

Exoskelette im Betrieb – Erfahrungen aus der Praxis

PD Dr. S. W. Weiler (Gesundheitswesen), R. Hensel-Unger (Industrial Engineering)

Erklärung zu Interessenskonflikten

- › Es bestehen keine wirtschaftlichen oder personellen Verbindungen zwischen dem Referenten und Herstellern von Exoskeletten oder bei der Evaluation unterstützenden Einrichtungen.
- › Die Audi AG als Arbeitgeber von Dr. Weiler und Dr. Hensel-Unger könnte ein wirtschaftliches Interesse an der Einführung von Exoskeletten haben.
- › Der Vortragende beschäftigt sich seit etlichen Jahren mit Exoskeletten, der gesundheitsgerechten Arbeitsgestaltung und hält Vorträge darüber.
Wirtschaftliche Vorteile entstehen ihm hieraus nicht.

Ausgangslage und Fragestellungen

Ausgangslage

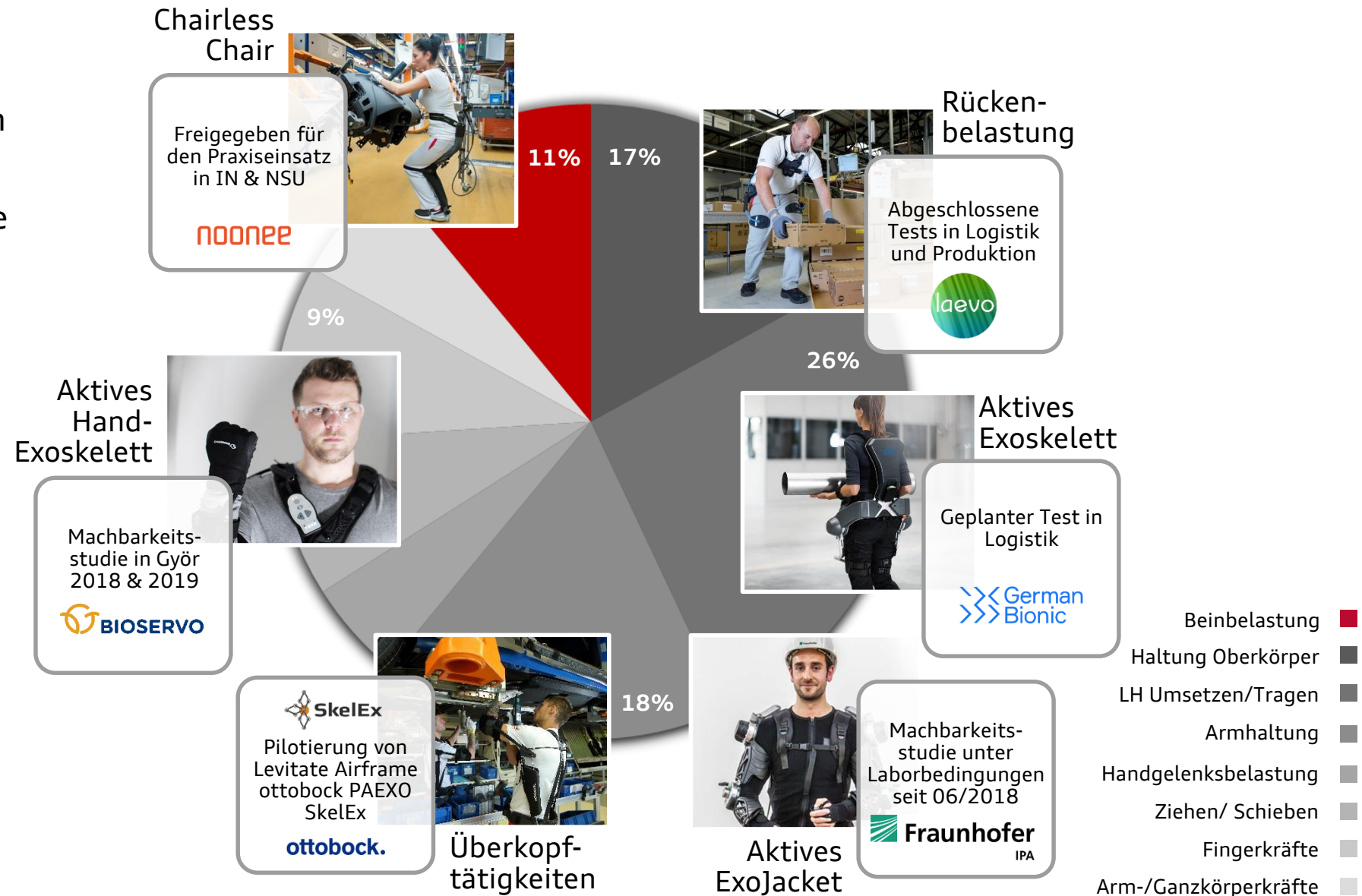
- › Zahlreiche Anbieter drängen auf den Markt und in die Firma hinein
- › Teilweise unregulierter Einsatz ohne beschriebenes Einsatzziel, ohne Integration von Fachstellen
- › Rollendefinitionen fehlen
- › Chancen und Risiken mehr individuell gefühlt als belegt
- › Beschaffung und Unterhalt von Exoskeletten teils mit hohen Kosten verbunden

Fragen

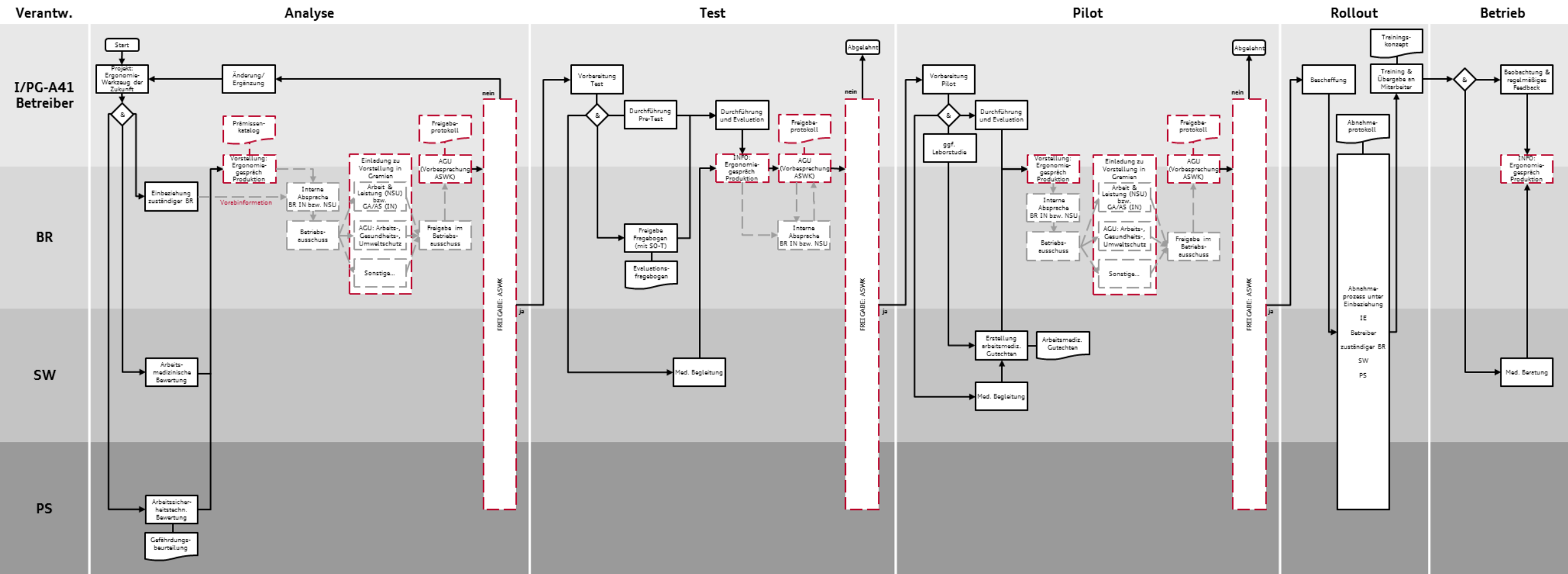
- › Wo wäre ein Einsatz von Exoskeletten sinnvoll?
- › Wie ist ein Einsatz von Exoskeletten im Betrieb sicher und kontrolliert zu bewerkstelligen?
- › Welche Erfahrungen haben wir nach 2-3 Jahren gesammelt?
- › Wie sollte oder könnte es weitergehen?

Analyse von möglichen Einsatzbereichen

- › Dokumentation von Arbeitsplatzanforderungen in der Fertigung
- › Zuordnung möglicherweise passender Exoskelette
- › Identifizieren von Handlungsfeldern
- › Koordination Evaluation



Prozess zur innerbetrieblichen Einführung

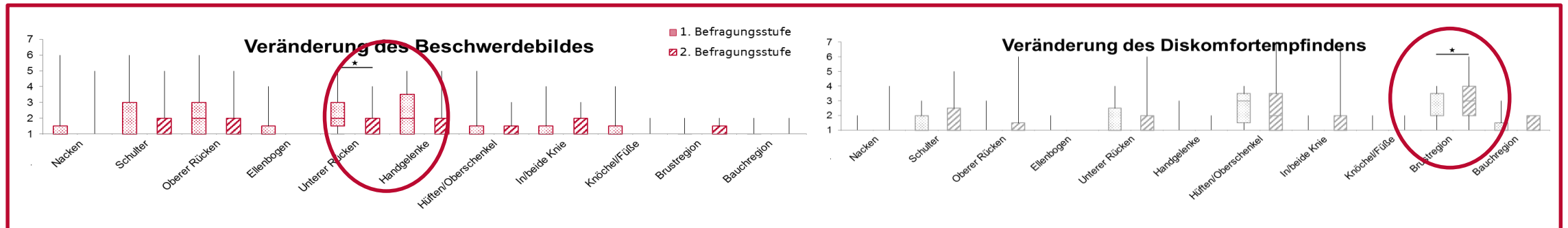


Praxiseinsatz (Bsp. Laevo)

Statische Haltungsarbeit: z.B. Montage



Dynamische Umsetzungsvorgänge: z.B. Logistik



- › Tendenziell **größerer Nutzen für statische Haltungsarbeit** statt für Umsetzungsvorgänge
- › Spiegelung der Ergebnisse an den Hersteller zur **Produktoptimierung**
 - › **Anlegen und individuelle Anpassung** an den Mitarbeiter muss einfacher werden
 - › **Umpolsterung** für qualitätskritische Arbeitsbereiche notwendig
- › **Evaluation auf geplante Nutzung abstimmen**

Ergebnisse Praxiseinsatz und begleitender Untersuchungen (Bsp. Laevo)

Subjektive Evaluation: Feldstudie

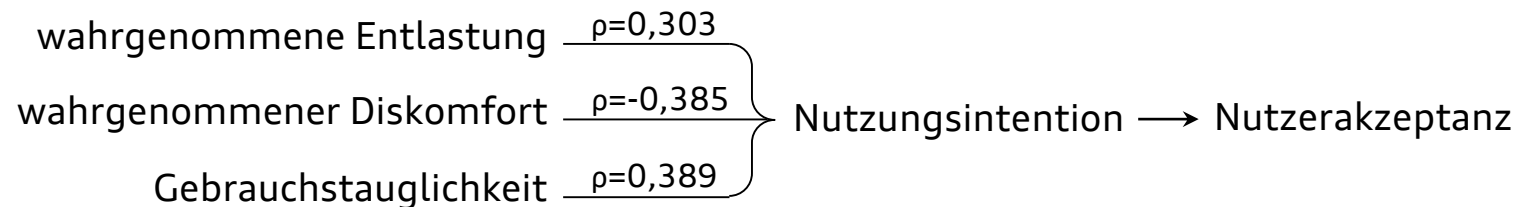
- › **Große Neugierde** bei Beschäftigten und Evaluationsbeteiligten, **viele Fragen**
- › **Spürbare Entlastung des unteren Rückens**
- › Tendenziell **größerer Nutzen für statische Haltungsarbeit** im Vergleich zu dynamischen Umsetzungsvorgängen
- › **Diskomfort im Brustbereich** überwiegt häufig das Entlastungsempfinden
- › Zusätzliche **Belastung an den Körperkontaktstellen**, vor allem an der Brust und den Oberschenkeln
- › **Hyperextension** der Knie durch Krafteinleitung an den Oberschenkeln
- › **Beeinflussung des Bewegungsverhaltens** durch die Struktur, beim Gehen, Beugen/ Aufrichten und Rotation des Oberkörpers
- › **Nutzerakzeptanz** sinkt über den Zeitverlauf mit sinkender Wahrnehmung von Usability und steigendem Diskomfortempfinden

Objektive Evaluation: Laborstudie

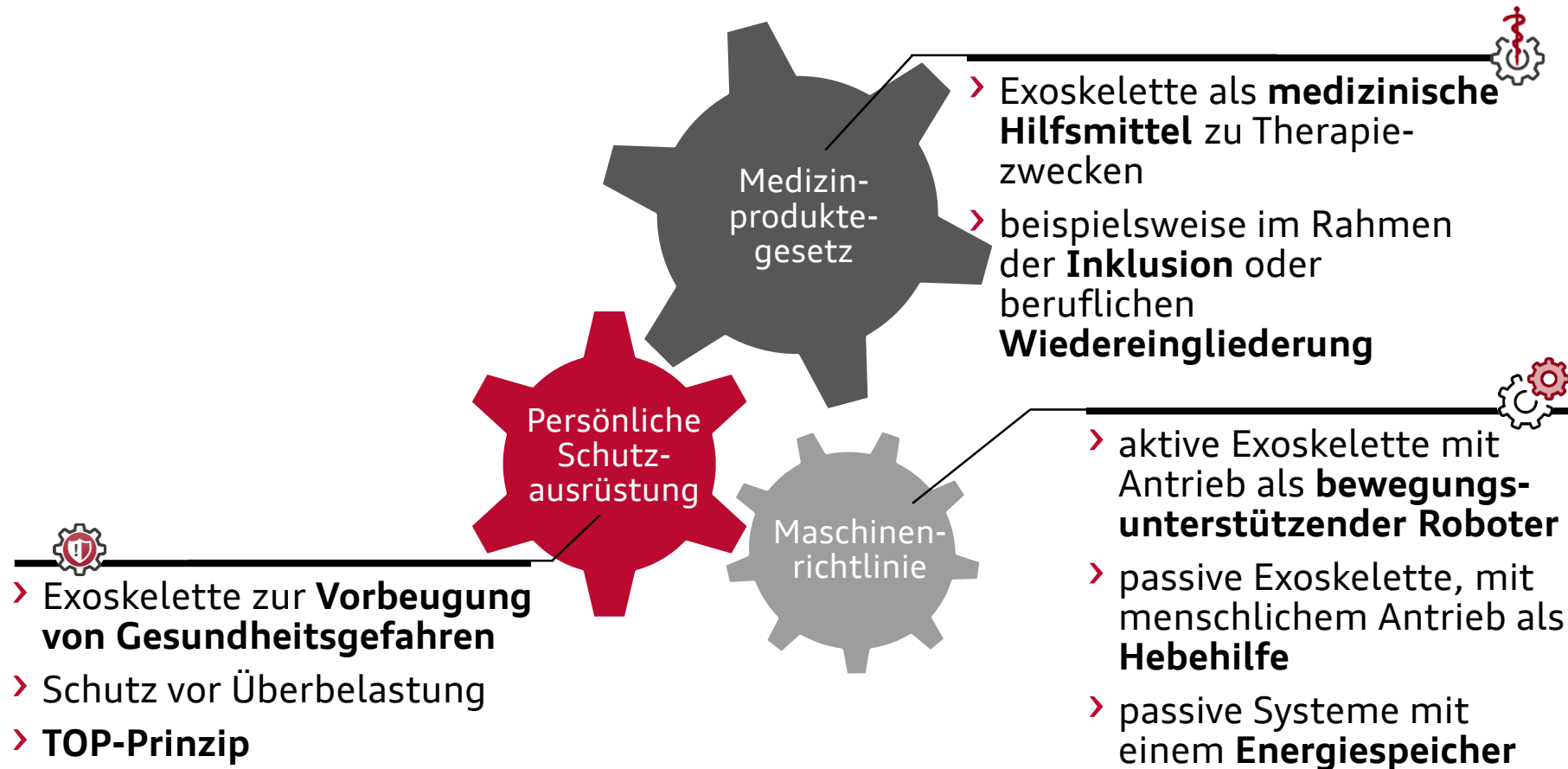
- › **Quantitative Beschreibung möglicher Effekte**, d.h. Entlastung Muskel-Skelett Apparat (Entlastung der Muskulatur sowie Auswirkungen auf die Wirbelsäule)
- › **Adaptierte Körperhaltungen** müssen bewertet werden
- › Differenzierte Untersuchung des **ergonomischen Benefit für statische und dynamische Tätigkeiten** notwendig
- › Untersuchung der **Lastumverteilung**, beispielsweise in Brust und Oberschenkel
- › Beitrag zur Abschätzung von **Langfristfolgen** durch die Nutzung, z.B. im Bereich der Knie
- › Standardisierung anhand klar definierter **Ein- und Ausschlusskriterien**
- › Untersuchung der Beeinflussung des Bewegungsverhaltens, bspw. auf die **Arbeitsgeschwindigkeit**
- › Prüfung der **funktionellen Eignung** für den Einsatz unter realitätsnahen Arbeitsbedingungen
- › Auch **Diskomfort** sollte bewertet werden

Bewertung Praxiseinsatz

- 1) Das getestete Exoskelett reduziert die **Belastung des unteren Rückens** signifikant.
 - › tendenziell größerer Nutzen für statische Haltungsarbeit ($r_w=0,5$) im Vergleich zu dynamischen Umsetzungsvorgängen ($r_w=0,2$) mittels *Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test* statistisch nachgewiesen
- 2) Bei Nutzung des Laevo-Exosketts findet eine **Lastumverteilung in andere Körperbereiche** statt, die dementsprechend stärker beansprucht werden.
 - › **Belastung und Diskomfort im Bereich der Brust, Oberschenkel und Knie**
 - › **Wahrgenommene Lastumverteilung bei dynamischen Tätigkeiten ($r_w=0,4$) ausgeprägter als bei statischer Haltungsarbeit ($r_w=0,3$)**
 - › außerdem bei Umsetzungsvorgängen Beschwerden und Diskomfort aufgrund der Träger im Schulterbereich ($r_w=0,4$)
- 3) Wahrgenommene **Entlastung, Diskomfort und Gebrauchstauglichkeit** des Laevo-Exoskettes bestimmen maßgeblich die **Nutzungsintention** des Mitarbeiters.
 - › Hypothese konnte mittels *Spearman's Rangkorrelation* statistisch bestätigt werden ($p<0,05$)



Veränderungen der persönlichen Erwartung zu Einsatzregularien



Erwartung der weiteren Entwicklung

Der Trigger ist gesetzt

Rahmenbedingungen für den Einsatz werden **definiert**

Rasche Wissenszunahme

Stadium der **Desillusionierung** notwendig

Exoskelette werden Ihre Anwendungsgebiete finden

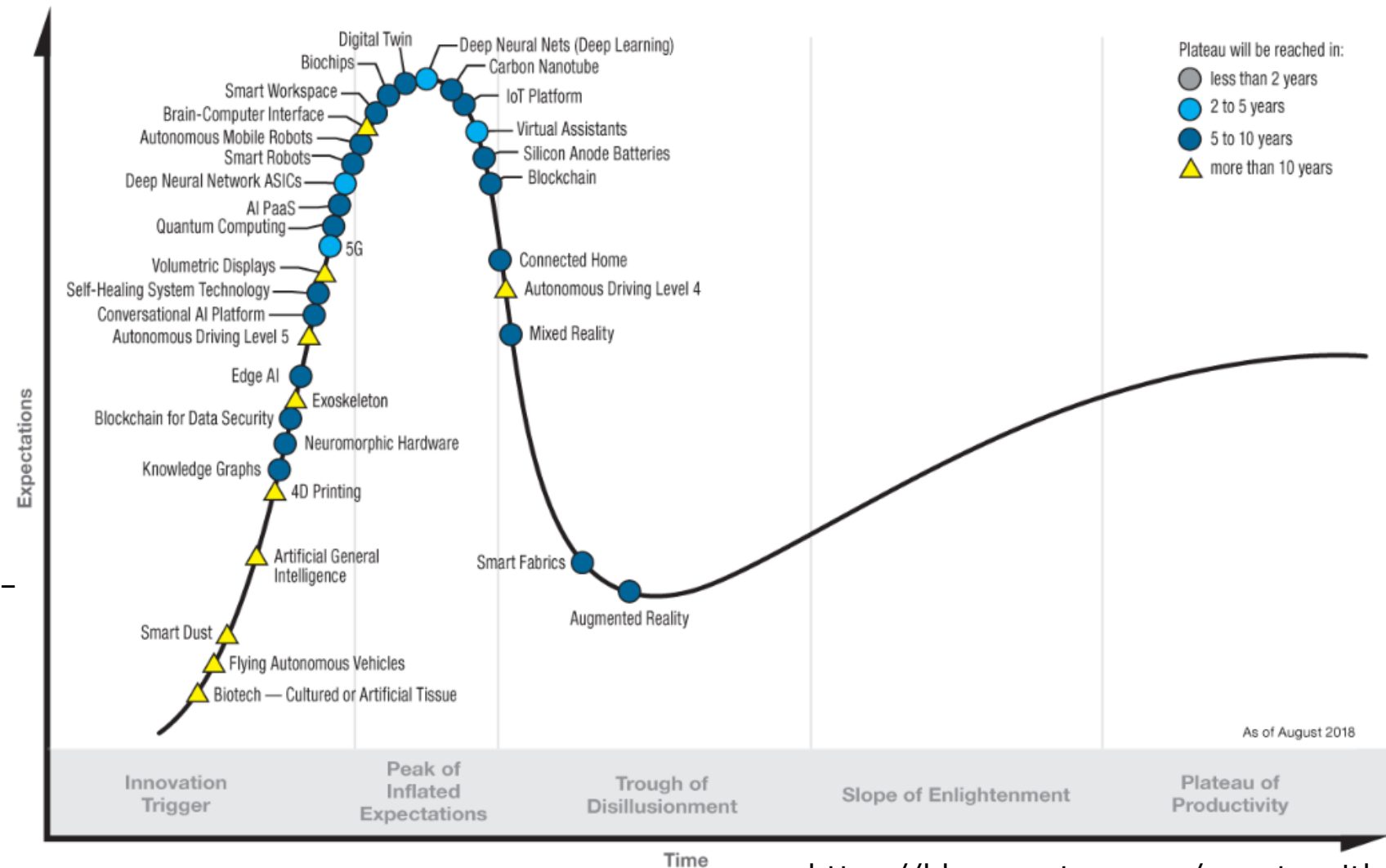
Nur vereinzelter Einsatz in der industriellen Serienfertigung

Wahrscheinlicher erscheint in näherer Zukunft der Einsatz im **Disability management**

Langsamer Optimierungsprozess für einen Einsatz von Exoskeletten – größere Player können das beschleunigen

Größere Erwartungen für **aktive Exoskelette**

Hype Cycle for Emerging Technologies, 2018





Danke