

KOLLABORATIVE INDUSTRIEROBOTER



© CC0 (Thomas Bayer/DALL-E)

ZUSAMMENFASSUNG

Roboter spielen eine wichtige Rolle in der Automatisierung industrieller Fertigung. Bislang werden die meisten in eigenen Sicherheitszonen installiert, um Mitarbeiter:innen nicht zu gefährden. Die Weiterentwicklung zu kollaborativen Robotern (Cobots) soll die Vorteile von Robotern mit den Fähigkeiten von Menschen verbinden. Cobots sind zwar in der Regel etwas weniger leistungsfähig als normale Industrieroboter, kosten aber auch weniger, sind flexibler und leichter zu programmieren, was sie für KMU interessant macht. Bei der Kooperation von Mensch und Maschine ist die Gestaltung menschengerechter Arbeitsumgebungen die zentrale Herausforderung. Für dieses komplexe System aus Mensch, Maschine und Produktionssystem braucht es klare Richtlinien, weiterhin ein entsprechendes Forschungsbudget, Ausbildung aller damit Befassten und nicht zuletzt eine umfassende ethische Bewertung des Gesamtsystems.

*Cobots – eine neue
Generation von
Robotern mit neuen
Herausforderungen*

ÜBERBLICK ZUM THEMA

Einen wesentlichen Anteil an der Automatisierung der industriellen Fertigung in der sogenannten 3. industriellen Revolution haben Industrieroboter. Diese übernehmen mittlerweile einen großen Teil schwerer, repetitiver Arbeiten. Sie sind in der Regel in eigenen Schutzzonen installiert, sodass sie für Mitarbeiter:innen keine Gefahr darstellen. Die Vision von *Industrie 4.0* mit hoher Flexibilität, Nachfrageorientierung, entsprechend geringen Losgrößen und höchstem Automatisierungsgrad war in den letzten Jahren Antrieb für große Anstrengungen, die Vorteile der Roboterfertigung, wie hohe Geschwindigkeit, große Kraft und Präzision mit den Vorteilen menschlicher Arbeit wie Erfahrungswissen, Entscheidungsfähigkeit, Flexibilität und Geschicklichkeit zu vereinen. Dies führte zur Entwicklung sogenannter „kollaborativer Roboter“ (Cobots), die mit dem Menschen zusammenarbeiten sollen. Cobots sind mittlerweile sehr gefragt und die Verkaufs- und Installationszahlen steigen ständig. Dennoch stellen diese nur einen geringen Anteil an der gesamten Robotik dar. Nur etwa 7,5 % des globalen Marktes für Industrieroboter sind Cobots, allerdings ist ihr Zuwachs – mit etwa 50 % – höher als im Gesamtmarkt. Die Key-Player in diesem Marktsegment sind europäische Firmen. Sie sind aber in Gefahr aus dem Asiatisch-Pazifischen Raum überholt zu werden (Gambao, 2023).

*Cobots –
Kollaborative Roboter:
ein Hoffungsmarkt*

Lange Zeit waren vor allem Sicherheitsbedenken ausschlaggebend, dass die direkte Interaktion von Menschen mit Robotern nicht realisiert werden konnte. Roboter sind zu schnell, zu kräftig und nicht kontext-sensitiv, können also ihre Umgebung nur unzureichend wahrnehmen. Vieles davon konnte durch *verbesserte Sensortechnik*, schnellere Hardware und künstliche Intelligenz wesentlich verbessert werden. Die Idee, die Vorteile von Robotern und menschliche Fähigkeiten gleichermaßen zu nutzen, ist naheliegend, aber nicht neu. Ein erstes Patent geht auf James E. Colgate und Michael A. Peshkin zurück und stammt aus dem Jahr 1997. Zuvor schon beschrieben sie ein „Intelligent Assist Device (IAD)“ (Colgate et al., 1996) als „ein(en) Apparat und eine Methode zur direkten physischen Interaktion zwischen einer Person und einem Allzweck-Manipulator der von einem Computer gesteuert wird.“¹

*Mensch und Maschine
sollen
zusammenarbeiten*

Basierend auf der möglichen Intensität der Zusammenarbeit von Mensch und Maschine können unterschiedliche Cobot-Kategorien beschrieben werden. Diese reichen vom einfachen Nebeneinander ohne gemeinsamen Arbeitsbereich bis zu tatsächlicher, aufeinander reagierender Zusammenarbeit. Derzeit überwiegen in der Praxis eher einfache Anwendungen, die oft gar keine Mensch-Maschine-Interaktion realisieren. Oft werden Cobots wie herkömmliche Roboter eingesetzt, um dabei bestimmte Vorteile von Cobots auszunutzen. Dazu zählen der in der Regel geringere Investitionsbedarf und eine einfachere Programmierung. Cobots sind durch die Notwendigkeit, auf mögliche Interaktionen mit Menschen Rücksicht nehmen zu müssen, allerdings leichter und etwas weniger leistungsfähig als herkömmliche Industrieroboter. Diese Eigenschaften machen Cobots besonders interessant für den Einsatz in KMUs. Die hauptsächlichen Einsatzbereiche sind derzeit: Installation von Teilen, Montage, Beladen von Werkzeugmaschinen,

*Nicht ganz so schnell,
dafür KMU geeignet*

¹ de.wikipedia.org/wiki/Kollaborativer_Roboter.

Palettierung, Messtechnik, Fertigstellung, Qualitätskontrolle, Schweißen, Materialabtrag und Schrauben.² Es gibt aber auch außerhalb der produzierenden Industrie verschiedene Anwendungsfälle für Cobots (Rahman et al. 2024), insbesondere in Logistik, Medizin und auch Landwirtschaft – etwa werden zur Unterstützung bei der Pflanzung und Ernte bereits Cobots eingesetzt.

Die direkte Interaktion zwischen Mensch und Roboter kann gleichzeitig der größte Vorteil und die größte Einschränkung kollaborativer Systeme sein, je nachdem, wie sie sich auf menschlichen Faktoren wie Ergonomie und psychische Belastung auswirkt (Faccio et al., 2023). Hier liegt auch der Schwerpunkt der neueren Arbeiten, die dem Thema „menschenzentrierte Arbeitsumgebungen“ gewidmet sind. Die Forschung dazu nimmt Aspekte jenseits reiner Leistungsdaten in den Blick und untersucht innerhalb des Gesamtsystems (Mensch, Cobot, Produktionssystem) die Wechselwirkungen zwischen den Akteuren und deren Rahmenbedingungen. Zu den Faktoren, die die menschliche Seite der Kooperation beeinflussen bzw. durch diese beeinflusst werden, zählen Ergonomie, geistige Beanspruchung, Vertrauen, Akzeptanz und Usability. Die Aspekte auf Seiten der Cobots sind Mobilität, Anpassungsfähigkeit, Konnektivität, Bedienung, Konstanz und Sicherheit. Für moderne Produktionssysteme gelten Flexibilität, Kostenorientierung, Rekonfigurierbarkeit, Vernetzung und Agilität (Faccio et al., 2023) als besonders wichtig. Dies zeigt die hohe Komplexität derartiger Systeme.

*Kooperation
ist höchst komplex
und erfordert mehr als
reine Leistungsdaten*

In experimenteller Form gibt es bereits Systeme, bei denen beispielsweise zwei Personen mit einem Roboterarm arbeiten (Collaborative Avatar Platform), um so verteilte Rollen im Bewegungsablauf zu übernehmen oder gemeinsam Bewegungen auszuführen, die eine Person alleine nicht durchführen kann.³ In einer anderen Anwendung konnte gezeigt werden, dass eine Person mit technischer Unterstützung auch in der Lage ist, mit mehreren Armen gleichzeitig komplexe Bewegungen auszuführen.⁴ Es ist jedoch notwendig, die Risiken und Chancen dieser Technologie und ihre möglichen sozialen, wirtschaftlichen und ethischen Auswirkungen zu analysieren.

In einer rezenten STOA-Studie (Gambao, 2023) werden der aktuelle Stand der kollaborativen Robotik sowie ihre Vor- und Nachteile dargestellt, wobei der Schwerpunkt auf Schlüsselaspekten wie der Sicherheit liegt.

Die in der Studie dargestellten Politikoptionen lauten:

- Entwicklung klarerer Vorschriften für die Bedingungen von Mensch-Roboter-Interaktion und die Sicherheitsbewertungen unter Bedachtnahme auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Arbeitnehmer:innen wie auch der Konkurrenzfähigkeit und Weiterentwicklungsmöglichkeit von Cobots;
- Beibehalten oder sogar Erhöhen des Budgets für Forschungstätigkeiten, bei denen die Mensch-Roboter-Interaktion oder die kollaborative Robotik eine Rolle spielen, um die führende Position der europäischen Unternehmen bei

Was es braucht:

klare Richtlinien

Forschungsbudget

² [industriemagazin.at/produktionstechnologie/hier-sind-cobots-fuer-die-industrie-wirklich-sinnvoll/](https://www.industriemagazin.at/produktionstechnologie/hier-sind-cobots-fuer-die-industrie-wirklich-sinnvoll/).

³ sa2021.siggraph.org/en/attend/emerging-technologies/18/session_slot/633.

⁴ sa2021.siggraph.org/en/attend/emerging-technologies/18/session_slot/626.

- der Umsetzung von Industrie 4.0 und insbesondere der kollaborativen Robotik aufrechtzuerhalten;
- Fördern von Maßnahmen, die die Schaffung neuer realer Anwendungen mit einem hohen Maß an Interaktion unterstützen, und der Ausbildung aller relevanten Akteure in dieser Technologie;
 - Fördern ethischer Bewertungen, um eine sichere Mensch-Roboter-Kollaboration, die Akzeptanz durch die Arbeitnehmer:innen und den Schutz der Privatsphäre zu gewährleisten. Es ist eine viel umfassendere ethische Analyse erforderlich, die auch andere grundlegende Aspekte wie Akzeptanz, ergonomische Aspekte, Privatsphäre oder möglichen psychischen Stress für die Benutzer:innen einbezieht.

*Ausbildung und
umfassende ethische
Bewertung*

Auch wenn die Realität von den Visionen von humanoiden Systemen, die auch komplexere Manipulationsaufgaben in unstrukturierten Umgebungen selbstständig durchführen können (Kehl & Coenen, 2016) noch immer entfernt ist, gibt es viel zu tun, um kooperative, roboter-unterstützte und menschenzentrierte Arbeitsumgebungen zu gestalten.

RELEVANZ DES THEMAS FÜR DAS PARLAMENT UND FÜR ÖSTERREICH

Der Einsatz von Industrierobotern in Österreich wurde vor kurzem in zwei unterschiedlichen Studien untersucht. Demnach setzen 38 % der Unternehmen mehr als zehn traditionelle Industrieroboter in der Produktion ein. Der aktuelle Bestand an kollaborationsfähigen Industrierobotern ist deutlich geringer, denn nur 33 % der roboternutzenden Firmen betreiben Cobots (Clauss et al., 2022). Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Zahradnik and Rhomberg (2022), die festhalten, dass 41 % der Betriebe Industrieroboter für Fertigungs- und/oder Handhabungsprozesse einsetzen und ein weiterer starker Anstieg beim Einsatz aller Formen der Robotik bis 2025 zu erwarten sei. Es wurde erwartet, dass sich auch der Einsatz von Cobots bzw. mobilen Robotern bis 2025 verdoppelt. Dem scheint aber nicht so zu sein: In einer Studie zur Produktionsarbeit in Österreich zeigte sich, dass sowohl 2023 als auch 2024 der Einsatz von Cobots rückläufig war (Granegger et al. 2024). Die Studienautor:innen konstatieren entsprechend einerseits eine Ernüchterung, andererseits aber auch einen differenzierteren und gezielteren Einsatz. Ob ein Zusammenhang mit der konjunkturellen Flaute besteht, haben die Autor:innen nicht untersucht. Eine andere Erklärung könnte sein, dass Cobots aufgrund ihrer reduzierten Leistungsfähigkeit viele ursprüngliche Stärken von Robotern (hohe Kraft) nicht ausspielen und damit etablierte Industrieroboter nicht ersetzen können (Urrea & Kern 2025). Urrea und Kern konstatieren außerdem, dass im Bereich Cobots der praktische Einsatz der Forschung hinterherhinkt.

*Cobots in der
österreichischen
Industrie*

*Rückgang der Cobot-
Nutzung 2023 und 2024
in Österreich*

Vor diesem Hintergrund erscheint es für österreichische Entscheidungsträger:innen neben der Beteiligung an internationalen bzw. europäischen Aktivitäten in Forschung, Entwicklung und Governance besonders relevant, die aktuellen Rahmenbedingungen für die Entwicklung und Produktion sowie für den Einsatz kollaborativer Roboter in Österreich weiter zu entwickeln. Wie oben ausgeführt bedarf es weiterer Adaptierungen von Arbeitsschutzbestimmungen, Standards

und anderer (Sicherheits-)Richtlinien, zusätzlicher Forschungsaufwendungen, z. B. für eine menschenzentrierte Mensch-Roboter-Interaktion (MRI) und zusätzlicher umfassender ethischer Bewertung der MRI im Allgemeinen, wie auch in konkreten Anwendungskontexten.

VORSCHLAG WEITERES VORGEHEN

Eine TA-Studie zu Cobots im österreichischen Umfeld könnte in einem ersten Schritt ein Themenprofil sein, das in etwa 1-2 Monaten eine Übersetzung der o. g. STOA-Studie in einer auf Österreich angepassten Form erstellt. Insbesondere sind dabei Fragen von Sicherheit und Arbeitsbedingungen, Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt sowie andere soziale, wirtschaftliche, ökologische und ethische Aspekte gemeint.

*Themenprofil
Cobot Austria*

ZITIERTE LITERATUR

- Clauss, K., et al. (2022). *Studie zum Robotereinsatz in der österreichischen Industrie – Wirtschaftlicher Einfluss von Industrierobotern in österreichischen produzierenden Unternehmen.* [fraunhofer.at/content/dam/austria/documents/studien/Studie%20zum%20Robotereinsatz%20in%20der%20%C3%B6sterreichischen%20Industrie_Fraunhofer%20Austria.pdf](https://www.fraunhofer.at/content/dam/austria/documents/studien/Studie%20zum%20Robotereinsatz%20in%20der%20%C3%B6sterreichischen%20Industrie_Fraunhofer%20Austria.pdf).
- Colgate, J. E., et al. (1996). Cobots: Robots for collaboration with human operators. *American Society of Mechanical Engineers, Dynamic Systems and Control Division*, 58, 433–439.
- Faccio, M., et al. (2023). Human factors in cobot era: a review of modern production systems features. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 34, 85–106, doi.org/10.1007/s10845-022-01953-w.
- Gambao, E. (2023). *Analysis exploring risks and opportunities linked to the use of collaborative industrial robots in Europe*, [europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2023/740259/EPRS_STU\(2023\)740259_EN.pdf](https://europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2023/740259/EPRS_STU(2023)740259_EN.pdf).
- Granegger, T., Eisl, S., Mayrhofer, W., & Schlund, S. (2024). *Made in Austria: Produktionsarbeit in Österreich 2024*. Technische Universität Wien. doi.org/10.34726/1541.
- Kehl, C., & Coenen, C. (2016). *Technologien und Visionen der Mensch-Maschine-Entgrenzung: Sachstandsbericht zum TA-Projekt »Mensch-Maschine-Entgrenzungen: zwischen künstlicher Intelligenz und Human Enhancement«*, publikationen.bibliothek.kit.edu/1000063606.
- Rahman, M., Khatun, F., Jahan, I., Devnath, R., & Bhuiyan, A.-A. (2024). Cobotics: The Evolving Roles and Prospects of Next-Generation Collaborative Robots in Industry 5.0. *Journal of Robotics*, 2024, 1–22. doi.org/10.1155/2024/2918089.
- Urrea, C., & Kern, J. (2025). Recent Advances and Challenges in Industrial Robotics: A Systematic Review of Technological Trends and Emerging Applications. *Processes*, 13(832), 1–20. doi.org/10.3390/pr13030832.
- Zahradnik, G., & Rhomberg, W. (2022). EMS 2021 – Modernisierung der Produktion: Basisauswertung, zenodo.org/doi/10.5281/zenodo.8047520, zenodo.org/records/8047521.