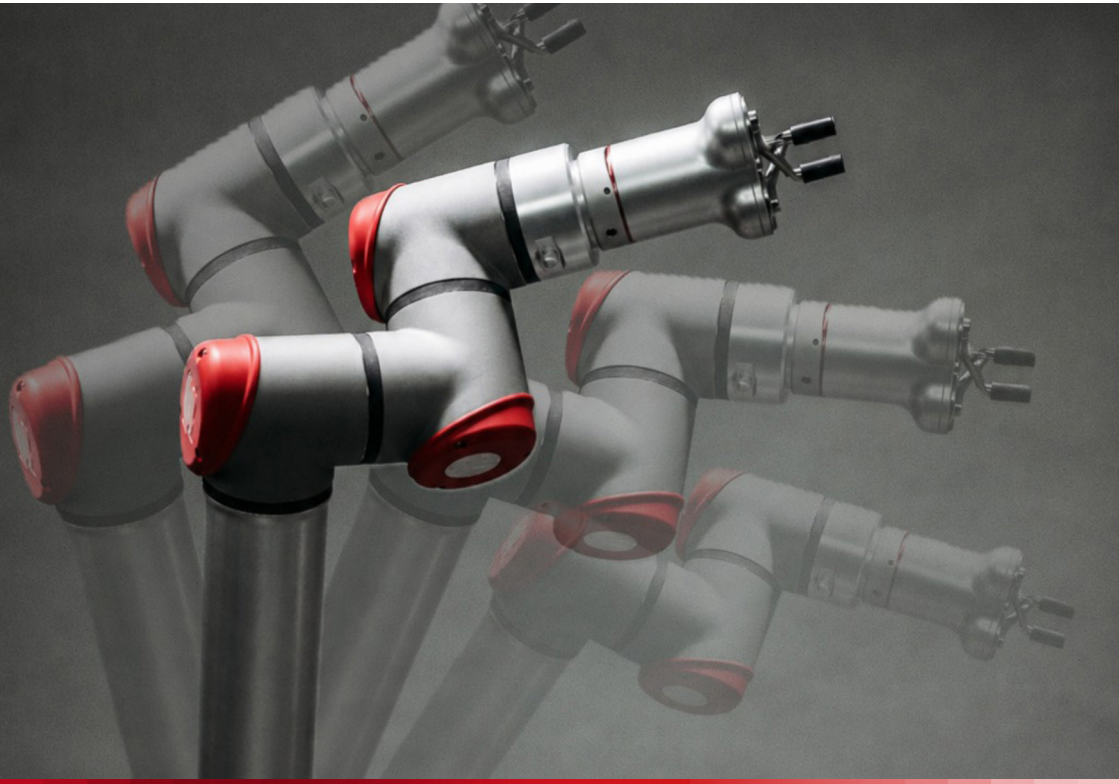
Mittelstand-Digital
Zentrum
Spreeland



Cobots: Mensch und Roboter arbeiten Hand in Hand

Wie kollaborative Roboter bei Fachkräftemangel, Qualität und Produktivität unterstützen können
Teil 1: Grundlagen

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Mittelstand-Digital

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Impressum

Herausgeber:
Mittelstand-Digital Zentrum Spreeland
c/o Technische Hochschule Wildau
Hochschulring 1
15745 Wildau
nguenther@th-wildau.de
Tel.:+49 3375 508 782

Vertreten durch:
Die Technische Hochschule Wildau ist eine Körperschaft des öffentlichen Rechts. Sie wird nach außen durch die Präsidentin, Prof. Dr. Ulrike Tippe, vertreten.

Zuständige Aufsichtsbehörde:
Die Hochschule untersteht der Rechtsaufsicht des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg.

Autoren:
Elias Walter
Dr. Sandy Speck
Norman Günther

Satz/Layout:
VANBEEK PR & DESIGN
info@vanbeek-potsdam.de
www.vanbeek-potsdam.de

Förderformel:
Was ist Mittelstand-Digital?
Das Mittelstand-Digital Netzwerk bietet mit den Mittelstand-Digital Zentren und der Initiative IT-Sicherheit in der Wirtschaft umfassende Unterstützung bei der Digitalisierung. Kleine und mittlere Unternehmen profitieren von konkreten Praxisbeispielen und passgenauen, anbieterneutralen Angeboten zur Qualifikation und IT-Sicherheit. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ermöglicht die kostenfreie Nutzung und stellt finanzielle Zuschüsse bereit.

Vorstellung Mittelstand-Digital Zentrum Spreeland

Das Mittelstand-Digital Zentrum Spreeland ist Teil eines deutschlandweiten Netzwerks aus dem Förderschwerpunkt „Mittelstand-Digital“, das Unternehmen aus dem Mittelstand bei der Digitalisierung und der Einführung von Künstlicher Intelligenz unterstützt. Unser übergeordnetes Ziel ist es, kleine und mittlere Unternehmen auf ihrem Weg in die digitale Zukunft zu begleiten. Durch konkrete Digitalisierungsbeispiele und anbieterneutrale Qualifizierungsangebote möchten wir Unternehmen dabei helfen, die Chancen der Digitalisierung optimal zu nutzen. Dank des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWE) können wir unsere Angebote kostenfrei zur Verfügung stellen.

Ziel der Broschüre und Themenübersicht

Cobots eröffnen Unternehmen neue Möglichkeiten, Produktionsprozesse flexibler, ergonomischer und effizienter zu gestalten. Besonders für kleine und mittlere Unternehmen können sie eine interessante Möglichkeit sein, schrittweise in die Automatisierung einzusteigen und gleichzeitig bestehende Anlagen und Prozesse weiter zu nutzen.

Doch nicht jede Aufgabe eignet sich gleichermaßen für einen Cobot. Entscheidend ist daher, das Potenzial der Technologie richtig einzuschätzen und die Automatisierung systematisch zu planen.

Diese Broschüre gibt einen grundlegenden und kompakten Überblick über die Landschaft der Industrierobotik, Einsatzmöglichkeiten anhand von Praxisbeispielen und Potenziale von Cobots. Neben einer kurzen geschichtlichen Betrachtung werden auch heutige Markttrends beleuchtet.

Ziel ist es, Sie dabei zu unterstützen, geeignete Anwendungsfälle zu erkennen, Chancen und Grenzen von Cobots realistisch einzuschätzen und erste Schritte hin zu einer erfolgreichen Automatisierung zu planen.

Die zweite Broschüre widmet sich der Integration von Cobots. Auf die Fragen, welche Endeffektoren zur Verfügung stehen und welche Möglichkeiten der Programmierung bestehen, wird ebenso eingegangen wie auf wichtige Aspekte der Sicherheit und des Vorgehens für eine erfolgreiche Implementierung.

Der Begriff Cobot wird in dieser Broschüre im Sinne des allgemeinen Sprachgebrauchs verwendet. Gemeint sind dabei kollaborative Roboterapplikationen.

Praxisbeispiele

Wie vielfältig die Einsatzbereiche sind und wo Cobots möglicherweise in Ihrem Unternehmen eingesetzt werden können, zeigen die folgenden drei Praxisbeispiele.



Abb. 1: Verknüpfung eines Cobots mit einer Bestandsanlage
Urheberin: Dr. Sandy Speck

Retrofitting von Maschinen

Cobots sind in der Lage, ältere Bestandsmaschinen zu automatisieren, indem sie wiederkehrende Arbeitsabläufe bei der Maschinenbedienung übernehmen.
Nach einer initialen Anlernphase, in der Positionen und Bewegungsabläufe für den Cobot eingerichtet werden, ist dieser in der Lage den gesamten Fertigungsablauf vom Öffnen/Schließen der Maschine, über das Einlegen/Entnehmen von Werkstücken bis hin zur Betätigung von Bedienelementen selbstständig durchzuführen (siehe Abb. 1) Hierbei kann ein Cobot flexibel an mehreren Maschinen eingesetzt werden.

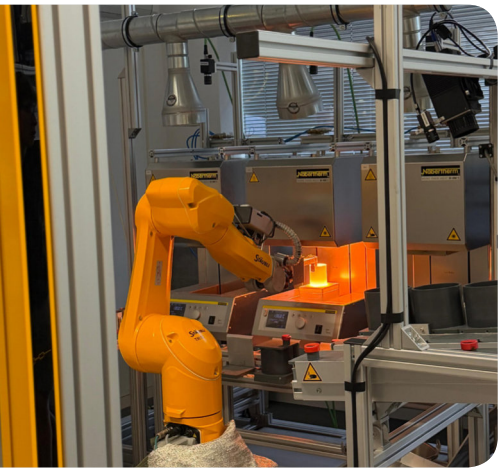


Abb. 2, Bestückung eines Heizofens
Urheberin: Dr. Sandy Speck

Automatisierte Ofenbeschickung

In diesem Beispiel übernimmt ein Cobot die Be- und Entladung eines Industrieofens (siehe Abb. 2). Er nimmt die Werkstücke aus einer Bereitstellungsposition auf, legt sie automatisiert in den Ofen ein und entnimmt sie nach Abschluss des Wärmebehandlungsprozesses wieder. Anschließend werden die fertigen Werkstücke zur nächsten Prozessstation oder Ablage transportiert. Mitarbeitende, die zuvor diese Tätigkeiten mit Schutzkleidung ausgeführt haben, können sich nun auf andere wertschöpfende Tätigkeiten konzentrieren.

Dermatologische Studien

Cobots können auch für dermatologische Studien eingesetzt werden, bei denen die Wirksamkeit neuer kosmetischer Produkte getestet wird. Auf herkömmliche Weise werden sowohl die Kosmetika als auch die Messgeräte zur Hautfeuchtigkeitsmessung per Hand aufgetragen bzw. aufgesetzt. Schichtdicke oder aber Aufsetzpunkt und Druck beim Aufsetzen des Messgeräts unterliegen somit Schwankungen, wodurch Messwerte ungenau bis verfälscht werden können. Cobots können hier wiederholgenau und präzise Kosmetika auftragen sowie Messungen durchführen und s für vergleichbare Messwerte sorgen (sieh Abb. 3).

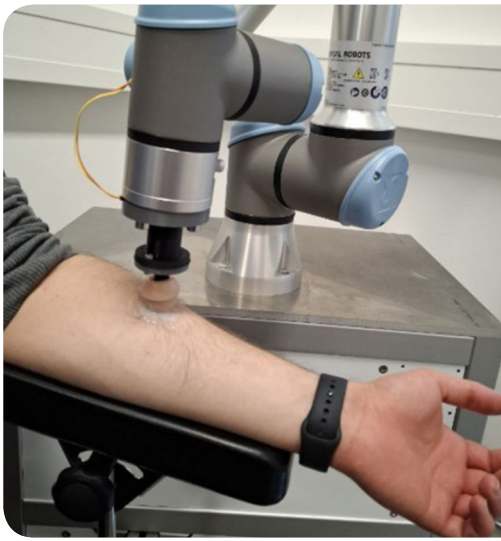


Abb. 3: Mensch-Roboter-Kollaboration mal anders, gleichmäßiges Auftragen von Fetten auf die Haut wie beispielsweise am Unterarm, Quelle: [2, S. 390]

Roboterarten im Überblick

Die heutigen Anwendungsszenarien und die Verbreitung von Cobots wären ohne die wegweisende Idee von Edward Colgate und Michael Peshkin kaum denkbar. Ausgehend von den Limitationen herkömmlicher Industrieroboter (ihre Größe, hohen Kosten und fehlende Sicherheit im direkten Kontakt mit Menschen) entwickelten sie 1996 die Vision einer neuen Roboterklasse. Diese sollte eine direkte Zusammenarbeit mit Menschen ermöglichen und sie bei unterschiedlichsten Aufgaben unterstützen, ohne einen hohen Programmieraufwand vorauszusetzen. Die ersten Prototypen waren passive mechanische Systeme und unterstützten menschlich geführte Bewegungen durch programmierbare Bewegungsbegrenzungen [3, S. 93f.].

Nachfolgende Generationen von Cobots wurden mit Sensorsystemen wie Kraft- und Drehmomentsensoren oder Bildverarbeitungssystemen ausgestattet, welche eine erhöhte Responsivität und dadurch Autonomie ermöglichten. Unterdessen befähigten neue Algorithmen den Roboter, die Mensch-Roboter-Interaktion adaptiv zu steuern, sein Verhalten an Sensorinformationen anzupassen und effizienter sowie flexibler Aufgaben auszuführen. Seit der Markteinführung der ersten kommerziellen Cobots in den späten 2000ern von u.a. Universal Robots und KUKA

zeichnet sich der Cobotmarkt durch exponentielles Wachstum mit neuen Wettbewerbern, Anwendungsbereichen, Lösungen und Innovationen aus [3, S. 93f.].

Heutige Cobots sind leistungsfähiger, vielseitiger, erschwinglicher und weiter verbreitet denn je [3, S. 93f.]. Sie stellen in der industriellen Robotiklandschaft neben traditionellen Knickarmrobotern, Leichtbau/-Leichtlastrobotern, kartesischen Robotern, mobilen Robotern und humanoiden Robotern eine von sechs Roboterklassen dar (siehe Abb. 4). Diese unterscheiden sich teils maßgeblich in Aspekten der Sicherheit, Traglast, Geschwindigkeit, Flexibilität, Investitionskosten und Eignung zur direkten Zusammenarbeit mit dem Menschen (siehe Tab 1). Jede Roboterkategorie ist hierbei spezifisch auf bestimmte Aufgaben ausgerichtet.

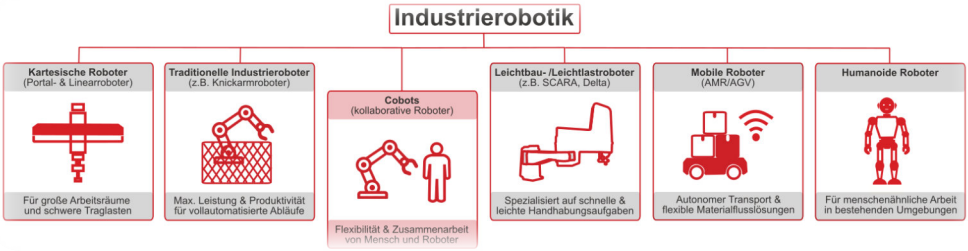


Abb. 4, Darstellung verschiedener Robotiksysteme, selbst erstellt, inhaltlich von [4] entnommen

Klassische Industrieroboter sind auf hohe Leistung, Geschwindigkeit und Traglast ausgelegt. Sie kommen insbesondere bei standardisierten und hochautomatisierten Produktionsprozessen zum Einsatz und arbeiten aufgrund ihrer hohen Dynamik und der damit verbundenen Gefährdungen meist in abgegrenzten Arbeitsbereichen.

Leichtbau- und Leichtlastroboter zeichnen sich durch ihre kompakte Bauweise und geringere Eigen- bzw. Nutzlast aus. Sie werden häufig für Pick-and-Place-, Montage- oder Handhabungsaufgaben eingesetzt, bei denen hohe Geschwindigkeiten erforderlich sind.

Kartesische Roboter bewegen sich entlang linearer Achsen und bieten dadurch eine hohe Wiederholgenauigkeit und einen gut definierten Arbeitsraum. Sie eignen sich insbesondere für klar strukturierte Anwendungen wie Materialhandling, Dosieren oder einfache Montageaufgaben.

Humanoide Roboter orientieren sich in ihrer Bewegungsstruktur am menschlichen Körper. Durch ihre zwei Arme und ihre menschenähnliche Fortbewegung sollen sie perspektivisch Aufgaben in Umgebungen übernehmen können, die ursprünglich für Menschen ausgelegt wurden. Der Einsatz in industriellen Anwendungen befindet sich derzeit jedoch noch in einer vergleichsweise frühen Entwicklungsphase.

Mobile Roboter wie AMRs (Autonomous Mobile Robots) und AGVs (Automated Guided Vehicles) unterscheiden sich von stationären Robotern vor allem durch ihre Fähigkeit zur Fortbewegung. Sie werden insbesondere für den automatisierten Transport von Material, Werkstücken und Waren eingesetzt und können dadurch flexible Materialflüsse innerhalb eines Betriebs ermöglichen.

Kollaborative Roboter oder Cobots sind (je nach Sicherheitskonzept) in der Lage, sicher und effizient mit Menschen in einem geteilten Arbeitsbereich zu arbeiten und lassen sich dabei nahtlos in bestehende Fertigungsprozesse integrieren [3, S. 92]. Kollaboration stellt hierbei die engste aller Zusammenarbeitsformen zwischen Mensch und Maschine dar (siehe Abb. 5):

- **Vollautomatisierung:** Mensch und Roboter bearbeiten separate Aufgaben in eigenen Arbeitsbereichen und sind dabei dauerhaft durch Schutzeinrichtung voneinander getrennt.

- **Koexistenz:** Mensch und Roboter bearbeiten separate Aufgaben in eigenen Arbeitsbereichen, werden dabei aber nicht von Schutzeinrichtungen voneinander getrennt. Berührungen sind möglich, aber nicht erwünscht. Die Sicherheit wird durch Sensorik gewährleistet.

- **Kooperation:** Mensch und Roboter verfolgen ein gemeinsames Arbeitsziel und arbeiten zeitweise im selben Arbeitsraum. Dies geschieht entweder abwechselnd (sequenzielle Kooperation) oder gleichzeitig (parallele Kooperation).

- **Kollaboration:** Mensch und Roboter agieren dauerhaft zusammen im selben Arbeitsbereich, um ein gemeinsames Ziel zu erreichen. Beide Interaktionspartner haben uneingeschränkten Zugriff zum Werkstück, wobei Berührungen für die Ausführung der Arbeitsschritte notwendig sein können.

Tab. 1: Gegenüberstellung verschiedener Robotiksysteme.

	Kartesische Roboter	Traditionelle Industrie-roboter	Cobots	Leichtbau-/Leicht-last-roboter	Mobile Roboter	Humanoide Roboter
Sicherheit	Arbeit hinter Schutz-einrichtung	Arbeit hinter Schutz-einrichtung	Direkte Zusam-men-arbeit möglich	Arbeit hinter Schutzein-richtung	Sicherheit durch Sensorik und Navigation	Direkte Inter-aktion unter strengen Sicherheits-maßnahmen
Traglast	Mittel bis hoch (einige bis mehrere 100 kg)	Hoch (bis mehrere 100 kg)	Niedrig bis Mittel (typ. 10-20 kg)	Mittel (bis zu 60 kg möglich)	Variabel (bis mehrere 100 kg möglich)	Niedrig bis Mit-tel (1/2 kg bis 30 kg)
Geschwin-digkeit	Von Anwendung abhängig	Hoch	Mittel	Sehr hoch	Mittel	Langsam bis Mittel
Flexibilität	Mittel (System-ab-hängig)	Gering	Hoch (einfach umprogram-mierbar)	Mittel	Sehr hoch (flexible Rou-ten)	Sehr hoch (lern- und anpassungs-fähig)
Zusammen-arbeit mit Mensch	In kontrollierten Umgebungen	Nein	Ja	In kontrollierten Umgebungen	Indirekt	Ja
Investition/ Aufwand	Niedrig bis mittel	Sehr Hoch	Mittel	Mittel	Hoch	Sehr hoch

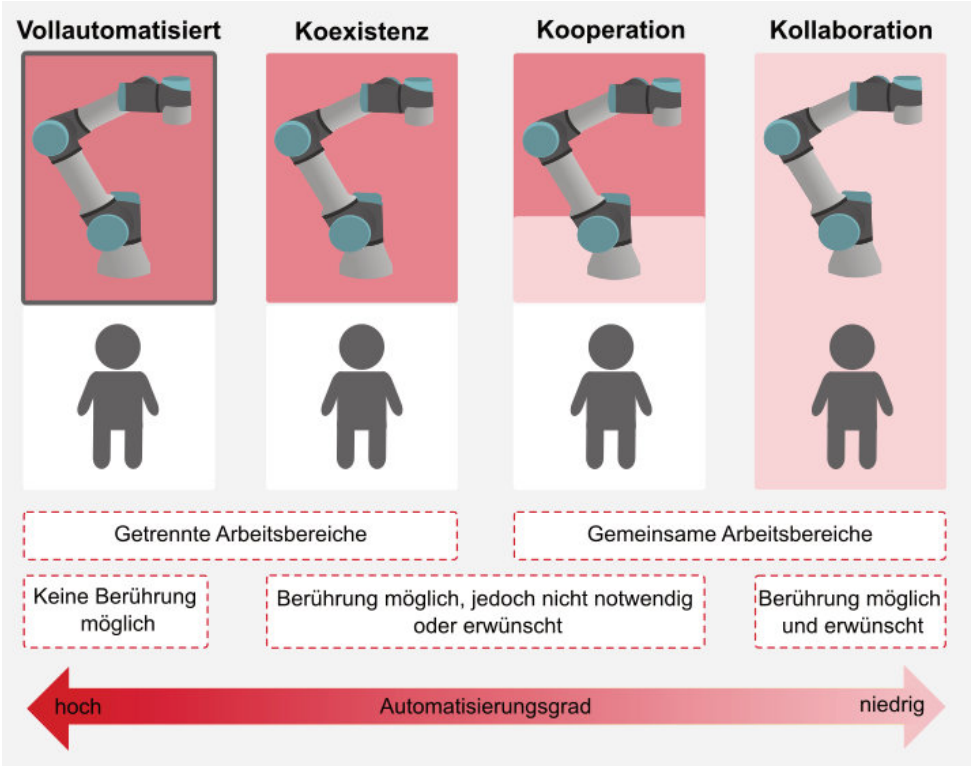


Abb. 3: Mensch-Roboter-Kollaboration mal anders, gleichmäßiges Auftragen von Fetten auf die Haut wie beispielsweise am Unterarm, Quelle: [2, S. 390]

Cobots stellen somit insbesondere für den Mittelstand, wo Flexibilität und eine enge Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine im Vordergrund stehen, eine interessante Option dar [3, S. 92]. Die Gegenüberstellung zwischen klassischen Knickarm- und kollaborativen Robotern verdeutlicht dies noch einmal:

Industrieroboter	Cebot
hohe Geschwindigkeit	geringere Geschwindigkeit
Vom Menschen getrennte Arbeit	Zusammenarbeit mit Menschen möglich
hohe Stückzahlen	flexible Kleinserien
komplexe Integration	einfache Programmierung über benutzerfreundliche Bedienoberflächen, grafische Programmierung und standardisierte Schnittstellen
Zusätzliche, teils umfangreiche Sicherheitstechnik notwendig	Integrierte Kraft- und Leistungsbegrenzung, Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung
Primär in Großunternehmen	ideal für KMU



Abb. 6 (klassischer Industrieroboter links): [6]



Abb. 7 (Cobot rechts): eigenes Bild

Warum Cobots?

Laut Statistischem Bundesamt und der 16. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung ist zukünftig mit einem Rückgang der Bevölkerung im Erwerbsalter (20-66 Jahre) zu rechnen (siehe Abb. 8). Die Anzahl sinkt bis Mitte der 2030er-Jahre selbst bei starker Nettozuwanderung voraussichtlich um 3,2 Millionen, bei schwacher Zuwanderung möglicherweise sogar um 4,9 Millionen.
Vor allem die ostdeutschen Flächenländer sollen hierbei von einem geminderten Erwerbspotential ausgehen müssen.

inhaltliche Quelle: [7]

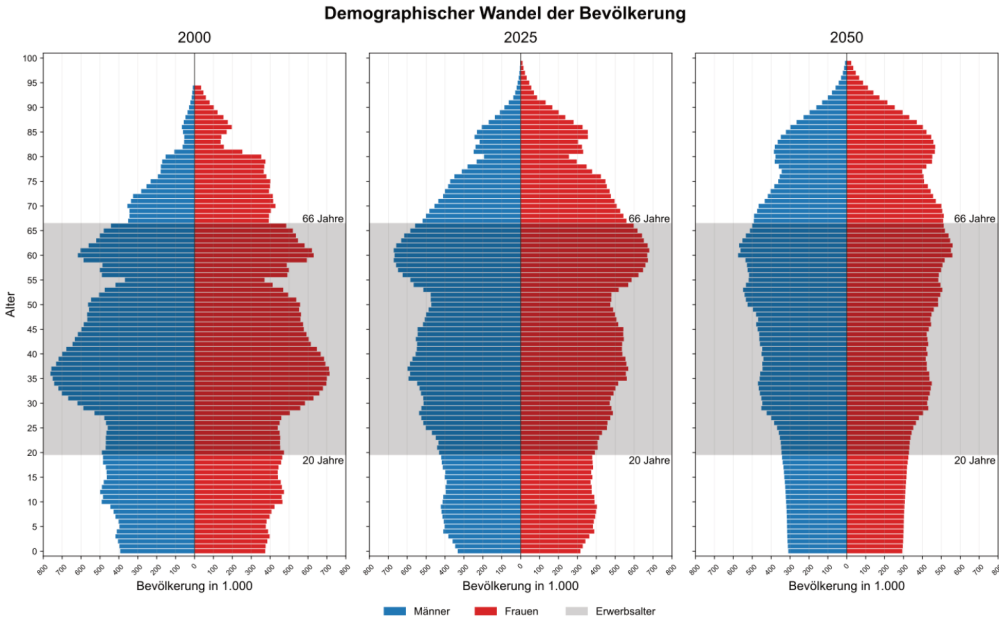


Abb. 8: Demografischer Wandel, Veränderung der Bevölkerung im Erwerbsalter, eigene Grafik in Anlehnung an [8]

Cobots können hierbei bei der Kompensation des Fachkräftemangels − als Resultat aus dem demografischen Wandel − unterstützen, denn sie können:

- Arbeitsbedingungen für die Mitarbeitenden verbessern:
  Cobots können monotone, repetitive oder körperlich belastende Tätigkeiten übernehmen. Mitarbeitende werden dadurch beispielsweise von ständigem Heben, Greifen oder ungünstigen Körperhaltungen entlastet und können sich auf Aufgaben konzentrieren, bei denen menschliche Fähigkeiten gefragt sind (z.B. Qualitätskontrolle, Prozessüberwachung, etc.)

- Produktivität steigern:
  Cobots können Arbeitsprozesse automatisieren und dadurch Maschinenlaufzeiten und Prozesszeiten besser ausnutzen. So kann der Cobot beispielsweise dazu beitragen, Leerlaufzeiten einer Maschine zu reduzieren und es den Mitarbeitern ermöglichen, mehrere Aufgaben oder Maschinen parallel zu betreuen.

- Flexibilität steigern:
  Ein großer Vorteil gegenüber klassischer Automatisierung ist die Möglichkeit, Cobots vergleichsweise einfach für unters chiedliche Aufgaben einzusetzen. Hierzu muss lediglich der Endeffektor gewechselt und das Programm angepasst werden. Das macht Cobots besonders interessant für kleine Losgrößen und häufig wechselnde Produkte.

- Gleichbleibende Qualität sicherstellen: Roboter können Bewegungen präzise und wiederholgenau ausführen, wodurch Prozesse stabiler und reproduzierbarer werden. Das kann insbesondere bei wiederkehrenden Tätigkeiten (z.B. Dosieren oder Prüfen) Vorteile bieten. Die Wiederholgenauigkeit von Cobots liegt typischerweise im Bereich von ±0,02 mm bis ±0,05 mm unter kontinuierlichen Produktionsbedingungen. Viele marktübliche Modelle erreichen eine Wiederholgenauigkeit von ±0,03 mm.

- Automatisierung auch für kleinere Unternehmen ermöglichen:
  Klassische Roboteranlagen können insbesondere bei kleinen Stückzahlen oder häufigen Produktwechseln aufwendig zu integrieren sein. Cobots können hier einen leichteren Einstieg in die Automatisierung ermöglichen durch geringeren Platzbedarf, flexible Einsatzmöglichkeiten, vergleichsweise einfache Programmierung und weniger aufwendige Integration. Aber: Die tatsächliche Wirtschaftlichkeit hängt immer von der konkreten Anwendung ab.

- bestehende Anlagen erweitern (Retrofitting):
  Beim Retrofitting werden vorhandene Maschinen und Anlagen durch moderne Technologien erweitert. Ein Cobot kann beispielsweise eine bestehende CNC-Maschine automatisiert be- und entladen. Dadurch lassen sich bestehende Anlagen weiter nutzen und schrittweise automatisieren.

- Deshalb sollte man sich im Voraus Gedanken machen, ob ein Cobot für dieses spezifische Szenario Sinn ergibt:

Checkliste: Wann lohnt sich ein Cobot?

Liegt mindestens einer dieser Punkte vor?

- monotone Tätigkeit mit häufigen Wiederholungen
- körperlich belastende Arbeit
- Qualitäts- und/oder Effizienzpro bleme
- Personalmangel
- ältere funktionstüchtige Maschinen mit Automatisierungsbedarf vorhanden

→ Dann könnte ein Cobot wirtschaftlich interessant sein.

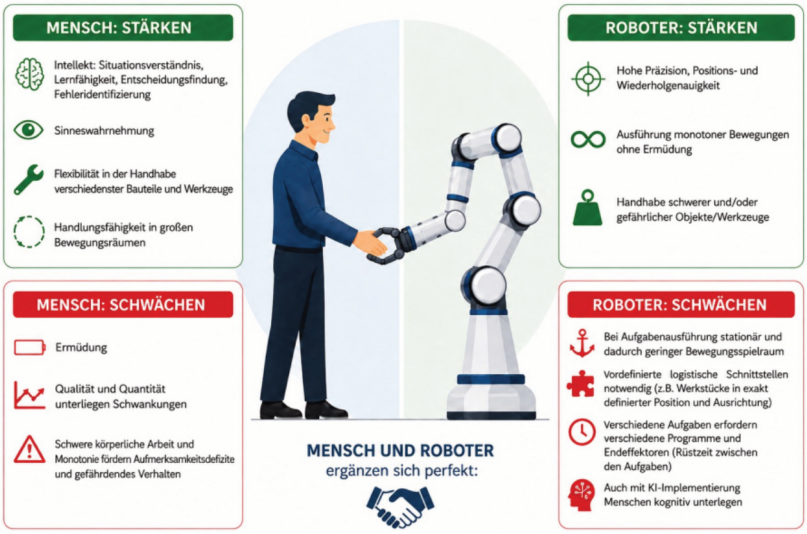


Abb. 9: Stärken und Schwächen von Mensch und Robotersystemen sowie deren Kombinationsmöglichkeiten für eine höhere Wertschöpfung, KI-generiert, Inhalt von [9, S. 385], [9, S. 388]

Zusammenfassung und Schlusswort

Cobots ergänzen die Möglichkeiten der industriellen Automatisierung um eine entscheidende Perspektive: Nicht jede Aufgabe muss vollständig automatisiert werden, damit Automatisierung einen Mehrwert schafft. Gerade dort, wo menschliche Fähigkeiten und automatisierte Prozesse sinnvoll miteinander kombiniert werden können, bieten Cobots interessante Möglichkeiten.

Die zunehmende Vernetzung, Sensorik und Integration von KI erweitern die Einsatzmöglichkeiten von Cobots zusätzlich. Damit entwickeln sie sich von einfach programmierbaren Robotern für wiederkehrende Aufgaben zunehmend zu Assistenzsystemen mit Fähigkeiten für verschiedenste Anwendungsbereiche.

Für Unternehmen ergeben sich daraus mehrere potenzielle Vorteile: Mitarbeitende können von monotonen und körperlich belastenden Tätigkeiten entlastet, Prozesse stabiler und reproduzierbarer gestaltet und vorhandene Produktionskapazitäten besser genutzt werden. Gleichzeitig können bestehende Maschinen und Anlagen durch Retrofitting schrittweise automatisiert werden, ohne bestehende Strukturen vollständig ersetzen zu müssen. Besonders für kleine und mittlere Unternehmen können Cobots damit einen vergleichsweise flexiblen Einstieg in die Automatisierung ermöglichen.

Ihr größtes Potenzial entsteht jedoch dort, wo die Stärken von Mensch und Roboter miteinander kombiniert werden: Während der Cobot präzise und wiederholgenau arbeitet, bringen Mitarbeitende ihre Erfahrung, ihr Situationsverständnis und ihre Problemlösungskompetenz ein.

Cobots ersetzen nicht den Menschen – sie erweitern seine Möglichkeiten. Sie schaffen Freiräume für anspruchsvollere Tätigkeiten, verbessern die Ergonomie und können gleichzeitig dazu beitragen, Qualität, Flexibilität und Produktivität zu steigern.



Vielen Dank, dass Sie sich für unsere Broschüre entschieden haben. Wir hoffen, dass Sie neue Anregungen und Erkenntnisse bezüglich Cobotsystemen sowie deren Einsatzmöglichkeiten gewinnen konnten und wünschen Ihnen viel Erfolg bei Ihrer eigenen Implementierung.

Sollten Sie weitere Fragen haben, steht Ihnen das Team vom Mittelstand-Digital Zentrum Spreeland gerne zur Verfügung!

Kontakt

Mittelstand-Digital Zentrum Spreeland
c/o Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg
Siemens-Halske-Ring 14
03046 Cottbus

Tel.: +49 355 69-5171
info@digitalzentrum-spreeland.de
www.digitalzentrum-spreeland.de

Bildverzeichnis

[1] P. Danilyuk, „A Robotic Device“, Pexels. [Online]. Verfügbar: https://www.pexels.com/photo/a-robotic-device-8439000/. [Zugriff: 31. Aug. 2026].

[2] J. Breithecker, M. Szymanski und A. Stolpmann, „Entwicklung eines roboter-gestützten Systems zur standardisierten Applikation von Hautpflegeprodukten“, in Tagungsband AALE 2025: Menschenzentrierte Automation im digitalen Zeitalter, J. Reiff-Stephan, J. Jäkel und D. Reichelt, Hrsg. Leipzig, Deutschland: Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur, 2025, S. 387-394

[3] Dr. A. Shaji George and A. S. Hovan George, “The Cobot Chronicles: Evaluating the Emergence, Evolution, and Impact of Collaborative Robots in Next-Generation Manufacturing”, Partners Universal International Research Journal, vol. 2, no. 2, pp. 89–116, Jun. 2023.

[4] A. Hampel, „Arten von Industrierobotern,“ ROBTEC GmbH, 15. Sept. 2022. [Online]. Verfügbar: https://robtec.de/arten-von-industrierobotern/. [Zugriff: 20. Aug. 2026].

[5] Y. Peifer: Forschungsstand der Mensch-Roboter-Kollaboration. In: Konzeptionierung eines arbeitswissenschaftlichen Handlungsrahmens zur Einführung und Anwendung einer auf Künstlicher Intelligenz basierten Mensch-Roboter-Kollaboration. Berlin: Springer Vieweg, 2024, S. 11–62

[6] P. Xie, „Industrielle Roboter-Schweißstation mit blauen Industrieroboter.,“ Pexels, [Online]. Verfügbar: https://www.pexels.com/de-de/foto/roboter-schweissstation-mit-blauem-industrie-roboter-36522025/. [Zugriff: 20. Aug. 2026].

[7] Statistisches Bundesamt (Destatis), „Bevölkerung – Künftige Bevölkerungsentwicklung,“ Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, [Online]. Verfügbar: https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Demografischer-Wandel/Aspekte/demografie-bevoelkerungsentwicklung.html. [Zugriff: 20. Aug. 2026].

[8] Statistisches Bundesamt (Destatis), „Bevölkerungspyramide: Altersstruktur Deutschlands von 1950 bis 2070," Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, [Online]. Verfügbar: https://service.destatis.de/bevoelkerungspyramide/. [Zugriff: 20. Aug. 2026].

[9] H.-J. Buxbaum ; S. Sen: Soziotechnische Robotersysteme in Produktion, Pflege und Alltag - neue Wege der Mensch-Maschine-Interaktion:
Ein Ansatz für neue Interaktionsmöglichkeiten zwischen Mensch und Maschine durch Kombination der industriellen Mensch-Roboter-Kollaboration mit der sozialen Robotik. In: Bendel, O. (Hrsg.): Soziale Roboter: Technikwissenschaftliche, wirtschaftswissenschaftliche, philosophische, psychologische und soziologische Grundlagen. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2021, S. 379–397