

**Ich erkläre hiermit, dass keine  
Interessenkonflikte bestehen**

*Markus Peters*



Bundesanstalt für Arbeitsschutz  
und Arbeitsmedizin

# Anforderungen des Arbeitsschutzes beim Einsatz von Exoskeletten

---

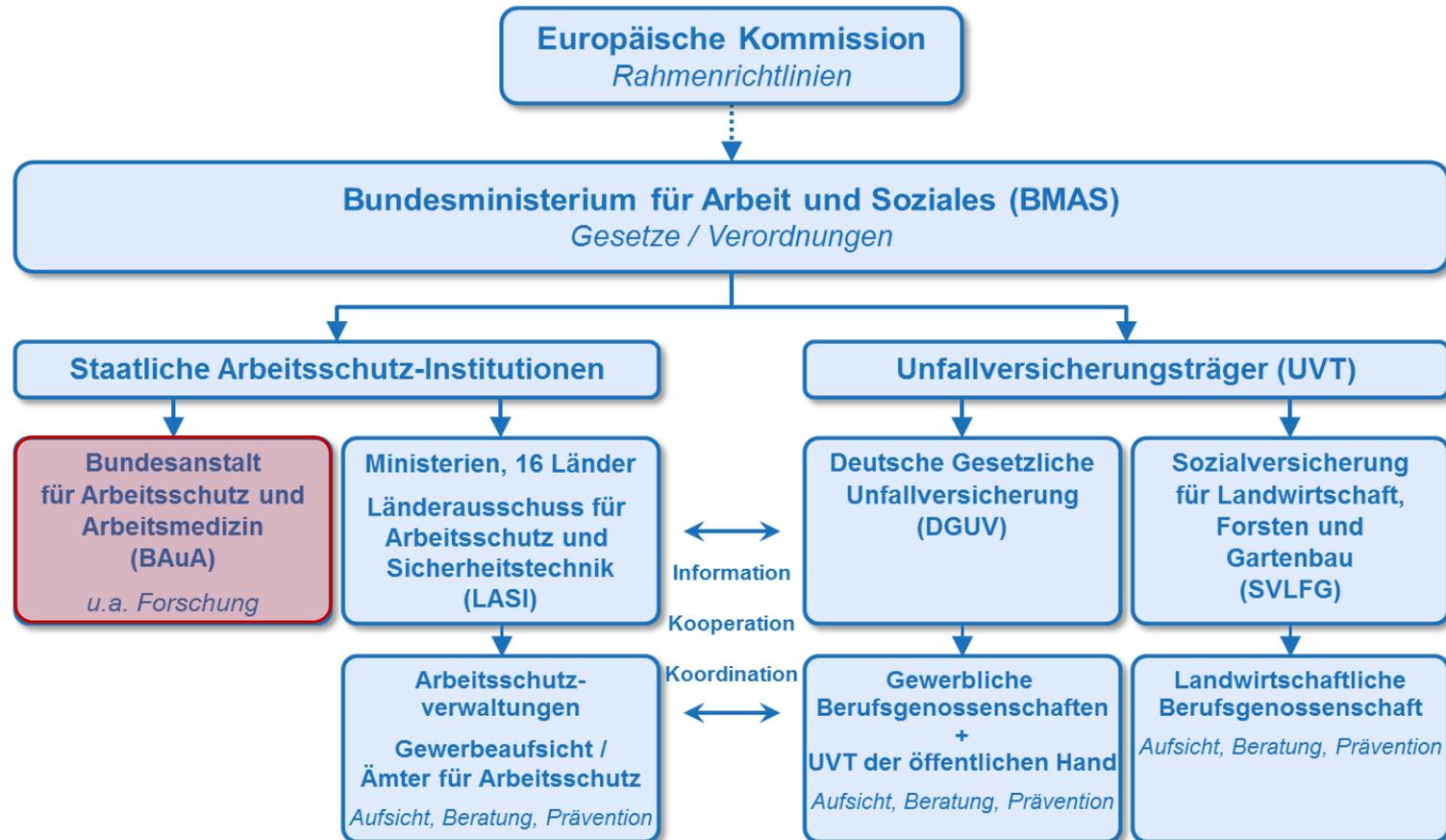
**Exoskelette im Betrieb**  
Forschung - Praxis - Regelsetzung

# Vorstellung der BAuA

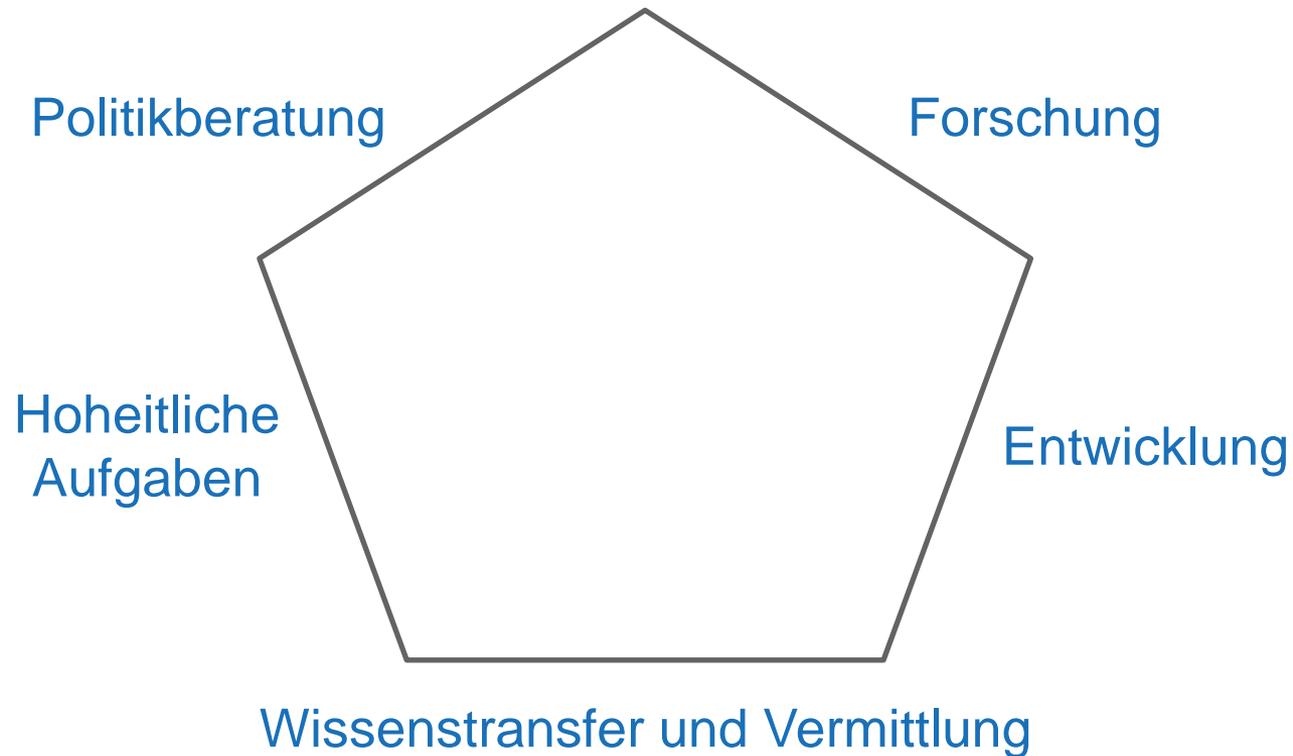
## Auf einen Blick

- Bundeseinrichtung mit Forschungs- und Entwicklungsaufgaben (Ressortforschungseinrichtung)
- Haushalt: 71,8 Mio. € (2019), Beschäftigte: 696 (2019)
- Beratung des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales in allen Fragen zur Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit sowie zur menschengerechten Gestaltung der Arbeit
- Betreiben, Initiieren und Koordinieren von Forschung und Entwicklung mit dem Ziel der Verbesserung von Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, der menschengerechten Gestaltung der Arbeit sowie der Verbreitung von Ergebnissen

# Deutsches Arbeitsschutz-System



# Kernaufgaben der BAuA



# Die Gruppe 2.3 Human Factors, Ergonomie

## Zielstellungen der Gruppe 2.3 Human Factors, Ergonomie

- Arbeit technisch und organisatorisch sicher, gesund und produktiv gestalten,
- reibungslose Interaktion an Mensch-Maschine-Schnittstellen ermöglichen,
- Handlungs-/Bedienfehler in komplexen Arbeitssystemen vermeiden,
- Organisationen und Gruppenprozesse sicher, gesund und produktiv gestalten,
- komplexe Entscheidungen und Problemlösungen unterstützen und
- verhaltensorientierte Prävention durch die Entwicklung von Risikokompetenz fördern.

# Arbeitsbedingte Muskel-Skelett-Erkrankungen

## Relevanz in Europa

- 40 % Rücken- und Schulterbeschwerden
- 63 % wiederholende Tätigkeiten
- 46 % schädliche Körperhaltungen

## Kosten

- ca. 71 Mrd. € Produktionsausfall in der EU  
EU-OSHA, 2017
- ca. 13 Mrd. € Produktionsausfall in DE  
Liebers et al., 2016



**Nicht nur ein Problem der Gesundheit  
Wirtschaftliche Relevanz**

# Arbeitsbedingte Muskel-Skelett-Erkrankungen

## Manuelle Handhabung von Lasten (MHL)

- Anheben, Absetzen, Halten, Tragen
- Überkopfarbeit
- Verdrehte und vorgeneigte Körperhaltung
- Schmerzhaft und ermüdende Positionen

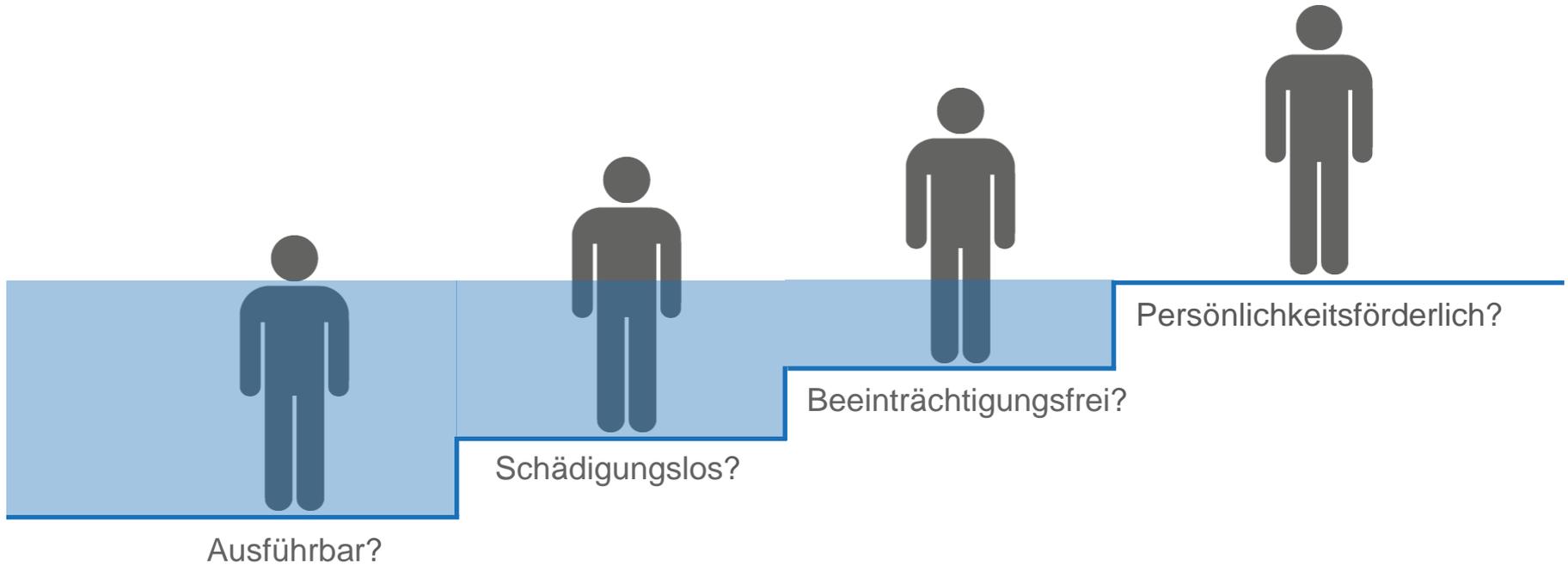
## Schwere Lasten

- > 10 kg für Frauen und > 20 kg für Männer



**Bessere Arbeitsbedingungen**

# Menschengerechte Gestaltung von Arbeit



Mod. nach TBS Oberhausen: Grundwissen zu Technikgestaltung, Frankfurt 1990; Hacker, 2005

# Ergonomische Gestaltung der Arbeit

## Menschenzentrierte Arbeitsgestaltung

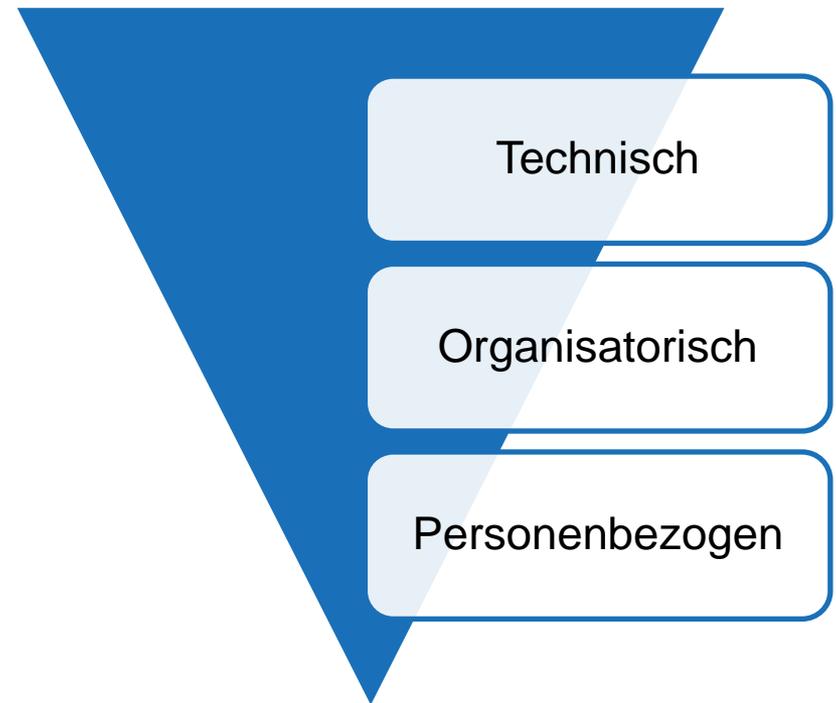
- **Stationäre Arbeitsplätze**
  - Automobilindustrie
  - Bildschirmarbeitsplätze (Ortsgebundene Verwendung)
- **Nicht-Stationäre Arbeitsplätze**
  - Bau
  - Transportwesen
- **Mobile Arbeitsplätze**
  - Arbeiten im Außendienst (außerhalb des Betriebs)
- **Arbeitsplätze sind grundsätzlich ergonomisch zu gestalten**

Richtlinie 89/391/EWG

# Einordnung von Exoskeletten

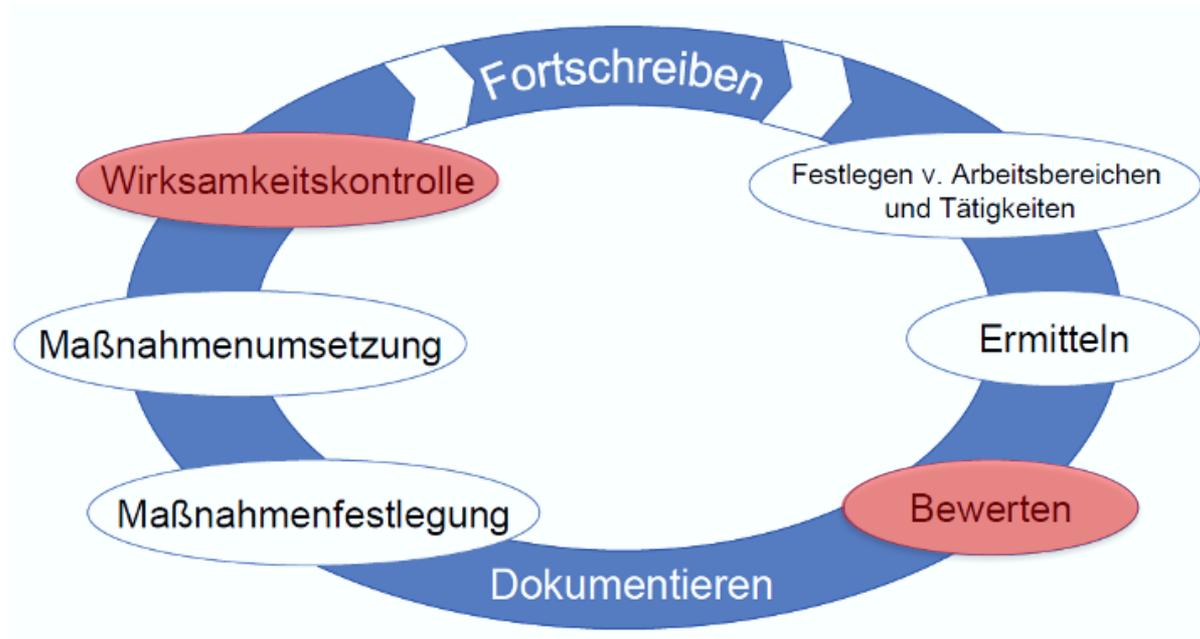
## Menschenzentrierte Arbeitsgestaltung

- Welche Maßnahme ist ein Exoskelett?
- Wann ist der Einsatz eines Exoskeletts sinnvoll?
- Gefährdungsbeurteilung?



# Arbeitsschutz und Einsatz von Exoskeletten

## Zyklus der Gefährdungsbeurteilung



Exoskelette als PSA

Exoskelette als Assistenz

# Offene Fragen

## Passung und Akzeptanz

- Akzeptanz der Beschäftigten?
- Beurteilungsmethoden?
- Wechselwirkungen mit der Arbeitsumgebung?

## Was sind Exoskelette per Gebrauch?

- Unterstützendes Arbeitsmittel?
- Persönliche Schutzausrüstung?
- Medizinisches Unterstützungsgerät?

## Zukünftiger Einsatz von Exoskeletten?

# Technologieentwicklung und -bewertung

## Zukünftige Marktentwicklung

- Hohes jährliches Marktwachstum erwartet  
Grand View Research, 2018

## Hype Cycle nach Gartner

- Aktueller Entwicklungsstand von Exoskeletten
  - Passive Exoskelette
  - Aktive Exoskelette

## Zukünftiger Einsatz von Exoskeletten?

- Kommerzielles Interesse ein potentielles Problem?
  - Leistung statt Prävention?
  - Kosteneinsparung statt ergonomische Gestaltung von Arbeitsplätzen?

# Fazit

- Normen werden sich weiter konkretisieren müssen, um die Anforderungen für Exoskelette weiter zu standardisieren
- Begrifflichkeiten müssen in den Grundlagen vereinheitlicht werden
- Bewertungsmethoden für Anwendungen in der Praxis wenig thematisiert – arbeitsphysiologische und -psychologische Bewertungen müssen durchgeführt werden, um Nutzen des Exoskeletts quantifizierbar zu machen
- Langzeitbewertung von Exoskeletten in der Praxis

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

**Markus Peters**  
**Dr.-Ing. Sascha Wischniewski**

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin  
Fachbereich 2 "Produkte und Arbeitssysteme"  
FG 2.3 – Human Factors, Ergonomie

[peters.markus@baua.bund.de](mailto:peters.markus@baua.bund.de)  
0231 9071-2534  
[www.baua.de](http://www.baua.de)