

Cobots

Der Begriff

Cobot ist die Kurzform von „collaborative robot“. Kollaborierende Roboter sind Industrieroboter, die bei ihrem Einsatz eng mit Menschen zusammenarbeiten. Seit etwa 20 Jahren sind solche Robotertypen auch kommerziell erhältlich. Während typische Robotersysteme der ersten Generationen aus Sicherheitsgründen eingehaust und hinter Zäune und Absperrungen verbannt wurden, sind viele der neueren Modelle so konstruiert, dass sie in enger räumlicher Nähe zum Menschen arbeiten. Die Kollaboration (Zusammenarbeit) kann so weit gehen, dass Mensch und Maschine Hand in Hand arbeiten und z.B. einander Werkstücke und Bauteile übergeben. Cobot bedeutet jedoch nicht, dass der Roboter humanoid gestaltet wird, ein Cobot kann nahezu beliebig gestaltet sein.

Nutzen von Cobots

Flexibilität und Interaktionsmöglichkeit

Als Vorteile kollaborierender Robotersysteme gelten ihre Flexibilität und das hohe Maß an Interaktionsmöglichkeiten. Damit lassen sich Cobots auf vielen Anwendungsfeldern und bei vielen Arbeitsabläufen gezielt einsetzen. Denn die einzelnen Arbeitsschritte in einem komplexen Produktionsprozess müssen nicht mehr strikt hintereinander erfolgen und durch Übergangspunkte voneinander getrennt werden. Stattdessen führen Mensch und Cobot die notwendigen Arbeitsschritte gemeinsam aus. Der Cobot kann z.B. die jeweiligen Bauteile transportieren, einen Bearbeitungsschritt durchführen, das Teil dann in eine geeignete Arbeitshöhe bringen und vom Menschen inspizieren lassen. Insbesondere bei körperlich anstrengenden Tätigkeiten, z.B. wenn ein Mensch in Zwangshaltung arbeiten müsste, bietet ein Cobot willkommene Unterstützung. Ob Schweißen oder Lackieren, Kleben oder Schrauben, immer dann, wenn eine Stelle für den Menschen schwer zugänglich ist oder das Arbeiten ergonomisch ungünstig wäre, spielen Roboter ihre Stärken aus.

Entlastung für Menschen mit motorischen Einschränkungen

Auch für Menschen mit motorischen Einschränkungen kann das enge Zusammenarbeiten mit einem Roboter Entlastung bringen oder es ermöglichen, dass derjenige seinen Beruf ausüben oder seinen Arbeitsplatz erhalten kann. Es gibt Beispiele, etwa aus der Automobilindustrie, wo Beschäftigte mit Schwerbehinderung durch moderne Cobots, die ihnen ergonomisch belastende Aufgaben abnehmen, aktiv unterstützt werden.

Produktivität steigern

Die Mensch-Maschine-Arbeitsplätze mit einem Cobot lassen sich ergonomisch gestalten, und die Gefahr eines Manipulierens von Schutzeinrichtungen soll geringer sein. Wände, Barrieren und Schutzzäune fallen weg, wodurch Flächen frei werden und die Bewegungsräume weniger eingeschränkt sind. Letztendlich sollen Cobots dazu beitragen, die Produktivität zu steigern, und dies nicht nur für die Massenfertigung und voll automatisierte Prozesse. Gerade auch für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sollen Cobots in Form von kostengünstigen und einfach zu integrierenden Leichtbaurobotern zunehmend eine Option werden.

Pneumatischer Roboter: der Festo Cobot ist leicht zu bedienen und kommt ohne Schutzzaun aus. (© Festo SE & Co. KG)



Funktionsweise von Cobots

Ursprünglich wurden Cobots vollständig durch einen Menschen gesteuert und konnten sich nicht ohne eine solche Führung bewegen. Diese Limitationen sind inzwischen aufgehoben, und Cobots agieren mit eigenständigen Bewegungen und steuern sich selbst.

In der heute technisch realisierten Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) teilen sich Mensch und Maschine bzw. Roboter einen gemeinsamen Arbeitsraum. Je nach dem Grad bzw. der Intensität der Zusammenarbeit – sowohl in der zeitlichen wie in der räumlichen Dimension – lassen sich drei Szenarien wie folgt unterscheiden:

Koexistenz: Mensch und Roboter halten sich zur gleichen Zeit in benachbarten Arbeitsbereichen auf. Dies ist typischerweise der Fall, wenn ein Mensch ein Werkstück oder ein Bauteil über einen Drehtisch an eine Roboterzelle übergibt. Die Verletzungssicherheit wird dann meist durch nicht trennende Schutzeinrichtungen wie Lichtschranken oder Lichtvorhänge überwacht.

Kooperation: Mensch und Roboter teilen sich den gleichen Arbeitsraum, aber zu unterschiedlichen Zeiten. Auch hier ist die Übergabe von Werkstücken der sicherheitskritische Faktor, der – etwa durch lasergesteuerte Schutzfelder – beständig überwacht werden muss.

Kollaboration: Mensch und Roboter teilen sich zur gleichen Zeit den gleichen Arbeitsraum. Hier werden die Abstände beider Akteure und die Steuerung der Kräfte und Bewegungen des Roboters zu den sicherheitsrelevanten Parametern, die durch geeignete Schutzkonzepte gesteuert werden müssen.

Durch den Einsatz von Cobots wird die HMC (Human Machine Collaboration) oder Mensch-Roboter-Kollaboration in immer mehr Branchen ein wichtiger werdendes Aufgabenfeld für den betrieblichen Arbeitsschutz.

Anwendungen von Cobots

Hebehilfe oder Positionierhilfe

Die Einsatzmöglichkeiten für intelligente und mobile Robotersysteme, die noch dazu eng mit dem Menschen zusammenarbeiten, sind sehr vielfältig. Cobots lassen sich z.B. prima als Hebehilfe oder Positionierhilfe für mehr oder weniger schwere Lasten nutzen. Gerade bei monotonen und repetitiven Bewegungen kann dies für den Menschen eine enorme körperliche Entlastung darstellen. Das Be- und Entladen in Logistik- und Transportprozessen, das Zuführen und Entgegennehmen von Bauteilen oder Gegenständen in der Produktion sowie Unterstützung bei Montagearbeiten dürften häufige und typische Einsatzfelder von Cobots sein und bleiben. Bewährt haben sich Cobots insbesondere in der Automobilindustrie.

Inspektion und Kommissionieren

Weitere Einsatzgebiete werden bei Inspektionsaufgaben oder beim Kommissionieren gesehen. Wie breit das Potenzial für Cobots ist, wird an den Konzepten für Cobots und ersten Studien und Probeeinsätzen in der Pflege und im Gesundheitswesen deutlich. Dort sollen sie vor dem Hintergrund eklatanten Personalmangels zunehmend als Serviceroboter, Assistenzroboter oder „intelligente Pflegewagen“ zum Einsatz kommen oder gar als

Assistenzärzte fungieren.

Bei motorischen Einschränkungen unterstützen

Eine Mensch-Roboter-Kollaboration gilt auch als geeignetes Assistenzmedium für eine aufgrund des demografischen Wandels zunehmend älter werdende Mitarbeiterschaft sowie für inklusive Arbeitsplätze. Cobot-Anwendungen können Menschen mit motorischen Einschränkungen dabei unterstützen, einem Beruf nachzugehen oder am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen.

In Elektroberufen denkbar

Dass Roboter bei typischen Aufgaben von Angehörigen von Elektroberufen eng mit dem Menschen zusammenarbeiten, ist durchaus denkbar. Der flexible Einsatz von Cobots, etwa beim Dosensenken oder Mauernutfräsen im Innenausbau hätte den großen Vorteil, dass die Maschine sich nicht vor dem entstehenden Staub schützen müsste. Doch Cobots, die solche Aufgaben eigenständig durchführen und ohne Überwachung durch einen Menschen – wodurch dann doch wieder Absaugungen oder Atemschutz notwendig würden –, sind aktuell noch nicht in Sicht.

Chancen und Risiken von Cobots

Verletzungsgefahr

Durch die unmittelbare Nähe zum menschlichen Körper ist bei Cobots per se ein Verletzungsrisiko gegeben. Es hat bereits Unfälle mit kollaborierenden Robotern gegeben, die in seltenen Fällen auch tödlich ausgingen. Vor jedem Einsatz eines kollaborierenden Robotersystems muss eine Gefährdungsbeurteilung stehen, die sich konkret auf den Einsatz und die Aufgaben vor Ort beziehen muss. Die vom Roboterhersteller im Rahmen des Konformitätsbewertungsverfahrens zur CE-Kennzeichnung bereits vorgenommene Risikobeurteilung ist zwar notwendig, um den Cobot in der EU in Verkehr zu bringen, genügt aber nicht den Vorgaben aus dem Arbeitsschutzrecht, die sich an den Arbeitgeber und Unternehmer richten.

Kollisions- und Verletzungsgefahren bestehen sowohl durch Bewegungen des gesamten Roboters als auch durch die Bewegungen oder die Funktionen des Roboterarms bzw. der daran befestigten und aktiven Werkzeuge. So darf ein Greifer nicht versehentlich menschliche Körperteile quetschen oder einklemmen, auch bei Schraubern oder anderen Aufsätzen bestehen Verletzungsrisiken. Die wirkenden Kräfte und Drehmomente der Maschinen erfordern Schutzfunktionen für die Kollegen aus Fleisch und Blut.

In einem kollaborierenden Robotersystem werden viele Sensoren notwendig. Denn Position, Geschwindigkeit, Kraft, Druck, Drehmoment usw. des Cobots müssen ständig überwacht werden. Festgelegte und an der Weichheit, Elastizität und Schmerzempfindlichkeit des menschlichen Körpers ausgerichtete biomechanische Grenzwerte darf der Roboter in keinem Fall überschreiten.

Vier elementare Schutzprinzipien

Der Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (VDE) nennt die vier wichtigsten Schutzprinzipien bei der Mensch-Maschine-Kollaboration, die auf die beiden Teile der Norm DIN EN ISO 10218 zurückgehen:

1. sicherheitsgerichteter überwachter Stillstand/Halt: Der Roboter stoppt, sowie der Kollege Mensch sich im gemeinsamen Arbeitsraum befindet oder den Arbeitsraum betritt, und fährt weiter, wenn der Mitarbeiter den gemeinsamen Arbeitsraum wieder verlassen hat. Dazu muss der Raum mit Sensoren überwacht werden.
2. Handführung: Der Mensch steuert die Roboterbewegung aktiv mit geeigneter Ausrüstung über externe Sensoren bei sicherer reduzierter Geschwindigkeit. Dazu kommen Schutzeinrichtungen wie Zustimmungstaster und Not-Halt.
3. Leistungs- und Kraftbegrenzung: Die Kontaktkräfte und die Geschwindigkeiten des Cobots werden technisch auf ein – für den Menschen – ungefährliches Maß begrenzt.
4. Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung: Der Kontakt zwischen Mensch und bewegten Roboterteilen innerhalb des Kollaborationsraums wird verhindert, indem der Cobot durch eine sicher reduzierte Geschwindigkeit und sicher überwachte Position stets einen definierten Sicherheitsabstand zum Menschen einhält. Dazu müssen die Abstände, die Fahrwege des Roboters und die Arbeitsgeschwindigkeit des

Menschen permanent überwacht werden. Bei Gefahr stoppt der Roboter, wird langsamer oder wählt einen anderen Weg.

Neben diesen Sicherheitsprinzipien tragen auch Design und Bauweise von Cobots dazu bei, Verletzungsrisiken zu entschärfen. Die Oberflächen sind oft abgerundet und weisen weder scharfe Kanten noch Spitzen oder Scherkanten auf, auch können sie mit weichen Materialien überzogen werden. Der verletzungssichere Cobot entsteht somit konstruktiv durch das Design wie auch durch die steuerungstechnischen Maßnahmen.

Hacker und Datenschutz

Nicht auszuschließen ist das Risiko, dass ein Hacker versucht, die Kontrolle über einen Cobot zu übernehmen, und Sicherheitsfunktionen außer Kraft setzt. Der Schutz der Roboterprogrammierung vor Manipulationen aus dem Netz spielt daher auch in der Normung eine wichtige Rolle.

Datenschutzrelevant kann der Einsatz von Cobots werden, wenn durch eine enge Zusammenarbeit mit menschlichen Beschäftigten deren Bewegungs- und Leistungsdaten erfasst und gespeichert werden.

Psychische Auswirkungen

Last but not least darf nicht unterschätzt werden, dass die enge Zusammenarbeit mit dem Kollegen Cobot auch psychische Auswirkungen haben kann. Nicht jeder Mensch kommt gut mit der Situation zurecht, dass er so eng mit einer Maschine zusammenarbeiten soll. Die Akzeptanz für Cobots ist daher individuell unterschiedlich. Dazu können Ängste kommen, durch den (leistungsfähigeren) Kollegen den Arbeitsplatz zu verlieren. Arbeitnehmervereine warnen auch vor Situationen, in denen der Cobot den Arbeitstakt für den menschlichen Kollegen vorgibt. Solche Ängste sind verständlich, aber nicht neu. Sie wurden bereits 1961 geäußert, als Ford mit dem Unimate den ersten Industrieroboter in der Fertigung einsetzte.

Bezug zu anderen Begriffen

Roboteranwendungen gemäß dem Cobot-Konzept fallen unter die [Mensch-Maschine-Interaktionen \(HMC\)](#) und können selbstverständlich auch untereinander Daten austauschen ([M2M](#)). Cobots können auch beim [maschinellen Lernen](#) eingesetzt werden.

Weitere Informationen

Die DGUV Information 209-074 richtet sich an den Roboteranwender und nennt die wichtigsten sicherheitstechnischen Merkmale für Planung, Abnahme, Überwachung und Betrieb von Industrierobotern und Industrieroboteranlagen. Die Anhänge enthalten u.a. Checklisten und Musterdokumente für Betriebsanleitung, Benutzerinformation, Nachweisdokumentation, Einbauerklärung, Montageanleitung und EG-Konformitätserklärung sowie eine beispielhafte Risikobeurteilung für eine Roboteranlage.

Unter www.cobotplaner.de stellt die Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM) gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF (Fraunhofer IFF) ein kostenfreies Online-Tool zur Verfügung. Es kann dazu genutzt werden, sichere Anwendungen einer Mensch-Roboter-Kollaboration einfach und schnell zu planen.

Neben den grundlegenden Normen zur funktionalen Sicherheit von Maschinen und deren elektrischen oder elektronischen Systemen, die auch ein Cobot erfüllen muss, werden weitere spezifischere Normen relevant.

- Die Teile 1 und 2 der DIN EN ISO 10218 legen die Anforderungen an eine inhärent sichere Konstruktion, die Schutzmaßnahmen und die Benutzerinformation für Industrieroboter fest.
- Die ISO/TS 15066 befasst sich ergänzend speziell mit den Anforderungen und Anleitungen zum Betrieb von kollaborierenden Industrierobotern.
- Die VDE-Anwendungsregel VDE-AR-E 2802-10-1 beschreibt den Zusammenhang zwischen funktionaler Sicherheit und Informationssicherheit am Beispiel der Industrieautomation.
- Der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) hat im Februar 2022 gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV einen „Leitfaden für die Integration einer Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK)“ veröffentlicht.

Quellen und Dokumente im Volltitel

- DGUV Information 209-074: Industrieroboter
- VDMA und IGCV: Leitfaden für den ortsflexiblen Einsatz von kollaborativen Robotern
- DIN EN ISO 10218-1: Industrieroboter – Sicherheitsanforderungen – Teil 1: Roboter
- DIN EN ISO 10218-2: Industrieroboter – Sicherheitsanforderungen – Teil 2: Robotersysteme und Integration
- EN ISO 13482:2014: Roboter und Robotikgeräte – Sicherheitsanforderungen für persönliche Assistenzroboter
- DIN ISO/TS 15066: Roboter und Robotikgeräte – Kollaborierende Roboter
- VDE-AR-E 2802-10-1: Zusammenhang zwischen funktionaler Sicherheit und Informationssicherheit am Beispiel der Industrieautomation