

## Hintergründe und Konzept zur Entwicklung und Validierung der neuen Leitmerkmalmethoden

André KLUßMANN<sup>1,2</sup>, Falk LIEBERS<sup>3</sup>, Marianne SCHUST<sup>3</sup>,  
Felix BRANDSTÄDT<sup>3</sup>, Bernd HARTMANN<sup>4</sup>, Patrick SERAFIN<sup>1</sup>, Andreas SCHÄFER<sup>1</sup>,  
Hansjürgen GEBHARDT<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie (ASER) e.V.*

*Corneliusstraße 31, D-42329 Wuppertal*

<sup>2</sup> *Department Gesundheitswissenschaften,*

*Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW) Hamburg*

*Ulmenliet 20, D-21033 Hamburg*

<sup>3</sup> *Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)*

*Nöldnerstraße 40-42, D-10317 Berlin*

<sup>4</sup> *ArbMedErgo*

*Steinbeker Grenzdamm 30d, D-22115 Hamburg*

**Kurzfassung:** Im Projekt MEGAPHYS wurden u.a. sechs Leitmerkmalmethoden (LMM) zu den Belastungsarten manuelles Heben, Halten und Tragen (HHT) sowie Ziehen und Schieben von Lasten (ZS), manuelle Arbeitsprozesse (MA), Ganzkörperkräfte (GK), Körperzwangshaltungen (KH) und Körperfortbewegungen (KB) weiter- bzw. neuentwickelt und auf Basis eines Validierungskonzepts erprobt. Betrachtet wurden u.a. Kriteriumsvalidität, Konvergenzvalidität, Objektivität sowie Inter- und Intra-Rater Reliabilität. Die nun vorliegenden sechs Methodenentwürfe für die o.g. Belastungsarten haben die umfangreiche Prüfung der Gütekriterien durchlaufen und werden von der BAuA zur Anwendung und Testung in der Praxis empfohlen.

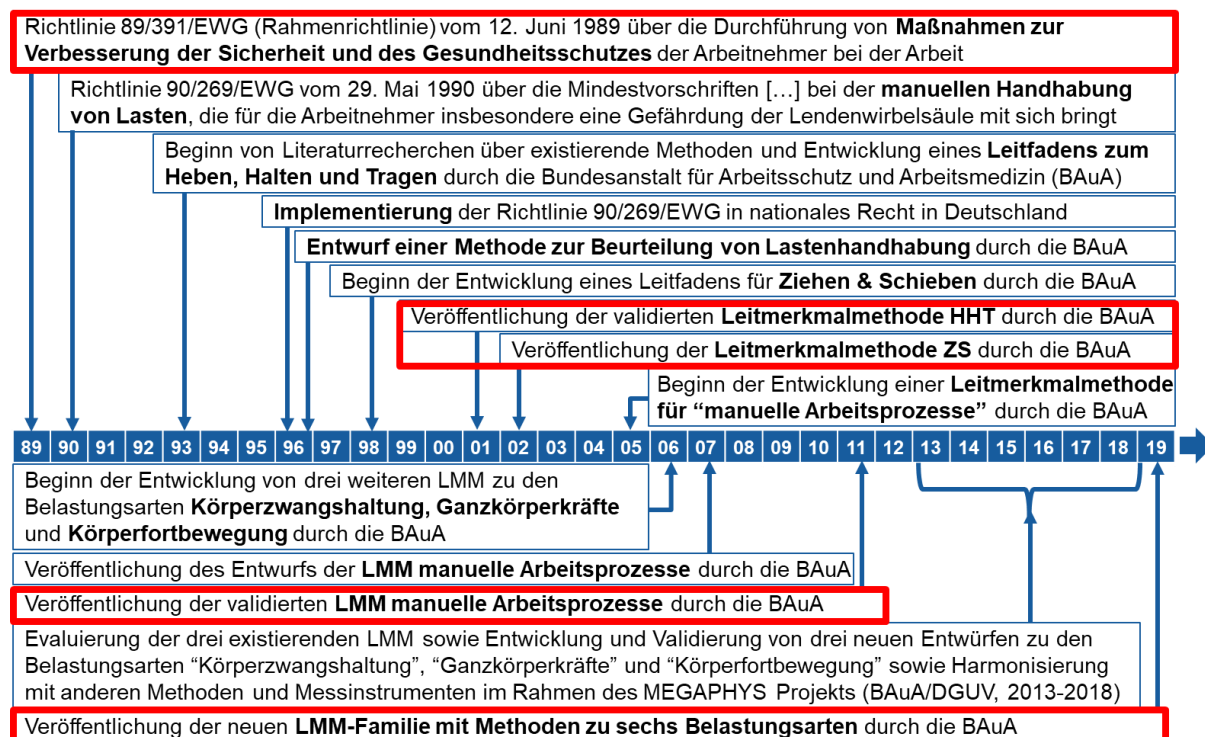
**Schlüsselwörter:** Leitmerkmalmethode, physische Belastung, Gefährdungsbeurteilung, Validierung

### 1. Einleitung

Physische Arbeitsbelastungen und damit verbundene Beschwerden und Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems stellen bis in die heutige Zeit eine große Herausforderung für Arbeitsgestaltung und Prävention dar (BAuA 2019). Im Rahmen des von der BAuA und DGUV geleiteten Gemeinschaftsprojektes „MEGAPHYS – Mehrstufige Gefährdungsanalyse physischer Belastungen am Arbeitsplatz“ wurde ein umfassendes und aufeinander abgestimmtes Methodeninventar zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung bei physischen Belastungen entwickelt und erprobt.

Hierbei wurden unter der Federführung der BAuA, aufbauend auf den drei praxisbewährten Leitmerkmalmethoden LMM-HHT 2001, LMM-ZS 2002 und LMM-MA 2012 (Jürgens et al. 2001; Jürgens et al. 2002; Steinberg et al. 2012; Käschel et al. 2013), Screeningmethoden für die Gefährdungsbeurteilung und Arbeitsgestaltung zu den Belastungsarten manuelles Heben, Halten und Tragen (HHT) sowie Ziehen und Schieben von Lasten (ZS), manuelle Arbeitsprozesse (MA), Ganzkörperkräfte (GK), Körperzwangshaltungen (KH) und Körperfortbewegungen (KB) iterativ weiter- und neuentwickelt sowie validiert (siehe Abbildung 1). Grundlage hierzu bildete u.a. das

Validierungskonzept zur LMM-MA 2012 (Klußmann et al.; 2017a, BAuA 2019). In diesem Beitrag sollen Hintergründe und Konzept zur Entwicklung und Validierung der neuen Leitmerkalmethoden kurz vorgestellt werden.



**Abbildung 1:** Entwicklungshistorie der Leitmerkalmethoden (Klußmann et al. 2019).

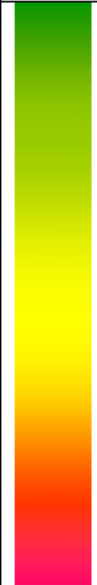
## 2. Konzept und Entwicklung der neuen Leitmerkalmethoden

Die Leitmerkalmethoden zählen zu den Screeningmethoden. Sie dienen zur Dokumentation der wesentlichen Merkmale der jeweiligen Belastungsart, zur überschlägigen Bestimmung der Wahrscheinlichkeit einer körperlichen Überbeanspruchung sowie zum präventiven Erkennen von Defiziten bei der Arbeitsgestaltung und geben dabei konkrete Hinweise an welchen Stellen Maßnahmen der Arbeitsgestaltung und des Arbeitsschutzes wirksam ansetzen können.

Zur iterativen (Weiter-)Entwicklung der Leitmerkalmethoden wurden im Rahmen einer Literaturstudie zunächst 117 bestehende Bewertungsmethoden sowie 51 relevante Studien analysiert. Dies diente zur Definition, Abgrenzung und zur Ableitung der wichtigsten Aspekte bzw. Merkmale der Belastungsarten (BAuA 2019). Zur Abschätzung der Relevanz der Belastungsarten wurde eine Zustandsanalyse physischer Belastungen in Deutschland durchgeführt. Hierzu wurden die Ergebnisse einer Expertenbefragung (300 Datensätze) und einer Analyse weiterer Datenquellen (>1.500 Datensätze) in einer Datenbank zusammengefasst und ausgewertet (BAuA 2019). Außerdem wurde ein einheitliches, für alle im Rahmen von MEGAPHYS entwickelten Methoden geltendes Risikokonzept (siehe Tabelle 1) festgelegt. Um praxisrelevante Skalenlängen und typische Ausprägungen physischer Arbeitsbelastungen ableiten zu können, wurde zudem die Datenbank des BAB/BDS-Instruments des Instituts ASER e.V. mit mehr als 5.000 industriellen Tätigkeiten in über 2.000 Arbeitssystemen, überwiegend aus den Bereichen Chemie, Metall und Elektro, ausgewertet (BAuA 2019).

Erste Vorentwürfe der neuen und weiterentwickelten Leitmerkmalmethoden wurden im Jahr 2015 in 40 Betrieben einer ersten Anwendungserprobung durch mehr als 200 betriebliche Akteure unterzogen. Dabei wurden mehr als 600 Bewertungen mit den Methodenvorentwürfen durchgeführt. Die hieraus gewonnenen Erkenntnisse flossen dann in die Revision und Entwicklung der finalen Entwürfe zur Praxiserprobung der Leitmerkmalmethoden ein (BAuA 2019).

**Tabelle 1:** Risikokzept der Leitmerkmalmethoden (BAuA 2019).

Risiko*	Belastungshöhe	a) Wahrscheinlichkeit einer körperlichen Überbeanspruchung b) Mögliche gesundheitliche Folgen	Maßnahmen
	gering	a) Eine körperliche Überbeanspruchung ist unwahrscheinlich. b) Gesundheitsgefährdung nicht zu erwarten.	Keine
	mäßig erhöht	a) Eine körperliche Überbeanspruchung ist bei vermindert belastbaren Personen** möglich. b) Ermüdung, geringgradige Anpassungsbeschwerden, die in der Freizeit kompensiert werden können.	Für vermindert belastbare Personen sind Maßnahmen zur Gestaltung und sonstige Präventionsmaßnahmen sinnvoll.
	wesentlich erhöht	a) Körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen** möglich b) Beschwerden (Schmerzen) ggf. mit Funktionsstörungen, reversibel ohne morphologische Manifestation.	Maßnahmen zur Gestaltung und sonstige Präventionsmaßnahmen sind zu prüfen.
	hoch	a) Körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich. b) Stärker ausgeprägte Beschwerden und/oder Funktionsstörungen, Strukturschäden mit Krankheitswert z. B. Chondrosen der LWS und HWS, Arthrosen, CTS.	Maßnahmen zur Gestaltung sind erforderlich. Sonstige Präventionsmaßnahmen sind zu prüfen.
* Die Grenzen zwischen den Risikobereichen sind aufgrund der individuellen Arbeitstechniken und Leistungsvoraussetzungen fließend. Damit darf die Einstufung nur als Orientierungshilfe verstanden werden. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mit steigenden Punktwerten die körperliche Belastung zunimmt.			
** „Personen“ können im Sinne einer Gefährdungsbeurteilung die betroffenen Individuen sein; im Sinne einer Risikobewertung die „beabsichtigte Nutzerpopulation“.			

Alle sechs Leitmerkmalmethoden haben im Grundsatz den gleichen Aufbau. Zur Beurteilung sind grundsätzlich folgende Schritte erforderlich:

1. Bestimmung der Zeitwichtung,
2. Bestimmung der Wichtung der Leitmerkmale (Hauptbelastungen, wie z. B. Kraft oder Lasthöhe, und Nebenbelastungen, wie z. B. ungünstige Ausführungsbedingungen),
3. Multiplikation der Wichtungspunkte für die Zeitwichtung mit der Summe aus den Wichtungspunkten der Leitmerkmale (Haupt- und Nebenbelastungen) und
4. Bewertung/Beurteilung (BAuA 2019).

### 3. Methoden

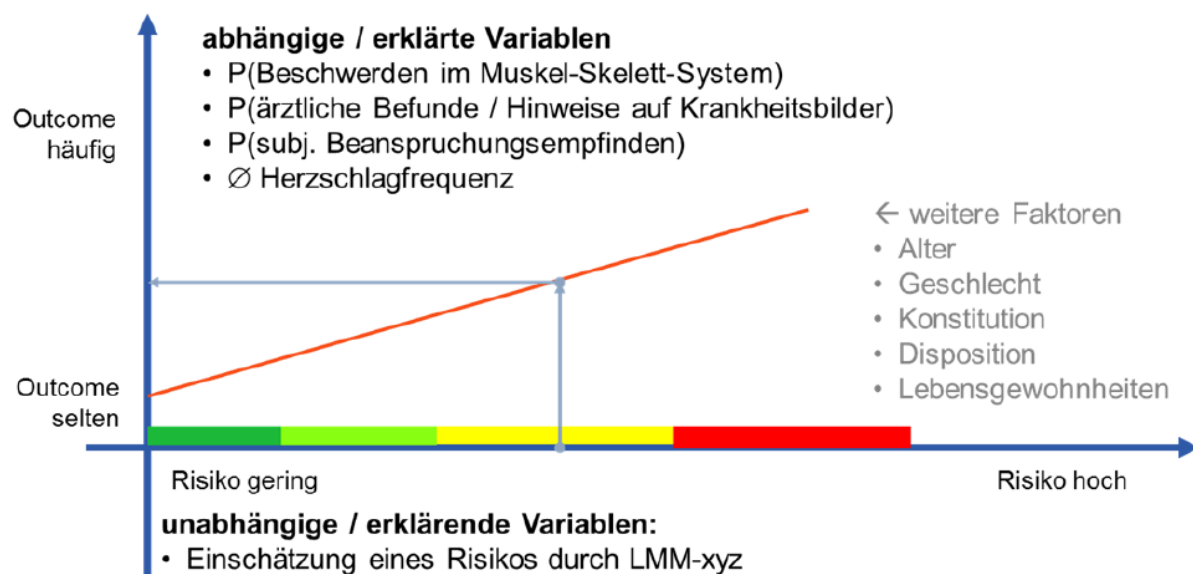
Das Validierungskonzept der neuen und weiterentwickelten Leitmerkmalmethoden wurde im Vorfeld in einem Studienprotokoll (Klußmann et al. 2017b; BAuA 2019) beschrieben. Untersucht wurden insbesondere der Zusammenhang der mit den Methoden erhobenen Höhe der jeweiligen physischen Belastung und einer zunehmenden

Wahrscheinlichkeit für die Präsenz bestimmter Outcomes bei Beschäftigten (Kriteriumsvalidität), die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu bestehenden Methoden (Konvergenzvalidität), die Übereinstimmung von Bewertungsergebnissen von Anwendern und Experten bei der Anwendung der Methoden (Objektivität), die Übereinstimmung der Ergebnisse unterschiedlicher Anwender (Inter-Rater-Reliabilität) sowie die Übereinstimmung der Ergebnisse bei wiederholter Anwendung der Methoden durch dieselben Anwender (Intra-Rater-Reliabilität).

Im Folgenden wird das Vorgehen zur Untersuchung der Validitätskriterien kurz umschrieben. Eine detaillierte Darstellung ist im Band 1 des MEGAPHYS Abschlussberichts zu finden (BAuA 2019).

### 3.1 Kriteriumsvalidität

Im Rahmen einer betriebsepidemiologischen Querschnittstudie mit interner Kontrollgruppe wurden standardisierte Arbeitsanalysen an 1.760 Teil-Tätigkeiten verteilt auf 198 Arbeitsplätze in 44 Betrieben unterschiedlicher Branchen aus elf Bundesländern durchgeführt. Bei insgesamt 174 Arbeitsplätzen bzw. 1.433 Teil-Tätigkeiten konnten die Leitmerkmalmethoden angewendet und so eine Risikokategorie zugeordnet werden, so dass die Datensätze in die Auswertung gelangten.



**Abbildung 2:** Grundprinzip des Ansatzes zur Überprüfung der Kriteriumsvalidität der Leitmerkmalmethoden (BAuA 2019).

Für 808 Beschäftigte an diesen Arbeitsplätzen wurde mit einem standardisierten Methodeninventar durch Arbeitswissenschaftler bzw. Mediziner u.a. ihre subjektive Einschätzung der Belastungssituation am Arbeitsplatz mit dem SLESINA-Fragebogen (Slesina 1987), die Prävalenz von Beschwerden im Muskel-Skelett-System mit dem Nordischen Fragebogen (Kuorinka et al. 1987) und die Prävalenzen von anamnestischen bzw. klinischen/funktionellen Hinweisen auf typische Krankheitsbilder des Muskel-Skelett-Systems in den belastungstypischen Körperregionen erhoben. Die so gewonnenen Daten wurden anschließend einer Regressionsanalyse unterzogen. Hierzu wurde die Hypothese überprüft, dass mit zunehmender, mit den Methoden erhobener Höhe der jeweiligen physischen Belastung, die Wahrscheinlichkeit bzw. Höhe der Ausprägung der betrachteten Outcomes bei Beschäftigten, die

unter den jeweiligen Arbeitsbedingungen arbeiten, zunimmt. Das Grundprinzip dieses Ansatzes ist in Abbildung 2 dargestellt.

### 3.2 Konvergenzvalidität

Für ausgewählte Belastungsarten wurden Konvergenzberechnungen mit passenden, bestehenden Methoden durchgeführt und die Ergebnisse miteinander verglichen.

So wurden beispielsweise allein für die LMM-HHT und die LMM-MA mehr als 470 Vergleichsberechnungen durchgeführt. Neben Streudiagrammen wurden hierbei zum Vergleich der Punktwerte der Methoden Korrelationskoeffizienten nach Pearson bzw. Spearman verwendet. Als Maß für die Übereinstimmung der Risikokategorien der Methoden wurden Cohens Kappa bzw. ein gewichtetes Kappa berechnet (BAuA 2019).

### 3.3 Objektivität / Reliabilität

In Rahmen von Workshops bewerteten geschulte Anwender ausgewählte, per Video demonstrierte Tätigkeiten mit den jeweiligen Leitmerkalmethoden und beantworteten Fragen zur Anwendbarkeit und Plausibilität. Etwa vier Wochen später erfolgte eine erneute Bewertung der Tätigkeiten durch dieselben Anwender. Zusätzlich wurde für jede der Tätigkeiten eine durch zwei Methodenentwickler abgestimmte Expertenbewertung mit der Methode durchgeführt. Die erhobenen Daten dienen als Grundlage für den Abgleich der Übereinstimmung der Risikokategorien. Als Maß für die Urteilsübereinstimmung zwischen Anwendern und Experten (Objektivität) wurde das gewichtete Kappa herangezogen. Als Maß für die Reliabilität wurde der Intra-klassenkorrelationskoeffizient (Modell „zweifach zufällig“, Typ „absolute Übereinstimmung“) berechnet.

Zur LMM-HHT wurde ein Workshop mit 7 Anwendern und 14 untersuchten Beispieltätigkeiten durchgeführt. Etwa vier Wochen später erfolgte eine erneute Bewertung der Tätigkeiten durch dieselben Anwender. Zur LMM-ZS wurden ein Workshop mit 12 Anwendern und 22 untersuchten Beispieltätigkeiten ohne Messwiederholung sowie ein Workshop mit 6 Anwendern und 13 untersuchten Beispieltätigkeiten mit Messwiederholung durchgeführt. Zur LMM-MA wurde ein Workshop mit 12 Anwendern und 10 untersuchten Beispieltätigkeiten durchgeführt. Etwa vier Wochen später erfolgte eine erneute Bewertung der Tätigkeiten durch dieselben Anwender. Zur LMM-GK wurde ein Workshop mit 6 Anwendern und 16 untersuchten Beispieltätigkeiten durchgeführt. Etwa vier Wochen später erfolgte eine erneute Bewertung der Tätigkeiten durch dieselben Anwender. Zur LMM-KH wurden ein Workshop mit 21 Anwendern und 13 untersuchten Beispieltätigkeiten ohne Messwiederholung sowie ein Workshop mit 5 Anwendern und 14 untersuchten Beispieltätigkeiten mit Messwiederholung durchgeführt. Zur LMM-KB wurde ein Workshop mit 6 Anwendern und 13 untersuchten Beispieltätigkeiten durchgeführt. Etwa vier Wochen später erfolgte eine erneute Bewertung der Tätigkeiten durch dieselben Anwender (BAuA 2019).

## 4. Ergebnisse

Eine Auswahl der Ergebnisse wird in den folgenden Beiträgen zu den einzelnen Leitmerkmalmethoden vorgestellt. Eine ausführliche Darstellung ist in Band 1 des Abschlussberichts zu MEGAPHYS zu finden (BAuA 2019).

## 5. Diskussion

Die Qualität der Leitmerkmalmethoden nach den getesteten Kriterien ist als überwiegend gut bis befriedigend einzuschätzen. Limitierungen der Studien-population und Belastungshöhe in der Feldstudie sind zu diskutieren. Die neuen und weiterentwickelten Entwürfe der Leitmerkmalmethoden werden von der BAuA zur Anwendung und Erprobung in der Praxis empfohlen. Fragestellungen und Praxis-erfahrungen zu den Leitmerkmalmethoden können an das Informationszentrum der BAuA gerichtet werden. Sie werden beantwortet und wissenschaftlich ausgewertet, um dann auch in die zukünftigen Weiterentwicklungen der Methoden einfließen zu können.

## 6. Literatur

- BAuA - Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2019): MEGAPHYS - Mehrstufige Gefährdungsanalyse physischer Belastungen am Arbeitsplatz. Gemeinsamer Abschlussbericht der BAuA und der DGUV. BAuA (Hrsg.), Band 1, Forschung F 2333, Dortmund/Berlin/Dresden.
- Jürgens WW, Mohr D, Pangert R, Pernack EF, Steinberg U (2001) Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen beim Heben und Tragen von Lasten. LV 9, Potsdam, Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI).
- Jürgens WW, Mohr D, Pangert R, Pernack EF, Steinberg U (2002) Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen beim Ziehen und Schieben von Lasten. LV29, Potsdam, Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI).
- Käschel I, Kunze J, Liebers F, Schultz K, Steinberg U, Wendenburg A (2013) Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen bei manuellen Arbeitsprozessen. LV57, Potsdam, Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI).
- Klußmann A, Liebers F, Gebhardt H, Rieger MA, Latza U, Steinberg U (2017a) Risk assessment of manual handling operations at work with the key indicator method (KIM-MHO) – determination of criterion validity regarding the prevalence of musculoskeletal symptoms and clinical conditions within a cross-sectional study. BMC Musculoskeletal Disorders 2017. 18:184. doi: 10.1186/s12891-017-1542-0.
- Klußmann A, Liebers F, Brandstädt F, Schust M, Serafin P, Schäfer A, Gebhardt H, Hartmann B, Steinberg U (2017b) Validation of newly developed and redesigned key indicator methods for assessment of different working conditions with physical workloads based on mixed-methods design: a study protocol. BMJ Open 7. doi: 10.1136/bmjopen-2016-015412.
- Klußmann A, Gebhardt H, Serafin P, Schäfer A, Hartmann B, Brandstädt F, Liebers F, Schust M (2019) Spezielles Screening: Neue und weiterentwickelte Leitmerkmalmethoden und Ergebnisse der Validierung. Beitrag beim 36. Internationalen A+A-Kongress 2019, 5. November 2019, Düsseldorf.
- Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, Vinterbeg H, Bieringsorensen F, Andersson G, Jorgensen K (1987) Standardised nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. Appl. Ergon., 18, 233-237.
- Slesina W (1987) Arbeitsbedingte Erkrankungen und Arbeitsanalyse: Arbeitsanalyse unter dem Gesichtspunkt der Gesundheitsvorsorge. Enke, Stuttgart.
- Steinberg U, Liebers F, Klußmann A, Gebhardt H, Rieger MA, Behrendt S, Latza U (2012) Leitmerkmalmethode Manuelle Arbeitsprozesse 2011 - Bericht über die Erprobung, Validierung und Revision. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.), Forschung F2195, Dortmund/Berlin/Dresden.



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

## **Digitale Arbeit, digitaler Wandel, digitaler Mensch?**

66. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

TU Berlin  
Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme

HU Berlin  
Professur Ingenieurpsychologie

16. – 18. März 2020, Berlin

---

## **GfA-Press**

---

**Bericht zum 66. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 16. – 18. März 2020**

**TU Berlin, Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme  
HU Berlin, Professur Ingenieurpsychologie**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Dortmund: GfA-Press, 2020  
ISBN 978-3-936804-27-0

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**

© 2020 fröse multimedia, Frank Fröse

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