



### Erfolgreich mit dem Kollegen Roboter

Mensch-Roboter-Kooperationen reibungsarm im Unternehmen einführen

**13.09.2021** | Prof. Dr. Markus Glück lehrt seit dem Sommersemester 2021 an der Hochschule Aalen im Studienbereich Mechatronik als Professor für Automatisierung und Robotik in der Fertigungstechnik. Im Interview spricht er über Vor- und Nachteile, Mehrwert sowie Chancen von Mensch-Roboter-Kooperationen.

### **Die Zukunft der Arbeit, die Fortschritte der Robotik und der Künstlichen Intelligenz sowie die Digitale Transformation sind gegenwärtig in aller Munde. Zurecht?**

Die Zukunft der Arbeit sorgt unter dem Druck massiver Veränderungen in der Tat derzeit für eine Menge Diskussionsstoff: Roboter ziehen in Werkshallen ein, Digitalisierung und Vernetzung führen zu ersten smarten, teilweise autonom agierenden Produktionslinien und neuen Services. Die Mobilität wandelt sich grundlegend von der Verbrennertechnologie zur Elektromobilität und es besteht maßgeblicher Handlungsbedarf zur Erreichung von Klimaneutralitäts- und Nachhaltigkeitszielen. Selten war die Kluft zwischen Hoffnungen und Ängsten so groß. Fragen über die Folgen des Einsatzes von Künstlicher Intelligenz und die Gestaltung der zukünftigen Mensch-Maschine-Interaktion bestimmen die Debatten. Dabei ist klar, dass wir alle eine Zukunft anstreben, in der der Mensch den Fortschritt lenkt und beherrscht; nicht umgekehrt.

### **Steht also die Arbeitswelt vor einem Wendepunkt?**

Die Arbeitswelt steht zweifellos an einem Wendepunkt, insbesondere in der industriellen Produktion. Schon bald werden an vielen Stellen Roboter im Einsatz sein, die Worker unmittelbar, also ohne den bislang üblichen Schutzzaun, bei der Erfüllung ihrer Aufgaben unterstützen. Aus dem bislang üblichen Nebeneinander von Menschen und Robotern hinter Zäunen wird ein unmittelbares Miteinander von Menschen und Robotern mehr und mehr in den Werkshallen zum Einsatz kommen. Die Mensch-Roboter-Kooperation (MRK) ist zweifellos eine der tragenden Säule der Arbeitswelt 4.0. Sie führt die Stärken von Menschen und Robotern synergetisch zusammen und ermöglicht eine erheblich flexiblere Produktion.

### **Kommt jetzt der Kollege Roboter?**

Roboter sind aus der industriellen Fertigung heute nicht mehr wegzudenken. Bisher agieren die leistungsfähigen Automaten in den meisten Fällen abgeschirmt hinter schützenden Gittern. Doch das ändert sich gerade mit hohem Tempo. Die Fabrikhallen werden von einer neuen Generation an kollaborativen Leichtbaurobotern, die - oft auch als „Cobots“ bezeichnet - deutlich kleiner, schneller und flexibler sind als ihre Vorgänger. Aktuell entstehen ganz neue anwendungsorientierte Ökosysteme. Die Leichtbaurobotik wird vom Engagement vielfältigster aktiver Startups in ganz neue Richtungen gelenkt. Die Robotikbranche gewöhnt sich an neue innovative Akteure. Mit der

MRK steht eine neue Generation von Robotern zur Verfügung, die nicht nur „niedere“ Arbeiten verrichten, sondern vielmehr direkt am Arbeitsplatz die Menschen unterstützen und diese von monotonen, sich wiederholenden, körperlich und psychisch belastenden Arbeitsschritten entlasten. Darüber hinaus sind die neuen Produktionshelfer teilweise mobil einsetzbar und können wechselnde Aufgaben übernehmen. So können sie beispielsweise am Fließband aushelfen und die dort eingesetzten Werker unterstützen oder die Aufgaben eines erkrankten Kollegen kurzfristig übernehmen.

### **Wie kann man sich die Mensch-Roboter-Kooperation konkret vorstellen?**

Menschen und Roboter werden sich immer häufiger ihren Arbeitsplatz teilen und täglich neue Formen der Interaktion zwischen Mensch und Maschine erleben: Von der unmittelbaren Zusammenarbeit im Prozess, bei dem beispielsweise der Roboter sein Verhalten individuell an unterschiedliche Bediener anpasst, bis hin zu ganz neuen Formen der Interaktion, bei denen ein Roboter wesentliche Bearbeitungsschritte übernimmt und an den Menschen anstatt der Mitarbeit im Prozess verstärkt Funktionen der Überwachung, Qualitätskontrolle sowie unmittelbare Eingriffe zur Beseitigung von Störungen des Routineablaufs übertragen werden.

### **Wo liegen denn die Stärken des Roboters? Wo die Stärken des Menschen?**

Auf einen Nenner gebracht: Robotern fällt leicht, was Menschen schwerfällt und umgekehrt. Roboter können viele Dinge, die für Menschen eine Qual sind. Beispielsweise das Anheben und wiederholgenaue Ablegen größerer Lasten oder das millimetergenaue Setzen unzähliger Schweißpunkte im Karosseriebau. Ihre Stärke liegt in der zuverlässigen Wiederholung von Routinetätigkeiten. Diese führen sie mit deutlich höherer Geschwindigkeit und Präzision aus als menschlichen Kollegen. Wenn nötig, bringen sie weit höhere Kräfte wiederholgenau auf, arbeiten ermüdungsfrei und liefern 24 Stunden am Tag eine konsistente Qualität ab.

Menschen dagegen sind mit ihren kognitiven Fähigkeiten einzigartig, etwa mit ihrem Verständnis der Aufgabe. Sie nehmen auch unerwartete Ereignisse und Zusammenhänge wahr und reagieren situationsgerecht ohne vorangehende Programmierung. Menschen können sich an ihr Arbeitsumfeld und die aktuelle Arbeitssituation auf einzigartige Weise flexibel anpassen. Sie sind in der Lage, Probleme schnell zu lösen, spontan einzugreifen und zu improvisieren. Sie beherrschen wechselnde Arbeitssituationen, auf die sie nicht zuerst programmiert werden müssen. Dafür arbeiten sie in der Regel langsamer und weniger wiederholgenau als ihre Maschinenkollegen. Ihr Arbeitstag und Arbeitseinsatz ist limitiert.

### **Wie kann man sich den derzeitigen Umsetzungsstand der Mensch-Roboter-Kooperation in der industriellen Praxis vorstellen?**

Zahlreiche Betriebe haben die ersten MRK-Pilotanwendungen in Betrieb genommen. Weitere sind intensiv dabei, sich Gedanken zu machen, wie man die MRK-Technologie in den vorhandenen Produktionslinien nutzbringend einführen kann und wie man die



hiervon betroffenen Mitarbeiter in die neue Welt mitnehmen kann. Wer erstmals eine MRK-Lösung im Unternehmen einführt, wird feststellen, dass der Veränderungsprozess durchaus zeitintensiv ist und nicht stressfrei erfolgt. Da umfangreiche Fragen der Betriebs- und Arbeitssicherheit zu klären sind, ist es ratsam, sorgfältig und wohlüberlegt vorzugehen, sowohl die betroffenen Mitarbeiter als auch den Betriebsrat frühzeitig mit einzubeziehen. Das gilt auch für die Verantwortlichen im Bereich Arbeitssicherheit, die von Beginn an in jedes MRK-Einführungsteam integriert und bei der Auswahl sowie bei der Konzeption der MRK-Arbeitsplätze einbezogen werden sollten.

## **Entscheidet der Faktor Mensch über den Erfolg von MRK-Projekten?**

Roboter, die gemeinsam mit den Werkern in einem gleichen Arbeitsumfeld tätig sein sollen, müssen als „maschinelle Kollegen“ Akzeptanz finden. Über den Erfolg oder Misserfolg einer MRK-Technologie entscheidet nicht allein die technische Umsetzung, sondern vor allem der Faktor Mensch. Neben technologischem Know-how sind Geduld, Fingerspitzengefühl und Respekt vor den oft auch unausgesprochenen Unsicherheiten und Ängsten der Mitarbeiter erforderlich. Insbesondere der Erstkontakt mit dem Roboter und die Einsatzbedingungen haben wesentlichen Einfluss. Dabei zählen vor allem das Aussehen des Roboters und das Sicherheitsempfinden der Nutzer. So sollten in der Phase des Erstkontakts möglichst kurze, langsame, vorhersehbare Roboterbewegungen und sanfte Bewegungsabläufe verwendet werden, die sowohl vom Menschen beobachtet als auch nachvollzogen werden können. Auch die wahrnehmbaren Geräusche sind von elementarer Bedeutung. Ein gesicherter Blick auf das Geschehen mit der Möglichkeit, sich schnell zurückziehen zu können, wirkt Wunder. Werker müssen sich Schritt für Schritt mit dem neuartigen System anfreunden können und im praktischen Erleben lernen, dass sie die Arbeitsprozesse beherrschen, die Abläufe bestimmen und sich auf die Funktion der Sicherheitssysteme verlassen können. Ganz wichtig ist: Der Mensch gibt den Takt vor. Er darf nicht vom Roboter getrieben, gegängelt und von Fehlersignalen genervt werden. Und selbstverständlich gilt es, jede Kollision zu vermeiden.

## **Kann Mensch-Roboter-Kooperation eine Lösung für den demographischen Wandel sein?**

MRK ist mit Sicherheit ein wesentliches Element zur Gestaltung des demographischen Wandels und zur Überwindung des Fachkräftemangels. Sie dient zweifellos dem verantwortungsbewussten Erhalt der Leistungsfähigkeit alternder Belegschaften. Bis zum Jahr 2025 verdoppelt sich die Zahl der Menschen an den Produktionslinien, die älter als 55 Jahre sind. Etwa 700.000 Produktionsmitarbeiter werden sogar in den wohlverordneten Ruhestand gehen. Ein Ersatz durch jüngere Fachkräfte wird immer schwieriger.

## **Sind Roboter denn nun „Job-Killer“? Oder sichern sie unsere Arbeitsplätze?**

In den 1980er Jahren gab es massive Proteste, damals gegen den Robotereinsatz in



den Automobilfabriken. Pressen, Schweißen, Karosseriebau, Lackieren, Teiletransport und vieles mehr haben dann in der Tat Maschinen und Roboter übernommen. Viele Menschen mussten sich eine andere Arbeit suchen. Weggefallen sind vor allem gefährliche, schwere und monotone Arbeiten. Doch der Ruf eines „Job-Killers“ haftet Robotern zu Unrecht an. Hierfür sprechen ein paar interessante Fakten: In Deutschland verzeichnen wir seit vielen Jahren die höchste Anzahl an sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. Die Produktionsstandorte gelten als gesichert. Dank des verstärkten Robotereinsatzes verlieren beispielsweise Produktionsverlagerungen in Niedriglohnländer ihre Attraktivität. Dies gilt beispielsweise ganz besonders für China, wo die Lohnkosten pro Jahr um ca. 15 % steigen und die Fertigungsstandorte unter immenser Mitarbeiterfluktuation leiden. Die Roboterichte in Deutschland ist nach Angaben der International Federation of Robotics (IFRS) mit aktuell 348 Systemen je 10.000 Erwerbstätigen noch ausbaubar. Zudem ist der Robotereinsatz heute in der Hauptsache auf wenige Branchen der Elektronik-, Automobil- und Automobilzuliefererindustrie beschränkt. Erst in den letzten ein bis zwei Jahren hat der Mittelstand die Chancen eines Robotereinsatzes für sich erkannt und erste Pilotprojekte gestartet.

## **Welche Rolle spielt die Maschinensicherheit im Umfeld der Robotik?**

Durch die stärkere Einbindung von Robotern in den Produktionsprozess, die sich bis hin zum unmittelbaren Miteinander von Mensch und Roboter erstreckt, steigt aber auch das Gefahrenpotential für Bediener, Service- und Instandhaltungspersonal. Um ein sicheres Arbeiten für diesen Personenkreis zu ermöglichen, unterliegen die Konstruktion MRK-fähiger Robotern und die Konzeption von MRK-Montagearbeitsplätzen einer Vielzahl an Richtlinien und Normen. Sicherheit geht immer vor. Es muss zum Beispiel sichergestellt sein, dass die kraftvollen Gehilfen ihren menschlichen Kollegen nicht gefährlich werden oder sie gar verletzen. Voraussetzungen dafür sind unter anderem eine leistungsfähige Umgebungserkennung, kurze Reaktionszeiten sowie eine hohe Intelligenz der Steuerungssysteme, um die Gefahren für Mensch und Maschine auf ein Minimum zu reduzieren, ohne die Produktionseinrichtungen in ihrer Funktion und Bedienbarkeit mehr als erforderlich zu beschränken.

## **Welche Rolle kommt den Normierungsstellen und Dachverbänden im Zusammenhang mit der Mensch-Roboter-Kooperation zu?**

Mehrere Arbeitskreise haben sich schon vor Jahren an die Arbeit gemacht, ein gemeinsames Verständnis zur Mensch-Roboter-Kooperation zu entwickeln, den erforderlichen Normierungsbedarf zu identifizieren und Lösungsansätze für die Anwendung der MRK in der betrieblichen Praxis zu entwickeln. Vor allem von den führenden Branchenverbänden der Automatisierungstechnik VDMA, ZVEI und Bitkom sowie von den Berufsgenossenschaften werden konkrete Einführungshilfen angeboten und die verschiedenen Normungsaktivitäten aktiv begleitet. Diese Normen gelten weltweit.

## **Gibt es hilfreiche Handreichungen?**



Das Positionspapier „Sicherheit bei der Mensch-Roboter-Kollaboration“ beispielsweise, welches der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbauer e. V. (VDMA) in Zusammenarbeit mit der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Montage, Handhabung und Industrierobotik (MHI) veröffentlicht hat, liefert konkrete Lösungsansätze zu MRK. Eine umfassende Themendokumentation zur MRK ist im Internet auf diversen Arbeitsschutzplattformen zu finden. Auch die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV) hat wesentliche Schritte auf dem Weg zur erfolgreichen Umsetzung der MRK in frei über das Internet zur Verfügung stehenden Statuspublikationen und Handreichungen offengelegt. Informationen über Sicherheitsanforderungen in Zusammenhang mit MRK wurden von der Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM) in ihrer DGUV Information 209-074 zusammengefasst, die ebenfalls frei zum Download angeboten wird. Damit die Verwendung von kollaborierenden Robotersystemen und die vorangehende BG-Zulassung zum Erfolg und nicht zum Risiko wird, sind bei der BGHM eine Checkliste und weitere Fachinformationen zusammengestellt. So liefert beispielsweise die DGUV-Information „Kollaborierende Robotersysteme – Planung von Anlagen mit der Funktion Leistungs- und Kraftbegrenzung“ wesentliche Grundlagen.

## **Worauf muss man speziell bei der Beschaffung des Roboters achten?**

Roboter, die in einem gemeinsamen Arbeitsbereich mit einem Werker interagieren, müssen weit mehr Anforderungen an die Sicherheit und Sicherheitstechnik erfüllen als Roboter, bei denen während der Produktion keine unmittelbare Interaktion von Roboter und Werker stattfindet. Mit der Beschaffung eines Roboters alleine ist es nicht getan. Ein MRK-fähiger Roboter muss ruhig fahren, Kollisionen feinfühlig erkennen und sollte für ein intelligentes Teamwork mit dem Menschen kraftgeregelt und sicher agieren. Leichtbaumaterialien haben den Vorteil, dass die bewegte Masse des Arms sinkt und damit der Kollisionsimpuls verringert wird. Sämtliche Steuerungselemente und Antriebsregelungen sind in sicherer Technik Performance-Level d (PL d) mit Strukturkategorie 3 (Kat. 3) auszuführen. Der Roboter sollte zum einen möglichst platzsparend aufgebaut sein, zum anderen möglichst flexibel agieren können, um bei Bedarf Störkonturen im Arbeitsbereich zu umfahren. Da nicht jeder Werker über Programmierkenntnisse verfügt, ist es gerade im Hinblick auf die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten in einer Fertigungslinie sinnvoll, dass MRK-Roboter schnell und einfach programmiert und in Betrieb genommen werden können – im Idealfall ohne Programmierkenntnisse des Bedieners (Teaching by Demonstration).

## **Welche Arbeitsplätze eignen sich für den Einsatz kollaborativer Roboter?**

- Anstrengende, eintönige oder schmutzige Arbeiten: Typische Aufgaben also, die bislang kein Produktionsmitarbeiter gerne übernimmt. Durch die Mensch-Roboter-Kollaboration erfahren Werker eine Entlastung und können sich auf hochwertigere Tätigkeiten konzentrieren.
- Konzentrationsintensive und risikoreiche Tätigkeiten: MRK-Systeme entlasten den

Werker, senken das Risiko von Fehlern oder Unfällen und verbessern die Fertigungsqualität.

- Die Beladung von Maschinen: MRK-Systeme schaffen die Grundlage für eine Mehrmaschinenbedienung. Bei Bearbeitungszentren können insbesondere in den Nachtschichten kostengünstig und ressourcenschonend MRK-Systeme eingesetzt werden, ohne die Flexibilität in der Tagschicht einzuschränken. Die Handhabung schwerer Werkstücke und deren Positionierung auf Arbeitstisch bzw. in Einbaulage stellen besondere ergonomische Belastungen dar, die es zu vermeiden gilt.
- Als Alternative zur Vollautomatisierung: Wo eine komplette Automatisierung von Produktions- oder Montagelinien zu teuer oder nur bedingt umsetzbar ist, lassen sich Teilprozesse herauslösen und zwischen Mensch und Roboter aufteilen.
- Zur Nachrüstung von Robotern an bestehenden Produktionsanlagen: Überall dort, wo aus Platzgründen bislang kein Umbau der Maschine und keine Nachrüstung mit trennenden Schutzeinrichtungen oder Zäunen möglich waren.

Generell wichtig ist es, sich zu Beginn einer MRK-Einführung im Unternehmen nicht zu übernehmen. Beginnen Sie mit Aufgaben geringer Komplexität. So können Sie und ihre Mitarbeiter lernen und wachsen. Das schafft Akzeptanz und sichert einen schnellen Umsetzungserfolg. Verheben Sie sich nicht unnötig an zu komplexen Herausforderungen, die Sie automatisieren wollen. Misserfolge und Durststrecken sind vorprogrammiert und gefährden den Erfolg.

**Sie haben an anderer Stelle mehrere Trends angeführt, welche die smarte Produktion von morgen prägen werden. Können Sie dazu ein paar Worte sagen?**

Kleine Stückzahlen und maßgeschneiderte Produkte erfordern ein Maximum an Flexibilität. Deshalb geht man vermehrt dazu über, Produktionsanlagen modular aufzubauen. Weiters werden dank leistungsstarker Vernetzung zunehmend Inline-Messsysteme in den Fertigungslinien Einzug halten. Auch die Themen Sensorfusion - eine gleichzeitige Nutzung mehrerer Datenquellen für noch aussagekräftigere Analysen - und das Edge Computing für eine Erstverarbeitung von Daten möglichst nahe am unmittelbaren Ort des Geschehens gewinnen an Bedeutung. Die digitalen Zwillinge als virtuelles Abbild der realen Welt sind stark im Kommen. Und selbstverständlich zählt der vermehrte Einsatz künstlicher Intelligenz zu den großen Trendthemen der digitalen Transformation. Aber ähnlich wie beim Thema Industrie 4.0 gilt auch in Sachen KI: Wir sprechen in diesem Zusammenhang in Wahrheit eher von einer Evolution als von einer echten Revolution.