

## **Beurteilung physischer Belastungen – Das mehrstufige Leitmerkmalmethoden-Inventar**

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

<sup>1</sup> *Institut für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie e.V. – ASER  
Corneliusstr. 31, D-42329 Wuppertal*

<sup>2</sup> *Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – BAuA  
Nöldnerstraße 40/42, D-10317 Berlin*

<sup>3</sup> *Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW) Hamburg  
Fakultät Life Sciences, Department Gesundheitswissenschaften  
Professur für Arbeitswissenschaft & Labor für Arbeit und Gesundheit  
Ulmenliet 20, D-21033 Hamburg*

**Kurzfassung:** Durch Ermittlung, Bewertung und Beurteilung der Arbeitsbedingungen und der daraus resultierenden Festlegung und Umsetzung präventiver Arbeitsgestaltungsmaßnahmen können physische Fehlbelastungen vermieden, beseitigt oder minimiert werden. Hierzu sind geeignete Methoden für die Gefährdungsbeurteilung erforderlich.

Zur (Weiter-)Entwicklung und Validierung des Leitmerkmalmethoden-Inventars kooperierte die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) im Rahmen des BAuA/DGUV-Gemeinschaftsprojektes „MEhrstufige GefährdungsAnalyse PHYsischer Belastungen am Arbeitsplatz - MEGAPHYS“. mit dem Institut für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie (ASER, Wuppertal), der Ergonomieberatung ebus (Berlin) und ArbMedErgo (Hamburg). Unter anderem mithilfe von Methodenrecherchen, Datenbankanalysen, Praxisanwendungen und Querschnittsstudien wurden das Leitmerkmalmethoden-Inventar (weiter-)entwickelt, erprobt und validiert.

Als Ergebnis liegen heute vor: a) Auf der Ebene der Grobscreeningverfahren ein Basis-Check und ein Einstiegsscreening, b) auf der Ebene der Speziellen-Screeningverfahren sechs Leitmerkmalmethoden zur Beurteilung und Gestaltung von einzelnen Teiltätigkeiten mit physischen Belastungen verschiedener Belastungsarten sowie c) auf der Ebene der Experten-Screeningverfahren sechs Erweiterte Leitmerkmalmethoden mit der Möglichkeit der Interpolation von Merkmalswichtungen anhand mathematischer Formeln und der Zusammenfassung aller Punktwerte zur Beurteilung und Gestaltung von Tätigkeiten mit derselben physischen Belastungsart an einem Arbeitstag. Die geprüften Leitmerkmalmethoden wurden positiv validiert, bilden den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene ab und werden von der BAuA zur Anwendung in der Betriebspraxis empfohlen.

**Schlüsselwörter:** Leitmerkmalmethoden, physische Arbeitsbelastungen, Gefährdungsbeurteilung, Industrial Engineering, Leistungsfähigkeit

## 1. Einleitung

Physische Arbeitsbelastungen sowie damit verbundene Beschwerden und Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems stellen nach wie vor eine Herausforderung für eine ergonomische Arbeitsgestaltung dar (BAuA 2019). Innerhalb des Gemeinschaftsprojekts MEGAPHYS – Mehrstufige Gefährdungsanalyse physischer Belastungen am Arbeitsplatz der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) und der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) wurde daher ein umfassendes und aufeinander abgestimmtes Methodeninventar zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung bei physischen Belastungen entwickelt und evaluiert. Zur pragmatischen Gruppierung bzw. Abgrenzung verschiedener Formen physischer Arbeit bzw. Arbeitsbelastungen anhand ähnlicher Tätigkeitsmerkmale oder vergleichbarer Auswirkungen auf bestimmte (Körper-)Zielregionen wurden sechs physische Belastungsarten definiert (BAuA 2019):

- Manuelles Heben, Halten und Tragen von Lasten (HHT),
- Manuelles Ziehen und Schieben von Lasten (ZS),
- Manuelle Arbeitsprozesse (MA),
- Ganzkörperkräfte (GK),
- Körperzwangshaltungen (KH) und
- Körperfortbewegung (KB)

Ziel war es, dass alle sechs physischen Belastungsarten mittels eines umfassenden und aufeinander abgestimmten Methodeninventars ermittelt, bewertet und beurteilt werden können sowie die Arbeit so gestaltet werden kann, dass eine Gefährdung für die Gesundheit möglichst vermieden und die verbleibende Gefährdung möglichst gering gehalten wird.

## 2. Methodisches Vorgehen zur (Weiter-)Entwicklung des mehrstufigen Leitmerkmalmethoden-Inventars

Zur iterativen (Weiter-)Entwicklung der Leitmerkmalmethoden wurden folgende Schritte durchgeführt:

- 1) Im Rahmen einer Literaturstudie wurden 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).
- 2) 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).
- 3) Weiterhin wurde ein einheitliches, für alle im Rahmen von MEGAPHYS entwickelten Methoden geltendes Risikokonzept festgelegt.
- 4) Um praxisrelevante Skalenlängen und typische Ausprägungen physischer Arbeitsbelastungen ableiten zu können, wurde zudem die Datenbank des BAB/BDS-Instruments des Instituts ASER e.V. (Peters 1986; Klußmann et al. 2013) mit mehr als 5.000 industriellen Tätigkeiten in über 2.000 Arbeitssystemen, überwiegend aus den Bereichen Chemie, Metall und

- Elektro, ausgewertet (BAuA 2019).
- 5) 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 gewonnen Erkenntnisse flossen dann in die Revision und Entwicklung der finalen Entwürfe zur Praxiserprobung der Leitmerkmalmethoden ein (BAuA 2019).
  - 6) Zur Evaluierung der Leitmerkmalmethoden wurden dann eine betriebsepidemiologische Querschnittsstudie mit interner Kontrollgruppe, Konvergenzberechnungen und Anwendungserprobung durchgeführt. Dies wird im folgenden Kapitel 3 erläutert.

### **3. Evaluierung der Leitmerkmalmethoden**

#### **3.1 Validierungskonzept**

Das Validierungskonzept der neuen und weiterentwickelten Leitmerkmalmethoden wurde im Vorfeld in einem Studienprotokoll (Klußmann et al. 2017; 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).

#### **3.2 Kriteriumsvalidität**

Im Rahmen einer Querschnittsstudie in Unternehmen (Feldstudie) 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 Risikokategorien für die relevanten Belastungsarten zugeordnet werden, so dass die Datensätze in die Auswertung gelangten.

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

Erkrankungsbilder 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.

### *3.3 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).

### *3.4 Objektivität und Reliabilität*

In Rahmen von Workshops bewerteten geschulte Anwender ausgewählte, per Video demonstrierte Tätigkeiten mit den jeweiligen Leitmerkmalmethoden und beantworteten Fragen zur Anwendbarkeit und Plausibilität. Etwa vier Wochen später erfolgte eine erneute Beurteilung der Tätigkeiten durch dieselben Anwender. Zusätzlich wurde für jede der Tätigkeiten eine durch zwei Methodenentwickler abgestimmte Expertenbeurteilung mit der Methode durchgeführt. Die erhobenen Daten dienten 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 Intraklassenkorrelationskoeffizient (Modell „zweifach zufällig“, Typ „absolute Übereinstimmung“) berechnet.

Zur jeder der sechs belastungsartspezifischen Leitmerkmalmethoden wurde jeweils ein Workshop mit 6 bis 12 Anwendern und 10 bis 14 untersuchten Beispieltätigkeiten durchgeführt. Etwa vier Wochen später erfolgte eine erneute Beurteilung der Tätigkeiten durch dieselben Anwender (BAuA 2019).

## **4. Ergebnisse**

Als Teilergebnis des MEGAPHYS-Projektes hat die BAuA in den Jahren 2019 und 2020 das mehrstufige Leitmerkmalmethoden-Inventar veröffentlicht (BAuA 2019). Neben einem Basis-Check und einem Einstiegsscreening besteht das mehrstufige Leitmerkmalmethoden-Inventar aus sechs neu- und weiterentwickelten Leitmerkmalmethoden (LMM), den sechs Erweiterten Leitmerkmalmethoden (LMM-E), u.a. zur Zusammenfassung der Punktwerte von Teil-Tätigkeiten derselben Belastungsart, sowie drei Konzeptentwürfen für eine Leitmerkmalmethode Mischbelastung (LMM-MB). Letztere wurden im Rahmen des MEGAPHYS-Projekts

entwickelt, anders als die Erweiterten Leitmerkmalmethoden jedoch noch keiner wissenschaftlichen Erprobung und Validierung unterzogen. Ziel ist die Verrechnung der Ergebnisse aller sechs Belastungsarten unter Berücksichtigung der möglichen Kumulation der einzelnen Belastungen, differenziert für verschiedene Zielregionen des Körpers. Eines der Konzepte wurde bislang publiziert (BAuA 2019). Die Konzepte für die Beurteilung von Mischbelastung werden in der jetzigen Form allerdings nicht zur Anwendung in der Praxis empfohlen.

Die Leitmerkmalmethoden haben die umfangreiche Prüfung der wissenschaftlichen Gütekriterien positiv durchlaufen (vgl. BAuA 2019), bilden den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene ab und werden von der BAuA seit dem Oktober 2019 zur Anwendung in der Betriebspraxis empfohlen.

## 5. Diskussion

Die Qualität der Leitmerkmalmethoden nach den getesteten Kriterien ist als überwiegend gut bis befriedigend einzuschätzen. Limitierungen der Studienpopulation und Belastungshöhe, z.B. durch unterrepräsentiertere Branchen (Pflege, Handwerk, Bau) oder Effekte durch Mischbelastungen (Vorliegen unterschiedlicher Belastungsarten) in der Feldstudie sind zu diskutieren. Die neuen und weiterentwickelten Leitmerkmalmethoden werden von der BAuA zur Anwendung in der Betriebspraxis empfohlen. Sie sind unter [www.baua.de/leitmerkmalmethoden](http://www.baua.de/leitmerkmalmethoden) abrufbar.

Fragestellungen und Praxiserfahrungen zu den Leitmerkmalmethoden können an das Informationszentrum der BAuA gerichtet werden. Sie werden beantwortet und wissenschaftlich ausgewertet, um dann gegebenenfalls 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 F2333, Dortmund/Berlin/Dresden.
- DGUV - Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (2020) MEGAPHYS: Mehrstufige Gefährdungsanalyse physischer Belastungen am Arbeitsplatz. Abschlussbericht zum Kooperationsprojekt von BAuA und DGUV. DGUV (Hrsg), Band 2, DGUV Report 3/2020, Berlin.
- Klußmann A, Liebers F, Brandstädt F, Schust M, Serafin P, Schäfer A, Gebhardt H, Hartmann B, Steinberg U (2017) 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, Liebers F, Schust M, Brandstädt F, Hartmann B, Serafin P, Schäfer A, Gebhardt H (2020): Hintergründe und Konzept zur Entwicklung und Validierung der neuen Leitmerkmalmethoden. In: Bericht zum 66. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft vom 16. - 18. März 2020. Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (Hrsg), GfA-Press, Dortmund.
- Klußmann A, Mühlemeyer C, Lang KH, Dolfen P, Wendt KD, Gebhardt H, Neumann B, Schäfer A, (2013) Praxisbewährte Methoden zur Bewertung und Gestaltung physischer Arbeitsbelastungen. Leistung und Lohn – Zeitschrift für Arbeitswirtschaft, Nr. 541-545, BDA – Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände (Hrsg). Bergisch Gladbach, Heider-Verlag.
- Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, Vinterbeg H, Bieringsorensen F, Andersson G, Jorgensen K (1987) Standardised nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. Applied Ergonomics, 18, 233-237.

- Peters H (1986) Verfahren zur Beurteilung arbeitsbedingter Belastungen BAB. Köln, IfaA-Schrift-Nr. 62, 64-78.
- Slesina W (1987) Arbeitsbedingte Erkrankungen und Arbeitsanalyse: Arbeitsanalyse unter dem Gesichtspunkt der Gesundheitsvorsorge. Enke, Stuttgart.

**Hinweise:** Dieser Beitrag baut auf einem Beitrag zum GfA-Frühjahrskongress 2020 auf (Klußmann et al. 2020). Teile des Inhalts sind identisch. Neben dem mehrstufigen Leitmerkmalmethoden-Inventar wurden im Rahmen von MEGAPHYS unter Federführung der DGUV und unter Mitwirkung von Forschungsorganisationen sowohl Erprobungsentwürfe zu Experten-Screeningverfahren als auch Bewertungsansätze zur messtechnischen Analyse physischer Arbeitsbelastungen entwickelt (DGUV 2020). Die DGUV und ihre Forschungspartner waren ebenfalls an der o.g. Literaturstudie und an der Querschnittsstudie in Unternehmen beteiligt.



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

### **Screen design und Umsetzung**

© 2022 fröse multimedia, Frank Fröse

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