

Gegenwart und Zukunft kollaborationsfähiger Robotersysteme

Mathias BRANDSTÖTTER¹, Titanilla KOMENDA²

¹ *Institut für Robotik und Mechatronik, JOANNEUM RESEARCH
Forschungsgesellschaft mbH, Lakeside B13b, A-9020 Klagenfurt am Wörthersee*

² *Geschäftsbereich Advanced Industrial Management, Fraunhofer Austria
Research GmbH, Theresianumgasse 7, A-1040 Wien*

Kurzfassung: Kollaborationsfähige Roboter eröffneten die Vision der direkten Mensch-Maschine-Zusammenarbeit in der Produktion. Die Umsetzung in der Realität ist jedoch nicht so einfach, wie bereits einige Erfahrungsberichte gezeigt haben. Warum die Mensch-Roboter-Zusammenarbeit dennoch Potenzial hat und warum Forscherinnen und Forscher an dieser Technologie festhalten und Methoden entwickeln, um den wirtschaftlichen Einsatz von Cobots zu gewährleisten, wird versucht in diesem Beitrag zu erläutern. Neben einem kurzen Überblick zum Stand der Technik und Forschung, wagen die Autoren einen kleinen Blick in die Zukunft der Cobots und reflektieren, was es an Forschungsarbeit und Technologieverständnis eventuell noch braucht, um die industrielle Zukunft von kollaborativen Robotern zu sichern.

Schlüsselwörter: Mensch-Roboter-Arbeitssysteme, Cobots, kollaborative Roboter, cyber-physische Produktionssysteme

1. Thematische Einführung

Dynamische Produktionsumgebungen in industriellen Betrieben erfordern agile Konzepte, wie die direkte Kooperation zwischen Mensch und Maschine. Dabei wird durch die Kombination der individuellen Fähigkeiten dieser beiden Ressourcen ein System geschaffen, das auf geänderte Marktanforderungen wie Losgröße oder Produktform situationsangepasst reagieren kann. Eine bekannte Ausprägungsform dieser Zusammenarbeit ist die Mensch-Maschine-Kollaboration (MRK), bei der eine direkte Interaktion des Menschen mit dem Robotersystem erfolgt. Dabei kommen kollaborationsfähige Roboter zum Einsatz, die ohne mechanische Trennung physisch mit dem Menschen interagieren können. Seit 2008 der erste kollaborative Roboter – auch Cobot genannt – von Universal Robots verkauft wurde, erfuhr diese Technologie weitreichende und kontinuierliche Weiterentwicklungen und Verbesserungen. Dennoch erscheint der ursprünglich angedachte Einsatzzweck der direkten und flexiblen physischen Mensch-Roboter-Zusammenarbeit nach wie vor schwer realisierbar. Dieser Artikel bietet eine überblicksartige Darstellung aktueller Cobot-Anwendungsszenarien sowie zukünftiger Nutzungsmöglichkeiten als auch einen Blick auf die dahinterliegenden Forschungsarbeiten.

2. Gegenwärtige Situation

Nachfolgend werden die beiden Bereiche *Industrie* und *Forschung* hinsichtlich der momentanen Gegebenheiten auf dem Gebiet MRK diskutiert.

2.1 Aktueller Stand der Technik in der Industrie

Der Anteil kollaborativer Roboter im Verhältnis zur Gesamtmenge aller installierten Industrieroboter betrug im Jahr 2018 laut World Robotics Report der IFR (2019) lediglich 3,24 %. Das entspricht knapp 14.000 Einheiten weltweit. Damit sind Cobots weiterhin einer Marktnische zuzuordnen. Ungeachtet dessen wird dieser Form von Robotersystemen dennoch ein hohes Innovationspotenzial zugeschrieben. Die Vorteile von Cobots – im Vergleich zu klassischen Industrierobotern – werden von allen Herstellern derartiger Systeme unisono hervorgehoben und betreffen (i) den Preis, (ii) die Sicherheit, (iii) die Flexibilität und (iv) die einfache Programmierbarkeit. Jedoch reicht das Ausmaß dieser Vorteile oftmals nicht aus, um den hohen Erwartungen der Anwender an einem Cobot – vor allem hinsichtlich Wirtschaftlichkeit – zu genügen. Die Wirtschaftlichkeit einer kollaborativen Anwendung hängt stark von der zulässigen Bewegungsgeschwindigkeit des Cobots zusammen. Und obwohl ein Cobot für sich alleine genommen oft als sicher gilt, muss stets die Sicherheit des Gesamtsystems (inkl. Endeffektor, Werkstück und peripherer Einrichtungen) mitbetrachtet werden. Da die Bewegungsgeschwindigkeit des Roboters also wiederum die Sicherheit des Gesamtsystems beeinflusst, können aktuelle Reglementierungen unter vorgegebenen Produktionskennzahlen oftmals nicht eingehalten werden. Um nämlich den Schutz von Personen im Nahfeld eines kollaborativen Roboters zu gewährleisten, muss der Energieeintrag des Roboters auf den Menschen bei einer möglichen Kollision begrenzt und messtechnisch verifiziert werden [ISO15066]. Dadurch beschränkt sich die höchstzulässige Bewegungsgeschwindigkeit des Roboterarms in Abhängigkeit von der Form und Struktur aller bewegten Bauteile als auch von der Gestaltung des Arbeitsplatzes. Werden diese Rahmenbedingungen bei der Aufteilung der Aufgaben auf die vorhandenen Ressourcen (Mensch, Roboter) und beim Arbeitsplatzdesign, z. B. mithilfe geeigneter Simulationswerkzeuge, mitbedacht, erwächst häufig die Problematik einer unzureichenden Zykluszeit. Darüber hinaus muss bei jeder Änderung am Robotersystem (Roboter-Hardware oder -Programmierung) das Risiko neu bewertet werden, was wiederum die Flexibilität des Einsatzes beschränkt und Kosten sowie Stillstandszeiten hervorruft. Zudem hat Wollendorfer (2019) auf Basis einer Analyse von 21 MRK-Anwendungen in österreichischen Unternehmen festgestellt, dass die vorhandenen Aufgaben oftmals entweder zu komplex oder zu einfach sind, wodurch jene entweder von einem Menschen durchgeführt werden müssen oder durch klassische eingezäunte Industrieroboter effizienter abgearbeitet werden können. Die sukzessive Schließung dieser Lücke wird von zahlreichen Forschungsteams in teils völlig verschiedenen Fachgebieten angestrebt.

2.2 Aktueller Stand in der Forschung

Aktuelle Forschungsarbeiten im Bereich der Mensch-Roboter-Kollaboration greifen die zuvor genannten Schwächen auf und versuchen durch unterschiedliche Strategien industrietaugliche Lösungen zu generieren. Eine detaillierte Auflistung und Analyse der Forschungsarbeiten zur Weiterentwicklung von Mensch-Roboter-Arbeitssystemen findet sich in (Komenda & Brandstötter 2020). In dem vorliegenden Beitrag werden einige davon exemplarisch angeführt.

Der Wegfall einer erneuten Risikobeurteilung bei der Modifikation eines roboterbasierten Arbeitssystems wird im Forschungsprojekt DR.KORS adressiert. Der relevante und absehbare Änderungsbedarf an der Anlage durch z. B. bekannte

Produktvarianz oder Diversifikation des Bedienpersonals wird bereits in der Designphase berücksichtigt und im Bedarfsfall einer Modifikation automatisiert geprüft und freigegeben (Brandstötter et al. 2019). Bedingen diese Modifikationen eine Programmänderung am Robotersystem, können komplexe Abhängigkeiten der Systemstruktur aufwändige Reprogrammierungsarbeiten erfordern. Das Forschungsprojekt SAMY setzt bei diesem Fehlerpotential an, um ein erhöhtes Risiko für Stillstände sowie Gefährdungen im laufenden Betrieb zu eliminieren. Mithilfe formaler Verifikation werden automatisierte Programmänderungen auf deklarativer Prozessbeschreibungsebene gegenüber definierter Spezifikationen der Roboteranlage geprüft.

Das IKT-Arbeitsprogramm 2018-2020 im Rahmen von Horizon 2020 fokussierte auf Robotik-Kerntechnologien, wie Künstliche Intelligenz und Künstliche Wahrnehmung. Dieser Trend wird sich im neuen EU-Rahmenprogramm Horizon Europe, welches für die Jahre 2021-2027 ausverhandelt wurde und inhaltlich aktuell noch detailliert wird, fortsetzen. Bei einer Vielzahl laufender Projekte wird an der Detektion von Objekten und Menschen im Arbeitssystemraum gearbeitet. Jedwede Sensortechnologie, wie z. B. Time-of-Flight Kameras (Kumar et al. 2019), kapazitive Sensoren (Mühlbacher-Karrer et al. 2017) oder Radarsensoren (Stetco et al. 2020), wird für diesen Anwendungsfall eingehend erprobt und die Technologien auch miteinander fusioniert. Ziel dabei ist stets, die kontaktlose, hochfrequente und sichere Erkennung von dynamischen Objekten und Menschen im Kollaborationsraum zu ermöglichen. Gleichzeitig darf aufgrund von datenschutzrechtlichen und ethischen Richtlinien nicht auf eine individuelle Person rückgeschlossen werden. Eine Forderung, die einerseits zum Schutz des Menschen und andererseits zum Vertrauen in hochentwickelte Technologien eingeführt wurde, um letztlich Ängsten von Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen vorzubeugen (Vincze 2017). Die Forschung an vertrauenswürdigen Robotersystemen mit ihren mannigfaltigen Aspekten wird u. a. im Projekt CredRoS vorangetrieben. Ein beachtlicher Anteil der notwendigen Forschungsleistungen fällt bei dieser Aufgabenstellung der Künstlichen Intelligenz zu. Infolge des Umstands, dass kollaborative Roboter ihre Dienste in einer unstrukturierten und vom Menschen dynamisch beeinflussten Umgebung ausführen, versagen zumeist klassische Lösungsmethoden, welche auf analytischen Problembeschreibungen aufbauen. Die dazu verwendeten Modelle bilden stets ein vereinfachtes Abbild einer Anlage ab und hindern dabei eine Lösungsfindung nicht nur außerhalb der definierten Systemgrenzen. Zur vollständigen und optimalen Lösung benötigt man daher Methoden aus dem Bereich des maschinellen Lernens, die in einem komplexen, dynamischen und offenen Lösungsraum operieren können (Lesort et al. 2020). Hinzu kommt, dass bei Algorithmen zur Entscheidungsfindung, welche auf KI-Methoden beruhen, das Ziel verfolgt wird, die Lösung gepaart mit einer nachvollziehbaren Erklärung zu erhalten. Damit wird das Blackbox-Verhalten KI-basierter Algorithmen aufgebrochen und die gefundene Lösung transparent.

All diese Bemühungen können letztlich dafür eingesetzt werden, einen Produktionsprozess im Bedarfsfall flexibel zu steuern. Dazu arbeiten Mensch und Maschine im Verbund auf kognitiver und physischer Ebene zusammen und reagieren in einem agilen Arbeitssystem auf Veränderungen entsprechend ihrer Möglichkeiten. Dabei herrscht im Gesamtsystem eine inhärente Autonomie vor, die auf systemtypische Veränderungen – mit gewolltem oder ungewolltem Zustandekommen – adäquat reagieren kann.

3. Mensch-Maschine-Zusammenarbeit

Trotz der Herausforderungen, die die industrielle und wirtschaftliche Umsetzung einer Mensch-Maschine-Zusammenarbeit mit sich führt, eröffnet diese Technologie gerade aufgrund der zunehmenden Komplexität in der Produktion vielversprechende Potenziale. Durch die Kombination unterschiedlicher Fähigkeiten und Fertigkeiten hätten Mensch und Maschine die Chance, gegenseitig voneinander zu lernen und dabei ihre Rollen im Rahmen der Umsetzung einer entsprechenden Arbeitsaufgabe dynamisch zu wechseln (Ansari et al. 2018).

3.1 Cyber-physische Mensch-Maschine-Systeme

Um eine adäquate Form der Mensch-Maschine-Kooperation realisieren zu können, müssen in produzierenden Unternehmen gewisse Grundvoraussetzungen vorherrschen, die es erlauben, cyber-physische Prozesse einzubetten. Aus einer von Dannappel et al. (2019) durchgeführten Studie zur Untersuchung des cyber-physikalischen Steuerungspotenzials in der Produktion von Industrieunternehmen geht hervor, dass

- zwei Drittel der gefertigten Produkte eher oder vollständig kundenspezifisch sind, wobei eine Korrelation zwischen Produktvarianz bzw. Produktindividualität und Maschinenflexibilität besteht,
- eine intelligente Vernetzung essentiell für die Geschwindigkeit als auch die Flexibilität der Produktionssteuerung ist,
- bei 61 % der befragten Unternehmen die gängigen Kooperationsprozesse innerhalb der Produktionssteuerung nicht geeignet sind, das Potenzial innovativer cyber-physikalischer Systeme optimal zu nutzen und
- nur ein Drittel davon über das notwendige Knowhow verfügt, derartige Prozesse aufzusetzen.

Im Folgenden wird von der Situation ausgegangen, dass Anpassungen von etablierten Kooperationsprozessen hinsichtlich des Produktionspersonals und der technologischen Anwendungen durchführbar oder die notwendigen Voraussetzungen zur Integration eines MRK-Systems vorhanden sind. Der Fokus richtet sich auf kollaborationsfähige Arbeitssysteme unter Verwendung eines Cobots, wobei ein kollaborativer Betrieb einen Zustand definiert, bei dem ein hierfür konstruierter Roboter innerhalb eines festgesetzten Arbeitsraums mit dem Menschen sicher zusammenarbeiten kann.

Ein cyber-physisches Mensch-Maschine-System in einem kollaborativen Produktionsbereich kann in Bezug auf die vorhandenen Ressourcen nach den Kriterien *Wissen über die auszuführende Arbeitsaufgabe* und *Fähigkeit zur Ausführung der Arbeitsaufgabe* aufgliedert werden. Diese Einteilung ist in Abbildung 1 dargestellt und beinhaltet vier grundlegende Arten, die nachfolgend beschrieben werden.

- **Manuelle Fertigung:** Sowohl das Wissen als auch die Ausführung entstammt aus der Ressource Mensch. Der Cobot kommt dabei nicht zum Einsatz. Dieser Fall kann innerhalb eines MRK-Systems eintreten, wenn z. B. eine unvorhergesehene Arbeitsaufgabe getätigt werden muss, die aufgrund der Komplexität nur von einem Menschen in annehmbarer Zeit ausgeführt werden kann.

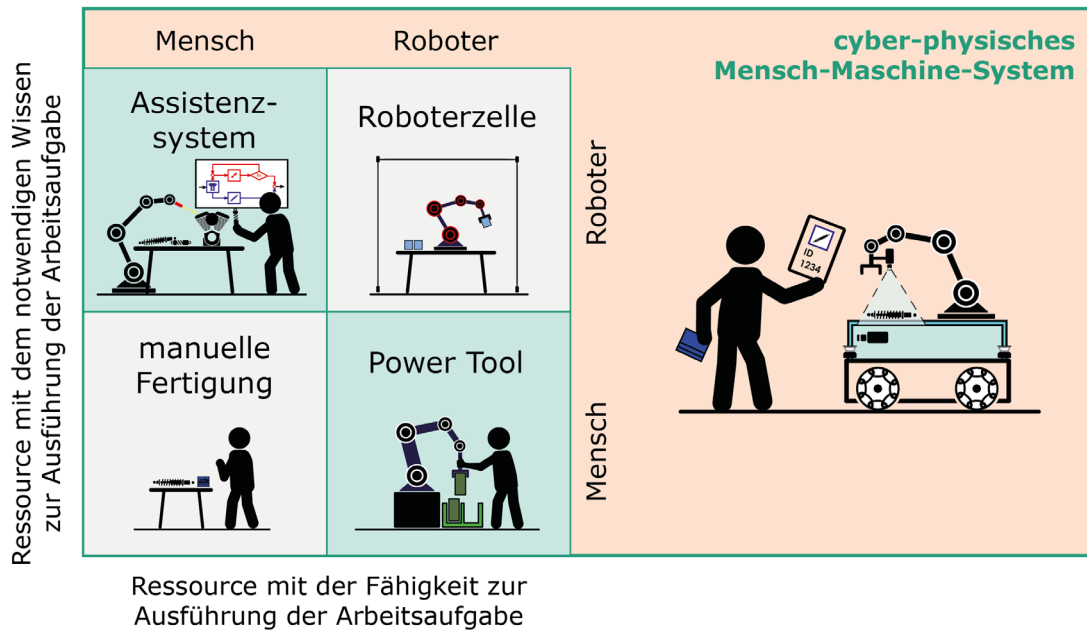


Abbildung 1: Einordnung von Ausprägungsarten eines roboterunterstützten kollaborativen Arbeitssystems innerhalb eines cyber-physischen Mensch-Maschine-Systems.

- **Roboterzelle:** Im Gegensatz zur manuellen Tätigkeit fällt die Ressourcennutzung ausschließlich dem Roboter zu. Auf Basis von hochautomatisierten Prozessketten und Informationsflüssen ist ein Eingriff des Menschen nicht notwendig. Bei einem MRK-System kann diese Variante als Überbrückung dienen, um Stillstandszeiten bei Abwesenheit des Menschen zu vermeiden und eine reduzierte Bearbeitungsgeschwindigkeit aufrecht zu erhalten.
- **Power Tool:** Der Roboter fungiert als leicht programmierbares bzw. smartes Werkzeug, das vom Menschen für unterschiedliche Zwecke jederzeit herangezogen werden kann. Diese Verwendungsform kann dem Menschen bspw. bei repetitiven Tätigkeiten eine physische Erleichterung bieten.
- **Assistenzsystem:** Der Mensch erhält von einem System in geeigneter Weise die für ihn notwendigen Informationen zur Ausführung der Arbeitsaufgabe. Ein relevantes Beispiel stellt eine geringe Losgröße dar, bei der eine hohe produktspezifische Varianz vorliegt. Das Robotersystem übermittelt die aktuellen Besonderheiten der Arbeitsaufgabe an die ausführende Ressource.

3.2 Mensch-Roboter-Arbeitssysteme

Innerhalb eines flexiblen MRK-Systems können bei der Abarbeitung der Arbeitsaufgaben die Zuordnungen getauscht werden – je nachdem, welche spezifische Aufgabe vorliegt und welche Fähigkeiten die beteiligten Ressourcen abdecken (Zhang et al. 2020). Die Option eines situationsspezifischen Wechsels zwischen den MRK-Ausprägungsarten stellt die wesentliche Flexibilität eines Mensch-Roboter-Arbeitssystems dar. Das System kann dadurch vielfältig und flexibel auf wechselnde Aufgaben, neue Anforderungen und nichtdeterministische Einflussfaktoren reagieren und sich damit stets weiterentwickeln. Es stellt somit für die Ressourcen eine Symbiose von Wissen und Fertigkeit zum Zwecke der Ergonomie und Effizienz dar.

Qualitative empirische Untersuchungen von Kopp et al. (2020) zeigen jedoch, dass alte Denkmuster der Automatisierung den Einsatz eines Roboters bestimmen. Eine wechselseitige Unterstützung zwischen Mensch und Roboter oder eine bedarfsbedingte Ressourcenzuteilung von Arbeitsaufgaben entfällt dadurch meist schon in der Designphase.

4. Zukunftsprognosen

Aufgrund beachtlicher Entwicklungen in den Bereichen Sensorik und autonome Entscheidungsfindung werden zwei wesentliche Kerneigenschaften von kollaborationsfähigen Robotersystemen zunehmend effizienter und damit den technologischen Einsatz ausweiten. Dabei handelt es sich einerseits um die Künstliche Wahrnehmung zur sicheren und hochaufgelösten Detektion von statischen und dynamischen Objekten sowie – davon differenziert – Personen im Arbeitssystemraum. Andererseits dienen Methoden der Künstlichen Intelligenz als Werkzeug zur Auswertung der teils umfangreichen Datenströme der Sensoren, zur Beurteilung der sensorisch erfassten dynamischen und sicherheitsrelevanten Zustände als auch zur Planung situationsbedingter Handlungen. Damit können bspw. Entscheidungen hinsichtlich des optimalen Wechselzeitpunkts zwischen MRK-Ausprägungsformen ermittelt und eingeleitet werden.

Die algorithmische Lösung von konkreten Anwendungsproblemen in den genannten Domänen werden zukünftig nicht mehr ausschließlich mit Methoden aus dem Gebiet des maschinellen Lernens oder den klassischen Gebieten, wie der Mechanik und Regelungstechnik, gelöst werden. Vielmehr werden diese beiden Welten verschmelzen bzw. ihre jeweiligen Vorzüge symbiotisch genutzt.

Die Stärkung der genannten Fähigkeiten wird intentional das notwendige agile Roboterverhalten, welches ein produktives Mensch-Roboter-Arbeitssystem voraussetzt, herbeiführen. Darüber hinaus wird ein ganzheitliches Systemverständnis dazu führen, dass bereits in der Designphase sowohl der kollaborative Roboter als auch der Mensch mit seinen entsprechenden Fähigkeiten als systembestimmende Faktoren mitbedacht werden. Geeignete Planungs- und Simulationssoftwarepakete werden hierfür dem Arbeitssystemdesigner bzw. -designerin als hilfreiches Werkzeug die notwendigen Optimierungsfunktionalitäten zur Verfügung stellen.

5. Diskussion

Eine industrierelevante Durchdringung von Anwendungen mit kollaborativen bzw. kollaborationsfähigen Roboter kann aktuell nicht festgestellt werden. Die Ursachen dafür begründen sich in teils unausgereiften Subtechnologien und begrenztem Anwendungsverständnis. Durch einen falschen Einsatz der Roboter entstehen hohe Kosten für die notwendige Sicherheitstechnik, um den Menschen vor Verletzungen durch den Roboter zu schützen, und gleichzeitig reduzierte Arbeitsgeschwindigkeiten, die wiederum zu unwirtschaftlichen Zykluszeiten führen. Forschungsarbeiten halten jedoch an dem Potenzial der Mensch-Maschine-Zusammenarbeit fest und erarbeiten Methoden, um sowohl das Anwendungsverständnis als auch die industrielle Einsatzfähigkeit zu erhöhen. Das Anwendungsverständnis geht aber natürlich auch mit einem Technologieverständnis und damit mit einer Änderung der klassischen Automatisierungskultur einher. Cobots dürfen nicht a priori wie klassische

Industrieroboter oder Bearbeitungsmaschinen betrachtet werden, die eine bestimmte Aufgabe ohne Fehler und ohne Pause automatisiert durchführen. Cobots werden mit Hilfe von KI vielmehr zu Lehr- und Lernmaschinen, die sich mit der Zeit sowohl auf Basis unterschiedlich komplexer Aufgaben als auch auf Basis von menschlichem Expertenwissen zu flexiblen Maschinen entwickeln werden. Der Einsatz von Mensch-Roboter-Systemen ist also ein Prozess – nicht nur für die Cobots, sondern auch für die Menschen.

6. Literatur

- Brandstötter M, Komenda T, Ranz F, Wedenig P, Gattringer H, Kaiser L, Breitenhuber G, Schlotzhauer A, Müller A, Hofbaur M (2019) Versatile Collaborative Robot Applications Through Safety-Rated Modification Limits. In: Berns K., Görges D. (eds) *Advances in Service and Industrial Robotics*. RAAD 2019. *Advances in Intelligent Systems and Computing* 980:438-446.
- Dannapfel M, Wissing T, Förstmann R (2019) Human Machine Cooperation in Smart Production: Evaluation of the Organizational Readiness. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research* 8(2):327-332
- IFR, International Federation of Robotics (2019), *World Robotics 2019 - Industrial Robots and Service Robots*. Frankfurt: VDMA Services GmbH.
- Komenda T, Brandstötter M (2020) Mensch-Roboter-Arbeitssysteme effektiv gestalten – Potenziale der Mensch-Roboter-Zusammenarbeit zur Flexibilisierung von Arbeitssystemen. *WINGbusiness* 2020(2):25-30.
- Kumar S, Arora S, Sahin F (2019) Speed and separation monitoring using on-robot time-of-flight laser-ranging sensor arrays. In *15th International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)*, Vancouver: IEEE 1684-1691.
- Kopp T, Schäfer A, Kinkel S (2020) Kollaborierende oder kollaborationsfähige Roboter? – Welche Rolle spielt die Mensch-Roboter-Kollaboration in der Praxis? *Industrie 4.0 Management* 36(2):19-23.
- Lesort T, Lomonaco V, Stoian A, Maltoni D, Filliat D, Díaz-Rodríguez N (2020) Continual Learning for Robotics: Definition, Framework, Learning Strategies, Opportunities and Challenges. *Information Fusion* 58:52-68.
- Mühlbacher-Karrer S, Brandstötter M, Schett D, Zangl H (2017) Contactless control of a kinematically redundant serial manipulator using tomographic sensors. *IEEE Robotics and Automation Letters*, IEEE 2:562-569.
- Ansari F, Selim E, Wilfried S (2018) Rethinking human-machine learning in Industry 4.0: How does the paradigm shift treat the role of human learning? *Procedia manufacturing* 23:117-122.
- Stetco C, Ubezio B, Mühlbacher-Karrer S, Zangl H (2020) Radar Sensors in Collaborative Robotics: Fast Simulation and Experimental Validation. *International Conference on Robotics and Automation*, IEEE.
- Vincze M (2017) Die langsame Transformation der Robotik. *Elektrotech. Inftech.* 134:355-360.
- Wollendorfer M (2019) Darstellung und Analyse derzeitiger Anwendungen von Mensch-Roboter-Kollaboration in der Montage von Produktionsbetrieben. Bachelorarbeit, Technische Universität Wien.
- Zhang S, Chen Y, Zhang J, Jia Y (2020) Real-Time Adaptive Assembly Scheduling in Human-Multi-Robot Collaboration According to Human Capability. In: *Proceedings of 2020 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, Paris: IEEE 3860-3866.

Danksagung: Diese Arbeit wurde von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) durch Mittel des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) im Rahmen der Projekte DR.KORS (FFG-Projektnr. 864892) und SAMY (FFG-Projektnr. 877362) gefördert.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Stellenwert menschlicher Arbeit im Zeitalter der digitalen Transformation

Herbstkonferenz der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (AUVA)

17. und 18. September 2020, Wien

GfA-Press

Dokumentation der Herbstkonferenz der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. am 17. und 18. September 2020, Wien

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2020
ISBN 978-3-936804-28-7

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Konferenzband

Als Manuskript zusammengestellt. Dieser Konferenzband ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den 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.

Screen design und Umsetzung

© 2020 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de