

## **Biomechanische Analyse der Wirksamkeit von Exoskeletten beim Einsatz an industriellen Arbeitsplätzen**

Ulrich GLITSCH, Japser JOHNS, Kai HEINRICH

*Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA)  
Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin*

**Kurzfassung:** Seit einigen Jahren werden Exoskelette (ES) speziell für den Einsatz an industriellen Arbeitsplätzen angeboten, die eine Reduktion der Muskel-Skelett-Belastungen bewirken sollen. Mit einem kombinierten Ansatz aus Labor- und Feldstudie soll ein generell einsetzbares Instrument geschaffen werden, um die biomechanische Wirksamkeit von ES quantitativ besser erfassen zu können. In ersten Tests mit passiven und aktiven ES konnte die Methodik erfolgreich angewandt werden. Die Ergebnisse belegen, dass die getesteten ES eine mehr oder minder hohe Teilunterstützung des Muskel-Skelett-Systems erreichen können. In den Feldtests muss der Fokus auch auf die Nebentätigkeiten gerichtet werden, bei denen keine Unterstützungswirkung erforderlich ist, aber deren Ausführbarkeit möglichst wenig beeinträchtigt werden sollte.

**Schlüsselwörter:** Exoskelett, biomechanische Analyse, Arbeitsplatzanalyse, Muskel-Skelett-Belastung

### **1. Einleitung**

Für den Einsatz an industriellen Arbeitsplätzen werden seit einigen Jahren ES angeboten, die eine Reduktion der Muskel-Skelett-Belastung bewirken sollen. In diversen Laborstudien konnten einzelne Wirkeffekte durch solche ES nachgewiesen werden (de Looze et al. 2016). Ob diese Effekte allerdings ausreichen, um auch in der Praxis an einem Arbeitsplatz einen nachhaltigen Entlastungseffekt zu erzeugen, um MSB zu verringern bzw. langfristig deren Entstehung vorzubeugen, bleibt bisher weitgehend unbeantwortet.

### **2. Methodik**

Mit einem kombinierten Ansatz aus Labor- und Feldstudie soll ein generell einsetzbares Instrument geschaffen werden, um die biomechanische Wirksamkeit von ES besser und objektiv erfassen zu können. Dazu wurde ein komplexer biomechanischer Mess- und Modellierungsansatz entwickelt, der neben der Elektromyographie (EMG), die Drehmomentunterstützung des ES und die damit verbundene Krafteinwirkung auf die zu unterstützenden Körperbereiche betrachtet (Glitsch et al. 2020; Johns et al. 2021). Mit verschiedenen aktiven und passiven rumpfunterstützenden ES wurden Tests sowohl im Labor wie auch im Feld durchgeführt und die biomechanische Wirksamkeit analysiert.

Die zentrale Eingangsgröße ist die jeweilige Unterstützungskennlinie des ES. Bei passiven Exoskeletten kann diese experimentell ermittelt werden, wohingegen bei aktiven Systemen der Zugriff auf die jeweils momentane Drehmomentunterstützung des Antriebes erforderlich ist. Die biomechanische Modellierung liefert dann - neben den

äußeren Kräften, die durch das ES auf das Muskel-Skelett-System (MSS) einwirken - auch die inneren Belastungen des MSS wie Gelenkmomente und Kompressionskräfte.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Innerhalb der Laborstudie konnten bei allen untersuchten ES eine Unterstützung nachgewiesen werden, die aber immer nur eine Teilunterstützung des Muskel-Skelett-Systems darstellen (Glitsch et al. 2020). In ähnlicher Weise können auch im Feld bei belastenden Tätigkeiten Unterstützungswirkungen gefunden werden. Allerdings zeigen die Feldmessungen das breite Spektrum unterschiedlicher Tätigkeitsaufgaben, die ebenfalls zu erfüllen sind. Hierbei sind neben den belastenden Tätigkeiten auch die Nebentätigkeiten zu erfassen, bei denen das ES evtl. stört oder aus Sicherheitsgründen nicht eingesetzt werden kann. Neben einer besseren Standardisierung der zu betrachtenden Messparametern sollten bei der Beurteilung von Exoskeletten zukünftig viel mehr auch die praktischen Aspekte unter Feldbedingungen betrachtet werden.

### 4. Literatur

- de Looze MP, Bosch T, Krause F, Stadler KS, O' Sullivan LW (2016) Exoskeletons for industrial application and their potential effects on physical work load. *Ergonomics* 59:671-81.
- Glitsch U, Bäuerle I, Hertrich L, Heinrich K, Liedtke M (2020) Biomechanische Beurteilung der Wirksamkeit von rumpfunterstützenden Exoskeletten für den industriellen Einsatz. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft* 74:294-305.
- Johns J, Heinrich K, Glitsch U (2021) Biomechanische Analyse der Unterstützungswirkung von rumpfunterstützenden Exoskeletten bei manueller Lasthandhabung. Beitrag A.1.11. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg) Arbeit HUMAINE gestalten. Dortmund: GfA-Press.



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