

Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK)

Bei der MRK interagieren Roboter ohne Schutzzaun direkt mit dem Menschen – daraus ergeben sich neue Potenziale zur Gestaltung von Arbeit. Voraussetzung hierfür sind besondere sicherheitstechnische Vorkehrungen: Dazu zählen eine verletzungsminimierend gestaltete Hardware (weiche Kanten und Rundungen, gegebenenfalls Schaumstoffüberzüge etc.), eine intelligente Software zur Steuerung des Roboters (beispielsweise begrenzte Geschwindigkeiten, Beschleunigung und Nutzlasten sowie menschenähnlich gestaltete Bewegungsabläufe) oder die Motormomentenüberwachung zur Erkennung von (unbeabsichtigten) Berührungen mit Menschen in Verbindung mit intelligenten Ausweichbewegungen.

Menschen und Roboter können in einem Raum unterschiedlich kombiniert arbeiten – möglich ist dies in einer durch Schutzzaun getrennten Anordnung, einer koexistenten Anordnung neben einem menschlichen Arbeitsplatz und in kooperativer gemeinsamer Arbeit. Diese reicht bis hin zur Kollaboration, bei der Berührungen zwischen Roboter und Mensch nicht nur möglich, sondern im Rahmen des Arbeitsprozesses,

wenn Roboter dem Menschen assistieren, gewünscht sind. Abb. 1 zeigt mögliche Formen der Arbeitsgestaltung für Mensch und Roboter.

Arbeitsinhalte werden sinnvoll aufgeteilt, etwa indem der Roboter monotone oder ergonomisch ungünstige Arbeitsschritte (wie zum Beispiel das Heben und Tragen schwerer Lasten) übernimmt und der Mensch sich auf Arbeiten konzentriert, in denen er dem Roboter überlegen ist – beispielsweise komplexe Fügevorgänge oder flexible Arbeitsschritte. Dadurch werden die Stärken des Menschen – hierzu zählen Intuition, Flexibilität, Entscheidungsfähigkeit und Urteilsvermögen – mit den Vorteilen des Roboters kombiniert – dazu gehören ausdauernde, reproduzierbare und präzise Bewegungen. Die assistierende Unterstützung des Menschen durch den Roboter zur Verbesserung der Arbeitsergonomie ist ein wesentlicher Grund, warum sich Betriebe mit dem Thema MRK beschäftigen. Arbeitsabläufe lassen sich effektiver gestalten, wodurch auch Möglichkeiten zur Verbesserung von Produktivität und Qualität manueller Arbeitsplätze genutzt werden, welche für eine vollumfängliche Automatisierung nicht geeignet sind. MRK werden dort eingesetzt, wo ein hoher Anteil manueller Arbeit zu leisten ist und dennoch eine ausreichende Mindeststück-



Marc-André Weber
Institut für angewandte
Arbeitswissenschaft (ifaa)

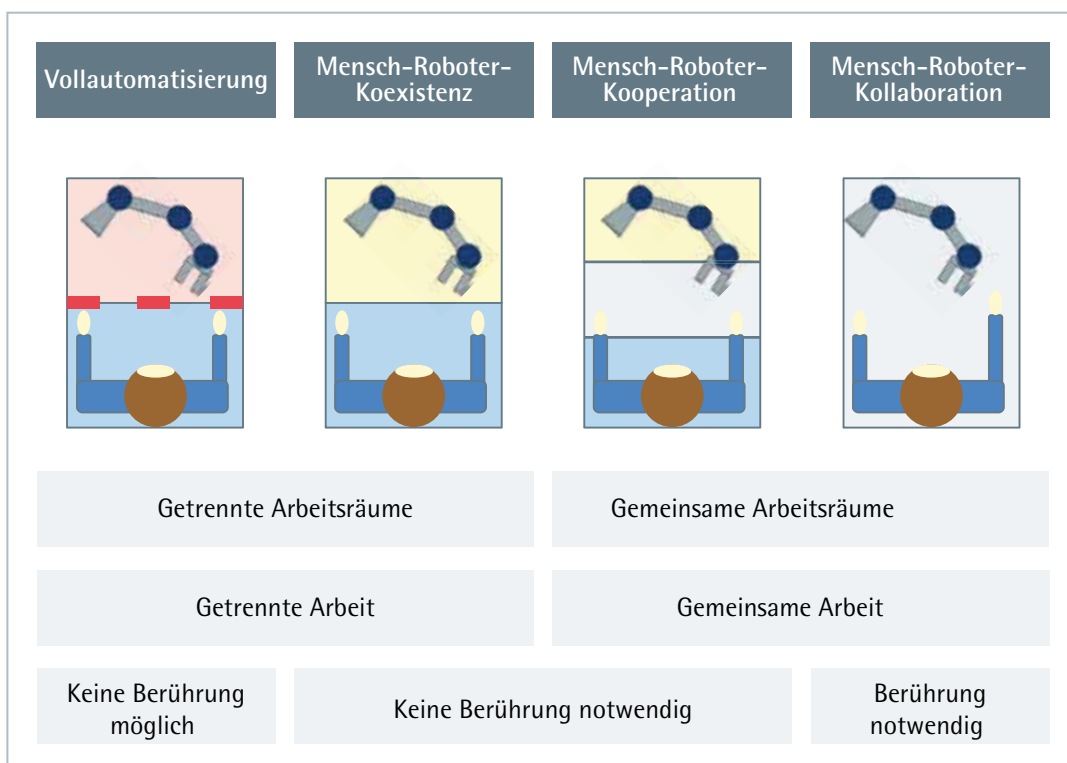


Abb. 1: Mögliche Gestaltung von Roboter-Arbeitsplätzen (in Anlehnung an Otto und Zunke 2015)

Literatur

ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V. (2017) Mensch-Roboter-Kollaboration; Zahlen, Daten, Fakten. https://www.arbeitswissenschaft.net/fileadmin/user_upload/Downloads/Factsheet_MRK_6.pdf.

KUKA (2016) Sensitives Fügen von Kegeln in der Mensch-Roboter-Kollaboration-Betrieb (MRK). <https://www.youtube.com/watch?v=OxNC8yvsZ6s>

Marvel JA, Falco J, Marstio I (2015) Characterizing task-based human-robot collaboration safety in manufacturing. IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics: Systems 45:260-275.

Matthias B, Ding H (2013) Die Zukunft der Mensch-Roboter Kollaboration in der industriellen Montage Internationales Forum Mechatronik.

Otto M, Zunke R (2015) Einsatzmöglichkeiten von Mensch-Roboter-Kooperationen und sensitiven Automatisierungslösungen: Zukunft der Arbeit – die neuen Roboter kommen. KUKA. http://www.blog-zukunft-der-arbeit.de/wp-content/uploads/2015/03/03_2015-11-25_IGMetall_Robotik-Fachtagung_OttoZunke.pdf.

Stowasser S (2017) Ergonomie beim Einsatz von kollaborativen Robotern. Sicherheitsingenieur:24-27.

Autoren-Kontakt

Dr. rer. pol.
Marc-André Weber
Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (ifaa)
Tel.: +49 211 542263-36
E-Mail:
m.weber@ifaa-mail.de

Zahlen | Daten | Fakten ifaa
1. März 2017

Mensch-Roboter-Kollaboration

Die Nutzung bietet sich außerdem dort an, wo eine flexible Skalierbarkeit des Automatisierungsgrads einer Fertigung gewünscht ist, bspw. zur flexiblen Anfertigung von Kapazitätsspitzen (je nach zu fertigender Stückzahl und Personalverfügbarkeit; täglich sowie über den gesamten Produktlebenszyklus).

Aktuelle Verbreitung und zukünftige Entwicklung (Literatur)
Industriell genutzte Roboter haben in den vergangenen Jahrzehnten eine Entwicklung durchlaufen, die mit starrer Automation und dem Einsatz sensibler Steuerung begann. Sie hat sich weiterentwickelt bis hin zu heute gebräuchlichen mobilen Lösungen sowie zur Mensch-Roboter-Kollaboration, bei welcher der Roboter begrenzte kognitive Fähigkeiten besitzt, bzw. andere erkennt, wie stark der Kontakt mit Hindernissen ausgefallen ist und ob er seine Tätigkeit unterbrechen oder ganz stoppen muss.

Entwicklung industriell genutzter Roboter

Phase	Charakteristika
1	Roboter-isolierte Automaten
2	Sensitivere und sichere Roboter-isolierte Automaten
3	Maisch, sensitive und sichere Roboter-isolierte Automaten
4	Kooperative, sensitive und sichere Roboter-isolierte Automaten

Aktuelle Verbreitung

- Nutzung von MRK erfolgt bereits vor allem bei Auto- und Maschinenbauern
- Einsatz von MRK erfolgt auch in anderen Branchen, bspw. kommen in Japan Pflegeroboter zum Handling pflegebedürftiger Menschen zum Einsatz, teilweise sogar zur voluminösen Körperwäsche. (Deutsche Wirtschafts Nachrichten, 2015)

Zukünftige Entwicklung

- Für MRK wird ein großes Wachstum bis 2018 erwartet (bei 15 % jährlichem Wachstum für Industrieroboter allgemein). (World Robotics, 2015, IFR, 2015)

Abb. 2: Ausführlicher wird MRK in dieser Publikation des ifaa behandelt. Diese finden Sie hier zum Download: bit.ly/2n9sY09

zahl gefertigt wird, welche die Anschaffung und Programmierung eines kollaborierenden Roboters rechtfertigt (Matthias und Ding 2013).

Beispielhaft setzt ein großer deutscher Automobilhersteller kollaborierende Roboter ein, um Getriebekomponenten zu montieren. Die MRK wurden nachträglich in bestehende Montagelinien eingebaut – seitdem übernehmen sie das präzise Einsetzen von mehreren Kilogramm schweren Zahnrädern. Die Mitarbeiter setzen zunächst mehrere Kleinteile wie beispielsweise Kugellager in eine Gehäuseschale ein, dann setzt der kollaborierende Roboter das Zahnrad ein. Zuletzt montieren die Mitarbeiter noch die fehlenden Gehäuseteile. Durch MRK ist sichergestellt, dass einerseits schwere Komponenten nicht durch die Menschen gehoben werden müssen und andererseits die Zahnräder präzise eingesetzt werden (ein Video findet sich unter KUKA 2016).

Sicherheitsaspekte spielen in der Gestaltung von MRK-Arbeitsplätzen auch aus prozessorientierter Sicht eine wichtige Rolle, wenn es um eine sinnvolle Aufteilung der Aufgaben zwischen Mensch und Roboter geht (Marvel et al. 2015). Arbeitsorganisatorisch ist die Sicherheit und Gesundheit des Menschen im Rahmen der Arbeitsplatzgestaltung zu gewährleisten, und zwar unter Beachtung aller relevanten Gesetze und Normen (Stowasser 2017). Generell gilt, dass konkrete Sicher-

heitsaspekte für alle Werkzeug- und Werkstückkombinationen individualisiert zu prüfen sind. Dabei gibt es eine Vielfalt zu beachtender Hinweise und Regelungen (siehe auch VDMA Robotik + Automation 2016): Die ISO/TS 15066 nennt Sicherheitsanforderungen speziell für kollaborative industrielle Robotersysteme und deren Arbeitsumfeld. Ergänzend sind anzuwenden: Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, EN ISO 10218 Teil 1 und Teil 2, EN ISO 12100 und EN ISO 14121 sowie EN ISO 13849, EN ISO 13855, außerdem die Unfallverhütungsverordnung (BGV A1), die Technischen Regeln für Betriebssicherheit TRBS 1201, die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) sowie VDE 0105-100.

Eine anwenderorientierte Übersicht zu wesentlichen Merkmalen zum Thema MRK findet sich in ifaa 2017. ■