



Foto: © Fraunhofer IML – Michael Neuhaus

Exoskelette für den eigenen Betrieb

## Was vorab zu klären ist

Mitarbeitende fallen aus wegen „Rücken“, Fachkräfte sind schwer zu finden und körperlich harte Arbeit ist bei Schulabgängern wenig gefragt. Da kommen Exoskelette gerade recht. Doch deren Einsatz bedarf sorgsamer Planung. Dabei ist auch der Arbeitsschutz gefragt.

**H**äufiges Heben von Lasten, Haltearbeit oder repetitive Bewegungen – insbesondere in ergonomisch ungünstigen Zwangshaltungen – können zu Fehlbelastungen und Muskel-Skelett-Erkrankungen (MSE) führen. Jede Technologie, die solche Belastungen mindert, sollte Mitarbeitenden wie Gesundheitsschützern willkommen sein.

### Exoskelette als Arbeitsmittel

Jenseits der Debatten, ob ein Exoskelett als Maschine, Medizinprodukt, Wearable oder PSA einzustufen ist, bleibt aus Sicht des Arbeitsschutzes entscheidend, dass es sich um ein neues Arbeitsmittel handelt. Daraus folgen sämtliche klassischen Pflichten wie Gefährdungsbeurteilungen, Unterweisungen, Prüfungen

usw. Wichtig werden hier besonders folgende Aspekte:

- Ein Exoskelett soll entlasten, unterstützen, Verletzungen vorbeugen usw. Primäres Ziel ist keineswegs eine Leistungssteigerung des Mitarbeiters.
- Ein kostengünstiges Exoskelett darf nicht zum Vorwand werden, an stationären Arbeitsplätzen auf zumutbare ergonomische Verbesserungen in der Gestaltung der Arbeitsumgebung zu verzichten.
- Exoskelette fallen laut BG BAU unter die personengebundenen Maßnahmen. Das heißt, sie sind die letztmögliche Maßnahme dann und dort, wo keine anderen technischen Hilfsmittel infrage kommen und

organisatorische Maßnahmen nicht greifen.

- Die Gefährdungsbeurteilung eines Arbeitsplatzes oder einer Tätigkeit, die erstmalig mit Exoskelett ausgeführt wird, muss neu betrachtet werden inklusive der möglichen Risiken und Gefährdungen durch das und mit dem neuen Arbeitsmittel.
- Neben Einweisung und Sicherheitsunterweisung gebührt den Nutzern eine ausreichende Ein- beziehungsweise Umgewöhnungszeit.

### Kritische Fragen

Die folgenden kritischen Fragen sollen weder Vorbehalte noch Skepsis schüren, sondern die Entscheidungsfindung erleichtern und vor Fehlkäufen

## ✓ Exoskelette vor Ort selbst austesten

Wäre es nicht wünschenswert, man könnte Exoskelette unter fachlicher Anleitung und in der eigenen Arbeitsumgebung ausprobieren, mit Expertenhilfe die ergonomischen Belastungen am Arbeitsplatz ermitteln, Arbeitsabläufe mit und ohne Exoskelett per Motion Capturing analysieren? Genau einen solchen fachgerecht betreuten Einstieg bietet das Exoskelett Lab des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik (IML). Der Quick Check Ergonomie des Instituts wurde speziell für die Logistikbranche entwickelt. Weitere Transferangebote wie Workshops, Besichtigung von Arbeitsplätzen oder eine Technologieeinführung für Mitarbeitende stehen Unternehmen aller Branchen offen. Wer in intralogistischen Prozessen operativ arbeitet, profitiert am meisten, denn er kann Exoskelette vor Ort selbst ausprobieren. Ziel ist laut Diplom-Ingenieurin Semhar Kinne vom Fraunhofer IML, die Ressource Mensch sinnvoll und möglichst belastungsarm einzusetzen.

[www.iml.fraunhofer.de/de/exoskelett.html](http://www.iml.fraunhofer.de/de/exoskelett.html)

lieren und bei Bedarf individuell einstellen?

- Wie anfällig ist das Modell beziehungsweise seine Materialien für hygienische Belastungen, Schmutz, Schweiß oder Gerüche? Sind die textilen Elemente atmungsaktiv, austauschbar, waschbar? Ist das Exoskelett bei Bedarf desinfizierbar?
- Gibt es Komponenten, die verschleifen und lassen sich diese problemlos nachbestellen?
- Welche Einsatzgrenzen sind bekannt, zum Beispiel für Schweißarbeiten (brennbare Materialien?), in Ex-Zonen, im Freien, in feuchter Umgebung oder Ähnlichem?
- Welchen Service bietet der Hersteller – zum Beispiel Beratung zum Einsatz vor Ort, Möglichkeiten zum Austesten, Optionen für ein Leasing?
- Gibt es Garantien, Prüfzeichen, Gütesiegel (etwa TÜV, AGR)?

Bei aktiven Modellen ist überdies das Eigengewicht ein wesentlicher Faktor. Ebenfalls gut zu wissen sind die Ladedauer des Akkus und die Optionen für Wechsel-Akkus.

bewahren. Nicht jeder der genannten Aspekte ist für jedes Modell und jede Situation relevant. Doch wo Arbeitsschutz-Verantwortliche und spätere Nutzer sich gründlich informieren, genau hinschauen und sorgsam abwägen, wird man in vielen Fällen das für den eigenen Betrieb passende Exoskelett finden.

- Ist das Exoskelett für unsere Arbeitsbedingungen geeignet, zum Beispiel bei Staub, Schmutz, Nässe usw.?
- Wie lange dauert das Anziehen und Einstellen des Exosketts und wie schnell kann es bei einem Notfall abgelegt werden?
- Sind zum Anziehen, Einstellen, Ablegen Werkzeuge notwendig oder die Hilfe einer zweiten Person?
- Wie schnell lässt sich das Modell an Größe und Proportionen unterschiedlicher Nutzer anpassen?
- Wie wird der Tragekomfort empfunden? Ist das Tragegefühl leicht oder beschwerlich, angenehm oder einengend? Gibt es Reibungspunkte, Scheuer- oder Druckstellen?
- Wie variabel beziehungsweise anpassbar ist das Modell, zum Beispiel zum Verwenden unterschiedlicher Werkzeuge, für unterschiedliche Bewegungsfolgen usw.?
- Wie flexibel bleibt der Nutzer? Gibt es Einschränkungen der Bewegungsfreiheit? Kann der Träger sich zum Beispiel herunterbeugen oder hinknien, um einen heruntergefallenen Gegenstand aufzuheben?

- Wie mobil bleibt der Träger? Kann er zum Beispiel Türen durchqueren, Treppen steigen, eine Leiter, ein Fahrzeug, einen Aufzug, ein Gerüst, eine Arbeitsbühne benutzen oder die Toilette aufsuchen?
- Lassen sich die unterstützenden Kräfte, etwa die Vorspannung, regulieren?



Das Omnisuit-Design dieses Mehrzweck-Exosketts unterstützt die Schultern bei Überkopfarbeiten und den Rücken beim Heben und Vorwärtsbeugen.



Foto: © Fraunhofer IPA - Rainer Bez

Exoskelett mit Antriebsmodulen, Freilaufgelenken und einer Gelenkkette

### Von Arbeitsschützern zu klären

Aus Arbeitsschützer-Sicht kommen zu den obigen eher technischen Fragen weitere Aspekte hinzu:

- Wie wirkt sich das Tragen auf den Körperschwerpunkt und das Gleichgewicht aus – könnte das Risiko für ein Umfallen oder Stürzen steigen?
- Entstehen bei einem Stolpern, Ausrutschen oder Hängenbleiben mit oder trotz Exoskelett neue Verletzungsrisiken?
- Inwiefern könnten Exoskelett-Träger in einem Notfall, etwa bei Brandalarm und Evakuierung, in besonderer Weise gefährdet sein, weil sie das Exoskelett behindert?
- Kann es bei technischen Störungen oder Fehlfunktionen des Exoskeletts zu unerwarteten Verletzungs- (Einklemmen, Quetschen ...) oder anderen Gesundheitsrisiken kommen?
- Ist das Modell problemlos mit der am Arbeitsplatz zu nutzenden PSA kombinierbar? Auch mit Warnweste, mit Regenjacke usw.?
- Welche Ausschlusskriterien für eine Nutzung muss jeder Vorgesetzte kennen, zum Beispiel Vorerkrankungen, Haltungsschäden, Implantate, Schwangerschaft?
- Sind die Einsatzgrenzen bekannt, weiß jeder Nutzer, welche Tätigkei-

ten mit Exoskelett ausgeführt werden dürfen und welche nicht? Wird eine innerbetriebliche Kennzeichnung von Exoskelett-Bereichen benötigt?

- Werden psychische Aspekte offen angesprochen, etwa Angst vor Tragezwang, Platzangst bei Bewegungseinschränkung, Vorbehalte bezüglich der Hygiene, Umgewöhnung, Angst vor Spätfolgen?

Bei aktiven Exoskeletten ist zudem zu fragen:

- Treten störende Nebenwirkungen wie Vibrationen, Geräusche oder Erwärmungen auf?
- Gibt es Risiken im Hinblick auf die Elektrosicherheit, zum Beispiel Scheuerstellen für elektrische Leitungen?
- Werden Grenzwerte für elektrische und magnetische Feldstärken eingehalten?
- Kann man den unterstützenden Effekt per Knopfdruck jederzeit und wirksam komplett abschalten?

### Nicht vorschnell urteilen

Erste Beobachtungen können sich bisweilen als vorschnelles Urteil herausstellen. Es kann zum Beispiel durchaus der Fall sein, dass sich ein einzelner Arbeitsvorgang mit Exoskelett leicht verzögert. Dies wird aber mehr als ausgeglichen, wenn „unterm Strich“ die Effizienz steigt, weil der Nutzer weniger schnell ermüdet und dadurch kontinuierlicher, gleichmäßiger und fehlerfreier arbeitet.

Ein Beispiel dazu liefert das Exoworkathlon-Projekt des Fraunhofer IPA mit der Universität Stuttgart. In diesen herstellerunabhängigen Praxistests durchlaufen die Probanden verschiedene Parcours mit unterschiedlichen standardisierten Tätigkeiten mit und ohne Exoskelett. Dabei zeigten sich spannende und teils überraschende Ergebnisse. So war beim Schweißen mit Exoskelett die Geschwindigkeit geringer, aber die Qualität der Schweißnähte deutlich besser. Muskelbelastungen sanken nachweislich, die subjektive Belastung war vermindert und körperliche Beschwerden gingen zurück.

### Transparenz und Offenheit

Unbedingt zu empfehlen ist, spätere Nutzer wie auch Arbeitnehmervertreter (Mitbestimmungsrechte!), Schwerbehindertenvertreter und gegebenenfalls die betrieblichen Datenschutzler von Anfang an in die Planungen einzubinden. Auch später sollte jeder Nutzer stets seine Bedenken und Erfahrungen offen ansprechen können. Im optimalen Fall erfragen Vorgesetzte, Sifa und Betriebsarzt von sich aus nach. Bei etwaigen Schmerzen, Druckstellen, Hautreizungen oder wenn es zu starkem Schwitzen oder Jucken kommt, sollte dies ohne Scheu thematisiert werden. Anhaltende Probleme sind selten, aber vielleicht muss ein Gerät anders eingestellt oder die Arbeitskleidung angepasst werden. Sowohl Hersteller wie Nutzer werden weiter lernen müssen – auch voneinander –, um die neuen und nützlichen Arbeitsmittel weiter zu optimieren.

*Dr. Friedhelm Kring*

### Linktipps zum Thema Exoskelette

- Eine Muster-Gefährdungsbeurteilung für Exoskelette hat das IFA-Institut der DGUV erstellt. Sie soll das Auffinden und Beurteilen von Gefährdungen im Betrieb erleichtern und somit zum sicheren Einsatz von Exoskeletten in der Praxis beitragen. Das Dokument steht unter [www.dguv.de/ifa/praxishilfen](http://www.dguv.de/ifa/praxishilfen) (> Praxishilfen Ergonomie > Exoskelette) zum Download zur Verfügung.
- Die Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. hat eine Leitlinie zum „Einsatz von Exoskeletten im beruflichen Kontext zur Primär-, Sekundär- und Tertiärprävention von arbeitsassoziierten muskuloskelettalen Beschwerden publiziert; [www.awmf.org](http://www.awmf.org) (Registernummer 002/046, Entwicklungsstufe S2k). Ein Klassen-Upgrade zur Entwicklungsstufe 3 befindet sich in Arbeit und soll am 30. April 2025 fertiggestellt werden.
- Weitere Informationen zum Exoworkathlon-Projekt des Fraunhofer IPA mit der Universität Stuttgart gibt es unter [www.exoworkathlon.de](http://www.exoworkathlon.de)