

# **Zukunftsorientierte Arbeitsplatzgestaltung unter Anwendung der Mensch-Roboter-Kooperation – Ergebnisse einer qualitativen Studie**

Jenny DACHWITZ

*Volkswagen AG, Wolfsburg*

**Kurzfassung:** Untersuchungen zeigen, dass sich mit zunehmendem Alter das Leistungsspektrum der Mitarbeiter aufgrund der vermehrten Tätigkeitseinschränkungen verändert. Insgesamt stellen Belastungen vorwiegend körperlicher Arbeit und ihre Auswirkungen weiterhin ein großes Problemfeld dar. Einen Handlungsansatz dafür bietet die Mensch-Roboter-Kooperation, in der die Stärken von Mensch und Maschine bei der Aufgabenausführung kombiniert werden, um vorhandene Tätigkeitseinschränkungen zu kompensieren. Bisher fehlen jedoch Auswahlkriterien für einen Ergonomie optimierenden Einsatz von MRK-Anwendungen. Um solche validen Kriterien zu definieren, wurden Experteninterviews und eine Gruppendiskussion durchgeführt. Im Ergebnis werden Entscheidungskriterien definiert, welche die potenziellen Einsatzgebiete für die kooperierende Robotertechnik aufdecken.

**Schlüsselwörter:** Mensch-Roboter-Kooperation, Arbeitsplatzgestaltung, Ergonomie, Tätigkeitseinschränkungen

## **1. Einführung**

Die zunehmende Alterung der erwerbstätigen Bevölkerung hat eine individuelle Einschränkung der physischen Leistungsfähigkeit zur Folge. Insgesamt stellen Belastungen vorwiegend körperlicher Arbeit und ihre Auswirkungen weiterhin ein großes Problemfeld für produzierende Betriebe sowie für die Mitarbeiter selbst dar (Lawaczek 2001). Dies verdeutlicht den Handlungsbedarf einer zukunftsorientierten Arbeitsplatzgestaltung. Einen Lösungsansatz dafür bietet die Mensch-Roboter-Kooperation (MRK), in der die spezifischen Stärken von Mensch und Maschine bei der Aufgabenausführung kombiniert werden, um vorhandene Leistungseinschränkungen zu kompensieren.

## **2. Grundlagen**

Im Hinblick auf die beschriebene Problematik spielt die ergonomische Arbeitsplatzgestaltung eine entscheidende Rolle, um den Erhalt der Arbeitsfähigkeit der Mitarbeiter bis zum Rentenalter zu fördern. Bezogen auf die Automobilproduktion ist dabei Produktionsergonomie für die Mitarbeiter von besonderer Relevanz, aufgrund der Fokussierung auf die „humane und wirtschaftliche Gestaltung menschlicher Arbeit in der Fertigung und Montage“ (Schlick et al. 2010, S. 1132). Vor dem Hintergrund eines steigenden Kostendrucks, hervorgerufen insbesondere durch den globalen Wettbewerb und den demografischen Wandel, lässt sich eine

wirtschaftliche Produktion lediglich durch eine effektive und effiziente Nutzung der „Ressourcen“ des Menschen realisieren (ebd.).

Ein Handlungsansatz zum Erhalt der Erwerbstätigkeit älterer bzw. leistungseingeschränkter Mitarbeiter besteht darin, das Arbeitssystem so umzugestalten, dass durch den Einsatz robotergestützter Assistenzsysteme die Leistungseinschränkungen der Mitarbeiter kompensiert und ergonomisch kritische Arbeitstätigkeiten durch den assistierenden Roboter übernommen werden können.

Neueste Entwicklungen innovativer Technologien und Komponenten aus den Bereichen Mechanik, Sensorik und Software ermöglichen den Einsatz assistierender Handhabungssysteme, mit denen der Mensch in physischer Kooperation arbeitet (Helm & Meyer 2005). Diese Innovation birgt zum einen geringen Kostenaufwand sowie eine Ergonomieverbesserung des Arbeitsplatzes durch die Kombination der spezifischen Stärken von Mensch und Maschine bei der Aufgabenausführung. Weiterhin wird die Effizienz durch die parallele und interaktive Aufgabenausführung bei der MRK gesteigert. Zum anderen ist die Flexibilität und Adaption bzgl. des Einsatzortes der Handhabungstechnik, Kapazität und der Art und des Umfangs der Aufgabenstellung gegeben (ebd.).

Dennoch sind Roboter im Bereich der Automobilmontage noch sehr wenig verbreitet. Hauptgrund bildet die bislang erforderliche Trennung der Arbeitsräume von Mensch und Roboter, die einen Robotereinsatz als unwirtschaftlich einstufen (MRK-Systeme GmbH 2012). Infolge neuartiger Sicherheitstechnologien entstehen neue Gestaltungsansätze, wie Roboter und Mensch ohne trennende Schutzeinrichtungen im gleichen Arbeitsraum kooperieren können. Der Abstand von Mensch und Roboter wird dabei immer kleiner und kann je nach Sicherheitskonzept bis auf null reduziert werden. Im Zuge dessen sind eine erhebliche Platzersparnis sowie die Entstehung innovativer Kombinationen manueller und automatisierter Arbeitsplätze zu verzeichnen (Spingler & Thiermann 2002).

### **3. Methoden**

Bevor jedoch der kooperierende Roboter in den Arbeitsprozess des Mitarbeiters integriert wird, spielt zunächst das Auswahlverfahren von potenziellen MRK-Arbeitsplätzen eine entscheidende Rolle. Bisher fehlen jedoch Auswahlkriterien für einen Ergonomie optimierenden Einsatz von MRK-Anwendungen. Um solche validen Kriterien zur Auswahl von MRK-Anwendungen zu definieren, wurden Experteninterviews sowie eine Nutzwertanalyse unter Anwendung von Fokusgruppendifkussionen durchgeführt. Im Ergebnis werden Entscheidungskriterien definiert, welche die potenziellen Einsatzgebiete für die kooperierende Robotertechnik aufdecken, die insbesondere ergonomische Vorteile mit sich bringen würden.

#### *3.1 Experteninterviews*

Flick (2000) sieht in diesem Zusammenhang das Experteninterview als eine Ausführung des Leitfadeninterviews, das als Abkürzungsstrategie für Interviews mit unter Zeitdruck stehenden Interviewpartnern herangezogen wird. Mieg und Brunner (2004) ergänzen zudem, dass das Verfahren ebenso dafür anwendbar ist, um bei geeigneten Personen zeiteffektiv das auf deren Erfahrungen basierende Expertenwissen zu erfragen. Folglich verfügen diese Personen, die über das Wissen,

dass sie nicht ausschließlich besitzen, aber im interessierenden Handlungsfeld nicht jedem zugänglich ist und stellen somit im Rahmen des spezifischen Forschungsinteresses einen Experten dar. Demzufolge zielt das Experteninterview auf den Wissensvorsprung dieser Experten gegenüber Nicht-Experten ab (ebd.).

In der vorliegenden Untersuchung wurden Experten unterschiedlicher Fachbereiche (z. B. Gesundheitswesen, Personalwesen, Industrial Engineering, Planung) ausgewählt, die zum einen den ergonomischen Kontext in ihrem Aufgabenbereich verorten sowie zum anderen die Anwendung der MRK im Unternehmen mitgestalten. Unter Anwendung eines Interviewleitfadens wurden 14 Experten hinsichtlich der Themenschwerpunkte Einsatzgebiete der MRK, unergonomische Tätigkeiten in der Montage sowie zum Entwicklungsstand der MRK und Maßnahmen zur Implementierung befragt.

### *3.2 Nutzwertanalyse unter Anwendung von Fokusgruppendifkussionen*

Die Auswahl eines Arbeitsplatzes für den potenziellen Einsatz einer MRK unterliegt einer ausführlichen Analyse des Ist-Zustandes der Fertigungs- sowie Prozessschritte des Arbeitsplatzes. Unterschiedliche Faktoren wie bspw. Wirtschaftlichkeit oder Ergonomie spielen dabei eine wichtige Rolle (Dietz et al. 2015).

Insbesondere im Bereich der Produktionsergonomie liegen definierte Arbeitsplatzkriterien, die für einen MRK-Einsatz sprechen, sowie eine systematische Vorgehensweise zur Generierung der Kriterien, jedoch nicht vor. Demnach ist es erforderlich diese Kriterien zunächst zu identifizieren und unter Berücksichtigung der MRK-Relevanz zu bewerten. Die Festlegung, welche Kriterien den MRK-Einsatz aufzeigen und welche von geringerer Relevanz für diese Thematik sind, führt zu einem Entscheidungsproblem.

Das Instrument der Nutzwertanalyse stellt eine systematische Entscheidungshilfe der Alternativenauswahl anhand der Quantifizierung qualitativer und quantitativer Kriterien dar. Diese Methode ermöglicht die Zuordnung von Zahlenwerten (Nutzwerten) zu nicht monetären Kriterien und damit die Vergleichbarkeit dieser Kriterien (Koppelman 2004). Der Ablauf einer Nutzwertanalyse lässt sich in drei Phasen unterteilen: Konzeptions-, Bewertungs- und Ergebnisphase (Kühnapfel 2014).

Im Rahmen der ersten Phase werden die zu bewertenden Entscheidungsalternativen, d. h. kritischen Tätigkeiten, sowie die Bewertungskriterien festgelegt. In der folgenden Phase erfolgt die Gewichtung der Bewertungskriterien, die folglich zur Bewertung der kritischen Tätigkeiten hinsichtlich ihres Erfüllungsgrades herangezogen werden. Ein Kritikpunkt der Nutzwertanalyse stellt jedoch die Subjektivität bei der Vergabe der Punktwerte zu den einzelnen Kriterien dar (Wolke 2008). Kühnapfel (2014) empfiehlt demnach die Bewertungsphase im Rahmen von Fokusgruppendifkussionen mit ca. 10 Experten durchzuführen, um die Subjektivität in der Bewertung zu verringern. Fokusgruppen zählen zu den qualitative Forschungsmethoden, bei der Diskussionsgruppen, die anhand bestimmter Kriterien zusammengestellt werden, durch einen Informationsinput zur Diskussion über ein bestimmtes Thema angeregt und durch einen Moderator betreut werden (Krüger 1994; Morgan 1997).

Die abschließende Ergebnisphase sieht die Nutzwertberechnung, Sensibilitätsprüfung der Nutzwerte sowie die Dokumentation vor. Unter Berücksichtigung der generierten Nutzwerte lässt sich eine Rangfolge der kritischen

Tätigkeiten hinsichtlich der ergonomischen Verbesserung durch die MRK ableiten und dient letztlich als Entscheidungshilfe beim Einsatz der MRK.

## **4. Ergebnisse**

### *4.1 Ergebnisse aus den Experteninterviews*

Aus den Interviews mit Experten aus den Bereichen Ergonomie und Automatisierung geht hervor, dass die Automobilmontage ein häufig genanntes Einsatzgebiet für kooperierende Robotertechnik darstellt. Besonders die Unterstützung der Mitarbeiter bei der Handhabung schwerer Lasten sowie beim Arbeiten in einer ungünstigen Körperhaltung wird vermehrt genannt.

Ergänzend wird durch die Experten darauf verwiesen, dass besonders im Fahrzeuginnenraum ergonomisch kritische Tätigkeiten anfallen, die technische Umsetzung der neuen Robotertechnik im Fahrzeuginnenraum jedoch aktuell sehr schwierig ist. Zusätzlich wird die Umsetzung der MRK in der Fließfertigung und die damit einhergehende Takteinbindung des Roboters ebenfalls aus technischen und sicherheitsrelevanten Gründen als problematisch bewertet.

Zudem bringen die Experten an, dass sich der Einsatz einer MRK aus ergonomischer Sicht überall dort eignet, wo Belastungen auftreten, die nicht mit den herkömmlichen Hilfsmitteln der ergonomischen Arbeitsplatzgestaltung, z. B. mit klassischen Handhabungsgeräten, zu beseitigen sind. Bezüglich der als ergonomisch kritisch eingeschätzten Tätigkeiten spielen Finger- und Handkräfte, das Anbringen von Clipsen, repetitive Tätigkeiten sowie Verschraubungen und die damit einhergehenden Rückschlagkräfte für den Hand- und Armbereich eine wichtige Rolle. Als besonders unergonomisch wird die Überkopfarbeit, bspw. beim Montieren der Heckklappeninnenverkleidung, eingeordnet.

Im Hinblick auf die Implementierung der MRK ist die Akzeptanz des Roboters für eine erfolgreiche Umsetzung der MRK von besonderer Relevanz. Zur Steigerung der Akzeptanz wird empfohlen, die Mitarbeiter beim Gestaltungsprozess der MRK zu beteiligen. Zudem sollten die Mitarbeiter durch umfassende Informationen und Schulungen auf die Zusammenarbeit mit dem Roboter vorbereitet werden.

Insgesamt wird die MRK als bisher wenig erforschtes Themenfeld eingestuft. Daher ist es nicht überraschend, dass die Experten zum heutigen Zeitpunkt die Auswirkungen der Zusammenarbeit mit dem Roboter für den Mitarbeiter als schwer abschätzbar bezeichnen. Abschließend sind die Experten der Meinung, dass die MRK im Idealfall die Tätigkeiten des Mitarbeiters anreichert, indem er zukünftig mehr kontrollierende und weniger monotone Aufgaben übernimmt. Allerdings halten sie neue psychische Beanspruchungen durch MRK-Anwendungen für nicht ausgeschlossen.

### *4.2 Ergebnisse aus den Fokusgruppeninterviews*

In der ersten Phase der Nutzwertanalyse (Konzeptionsphase) wurden die zu bewertenden Tätigkeiten sowie die dafür benötigten Bewertungskriterien festgelegt und definiert. Die Auswahl der Tätigkeiten bzw. Arbeitsplätze wurde dabei durch die vorliegende Ergonomiebewertung mittels der Methode EAWS (Ergonomic Assessment Worksheet) sowie durch die Ergebnisse der zuvor geführten Experteninterviews gesteuert.

Hierbei diene das Endergebnis der EAWS-Bewertung als erste Orientierung, um in einem zweiten Auswahlschritt die Tätigkeiten zu identifizieren, bei denen der Großteil der EAWS-Punkte in einer bestimmten Belastungskategorie zu verorten ist. Demnach lag der Schwerpunkt der Auswahl der Tätigkeiten für die Nutzwertanalyse nicht auf dem EAWS-Endergebnis (z. B. min. 50 Punkte = „roter“ Arbeitsplatz) sondern auf den Teilergebnissen der Sektionen und demzufolge auf den Belastungsspitzen in den Kategorien Körperhaltung, Lasten, Aktionskräfte und Repetition. Aus dieser Analyse gingen die folgenden fünf Arbeitsplätze aus der Automobilmontage hervor, die in der Fokusgruppendifkussion hinsichtlich der ergonomischen Verbesserung durch eine MRK thematisiert wurden:

- Frontklappe öffnen,
- Leitungsstrang im Motorraum verlegen,
- Seitenverkleidung im Fahrzeuginnenraum anbringen,
- Frontscheibe in Klebeanlage legen und
- Warenkorb auf das Montageband ziehen.

Die Kriterien, die bei der Bewertung der Tätigkeiten in den Fokusgruppendifkussionen herangezogen wurden, lassen sich der folgenden Einteilung zuordnen:

- Kriterien humaner Arbeitsgestaltung (z. B. Zumutbarkeit der Tätigkeit),
- persönlichkeitsförderliche Kriterien (z. B. Ganzheitlichkeit der Aufgabe),
- personalbezogene Kriterien (z. B. Rotationsmöglichkeiten) und
- planungsbezogene Kriterien (z. B. technische Machbarkeit).

Im Rahmen der Bewertungsphase stehen die Gewichtung der Bewertungskriterien sowie die Punktbewertung der Tätigkeiten im Mittelpunkt. Letztes wurde in der vorliegenden Untersuchung mittel Fokusgruppendifkussion ermittelt. Die Gewichtung der Bewertungskriterien durch die Teilnehmer der Fokusgruppendifkussion hat ergeben, dass die größte Priorität bei der Punktbewertung auf den Kriterien humaner Arbeitsgestaltung liegt. Den planerischen Kriterien wurde dabei ein vergleichsweise geringer Stellenwert zugeordnet. Die oben aufgeführten Tätigkeiten in der Automobilmontage wurden folglich unter Berücksichtigung der zuvor gewichteten Bewertungskriterien unter Verwendung des Notensystems der Oberstufe (15-0 Punkte) bewertet. Schließlich lässt sich aus den Gesamtnutzwerten der Tätigkeiten eine Rangfolge ableiten (siehe Tabelle 1).

**Tabelle 1:** Rangfolge der Tätigkeiten nach Gesamtnutzwert (eigene Darstellung)

Rang	Tätigkeiten
1	Seitenverkleidung im Fahrzeuginnenraum anbringen
2	Leitungsstrang im Motorraum verlegen
3	Frontklappe öffnen
4	Frontscheibe in Klebeanlage legen
5	Warenkorb aufziehen

Im Ergebnis zeigt sich, dass bei dem Anbringen der Seitenverkleidung im Fahrzeuginnenraum die MRK das größte Verbesserungspotenzial hinsichtlich der ergonomischen Arbeitsgestaltung auslösen würde. Grund dafür liegt in der sehr hohen Ganzkörperkraft sowie der ungünstigen Körperhaltung während der Ausführung der Tätigkeit. Dennoch heben die Experten diesbezüglich hervor, dass die technische Machbarkeit der MRK im Fahrzeuginnenraum nach heutigem

Entwicklungsstand als sehr aufwendig und die damit einhergehenden Investitionskosten als besonders hoch eingeschätzt werden. Den letzten Rang belegt die Tätigkeit „Warenkorb aufziehen“, begründet durch die Last (400 Kg) des Warenkorbes, den der Mitarbeiter auf das Montageband ziehen muss. Eine MRK-Lösung wird in diesem Zusammenhang als nicht sinnvoll erachtet. In diesem Fall sollte die grundsätzliche Konstruktion des Warenkorbes überdacht sowie die Ausstattung mit einer Vollautomatisierung untersucht werden.

## 5. Fazit

Eine ergonomische und damit altersgerechte Arbeitsgestaltung ist wichtig, um auch in Zukunft mit älteren Beschäftigten gesund und produktiv arbeiten zu können. Mit der MRK besteht die Möglichkeit, dass der Roboter den Mitarbeiter bei schwierigen Montagearbeiten unterstützt und ergonomisch ungünstige Tätigkeiten übernehmen könnte. Die Einsatzgebiete des Roboters in der Zusammenarbeit mit dem Menschen sind vielfältig. Aufgrund der bisher wenig vorhandenen Umsetzungsbeispiele in der Automobilindustrie fehlt jedoch die Erfahrung im Umgang mit dem Roboter und die Auswirkungen auf den Menschen sind schwer einzuschätzen. Dennoch zeigen die qualitativen Untersuchungen, dass es zahlreiche ergonomisch kritische Tätigkeiten gibt, die durch den Einsatz der MRK den Mitarbeiter körperlich entlasten könnten. Hierbei sollte jedoch nicht außer Acht gelassen werden, inwieweit das Produkt optimiert bzw. eine Gestaltungsalternative, wie bspw. die Vollautomatisierung einer Tätigkeit, für die ergonomische Verbesserung des Arbeitsplatzes in Frage kommen würde.

## 6. Literatur

- Dietz, T.; Oberer-Treitz, S. & Kroh, R. (2015). Mensch-Roboter-Kooperation wirtschaftlich einsetzen. Online verfügbar unter: <http://www.maschinenmarkt.vogel.de/mensch-roboter-kooperation-wirtschaftlich-einsetzen-a-497914/> (Zugriff: 10.08.2015 14.00 MEZ).
- Flick, U. (2000). Design und Prozess qualitativer Forschung. In: Flick, U.; von Kardorff, E. & Steinke, I. (Hrsg.), Qualitative Forschung (S. 252-265). Reinbek: Rohwolt Taschenbuch Verlag.
- Helm, E. & Meyer, C. (2005). Assistor – Mensch und Roboter rücken zusammen. Einsatz von sicheren und einfach bedienbaren Assistenzrobotern im Produktionsalltag. Wt Werkstattstechnik online (95), 9, S. 677-683.
- Koppelman, U. (Hrsg.) (2004). Beschaffungsmarketing. Berlin: Springer.
- Krüger, R. A. (1994). Focusgroups. A practical guide for applied research (2. Auflage). Thousand Oaks: Sage.
- Kühnapfel, J.B. (2014). Nutzwertanalysen in Marketing und Vertrieb. Wiesbaden: Springer.
- Lawaczeck, M. (2001). Zur ergonomischen Beurteilung von Montagetätigkeiten in der Automobilindustrie. Stuttgart: Ergonomia.
- Mieg, H. A. & Brunner, B. (2004). Experteninterviews. Reflexionen zur Methodologie und Erhebungstechnik. Swiss Journal of Sociology, 30, 199-222.
- Morgan, D. L. (1997). Focus groups as qualitative research (2. Auflage). Thousand Oaks: Sage.
- MRK-Systeme GmbH (2012). Mensch Und Roboter – Hand In Hand" MRK- Systeme GmbH präsentiert auf der AUTOMATICA 2012 neue Entwicklungen zur Mensch-Roboter-Kooperation. Online verfügbar unter: <http://www.mrk-systeme.de/artikel17.html> (Zugriff: 10.10.2015 12.30 MEZ).
- Schlick, C. M.; Bruder, R. & Luczak, H. (2010). Buch Arbeitswissenschaft. Berlin: Springer.
- Spingler, J. & Thiermann, S. (2002). Direkte Mensch-Roboter-Kooperation. Am Beispiel einer flexiblen Montagezelle. ZWF (96), 11-12, S. 616-620.
- Wolke, T. (2008). Risikomanagement. Oldenburg: Oldenburg Wissenschaftsverlag.



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

## **Soziotechnische Gestaltung des digitalen Wandels – kreativ, innovativ, sinnhaft**

63. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

FHNW Brugg-Windisch, Schweiz

15. – 17. Februar 2017

---

**GfA Press**

---

**Bericht zum 63. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 15. – 17. Februar 2017**

**FHNW Brugg-Windisch, Schweiz**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Dortmund: GfA-Press, 2017

ISBN 978-3-936804-22-5

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

**Schriftleitung: Matthias Jäger**

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet, den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen.

USB-Print: Dr. Philipp Baumann, Olten

**Screen design und Umsetzung**

© 2017 fröse multimedia, Frank Fröse

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de) · [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)