten der Charakteristika des Roboters zählen dazu Aspekte wie dessen wahrgenommene Persönlichkeit. Hier hilft eine einfache Maßnahme, das Bild des Roboters und damit die Gestaltung der Kollaboration zu prägen: die Nutzung von Metaphern für den Roboter, die ihn als Verbündeten oder Teampartner beschreiben. Die Forschung zeigt, dass das Framen eines Roboters als Mitglied der Gruppe zu einer positiveren Bewertung und stärker kooperativem Verhalten führt (Häring et al., 2014) – gleichzeitig zeigt die Literatur speziell zu sprachlichen Metaphern, dass Begriffe wie Verbündeter oder Partner dazu ermutigen, mit einem Roboter zu kollaborieren (Kuhn et al., 2020).

3) Nutzen Sie Roboter zur individuellen Unterstützung ihrer Teampartner, basierend auf Nutzer-/innenprofilen: Ein Team zu sein bedeutet auch, sich gegenseitig zu unterstützen, die Schwächen der anderen auszugleichen und gezielt Stärken zu nutzen und zu fördern. Hierfür können die sich rapide entwickelnden technischen Fähigkeiten von Robotern durch Sensorik und intelligente Datenverarbeitung genutzt werden. Durch ein besseres Verständnis der Nutzenden kann der Roboter sich diesen entsprechend ihrer Merkmale und Präferenzen in seinem Verhalten anpassen, was zu erhöhter Zufriedenheit und Akzeptanz führt und letztlich entscheidend ist für eine natürliche und alltägliche Interaktion von Mensch und Roboter (Rossi et al., 2017). Mit sogenannten Nutzerprofilen, basierend auf physischen, kognitiven oder sozialen Aspekten (Rossi et al., 2017), kann den Voraussetzungen und Bedürfnissen der Beschäftigten Rechnung getragen werden, ohne dass diese bei jeder Nutzung manuell Einstellungen vornehmen und Einstellungswünsche reflektieren müssen. Eine automatische, mit einem Profil verknüpfte Anpassung ist gerade dann nützlich, wenn mehrere Beschäftigte gleichzeitig oder nacheinander den oder die gleichen Roboter nutzen, wie es in den meisten Arbeitskontexten der Fall sein wird. Diese Nutzer-/innenprofile können dann beispielsweise ein bestimmtes Bewegungstempo beinhalten, eine Höhe für das Anreichen von Gegenständen, die der eigenen

Körpergröße entspricht, oder die Möglichkeit für detailliertere Einstellungen bei erfahrenen Roboternutzer/-innen.

3.2 Arbeitsorganisation dynamisch denken

Mit der Idee von Teaming einher geht die Notwendigkeit, Aufgabenallokation, also die Verteilung von Tätigkeiten auf Menschen und Roboter (Older et al., 1997) und damit die Zusammenarbeit von Menschen und Automatisierung, adaptierbar zu gestalten (Calhoun, 2022). Das bedeutet, dass, genau wie in menschlichen Teams, auch in Mensch-Roboter-Teams die Aufgaben nicht immer vorab geplant und unveränderlich einem der Akteure zugeordnet sein müssen, sondern die Verteilung nach Situation und persönlichen Bedürfnissen dynamisch und in der Arbeitssituation verhandelbar sein sollte. Diese flexibilisierte Form der Arbeitsorganisation gelingt durch die Integration des Menschen in den Zuteilungsprozess (Tausch et al., 2022), die zwingend für menschengerechte Arbeit ist. Folgende Handlungsempfehlungen (Abb. 2) ergeben sich:

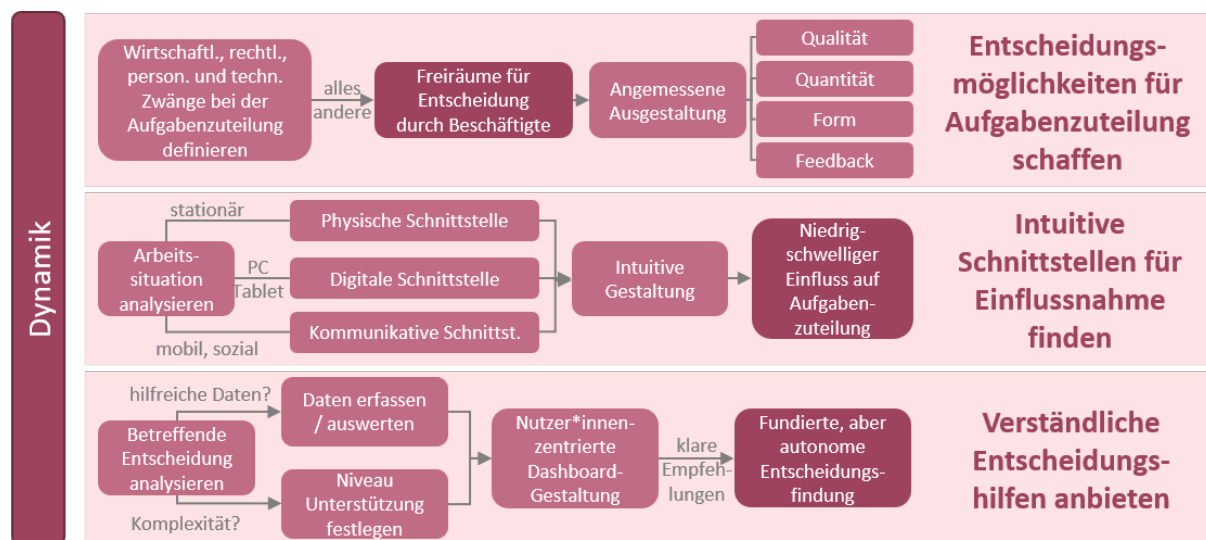


Abbildung 2: Anwender-/innenschema mit Handlungsempfehlungen zur Umsetzung von Dynamik in Mensch-Roboter-Teams

Figure 2: User scheme with action recommendations for implementing dynamics in human-robot teams

4) *Schaffen Sie Raum für eigene Entscheidungen zum „wer-macht-was“ innerhalb eines klar gesteckten Rahmens:* Pacaux-Lemoine et al. (2017) beschrieben ein Paradigma der verteilten Planung von Produktion, bei dem der Fokus auf mehr Autonomie und adaptiven Kapazitäten eines System liegt, und bottom-up-Verhalten statt einer reinen top-down-Steuerung erlaubt. Diesen Ansatz verfolgen auch Tausch und Kolleg/-innen (siehe z. B. Tausch & Kluge, 2023) mit ihrer Idee der ad hoc-Aufgabenallokation. Hier geht es speziell darum, dass den Beschäftigten Einfluss zugebilligt wird, indem sie an der Aufgabenzuteilung partizipieren können. Die Umsetzung muss nicht immer in Form voller Entscheidungsfreiheit sein, auch eine reine Widerspruchs-Option für eine technisch oder durch Expert/-innen generierte Aufgabenverteilung erhöhen bereits die Zufriedenheit mit dem Entscheidungsprozess und die erlebte Prozesskontrolle, ohne den mentalen Verarbeitungsaufwand zu hoch werden zu lassen (Tausch et al., 2022). Gleichzeitig erlaubt ein klarer Rahmen für

Entscheidungsfreiheit die Berücksichtigung wirtschaftlicher Notwendigkeiten und den Ausschluss der Wahl beispielsweise unsicherer, unergonomischer oder ineffizienter Aufgabenverteilungen.

5) *Verwenden Sie möglichst intuitiv-nutzbare Schnittstellen für die Beschäftigten, um Einfluss auf die Aufgabenzuteilung zu nehmen:* Um Einfluss auf die Aufgabenzuteilung durch Beschäftigte umzusetzen, ist es wichtig, dass der Zugang zu dieser Möglichkeit einfach und niedrigschwellig ist. Die Umsetzung kann dabei sehr unterschiedlich aussehen und muss auf die jeweilige Arbeitssituation und den Menschen angepasst werden: So kann eine Spracheingabe beim Roboter, den man mit kurzen, standardisierten Sprachbefehlen zum Beispiel zum Übernehmen einer Aufgabe auffordern kann, als natürlich erlebt werden und effizienter funktionieren als z. B. umständliche Texteingaben (Marge et al., 2022). Andere Möglichkeiten bestehen in physischen Knöpfen, die gedrückt werden können, wenn eine Aufgabe gewechselt werden soll, zum Beispiel, weil die Beschäftigten ermüden oder sich einseitig belastet fühlen, oder einfache Dashboards am Roboter oder dem Arbeitsplatz, die mit intuitiven Hinweisen, sogenannten *Signifiern*, arbeiten. Unabhängig davon ob digital oder analog, helfen Signifier den Nutzer/-innen, zu kommunizieren, welches Verhalten in einer Situation, oder eben spezifisch bei der Zuteilung von Aufgaben, angemessen ist (Norman, 2013). Übertragen auf die Zusammenarbeit von Mensch und Roboter bedeutet das, dass die genutzten Schnittstellen den Beschäftigten eindeutig vermitteln müssen, was passiert, wenn sie sie bedienen – also, dass der Roboter eine Aufgabe übernimmt, dass man selbst einen Tätigkeitswechsel möchte, dass man Hilfe bei der Entscheidung über die Zuteilung benötigt. Das dahinter liegende Prinzip ist das des human-centered design (HCD), das menschliche Bedürfnisse, Fähigkeiten und Verhalten als Grundlage für die Gestaltung von (digitalen) Produkten nimmt (Norman, 2013).

6) *Bieten Sie nachvollziehbare Entscheidungshilfen an:* Wie Cooley (2000) berichtet, wurde durch die Einführung aussagekräftiger grafischer Outputs, die die Entscheidungsfindung in der Fertigung einer britischen Firma unterstützen, die Durchlaufzeit von Produkten etwa halbiert und Überstunden um 75 % reduziert. Die Auswirkungen guter, menschenzentriert gestalteter Entscheidungsunterstützungssysteme können folglich bedeutsam zu wirtschaftlicherer, aber auch gesünderer Arbeit beitragen. Dabei sollten sie Entscheidungen durch konkrete Vorschläge unterstützen und nicht überfordernd gestaltet sein: Stahmann et al. (2023) finden bei der Untersuchung sogenannter *advanced analytics*, dass präskriptive Dashboards, die den Nutzer/-innen Entscheidungs-Empfehlungen auf Basis generierter Vorhersagen über den Systemzustand geben, die Frustration verringern, da sie Entscheidungsalternativen und Konsequenzen besser veranschaulichen als deskriptive oder prädiktive Anzeigen. Gleichzeitig finden sie, dass die komplexeren Dashboards, die über die Darstellung des Systemzustands hinausgehen, mentale Anforderungen erhöhen. Hier müssen also Strategien gefunden werden, Informationen so zu reduzieren oder die Darstellung so zu vereinfachen, dass keine Überladung mit Informationen entsteht, die die Entscheidungsfindung behindert.

2.3 Roboter anpassbar gestalten

Um Teaming nicht nur durch ein entsprechendes Framing und eine dem Konzept angemessene flexible Arbeitsorganisation zu unterstützen, kann als dritter

entscheidender Punkt noch die Gestaltung des Roboters, der mit den Beschäftigten zusammenarbeitet oder arbeiten soll, in den Blick genommen werden. Dabei ist es wichtig, den Einsatz von Robotern nutzerzentriert zu gestalten (Pizzagalli et al., 2021) im Sinne des human-centered design, indem man sich beispielsweise den IKEA-Effekt (Norton et al., 2011) zu Nutzen macht und die Beschäftigten an der Zusammenstellung „ihres“ Roboters beteiligt. Ziel ist, dass durch die Einbindung der Beschäftigten in die Gestaltung des Roboters eine Identifikation mit diesem entsteht, die dazu führt, dass Teamkohäsion erlebt werden kann. Sie beschreibt die Neigung von Teammitgliedern, soziale Bindungen miteinander einzugehen, sodass die Gruppe zusammenfindet und bleibt (Casey-Campbell & Martens, 2009) und findet als Konstrukt neue Aufmerksamkeit im Kontext der Zusammenarbeit mit autonomen Technologien und Robotern (Lakhmani et al., 2022; Lyons et al., 2021). Hier stellt sich insbesondere die Frage, wie das Entstehen einer solchen Bindung in Mensch-Roboter-Teams gezielt gefördert werden kann, die sich nicht im gleichen Maße wie im Teaming zwischen Menschen natürlich ergibt. Dafür formulieren wir drei Handlungsempfehlungen (Abb. 3), die bei der Beteiligung der Beschäftigten an der Ausgestaltung des Roboters als Teampartner ansetzen und damit sowohl stärkere Identifikation als auch Empowerment ermöglichen:

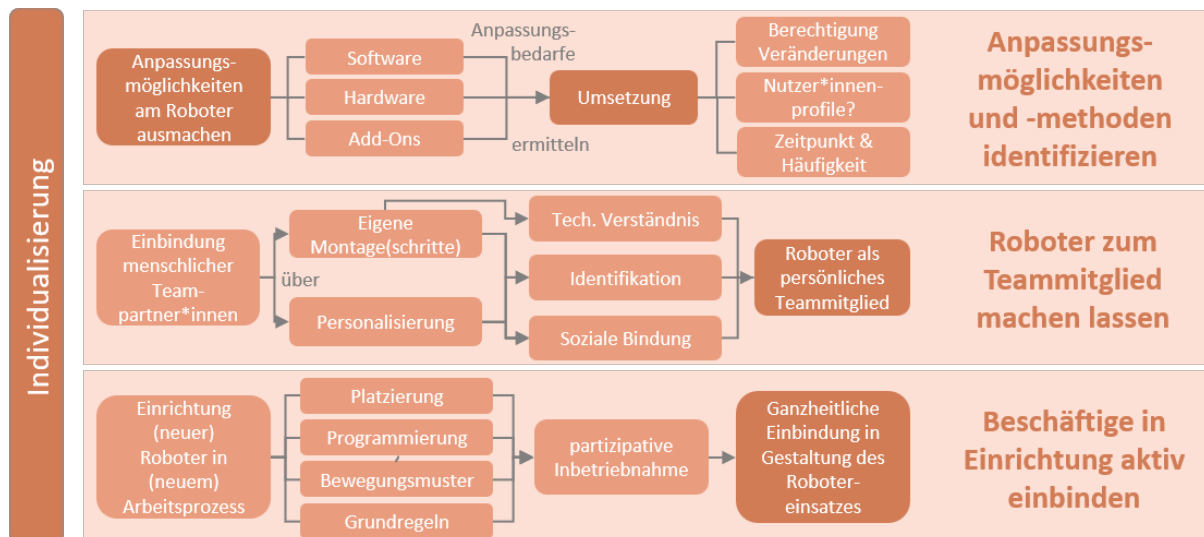


Abbildung 3: Anwender-/innenschema mit Handlungsempfehlungen zur Umsetzung von Individualisierung in Mensch-Roboter-Teams

Figure 3: User scheme with action recommendations for implementing individualization in human-robot teams

7) *Identifizieren Sie Anpassungsmöglichkeiten am Roboter und Methoden dafür:* Die meisten Cobots und sozialen Roboter sind von ihrer Gestaltung her, zumindest in Teilen, inhärent anpassbar – so ist es vorgesehen, dass bei Cobots verschiedene Greifer oder andere Tools zur Manipulation angebracht werden können, während bei sozialen Robotern beispielsweise die Art der Kommunikation gewählt werden kann. Dazu sind Änderungen an der Programmierung jederzeit möglich. Die Idee der Gestaltung diverser Roboter ist also eine gewisse Modularität und Anpassbarkeit (Liebich, 2022). Diese Modularität sollte in Mensch-Roboter-Teams dafür genutzt werden, den Roboter nicht nur perfekt an die Aufgabe, sondern auch auf die Bedarfe des Teams und der einzelnen Beschäftigten anzupassen. Dafür muss zunächst identifiziert werden, wo am Roboter welche Anpassungen vorgenommen werden

können: An der Hardware und Gestalt selbst, an der Software durch Programmierung, oder am Zubehör. Anschließend müssen partizipativ Anpassungsbedarfe ermittelt werden sowie ein Prozess, wie, zum Beispiel in welchen Zyklen und durch wen, Anpassungen vorgenommen werden können. Eine beispielhafte Studie zu diesem Thema zeigt, dass eine Echtzeit-Adaptation des Roboters an menschliches Verhalten zu einer effizienteren und natürlicheren Arbeit führt, die stärker als Zusammenarbeit wahrgenommen wird (Görür et al., 2023).

8) *Lassen Sie Beschäftigte den Roboter zu Ihrem Teammitglied machen:* Etwas, das sich mit jedem Roboter, sei es in der Produktion oder im Service, einfach umsetzen lässt, sind kleine Individualisierungen, die das Zusammengehörigkeitsgefühl stärken. Der sogenannte IKEA-Effekt (Norton et al., 2011) führt zu einer höheren Wertschätzung selbstgebauter Produkte – und zeigt sich auch bei Robotern, an deren Montage man beteiligt war (Groom et al., 2009; Sun & Sundar, 2016). Nun bietet es sich bei Robotern nicht unbedingt an, dass Beschäftigte sie komplett selbst montieren – aber sie können durchaus an der finalen Zusammenstellung, zum Beispiel über das Montieren bzw. den Austausch von Manipulatoren oder den Anschluss an eine Stromversorgung, beteiligt werden. Das führt, neben einem adäquaten mentalen Modell des Roboters als technisches Gerät und einem besseren Verständnis von dessen Funktionsweise (was wichtig z. B. für Vertrauen ist, Kiesler & Goetz, 2002) auch zu einem Gefühl des Eigentums und einer persönlichen Bindung zum Roboter (Groom et al., 2009). Er kann dadurch also eher zu einem sozialen Teammitglied werden. Eine weitere, sehr praktische Idee, basierend auf der Theorie der Personalisierung von Blom und Monk (2003), ist es, Nutzer/-innen ihre Roboter optisch anpassen zu lassen, indem sie mit einem Toolkit zur Personalisierung ausgestattet werden (Sung et al., 2009). Auch eine solche Personalisierung kann zu erhöhter Identifikation und einem stärkeren Zusammengehörigkeitsgefühl führen, und ist gleichzeitig kostengünstig und unkompliziert umsetzbar.

9) *Binden Sie Beschäftigte in die Einrichtung des Roboters aktiv ein:* Werden Roboter neu oder für neue Aufgaben eingesetzt, ist der Prozess der Einrichtung als Vorbereitung unerlässlich. Er muss für neue Aufgaben programmiert werden, am entsprechenden Arbeitsplatz installiert und platziert werden und die wesentlichen Grundeinstellungen müssen vorgenommen werden. Beschäftigte in diesen Prozess aktiv einzubinden, bietet großes Potenzial für eine an den Bedarfen der Situation orientierte Einrichtung sowie eine menschengerechte Gestaltung der Zusammenarbeit. So fordern beispielsweise Galin und Meshcheryakov (2021), dass zur Realisierung einer harmonischen Kooperation von Mensch und Roboter einfache Programmierung, was das Programmieren selbst, das Erlernen der Roboter-Handlungen und deren Kontrolle umfasst, umgesetzt werden muss. Viele Cobots können, wie z. B. Franka (Franka Emika), auf einfachen Dashboards über vorkonfigurierte Apps programmiert werden oder, wie LBR iisy (Kuka), per Handführung Bewegungsabläufe beigebracht bekommen (= *Teaching*), die dann zu Arbeitsroutinen werden. So schafft man nicht nur eine engere Verbindung zum Roboter und ein besseres technisches Verständnis der Beschäftigten, sondern gestaltet die Arbeit dadurch auch ganzheitlich, was eine wichtige Ressource darstellt (Hacker, 2005).

4. Vision von Mensch-Roboter-Teams in der Basisarbeit der Zukunft

Die konsequente Anwendung von soziotechnischen Prinzipien, Menschzentrierung, psychologischem Grundlagenwissen und arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen aus Forschung und Praxiseinsätzen – in Teilen kondensiert im hier vorgestellten Anwender-/innenschema – kann dabei helfen, Basisarbeit positiver zu gestalten und zu einem verdienten Wandel in ihrer nach außen wahrgenommenen, aber vor allem innerlich erlebten Wertigkeit beitragen. Anhand von zwei Beispielen aus dem Service und dem Produktionsbereich wollen wir illustrieren, wie nachhaltig menschengerechte Arbeitssysteme aussehen können, in denen Basisarbeitende als wertvolle Arbeitskräfte respektiert, gefördert und in soziale Strukturen eingebunden werden, nicht trotzdem, sondern gerade, weil sie mit Robotern zusammenarbeiten. So können Sie langfristig gesund in ihren Berufen arbeiten.

4.1 Praxisbeispiel: Menschengerechte Basisarbeit mit Robotern in der Produktion

Stellen wir uns eine Werkstattfertigung vor, in der Klemmleisten für Schaltanlagen produziert werden. Die Arbeit erfordert keine besondere Ausbildung, und kann damit als Basisarbeit klassifiziert werden, die man nach Einarbeitung ohne Fachkenntnisse ausführen kann. Nun soll ein Cobot eingeführt werden, der die Produktivität der Fertigung erhöht. Das Produktionsbeispiel lehnt sich an das von Tausch und Kluge (2023) an, in dem wir in einem vorangegangenen Artikel bereits die Bedeutsamkeit partizipativer Aufgabenallokation verdeutlicht haben. Deswegen wird das Beispiel hier auf wenige entscheidende Aspekte reduziert.

Statt wie bisher einzeln zu arbeiten, werden die Beschäftigten nun zu kleinen Teams fusioniert, bei denen immer noch jeder für sich an seinen Arbeitsaufträgen arbeitet, die jedoch gemeinsam auf den Cobot zugreifen können. Dieser soll sich an die verschiedenen Mitarbeiter/-innen anpassen, vor allem an ihre Arbeitsgeschwindigkeit und an ihre Körpergröße, da zur Übergabe von Werkstücken ein flüssiger Ablauf und eine gute Höhe erforderlich sind. Dafür werden entsprechende Nutzer/-innenprofile angelegt.

Alle Beschäftigte können bei Bedarf auf den Roboter zugreifen und ihm Aufgaben frei zuteilen, müssen sich dafür jedoch untereinander absprechen und das Vorgehen in einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) in regelmäßigen Abständen besprechen. Zur Anforderung des Roboters erhält jede-/r von ihnen zwei Knöpfe mit Status-Display am Arbeitsplatz, auf dem er oder sie den Roboter anfordern und freigeben kann. Zur Unterstützung stehen auf einem Bildschirm Leistungsdaten des Roboters zu bisher ausgeführten Tätigkeiten und eine Empfehlung besonders lohnender Einsatzszenarien zur Verfügung.

Individualisiert wird der Cobot bereits vor dem ersten Einsatz: Um den Mobilitätsanforderungen gerecht zu werden, wird der Roboter auf eine mobile Plattform montiert. Außerdem kann das Team den Roboter personalisieren, solange die Maßnahmen nicht der Nutzung entgegenstehen. Schnell wird der Cobot auf den Namen Günther getauft und mit der Kappe des Unternehmens ausgestattet. Beim Liefertermin ist das Team vor Ort und trägt in den ersten Wochen immer im Wechsel dazu bei, dass dem Roboter die notwendigen Bewegungen für die verschiedenen Tätigkeiten beigebracht werden. So können die Beschäftigten auch bei Veränderungen im Produktionsprozess in Zukunft selbst agieren und die Einstellungen entsprechend anpassen.

4.2 Praxisbeispiel: Menschengerechte Basisarbeit mit Robotern im Service

Zur Illustration eines Roboter-Einsatzes im Service nutzen wir den Arbeitsplatz einer beispielhaften Alltagshelferin in einer Kindertagesstätte (siehe z. B. Ministerium für Kinder, Jugend, Familie, Gleichstellung, Flucht und Integration des Landes Nordrhein-Westfalen [MKJFGFI], 2023): Sie unterstützt das pädagogische Fachpersonal bei Hygienemaßnahmen mit den Kindern, beim Küchendienst und bei den Bring- und Abholzeiten sowie bei Veranstaltungen. Speziell für den Küchendienst bekommt die Einrichtung vom Träger einen Serviceroboter zur Verfügung gestellt, der beim Tischdecken sowie dem Transport und Servieren von Essen helfen soll und zugleich die Kinder spielerisch an das Thema Technik heranzuführen soll. Anhand des auf dieses Beispiel angepassten Anwender-/innenschemas in Abbildung 4 verdeutlichen wir, wie ihre Zusammenarbeit mit dem Roboter auf menschengerechte Art und Weise gestaltet werden kann.

Sozial ist die Alltagshelferin bereits ins Team eingebunden, der Roboter wird dennoch als neuer Helfer und Mitglied des Betreuungsteams präsentiert, um seine Rolle auch den Kindern zu vermitteln. Da die Alltagshelferin den Roboter ganz anders nutzt als die Erzieher/-innen in ihrer pädagogischen Arbeit, gibt es zwei Nutzungsmodi, zwischen denen manuell gewechselt werden kann. Aus Sicherheitsgründen darf der Roboter nur zum Tischdecken eingesetzt werden, wenn sich keine Kinder im Raum befinden – für diese Zeiträume muss die Alltagshelferin also diese Aufgabe übernehmen, ansonsten ist sie frei, den Roboter für die verschiedenen Aufgaben einzuteilen. Da der Roboter mit einem Display ausgestattet ist und die Arbeit in Bewegung an verschiedenen Orten passiert, erfolgt die Steuerung über eine digitale Schnittstelle, indem auf dem Display die verschiedenen Aufgabenkategorien und der Einsatzort von der Alltagshelferin ausgewählt werden können. Steht in einer Gruppe die Essenszeit kurz bevor, erinnert der Roboter daran durch einen Ton und die farbliche Hinterlegung des entsprechenden Einsatzortes auf dem Display.

Der Serviceroboter an sich ist nicht modular aufgebaut, und Programmierungs-Änderungen sind durch fehlende Robotik-Expertise in der Einrichtung nur unter hohem Aufwand und Kosten möglich. Allerdings konnte die Alltagshelferin bei der Ersteinrichtung des Roboters durch den Hersteller mitwirken, es wurde über optimale Fahrtwege und Tabu-Zonen gesprochen und Grundregeln des Roboter-Verhaltens wurden im gesamten Team abgestimmt. Anpassungen am Roboter sind vor allem über Add-Ons möglich, die es der Alltagshelferin, vor allem in der Interaktion mit den Kindern der Einrichtung, erlauben, den Roboter zum hauseigenen, individuell gestalteten Kita-Teammitglied zu machen. Hier werden alle gemeinsam kreativ, geben ihm einen Namen und basteln Dekoration. Dadurch gelingt auch noch eine bessere Einbindung der Alltagshelferin in die Arbeit mit den Kindern. Um den Roboter nach dem Mittagessen aufzuladen, nimmt sie immer ein Kind hinzu, das ihr beim Anschließen hilft, damit klar ist, dass der Roboter zwar ein praktischer Teampartner, aber immer noch ein Roboter ist.

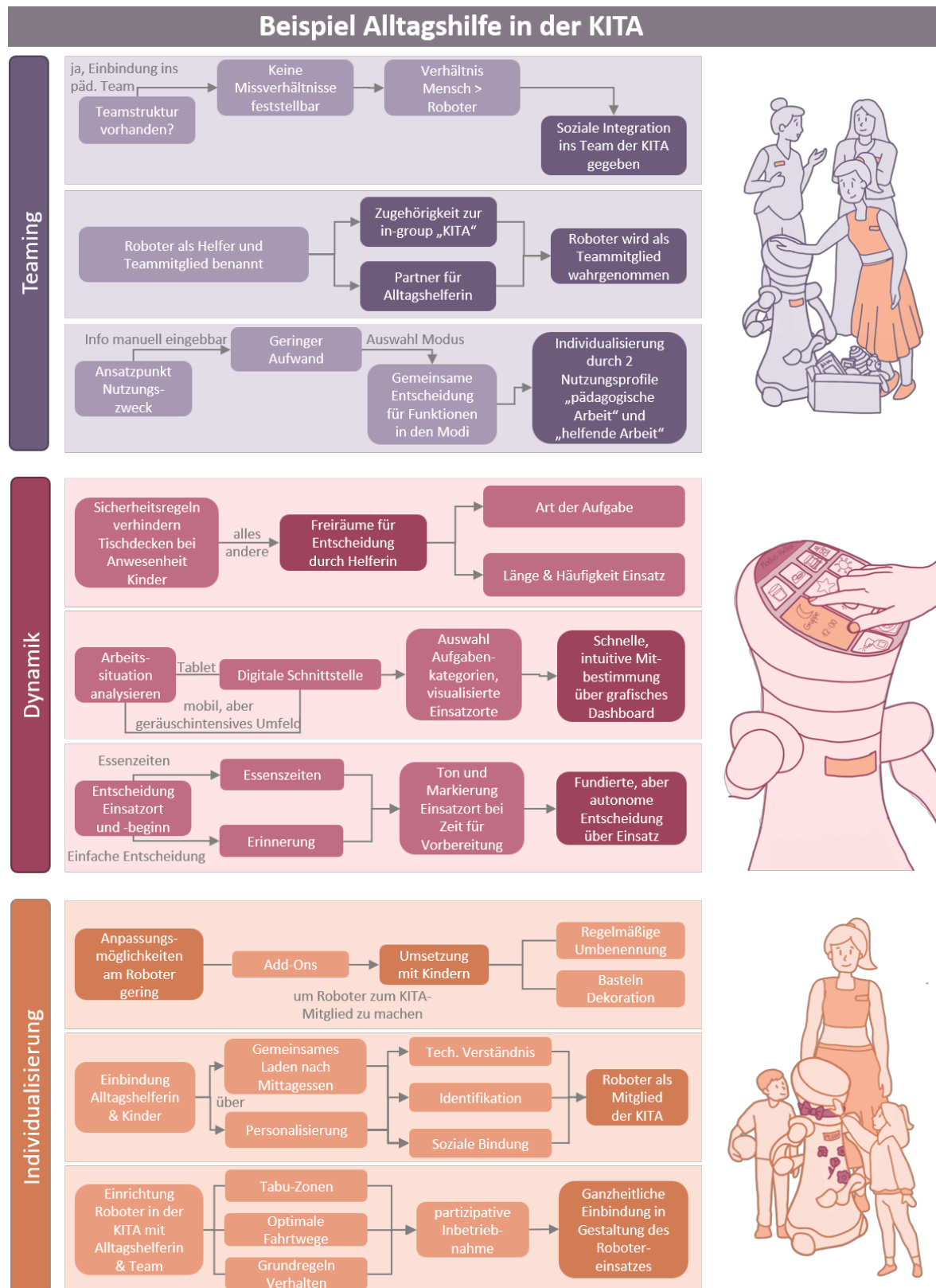


Abbildung 4: Beispielhaft genutztes Anwender/-innenschema für die Gestaltung von KITA-Alltagshilfe mit einem Service-Roboter

Figure 4: Exemplary use of the user scheme for designing everyday support within daycare with a service robot.

4.3 Mit Partizipation, Einbindung und Flexibilisierung zu besserer Arbeit

Diese beiden Beispiele machen deutlich, wie verschieden Mensch-Roboter-Teaming je nach Anwendungskontext aussehen kann, aber auch, welche Parallelen es gibt. Gerade, wenn man sich konsequent an Kriterien und Theorien menschengerechter und gesundheitsförderlicher Arbeit bei der Gestaltung des Arbeitssystems orientiert, sind es immer wieder ähnliche Aspekte, die eine bedeutsame Rolle einnehmen: Partizipation der Beschäftigten zu ermöglichen, die Einbindung in soziale Strukturen zu stärken und durch Flexibilisierung Spielräume für eigenständige Entscheidungen zu schaffen. Der Einsatz von Robotern kann dazu beitragen, dass Arbeitssysteme in ihrer Gestaltung überdacht werden, aber auch, dass kapazitäre Spielräume für diese Ressourcen geschaffen werden oder neue Ressourcen durch die Interaktion mit einer komplexen Technologie und sich dadurch möglicherweise verschiebende Tätigkeitsfelder entsteht. So oder so sollte der Einsatz von Robotern als Chance betrachtet werden, Arbeit und vor allem Basisarbeit, umzudenken und gezielt Ressourcen zu fördern, sodass menschengerechte Arbeitsplätze entstehen, für die nachhaltig, sprich gesellschaftlich und individuell betrachtet langfristig, Personal zur Verfügung steht.

5. Literaturverzeichnis

- Appelbaum, S. H. (1997). Socio-technical systems theory: an intervention strategy for organizational development. *Management Decision*, 35(6), 452–463. <https://doi.org/10.1108/00251749710173823>
- Bakker, A. B. & Demerouti, E. (2007). The Job Demands-Resources model: state of the art. *Journal of Managerial Psychology*, 22(3), 309–328. <https://doi.org/10.1108/02683940710733115>
- Bartneck, C. & Forlizzi, J. (2004). A design-centred framework for social human-robot interaction. In *Proceedings / RO-MAN 2004, 13th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication: September 20 - 22, 2004, Kurashiki, Okayama, Japan* (S. 591–594). IEEE Operations Center. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2004.1374827>
- Bendel, O. (2018). *Pflegeroboter*. Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-22698-5>
- Blom, J. & Monk, A. (2003). Theory of Personalization of Appearance: Why Users Personalize Their PCs and Mobile Phones. *Human-Computer Interaction*, 18(3), 193–228. https://doi.org/10.1207/S15327051HCI1803_1
- Bloss, R. (2016). Collaborative robots are rapidly providing major improvements in productivity, safety, programing ease, portability and cost while addressing many new applications. *Industrial Robot: An International Journal*, 43(5), 463–468. <https://doi.org/10.1108/IR-05-2016-0148>
- Bovenschulte, M., Peters, R. & Burmeister, K. (2021). *Basisarbeit - Stützen der (Arbeits-)Gesellschaft*. Berlin. Denkfabrik Digitale Arbeitsgesellschaft, Bundesministerium für Arbeit und Soziales. https://www.denkfabrik-bmas.de/fileadmin/Downloads/Publikationen/Basisarbeit_Stuetzen_der_Arbeits_gesellschaft.pdf
- Bröhl, C., Nelles, J., Brandl, C., Mertens, A. & Nitsch, V. (2019). Human–Robot Collaboration Acceptance Model: Development and Comparison for Germany, Japan, China and the USA. *International Journal of Social Robotics*, 11(5), 709–726. <https://doi.org/10.1007/s12369-019-00593-0>
- Casey-Campbell, M. & Martens, M. L. (2009). Sticking it all together: A critical assessment of the group cohesion-performance literature. *International Journal of Management Reviews*, 11(2), 223–246. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2008.00239.x>
- Castro, A., Silva, F. & Santos, V. (2021). Trends of human-robot collaboration in industry contexts: Handover, learning, and metrics. *Sensors*, 21(12). <https://doi.org/10.3390/s21124113>
- Colgate, J. E., Wannasuphoprasit, W. & Peshkin, M. A. (1996). Cobots: Robots for Collaboration with Human Operators. In *1996 ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition. Symposium im Rahmen der Tagung von ASME, Atlanta, GA*.
- Cooley, M. (2000). Human-Centered Design. In R. E. Jacobson (Hrsg.), *Information design*. MIT Press.

- Cusano, N. (2022). Cobot and Sobot: For a new Ontology of Collaborative and Social Robots. *Foundations of Science*. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1007/s10699-022-09860-2>
- DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (Oktober 2010). *DIN EN ISO 9241-110:2020-10, Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110: Interaktionsprinzipien (ISO_9241-110:2020); Deutsche Fassung EN ISO 9241-110:2020*. Berlin. Beuth Verlag GmbH.
- Emery, F. (1993). Characteristics of Socio-Technical Systems. In E. Trist, H. Murray & B. Trist (Hrsg.), *The Social Engagement of Social Science, Volume 2* (S. 157–191). University of Pennsylvania Press. <https://doi.org/10.9783/9781512819052-009>
- Feil-Seifer, D. & Mataric, M. J. (2005). Defining Socially Assistive Robotics. In Institute of Electrical and Electronics Engineers (Hrsg.), *IEEE 9th International Conference on Rehabilitation Robotics* (S. 465–468). IEEE Operations Center. <https://doi.org/10.1109/icorr.2005.1501143>
- Galín, R. & Meshcheryakov, R. (2021). Collaborative Robots: Development of Robotic Perception System, Safety Issues, and Integration of AI to Imitate Human Behavior. In A. Ronzhin & V. Shishlakov (Hrsg.), *Smart Innovation, Systems and Technologies. Proceedings of 15th International Conference on Electromechanics and Robotics "Zavalishin's Readings"* (Bd. 187, S. 175–185). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-5580-0_14
- Goodrich, M. A. & Schultz, A. C. (2007). Human-robot interaction: A survey. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 1(3), 203–275. <https://doi.org/10.1561/11000000005>
- Görür, O. C., Rosman, B., Sivrikaya, F. & Albayrak, S. (2023). FABRIC: A Framework for the Design and Evaluation of Collaborative Robots with Extended Human Adaptation. *ACM Transactions on Human-Robot Interaction*, 12(3), Artikel 38. <https://doi.org/10.1145/3585276>
- Groom, V., Takayama, L., Ochi, P. & Nass, C. (2009). I am my robot: The impact of robot-building and robot form on operators. In M. Scheutz, F. Michaud, P. Hinds & B. Scassellati (Hrsg.), *Proceedings of the 4th ACM/IEEE international conference on Human robot interaction* (S. 31–36). ACM. <https://doi.org/10.1145/1514095.1514104>
- Grosz, B. J. (1996). Collaborative Systems (AAAI-94 Presidential Address). *AI Magazine*, 17(2), 67. <https://doi.org/10.1609/aimag.v17i2.1223>
- Hacker, W. (2005). *Allgemeine Arbeitspsychologie: Psychische Regulation von Wissens-, Denk- und körperlicher Arbeit* (2. Aufl.). Huber.
- Hacker, W. & Richter, P. (1980). *Psychologische Bewertung von Arbeitsgestaltungsmaßnahmen. Ziele und Bewertungsmaßstäbe*. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Hackman, J. R. & Oldham, G. R. (1973). Development of the Job Diagnostic Survey. *Journal of Applied Psychology*, 60(2), 159–170.
- Hans, M. & Graf, B. (2004). Robotic Home Assistant Care-O-bot II. In E. Prassler, G. Lawitzky, A. Stopp, G. Grunwald, M. Hägele, R. Dillmann & I. Iossifidis (Hrsg.), *Springer Tracts in Advanced Robotics: Bd. 14. Advances in human-robot interaction* (Bd. 14, S. 371–384). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-31509-4_31
- Häring, M., Kuchenbrandt, D. & André, E. (2014). Would you like to play with me? In G. Sagerer (Hrsg.), *ACM Digital Library, Proceedings of the 2014 ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction* (S. 9–16). ACM. <https://doi.org/10.1145/2559636.2559673>
- Hegel, F., Muhl, C., Wrede, B., Hielscher-Fastabend, M. & Sagerer, G. (2009). Understanding Social Robots. In S. Dascalu (Hrsg.), *Proceedings / the Second International Conference on Advances in Computer-Human Interactions, ACHI 2009: 1 - 7 February 2009, Cancun, Mexico* (S. 169–174). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ACHI.2009.51>
- Hegel, F., Spexard, T., Wrede, B., Horstmann, G. & Vogt, T. (2005). Playing a different imitation game: Interaction with an Empathic Android Robot. In *2006 6th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots: Genova, Italy, 4 - 6 December 2006* (S. 56–61). IEEE Operations Center. <https://doi.org/10.1109/ICHR.2006.321363>
- Huchler, N. (2015). Die 'Rolle des Menschen' in der Industrie 4.0 - Technikzentrierter vs. humanzentrierter Ansatz. *AIS Studien*, 9(1), 57–79. <https://doi.org/10.21241/SSOAR.64826>
- International Federation of Robotics. (Oktober 2022). *World Robotics 2022: Market Presentation*. Frankfurt a. M. <https://ifr.org/free-downloads/>
- International Federation of Robotics (IFR). (2023). *Standardization*. <https://ifr.org/standardisation>
- International Standardization Organization (ISO) (November 2021). *Robotics - Vocabulary* (Norm ISO 8373:2021-11). Berlin. Beuth Verlag. <https://www.beuth.de/de/norm/iso-8373/348036781>
- Kauffeld, S. (2001). *Teamdiagnose*. Verlag für Angewandte Psychologie Hogrefe.
- Kiesler, S. & Goetz, J. (2002). Mental models of robotic assistants. In L. Terveen (Hrsg.), *ACM Conferences, CHI '02 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (S. 576–577). ACM. <https://doi.org/10.1145/506443.506491>

- Klonek, F. & Parker, S. K. (2021a). Designing SMART teamwork. *Organizational Dynamics*, 50(1), 100841. <https://doi.org/10.1016/j.orgdyn.2021.100841>
- Klonek, F. & Parker, S. K. (2021b). Designing SMART teamwork: How work design can boost performance in virtual teams. *Organizational Dynamics*, 50(1), 100841. <https://doi.org/10.1016/j.orgdyn.2021.100841>
- Kuhn, M., Pollmann, K. & Papadopoulos, J. (2020). I'm Your Partner - I'm Your Boss. In T. Belpaeme (Hrsg.), *ACM Digital Library, Companion of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (S. 322–324). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3371382.3378250>
- Lakhmani, S. G., Neubauer, C., Krausman, A., Fitzhugh, S. M., Berg, S. K., Wright, J. L., Rovira, E., Blackman, J. J. & Schaefer, K. E. (2022). Cohesion in human–autonomy teams: an approach for future research. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 23(6), 687–724. <https://doi.org/10.1080/1463922X.2022.2033876>
- Liebich, F. (2022). *5 gute Gründe, warum gerade KMUs Cobots nutzen sollten*. Unchained Robotics. <https://unchainedrobotics.de/blog/5-gute-gruende-warum-gerade-kmus-cobots-nutzen-sollten>
- Lyons, J. B., Sycara, K., Lewis, M. & Capiola, A. (2021). Human-Autonomy Teaming: Definitions, Debates, and Directions. *Frontiers in psychology*, 12, Artikel 589585, 1–15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.589585>
- Marge, M., Espy-Wilson, C., Ward, N. G., Alwan, A., Artzi, Y., Bansal, M., Blankenship, G., Chai, J., Daumé, H., Dey, D., Harper, M., Howard, T., Kennington, C., Kruijff-Korbayová, I., Manocha, D., Matuszek, C., Mead, R., Mooney, R., Moore, R. K., . . . Yu, Z. (2022). Spoken language interaction with robots: Recommendations for future research. *Computer Speech & Language*, 71, Artikel 101255. <https://doi.org/10.1016/j.csl.2021.101255>
- McNeese, N. J., Flathmann, C., O'Neill, T. A. & Salas, E. (2023). Stepping out of the shadow of human-human teaming: Crafting a unique identity for human-autonomy teams. *Computers in Human Behavior*, 148, 107874. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107874>
- Ministerium für Kinder, Jugend, Familie, Gleichstellung, Flucht und Integration des Landes Nordrhein-Westfalen (MKJFGFI). (2023). *Kita-Helfer NRW: #ichhelfemit*. <https://ich-helfe-mit.nrw/>
- Mukherjee, D., Gupta, K., Chang, L. H. & Najjaran, H. (2022). A Survey of Robot Learning Strategies for Human-Robot Collaboration in Industrial Settings. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 73, 102231. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2021.102231>
- Natarajan, M., Seraj, E., Altundas, B., Paleja, R., Ye, S., Chen, L., Jensen, R., Chang, K. C. & Gombolay, M. (2023). Human-Robot Teaming: Grand Challenges. *Current Robotics Reports*. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1007/s43154-023-00103-1>
- Nördinger, S. (2020). *Mensch-Roboter-Kollaboration: Wo sich Cobots wirklich lohnen*. Produktion.de. <https://www.produktion.de/technik/wo-sich-cobots-wirklich-lohnen-381.html>
- Norman, D. A. (2013). *The design of everyday things* (Revised and expanded edition). Basic Books.
- Norton, M. I., Mochon, D. & Ariely, D. (2011). The 'IKEA Effect': When Labor Leads to Love. *Journal of Consumer Psychology*, 22(3), 453–460. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1777100>
- Pacaux-Lemoine, M.-P., Trentesaux, D., Zambrano Rey, G. & Millot, P. (2017). Designing intelligent manufacturing systems through Human-Machine Cooperation principles: A human-centered approach. *Computers & Industrial Engineering*, 111, 581–595. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.05.014>
- Rossi, S., Ferland, F. & Tapus, A. (2017). User profiling and behavioral adaptation for HRI: A survey. *Pattern Recognition Letters*, 99, 3–12. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2017.06.002>
- Savela, N., Kaakinen, M., Ellonen, N. & Oksanen, A. (2021). Sharing a work team with robots: The negative effect of robot co-workers on in-group identification with the work team. *Computers in Human Behavior*, 115, 106585. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106585>
- Stahmann, P., Rodda, A. & Janiesch, C. (2023). The Effect Of Advanced Analytics Real-Time Dashboards On Cognitive Absorption And Task Load Of Human End Users. In European Conference on Information Systems (Vorsitz), *Thirty-first European Conference on Information Systems (ECIS)*, Kristiansand, Norwegen.
- Sun, Y. & Sundar, S. S. (2016). Psychological importance of human agency: How self-assembly affects user experience of robots. In C. Bartneck & Y. Nagai (Hrsg.), *HRI'16: The Eleventh ACM/IEEE International Conference on Human Robot Interaction : March 7-10, 2016, Christchurch, NZ* (S. 189–196). IEEE Press. <https://doi.org/10.1109/HRI.2016.7451751>
- Sung, J., Grinter, R. & Christensen, H. I. (2009). "Pimp My Roomba": Designing for Personalization. In *CHI 2009 - digital life, new world: Conference proceedings and extended abstracts ; the 27th Annual CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, April 4 - 9, 2009 in Boston, USA*. ACM Press.

- Tausch, A., Kirchhoff, B. M. & Adolph, L. (2020). Ein soziotechnisches Systemmodell der Servicerobotik im Pflegekontext. In H.-J. Buxbaum (Hrsg.), *Mensch-Roboter-Kollaboration* (S. 241–255). Springer Gabler.
- Tausch, A. & Kluge, A. (2023). Dynamische Aufgabenallokation in der Fabrik der Zukunft: Der Mensch als Impulsgeber. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 118(6), 364–370. <https://doi.org/10.1515/zwf-2023-1073>
- Tausch, A., Peifer, C., Kirchhoff, B. M. & Kluge, A. (2022). Human–robot interaction: how worker influence in task allocation improves autonomy. *Ergonomics*, 65(9), 1230–1244. <https://doi.org/10.1080/00140139.2022.2025912>
- Wilkinson, A., Gonzales, M., Hoey, P., Kontak, D., Wang, D., Tornare, N., Sinclair, A., Han, Z., Allspaw, J., Platt, R. & Yanco, H. (2021). Design guidelines for human–robot interaction with assistive robot manipulation systems. *Paladyn, Journal of Behavioral Robotics*, 12(1), 392–401. <https://doi.org/10.1515/pjbr-2021-0023>
- Wischniewski, S., Rosen, P. H. & Kirchhoff, B. M. (2019). Stand der Technik und zukünftige Entwicklungen der Mensch-Roboter-Interaktion. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Arbeit interdisziplinär. analysieren - bewerten - gestalten. 65. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft*. GfA-Press. <https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Aufsätze/artikel2423.html>
- You, S. & Robert, L. (2017). Teaming up with Robots: An IMOI (Inputs-Mediators-Outputs-Inputs) Framework of Human-Robot Teamwork. *International Journal of Robotic Engineering*, 2(1). <https://doi.org/10.35840/2631-5106/4103>



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Menschengerechte Arbeitsgestaltung – Basisarbeit und neue Arbeitsformen

Herbstkonferenz der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Im Rahmen des 38. Internationalen A+A
(Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin) Kongresses 2023,
Messe Düsseldorf

26. Oktober 2023

GfA-Press

Dokumentation der Herbstkonferenz der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. im Rahmen des A+A Kongresses am 26. Oktober 2023, Messe Düsseldorf unter Beteiligung von:

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), Berlin

Bundesarbeitsgemeinschaft für Sicherheit und Gesundheit (Basi), Sankt Augustin

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Sankt Augustin: GfA-Press, 2023

ISBN 978-3-936804-33-1

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Konferenzband

Als Manuskript zusammengestellt. Dieser Konferenzband 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 Konferenzband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Konferenzband 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

© 2023 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de