

Stellenwert der Kognitiven Ergonomie in cyber-physischen Logistiksystemen: Ergebnisse einer Feldstudie bei einem Versandhandelsunternehmen

Veronika KRETSCHMER¹, Julian Elias REISER², Gerhard RINKENAUER²

*¹ Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 2-4, D-44227 Dortmund*

*² Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo)
Ardeystr. 67, D-44139 Dortmund*

Kurzfassung: Vor dem Hintergrund der zunehmenden Automatisierung operativer Logistikprozesse bleibt der Mensch aufgrund der mehrheitlich manuell ausgeführten Tätigkeiten eine entscheidende Ressource. Im Projekt „Kognitive Ergonomie“ steht die humanzentrierte ganzheitliche Bewertung und Gestaltung von Arbeitsplätzen, -umgebungen und -prozessen im Vordergrund. In neun deutschen Logistiklagern verschiedener Branchen wurden Feldstudien mit dem Fokus auf den Bereich der Kommissionierung durchgeführt. Im Beitrag werden ausgewählte deskriptive Ergebnisse der quantitativen Mitarbeiterbefragung eines Unternehmens aus der E-Commerce-Branche vorgestellt.

Schlüsselwörter: Belastung, Beanspruchung, Kognitive Ergonomie, Mitarbeiterbefragung, Kommissionierung, Pick-by-Lösungen, Logistik

1. Einleitung

In der Logistik findet eine zunehmende Digitalisierung statt, um auf Flexibilitätsanforderungen, wie z. B. dem Anstieg des Produktportfolios oder der Termintreue bei reduzierten Lieferzeiten und zugleich vermehrten Kundenwünschänderungen, reagieren zu können. Vor allem in der Kommissionierung bleibt der Mensch jedoch eine entscheidende Ressource. Das Ziel des Projekts "Kognitive Ergonomie", im Rahmen der Forschungsinitiative "Leistungszentrum Logistik und IT", ist die humanzentrierte ganzheitliche Bewertung und Gestaltung von Arbeitsplätzen, -umgebungen und -prozessen.

Arbeitsabläufe in der Kommissionierung sind aufgrund der heterogenen Aufgaben in der Regel deutlich weniger strukturiert und standardisiert als beispielsweise in der Produktion und dadurch auch weniger gut automatisierbar. Darüber hinaus findet in der Kommissionierung, aufgrund der hohen Anforderungen bezüglich der Flexibilität und Anpassungsfähigkeit, die Bearbeitung von Logistikaufgaben überwiegend durch manuelle Tätigkeiten statt (Günthner et al. 2014). Daher scheint eine vollständige Automatisierung der Logistikprozesse durch autonome, dezentrale, sich selbst steuernde Arbeitsumgebungen, auf lange Sicht unrealistisch (Spath 2013).

Die zunehmende Digitalisierung bewirkt insbesondere in der operativen Logistik neue Herausforderungen zukünftiger Arbeitsumgebungen. In intelligenten, vernetzten Systemen ist es maßgeblich, dass intensiv mit Maschinen und Algorithmen interagiert

wird, deren Ziel es ist, den Menschen einerseits zu unterstützen und diesen andererseits in die Organisation der Arbeitsabläufe und Prozesse einzubinden.

Trotz der Vorteile von digitalisierten Logistiksystemen bestehen potenzielle Nachteile darin, dass Beschäftigte zunehmend mit neuen oder veränderten Belastungen konfrontiert sind. Die Arbeitsabläufe werden aufgrund zunehmender Informations- und Kommunikationsanforderungen komplexer und gehen mit einem größeren Zeitdruck einher (Junghanns & Morschhäuser 2013). Darüber hinaus können Informationsflut, Redundanz und eine Vielzahl irrelevanter Informationen zunehmend Probleme bereiten (Landsbergis 2003). Hohe Verantwortung, Zeitdruck sowie erhöhte kognitive Kontrolle zur fehlerfreien und genauen Bewältigung komplexer Tätigkeiten gelten als weitere Auslöser für psychische Fehlbeanspruchungen. Daraus folgen wiederum eine verminderte Konzentration, Unwohlsein und letztlich vermehrte Fehler (Treier 2015). Aufgrund der zum Teil disruptiven Veränderungen durch die zunehmende Digitalisierung von Arbeitsumgebungen ist es erforderlich, potenzielle Fehlbeanspruchungen bereits im Vorfeld über unterschiedliche methodische Zugänge zu erkennen und entsprechende Handlungs- und Gestaltungsempfehlungen zur Verfügung zu stellen.

2. Ziel der Feldstudien zur „Kognitiven Ergonomie“

Wie bereits erwähnt, ist das Ziel unserer Forschung, die Belastungsfaktoren von Arbeitsplätzen, -umgebungen und -prozessen auf einer humanzentrierten Grundlage zu bewerten. Im Sinne dieses Ziels wurden in neun deutschen Logistiklagern verschiedener Branchen Feldstudien mit dem Fokus auf den Bereich der Kommissionierung durchgeführt. Hierbei ist insbesondere der menschengerechte, unterstützende Einsatz der oben erwähnten digitalen Kommissionierassistenten (z.B. Pick-by-Voice, Pick-by-Vision) von Interesse. Ziel der Untersuchung ist es, eine aktuelle Übersicht über die psychische Belastung von Beschäftigten der Intralogistik zu erhalten. Die Ergebnisse sollen einerseits zur Erarbeitung von Empfehlungen der belastungsoptimalen Gestaltung von Arbeitsprozessen genutzt werden. Andererseits sollen die Erkenntnisse beispielsweise bei der Gestaltung von zukünftigen Warehouse-Management-Systemen integriert werden, um bei der Steuerung von Material- und Informationsflüssen auch die psychische Belastung der zugehörigen Arbeitsprozesse zu berücksichtigen.

3. Konzeption des Fragebogens und Durchführung der Feldstudien

Zur Untersuchung der Ursache-Wirkungs-Beziehung zwischen den äußeren Einflüssen der Arbeitssituation und den individuellen Wirkungen auf den arbeitenden Menschen unter Berücksichtigung der persönlichen Ressourcen wurde ein papierbasiertes Fragebogeninventar konzipiert. Dieses besteht aus den thematischen Schwerpunkten „Arbeit und Beruf“, „Gesundheit“, „Kommissioniermethode“ sowie „Personenbezogene Faktoren“ und basiert auf verschiedenen validierten, branchen- und berufsübergreifende Fragebögen, Skalen sowie Einzelitems.

Im Folgenden werden die deskriptiven Ergebnisse eines Unternehmens aus der Branche des Online-Versandhandels (sog. E-Commerce) exemplarisch vorgestellt. Der Kommissionierbereich des Unternehmens wird mit einem Wechselschichtsystem organisiert, bei dem im wöchentlichen Turnus zwischen Frühschicht (05:30 bis 13:30 Uhr) und Spätschicht (15:00 bis 23:00 Uhr) rotiert wird. Insgesamt wurden 49 Mitarbeitende befragt (Frühschicht: $N = 27$, Spätschicht: $N = 22$; Befragungsdauer: ca.

1 ¼ Stunden). Bei dem Online-Versandhändler wird ein beleggebundenes Kommissionsverfahren eingesetzt. Die Informationen über die zu kommissionierenden Artikel für den jeweiligen Kunden werden in Papierform auf einem Warenbegleitschein (Kommissionier-Etiketten) bereitgestellt. Dieser enthält alle relevanten Details, wie z.B. Artikelname, benötigte Entnahmemenge, Materialnummer, Chargennummer und Lagerplatz.

4. Ergebnisse der Feldstudie zur „Kognitiven Ergonomie“

Die Items zur Erfassung der soziodemografischen Daten wurden in Anlehnung an den BIBB/BAuA-Fragebogen 2018 konzipiert (Rohrbach-Schmidt & Hall 2020). Die Stichprobe ist weiblich geprägt (87,8 %) und im Durchschnitt 48,9 Jahre alt (Altersgruppenverteilung: 25-34 Jahre: 10,4 %, 35-44 Jahre: 14,6 %, 45-54 Jahre: 45,8 %, >54 Jahre: 29,2 %). Die Mehrheit der Befragten ist in Vollzeit angestellt (71,4 % vs. 28,6 % Teilzeit mit einer wöchentlichen Arbeitszeit von 15 bis 34 Stunden). Nahezu die Hälfte der Befragten fühlt sich durch Schichtarbeit belastet. Der Inhalt der Arbeitstätigkeit in der Kommissionierung wird als gleichermaßen geistig und körperlich geprägt beschrieben (83,7 % vs. 16,3 % vorwiegend körperlich geprägt). Im Folgenden werden deskriptive Ergebnisse ausgewählter theoretischer Konzepte von drei Fragebogenbereichen „Arbeit und Beruf“, „Gesundheit“ sowie „Kommissioniermethode“ vorgestellt.

4.1 Ergebnisse des Themenbereichs „Arbeit und Beruf“

Psychosoziale Faktoren bei der Arbeit wurden mit verschiedenen Skalen der deutschsprachigen Fragebogenversion des Copenhagen Psychosocial Questionnaire gemessen (COPSOQ, Nübling et al. 2005). Die Items wurden mit 5-stufigen Antwortskalen kategorial abgefragt und auf einen Wertebereich von 0 (minimale Ausprägung - „trifft gar nicht zu“ bzw. „in sehr geringem Maß“) bis 100 Punkten (maximale Ausprägung - „trifft voll zu“ bzw. „in sehr hohem Maß“) transformiert.

Die Ergebnisse bzgl. der Arbeitsanforderungen zeigen, dass die Mitarbeitenden in der Kommissionierung fast immer sensorische Anforderungen, wie die bei der Arbeit erforderliche Konzentration, Aufmerksamkeit oder Genauigkeit, erfüllen müssen ($M = 95,8 \pm 7,4$). Daneben berichten die Befragten von quantitativen Anforderungen, d.h. dass sie manchmal bis oft auf viele Dinge gleichzeitig achten müssen oder ein hohes Arbeitstempo haben ($M = 58,8 \pm 15,1$). Kognitiv anspruchsvolle Aufgaben liegen demgegenüber selten bis manchmal vor ($M = 34,9 \pm 18,3$). Hinsichtlich der Fragen zu Regelungen und Arbeitsabläufen wird ersichtlich, dass die Tätigkeit im Durchschnitt teilweise als vorhersehbar wahrgenommen wird ($M = 51,0 \pm 20,5$), die Rollen nahezu in hohem Maß klar sind ($M = 71,9 \pm 14,1$) und dass Rollenkonflikte in geringem Maß bis teilweise erlebt werden ($M = 39,7 \pm 20,8$).

Ressourcen bei der Arbeit, wie Einflussmöglichkeiten ($M = 24,1 \pm 24,0$) und der Entscheidungsspielraum ($M = 32,7 \pm 15,2$), werden von den Mitarbeitenden im Lager selten bis manchmal berichtet. Entwicklungsmöglichkeiten liegen laut Meinung der Befragten in geringem Maß bis zum Teil vor ($M = 33,8 \pm 16,4$). Die Kommissioniertätigkeit wird zum Teil als bedeutsam erlebt ($M = 51,2 \pm 14,9$), das Commitment, d. h. die Verbundenheit mit dem Arbeitsplatz, ist teilweise vorhanden ($M = 51,5 \pm 21,1$). Die Mitarbeitenden geben an, sich manchmal bis oft bei der Arbeit unterstützt ($M = 65,6 \pm 21,5$)

und als Teil einer Gemeinschaft zu fühlen ($M = 76,0 \pm 20,3$). Der Fragebogen „Führungsbeziehungsqualität Version MitarbeiterInnen“ (FBQ-M) bildet mit einem 5-stufigen Antwortformat (1 = „trifft gar nicht zu“, 2 = „trifft wenig zu“, 3 = „trifft mittelmäßig zu“, 4 = „trifft überwiegend zu“, 5 = „trifft völlig zu“) die Qualität der Beziehung zwischen MitarbeiterInnen und ihren Vorgesetzten auf vier Skalen ab (Wolfram & Mohr 2014). Sowohl Vertrauen ($M = 3,0 \pm 1,1$), Respekt ($M = 3,0 \pm 0,9$), Ermutigung ($M = 3,0 \pm 1,0$) als auch Zuneigung ($M = 3,4 \pm 1,0$) liegen auf einem mittelmäßigen Niveau.

4.2 Ergebnisse des Themenbereichs „Kommissioniermethode“

Die Beurteilung der Informationsdarstellung und Dialoggestaltung des eingesetzten Kommissionier-Etiketts basiert auf dem Usability-Fragebogen ISONORM 9241/110-S (Prümper 1997). Der Fragebogen adressiert sieben Prinzipien menschlicher Informationsverarbeitung der internationalen ISO-Norm 9241 für die Gestaltung und Bewertung interaktiver Systeme: Individualisierbarkeit, Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Erwartungskonformität, Lernförderlichkeit, Steuerbarkeit und Fehlertoleranz (DIN EN ISO 9241-110). Jeder Grundsatz wird über jeweils drei bipolare Items auf einer 7-stufigen Skala von „sehr negativ“ (---) über „unentschieden“ (-/+) bis „sehr positiv“ (+++) bewertet. Die Gebrauchstauglichkeit der eingesetzten Kommissioniermethode wurde durchweg positiv beurteilt. Die beste Bewertung erreichte die Skala „Individualisierbarkeit“, während hinsichtlich der Skala „Fehlertoleranz“ das größte Verbesserungspotenzial besteht (Vgl. Abb. 1).

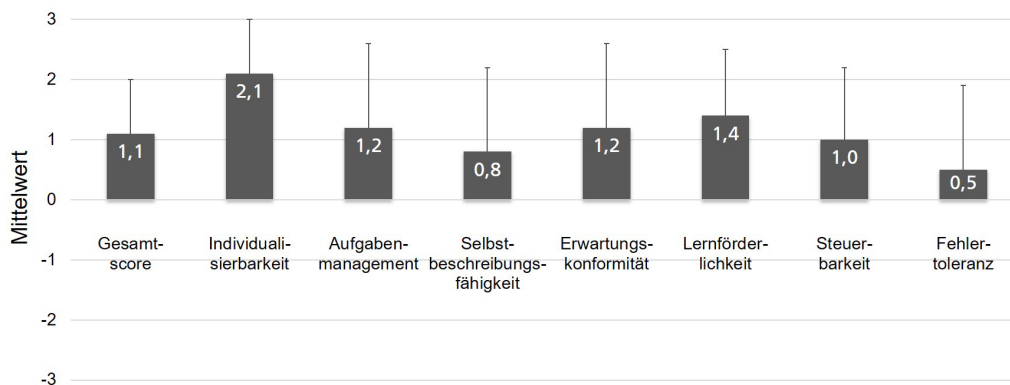


Abbildung 1: Deskriptive Ergebnisse der Skalen des ISONORM-Fragebogeninventars zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit der eingesetzten Kommissioniermethode

4.3 Ergebnisse des Themenbereichs „Gesundheit“

Der allgemeine Gesundheitszustand wurde mit einem Item von 0 („schlechtester denkbarer Gesundheitszustand“) bis 10 („besten denkbarer Gesundheitszustand“) gemessen und liegt auf einem moderaten Niveau ($M = 6,1 \pm 2,2$; EQ-5D-Fragebogen, EUROQOL GROUP 1990). Die Befragten gaben an, dass typische verhaltensbezogene Stresssymptome, wie keine Zeit für Entspannung zu haben oder keine Energie aufbringen zu können, sich mit anderen Leuten zu beschäftigen, kaum bis etwas vorliegen ($M = 32,5 \pm 21,0$; COPSOQ, Nübling et al. 2005). Ein vergleichbares Bild zeichnet sich bei kognitivem Stress ab: Symptome, wie Konzentrationsprobleme oder Schwierigkeiten beim Treffen von Entscheidungen, treten selten bis manchmal auf ($M = 33,5 \pm 17,9$; COPSOQ, Nübling et al. 2005).

Das Auftreten verschiedener psychischer Befindensbeeinträchtigungen wurde mit dem Fragebogen „Psychosomatische Beschwerden im nichtklinischen Kontext“ mit einem 5-stufigen Antwortformat von 1 („nie“) bis 5 („fast täglich“) abgefragt (Mohr & Müller 2014). Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Mitarbeitende in der Kommissionierung hohe Ausprägungen von Muskel-Skelett-Beschwerden aufweisen (Vgl. Abb. 2).

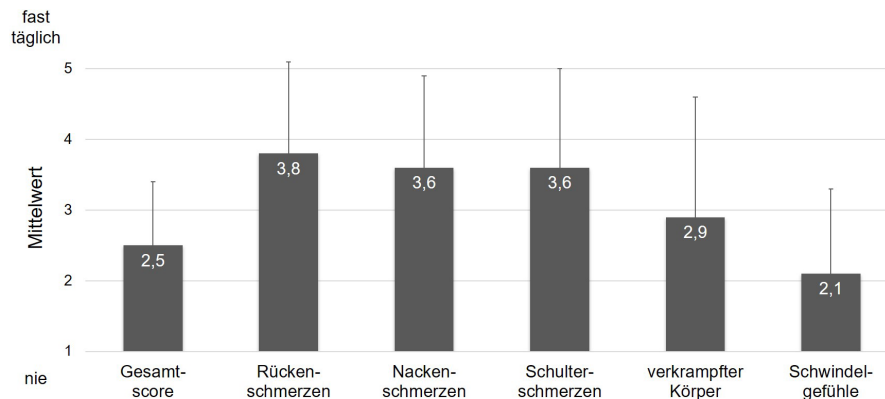


Abbildung 2: Deskriptive Ergebnisse der Items zu muskuloskelettalen Beschwerden des Fragebogens „Psychosomatische Beschwerden im nichtklinischen Kontext“

Daneben kommen häufig Schlafstörungen ($M = 3,1$, $SD \pm 1,5$), Erschöpftheit ($M = 3,2$, $SD \pm 1,4$), schnelles Ermüden ($M = 3,2$, $SD \pm 1,3$) und Kopfschmerzen ($M = 2,8$, $SD \pm 1,2$) vor. Vor dem Hintergrund der auftretenden Beschwerden geben etwas mehr als ein Drittel der Befragten an, dass in den letzten 2 Jahren Gesundheitsförderungsmaßnahmen im Unternehmen durchgeführt wurden. Anteilig davon haben gut ein Fünftel an den Maßnahmen teilgenommen. Bezugnehmend auf die Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung zeichnet sich ein identisches Bild ab: Gut jedem Dritten ist die Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung bekannt.

5. Diskussion

Aus den dargestellten Ergebnissen zeichnet sich ein Bild ab, das prototypisch für viele Arbeitende in der Logistikbranche steht (Kretschmer 2017). Es zeigt sich eine zunehmende psychische Beanspruchung durch eine erhöhte Aufgabenflexibilität, hier gekennzeichnet durch hohe Ausprägungen auf den Skalen der quantitativen und sensorischen Anforderungen. Die Kommissioniermethode des Warenbegleitscheins ist in diesem Unternehmen schon lange im Einsatz (durchschnittlich 7 Jahre) und wurde als benutzerfreundlich und einfach in der Handhabung empfunden. Die Ergebnisse spiegeln auch bisherige Laborbefunde wider. Hier wurde gezeigt, dass elektronisch fortschrittlichere Hilfsmittel, wie z.B. eine Datenbrille, nicht zwingend zur Produktivität beitragen, teils sogar hinderlicher im Umgang waren als papierbasierte Methoden (Plewan et al. 2019).

Wenn die Ergebnisse verschiedener Betriebe aggregiert werden, so zeigt sich ein Trend hin zur Zunahme psychischer Belastung, sei es durch Multitasking oder die Zunahme sensorischer Informationsverarbeitung. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, ist die vollständige Automatisierung der Prozesse im Logistikwesen vorerst nicht denkbar, weshalb die Feststellung kognitiver Fehlbeanspruchungen an Bedeutung gewinnt. Dies lässt sich jedoch nicht vollends mit herkömmlichen psychologischen Methoden

wie subjektiven Fragebögen oder Verhaltensmaßen bewältigen (Ayaz et al. 2019). Ein vielversprechender Vorstoß ist hier die Nutzung physiologischer Parameter wie z. B. der Elektroenzephalographie (EEG). Diese Techniken sind mittlerweile derart miniaturisiert, dass sie z.T. am Handgelenk getragen werden können (Übersicht der Methoden siehe Parasuraman 2011).

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse dieser groß angelegten Studie, dass insbesondere soziale Faktoren den Mitarbeitenden helfen, die zunehmende Arbeitslast ohne gesundheitliche oder psychische Folgen zu bewältigen. Einen Einfluss auf die Beanspruchung der Mitarbeitenden hat zudem die Kommissioniermethode. Technische Neuerungen steigern nicht zwingend die Produktivität und das Wohlbefinden, sondern können durch die Informationsvielfalt überlastend wirken. Dabei ist es die zukünftige Aufgabe der Gefährdungsbeurteilung, solche Fallstricke fortlaufend zu identifizieren und Arbeitsabläufe zum Wohle der Belegschaften stetig anzupassen.

6. Literatur

- Ayaz H, Curtin A, Mark J, Kraft A, Ziegler M (2019) Predicting future performance based on current brain activity: An fNIRS and EEG study. In: Conference Proceedings - IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 2019. Bari: IEE Xplore Digital Library, 3925–3930.
- BAuA, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2014) Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastung: Erfahrungen und Empfehlungen. Berlin: Erich Schmid Verlag.
- EuroQol Group (1990) EuroQol - a new facility for the measurement of health-related quality of life. *Health Policy* 16, 199-208.
- Günthner W, Klenk E, Tenerowicz-Wirth P (2014) Adaptive Logistiksysteme als Wegbereiter der Industrie 4.0. In: Bauernhansl T, ten Hompel M, Vogel-Heuser B (Hrsg.) *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 297-323.
- Junghanns G, Morschhäuser M (2013) Immer schneller, immer mehr: Psychische Belastung bei Wissens- und Dienstleistungsarbeit. Wiesbaden: Springer VS.
- Kretschmer V (2017) Belastungsschwerpunkte von Erwerbstätigen in der Intralogistik. *Sicher ist sicher - Fachzeitschrift für Sicherheitstechnik, Gesundheitsschutz und menschengerechte Arbeitsgestaltung* Vol. 12, 536–540.
- Landsbergis, PA (2003) The Changing Organization of Work and the Safety and Health of Working People: A Commentary. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 45(1): 61–72.
- Mohr G, Müller A (2014) Psychosomatische Beschwerden im nichtklinischen Kontext. Zusammenstellung sozialwissenschaftlicher Items und Skalen (ZIS). <https://doi.org/10.6102/zis78>
- Nübling M, Stößel U, Hasselhorn HM, Michaelis M, Hofmann F (2005) Methoden zur Erfassung psychischer Belastungen. Erprobung eines Messinstruments (COPSOQ). In: *Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin* (Hrsg), Fb 1058. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- Parasuraman R (2011) Neuroergonomics: Brain, cognition, and performance at work. *Current Directions in Psychological Science* 20(3): 181–186.
- Plewan T, Mättig B, Kretschmer V, Rinkenauer G (2021) Exploring the benefits and limitations of augmented reality for palletization. *Applied Ergonomics*, Vol. 90, 103250.
- Prümper J (1997) Der Benutzungsfragebogen ISONORM 9241/10: Ergebnisse zur Reliabilität und Validität. In: Liskowsky R, Velichkovsky BM, Wüschmann W (Hrsg.) *Software-Ergonomie '97: Usability Engineering: Integration von Mensch-Computer-Interaktion und Software-Entwicklung*. Stuttgart: B.G.Teubner, S. 254–262.
- Rohrbach-Schmidt D, Hall A (2020) BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2018, Nr. 1/2020, Version 1.0. Bonn: BIBB-FDZ Daten- und Methodenberichte (Hrsg).
- Spath D (2013) *Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0*. Stuttgart: Fraunhofer-Verl.
- Treier M (2015) *Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastungen: Begründung, Instrumente, Umsetzung*. Wiesbaden: Springer.



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