



Exoskelette Mit Superkräften in die Zukunft?

Franz Rimböck



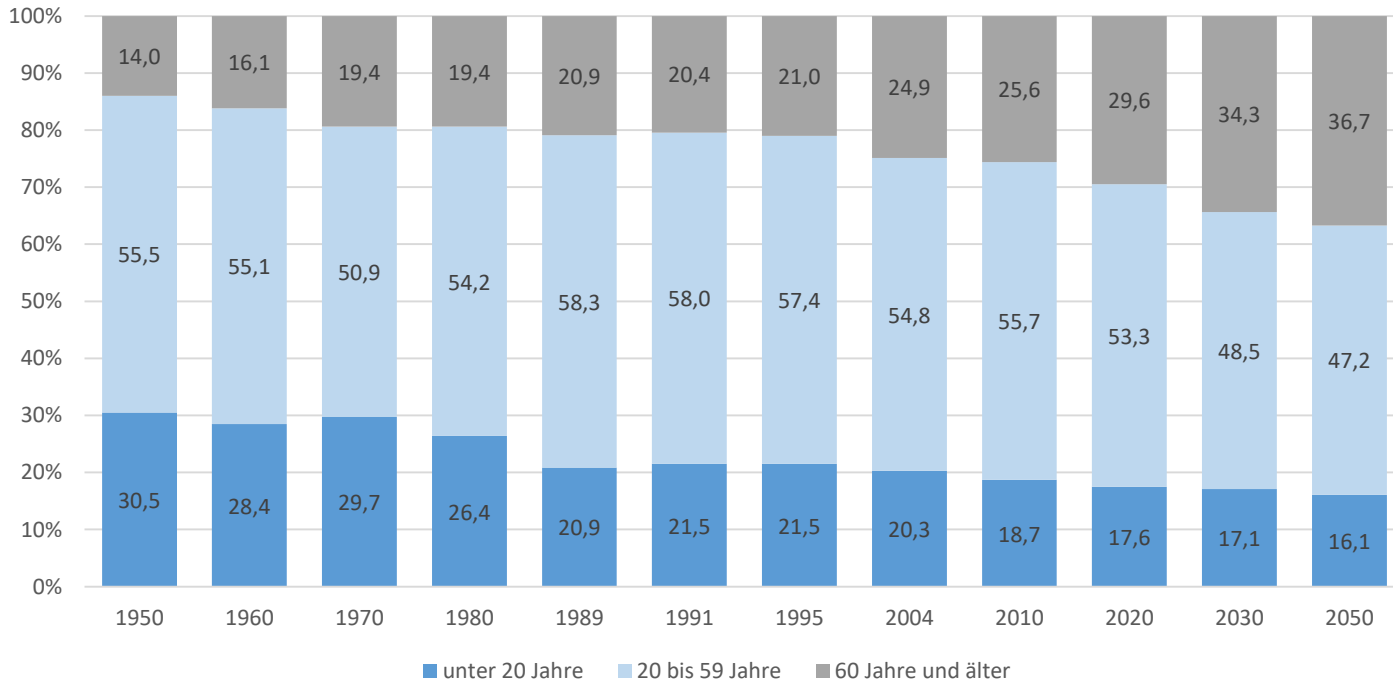
Agenda

1. Was war unserer Motivation?
2. Wo haben Exoskelette ihren Ursprung?
3. Welche Produkte haben wir ausgewählt?
4. Wie haben wir bewertet?
5. Wie und wo haben wir die Exoskelette eingesetzt?
6. Was waren die Ergebnisse?
7. Wie lautet unser Feedback?

01

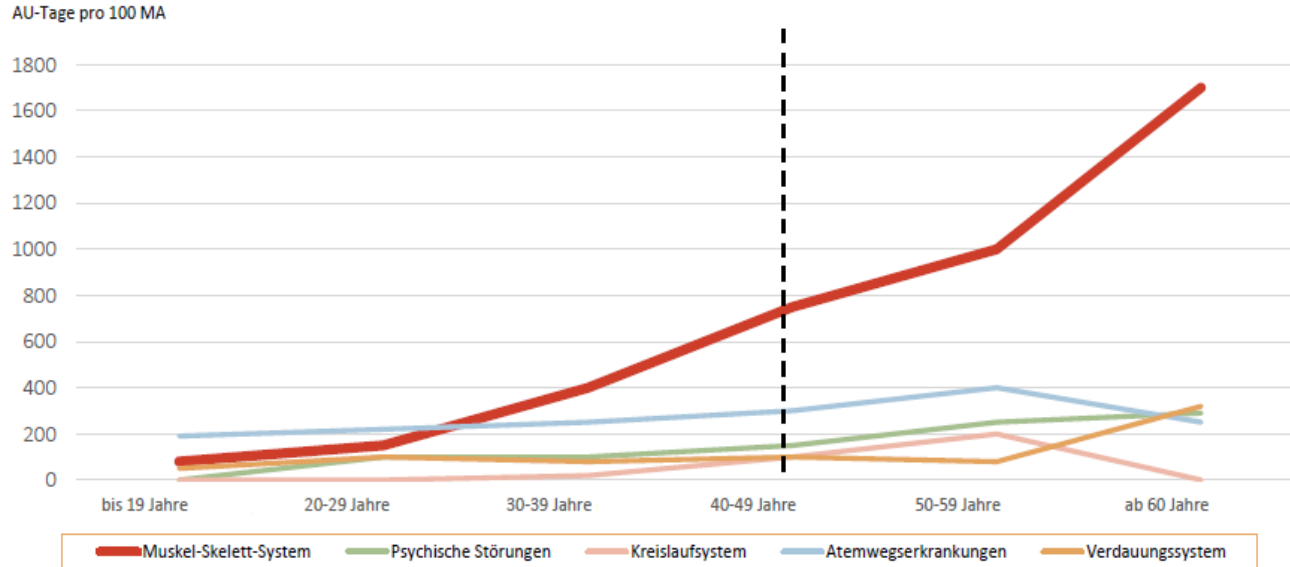
Was war unserer Motivation?

Entwicklung der Bevölkerung von 1950 bis 2050



Quelle: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2017

Ursache von Arbeitsunfähigkeiten



Quelle: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2017

Kosten Arbeitsunfähigkeit je Arbeitnehmer

Code	Wirtschaftszweige ¹	Produktionsausfallkosten			Ausfall an Bruttowertschöpfung		
		Mrd. €	je Arbeitnehmer/-in in €	pro Arbeitsunfähigkeitstag in €	Mrd. €	je Arbeitnehmer/-in in €	pro Arbeitsunfähigkeitstag in €
A	Land-, Forstwirtschaft, Fischerei	0,4	1.003	62	0,4	1.242	77
B - E	Produzierendes Gewerbe ohne Baugewerbe	24,0	3.059	149	39,6	5.046	246
F	Baugewerbe	4,3	2.182	110	5,9	2.991	151
G - J	Handel, Verkehr, Gastgewerbe, Information und Kommunikation	17,7	1.761	97	26,2	2.605	144
K - N	Finanz-, Versicherungs- und Unternehmensdienstleister, Grundstücks- und Wohnungswesen	10,2	1.561	108	25,0	3.837	266
O - U	Öffentliche und sonstige Dienstleister, Erziehung, Gesundheit	24,4	1.935	102	30,0	2.386	126

Σ 395 €

Quelle: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2017

02

Wo haben Exoskelette ihren Ursprung?

Ursprung und Anwendungsgebiete von Exoskelette



medizinische Anwendung

1965

2000

2010

2015

Militärische Anwendung

Industrielle Anwendung



Quellen: www.ingenier.de; Panasonic; Medizin-und-Technik.de; www.produktion.de

03

Welche Produkte haben wir ausgewählt?

Produktübersicht industrielle Exoskelette (Stand: 2017)

Beinunterstützung	Rückenunterstützung	Armunterstützung	Werkzeughandhabung
<ul style="list-style-type: none">• SuitX legX	<ul style="list-style-type: none">• SuitX backX	<ul style="list-style-type: none">• SuitX shoulderX	<ul style="list-style-type: none">• Ekso Bionics ZeroG
<ul style="list-style-type: none">• NooNee Chairless Chair	<ul style="list-style-type: none">• Laevo V2.4	<ul style="list-style-type: none">• Exhauss Model W	<ul style="list-style-type: none">• Lockheed Martin Fortis
	<ul style="list-style-type: none">• StrongArmTec V22	<ul style="list-style-type: none">• Robo Mate Arm Modul aktiv	
	<ul style="list-style-type: none">• StrongArmTec Flx	<ul style="list-style-type: none">• Robo Mate Arm Modul passiv	
	<ul style="list-style-type: none">• Panasonic AWN-03		
	<ul style="list-style-type: none">• Cyberdyne HAL Labor Support		
	<ul style="list-style-type: none">• Innophys Muscle Suit		
	<ul style="list-style-type: none">• Robo Mate Trunk Module		

— Getestet in Passau

— Getestet in Dielingen

Vorstellung: passives System Laevo V2.4



- passives Gerät zur Entlastung (lt. Hersteller 40 %) des unteren Rückens bei vorgebeugten Tätigkeiten
- Umleitung der Kraft vom Rücken in Oberschenkel durch Gasdruckdämpfer
- in 4 Konfektionsgrößen verfügbar
- Bauteilgewichte ~ 10 – 15 kg
- Eigengewicht ~ 2,3 kg

- Anschaffungspreis ~ 2000 €



Quelle: Laevo

Vorstellung: aktives System Panasonic Assist Suit AWN-03



- batteriebetriebenes aktives Exoskelett zur Entlastung des Rückens
 - 2 Servomotoren auf Hüfthöhe
 - Batterielaufzeit ~ 8 h, Ladezeit ~ 2 h
 - Motoren registrieren Bewegung → Unterstützung wird bereitgestellt
- Tests in DLN & PAS
 - Testgerät Prototyp für jap. Markt
 - EU Markteintritt in 2018
 - Eigengewicht (mit Akku) ~ 7 kg
- Anschaffungspreis voraussichtlich ~ 15.000 – 20.000 €

Quelle: <https://www.experience.panasonic.de>

04

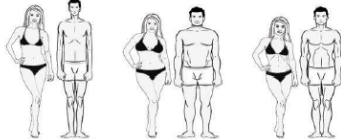
Wie haben wir bewertet?

Bewertungskriterien

Kriterium/ criterion	Wertigkeit/ significance			
	q%			
Anwendungsbereich/ application area				
Anlegen,Ablegen,Lagerung/ don,dof, storage	Ergonomie/ ergonomics	10%	Beobachter 1	Beobachter n
Tragekomfort/ Wearing comfort	Nicht unterstützte Körperteile werden nicht überbelastet.	24%	Ja / Yes 5	Ja / Yes 5
Hygiene/ hygienics	There is no overload on not supported parts of the body.			
Ergonomie/ ergonomics	Kräfte/Momente werden korrekt in den Körper abgeleitet.	24%	Ja / Yes 5	Ja / Yes 5
Freiheitsgrad/ Degree of freedom	There is a correct deduction of Loads/Moments to the body.			
Passform/ Fitting	Die Rückenbelastung wird verringert.	17%	trifft zu / strongly agree 5	trifft zu / strongly agree 5
Haltbarkeit,Verschleiß/ Durability, attrition	Wearer's backload is reduced.			
Robustheit/ Robustness	Die Belastung in den oberen Extremitäten wird verringert.	12%	trifft zu / strongly agree 5	trifft zu / strongly agree 5
technisches Gesamtkonzept/ technical concept	Load of upper limbs is reduced.			
Form der Unterstützung/ form of support	Die Muskelermüdung wird reduziert.	10%	trifft zu / strongly agree 5	trifft zu / strongly agree 5
Energieversorgung/ energy supply	Muscle fatigue is reduced.			
Sicherheit/ safety issues	Die korrekte Haltung wird unterstützt.	14%	trifft zu / strongly agree 5	trifft zu / strongly agree 5
Eigengewicht/ dead load	Correct posture is supported.			
Kombination Flurförderfahrzeuge/ Combination tigger trains	Kriterienerfüllung Themengebiet	100%		
Zusatzangebote/ Additional offers	Criteria completion of topic			
	2%			
	100%			

▶ 75 Bewertungskriterien abgefragt

Fragebogen Mitarbeiter

Mitarbeiterfragebogen Test Exoskelett										
Datum: <input type="text"/>	Arbeitsplatz: <input type="text"/> Testdauer: <input type="text"/>									
Beschreibung der Testperson										
Geschlecht: männlich <input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/>	Körperbau: 									
Alter: <input type="text"/>										
Grösse: <input type="text"/> cm										
Gewicht: <input type="text"/> kg										
Konfektionsgrösse Kleidung: XS <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> XL <input type="checkbox"/> XXL <input type="checkbox"/> 4XL <input type="checkbox"/>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ektomorph</th> <th>Endomorph</th> <th>Mesomorph</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>- schmale Schultern - schmale Hüfte - schlanker Körpertyp</td> <td>- breite Schultern - breite Hüfte - eher muskulös</td> <td>- breite Schultern - schmale Hüfte - muskulös</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>	Ektomorph	Endomorph	Mesomorph	- schmale Schultern - schmale Hüfte - schlanker Körpertyp	- breite Schultern - breite Hüfte - eher muskulös	- breite Schultern - schmale Hüfte - muskulös	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ektomorph	Endomorph	Mesomorph								
- schmale Schultern - schmale Hüfte - schlanker Körpertyp	- breite Schultern - breite Hüfte - eher muskulös	- breite Schultern - schmale Hüfte - muskulös								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
Testgerät										
Modell: <input type="text"/>	Größe: <input type="text"/> Größeneinstellung: <input type="text"/>									
Anlegen, Ablegen										
Selbstständiges An- und Ablegen: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Dauer Anlegevorgang: <input type="text"/> s Dauer Ablegevorgang: <input type="text"/> s									
Unterstützende Funktion										
Das Gerät verringert die Belastung während der Arbeit spürbar.	<input type="checkbox"/> trifft sehr zu <input type="checkbox"/> trifft zu <input type="checkbox"/> neutral <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/> trifft nicht zu									
Wo wird die Belastung reduziert? z. B. oberer Rücken, unterer Rücken, Arme, Beine, ...	<input type="text"/>									
Die Ermüdung der Muskeln ist reduziert.	<input type="checkbox"/> trifft sehr zu <input type="checkbox"/> trifft zu <input type="checkbox"/> neutral <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/> trifft nicht zu									
Welche Muskelgruppen sind betroffen? z. B. oberer Rücken, unterer Rücken, Arme, Beine, ...	<input type="text"/>									
Es tritt eine Überbelastung der nicht unterstützen Körperteile auf.	<input type="checkbox"/> trifft sehr zu <input type="checkbox"/> trifft zu <input type="checkbox"/> neutral <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/> trifft nicht zu									
Bei Überbelastung: Wo tritt diese auf? z.B. oberer Rücken, unterer Rücken, Arme, Beine, ...	<input type="text"/>									

Es ist eine starke Schweißentwicklung zu beobachten.	<input type="checkbox"/> trifft sehr zu <input type="checkbox"/> trifft zu <input type="checkbox"/> neutral <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/> trifft nicht zu
Bei starker Schweißentwicklung: Wo tritt diese auf?	<input type="text"/>
Das Gerät wird während der Pausen getragen.	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Ist es möglich seine Hose bei angelegtem Gerät abzulegen?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Der Träger ist in seiner Bewegung eingeschränkt.	<input type="checkbox"/> trifft sehr zu <input type="checkbox"/> trifft zu <input type="checkbox"/> neutral <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/> trifft nicht zu
Bei Einschränkungen: Wo treten diese auf? z.B. Sitzen, Bewegung Arme, Bewegung Beine, Drehbewegung, Gehen	<input type="text"/>
Das Eigengewicht des Gerätes wird als zu hoch empfunden.	<input type="checkbox"/> trifft sehr zu <input type="checkbox"/> trifft zu <input type="checkbox"/> neutral <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/> trifft nicht zu
Wie lange kann das Gerät nach ihrem Empfinden getragen werden?	<input type="text"/>
Abschließende Fragen	
Das Gerät ist optisch ansprechend gestaltet.	<input type="checkbox"/> trifft sehr zu <input type="checkbox"/> trifft zu <input type="checkbox"/> neutral <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/> trifft nicht zu
Das Gerät steigert die Motivation bei der Arbeit.	<input type="checkbox"/> trifft sehr zu <input type="checkbox"/> trifft zu <input type="checkbox"/> neutral <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/> trifft nicht zu
Das Gerät hat meinen Arbeitsplatz und meine Tätigkeit optimiert.	<input type="checkbox"/> trifft sehr zu <input type="checkbox"/> trifft zu <input type="checkbox"/> neutral <input type="checkbox"/> trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/> trifft nicht zu
Würden Sie das Gerät erneut nutzen?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Würden Sie das Gerät bei abfälligen Kommentaren ihrer Kollegen weiterhin nutzen?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Bemerkungen	<input type="text"/>

05

Wie und wo haben wir die Exoskelette eingesetzt?

Praxiseinsatz 1: passives System Laevo V2.4



- Logistikbereich
 - Kommissionierung von Kleingebinde (KLT)
 - Abnahme vom Fördertechnik > Beladung der Regalwagen
 - Mitarbeiter < 30 Jahre



- Logistikbereich
 - Sortierung von Leergut
 - Umsortierung von Palette auf Palette/Wagen
 - Mitarbeiter < 30 Jahre

Praxiseinsatz 2: passives System Laevo V2.4



- Getriebemontage für Baumaschine
- Anziehen mit Drehmomentschlüssel
- Mitarbeiter < 30 Jahre
- Vormontagearbeitsplatz der Getriebemontage
- Verschiedene Montagetätigkeiten
- Mitarbeiter > 50 Jahre

Praxiseinsatz 3: aktives System Panasonic Assist Suit AWN-03



- Logistikbereich
 - Kommissionierung von Einzelteilen
 - Umsortierung von Palette auf Palette/Wagen
 - Mitarbeiter < 30 Jahre

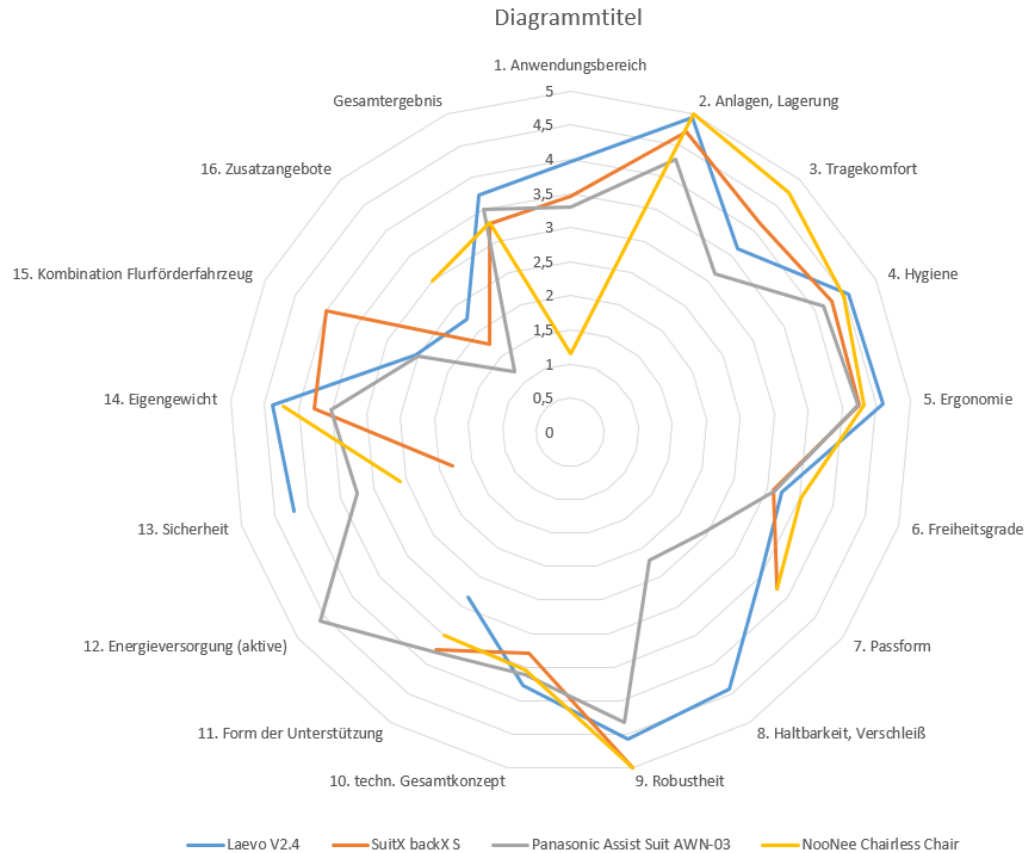


Quelle: <https://www.experience.panasonic.de>

06

Was waren die Ergebnisse?

Ergebnisse



Zusammenfassung

- Einsatz von Exoskelette kann im Einzelfall Mitarbeiter entlasten
- Sehr unterschiedliche Ergebnisse zur Akzeptanz und Motivation der Mitarbeiter
- Entwicklung von Exoskelette noch nicht abgeschlossen

07

Wie lautet unser Feedback?

Feedback

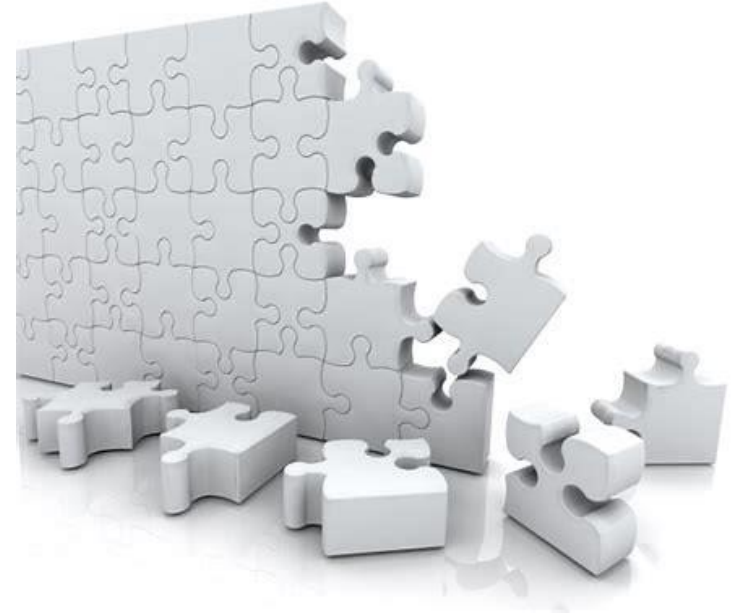
Mitarbeiter

Ergonomische
Grundsätze



Prozess

Arbeitsplatz
Umfeld



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Zusammenspiel dieser 4 Faktoren erforderlich

Bei Fragen:
franz.rimboeck@zf.com