

## **Gibt es einen Weg vom manuellen Arbeitsplatz zur nutzerzentrierten Gestaltung einer Mensch-Roboter Kollaboration?**

Christian BERGNER<sup>1</sup>, Ronald SCHMIDT-VOLLUS<sup>1</sup>, Klaus BENGLER<sup>2</sup>

*<sup>1</sup> Institute for Smart Production, TH Nürnberg,  
Fürther Straße 246b, D-90429 Nürnberg*

*<sup>2</sup> Lehrstuhl für Ergonomie, TU München,  
Boltzmannstraße 15, D-85748 Garching*

**Kurzfassung:** Beim Einsatz eines Roboters an industriellen Arbeitsplätzen steht häufig nur die zu bewältigende Aufgabe im Mittelpunkt der Betrachtung und nicht der Mensch, der mit dem Roboter interagieren soll. Es fehlt eine ganzheitliche Betrachtung zur nutzerzentrierten Gestaltung einer Mensch-Roboter Kollaboration. Um dies zu erreichen, soll der Usability Kreislauf nach der DIN EN ISO 9241-210 dahingehen überprüft werden, um festzustellen, inwiefern dieser zur Gestaltung eines nutzerzentrierten Mensch-Roboter-Arbeitsplatzes geeignet ist. Anhand der Verbesserungsbedarfe, Ergebnissen aus der Forschung und weiteren Studien soll eine eigene Methodik definiert werden.

**Schlüsselwörter:** Mensch-Roboter Kollaboration, Usability, Methodik

### **1. Einleitung**

Aus Wissenschaft und Praxis können drei wesentliche Einflussfaktoren für die im Moment noch sehr geringe Anzahl an industriellen Arbeitsplätzen, bei denen Mensch und Roboter (MuR) zusammenarbeiten, identifiziert werden. Ein Einflussfaktor ist die Sicherheit, wobei jedes mögliche Fehlverhalten des Menschen mit Gefährdungspotenzial zu berücksichtigen ist. Durch den Einsatz von teuren Sensoren oder Kamerasystemen kann entweder eine Kollisionsvermeidung durch die Überwachung der Position des Menschen (Kulic & Croft 2005; Vogel et al. 2013) oder eine Kollisionserkennung durchgeführt werden (Elkmann & Müller 2018), welche allerdings sehr geringe Geschwindigkeiten zur Folge hat. Ein weiterer Einflussfaktor ist die Produktivität, da sich auch bei einer hohen Varianz an Produkten sowohl die Kosten für den Roboter und die Sicherheitssensorik als auch die Personalkosten nach einer bestimmten Zeit amortisieren müssen. Der dritte Einflussfaktor ist die geringe Akzeptanz durch den Menschen gegenüber dem Roboter und gegenüber dem Veränderungsprozess selbst (Meissner & Trübswetter 2018). Viele Menschen befürchten neben gesundheitlichen Risiken ebenso den Verlust des Arbeitsplatzes, was zu einer eingeschränkten Verwendung und damit niedrigerer Effizienz bei der Benutzung eines solchen Systems führt (Bröhl et al. 2016).

Hinzu kommt, dass bei der Installation von kollaborativen Robotern insbesondere aufgabenorientierte Ansätze angewendet werden, welche nicht den Menschen, sondern die zu bewältigende Aufgabe in den Mittelpunkt stellen. Daher muss sich der Mensch an den Roboter anpassen und kann so nicht effizient und zufriedenstellend

arbeiten (Weiss & Huber 2016). Forschung im Bereich von Usability und UX-Design existiert im Wesentlichen zu humanoiden und sozialen Robotern (Weiss et al. 2009), unter Berücksichtigung von sozialen Aspekten, wie beispielsweise der Akzeptanz (Meissner & Trübswetter 2018). Im industriellen Umfeld werden Methoden der Usability zur Bewertung der Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) noch nicht angewendet, obwohl der Mensch als zentrales Element dieser Arbeitsplätze mit dem Roboter zusammenarbeitet. Es werden zwar kognitive Aspekte bei der Mensch-Roboter-Interaktion (MRI) erforscht (Rosen et al. 2019). Eine ganzheitliche formative Betrachtung des Gestaltungsprozesses einer gesamten MRK-Applikation findet allerdings nicht statt (Nelles et al. 2018), obwohl die Mitarbeiterakzeptanz ein Erfolgsfaktor für die MRK ist (Görke et al. 2017). Um die genannten Einflussfaktoren zu eliminieren, soll eine Methodik entwickelt werden, mit welcher ein manueller Arbeitsplatz zu einem nutzerzentrierten Mensch-Roboter Arbeitsplatz umgestaltet werden kann. Damit soll deren Anzahl erhöht werden, um sich den Herausforderungen des demographischen Wandels in den nächsten Jahren zu stellen.

## 2. Voraussetzungen

Die verschiedenen Definitionen für die Arten der MRI basieren überwiegend auf den Taxonomien der Mensch-Computer Interaktion. Die Literatur zeigt allerdings, dass diese Taxonomien nicht konsistent in ihren Definitionen sind (Schmidtler 2018). Tabelle 1 zeigt einen Überblick zu verschiedenen Definitionen:

**Tabelle 1:** Vergleich verschiedener Definitionen zur Mensch-Roboter-Interaktion

	Onnasch et al. 2016	IFAA-Lexikon (Otto & Zunke 2015)	Schmidtler et al. 2015	Bauer et al. 2016 Malik & Bilberg 2019
<i>Koexistenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interaktion örtlich und zeitlich begrenzt</li> <li>- Getrennte Ziele</li> <li>- Absicht ist Vermeidung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Getrennte Arbeitsbereiche</li> <li>- Getrennte Ziele</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gemeinsamer Arbeitsbereich</li> <li>- MuR bewegen sich gleichzeitig</li> <li>- Getrennte Ziele</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Getrennte Arbeitsbereiche</li> <li>- MuR bewegen sich nebeneinander</li> </ul>
<i>Synchronisation</i>				<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gemeinsamer Arbeitsbereich</li> <li>- MuR bewegen sich nacheinander</li> </ul>
<i>Kooperation</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Übergeordnetes Ziel</li> <li>- Handlungen unabhängig voneinander</li> <li>- unterschiedliche Teilaufgaben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gemeinsamer Arbeitsbereich</li> <li>- Sequentielle Bewegung von MuR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gemeinsamer Arbeitsbereich</li> <li>- MuR bewegen sich gleichzeitig</li> <li>- Gemeinsames Ziel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gemeinsamer Arbeitsbereich</li> <li>- MuR bewegen sich gleichzeitig</li> <li>- unterschiedliche Bauteile</li> </ul>
<i>Kollaboration</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gemeinsames Ziel</li> <li>- mindestens eine gemeinsame Teilaufgabe</li> <li>- Koordination ist notwendig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontakt möglich und teilweise notwendig</li> <li>- MuR arbeiten gleichzeitig miteinander</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gemeinsamer Arbeitsbereich</li> <li>- MuR bewegen sich gleichzeitig</li> <li>- Gemeinsames Ziel</li> <li>- Direkter Kontakt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gemeinsame Aufgabe</li> <li>- MuR bewegen sich gleichzeitig</li> <li>- Arbeit an gleichen Bauteilen</li> </ul>

Neben der Einteilung in die vier Interaktionsarten aus Tabelle 1 stellt *Scholtz* einen weiteren Ansatz vor, der für den Menschen fünf unterschiedliche Rollen vorsieht, die er während der Interaktion mit dem Roboter einnehmen kann (Scholtz 2022). Der

*Supervisor* überwacht den Roboter und gibt Anweisungen, während der *Operateur* den Roboter kontrolliert. Sind die Aufgaben von MuR abhängig voneinander und soll ein gemeinsames Ziel erreicht werden, nimmt der Mensch die Rolle des *Kollaborateurs* ein. Im Gegenzug dazu ist die Arbeit des *Kooperateurs* nicht abhängig von der des Roboters, auch wenn ein gemeinsames Ziel erreicht wird. Findet keine Interaktion zwischen MuR statt, weist Scholtz dem Menschen die Rolle des *Nicht-Beteiligten* zu. Yanco und Drury erweitern diese fünf Rollen um zehn weitere (Yanco & Drury 2002, 2004). Die Autoren präsentieren zudem eine „Zeit-Raum-Taxonomie“, welche die Interaktion zwischen MuR in vier Kategorien unterteilt: synchron, asynchron, kolloziert und nicht kolloziert. Die Unterteilung ist davon abhängig, ob Mensch und Roboter zur gleichen Zeit und/oder im selben Arbeitsraum arbeiten.

Aufgrund der Inkonsistenz in den Definitionen zu MRI, wird die Klassifikation für die in diesem Beitrag vorgestellte Methodik zur nutzerzentrierten Gestaltung einer MRK keine weitere Rolle spielen. Das Ziel ist es demnach eine Methodik zu präsentieren, welche allgemeingültig anwendbar ist und nicht nur für eine bestimmte Definition eines bestimmten Autors gültig ist. In diesem Beitrag wird die Taxonomie nach *Schmidtler et al.* genutzt, um eine Differenzierung zwischen den manuellen Arbeitsplätzen zu ermöglichen.

### 3. Nutzerzentrierter Gestaltungsprozess

Der gesamte Ansatz, um einen aktuell noch manuellen Arbeitsplatz in eine nutzerzentrierte Mensch-Roboter-Zusammenarbeit zu transformieren, ist in den nächsten Unterkapiteln detailliert beschrieben.

#### 3.1 Notwendigkeit von MRK und Argumente

Im ersten Schritt soll die Notwendigkeit, dass Mensch und Roboter in einem produktiven Umfeld miteinander arbeiten, bewertet werden, sodass ein wirklicher Bedarf für die Zusammenarbeit festgestellt werden kann. Hierfür werden zunächst die Problembereiche beim Einsatz des Menschen als Ressource nach *Schlick et al.* hervorgehoben (Schlick et al. 2017):

- Eine Arbeitsumgebung, die nicht zu Schädigungen führt, aber als unangenehm oder kaum akzeptabel empfunden wird
- Tätigkeiten, die schwere körperliche Arbeit, ständige Konzentration oder unbequeme Körperhaltungen erfordern
- Monotone Tätigkeiten und Tätigkeiten, die keine Entscheidungsspielräume oder Partizipationsmöglichkeiten hinsichtlich der Planung und Gestaltung der eigenen Arbeit bieten

Nach Auffassung der Autoren besteht insbesondere beim Grad der Automatisierung die Gefahr, dass die Aufgabe des Menschen nicht durch seine Fähigkeiten, sondern über Defizite des technischen Systems bestimmt wird. Der Mensch wird zum „Anhängsel der Maschine“, was die sogenannte „Left-Over-Problematik“ beschreibt. Zur Lösung dieser Probleme werden als Gestaltungsmaßnahmen der gezielte Einsatz von Automatisierung, die Gestaltung von Arbeitsabläufen und Aspekten der Arbeitsteilung sowie Maßnahmen der Partizipation vorgeschlagen (Schlick et al. 2017).

In dem hier vorgestellten Ansatz stellt die nutzerzentrierte Gestaltung der Zusammenarbeit zwischen MuR eine Möglichkeit dar, diese Problembereiche zu

lösen. Hierfür werden drei Argumente definiert, welche eine mögliche Zusammenarbeit zwischen MuR begründen und eine Klassifizierung ermöglichen:

1. **Ergonomisches Argument**  
Definiert die Handhabung von schweren oder schwer zugänglichen Bauteilen, die bearbeitet werden sollen. Der Mensch kontrolliert oder arbeitet an dem Bauteil, während der Roboter es hält.
2. **Kognitives Argument**  
Definiert die Unterteilung der Arbeitsschritte zwischen Mensch und Roboter. Der Mensch übernimmt die feinmotorischen bzw. kognitiv anstrengenden und der Roboter die monotonen Tätigkeiten.
3. **Physisches Argument**  
Definiert die Handhabung eines sehr großen Bauteils, welches entweder zu groß und instabil oder zu schwer ist, von einer einzelnen Person gehalten zu werden, sodass eine dritte Hand notwendig ist.

### 3.2 Eignungsanalyse zur Identifikation manueller Arbeitsplätze

Um manuelle Arbeitsplätze oder Arbeitsabläufe in einem realen industriellen Umfeld zu identifizieren, die für einen Mensch-Roboter Arbeitsplatz geeignet sind, wurde eine Eignungsanalyse entwickelt. Die Kriterien zur Einordnung berücksichtigen die Eigenschaften der Werkstücke und des Endprodukts, die Umgebung des Arbeitsplatzes, den Materialfluss und die Aufgabe. Hierbei handelt es sich um Ausschlusskriterien, die ein Arbeitsplatz nicht erfüllen darf, um für MRK geeignet zu sein. Dadurch lassen sich vier Barrieren zur Untersuchung manueller Arbeitsplätze definieren (vgl. Tabelle 2). Die Barriere „Effizienz“ filtert Arbeitsabläufe heraus, die entweder zu zeitaufwendig oder zu teuer für den Einsatz des Roboters sind. Die „Sicherheitsbarriere“ wird zum einen durch die maximale Nutzlast eines kollaborativen Roboters und zum anderen durch die Gefahren, welche von den zu handhabenden Bauteilen ausgehen, begrenzt.

**Tabelle 2:** Liste der Ausschlusskriterien und Barrieren

Barriere	Kriterium	Zutreffend	Adaption möglich
Effizienz	Zu greifenden Bauteile stehen als Schüttgut zur Verfügung		
	Die Bauteile stehen unsortiert in einer Ebene zur Verfügung		
	Alle Bauteile sind biegeschlaff/instabil <b>und</b> leicht		
	Es gibt nur einen Teilarbeitsschritt <b>und</b> ein leichtes Bauteil		
	Es sind nur feinmotorische Tätigkeiten vorhanden.		
	Es sind nur kognitiv anstrengende Tätigkeiten vorhanden.		
Sicherheit	Alle Bauteile haben ein Gewicht über 20 kg		
	Alle Bauteile besitzen scharfe/spitze Bereiche		
Machbarkeit	Die zu handhabenden Bauteile haben keine Greiffläche		
	An dem Arbeitsplatz ist nicht ausreichend Platz vorhanden.		
Belastung	An dem Arbeitsplatz herrscht eine hohe Lautstärke.		

Die „Machbarkeitsbarriere“ bezieht sich auf die Möglichkeit, die Bauteile überhaupt zu greifen und darauf, ob für ein Robotersystem ausreichend Platz neben dem zu

betrachteten Arbeitsplatz vorhanden ist. Die letzte Barriere bezieht sich im Wesentlichen auf die Belastung, welche aus einer zu lauten Produktionsumgebung resultiert. Wenn der Lautstärkepegel am Arbeitsplatz zu hoch ist, ist entweder eine Interaktion zwischen MuR nicht möglich oder der Arbeiter wird überbeansprucht, da die Geräusche kontinuierlich auf ihn einwirken.

Diese Art der Eignungsanalyse hat den Vorteil, dass die Anzahl der zu überprüfenden Kriterien sehr gering ist und dass manuelle Arbeitsvorgänge, welche für eine Mensch-Roboter-Zusammenarbeit geeignet sind, sehr schnell validiert und identifiziert werden können. Alle Arbeitsvorgänge, die die Eignungsanalyse bestehen, werden in die folgenden Gruppen klassifiziert: Montageprozesse, Prüfvorgänge, Bearbeitung und Sonstige.

### *3.3 Validierung des Usability Kreislaufs*

Der nächste Schritt ist die Nutzung der in der DIN EN ISO 9241-210 vorgestellten Methoden, um einen nutzerzentrierten Arbeitsplatz zwischen Mensch und Roboter zu gestalten. Die Norm definiert vier Phasen, welche iterativ durchlaufen werden können: Analyse des Nutzungskontextes, Definition der Nutzungsanforderungen, prototypisches Design und Evaluierung. Durch die Anwendung des Usability-Kreislaufs können Verbesserungsbedarfe identifiziert werden. Des Weiteren kann die Frage beantwortet werden, ob und inwiefern der Kreislauf für die Gestaltung eines nutzerzentrierten Mensch-Roboter Arbeitsplatz geeignet ist. Die Annahme besteht darin, dass dieser im Kontext von MRK nicht vollständig anwendbar und eine Anpassung notwendig ist.

### *3.4 Adaption des Kreislaufs und Definition einer eigenen Methodik*

Darauf aufbauend soll eine eigenständige Methodik definiert werden, welche zur nutzerzentrierten Gestaltung der Zusammenarbeit zwischen MuR angewendet werden kann. Diese sieht vor, dass nach der Eignungsanalyse der Usability Kreislauf auf die identifizierten Arbeitsplätze angewendet wird. Damit können für die jeweilige Aufgabe individuelle Nutzungsanforderungen, z. B. durch Kontextinterviews, ermittelt werden. Darüber hinaus sollen allgemeingültige Nutzungsanforderungen, die für einen Mensch-Roboter Arbeitsplatz gelten, definiert werden. Dafür werden die Ergebnisse aus der Validierung des Kreislaufs, die aktuellen Ergebnisse aus der Forschung und die Erkenntnisse aus eigenen Benutzerstudien verwendet. Letztere berücksichtigen die gesamte Arbeitsplatzgestaltung, die Kommunikationsmodalitäten während der Zusammenarbeit zwischen MuR, die zu bewältigende Aufgabe, den Materialfluss sowie das Sicherheitsempfinden und die Akzeptanz vonseiten des Menschen/Nutzers. Diese allgemeinen Anforderungen werden immer berücksichtigt, wenn ein neuer MRK-Arbeitsplatz gestaltet wird.

## **4. Diskussion und Ausblick**

Die Definition von klar beschriebenen Prozessen und Vorgaben ist die Basis für die erfolgreiche und effiziente Nutzung kollaborativer Robotik. Der vorgestellte Ansatz kann einen Beitrag dazu leisten, die Anzahl von MRK-Arbeitsplätzen im produktiven Umfeld zu erhöhen und sich dem demographischen Wandel zu stellen.

## 5. Literatur

- Bauer W, Bender M, Braun M, Rally P, Scholtz O (2016) Leichtbauroboter in der manuellen Montage – einfach anfangen. Stuttgart: Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (Hrsg.).
- Bröhl C, Nelles J, Brandl C, Mertens A, Nitsch V (2019) Human-Robot Collaboration Acceptance Model: Development and Comparison for Germany, Japan, China and the USA. In: International Journal of Social Robotics.
- Elkmann N, Müller V (2018) Taktile Sensorsysteme zur sicheren Kollisionserkennung. Fraunhofer – Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF.
- Görke M, Blankmeyer S, Pischke D, Oubari A, Raatz A, Nyhuis P (2017) Sichere und akzeptierte Kollaboration von Mensch und Maschine: Integrierte Betrachtung technischer und nicht technischer Gestaltungsfaktoren für die Einführung nachhaltiger und effizienter kollaborativer Montagesysteme. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF), Hannover.
- Kulic D, Croft EA (2005) Real-Time Safety for Human-Robot Interaction. In: 12th International Conference on Advanced Robotics. Seattle: IEEE, 719–724.
- Malik AH, Bilberg A (2019) Developing a reference model for human–robot interaction. In: International Journal on Interactive Design and Manufacturing 13: 1541–1547.
- Meissner A, Trübswetter A (2018) Mensch-Roboter-Kollaboration in der Produktion: Kritische Würdigung etablierter Technikakzeptanzmodelle und neue Erkenntnisse in der Akzeptanzforschung. In: Dritte Transdisziplinäre Konferenz „Technische Unterstützungssysteme, die die Menschen wirklich wollen“. YOUSE GmbH, 223–233.
- Nelles J, Brandl C, Mertens A (2018) Regelkreismodell für die menschenzentrierte Gestaltung und Evaluierung einer Mensch-Roboter-Interaktion am Beispiel eines Mensch-Roboter-Arbeitsplatzes. In: 64. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.). Dortmund: GfA-Press, 1–6.
- Onnasch L, Maier X, Jürgensohn T (2016) Mensch-Roboter-Interaktion – Eine Taxonomie für alle Anwendungsfälle. 1. Auflage. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (baua Fokus), Projektnummer: F 2369, PDF-Datei, DOI: 10.21934/baua:fokus20160630.
- Otto M, Zünke R (2015) Einsatzmöglichkeiten von Mensch-Roboter-Kooperationen und sensiblen Automatisierungslösungen: Zukunft der Arbeit – die neuen Roboter kommen. KUKA. Accessed Dec 08, 2022. [http://www.blog-zukunft-der-arbeit.de/wp-content/uploads/2015/03/03\\_2015-11-25\\_IG-Metall\\_Robotik-Fachtagung\\_OttoZunke.pdf](http://www.blog-zukunft-der-arbeit.de/wp-content/uploads/2015/03/03_2015-11-25_IG-Metall_Robotik-Fachtagung_OttoZunke.pdf).
- Rosen PH, Sommer S, Wischniewski (2019) Validation of a usability questionnaire for summative evaluation of robotic systems. In: 31st IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication. IEEE, 109–114.
- Schlick C, Bruder R, Luczak H (2017) Arbeitswissenschaft. 4. Auflage. Berlin: Springer Verlag.
- Schmidtler J, Knott V, Hölzel C, Bengler K (2015) Human Centered Assistance Applications for the working environment of the future. In: Occupational Ergonomics 12: 83–95.
- Schmidtler J (2018) Optimizing Haptic Human-Robot Collaboration Considering Human Perception and Idiosyncrasies. TU München: Fakultät für Maschinenwesen, Doktorarbeit.
- Scholtz J. (2002) Human-robot interactions: Creating synergistic cyber forces. In: Multi-Robot Systems: From Swarms to Intelligent Automata. Niederlande: Springer, 177–184.
- Vogel C, Walter E, Elkmann N (2013) A Projection-based Sensor System for Safe Physical Human-Robot Collaboration. In: IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. IEEE, 5359–5364.
- Weiss A, Bernhaupt R, Lankes M, Tscheligi M (2009) The USUS Evaluation Framework for Human-Robot Interaction. In: Proceedings of the 23rd Convention on Artificial Intelligence and Simulated Behavior. Salzburg.
- Weiss A, Huber A (2016) User Experience of a Smart Factory Robot: Assembly Line Workers Demand Adaptive Robots. In: 5th International Symposium on New Frontiers in Human-Robot Interaction. arXiv.
- Yanco, HA, Drury JL (2002) A taxonomy for human-robot interaction. In: Proceedings of the AAAI Fall Symposium on Human-Robot Interaction. 111–119.
- Yanco HA, Drury JL (2004) Classifying human-robot interaction: an updated taxonomy. In: SMC (3), 2841–2846.



Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

## Nachhaltig Arbeiten und Lernen

**Analyse und Gestaltung lernförderlicher  
und nachhaltiger Arbeitssysteme  
und Arbeits- und Lernprozesse**

69. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

01. – 03. März 2023

---

## GfA-Press

---

**Bericht zum 69. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 01. – 03. März 2023**

**Fakultät Maschinenbau, Institut für Berufswissenschaften der Metalltechnik (IBM) und  
Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA), Leibniz Universität Hannover**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Sankt Augustin: GfA-Press, 2023  
ISBN 978-3-936804-32-4

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© GfA-Press, Sankt Augustin

**Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast**

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,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

### **Geschäftsstelle der GfA**

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003

Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

[info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de](mailto:info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de) · [www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de](http://www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de)

### **Screen design und Umsetzung**

© 2023 fröse multimedia, Frank Fröse

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