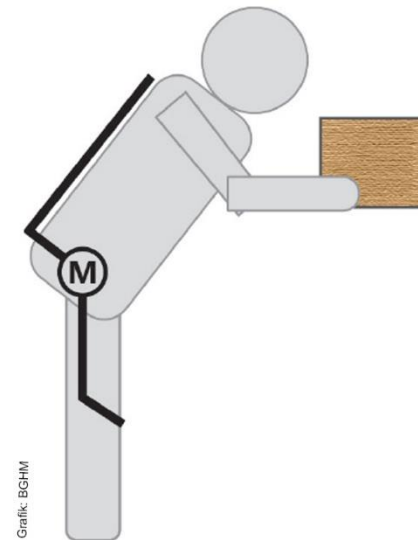


Exoskelette



Peter Frener, Fachtagung Arbeitsplanung und Prävention
Mainz, 20.03.2019

Inhalte

- Was ist ein Exoskelett?
- Exoskelette allgemein - eine Übersicht
- Wirksamkeit von Exoskeletten
- Die BGHM und Exoskelette?



© fotomek - Fotolia.com

Exoskelett

- Exoskelett = außenliegendes Skelett
- äußere Stützstruktur eines Organismus

biologisches Exoskelett
(z. B. bei Insekten, Schalentieren)



© Vladimir Tarassov/123RF.com

technisches Exoskelett
(z. B. für Reha, Belastungsminderung)

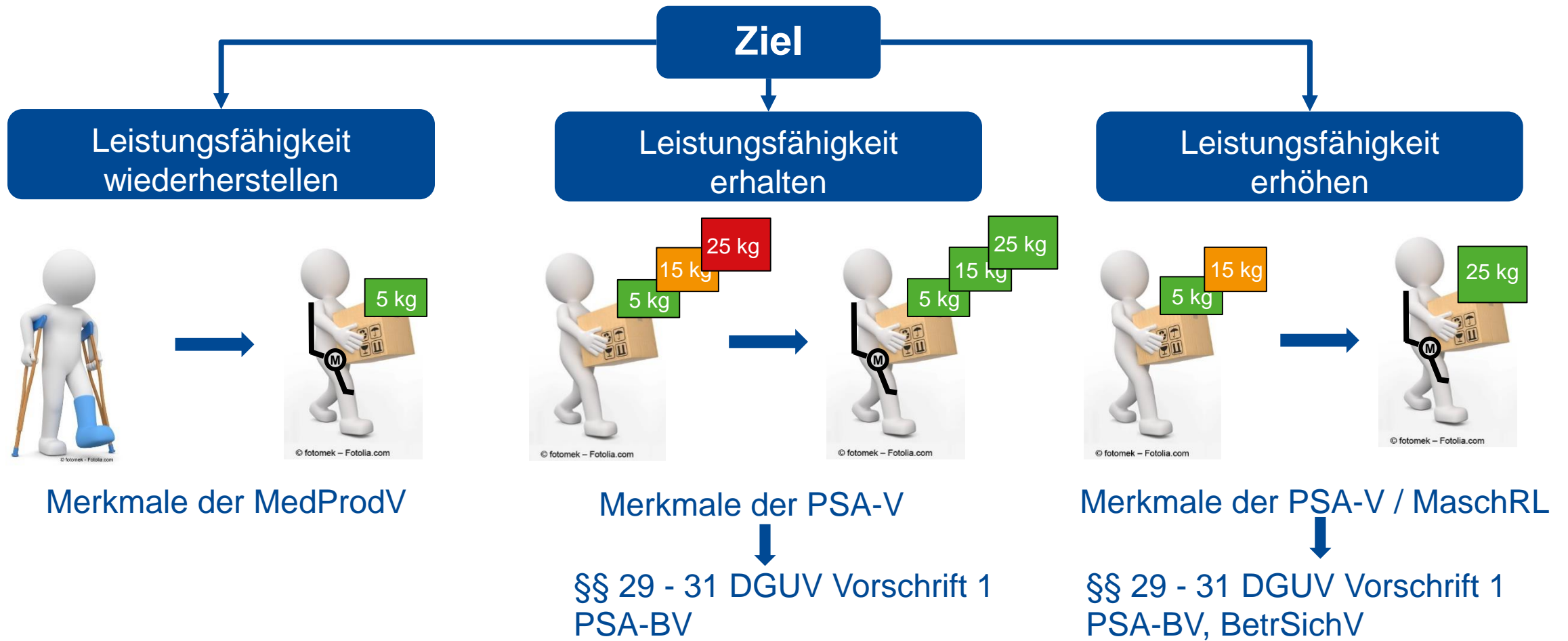


Foto: Carsten Costard




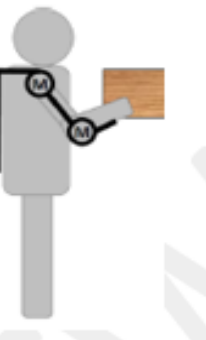
Foto: BGHM

Einsatz des Exoskeletts



Exoskelett allgemein - eine Übersicht

Vorschlag zur Einordnung von Exoskeletten hinsichtlich EG-Richtlinien
u. a. EG-Maschinenrichtlinie und Bezug zu Normen

Bestimmungsgemäße Verwendung	Beispiel	EG-Richtlinien	Bemerkung/Norm
Muskelkraftbetrieben, federunterstützt zur Bewegungserleichterung (Komfort)		2006/42/EG (Maschinen)	RL 2006/42/EG Art. 2 Nr. a) 5. Spiegelstrich
Motorbetrieben zur Bewegungserleichterung (Komfort)		2006/42/EG (Maschinen)	Verbesserung der Lebensqualität: EN ISO 13482 Gewerblicher Einsatz: EN ISO 10218-1

passives Exoskelett

aktives Exoskelett

Quelle. Dr. Umbreit, BGHM sowie DGUV Fachbereich Holz und Metall, Sachgebiet MAF

Beispiele für Exoskelette



Problemlage

Arbeitsplätze schwer/nicht automatisierbar

- Kleine Losgrößen/variantenreiche Produktion
- Komplexe Prozesse (z. B. Arbeiten in Niederdruckgasbehältern)
- Manuelles Handling schwerer Teile (>10 kg)
- Vibrationen, gefährliche Arbeitsbedingungen
- wiederholende Tätigkeiten in Zwangslagen

Motivation und Bedarf

Motivation

- Manipulation schwerer Lasten mit intelligenten Werkzeugen unterstützen
- Körperliche Belastungen für die Mitarbeiter senken
- Produktivität und Innovationsfähigkeit steigern

Bedarf

- Vermeidung von MSE
- Lastenhandhabung und Überkopfarbeit
- benutzerfreundlich
- intelligent
- leicht
- kooperativ

Erfahrungen mit Exoskeletten



- Wirksamkeit erst bei größeren Beugewinkeln
- Wirkung nur unterstützend
- Ableitung der Kräfte auf andere Teile des Muskel-Skelett-Systems
- Langzeiteffekte weitgehend unbekannt
- detaillierte Gefährdungsbeurteilung erforderlich

Beispielhafte Fallstudien

Quelle	Chancen	Risiken
Logistik-Kommissionier- und Palettierarbeiten	<ul style="list-style-type: none">• Unterstützung des unteren Rückens• gute Einstellmöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none">• allgemeine Behinderung• Schweißbildung• Druckstellen• Verrutschen
Logistik - Anwendung und Grenzen	<ul style="list-style-type: none">• Entlastung bei vorgebeugter Körperhaltung• Verhaltensänderung	<ul style="list-style-type: none">• Behinderung beim Gehen und Tragen• geringe Unterstützung

Beispielhafte Fallstudien

Quelle	Chancen	Risiken
Zwangshaltung bei Operationen	<ul style="list-style-type: none">• deutliche Entlastung bei langdauernder Zwangshaltung• verbesserte Konzentration	<ul style="list-style-type: none">• Hygieneprobleme• Durchblutungseinschränkungen in den Armen
Exoskelett für untere Extremitäten	<ul style="list-style-type: none">• weniger Verspannung durch aufrechtere Haltung	<ul style="list-style-type: none">• Unsicherheitsgefühl• Geräuschentwicklung• Verlagerung von Verspannungszonen

Erkenntnisse aus der Studie Bosch et al. 2016 bei der Nutzung eines passiven Exoskeletts

- Es konnte eine Reduzierung der Muskelaktivität (Entlastung) im unteren Rücken und der Hüft-Extensoren (Streckmuskulatur) festgestellt werden.
- Das Tragen dieses Exoskeletts führte aber zu Unbehagen in der Brustregion (Tragekomfort?).
- Es konnte eine durchschnittliche Erhöhung der Ausdauerzeit ermittelt werden (von 3,2 auf 9,7 min.).
- Bedenken für die Verwendung dieses passiven Exoskeletts kann eine ungünstige Knieposition sein (Überstreckung).

Quelle: T. Bosch et al. 2016

Empfehlungen aus der Studie Bosch et al. 2016 für die Nutzung eines passiven Exoskeletts

- Die Verwendung von Exoskeletten sollte auf spezifische Aufgaben und Zeiträume begrenzt werden.
- Eine falsche Hebetechnik könnte die Wirksamkeit eines passiven Exoskeletts beeinflussen (Unterweisung notwendig).

Quelle: T. Bosch et al. 2016

BMAS Bericht „Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit“ 2017

B.7.3 Exoskelette in der Arbeitswelt – Einschätzung neuer Assistenztechnologie für den Arbeitsmarkt

...Durch den Einsatz von Exoskeletten ergeben sich neue Fragestellungen, die neben der Gebrauchstauglichkeit und Nutzerakzeptanz auch die menschengerechte Gestaltung von Arbeitsplätzen betreffen.

...Der Begriff Prävention ist in diesem Kontext mit Vorsicht zu nennen, da ergonomische Arbeitsplätze so gestaltet werden sollten, dass grundsätzlich keine Exoskelette benötigt werden.

Quelle: BMAS Bericht 2017

BMAS Bericht „Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit“ 2017

B.7.3 Exoskelette in der Arbeitswelt – Einschätzung neuer Assistenztechnologie für den Arbeitsmarkt

Dennoch gibt es Tätigkeiten, die aufgrund mangelnder Gestaltungsmöglichkeiten erhöhte körperliche Belastungen für Beschäftigte mit sich bringen.

Hier werden von einer zunehmenden Zahl von Unternehmen Exoskelette als Chance gesehen, Arbeitsbedingungen zu verbessern.

Quelle: BMAS Bericht 2017

Offene Fragen...

- Sicherheitsanforderungen an ein Exoskelett?
- Einstufung eines Exoskeletts: Orthese? PSA? Oder gar Maschine?
- Tragekomfort und Akzeptanz der Geräte?
- Unterweisung/Eingewöhnungsphase für Beschäftigte?
- Mögliche Langzeitschäden durch dauerhaftes Tragen eines Exoskeletts?
- Begleitende arbeitsmedizinische Betreuung - Kriterien?

Exoskelett und die BGHM?

- Recherche und Sicherung Stand Wissenschaft & Technik
- FAQ Liste FB Physische Belastungen Handel und Logistik (FBHL)
- BGHM FI zu Exoskeletten
- Thema in Normungsausschüsse, IFA, BAuA, etc. bringen
- ...

Schriften und Projekte

Schriften

- BGHM FI 0059 „FAQ Exoskelette“
- DGUV FI FBHL 006
- BMAS Bericht 2017 „Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit“
- BGHM Checkliste „Exoskelette im betrieblichen Einsatz“ (Entwurf)
- AWMS Leitlinienpapier „Exoskelette im beruflichen Kontext“

Projekte

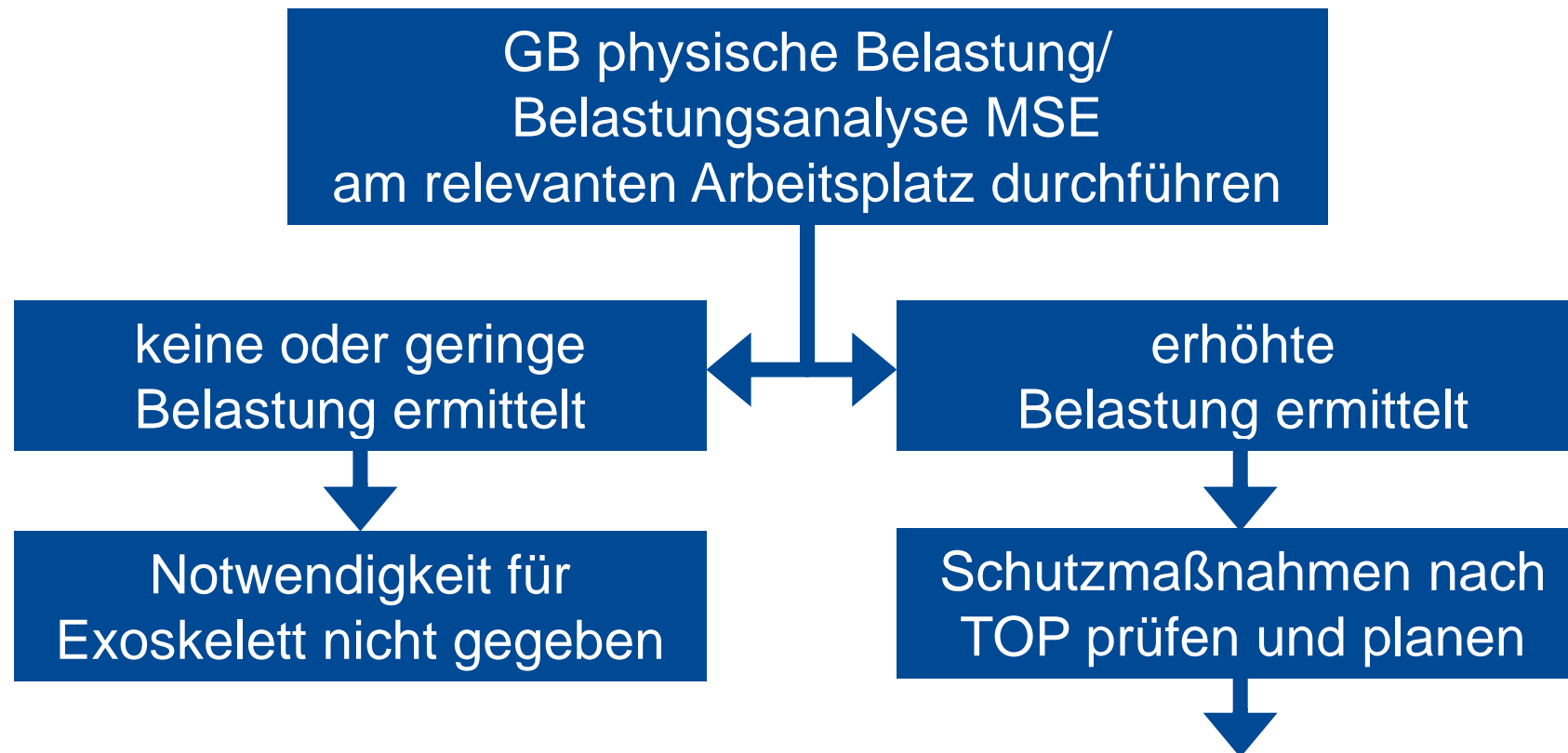
- BGHW/DGUV Forschungs-Projekt „exo@work“

Übersicht EG-Richtlinien, Verordnungen und Normen

- Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
- PSA-Verordnung (EU) 2016/425
- 93/42/EWG (Medizinprodukte)
- PSA-Benutzungsverordnung (Umsetzung der EU-Richtlinie 656/89)
- DIN EN ISO 10218-1:2012-01
Industrieroboter - Sicherheitsanforderungen - Teil 1: Roboter
- DIN EN ISO 13482: 2014-11 Roboter und Robotikgeräte -
Sicherheitsanforderungen für persönliche Assistenzroboter
- DIN ISO/TS 15066:2017-04; DIN SPEC 5306:2017-04
Roboter und Robotikgeräte - Kollaborierende Roboter

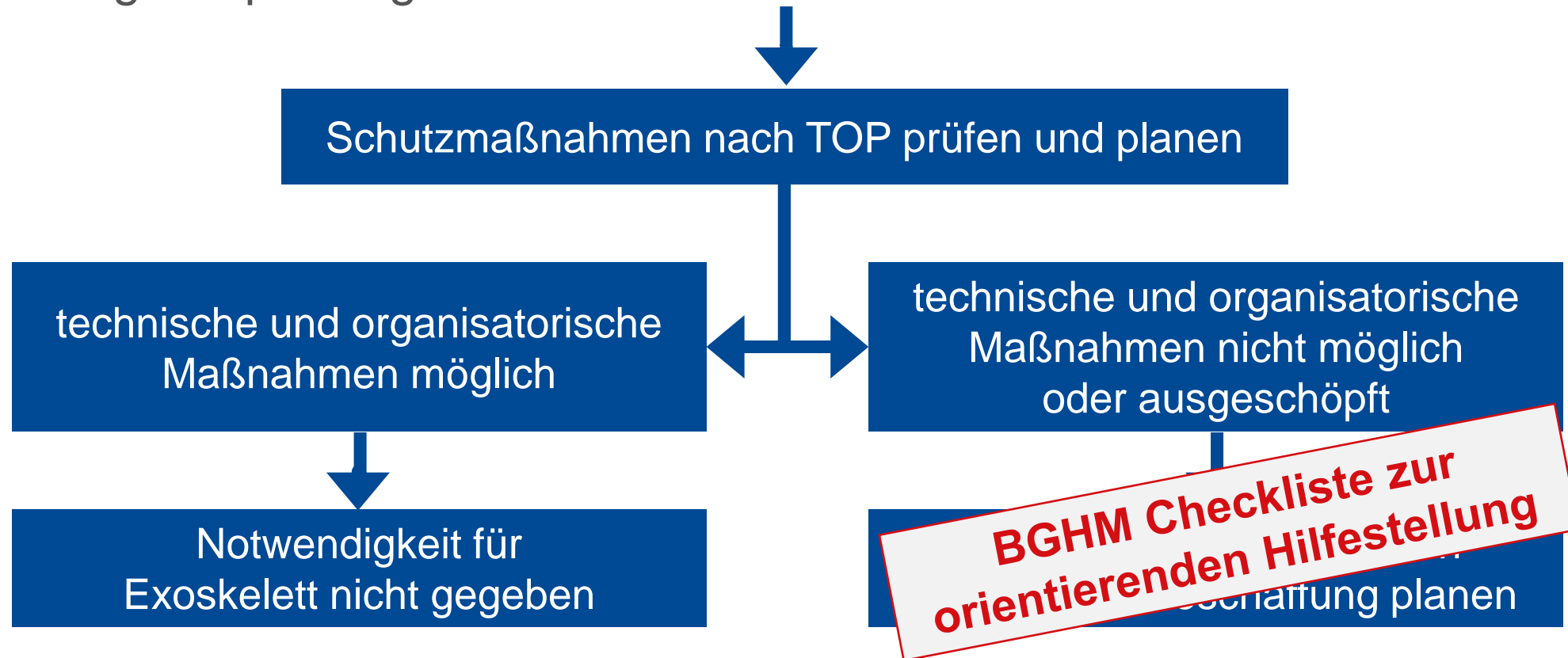
Wann ist eine Exoskelett-Nutzung zielführend?

Notwendigkeitsprüfung



Wann ist eine Exoskelett-Nutzung zielführend?

Notwendigkeitsprüfung



Entwurf Checkliste Exoskelett - Erläuterung zur Nutzung

Zielgruppe:

Betriebliche Praktiker/Akteure des Arbeitsschutzes

Nutzung:

Wenn...

...an einem Arbeitsplatz/Tätigkeit im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung eine wesentlich erhöhte physische Belastung festgestellt wurde.

...technische und organisatorische Maßnahmen dort nicht umsetzbar sind und der Einsatz von Exoskeletten als belastungsreduzierende Maßnahme diskutiert wird.

Ziel:

Orientierte Hilfestellung zur Entscheidungsfindung. Die Checkliste stellt keine Gefährdungsbeurteilung dar und gibt keine Empfehlung zur Beschaffung eines Exoskeletts.



Entwurf Checkliste Exoskelett

Themenfelder

Themenfeld 1: Arbeitsplatz und Arbeitsschutzorganisation

Themenfeld 2: Beschäftigte

Themenfeld 3: Geplanter Einsatzbereich

Themenfeld 4: Auswahl/Beschaffung

Themenfeld 5: Gefährdungen durch Exoskelette



Quelle: BGHM / Entwurf Checkliste Exoskelette SG Ergonomie

Entwurf Checkliste Exoskelett

Nr.	Themenfeld 3: Geplanter Einsatzbereich*	Ja	Nein	Notizen
3.1	Belastungsart			
3.1.1	Heben, Halten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.1.2	Tragen, Ziehen und Schieben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.1.3	Dauerhaftes Stehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.1.4	Rumpfvorbeuge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.1.5	Arme über Schulterniveau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.1.6	Grobmotorische Aktionskräfte zur Werkzeughandhabung oder -positionierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.1.7	Grobmotorische Aktionskräfte zur Teilehandhabung, -montage oder -positionierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

3.2	Arbeitsplatzumgebung			
3.2.1	Schmutz/Staub	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.2.2	Nässe/Feuchtigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.2.3	Hitze/Kälte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.2.4	Beengter Tätigkeitsbereich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

ein Anspruch auf Vollständigkeit, berücksichtigt verfügbare Exoskelette Stand 02/2019

Wurde in einem Unterpunkt eine Frage mit „Ja“ beantwortet, sollten Sie im Feld „Notizen“ die weitere Vorgehensweise eintragen

Quelle: BGHM / Entwurf Checkliste Exoskelette