

Qualifizierungsherausforderungen von Arbeitspersonen bei der Implementierung von Künstlicher Intelligenz in einer Mensch-Roboter-Kollaboration

Felix HELGENBERGER¹, Yannick PEIFER², Marc-André WEBER¹

¹ *Institut für Supply Chain Management, University of Applied Science Kiel
Sokratesplatz 1, D-24149 Kiel*

² *ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V.
Uerdinger Straße 56, D-40474 Düsseldorf*

Kurzfassung: Im Rahmen der Industrie 4.0 eröffnen sich mithilfe moderner Technologien neue Interaktionsformen, die eine individuelle Gestaltung von Arbeitsprozessen ermöglichen. Die Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) kombiniert die Stärken eines Menschen mit denen eines Roboters. Diese Kombination eröffnet das Potenzial einer effizienten und qualitativ hochwertigen Fertigung. Mittels Implementierung von Künstlicher Intelligenz (KI) in diese Roboter können autonome Entscheidungen getroffen und weitreichende neue Potenziale der MRK aufgezeigt werden. In diesem Zusammenhang sind jedoch viele Herausforderungen seitens der Qualifizierung von Arbeitspersonen zu beachten, die in diesem Beitrag dargelegt werden.

Schlüsselwörter: Mensch-Roboter-Kollaboration, Künstliche Intelligenz, Qualifizierungsherausforderungen, intelligente Roboter, Industrie 4.0, Digitalisierung

1. Arbeitswissenschaftliche Einordnung

Innerhalb der letzten wenigen Jahre werden auf Basis konventioneller Industrieroboter neuartige und kollaborative Roboter entwickelt. Diese kollaborativen Roboter gelten heute als fester Bestandteil der Industrie 4.0 (Yuschenko 2020) und kommen bspw. in der sogenannten Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) zum Einsatz. MRK bildet eine ausgewählte Form der Interaktion zwischen Mensch und Cobot, bei der sich beide Akteure einen gemeinsamen Arbeitsraum teilen und in diesem simultan arbeiten. Dabei werden die Vorteile des Cobots mit der Intelligenz sowie Flexibilität eines Menschen kombiniert. Aufgrund der Potenziale solch hybrider Interaktionen zwischen Mensch und Cobot (Senkung von Stückkosten, Verbesserung der Ergonomie etc.) ist eine fortlaufende Integration der MRK zu erwarten.

Parallel halten autonome Systeme, basierend auf der Künstlichen Intelligenz (KI), verstärkt Einzug in die Industrie 4.0. Erfolgt eine Implementierung von starker KI bei den Cobots in eine MRK, können neue, interaktive und individuelle Arbeitsprozesse realisiert werden. Dabei wird die Verfügbarkeit und Förderung von relevanten Qualifizierungen der Arbeitspersonen einen großen Einfluss auf die erfolgreiche Implementierung haben. Zusätzlich entwickelt sich eine komplexe Integration von Robotern in sogenannte cyber-physische Systeme, wodurch Qualifizierungen nicht nur auf den Roboter, sondern vielmehr auf das Gesamtsystem ausgerichtet werden sollten (Buxbaum & Kleutges 2020). Unternehmen versuchen ihre Arbeitsprozesse oftmals so

zu gestalten, dass Arbeitspersonen ein möglichst geringes Niveau an Qualifizierungen benötigen, um die Ziele einer sicheren, günstigen und flexiblen Produktion zu erreichen (Gerst 2019). Mithilfe dieser Untersuchung soll ein Beitrag zur Identifikation von Qualifizierungsherausforderungen im Rahmen einer arbeitsteiligen Zusammenführung von Mensch und Cobot mit leistungsfähiger KI geleistet werden.

2. Künstliche Intelligenz in der Mensch-Roboter-Kollaboration

Künstliche Intelligenz (KI) ermöglicht die Reproduktion menschenähnlicher Intelligenz, wodurch bei bestehenden Systemen neue Potenziale ermöglicht werden, indem diese in Teilen eigene Entscheidungen treffen und selbstständig Lernen können. Mithilfe von komplexen Datenstrukturen, der Identifikationen von Objekten und sensorischen Funktionen wird ein digitales Abbild der Wirklichkeit erschaffen und kontrolliert (Hirsch-Kreinsen & Karačić 2019). Aus fortschrittlichen Computer- und Sensortechnologien sowie der Integration von selbstlernender Software entwickeln sich neue und spezialisierte Anwendungsfelder. Folglich tritt innerhalb der MRK eine neue Generation von Cobots mit leistungsfähiger KI in einen interaktiven Prozess mit den Arbeitspersonen (Buxbaum 2020). Dabei kommt das sogenannte Deep Learning (DL) zum Einsatz, welches mithilfe komplexer Künstliche Neuronale Netze (KNN) bestimmte Zusammenhänge erkennt, die dem Machine Learning (ML) mit weniger komplexen KNN vorenthalten sind (Buxmann & Schmidt 2021). Hat sich der mit leistungsfähiger KI ausgestattete Cobot ein entsprechendes Grundwissen angeeignet, ist er in der Lage mit diesem Wissen und logischen Schlussfolgerungen eigenständige Handlungsentscheidungen zu treffen. Durch diese Fähigkeiten soll ein Leistungsniveau von autonomen Systemen erreicht werden, welches dem eines Menschen entspricht.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Leichtbaurobotern weisen die Cobots mit leistungsfähiger KI deutliche Verbesserungen in den Aspekten Wahrnehmung und Entscheidungsfindung auf und sind in der Lage, die Facetten des menschlichen Verhaltens in Form von Emotionen und Denkweisen zu erfassen (Wang et al. 2018). Wang et al. (2018) beschreiben anhand des humanoiden Roboters OceanOne zum Beispiel, dass KI die Möglichkeit eröffnet unterschiedliche Oberflächentexturen sowie Gewichte zu erkennen und so die Greifkraft anzupassen. Eine Optimierung von Greifbewegungen wird hierbei durch die visuelle Objekterkennung und Bewegungsanalyse realisiert (Soekadar & Nann 2020).

Eine Kollaboration setzt somit voraus, dass der Cobot mit leistungsfähiger KI in der Lage ist, die Arbeitsperson in verschiedenen Kommunikationsszenarien zu erkennen, zu verstehen und sich mit dieser auszutauschen. Dies muss sowohl indirekt (die Arbeitsperson verweist auf ein Objekt), als auch direkt (die Arbeitsperson spricht zu dem Cobot) gewährleistet werden (Lima & Feijó 2019).

Abbildung 1 visualisiert einen Interaktionsprozess zwischen einer Arbeitsperson und einem Cobot, bei welchem zunächst mithilfe integrierter Sensoren visuelle, taktile und akustische Signale der Umgebung wahrgenommen und dann in Form von Rohdaten gesammelt werden. Anschließend werden diese durch Extraktionsverfahren zu bewerteten Daten verarbeitet. Anschließend werden Objekterkennung, Objektverfolgung und Emotionserkennung ermöglicht, die der Cobot mithilfe leistungsfähiger KI dann zu geeigneten Handlungen umsetzen kann (Lima & Feijó 2019).

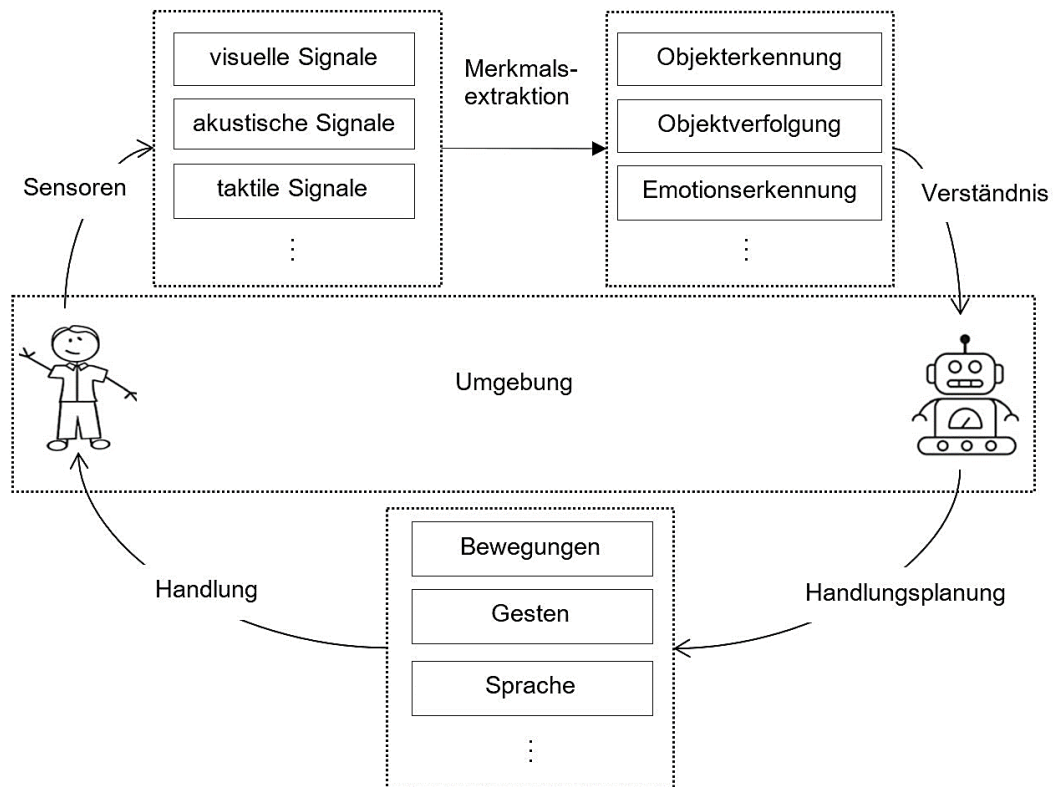


Abbildung 1: Allgemeiner Roboterinteraktionsprozess (in Anlehnung an Lima und Feijó 2019)

3. Qualifizierungsherausforderungen

Durch die kontinuierlich steigende Leistung der KI und ihre Anwendung auf die Robotik erhöht sich die Komplexität der MRK-Systeme. Dies hat zur Folge, dass bei unzureichender Qualifizierung eine Kontrolle nur noch in einem reduzierten Ausmaß ausgeübt werden kann. Es kommt zu möglichen Störpotenzialen und zu Herausforderungen an das Arbeitshandeln. Weiterhin werden, durch unzureichende Transparenz und Plausibilität des Entscheidungsprozesses der Cobots mit leistungsfähiger KI, die menschlichen Eingriffsmöglichkeiten begrenzt. Demnach bestehen negative Erwartungshaltungen in Bezug auf Arbeitsplatzverlust, Dequalifizierung, Kontrolle, erzwungene Flexibilisierung und wachsende Belastungen (Hirsch-Kreinsen & Karačić 2019). Entscheidende Herausforderungen einer erfolgreichen Implementierung von KI in einer MRK bestehen demnach in der Sicherstellung von rechtzeitigen Qualifizierungsmaßnahmen. Zwei wesentliche Komponenten sind dabei Kompetenzen und die Cybersicherheit, welche in folgenden Unterkapiteln 3.1 und 3.2 dargelegt werden.

3.1 Kompetenzen

Erfolgt eine Implementierung von Cobots mit leistungsfähiger KI, kommt es zu starken Beeinflussungen von Arbeitsplätzen und Prozessen. Dabei entstehen Arbeitsplätze mit hohen Qualifikationsanforderungen, die spezielle Kompetenzen aus den Bereichen KI, Software, Engineering sowie Robotik erfordern (Steil & Maier 2020). Weiterhin sind Kompetenzen und Kenntnisse in IT-Systemen, Datenstrukturen,

Eigenverantwortlichkeit, Prozess-Knowhow sowie Flexibilität bei der Qualifizierung zu berücksichtigen (acatech 2016). Der vermehrte Einsatz von KI bedarf dabei vor allem Kompetenzen einer Mensch-Maschine-Interaktion, welche in Form von emotionaler Intelligenz, kritischem Denken, Kreativität, innovativer Kommunikation, Kollaboration, Führung und Teamwork sichergestellt werden sollten (Maisiri et al. 2019). Gleichzeitig ist der Aspekt einer interdisziplinären Zusammenarbeit zu beachten, da es kaum möglich sein wird die geforderten Qualifizierungen und Kompetenzen in einer Arbeitsperson zu vereinen (Steil & Maier 2020).

Parallel entwickeln sich in den Bereichen Interaktion, Verantwortung, Steuerung sowie Kontrolle neue Kompetenzprofile in Form von sogenannten „Architekten“ für autonome Systeme. Dabei werden spezielle Qualifizierungen in den Bereichen KI, DL und ML von entscheidender Wichtigkeit, um mithilfe dieser den Nutzen der autonomen Systeme bestmöglich ausgestalten zu können. Diese lassen sich als notwendige Kenntnisse innerhalb der Informationstechnik (IT) zusammenfassen. Dazu gehören vor allem Programmierkenntnisse, Verständnis der Interaktion von Software, Algorithmen und Hardware sowie die Fähigkeiten, diese nachhaltig weiterentwickeln zu können (Neuburger & Fiedler 2020).

Eingriffe der Arbeitspersonen innerhalb intelligenter Systeme sind nicht immer möglich, da oftmals kein hinreichendes Wissen und keine ausreichenden Erfahrungen über entsprechende Systemfunktionen vorliegen (Hirsch-Kreinsen & Karačić 2019). In diesem Zusammenhang sind nicht nur hierzu Qualifizierungen ein wesentlicher Faktor, sondern auch die Notwendigkeit, eine Mischung von Robotik, Ingenieurwissenschaften und Softwareengineering mit Branchenwissen von Mensch-Maschine-Schnittstellen und -Sicherheit zu verknüpfen (Steil & Maier 2020). Entsprechend gilt auch der Aufbau von Erfahrungswissen als ein weiterer wichtiger Faktor, um eine Routine der Arbeitspersonen bei entsprechenden Störungen zu entwickeln. Des Weiteren müssen die Arbeitspersonen qualifiziert sein, die intelligenten Systeme zu trainieren, wodurch Kenntnisse in Data Science, Software-Tools und Prozessoren für ein entsprechendes Anlernen der Algorithmen essenziell sind (Neuburger & Fiedler 2020).

3.2 Cybersicherheit

Weiterhin gilt es im Rahmen der Cybersicherheit alle wesentlichen Sicherheitsfaktoren von autonomen Systemen zu betrachten (etwa die ISO/TS 15066). Durch den Cobot mit leistungsfähiger KI eröffnen sich grundlegend neue Gefahren, die nicht nur physischer Natur sind. Risiken sind dabei vielmehr durch digitale Außeneinwirkungen abzuwägen und als neue Herausforderung zu sehen, wofür Arbeitspersonen auf solche Szenarien und damit verbundene Maßnahmen qualifiziert werden müssen. So sind u. a. menschliches Fehlverhalten und Sabotage sowie technisches Fehlverhalten und Systemanfälligkeiten durch das Intranet als wesentliche Herausforderungen zu beachten. Diesbezüglich sind Kenntnisse über Systemdetails und mögliche Zugriffe auf sensible Daten sowie nachhaltige Qualifizierungs-, Fortbildungs-, und Sensibilisierungsprogramme erforderlich (BSI 2019). So gilt es die Grundlage für engagierte, qualifizierte und vernetzte Arbeitspersonen zu schaffen, um die Sicherstellung entsprechender Qualifizierungen für sicherheitsrelevante Komponenten zu garantieren.

Ebenfalls sollten standardisierte Prozesse für alle Arbeitspersonen eingeführt werden, aber auch ein geeignetes Sicherheits- und Konfigurationsmanagement für hochqualifizierte Experten, mit denen geplante Änderungen an den Systemen proaktiv

abgesprochen werden müssen. Auch sollten Test-Systeme implementiert werden, bei denen Updates und neue Softwarekomponenten ausgiebig auf ihre Funktionalität überprüft werden können, bevor diese in das reale System implementiert werden (BSI 2019). Diesbezüglich sind die Arbeitspersonen auf den Umgang mit geplanten Änderungen und entsprechenden Test-Systemen zu qualifizieren. Folglich sollten Arbeitspersonen ausreichend auf die Cybersicherheit qualifiziert werden. Es ist sicherzustellen, dass Arbeitspersonen auch künftig die Kompetenzen besitzen, bei Systemausfällen eingreifen zu können (Gerst 2019).

4. Fazit

Durch leistungsfähige KI erschließen sich neue Roboterinteraktionsprozesse in einer MRK, bei denen der Cobot mithilfe seiner integrierten Sensoren und Kameras verschiedenste Signale wahrnimmt, in Form von Daten sammelt und diese anschließend mithilfe der KI in Handlungen umsetzt. Aufgrund einer solchen Adaptivität lassen sich bedeutende Potenziale erkennen, bei denen die Arbeitspersonen von komplexen, monotonen, risikoreichen und schwer zu bewältigenden Arbeiten befreit werden. Dabei gilt es jedoch wesentliche Qualifizierungsherausforderungen zu beachten, damit die Arbeitspersonen den Cobot mit leistungsfähiger KI weiterhin kontrollieren und bedienen können. Entsprechend ist die Sicherheit, der Komfort, die Anpassung, die Bedienung und eine einfache Programmierung zu gewährleisten. Weiterhin ist die Cybersicherheit als Qualifizierungsherausforderung zu betrachten, bei der es gilt, menschliches Fehlverhalten und Sabotage sowie technisches Fehlverhalten und höhere Gewalt als mögliche Bedrohungen des intelligenten Systems anzusehen und diesen mithilfe von definierten Maßnahmen entgegenzuwirken. Entscheidend ist die Gewährleistung von nachhaltigen Qualifizierungs-, Fortbildungs-, und Sensibilisierungsprogrammen, damit die Arbeitspersonen in der Lage sind, den Cobot mit leistungsfähiger KI prozessgerecht zu nutzen. Weiterhin bestehen nicht nur Risiken einer sich verlagernden Nachfrage zu spezifischen beruflichen Kompetenzen und Qualifikationen im Hinblick auf die spezifischen Arbeitsprozesse, sondern es entstehen gleichzeitig neue Kompetenzprofile im Umgang mit Cobots mit leistungsfähiger KI, bei denen die Arbeitspersonen neue Kenntnisse in Programmierung, Software, Algorithmen und Hardware erlangen müssen. Nur wenn sich den Anforderungen dieser speziellen Kompetenzen angenommen wird, können die Arbeitspersonen weiterhin Eingriffe in dem System bzw. dem Cobot mit leistungsfähiger KI vornehmen. Wird sich diesen Herausforderungen nicht angenommen, kommt es zu unerwarteten Störungen und mangelnder Fehlerbeseitigung aufgrund unzureichender Kompetenzen und Qualifikationen der Arbeitspersonen.

5. Literatur

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (2016) Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0 – Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen. Online unter: <https://www.acatech.de/publikation/kompetenzentwicklungsstudie-industrie-4-0-erste-ergebnisse-und-schlussfolgerungen/>.

BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2019) Industrial Control System Security: Top 10 Bedrohungen und Gegenmaßnahmen. Online unter:

- https://www.allianz-fuer-cybersicherheit.de/SharedDocs/Downloads/Webs/ACS/DE/BSI-CS/BSI-CS_005.html;jsessionid=3B8F5522901D0E733BB140CA58070255.internet482?nn=128730.
- Buxbaum, Hans-Jürgen (Hrsg.) (2020) Mensch-Roboter-Kollaboration. 1. Aufl. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint Springer Gabler (Springer eBook Collection).
- Buxbaum, Hans-Jürgen; Kleutges, Markus (2020) Evolution oder Revolution? Die Mensch-Roboter-Kollaboration. In: Hans-Jürgen Buxbaum (Hrsg.): Mensch-Roboter-Kollaboration. 1. Aufl. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint Springer Gabler (Springer eBook Collection), S. 15–33.
- Buxmann, Peter; Schmidt, Holger (2021) Grundlagen der Künstlichen Intelligenz und des Maschinellen Lernens. In: Peter Buxmann und Holger Schmidt (Hrsg.): Künstliche Intelligenz. Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg. 2. aktualisierte und erweiterte Aufl. Berlin: Heidelberg (Springer eBook Collection), 3–25.
- DGUV-Information (2017) Kollaborierende Robotersysteme. Planung von Anlagen mit der Funktion "Leistungs- und Kraftbegrenzung". Fachbereich Holz und Metall. Ausgabe 08/2017. Online unter: https://www.dguv.de/medien/fb-holzundmetall/publikationen-dokumente/infoblaetter/infobl_deutsch/080_roboter.pdf.
- Gerst, Detlef (2020) Mensch-Roboter-Kollaboration – Anforderungen an eine humane Arbeitsgestaltung. In: Hans-Jürgen Buxbaum (Hrsg.): Mensch-Roboter-Kollaboration. 1. Aufl. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint Springer Gabler (Springer eBook Collection), 145–162.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Karačić, Anemari (2019) Einleitung. In: Hartmut Hirsch-Kreinsen und Anemari Karačić (Hrsg.): Autonome Systeme und Arbeit. Perspektiven, Herausforderungen und Grenzen der Künstlichen Intelligenz in der Arbeitswelt. Bielefeld: transcript, 9–24.
- Lima, Edirlei Soares de; Feijó, Bruno (2019) Artificial Intelligence in Human-Robot Interaction. In: Hande Ayanoğlu und Emília Duarte (Hrsg.): Emotional Design in Human-Robot Interaction. Cham: Springer International Publishing (Human–Computer Interaction Series), 187–199.
- Maisiri, Whisper; Darwish, Hasan; van Dyk, Liezl (2019) An Investigation of Industry 4.0 Skills Requirements. In: South African Journal of Industrial Engineering, 30 (2019) 3, 90–105.
- Neuburger, Rahild; Fiedler, Marina (2020) Zukunft der Arbeit – Implikationen und Herausforderungen durch autonome Informationssysteme. In: Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung 72 (2020), 343–369.
- Soekadar, Surjo R.; Nann, Marius (2020) Neural-gesteuerte Robotik für Assistenz und Rehabilitation im Alltag. In: Hans-Jürgen Buxbaum (Hrsg.): Mensch-Roboter-Kollaboration. 1. Aufl. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint Springer Gabler (Springer eBook Collection), 117–131.
- Steil, Jochen J.; Maier, Günter W. (2020) Kollaborative Roboter: universale Werkzeuge in der digitalisierten und vernetzten Arbeitswelt. In: Günter W. Maier, Gregor Engels und Eckhard Steffen (Hrsg.): Handbuch Gestaltung digitaler und vernetzter Arbeitswelten. 1. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; Imprint Springer (Springer eBook Collection), 323–346.
- Wang, Tian-Miao; Tao, Yong; Liu, Hui (2018) Current Researches and Future Development Trend of Intelligent Robot: A Review. In: International Journal of Automation and Computing, 15 (2018) 9, 525–546.
- Yuschenko, Arkady S. (2020) Control and Ergonomic Problems of Collaborative Robotics. In: Alla G. Kravets (Hrsg.) Robotics: Industry 4.0 Issues & New Intelligent Control Paradigms, Bd. 272. 1. Aufl. Cham: Springer International Publishing; Imprint Springer (Springer eBook Collection, 272), 43–53
- EEC, European Economic Community (1990)



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Technologie und Bildung in hybriden Arbeitswelten

68. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und
Fabrikautomatisierung IFF, Magdeburg

02. – 04. März 2022

GfA-Press

Bericht zum 68. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 02. – 04. März 2022

**Otto-von Guericke-Universität Magdeburg;
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Sankt Augustin: GfA-Press, 2022
ISBN 978-3-936804-31-7

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 · www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de

Screen design und Umsetzung

© 2022 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de