

„Intelligente“ Roboter und die Humanisierung von Arbeit

*Neben immer wieder virulenten Prognosen, dass die Künstliche Intelligenz einen Großteil menschlicher Arbeit überflüssig mache, existiert auch das Narrativ, dass „intelligente“ Technologien (wie „intelligente Roboter“), statt zu einer menschenleeren Fabrik zur Kollaboration von Mensch und Roboter führen würden. Anhänger*innen dieser Heilsgeschichte behaupten, so den Fachkräftemangel zu reduzieren, unangenehme Arbeitstätigkeiten an Roboter und KI-Technologien zu übergeben und sogar eine Arbeitsreduktion des Menschen zu ermöglichen. Annabell Lamberth analysiert diesen soziotechnischen Diskurs, die damit verbundenen Vorstellungen von der Zukunft der Arbeit und die Positionen von Arbeitnehmervertretungen. Dies verortet sie in den Debatten um Industrie 4.0 und stellt die Frage, wie der Mensch (und nicht die Maschine) dabei ins Zentrum der Debatte rücken kann.*

Künstliche Intelligenz (KI) und Robotik sind zwei verheißungsvolle Technologien, die auf eine lange Geschichte großer Hoffnungen und Befürchtungen zurückblicken. Sie sind seit Jahrzehnten im Diskurs über die zukünftige Arbeitswelt recht dominant, meist verbunden mit der Frage, ob sie dem Menschen dienen oder ihn ersetzen werden. Seit einigen Jahren sind vor allem Verbindungen mit „intelligenten“ Leichtbaurobotern Gegenstand diverser Prognosen einer nah bevorstehenden gesellschaftlichen Transformation. In den nächsten Jahren erwartete Fortschritte im Bereich KI, welche eine immer engere Zusammenarbeit zwischen Menschen und Maschinen sowie die Durchdringung sämtlicher Arbeitsbereiche ermöglichen sollen, dienen als regulatives Ideal. Dieses Ideal treibt nicht nur Wissenschaft und Industrie um, sondern ist Teil breit angelegter innovationspolitischer Programme und arbeitspolitischer Diskussionen. Im Einsatzfeld der deutschen Industrie, in der bisher hauptsächlich große Roboter im Einsatz sind, die hinter Zäunen arbeiten, sollen in naher Zukunft flächendeckend flexible, „intelligente“ Leichtbauroboter (sogenannte Cobots) Seite an Seite mit Menschen zusammenarbeiten und damit Arbeitsbereiche erschließen, in denen sich bislang eine Vollautomatisierung wirtschaftlich nicht lohnt oder räumlich nicht eignet.

Soziotechnische Szenarien einer Mensch-Roboter-Zusammenarbeit erweitern die lange Zeit durch Substitutionsszenarien oder Rationalisierungsängste bestimmte Diskussion. Narrative wie „Hand in Hand mit dem Kollegen Roboter“ wirken bedrohlichen Zukunftsvorstellungen einer Abwertung oder gar Unterwerfung des Menschen durch KI und Robotik entgegen. Es ist somit nicht verwunderlich, dass das Szenario einer komplementären Mensch-Maschinen-Zusammenarbeit, in der sich menschliche Fähigkeiten (wie Kreativität und Erfahrung) harmonisch mit den Fähigkeiten von Robotern (etwa Ausdauer und Kraft) ergänzen, aktuell im öffentlichen Diskurs Anklang findet (KUKA AG 2023). Das Szenario der Zusammenarbeit verspricht eine Humanisierung von Arbeit bei gleichzeitiger Verdopplung der Produktivität. Damit werden nicht nur Kapitalinteressen, sondern auch Arbeitnehmervertretungen adressiert. Neben weiteren Versprechen, die in ihrer Zuspitzung sogar auf gesellschaftliche Großtrends wie den demografischen Wandel, Fachkräftemangel oder Klimawandel rekurren, bleiben viele Fragen der technischen Realisierbarkeit, betrieblichen Ausgestaltung und Integration in bestehende Produktionssettings bislang offen. Diese Unsicherheiten führen zwar dazu, dass wir bisher nur abgespeckte Versionen (kleine, aber wenig autonome oder intelligente Roboterinstallationen) im realen Betriebsalltag beobachten können, machen aber, so die These, einen großen Teil der Wirkmacht einer *promising technology* (Hirsch-Kreinsen et al. 2016: 3) aus. Denn Cobots stellen zwar eine schon sicht- und anfassbare Technologie dar, die in öffentlichkeitswirksamen Formaten (wie TED-Talks) Aufmerksamkeit erregen, die Ausgestaltung ihres

technologischen Potenzials erscheint aber noch als frei gestaltbar. Ein technologisches Versprechen kann als ein Narrativ verstanden werden, das Akteur*innen Innovations- und Forschungspfade eröffnet und Erwartungen mit Blick auf zukünftige Anwendungsmöglichkeiten rechtfertigt (Hirsch-Kreinsen 2023; van Lente and Rip 1998; Borup et al. 2006). Wie andere Technologien, die im Rahmen der Industrie 4.0 „gehyped“ werden, führt die Vorstrukturierung gesellschaftlicher Erwartungen – bei gleichzeitiger Unbestimmtheit – zu einer Anschlussfähigkeit für viele Akteur*innen und Arbeitsfelder, bis hin zu Bereichen, in denen der Einsatz von Robotern prinzipiell neu ist (beispielsweise der Pflege). Die Möglichkeit einer (Teil-)Automatisierung, in der der Mensch in der Arbeitswelt weiterhin eine wichtige Rolle spielt, hat bei Arbeitnehmervertretungen sowie Arbeitssystemgestalter*innen zu einer regelrechten Gestaltungseuphorie geführt.

Dieser Beitrag stellt den Versuch einer differenzierten Perspektive auf die vorwiegend technikoptimistischen Erwartungen bezüglich des Einsatzes intelligenter, kollaborativer Roboter und ihren Effekten auf die zukünftige Arbeitswelt in der Industrie dar. Es geht in diesem Beitrag weder darum, eine fundierte Prognose, Technikfolgenabschätzung oder gar fortschrittspessimistische Dystopie zu liefern. Vielmehr sollen offene Fragen und Widersprüche der Visionen einer engen Mensch-Roboter-Zusammenarbeit angerissen und diskutiert werden. Auch Arbeitnehmervertretungen tun gut daran, eine kritische Perspektive gegenüber hegemonialen technikeuphorischen Win-Win-Szenarien einzunehmen und alternative Zukünfte einer „digitalen Transformation“ zu entwerfen, anstelle 4.0-Trends hinterherzujagen. Gewerkschaften sind sich zwar der Widersprüchlichkeiten in technikutopischen Zukunftsdiskursen bewusst (Bader 2020), tun sich jedoch häufig schwer, herrschaftskritisch mit diesen umzugehen und haben in den vergangenen Jahren an Mitgliedern und Verhandlungsmacht verloren. Im Folgenden soll zunächst der übergeordnete Diskurs um die Industrie 4.0 und die Rolle menschlicher Arbeitskraft in diesem betrachtet werden. Im Anschluss folgt eine kurze Einführung in die *Promising Technology Cobots* und ihre Versprechen. Im zweiten Teil soll das Narrativ der neuartigen Kombination intelligenter Robotik und menschlicher Arbeitskraft als Win-Win-Szenario kritisch hinterfragt, und es soll beleuchtet werden, welche Rolle Arbeitnehmervertretungen im öffentlichen Diskurs um die zukünftige Zusammenarbeit zwischen Menschen und intelligenten Robotern einnehmen.

Arbeiten in der Industrie 4.0 - Von der technikzentrierten zur menschzentrierten Vision

Szenarien einer digitalen Transformation durch innovative Technologien existieren seit einigen Jahren. Dies erfolgt im Rahmen einer Debatte um eine bevorstehende „vierte industrielle Revolution“, in der Deutschland seine vermeintliche internationale Spitzenposition in der Produktion sichern und ausbauen soll (Deutscher Bundestag 2020; Kagermann et al. 2013). Im Gegensatz zu vorangegangenen „industriellen Revolutionen“ (Mechanisierung, Elektrifizierung oder Automatisierung), handelt es sich bei der „vierten industriellen Revolution“ nicht um eine aus der Praxis hervorgehende Transformation, sondern eine Ansage von oben (Hausstein 2018: 10; Kagermann 2014). Entsprechend wenig findet die Perspektive der Arbeiter*innen und ihre Bedürfnisse Eingang. Sie erscheinen häufig eher als Objekte der digitalen Transformation, die sich anpassen müssen. Anstelle einer Revolution kann somit eher von einer Agenda gesprochen werden, welche maßgeblich durch Industrieverbände und die Bundesregierung vorangetrieben wird und immer wieder neue Schlüsseltechnologien in den Mittelpunkt stellt (Pfeiffer 2015a; Pfeiffer 2017). Inhaltlich weist der Diskurs zunächst starke Parallelen zur älteren *Computer Integrated Manufacture* (CIM) auf, indem es zunächst vor allem um die „technische Integration von CPS [Cyberphysical Systems] in die Produktion und die Logistik sowie die Anwendung des Internets der Dinge und Dienste in industriellen Prozessen“ (Kagermann et al. 2013: 18) ging. Im Agenda-Setting scheint sich der Diskurs jedoch weiterentwickelt zu haben, indem

anstelle bedrohlicher Szenarien einer „mensenleeren Fabrik betont wird, der Mensch solle im Mittelpunkt der zukünftigen Produktion stehen“ (Fraunhofer SCS 2023). Dabei wird aber primär „auf die technische Machbarkeit fokussiert; die tatsächliche Realisierbarkeit wird zunächst weitestgehend ausgeblendet“ (Huchler 2015: 59).

Die Erwartungen hinsichtlich möglicher gesellschaftlicher Transformationen in der Folge von Industrie 4.0 sind noch diffus, wenngleich weitgehende Einigkeit darüber besteht, dass die Umsetzung der Vision nicht nur technologische, sondern soziale Innovationen beinhalten soll, die auf gesellschaftliche Probleme wie den demografischen Wandel, Fachkräftemangel oder den Klimawandel abzielen (Hausstein 2018: 11)ⁱ. Obschon es eine unüberschaubare Zahl technischer Innovationen sind, welchen im Industrie-4.0-Diskurs ein entscheidender Einfluss zugeschrieben wird, so scheinen in den letzten Jahren soziotechnische Konstellationen, wie eine KI-Mensch-Zusammenarbeit und Assistenzsysteme die Diskussion zu dominieren (Berthold 2016; Fornell et al. 2021). Begründet werden diese Szenarien nicht nur normativ, sondern auch mit Grenzen in der technischen Machbarkeit einer Vollautomatisierung. So zeigten viele Studien, dass – entgegen populärer Prognosen einer „mensenleeren Fabrik“ – nicht davon auszugehen ist, dass der Mensch in naher Zukunft überflüssig wirdⁱⁱ. Denn es fehlt in medial wirksamen dystopischen Prognosen häufig die Berücksichtigung von informellem oder nicht-formalisierbarem Wissen, welches auch für Routine-Aufgaben als entscheidend bewertet werden kann und nicht einfach automatisierbar sei. Gerade deshalb befördern neue technische Entwicklungsansätze in den Bereichen maschinelles Lernen, *Deep Learning*, Bild- und Sprachverarbeitung sowie Sensorik die Vision einer Zusammenarbeit zwischen Menschen und digitalen Artefakten (Schulz-Schaeffer et al. 2020: 2). Der Schwerpunkt des Diskurses verschiebt sich von der Substitution zur Zusammenarbeit, indem erwartet wird, dass Menschen und Technologien gemeinsam nicht-routinemäßige kognitive und manuelle Aufgaben ausführen und damit Wertschöpfungspotenziale freisetzen würden (Decker et al. 2017). Die Vision einer Rationalisierung, die den Menschen nicht ersetzt, sondern auch in Zukunft zu einem wichtigen Bestandteil der Produktion erklärt und seine Arbeitsqualität erhöht, führte zu einer Anschlussfähigkeit an große gesellschaftliche Herausforderungen. Der Ansatz wird als Chance betrachtet, Arbeit gesünder und kreativer zu gestalten.

Auch Gewerkschaften (insbesondere die IG Metall) betrachten die neuen menschenzentrierten Transformationslösungen für die Industrie als eine Möglichkeit, das in den 1970er Jahren aufgelegte Programm einer „Humanisierung der Arbeitswelt“ (Sauer 2011: 22) wieder aufleben zu lassen und auf die Digitalisierung auszurichten (Bochum 2015: 33). In einer Mensch-Roboter-Kollaboration, die die spezifischen Stärken und Schwächen von menschlicher Arbeit und technischer Automation identifiziert, sehen sie – im Gegensatz zu früheren technikzentrierten Konzepten – Anknüpfungspunkte für eine stärkere Berücksichtigung der menschlich-sozialen Komponenten (Bochum 2016: 37). Während immer mehr Technologien auf den Markt kommen, bleiben jedoch neue Formen der Arbeitsorganisation bislang weitgehend aus. Angesichts der technikutopischen Aussichten, die vor allem von Hersteller*innen und Industrieverbänden in den Diskurs gebracht werden, sollte nicht aus dem Blick geraten, dass neue technologische Möglichkeiten nicht automatisch zur Überwindung von Widersprüchen und Schwierigkeiten der Arbeitswelt führen. Dies bleibt eine soziale und ökonomische Frage. So haben vergangene Entwicklungen der Arbeit gezeigt, dass Technologien, die den Menschen unterstützen sollten (Computer und IT-Programme), zu Arbeitsverdichtung, Entgrenzung und psychischen Belastungen geführt haben, statt zu verbesserten Arbeitsbedingungen. In der Industrie haben sich in den vergangenen Jahrzehnten die Taktzeiten verkürzt, ganzheitliche Aufgabenzuschnitte wurden zurückgenommen und teilautonome Arbeit wurde in geführte Gruppenarbeit umgewandelt. (Pfeiffer 2015b: o. S.)

Zur Rolle der Gewerkschaften in der Industrie 4.0 – Ein Spannungsverhältnis

Gewerkschaften und Betriebsräte folgen in ihrer Argumentation häufig der Dichotomie zwischen technikzentrierten (ohne Berücksichtigung der sozialen Folgen) und menschenzentrierten Szenarien. Während Ersteres die sozialen Folgen nicht berücksichtigt, würde Letzteres eine humane Arbeitsentwicklung ermöglichen (Schadt 2020: 44). Die digitale Transformation sei ohnehin unaufhaltsam und es käme nun „darauf an, sich für eine arbeitszentrierte Entwicklung zu engagieren [...] die die Erwerbstätigen in den Mittelpunkt stellt“ (Schröder/Urban 2016: 7f.).

Das gemeinsame Anliegen von Betriebsräten und Gewerkschaften ist es, sich gestaltend in den Diskurs einzubringen und für „Gute Digitale Arbeit“ zu sorgen. Gewerkschaften stehen schon aufgrund ihrer Hauptmerkmale – der Dualität tariflicher und betrieblicher Handlungs- und Regulierungsarenen, dem intermediären Charakter sowie der korporatistischen Form der Interessenvertretung – im Industrie-4.0-Diskurs im Spannungsverhältnis zwischen Kapitalinteressen und Mitarbeiter*inneninteressen (Haipeter 2011: 7-9). So verfolgen sie in ihrem Gestaltungsdiskurs einen Kompromiss zwischen den Interessen der Kapitalgeber*innen und den Interessen der Mitarbeiter*innen. „Bei grundlegenden Zukunftsfragen sitzen Arbeitgeber und Beschäftigte, Wirtschaft und Gewerkschaften in einem Boot. Es geht letztlich darum, den digitalen Transformationsprozess gemeinsam zu gestalten, damit wir ihn erfolgreich bestehen können“ (Hoffmann/Suchy 2016: 30f.). So geht es meist weniger um organisierten Arbeiterkampf, sondern die häufig sozialpartnerschaftliche Aushandlung mit dem Ziel, die langfristigen Interessen von Mitarbeiter*innen „machtvoll in einem eingespielten Kompromissrahmen“ (Haipeter 2011: 10) zu repräsentieren. „Die gewerkschaftliche Korrektur im Interesse der Belegschaft sei ‚langfristig‘ identisch mit dem ‚eigentlichen Interesse‘ des Kapitals. So wird das Gewinninteresse des Kapitals, welches unvereinbar ist mit dem Lohninteresse der Beschäftigten, zu einem internen Widerspruch zwischen kurz- vs. langfristigem Interesse des Kapitals verklärt“ (Schadt 2020: 44). Im Folgendem soll am Beispiel der Vision einer Mensch-Roboter-Kollaboration im Einsatzfeld der Industrie, das Widersprüche der Vision der Teilautomatisierung eröffnet, betrachtet werden.

Vom Großindustrieroboter zum kollaborativen Leichtbauroboter

Was ist ein kollaborationsfähiger Roboter, und was ist das Neue an ihm im Vergleich zu Großindustrierobotern? Im Gegensatz zu anderen Einsatzfeldern (beispielsweise der Pflege) für kollaborationsfähige Leichtbauroboter, sind in einigen Branchen der Industrie schon lange Roboter im Einsatz. 80 Prozent aller Industrieroboter sind in kapitalintensiven Branchen wie der Automobil-, Elektronik- und Elektroindustrie vorzufinden. Diese haben stark durch die Produktivkraft dieser Automatisierungslösung profitiert. (Schulz-Schaeffer et al. 2020: 3) Cobots sind „kleiner und leichter als die klassischen Industrieroboter, haben weniger gefährliche Gehäusekanten, sind aber insbesondere auch mit integrierten, sicheren Sensoren ausgestattet“ (Haag 2015: 61). Während der Großindustrieroboter hinter sicheren Barrieren, in Käfigen oder hinter Lichtvorhängen installiert ist, um Menschen in sicherer Entfernung zu halten, sollen Cobots ermöglichen, dass menschliche und robotische Arbeitskräfte sicher „shoulder-by-shoulder“ (Hentout et al. 2019: 765) in einem gemeinsamen Arbeitsraum Tätigkeiten ausführen können (El Zaatari et al. 2019: 163). Im Gegensatz zu Großindustrierobotern, die in den meisten Fällen über einfache Abfolgen von Aufgaben verfügen und deren Ausführungsreihenfolge statisch sind, benötigen Cobots keine

aufwendige Programmierung, geringe Investitionen (sie sind ab 10.000 Euro zu erwerben) und sind räumlich flexibel einsetzbar (Haddadin et al. 2011: 167f). Damit versprechen sie vor allem kleinen und mittelständigen Unternehmen einen Produktivkraftsprung.

Die Nähe der Zusammenarbeit wird in der Forschungsliteratur und im öffentlichen Diskurs unterschiedlich klassifiziert. Ommasch et al. (2016: 5) und Hentout et al. (2019) unterscheiden die drei folgenden Formen:

1.

Szenarien in denen Mensch und Roboter nicht direkt interagieren, der Roboter folglich in einer vom Menschen abgegrenzten Zelle Teile vormontiert und der Mensch sie weiterverarbeitet oder umgekehrt.
2.

Szenarien einer Mensch-Roboter-Kooperation, das heißt, Mensch und Roboter verfolgen in ihrer Interaktion ein gemeinsames Ziel, die Handlungen sind jedoch nicht direkt miteinander verknüpft und zeichnen sich durch eine definierte und vorprogrammierte Aufgabenteilung aus. Die Aufgabe des Roboters liegt in dieser Form der Zusammenarbeit beispielsweise darin, eine Maschine zu bestücken, während Mitarbeiter*innen diesen laufend mit Teilen versorgen.
3.

Die Mensch-Roboter-Kollaboration, die häufig als „Königdisziplin“ bezeichnet wird, stellt die direkte, situativ koordinierte Zusammenarbeit zwischen Mensch und künstlich-intelligenten Roboter mit gemeinsamen Zielen dar, wie sie im öffentlichen Diskurs und Marketing häufig inszeniert wird. Der Roboter erfasst die Bewegungsmuster des Menschen und passt sich seinen Bewegungen an. Bei kontaktloser Kollaboration werden stattdessen Aktionen mithilfe von Informationsaustausch etwa anhand von direkter Kommunikation wie Sprache, Gestik oder indirekte Kommunikation, wie Gesichtsausdruck koordiniert (Hentout et al. 2019: 765).

Entgegen den großen Erwartungen und der fortgeschrittenen technischen Reife kollaborationsfähiger Roboter, handelt es sich mit Blick auf die Praxis in den wenig realen Einsätzen aber bislang meistens um eine Koexistenz (Haag 2015; Wannöffle et al. 2020).

KI und Robotik als Lösung gesellschaftlicher Großtrends?

Die optimistischen Prognosen eines flächendeckenden Einsatzes von sich autonom fortbewegenden Robotern, die einfach programmierbar, durch eine große Produktpalette universell integrierbar und mit dem

Menschen „Hand in Hand“ zusammenarbeiten, sollten somit nicht darüber hinwegtäuschen, dass diese bisher kaum in realen Produktionsumgebungen zu finden sind (Schulz-Schaeffer et al. 2020: 7). Der aktuellen Statistik des Weltroboterverbandes *International Federation of Robotics* (IFR) zufolge gehört Deutschland mit einem Marktanteil von 36 Prozent in der EU nach wie vor zu den fünf größten Robotik-Anwendern weltweit (IFR 2023). „Die deutsche Wirtschaft hat einen neuen Spitzenwert beim Einsatz von Industrie-Robotern erreicht: Der operative Bestand stieg auf 259.636 Einheiten – plus 5 % im Vergleich zum Vorjahr [...] Von 2017 bis 2022 wuchs die Produktion von Industrierobotern in Deutschland um durchschnittlich 6 % pro Jahr“ (IFR 2023). Wie hoch die Nachfrage und die tatsächliche Anzahl an installierten Cobots ist, lässt sich jedoch schwer beurteilen. So unterscheiden Statistiken, wie die des IFR nicht nach Modell oder Zusammenarbeitsform. Außerdem sind die Begriffe *Cobot* oder *Leichtbauroboter* nicht geschützt, was einen Überblick zusätzlich erschwert. Expert*innen zufolge sind zumindest vor wenigen Jahren kaum Leichtbauroboter oder gar Mensch-Roboter-Kollaborationen im tatsächlichen Einsatz zu beobachten gewesen (Pfeiffer 2019; Haag 2015; Wannöffel et al. 2020). Dies liegt vor allem an einem Mismatch der kollaborationsfähigen Leichtbauroboter mit etablierten Produktionsregimen und fehlenden Innovationen in der Arbeitsorganisation (Pfeiffer 2019; Butollo/de Paiva Lareiro 2020). Kollaborationen (die Arbeit Hand in Hand) zeigt sich bislang in Bezug auf Sicherheit *und* produktiven Nutzen als sehr voraussetzungsreich. So kann der Roboter zwar schon eingesetzt werden, um Menschen bei Routineaufgaben und schweren Lasten zu unterstützen, wird aber aufgrund von Nachteilen bezüglich aufwendiger Sicherheitskonzepte und ausbleibender Produktivitätssteigerung zumindest in der Kollaboration selten eingesetzt (Buxbaum/Kleutges 2015: 61).

Warum gilt trotzdem die Vision einer zukünftig flächendeckenden Mensch-Roboter-Kollaboration weiterhin als vielversprechende Zukunftsvision und vor allem Investitionsobjekt? *Erstens* ist es vor allem die performative Kraft, die Vorführungen prototypisch realisierter intelligenter, autonomer Leichtbauroboter entfalten und über etwa sozialen Netzwerken oder Messen publik gemacht werden (Bischof 2017; Hausstein 2018: 10). *Zweitens* scheinen Unsicherheiten bezüglich erwarteter gesellschaftlicher Herausforderungen wie dem Arbeitskräftemangel, zu überwiegen. So erreichte einer Studie von Interact Analytics zufolge die Investition in Cobots 2021 ihren Höhepunkt und legte 45 Prozent gegenüber dem Vorjahr zu (Xiao 2022). „Kollaborative Roboter werden als eine Art Zukunftssicherung eingesetzt, weil die Pandemie so viel Unsicherheit schafft, dass die Unternehmen nicht wissen, was sie als nächstes erwartet“ (K-Zeitung 2022). Dennoch ist im Vergleich zu traditionellen Industrierobotern die Neuinstallation kollaborativer Systeme recht gering. Es wird davon ausgegangen, dass aktuell der Großteil der kollaborationsfähigen Roboter nicht mit Menschen zusammen, sondern koexistierend arbeiten. *Drittens* ist die Kollaboration in die Vision einer vollvernetzten *Smart Factory* eingebettet und wird mit weiteren vielversprechenden Zukunftstechnologien – insbesondere KI-Systeme und Autonome Systeme – verknüpft.

„In der Industrie können Autonome Systeme beispielsweise [...] bei Mensch-Roboter-Kollaborationen zum Einsatz kommen. Sie sollen damit all jene aus dem Industrie-4.0-Diskurs bekannten Zielsetzungen realisieren: eine gleichzeitige Beschleunigung und Flexibilisierung der Produktion sowie ein höherer Grad an Individualisierung der Produkte“ (Hirsch-Kreinsen/Kara?i? 2019: 11).

Fortschritte im Bereich Autonomie, Fühlen, räumlicher Wahrnehmung oder Objekterkennung würden ungeahnte Möglichkeiten freisetzen und doch noch das Win-Win-Szenario einer Entlastung und Aufwertung menschlicher Arbeit bei gleichzeitigem Flexibilitäts- und Produktivitätsgewinn erlauben. In Verbindung mit künftig realisierbaren Schnittstellenlösungen seien Szenarien einer engen Zusammenarbeit mit Cobots in den nächsten Jahren praxistauglicher. Das würde sich auf die Rolle des Menschen in der Arbeitswelt auswirken.

Viertens

wäre noch die Annahme der Gestaltbarkeit soziotechnischer Systeme: Im Zuge der Industrie-4.0-Vision haben sich ganze Geschäftsmodelle herausgebildet. So bieten Agenturen Beratungsleistungen für die Integration von Technologien in Produktionssysteme an. Außerdem arbeiten Arbeitswissenschaftler*innen an Konzepten, die versuchen, wirtschaftliche Probleme und humane Ansprüche zu verbinden (Pfeiffer 2019: 175). So hat Fraunhofer bereits ein Konzept zur systemischen Automatisierungs-Potenzialanalyse (APA) entwickelt, welche individuelle Mensch-Roboter-Kollaborationsanwendungen ermöglichen soll (Fraunhofer IPA 2023). Der Einsatz neuer Technologien kann einerseits tatsächliche Chancen einer Humanisierung von Arbeit (verbesserte Ergonomie, anspruchsvollere Tätigkeiten) eröffnen, weshalb sich Arbeitssystemgestalter*innen um Mitwirkung bemühen. Andererseits sind schon jetzt Widersprüche in den Versprechungen erkennbar, mit denen man sich auseinandersetzen sollte, um möglichen negativen Folgen für menschliche Arbeiter*innen frühzeitig entgegenzuwirken. Schließlich zeigt sich mit Blick auf die gegenwärtige Praxis schon jetzt – angesichts der kapitalistischen Produktionsweise wenig überraschend –, dass die Bedürfnisse des Menschen nur im Mittelpunkt stehen, wenn die Technologie auch wirtschaftlich überzeugt.

Im Folgenden sollen die im Zukunftsdiskurs dominanten Narrative einer Humanisierung von Arbeit durch menschenzentrierte teilautomatisierte Lösungen exemplarisch am Einsatz von Cobots in der zukünftigen deutschen Industrie gezeigt werden.

Arbeit der Zukunft in der Industrie 4.0: Eine humanere Arbeitswelt durch KI und kollaborationsfähige Roboter?

Cobot-Entwickler*innen und Expert*innen der Mensch-Roboter-Interaktion, die kollaborative Arbeitsprozesse entwerfen, und die Hersteller*innen, die sie implementieren, charakterisieren die neue Mensch-Roboter-Kollaboration Folgendermaßen: Cobots entlasten Arbeiter*innen von anstrengenden und sich wiederholenden Aufgaben, ersetzen sie aber nicht (Schulz-Schaeffer et al. 2020: 8). Diese Versprechen erweisen sich im öffentlichen Diskurs als dominant und erwecken zunächst den Anschein, der Mensch würde endlich in den Mittelpunkt gerückt werden. Auch im gewerkschaftlichen Diskurs werden Technologien als Werkzeuge betrachtet, die Menschen helfen, ihre Arbeit einfacher, schneller oder besser zu erledigen. Es wird davon ausgegangen, dass kollaborative Roboter „ihre Käfige verlassen“ (Hoffman/Suchy 2016: 6) und „eine neuartige Interaktion von Mensch mit smarten Maschinen“ (Hoffmann/Suchy 2016: 17) ermöglichen, was den Stellenwert des Menschen in der Produktion erhalten würde. Auf der anderen Seite wird von Gewerkschaften die Gefahr einer Leistungsverdichtung durch digitale Assistenzsysteme angeführt. „Digitalisierungsprozesse werden derzeit so durchgeführt, dass sie mit erhöhter Arbeitshetze verbunden sind“ (DGB Index Gute Arbeit 2017). Auch zukünftige Kombinationen mit KI werfen Unsicherheiten und arbeitsrechtliche Fragen der Regulierbarkeit auf. Eine Unterwerfung des Menschen durch „intelligente“ Roboter ist zwar nicht absehbar, jedoch ist denkbar, dass Cobots in Verbindung mit Zukunftstechnologien Schlussfolgerungskompetenz erlangen könnten, die in Verbindung mit dem Zugriff auf riesige Datenmengen sowie weit verzweigte Sensornetzwerke in gewissen Grenzen als „Intelligenz“ interpretiert werden kann. Auch dann würden sie keine normativen Absichten verfolgen (Haag 2015: 64), jedoch würden sich Fragen des Umgangs mit Störungen, Manipulation, Haftung, Datenschutz und Aufgabenverteilung neu stellen. „Um die Risiken zu minimieren, ohne die Chancen verstreichen zu lassen, brauchen wir daher eine gesetzliche Regulierung von KI-Anwendungen im Allgemeinen und beim Einsatz im Arbeitskontext im Besonderen“ (Albrecht/Görlitz 2021: o.S.). Eine gewerkschaftliche Strategie, die in diesem Zusammenhang an Bedeutung gewinnt, ist die frühzeitige Beurteilung technologischer Einsatzfelder im Arbeitskontext mittels Foresight-Methoden. „Um weitestgehend ausschließen zu können, dass den Beschäftigten durch den Einsatz von KI

ein Nachteil entsteht, muss eine umfassende arbeitsfokussierte Technikfolgenabschätzung vorgenommen werden. Unmittelbar damit verbunden ist die Frage nach dem konkreten Einsatzzweck“ (Albrecht/Görlitz 2021: o. S.). Gerade in Bezug auf die Erhebung und Nutzung von Daten wird die verbindliche Aushandlung von „Zukunftsvereinbarungen“ als wichtig erachtet. Die Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung erscheint für die in das Mensch-Roboter-Kollaborationssystem integrierten Arbeitsplätze unerlässlich. (Wannöffel et al. 2020: 21; Haipeter/Korflür/Schilling 2018) Entscheidend ist, welche Daten durch den Roboter erhoben werden, welchem Zweck sie dienen und wer sie einsehen kann. Dem durch die IG-Metall (2020: 21) herausgegebenen *Leitfaden zur Einführung von Mensch-Roboter-Kollaboration* zufolge, ist entscheidend, dass Betriebsräte ein Grundwissen darüber haben, welche Daten der Roboter aufnehmen kann und welche nicht. „Entscheidend [...] ist der Spagat von wirtschaftlicher Effizienz und der Wahrung der Persönlichkeitsrechte der Beschäftigten“ (Suchy/Hoffmann 2016: 10f).

Den Risiken und unsicheren Entwicklungspfaden in Zusammenhang mit autonomen Systemen und KI zum Trotz ist es vor allem die Hoffnung, mit Cobots und anderen soziotechnischen Systemen eine Lösung für den bevorstehenden demografischen Wandel und damit verknüpften Fachkräftemangel zu finden, der die verschiedenen Akteur*innengruppen und Interessen vereint. So stehen nicht nur Unternehmen vor dem Problem fehlender beziehungsweise alternder Arbeitskräfte, sondern auch Gewerkschaften, deren Mitgliederzahlen sinken und die sich deshalb an Arbeitsstrukturveränderungen anpassen müssen.

„Bis zum Jahr 2025 verdoppelt sich die Zahl der Menschen an den Produktionslinien, die älter als 55 Jahre sind. [...] Ein Ersatz durch jüngere Fachkräfte wird immer schwieriger. Deren Arbeitskraft könnte zumindest teilweise durch den vermehrten Robotereinsatz kompensiert werden, ohne dass erwerbsfähige Mitarbeiter zur Disposition gestellt werden“ (Glück 2022: 50).

Das dominante technikutopische Narrativ lautet, dass neue Mensch-Technik-Zusammenarbeitskonstellationen die Stärken älterer Arbeitnehmer*innen in Bezug auf ihre Erfahrung und soziale Kompetenz nutzen und gleichzeitig ihre im Alter abnehmenden sensorischen und körperlichen Fähigkeiten durch assistierende Leichtbauroboter kompensieren.

Cobots verfügen tatsächlich über das Potenzial, Arbeiter*innen von schweren Lasten zu befreien. Sie können für ergonomischere Arbeitsplätze sorgen (Huchler 2022; Bergmann 2020). Auch die Befreiung menschlicher Arbeitskräfte von langweiligen und anstrengenden Aufgaben ist prinzipiell möglich. „Jenseits des Hypes um Cobots [...] wird ein Nachteil selten erwähnt: Roboter, die neben dem Menschen arbeiten, agieren weit unterhalb ihrer möglichen Effizienz, sprich ihrer Aktionsgeschwindigkeit“ (Bergmann 2020: 49). Das heißt: Cobots müssen zugunsten des Arbeitsschutzes ihre Beschleunigung in der Interaktion (Berührungskontakt) mit dem Menschen begrenzen und agieren damit so langsam wie ein Mensch (Bergmann 2020: 49).

Realistisch stellt sich somit die Frage, ob Fertigungsbetriebe bereit sind, Produktivitätsverluste durch Geschwindigkeitsreduzierung in Kauf zu nehmen beziehungsweise, ob sie es sich vor den im Industrie-4.0-Diskurs dramatisch geschilderten verschärfenden globalen Wettbewerbsbedingungen leisten können. Als Argument dafür würde sprechen, eine langfristige Investition in die Gesundheit und Motivation der Mitarbeiter*innen und damit einem Erhalt ihrer Produktivkraft zu tätigen. Dann würde sich aber die Frage stellen, wieso dann nicht schon mehr assistierende Roboter im praktischen Einsatz zu finden sind oder

warum das doppelte Versprechen von Produktivitätssteigerung und erhöhter Arbeitsqualität überhaupt notwendig ist, um den Einsatz zu legitimieren. Selbstverständlich ist es nicht ausgeschlossen, dass sich durch Fortschritte im Bereich anderer Technologien, etwa Sensorik oder KI die Amortisationsdauer verkürzen lassen könnte. Aber selbst dann, wie der Arbeitswissenschaftler Detlef Gerst (2019: 122) richtig anführt, ist es „nicht das vorrangige Ziel von Unternehmen, die Ergonomie zu verbessern, sie wollen vor allem Produktivität und Gewinne erhöhen“. Selbst wenn sich passende Nutzungsregime mit fortschreitenden Bemühungen von Arbeitsgestalter*innen im industriellen Bereich etablieren lassen würden, die den Primat der Wirtschaftlichkeit erfüllen könnten, so werden zunächst Investitionen in die Integration der neuen Technologie (Sicherheitsinfrastruktur, Umbaumaßnahmen etc.) sowie Qualifizierungsmaßnahmen von Nöten, bevor das doppelte Produktivkraftversprechen eingelöst werden kann. Dabei werden doch gerade kleinen und mittleren Unternehmen mit Cobots niedrige Investitionskosten versprochen, damit sie im Zuge erwarteter verschärfter Wettbewerbsbedingungen „Schritthalten“ können (Einertshofer 2018; BMBF 2018). Verbesserungen in der Gesundheit sind, so Gerst (2019: 122), erst dann zu erwarten, wenn das bereits bestehende Regelwerk des Arbeitsschutzes in den Betrieben konsequent angewendet wird. So dürften nur Techniken verwendet werden, welche die Gesundheit der Beschäftigten und deren Wohlbefinden nicht gefährden. Diese Regelwerke seien allerdings in der Praxis nur lückenhaft bekannt und scheitern auch häufig, weil die Durchsetzungsfähigkeit der Betriebsräte zu gering ist.

Auch die Befreiung menschlichen Arbeiter*innen von monotonen Routinetätigkeiten ergibt sich nicht aus der rein technischen Möglichkeit. Hegemonial wird von einer Aufgabenverteilung ausgegangen, die zur Aufwertung menschlicher Arbeit (kreativere, abwechslungsreichere Aufgaben) führt. „Die Arbeiter können sich stattdessen auf komplexere Aufgaben konzentrieren, für die ihre menschliche Expertise gefragt ist“ (Fraunhofer IKS 2023). Genauso gut ist aber auch eine Abwertung denkbar, indem den menschlichen Mitarbeiter*innen auch monotone Aufgaben zugewiesen werden können, die nur deshalb menschliche Aufgaben bleiben, weil sie nicht mit vertretbarem Aufwand automatisiert werden können (Schulz-Schaeffer 2020).

Mögliche negative Folgen für Beschäftigte in Zusammenhang mit dem Einsatz von Cobots zeigt der Arbeitsforscher Günther Bergmann am Beispiel der Montage-Assistenz. An zwei Praxisfällen stellt er heraus, dass „die Arbeitstätigkeit des Monteurs unter Industrie 4.0 als eine systemgeleitete Montage von Dequalifikation gekennzeichnet“ (Bergmann 2020: 50) ist. Die Montage mittels Roboter erfolgt in beiden Fällen entweder über einen Display gesteuert, mit *Pick-by-light*-Technik (Anzeige der jeweiligen Materialbox durch Lichtsignal) oder über einen sogenannten *Poka Yoke* Arbeitsplatz (Null-Fehler-Montage). Die kommissionierten Materialbehälter sind mit Klappen versehen, die nur die Entnahme des vorgesehenen Bauteils zulassen. Über einen Display angeleitet, quittieren die Monteur*innen die Entnahme am Behälter. Der *Poka Yoke Controller* regelt den Nachschub an Bauteilen. Ein Cobot mit sensibler Schutzhaut führt schwere Werkstücke in die manuelle Montage und dient der Qualifizierung. An diesem Beispiel wird deutlich, dass Cobots in aktuellen Einsätzen in der Deutschen Industrie meist nicht in Form einer Kollaboration angewendet werden und in diesen Fällen eher der Mensch durch die Maschine angeleitet wird als umgekehrt. So wird in diesem Fall nur das Potenzial eingelöst, die Ergonomie durch das Heben und exakte Positionieren schwerer Werkstücke zu verbessern (Bergmann 2020: 48f.). So zieht Bergmann (2020: 49) das Resümee:

„Für diese einfachen und repetitiven Tätigkeiten wird keine Facharbeiterqualifikation benötigt. Es handelt sich um Anlern-Tätigkeiten. Aufgrund der Vereinfachung der Tätigkeiten wäre auch ein Absinken des Lohnniveaus für Montagetätigkeiten nicht unwahrscheinlich. In welchem Ausmaß gewerkschaftliche Aktivitäten dem entgegenwirken können, wird die Zukunft zeigen.“

So ist es Bergmann (2020: 52) zufolge eher ein Polarisierungsszenario denkbar: In der zukünftigen Arbeitswelt werden die Berufe bereits Höherqualifizierter aufgewertet, sodass sich eine Elite von Produktionsmitarbeiter*innen herausbildet. Diese sind dann auf der dispositiven Ebene tätig (Planung, Steuerung und Überwachung von Produktionsprozessen). Darüber hinaus bleibt aber „Einfacharbeit“, dessen Automatisierung sich nicht lohnt, für ungelernte Kräfte übrig (repetitive Tätigkeiten mit eingeschränkten Handlungsmöglichkeiten). „Soweit Mitarbeiter in der Produktion von einer Dequalifikation in ihren Tätigkeiten betroffen sind, etwa bei systemgeleiteten Montageprozessen, werden Unternehmen kaum große Anstrengungen unternehmen, um diese Mitarbeiter höher zu qualifizieren“ (Bergmann 2020: 53).

Mit Blick auf andere Einsatzfelder respektive die Erschließung weiterer Nutzungsregime durch die Implementierung von Cobots mit leistungsfähiger KI könnte sich das Bild verändern. So wird in der Arbeitsforschung davon ausgegangen, dass die Arbeit mit autonomen Systemen vor allem die Relevanz von Erfahrungswissen erhöht, da diese schwer durchschaubar sein würden und eine gewisse Routine der Arbeitspersonen erfordern, um bei entsprechenden Störungen reagieren zu können. Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass Kenntnisse in Data Science, Software Tools und Prozessoren für ein entsprechendes Anlernen der Algorithmen essenziell sein werden (Neuburger/Fiedler 2020: 346). Aber auch in diesem Fall ist es möglich, dass es zwar neue Arbeitsplätze mit hohen Qualifikationsanforderungen geben wird, (Steil/Maier 2020) aber trotzdem „Einfacharbeiten“, die durch ungelernte Kräfte ausgeführt werden können, bleiben werden. Simon Schaupp (2021) hat sich in seiner Studie *Technopolitik von unten* mit ähnlichen Assistenzsystemen in der Elektroindustrie beschäftigt und stellt fest, dass aktuell eher eine Entwicklung in Richtung einer *kybernetischen Proletarisierung* sichtbar wird. Damit ist gemeint, dass eine Abwertung von Arbeit durch eine Vereinfachung der Arbeitsprozesse – durch detaillierte digitale Anweisungen, die der Roboter an den Menschen richtet – festzustellen ist. „Damit ist es möglich, gelernte durch ungelernte Beschäftigte zu ersetzen und eine ‚Hire-And-Fire‘-Politik zu betreiben. Zugleich kommt es zu einer Verdichtung der Arbeit“ (Schaupp/Schären 2022: o.S.). Zudem beobachten sowohl Bergmann als auch Schaupp, dass durch die beobachtete Arbeitssteuerung in den Praxisbeispielen der technischen Assistenz eine Vereinzelung der Arbeiter*innen und kaum noch Kommunikation zwischen Vorgesetzten und ausführenden Beschäftigten stattfindet. „So erfolgt eine Spaltung in der Organisationskultur: Es entstehen proletarische Subkulturen, die sich wesentlich durch die Abgrenzung vom Management definieren“ (Schaupp/Schären 2022: o.S.). Aktuelle empirische Beispiele weisen eher Dehumanisierungstendenzen auf – zumindest in den Bereichen Qualifizierung, Leistungskontrolle und psychische Belastung.

Wie genau sich die Qualifikationsstruktur entwickeln wird, kann nicht vorausgesehen werden sowie je nach Betrieb und Einsatzfeld variieren. Es soll aber an diesen Beispielen deutlich werden, dass nicht ersichtlich ist, warum die Prognose „Je mehr Cobots in Fabriken ihren Einsatz finden, desto mehr müssen Unternehmen in die Qualifikationen ihrer Mitarbeiter*innen investieren“ mit wachsender technologischer Reife eintreffen sollte. Genauso unklar ist die Auswirkung auf die Anzahl an Arbeitsplätzen und das Lohnniveau. So wäre denkbar, dass Unternehmen, die mit dem Problem fehlender Fachkräfte konfrontiert sind, Cobots als flexible Vollautomatisierungslösung einsetzen. So arbeitet beispielsweise der Hersteller Universal Robotics aktuell an Modellen, die wie ein klassischer Großindustrieroboter eingesetzt werden können, dabei aber leichter und flexibler sind. Auch einfach programmierbare Modelle mit sogenannten No-Code Lösungen, das heißt, Roboter für die keine Programmierfähigkeiten nötig sind (Produktion.de 2023), sprechen nicht unbedingt für

eine Qualifizierung.

Die Konsequenz aus dem Produktivitäts-Arbeitsqualitäts-Widerspruch scheint aktuell zu sein, dass trotz technischer Reife der Cobots in der Praxis kaum komplementäre Kollaborationssysteme zu sehen sind. Vielmehr scheinen nur die Vorteile der Flexibilität von Leichtbaurobotern bezüglich ihrer Größe, einfacheren Programmierbarkeit und geringeren Sicherheitsanforderungen genutzt zu werden. Eine qualitative Studie des Technikforschers Tobias Kopp (2022) führt das nicht genutzte Potenzial der Kollaboration unter anderem darauf zurück, dass alte Denkmuster und fehlendes Wissen über das Potenzial einer wirtschaftlichen Nutzungsweise den Einsatz eines Roboters bestimmen würden. Die Frage ist aber, warum gerade die Kollaboration der Schlüssel zur Humanisierung sein sollte. Eine Nutzungsweise jenseits von Kollaboration könnte ebenso zu einer erhöhten Entlastung menschlicher Arbeitskräfte oder Arbeitszeitflexibilität führen, indem der Roboter etwa in der Nacht Module vormontiert. Ein solches Beispiel wird bereits in der Produktion von Thales wirtschaftlich erfolgreich umgesetzt. Dort übernimmt ein Cobot die Nachtschicht (ingenieur.de 2021).

Welche Auswirkungen der Einsatz, abgesehen vom Wegfall der Nachtschicht, auf die Beschäftigten hat, wird jedoch aus Medienberichten nicht ersichtlich. Eine solche koexistente Einsatzweise widerspricht dem propagierten Ideal des hybriden Systems Mensch-Maschine. Die Frage ist, ob das aktuell praktizierte Modell einer Koexistenz von Roboter und Mensch nicht auch eine Lösung sein könnte und Potenziale für eine Humanisierung menschlicher Arbeitskräfte freisetzen kann. Zum Beispiel könnten auf Basis von Zeiteinsparungen mittels der koexistenten Vormontage Betriebsräte für eine Vier-Tage-Woche oder eine Flexibilisierung von Schichtsystemen argumentieren. Die IG Metall beschäftigt sich deshalb schon lange mit der Vier-Tage-Woche. Gegenwärtig verstehen sie unter einer „guten“ Vier-Tage-Woche „maximal 32 Stunden an vier Arbeitstagen in der Woche“ (IG Metall 2023a: o. S.). Auch in Bezug auf die Vier-Tage-Woche rekurrieren sie auf den Fachkräftemangel: „Das nutzt auch den Betrieben: Sie werden durch die Vier-Tage-Woche attraktiver und können dadurch mehr Fachkräfte für sich gewinnen. Ein wichtiger Aspekt ist hier einen Lohnausgleich zu erwirken, denn eine Verkürzung der Arbeitszeit kann nicht zulasten der Einkommen der Arbeitenden erfolgen“ (IG Metall 2023a: o. S.). Während bislang meist nur ein höherer Lohn oder weniger Arbeitsstunden zur Debatte standen, versucht die IG Metall für die Stahlindustrie erstmals beides zu erstreiten: „In der nächsten Tarifrunde der nordwestdeutschen Eisen- und Stahlindustrie fordert die IG Metall eine Verkürzung der wöchentlichen Arbeitszeit von 35 auf 32 Stunden bei vollem Lohnausgleich sowie 8,5 Prozent mehr Geld“ (IG Metall 2023b, o. S.). Der IG Metall zufolge führe eine Arbeitszeitverkürzung zu einer Win-Win-Situation für Beschäftigte und Unternehmen, indem sie stressreduzierend wirken würde sowie für Unternehmen weniger Krankheitsausfälle, eine höhere Produktivität und Flexibilität bedeuten würde. Die Empörung auf Arbeitgeberseite bestätigt jedoch, was sich auch für den Einsatz von Cobots zur Verbesserung der Arbeitsqualität zeigt: Die Idee von Zukunftsinvestitionen und Risikoaffinität zugunsten der Ressource Mensch scheinen sich bislang nicht durchzusetzen. So rudert auch die IG Metall zurück und strebt (anstatt einer Vier-Tage-Woche) eine Arbeitszeitverkürzung an. Vorstand Jörg Hofmann zufolge müssten sie auch auf die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Metall- und Elektroindustrie Rücksicht nehmen „Wir sind nicht blauäugig und sagen: Wir streben morgen in allen unseren Branchen die Viertagewoche mit vollem Lohnausgleich an. Wir achten auf die Entwicklung von Kosten und Produktivität, aber auch auf eine gerechte Verteilung“ (MRD aktuell 2023). Gerade in diesem Zusammenhang könnten Technologien wie Leichtbauroboter, die in der Nacht Vorarbeiten leisten, ein Argument sein, auf Basis dessen sich verhandeln ließe. „VW hat Stundenlöhne von Leichtbaurobotern berechnet – sie liegen mit drei bis fünf Euro bei einem Zehntel der Stundenlöhne von Facharbeitern“ (Hoffmann/Suchy 2016: 14). Wer am Ende von dem Einsatz von neuen Technologien profitiert und wer darunter leidet, bleibt also eine Verteilungsfrage (Harvey 2014).

Fazit: Der Mensch im Mittelpunkt

Der Mensch bleibt ein wichtiger Teil der Produktion. Welche Rolle er jedoch einnimmt und ob sich seine Arbeitsqualität erhöht, bleibt offen und kann nicht, wie es in Industrie-4.0-Diskursen den Anschein erweckt, aus der rein technischen Möglichkeit abgeleitet werden. Wie Sabine Pfeiffer (2019) mit Bezug auf Karl Marx richtig feststellt, werden die Cobots als Produktionsmittel häufig unabhängig von den Produktionsverhältnissen gedacht. Neue Nutzungsregime und damit Mensch-Technik-Verhältnisse in der Industriearbeit könnten sich aber erst etablieren, wenn Produktionsmittel und Produktionsverhältnisse ineinandergreifen. Das aktuell nicht einlösbare Versprechen der Produktivität in etablierten Produktionssystemen vieler Branchen negiert das Versprechen der verbesserten Arbeitsbedingungen für die menschlichen Arbeiter*innen. So seien zahlreiche Projekte, die ohne Schutzzaun gestartet seien, aufgrund von Druck durch den TÜV und Berufsgenossenschaften abgeschreckt oder fehlende Einlösung des Produktivitätsversprechen enttäuscht worden (Automationspraxis 2021). Technologien allein machen noch keine neue Produktionsweise aus. Auch in einem sich digitalisierenden Kapitalismus wird die Technik nicht der einzige bestimmende Faktor sein. Entscheidend bleibt der Blick auf das Zusammenspiel von ökonomischen und gesellschaftlichen Verhältnissen. Nicht die Industrie 4.0 und neue kollaborationsfähige Roboter oder KI-Systeme bestimmen die Entwicklung der kapitalistischen Produktionsweise – es ist andersherum.ⁱⁱⁱ Vermehrte technische Optionen führen zu vielfältigen Pfaden, die Betriebe einschlagen können und auf die Gewerkschaften Einfluss nehmen möchten und dabei die Unternehmens- und Betriebspolitik als entscheidend betrachten (Dribbusch/Birke 2019: 35).

Es bedarf einer Modernisierung von betrieblichen Mitbestimmungspraktiken; Standardlösungen sind enge Grenzen gesetzt. „Eine Herausforderung ist dabei das hohe Innovationstempo. Dies erfordert im Grunde eine fortlaufende Aktualisierung bestehender Regelungen, damit diese nicht kurz nach ihrer Einführung wieder von der Realität überholt werden“ (Dribbusch/Birke 2019: 32). Bei allen technologischen 4.0-Innovationen und uneinheitlichen (Sammel-)Begrifflichkeiten wie *Künstlicher Intelligenz*, *smarter Robotik* oder *Cobots* ist es schwer, den Überblick zu behalten: So können Cobots sowohl als Assistenzsystem eingesetzt werden, aber auch (wie das Montage-Beispiel der Analyse Bergmanns zeigte) den Menschen über einen Display schrittweise anleiten und damit seine Arbeit abwerten. Der Einsatzbereich und das konkrete Produktionssystem sind entscheidend für einen humanisierenden Technologieeinsatz.

„Vieles spricht dafür, dass sich die Digitalisierung der Arbeitswelt irgendwo innerhalb des Kräftefeldes aus technikzentrierter, markthöriger und arbeitskraftzentrierter Variante vollziehen wird. Interessenlagen und Machtressourcen der Digitalakteure werden darüber entscheiden, in welchem Verhältnis Humanisierung und Rationalisierung sich entwickeln“ (Urban 2016: 54).

Wird die Interessenvertretung nicht an den Planungs- und Gestaltungsprozessen in den konkreten Betrieben beteiligt, dann helfen auch überbetriebliche sozialpartnerschaftliche Dialog- und Aushandlungsprozesse nur begrenzt. So wandten Kritiker*innen des Gestaltungsansatzes ein, dass eine Konzentration auf die Gestaltung zulasten einer konsequenten Interessenvertretung der Beschäftigten und die Konfliktfähigkeit der Gewerkschaften gehen würde. „Angesichts erodierender Flächentarifverträge, rückläufiger Organisationsgrade und Sektoren ohne jegliche Interessenvertretungen erweist es sich als wahre Herkulesaufgabe, Technikeinsatz und Arbeitsorganisation aus der Arbeitskraftperspektive flächendeckend zu prägen“ (Urban 2016: 54). Dabei ist es gerade wichtig, Transformationswissen „vom Hallenboden“ in die

konkrete betriebliche Arbeitsgestaltung einzubinden. Ob es sich um Wearables, Mensch-Roboter-Kollaboration oder CPS handelt: Niemand kann exakt vorhersagen, welche Folgen welcher Technikeinsatz langfristig hat: „Studien belegen, dass die Arbeitssysteme leistungsfähiger sind, bei denen Mensch und Technik als Team zusammenarbeiten. Wie Arbeitssysteme tatsächlich gestaltet werden, das ist aber auch eine Machtfrage“ (Gerst 2019: 125). Zugunsten eines konfliktfähigen Realismus sollte die Machtasymmetrie in Arbeitsverhältnissen und historische Erfahrungen mit kapitalistischen Rationalisierungswellen nicht verdrängt werden: „Warum sollte im digitalen Zeitalter die machtpolitische Asymmetrie zwischen Beschäftigtem und Arbeitgeber, die kollektive Arbeitsrechte begründet, auf einmal verschwinden, warum die soziale Schutzbedürftigkeit der abhängigen Arbeit plötzlich enden?“ (Gerst 2019: 125).

Annabell Lamberth ist Soziologin und arbeitet am Zentrum für Technik und Gesellschaft an der Technischen Universität Berlin. Ihre Forschungsinteressen liegen in der Soziologie der Technik, der Sozialtheorie, der Transdisziplinarität und der Wohnungslosigkeit.

Literatur

Albrecht, Thorben/Görlitz, Julia 2021: Künstliche Intelligenz als Handlungsfeld für Gewerkschaften, <https://denk-doch-mal.de/thorben-albrecht-julia-goerlitz-kuenstliche-intelligenz-als-handlungsfeld-fuer-gewerkschaften/> (Zuletzt abgerufen: 03.10.2023).

Automationspraxis 2021: Wohin geht Cobot-Reise? Wo lohnen sich Cobots – und wo nicht? Automationspraxis Industrie.de, <https://automationspraxis.industrie.de/robotik/wohin-geht-die-cobot-reise/> (Zuletzt abgerufen: 03.10.2023).

Bader, Verena 2020: Widersprüchlichkeiten der Digitalisierung – eine Analyse der Situation des Individuums am digitalisierten Arbeitsplatz, in: Bader/Verena, Kaiser/Stephan (Hrsg.): *Arbeit in der Data Society Zukunftsvisionen für Mitbestimmung und Personalmanagement*, Wiesbaden.

Bergmann, Günther 2020: Industrie 4.0 -Konsequenzen für industrielle Arbeitsprozesse und Qualifizierung Smart factory, in: *Wirtschaftspsychologie*, Jg. 22, H. 3, S. 43–58.

Borup, Mads/Brown, Nik/Konrad, Kornelia/van Lente, Harro 2006: The sociology of expectations in science and technology, in: *Tech. Anal. Strat. Manag.* Jg. 18, H. 3, S. 285–298.

Butollo, Florian/de Paiva Lareiro, Patricia 2020: Digitale Revolution? Widersprüche der Produktivkräfteentwicklung im Postwachstumskapitalismus, in: *Das Argument*, Jg. 62, H. 2/3, S. 82–102.

Deutscher Bundestag 2016: Aktueller Begriff Industrie 4.0, Wissenschaftliche Dienste, <https://www.bundestag.de/resource/blob/474528/cae2bfac57f1bf797c8a6e13394b5e70/industrie-4-0-data.pdf> (Zuletzt abgerufen: 03.10.2023).

Berthold, Maik 2016: Industrie 4.0: Warum der Mensch im Mittelpunkt steht ... und nicht im Weg, in: *Blog IAO Fraunhofer*, <https://blog.iao.fraunhofer.de/industrie-4-0-warum-der-mensch-im-mittelpunkt-steht-und-nicht-im-weg/> (Zuletzt abgerufen: 03.10.2023).

Bischof, Andreas 2017: Soziale Maschinen bauen. Epistemische Praktiken der Sozialrobotik. Bielefeld.

Bochum, Ulrich 2015: Gewerkschaftliche Positionen in Bezug auf ‚Industrie 4.0‘, in: Botthof, Alfons/ Hartmann, Ernst Andreas (Hrsg.): *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0*, Wiesbaden, S. 31–44.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 2018: Bekanntmachung der Richtlinie zur Förderung von KMU ‚Industrie 4.0-Testumgebungen – Mobilisierung von KMU für Industrie 4.0‘, https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/bekanntmachungen/de/2018/07/1863_bekanntmachung.html (Zuletzt abgerufen: 03.10.2023).

Buxbaum, Hans Jürgen/Kleutges, Markus 2020: Evolution oder Revolution? Die Mensch-Roboter-Kollaboration, in: Buxbaum, Hans Jürgen (Hrsg.): *Mensch-Roboter-Kollaboration*, Wiesbaden, S. 15–33.

Harvey, David 2014: *Seventeen Contradictions and the End of Capitalism*, London.

Decker, Michael/Fischer, Martin/Ott, Ingrid 2017: Service Robotics and Human Labor: A first technology assessment of substitution and cooperation, in: *Robotics and Autonomous Systems*, Jg. 87, S. 345–352.

Deutscher Gewerkschaftsbund 2017: DGB-Index Gute Arbeit – Digitalisierung: Arbeitshetze bei digitaler Arbeit, <https://www.dgb.de/themen/++co++5caff2ae-2f62-11e7-ab1c-525400e5a74a> (Zuletzt abgerufen: 03.10.2023).

Dribbusch, Heiner/ Birke, Peter 2019: *Gewerkschaften in Deutschland. Herausforderungen in Zeiten des Umbruchs*, Berlin.

Einertshofer, Petra 2018: Automatisierung mit Robotern. Eine Chance für KMU, in: *Universal Robots Blog*, <https://www.universal-robots.com/de/blog/automatisierung-mit-robotern-eine-chance-fur-kmu/> (Zuletzt abgerufen: 03.10.2023).

El Zaatari, Shirine et al. 2019: Cobot Programming for Collaborative Industrial Tasks: An Overview, in: *Robotics and Autonomous Systems*, Jg. 116, S. 162–180.

Fraunhofer SCS 2023: ‚Industrie 4.0‘ und der ‚Faktor Mensch‘, <https://www.scs.fraunhofer.de/de/publikationen/studien/white-paper-i40-faktor-mensch-selbstcheck.html> (Zuletzt abgerufen: 03.10.2023).

Fraunhofer IKS 2023: Mensch-Roboter-Kollaboration: Wie wir in Zukunft mit dem Roboter zusammenarbeiten werden, <https://www.iks.fraunhofer.de/de/themen/industrie-40/mensch-roboter-kollaboration.html> (Zuletzt abgerufen: 03.10.2023).

Fraunhofer IPA 2023: Die Automatisierungs-Potenzialanalyse (APA), <https://www.ipa.fraunhofer.de/de/Kompetenzen/roboter--und-assistenzsysteme/montage-automatisierung/automatisierungs-potenzialanalyse.html> (Zuletzt abgerufen: 03.10.2023).

Frey, Carl/Osborne, Michael 2017: The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? In: *technological forecasting and social change*, Jg. 114, S. 254–280.

Fornell, Kristina/Witte, Sebastian/Wahlster, Wolfgang 2021: ‚Industrie 4.0 ist nach wie vor hochaktuell‘ – Interview mit Prof. Wolfgang Wahlster zum zehnjährigen Jubiläum von Industrie 4.0., in: Acatech.de, <https://www.acatech.de/interview-mit-wolfgang-wahlster/> (Zuletzt abgerufen: 03.10.2023).

Gerst, Detlef 2019: Autonome Systeme und Künstliche Intelligenz Herausforderungen für die Arbeitssystemgestaltung: Perspektiven, Herausforderungen und Grenzen der Künstlichen Intelligenz in der Arbeitswelt, in: Hirsch-Kreinsen, Hartmut/Karacic, Anemarie (Hrsg.): *Autonome Systeme und Arbeit Perspektiven, Herausforderungen und Grenzen der Künstlichen Intelligenz in der Arbeitswelt*, Bielefeld, S. 101–138.

Glück, Markus 2022: Mensch-Roboter-Kooperation erfolgreich einführen. Grundlagen, Leitfaden, Applikationen, Wiesbaden.

Haddadin, Sami 2011: Towards Safe Robots: Approaching Asimov's 1st Law. Dissertation, Aachen.

Hausstein, Alexandra 2018: Gesellschaftswissenschaftliche Perspektiven auf Industrie 4.0, in: Hausstein, Alexandra/Zheng, Chunrong (Hrsg.): *Industrie 4.0/Made in China 2025 Gesellschaftswissenschaftliche Perspektiven auf Digitalisierung in Deutschland und China*, Karlsruhe.

Hentout, Abdelfetah et al. 2019: Human-robot interaction in industrial collaborative robotics: a literature review of the decade 2008-2017, in: *Advanced Robotics*, Jg. 33., S. 764–799.

Hirsch-Kreinsen, Hartmut 2023: Das Versprechen der Künstlichen Intelligenz. Gesellschaftliche Dynamik einer Schlüsseltechnologie, Frankfurt am Main/New York.

Hirsch-Kreinsen, Hartmut/Weyer, Johannes/Wilkesmann, Maximiliane (Hrsg.) 2016: „Industry 4.0“ as Promising Technology: Emergence, Semantics and Ambivalent Character, Soziologisches Arbeitspapier Nr. 48, Dortmund.

Hirsch-Kreinsen, Hartmut/Karacic, Anemarie 2019: Einleitung, in: Hirsch-Kreinsen/Hartmut; Karacic/Anemarie (Hrsg.): *Autonome Systeme und Arbeit Perspektiven, Herausforderungen und Grenzen der Künstlichen Intelligenz in der Arbeitswelt*, Bielefeld, S. 9–24.

Haipeter, Thomas 2011: Einleitung: Interessenvertretungen, Krise und Modernisierung—über alte und neue Leitbilder, in: Haipeter, Thomas/Dörre, Klaus (Hrsg.): *Gewerkschaftliche Modernisierung*, Berlin, S. 7–28.

Haipeter, Thomas /Korflür, Inger / Schilling, Gabi 2018: Neue Koordinaten für eine proaktive Betriebspolitik. Erfahrungen aus dem Gewerkschaftsprojekt „Arbeit 2020 in NRW“, in: *WSI-Mitteilungen*, Jg. 71, H. 3, S. 219–226.

Haag, Michael 2015: Kollaboratives Arbeiten mit Robotern – Vision und realistische Perspektive, in: Bothof, Alfons/Hartmann, Ernst Andreas (Hrsg.), *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0*, Wiesbaden, S. 59–64.

Hoffmann, Reiner/Suchy, Oliver 2016: Aussichten Für die Arbeit Der Zukunft. Diskussionspapier aus der Kommission ‚Arbeit der Zukunft‘, Düsseldorf.

Huchler, Norbert 2015: Die ‚Rolle des Menschen‘ in der Industrie 4.0 - Technikzentrierter vs. humanzentrierter Ansatz, in: *AIS Studien*, Jg. 9, H. 1, S. 57–79.

Huchler, Norbert 2022: Komplementäre Arbeitsgestaltung. Grundrisse eines Konzepts zur Humanisierung der Arbeit mit KI, in: *Z. Arb. Wiss.*, Jg. 76, S. 158–175.

IFR 2023: Zahl der Roboter in der deutschen Industrie steigt auf 260.000 Einheiten. Pressemitteilung. https://ifr.org/downloads/press2018/DE-2023-09-26_IFR_Pressemeldung_Deutschland_-_deutsch.pdf (Letzter Zugriff: 03.10.2023).

IG-Metall 2023a: Arbeitsmodell Vier-Tage-Woche. Fragen und Antworten zur Vier-Tage-Woche, <https://www.igmetall.de/tarif/faq-zur-vier-tage-woche#:~:text=Was%20ist%20eine%20%E2%80%9Egute%E2%80%9C%20Vier,einen%20Acht%2DStunden%2DTag> (Letzter Zugriff: 03.10.2023).

IG-Metall 2023b: Stahl-Tarifkommissionen fordern 8,5 Prozent und 32 Stunden, <https://www.igmetall.de/tarif/tarifrunden/eisen-und-stahl/forderung-stahltarifrunde-2023> (Letzter Zugriff: 03.10.2023).

Ingenieur.de 2021: Wie ein Cobot bei Thales nachts die Produktion forciert, <https://www.ingenieur.de/fachmedien/vdi-z/special-innovative-fertigungstechnik/wie-ein-cobot-bei-thales-nachts-die-produktion-forciert/> (Letzter Zugriff: 03.10.2023).

Kagermann Hans/Wahlster Wolfgang/Helbig Johannes (Hrsg.) 2013: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 : Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0., <https://www.acatech.de/publikation/umsetzungsempfehlungen-fuer-das-zukunftsprojekt-industrie-4-0-abschlussbericht-des-arbeitskreises-industrie-4-0/> (Letzter Zugriff: 03.10.2023).

Kagermann, Hans 2014: Chancen von Industrie 4.0 nutzen, in: Bauernhansl, Thomas/Hompel, Michael ten/Vogel-Heuser, Birgit (Hrsg.): *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik – Anwendung, Technologien, Migration*, Wiesbaden, S. 603–614.

Kopp, Tobias 2022: Vertrauen in Roboter und dessen Beeinflussbarkeit durch sprachliches Framing: Eine empirische Untersuchung der Interaktion mit Cobots am Arbeitsplatz. Karlsruhe.

KUKA AG 2023: Mensch-Roboter-Kollaboration: Willkommen, Kollege Roboter! <https://www.kuka.com/de-de/future-production/mensch-roboter-kollaboration> (Zuletzt abgerufen: 03.10.2023).

K-Zeitung 2022: Cobots: Markt legt 2021 um 45 % zu, <https://www.k-zeitung.de/cobots-markt-legt-2021-um-45-zu> (Zuletzt abgerufen: 03.10. 2023).

Marx, Karl/Engels, Friedrich 1964: Werke, Bd. 23: Das Kapital, Bd. 1, Berlin.

MRD aktuell 2023: IG-Metall: Vier-Tage-Woche nicht vor 2024 in Verhandlungen, <https://www.mdr.de/nachrichten/deutschland/wirtschaft/vier-tage-woche-gewerkschaft-ig-metall-100.html> (Zuletzt abgerufen: 03.10. 2023).

Omnasch, Linda/Maier, Xenia/ Ju?rgensohn, Thomas 2016: Mensch-Roboter-Kollaboration–Eine Taxonomie für alle Anwendungsfälle, Berlin.

Pfeiffer, Sabine 2015a: Warum reden wir eigentlich über Industrie 4.0? Auf dem Weg zum digitalen Despotismus, in: *Mittelweg* 36, Jg. 24, H. 6, S. 14-36.

Pfeiffer, Sabine 2015b: Industrie 4.0 und die Digitalisierung der Produktion Hype oder Megatrend? In: *Aus Politik und Zeitgeschichte*. <https://www.bpb.de/shop/zeitschriften/apuz/209955/industrie-4-0-und-die-digitalisierung-der-produktion/> (Zuletzt abgerufen: 03.10.2023).

Pfeiffer, Sabine 2017: The Vision of ‚Industrie 4.0‘ in the Making – a Case of Future Told, Tamed, and Traded, in: *Nanoethics*, Jg. 11, H. 1, S. 107–121.

Pfeiffer, Sabine 2019: Vom schweren Start der Leichtbauroboter, in: Butollo, Florian/Nuss, Sabine (Hrsg.): *Marx und die Roboter. Vernetzte Produktion, künstliche Intelligenz und lebendige Arbeit*, Berlin, S. 156–177.

Pfeiffer, Sabine/Suphan, Anne 2015: Erfahrung oder Routine? Ein anderer Blick auf das Verhältnis von Industrie 4.0 und Beschäftigung, in: *BWP*, Jg. 6, S. 21–25.

Produktion.de 2023: So geht Roboter-Automatisierung. Roboter mit No-Code- und Low-Code-Lösungen programmieren, <https://www.produktion.de/technik/roboter-mit-no-code-und-low-code-loesungen-programmieren-335.html> (Zuletzt abgerufen: 03.10.2023).

Sauer, D. (2011): Von der ‚Humanisierung der Arbeit‘ zur ‚Guten Arbeit‘, in: *Aus Politik und Zeitgeschichte*, Jg. 15, S. 18–24.

Schaupp, Simon 2021: Technopolitik von unten. Algorithmische Arbeitssteuerung und kybernetische Proletarisierung, Berlin.

Schaupp, Simon/Schären, Marius 2022: Wenn Algorithmen Arbeit abwerten, wächst der Widerstand, in: *Reformiert Online*, <https://reformiert.info/de/recherche/die-digitalisierte-arbeitswelt-entwertet-arbeit-der-soziologe-simon-schaupp-fordert-reaktionen--21127.html> (Zuletzt abgerufen: 03.10.2023).

Schulz-Schaeffer, Ingo et al. 2020: The social construction of human-robot cwork by means of prototype work settings, in: *TUTS - Working Papers*, 2, Berlin.

Steil, Jochen J./Maier, Günther W. 2020: Kollaborative Roboter. Universale Werkzeuge in der digitalisierten und vernetzten Arbeitswelt, in: Maier, Günther W./Engels, Gregor/Steffen, Eckhard (Hrsg.), *Handbuch Gestaltung digitaler und vernetzter Arbeitswelten*, Berlin, S. 323–346.

Urban, Hans-Jürgen 2016: Digitale Visionen als Leitbild? Plädoyer für einen Digitalisierungsrealismus in der Arbeitspolitik, in: *Sozialismus*, Jg. 2, S. 48–55.

Van Lente, Harro et al. 1998. Expectations in Technological Developments: an Example of Prospective Structures to be Filled in by Agency, in: Disco, Cornelius/van der Meulen, Barend (Hrsg.): *Getting New Technologies Together. Studies in Making Sociotechnical Order*, Berlin.

Wannöffel, Manfred/Kuhlenkötter, Bernd/Hypki, Alfred (Hrsg.) 2020: Leitfaden zur Einführung von Mensch-Roboter-Kollaboration: Perspektiven der betrieblichen Interessenvertretung, Frankfurt am Main.

Xiao, Maya 2021: Cobot Market Sees 40% Growth Rebound In 2021, in: *Interact Analytics Online*, <https://interactanalysis.com/insight/cobot-market-sees-40-growth-rebound-in-2021/> (Zuletzt abgerufen: 03.10.2023).

Anmerkungen:

i Vgl. hierzu auch den Beitrag von Philip Dingeldey in diesem Heft.

ii So wurde beispielsweise die Studie *The Future of Employment* von Michael Osborne und Carl Frey (2017) insbesondere aus dem Bereich der qualitativen Arbeitsforschung stark kritisiert. Ihre Hauptaussage war, dass 47 Prozent aller Arbeitsplätze in den USA einem hohen Automatisierungsrisiko unterliegen würden. Sie „unterscheiden [...] zwischen Routine- und Nicht-Routinetätigkeiten: Erstere gelten als technisch ersetzbar und Letztere als durch technischen Wandel aufgewertet, kreativ und komplex“ (Pfeiffer/Suphan 2015: 21). Der Forschungsstand der subjektorientierten Arbeits- und Industriosozilogie zeigt aber, dass gerade eine digitalisierte und hoch automatisierte Produktionsarbeit dynamisches Erfahrungswissen erfordere (Pfeiffer/Suphan 2015: 24).

iii Bereits Marx beschreibt im Kapital, dass die „Steigerung der gesellschaftlichen Produktivkraft der Arbeit auf Kosten des individuellen Arbeiters“ (Marx/Engels 1964: 673) geht. Dabei schlagen die Produktionsmittel „um in Beherrschungs- und Ausbeutungsmittel des Produzenten, verstümmeln den Arbeiter in einen Teilmenschen, entwürdigen ihn zum Anhängsel der Maschine“ und „entfremden ihm die geistigen Potenzen des Arbeitsprozesses“ (Marx/Engels 1964: 673).

<https://www.humanistische-union.de/publikationen/vorgaenge/vorgaenge-nr-242-kuenstliche-intelligenz-und-menschenrechte/publikation/intelligente-roboter-und-die-humanisierung-von-arbeit/>

Abgerufen am: 08.09.2026