

Automation als gleichwertiger Teamplayer des Menschen? – Eine Expertenstudie

Michèle RIETH, Vera HAGEMANN

*Fachgebiet Wirtschaftspsychologie und Personalwesen, Universität Bremen
Enrique-Schmidt-Straße 1, D-28359 Bremen*

Kurzfassung: Durch den technischen Fortschritt wird Teamarbeit zwischen Mensch und Automation zunehmend möglich. Dieser Beitrag analysiert aus Expertensicht die Umsetzbarkeit von Human Autonomy Teaming (HAT) unter Einbezug verschiedener Branchen und der Wissenschaft und untersucht die Anforderungen an HAT, sodass Automation im Sinne eines Teammitglieds möglichst zielführend genutzt werden kann. Es wurden Interviews mit 28 Expert/innen aus unterschiedlichen Branchen und der Wissenschaft geführt und mit der qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Befragten bzgl. der Umsetzbarkeit von HAT recht uneinig sind. Aus den Interviews konnten Schlüsselaspekte identifiziert werden, die für eine zielgerichtete Umsetzung der Automation als Teamplayer des Menschen nötig sind.

Schlüsselwörter: Human Autonomy Teaming, Autonomer Agent, Human Agent Collaboration, Arbeitsgestaltung, Expertenstudie

1. Einleitung

Technische Fortschritte im Bereich des maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz ermöglichen die Entwicklung autonomer Agenten, die in der Lage sind, mit Unsicherheiten umzugehen, sich an dynamische Situationen ohne menschliches Eingreifen anzupassen und intelligente Entscheidungen autonom zu treffen (Demir et al. 2019; Hancock 2017). Eine Interaktion mit Menschen wird möglich. Folglich werden autonome Agenten nicht mehr als Werkzeuge oder Unterstützungstools betrachtet, sondern zunehmend als Teammitglieder (Demir et al. 2019; Fiore & Wiltshire 2016; McNeese et al. 2018). Entsprechend widmet sich die Team- und Automationsforschung zunehmend dem Thema *Human Autonomy Teaming* (HAT).

Viele Forschungsbeiträge analysieren die arbeitsgestalterischen Anforderungen für ein erfolgreiches HAT (z.B. Battiste et al. 2018; Chen et al. 2018; Langan-Fox et al. 2009) und seine Herausforderungen aus theoretischer Sicht (z.B. Christoffersen & Woods 2002; Klein et al. 2004). Die meisten Arbeiten überprüfen die Wirksamkeit von HATs experimentell (vgl. O'Neill et al. 2020). Eine tiefere Analyse aus Expertensicht zur Umsetzbarkeit autonomer Agenten als Teammitglied des Menschen, unter Berücksichtigung unterschiedlicher Branchen, fehlt bisher. Dieser Beitrag setzt dort an und geht im Rahmen einer Expertenstudie, unter Einbezug der aktuellen Möglichkeiten verschiedener Branchen und der Wissenschaft, folgender Fragestellung nach: Was sind die Anforderungen an HAT, sodass Automation im Sinne eines dem Menschen gleichwertigen Teamplayers möglichst zielführend genutzt werden kann?

2. Theorie

Ein HAT besteht aus mindestens einer Person und einem autonomen Agenten, die im Laufe der Zeit interdependent zusammenarbeiten, um eine gemeinsame Aufgabe erfolgreich abzuschließen (McNeese et al. 2018). Autonomie stellt eine Weiterentwicklung der Automation mit einem höheren Automationsgrad dar (Hancock 2017). Ein autonomer Agent meint dabei „each computer-based entity that is individually recognized as occupying a distinct team member role“ (O’Neill et al. 2020, S. 4). Um als autonomes Teammitglied betrachtet werden zu können, muss es in der Lage sein, im Rahmen der Aufgabenerfüllung eigene Entscheidungen über seine Handlungen zu treffen (McNeese et al. 2018).

Diese spezielle Art der Teamarbeit stellt große Herausforderungen dar, wie z.B. die gegenseitige Intentionserkennung und Vorhersagbarkeit der Handlungen (vgl. Klein et al. 2004). Zudem bedarf es, wie in einem rein menschlichen Team, gewisser grundlegender Elemente der Teamarbeit, z.B. einem Verständnis der anstehenden Aufgaben und der eigenen Rolle sowie einer Interaktion durch effektive Kommunikation und Koordination (McNeese et al. 2018). Demir et al. (2018) betonen, dass die Bereitstellung der richtigen Informationen zum richtigen Zeitpunkt zwischen den Teammitgliedern von großer Bedeutung ist. Battiste et al. (2018) entwickeln ein Modell zur HAT-Interaktion mit drei Grundätzen: Transparenz, bidirektionale Kommunikation und eine menschengesteuerte Ausführung der finalen Handlungsaktion. Auch bei dem von Chen et al. (2018) postulierten Modell steht die Transparenz der Automation für erfolgreiches HAT im Mittelpunkt. Es zielt darauf ab, das Situationsbewusstsein des Menschen und folglich auch das menschliche Vertrauen in die Technik zu unterstützen, indem die Absichten, der Argumentationsprozess, die Pläne und die damit verbundenen Unsicherheiten des autonomen Agenten transparent dargestellt werden. Christoffersen und Woods (2002) fordern ebenfalls eine sogenannte Beobachtbarkeit der Prozesse des Agenten für den Menschen und eine Steuerbarkeit des Agenten durch den Menschen.

Viele dieser Aspekte sind bereits empirisch erforscht. So werden verschiedene Output-Variablen, wie Performance oder Funktionsfähigkeit, in Abhängigkeit zu unterschiedlichen Charakteristiken der Autonomie, verschiedenen Teamzusammensetzungen, Aufgabencharakteristiken, individuellen menschlichen Unterschieden und das Thema Training analysiert (für einen Überblick vgl. O’Neill et al. 2020). Ein wissenschaftlicher Abgleich mit der praktischen Realität und zur Umsetzbarkeit autonomer Agenten als Teammitglied des Menschen, unter Berücksichtigung unterschiedlicher Branchen, fehlt bisher, woran dieser Beitrag ansetzt.

3. Methode

Ziel der Studie war es, das Thema HAT, insbesondere die Anforderungen für erfolgreiches HAT, aus Expertensicht zu beleuchten. Dazu wurden mithilfe eines Leitfadens halbstandardisierte Interviews mit 28 Expert/innen international aus unterschiedlichen Branchen sowie der Wissenschaft und in verschiedenen Funktionen zwischen Januar und Mai 2020 durchgeführt. Die Wahl der Befragten erfolgte aufgrund ihrer Expertise auf dem Gebiet der Automatisierung und der Human Automation Interaktion. Um dies sicherzustellen, fanden im Vorfeld eine sorgfältige Recherche und ein Vorgespräch statt. In die Befragung eingebunden wurden nur diejenigen Expert/innen, die mindestens fünf Jahre Erfahrung zum oben genannten Thema vorweisen konnten. Die Expert/innen wurden neben der eigenen Recherche auch über Weiterempfehlungen bereits interviewter Personen nach dem Schneeballsystem ausgewählt. Tabelle 1 liefert einen Überblick über die befragten Personen mit ihrer Branchenzugehörigkeit. Einige Befragte besaßen Expertise zu mehreren

Branchen, sodass sie als Expert/innen für mehrere Bereiche betrachtet wurden. Es nahmen sieben Frauen und 21 Männer aus Deutschland, Österreich, der Schweiz, Frankreich, Norwegen und Großbritannien teil. Das Durchschnittsalter lag bei 44.14 Jahren ($SD = 9.90$). Die Interviews dauerten im Schnitt 50 Minuten ($SD = 13.08$). Sie wurden via Skype oder Telefon durchgeführt. Alle befragten Expert/innen gaben ihr Einverständnis zur Teilnahme und zur digitalen Aufzeichnung der Interviews.

Um einen einfachen Einstieg in das Interview zu gewährleisten, wurden zunächst berufsbezogene demographische Fragen zur Person und Expertise gestellt. Anschließend wurde die These „Automation kann als gleichwertiger Teamplayer des Menschen betrachtet werden“ aufgestellt und die Gedanken der Befragten dazu erfasst. Falls vorhanden, wurden Branchenbeispiele erfragt und die Anforderungen an erfolgreiches HAT erfasst.

Die transkribierten Interviews wurden nach der strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring und Fenzel (2014) mithilfe der Software MAXQDA 18 ausgewertet. So wurden deduktiv erste Kategorien anhand der Literatur und des Leitfadens gebildet, denen das Textmaterial zugeordnet werden sollte. Im Laufe der Auswertung wurden diese durch induktiv neue Kategorien anhand des Interviewmaterials ergänzt. Die vorliegende Arbeit fokussiert Interviewerkenntnisse zum Thema Human Autonomy Teaming.

Tabelle 1: Übersicht über die befragten Expert/innen mit ihrer Branchenzugehörigkeit.

Inter-view	Branche	Inter-view	Branche
E1	Flugsicherung, Luftfahrt	E15	Wissenschaft, Militärische Luftfahrt
E2	Wissenschaft	E16	Chirurgie
E3	Wissenschaft, Pflegebereich	E17	Produktion
E4	Flugsicherung	E18	Automobilbranche, Produktion
E5	Flugsicherung, Bahn, Schifffahrt	E19	Automobilbranche
E6	Produktion	E20	Produktion
E7	Militärische Luftfahrt	E21	Chirurgie
E8	Wissenschaft	E22	Automobilbranche, Bahn, Luftfahrt
E9	Med. Diagnostik, Schifffahrt, Produktion	E23	Bahn
E10	Wissenschaft, Intensivmedizin	E24	Nuklearbereich
E11	Flugsicherung	E25	Nuklearbereich
E12	Bahn	E26	Bahn
E13	Automobilbranche	E27	Wissenschaft
E14	Produktion und Logistik	E28	Schifffahrt

Anmerkung. Unter Berücksichtigung der Mehrfachnennungen ergeben sich folgende Häufigkeiten: Wissenschaft (6x); Produktion (6x); Bahn (5x); Flugsicherung (4x); Schifffahrt (3x); zivile (2x) und militärische Luftfahrt (2x); Nuklearbereich (2x); Medizin, darunter die Chirurgie (2x), medizinische Diagnostik (1x) und Intensivmedizin (1x); Pflege (1x) und Logistik (1x).

4. Ergebnisse

Die Befragten wurden gebeten, all ihre Assoziationen zur These „Automation kann als gleichwertiger Teamplayer des Menschen betrachtet werden“ zu verbalisieren und darzulegen, wie sie dazu stehen. Der Begriff der Gleichwertigkeit wurde dabei einheitlich wie folgt definiert: Gleichwertigkeit ist im Sinne einer gleichwertigen Aufgabenerfüllung und Interaktion zwischen Mensch und Automation zu verstehen und nicht im Sinne einer gleichwertigen Verantwortung oder Haftung. Drei Expert/innen konnten die Frage aus ihrer Sicht nicht beantworten. Folglich lagen Antworten von 25 Expert/innen vor. Die Antworten ließen sich dahingehend klassifizieren, ob Automation als gleichwertiger Teamplayer prinzipiell als möglich oder unmöglich eingeschätzt wurde und ob dies als erstrebenswert oder nicht erstrebenswert betrachtet wurde. Die Befragten vertraten einheitlich die Auffassung, dass die Verantwortung, Haftung, Kontrolle und letzte Entscheidung in der Interaktion von Mensch und Automation stets beim Menschen liegen sollte. Abbildung 1 zeigt, dass sich

die Befragten hinsichtlich der Umsetzbarkeit von Automation als gleichwertiger Teamplayer jedoch uneinig waren.

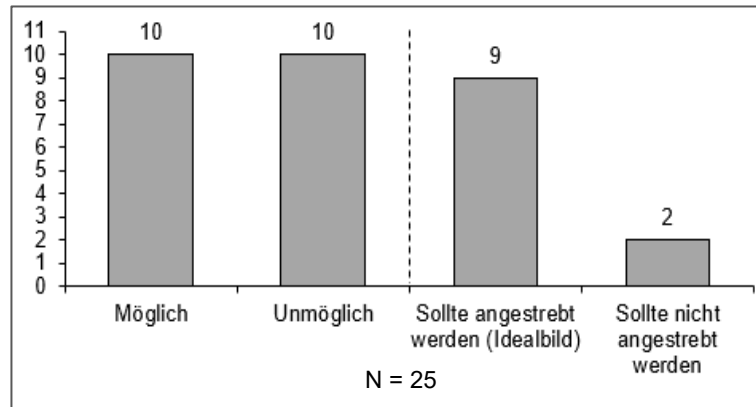


Abbildung 1: Darstellung der Antworthäufigkeiten der Befragten zur These „Automation kann als gleichwertiger Teamplayer des Menschen betrachtet werden.“

10 Befragte schätzten dies prinzipiell als möglich ein, während ebenfalls 10 Befragte dies für nicht möglich hielten. Gründe, die laut der Befragten gegen eine gleichwertige Teamarbeit sprechen, lagen zum einen darin, dass der Mensch immer die Haftung und Kontrolle haben müsse und folglich auch eine Gleichwertigkeit im Sinne der Aufgabenerfüllung unmöglich sei, da mit ungleicher Verantwortung eine Aufgabe auch nicht gleichermaßen erfüllt werden könne (z.B. E4, E5, E9, E26). Zum anderen sei eine gleichwertige Teamarbeit technisch – auch auf lange Sicht – nicht realisierbar (z.B. E6, E25, E28). E8 und E22 betonten dabei die Schwierigkeit, eine zwischenmenschliche Beziehung, die für Teamarbeit nötig sei, mit einer Automation aufzubauen:

„Ich glaube schon, dass eine Automation Aufgaben abnehmen kann, aber wirklich ein Teamplayer, d.h. ein Kollege, den ich habe, zu dem ich eine Beziehung habe, zu dem ich Vertrauen habe, mit dem ich über Dinge rede, die über die Arbeit hinausgehen, also wirklich eine zwischenmenschliche Beziehung, die ja auch bei Teamplayer eine Rolle spielt, das, glaube ich, kommt der Automation nicht zu.“ (E8)

„[Ich glaube], dass wir als Lebewesen mit unseren jahrelangen Erfahrungen in der sozialen Welt auch sehr viele nonverbale Signale lesen und interpretieren können und dieses Wissen auch brauchen und nutzen für die Arbeit, die wir durchführen und dass egal wie gut der Classifier ist, den wir dem technischen System beibringen können, der wird das nie so gut machen können wie ein Mensch. Da wird die Maschine immer ein Stück weit unter dem Menschen bleiben, der wird nie auf der Augenhöhe des Menschen interagieren können. Das ist eine Vision, die aber aus meiner Sicht in der Realität nicht umsetzbar ist, auch nicht mit Künstlicher Intelligenz.“ (E22)

Diejenigen, die eine gleichwertige Teamarbeit zwischen Menschen und Automation prinzipiell für möglich hielten, vertraten die Auffassung, dass trotz der menschlichen Haftung und Kontrolle eine gleichwertige Aufgabenerfüllung realisiert werden könne. Auch hier wurde die Meinung mehrheitlich vertreten, dass die Systeme heute jedoch noch nicht so weit seien (z.B. E16, E17, E19, E23, E27).

„Ich glaube, [gleichwertige Teamarbeit] kann passieren, das kann aber nicht jetzt passieren, also wenn ich mir heute den Entwicklungsstand anschau, dann sind wir da noch ganz weit von entfernt.“ (E23)

Neun der Expert/innen erklärten, dass Automation als gleichwertiger Teamplayer im Sinne eines „Idealbilde[s]“ (E1) und „Design Template[s]“ (E24) stets angestrebt werden sollte, während zwei Befragte dies aus ethischen Gründen strikt ablehnten. Es ergab sich kein branchenspezifisches Muster.

Aus den Interviews konnten zudem Schlüsselaspekte identifiziert werden, die aus Expertensicht für eine erfolgreiche Umsetzung der Automation als gleichwertiger Teamplayer des Menschen nötig sind (Abbildung 2).

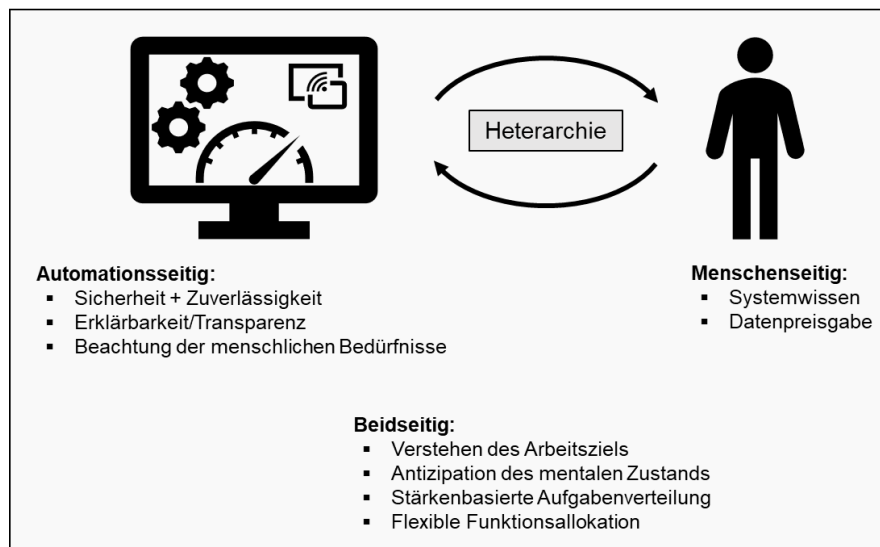


Abbildung 2: Die identifizierten Schlüsselaspekte für ein erfolgreiches Human Autonomy Teaming.

Auf Seiten der Automation wird *Sicherheit und Zuverlässigkeit* als Grundvoraussetzung für erfolgreiches Teaming postuliert. Zudem wird eine *Erklärbarkeit* und *Transparenz* gefordert. Ersteres meint das Verargumentieren von Systementscheidungen und -prozessen, sodass der Mensch nachvollziehen kann, wieso die Automation bestimmte Vorschläge liefert oder sich auf eine bestimmte Weise verhält. Letzteres meint, dass die Automation dem Nutzer stets transparent darlegen muss, woran sie gerade arbeitet und in welchem Modus sie sich befindet. Die Expert/innen fordern die *Beachtung der menschlichen Bedürfnisse*, was technisch eine große Herausforderung darstelle. Auf Seiten der Menschen wird *Systemwissen* gefordert. Der Mensch muss das System und seine Grenzen kennen, verstehen und interpretieren können. Gleichzeitig sei die Bereitschaft, viele persönliche *Daten preiszugeben* essentiell, denn nur so kann eine beidseitige *Antizipation des mentalen Zustands* erreicht werden, was einen weiteren Schlüsselaspekt eines erfolgreichen HATs darstellt. Die Befragten erklären, dass eine *stärkenbasierte Aufgabenverteilung*, ähnlich wie in einem menschlichen Team, vorgenommen werden müsse und diese im Sinne einer *flexiblen Funktionsallokation* beiderseits anpassbar sein müsse. Zudem erwähnten die Expert/innen, dass Mensch und Automation das übergeordnete *Arbeitsziel kennen und verstehen* müssen, damit ein erfolgreiches Teaming erreicht werden könne. Zudem wird eine sogenannte *Heterarchie*, d.h. ein kooperatives Arbeitsverhältnis mit kognitiven Fähigkeiten auf Augenhöhe, gefordert.

„Das Wichtigste ist, dass man weggeht von dieser rein hierarchischen Automation, wo der Mensch Aufgaben an die Automation delegiert und wartet bis sie gemacht werden, hin zu einer gleichwertigen Kooperation, zu einem Teaming.“ (E15)

Die Expert/innen waren sich einig, dass die genannten Schlüsselaspekte zur erfolgreichen Umsetzung des HATs heute technisch noch nicht gänzlich realisierbar seien. Beispielsweise gelinge es, einen ganz bestimmten Aspekt des mentalen Zustands seitens der Automation zu erfassen, wie z.B. die Müdigkeit des Menschen, und daran die Funktionsallokation anzupassen. Es gelinge jedoch noch nicht, den mentalen Zustand in seiner Gesamtheit zu berücksichtigen, sodass dort die weitere Forschung und Entwicklung ansetzen müsse.

5. Diskussion

Dieser Beitrag kommt der Aufforderung nach, die HAT-Forschung auch durch qualitative Studien zu bereichern (O'Neill et al. 2020). Dabei wurde vor allem die Praxisperspektive integriert. Die Studie zeigt, dass sich die Expert/innen bzgl. der Umsetzbarkeit von HAT recht uneinig sind. Es wird deutlich, dass die heutige Technik den praktischen Anforderungen für ein erfolgreiches HAT, so wie es in der Literatur postuliert wird, noch lange nicht gerecht werden kann. Die Herausforderungen, die die Expert/innen wahrnehmen, entsprechen größtenteils denen der Literatur (z.B. Klein et al. 2004). Gleiches gilt für die von den Expert/innen geforderten Schlüsselaspekte für ein erfolgreiches HAT. So wird vor allem eine Transparenz und Erklärbarkeit im Sinne von Explainable AI gefordert. Hier bedarf es weiterer technischer Fortschritte. Zudem wird die Anforderung an Systemwissen für den Menschen als essentielle Voraussetzung betrachtet, welche in der Literatur bisher selten thematisiert wird. Auch die Umsetzbarkeit des geforderten Paradigmenwechsels zu einer Heterarchie sollte weiter erforscht werden. Insgesamt liefert dieser Beitrag einen ersten Einblick in das Thema HAT, insbesondere die Anforderungen für erfolgreiches HAT, aus Expertensicht. Die identifizierten Schlüsselaspekte können als Orientierung für die weitere Forschung genutzt werden.

6. Literatur

- Battiste V, Lachter J, Brandt S, Alvarez A, Strybel TZ, Vu KPL (2018) Human-Automation teaming: Lessons learned and future directions. In: International Conference on Human Interface and the Management of Information. Springer, Cham, 479-493.
- Chen, JY, Lakhmani SG, Stowers K, Selkowitz AR, Wright JL, Barnes M (2018) Situation awareness-based agent transparency and human-autonomy teaming effectiveness. *Theoretical Issues in Ergonomics Science* 19:259-282.
- Christoffersen K, Woods DD (2002) How to make automated systems team players. *Advances in human performance and cognitive engineering research* 2:1-12.
- Demir M, Cooke NJ, Amazeen PG (2018). A conceptual model of team dynamical behaviors and performance in human-autonomy teaming. *Cognitive Systems Research* 52:497-507.
- Demir M, McNeese NJ, Cooke NJ (2019) The evolution of human-autonomy teams in remotely piloted aircraft systems operations. *Frontiers in Communication* 4(50):1-12.
- Fiore SM, Wiltshire TJ (2016) Technology as teammate: Examining the role of external cognition in support of team cognitive processes. *Frontiers in Psychology* 7(1531):1-17.
- Hancock PA (2017) Imposing limits on autonomous systems. *Ergonomics* 60:284-291.
- Klein G, Woods DD, Bradshaw JM, Hoffman RR, Feltovich PJ (2004) Ten challenges for making automation a "team player" in joint human-agent activity. *IEEE Intelligent Systems* 19:91-95.
- Langan-Fox J, Canty JM, Sankey MJ (2009) Human-automation teams and adaptable control for future air traffic management. *International Journal of Industrial Ergonomics* 39:894-903.
- Mayring P, Fenzl T (2014) Qualitative Inhaltsanalyse. In: Baur N, Blasius J (Hrsg) *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Wiesbaden: Springer, 543-556.
- McNeese NJ, Demir M, Cooke NJ, Myers C (2018) Teaming with a synthetic teammate: Insights into human-autonomy teaming. *Human Factors* 60:262-273.
- O'Neill, T., McNeese, N., Barron, A., & Schelble, B. (2020). Human-Autonomy Teaming: A Review and Analysis of the Empirical Literature. *Human Factors*, Online First. doi:10.1177/0018720820960865.

Danksagung: Diese Arbeit entstand im Rahmen des von der Diginomics Research Group unterstützten Forschungsprojekts „Wissenschaftliche Analyse der Auswirkungen der Automatisierung auf die Arbeitsgestaltung und die Anforderungen an Mitarbeitende in High Reliability Organizations“.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeit HUMAINE gestalten

67. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie (WiPs)
Ruhr-Universität Bochum

Institut für Arbeitswissenschaft (IAW)
Ruhr-Universität Bochum

3. - 5. März 2021

GfA-Press

Bericht zum 67. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 3. - 5. März 2021

**Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie, Ruhr-Universität Bochum
Institut für Arbeitswissenschaft, Ruhr-Universität Bochum**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2021
ISBN 978-3-936804-29-4

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,
- 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.

Screen design und Umsetzung

© 2021 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de