



Zusammenfassung der Ergebnisse der Langzeitstudie Exoskelett

DEFENCE AND SPACE

Zeljko Kurtovic-Mester und Vanessa Berg
07.11.2024

AIRBUS

Bremen: An Airbus Ecosystem

Airbus Operations

~ 2450 employees

Engineering: materials research and testing, flight physics, high-lift, cabin & cargo

Manufacturing: high-lift assembly, A330 & A350 wing equipping

Maintenance & Services: European Repair Station
Other: controlling, accounting, procurement for aerostructures, one vocational training for the site

Airbus Aerostructures

~ 530 employees

Competence centre for development and production of **metal and thermoplastic forming parts** produced in a fully integrated end-to-end process flow

Testia

~ 80 employees

Non-destructive testing services, products, engineering and training; **destructive testing**; sensor technology and data analytics

Airbus Defence and Space

~ 1100 employees

A400M: development & integrated fuselage assembly, transport & delivery capabilities,

Space exploration: Orion ESM development & production, technology development for lunar exploration, low observability & systems, ISS operations and launch of payloads

Airbus DS Airborne Solutions

~ 260 employees

Unmanned Aircraft Systems: systems engineering (integration, design, production, maintenance), permits for operations and services, mission management

Cargo Loading Systems: equipment design, production and maintenance/repair/overhaul

ArianeGroup

~ 640 employees

Development and manufacturing of **Ariane launcher's** upper stage, future upper stages and propellant tanks

Vorstellung

Željko Kurtović-Mester (THT) *Leitung EHS Division*

E-Mail: zeljko.kurtovic-mester@airbus.com

Dipl. Ing. Sicherheitstechnik

M.Sc. Betriebssicherheitsmanagement

Sicherheitsingenieur



Vanessa Berg

Operator of EHS Bremen

E-Mail: vanessa.schuett@airbus.com

B.A. Public Health

Betriebliches Gesundheitsmanagement

Fachkraft für Arbeitssicherheit (in
Ausbildung)



Christian Boehm

E-Mail: christian.boehm@airbus.com

Dipl. Ing. Luft – und Raumfahrttechnik

Fachkraft für Arbeitssicherheit

Ergonomie



Hintergrund der Projektidee – EMMA (Ergonomics Measurement Method Airbus)

EMMA-Analysen: Ziel Entlastungs-Potenzial für Mitarbeiter

Filter:	Anzahl:	Zeiten (von/bis) [min]	
Struktur	70	8565	14185
Ausrüstung	93	10580	16875
rot	102	16485	26890
gelb	40	2390	3635
grün	21	270	535

"Überkopf" - Tätigkeit:



"vor Gesicht" - Tätigkeit:



Prozessablauf

Vorgehen – Langzeitstudie mit 12+ Monate Exoskelett-Nutzung, bei gleichbleibenden NutzerInnen

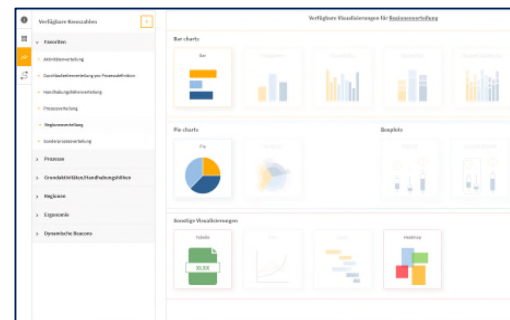
1. Messungen in der Struktur und Ausrüstung



Mehrere Messungen durch sensorische Erfassung und Analyse der Arbeitssituation.

Langzeitmessungen durch MotionMiners (8 Messausrüstungen und **477 aufgezeichnete Messstunden**) und detailliertere Messungen der Arbeitssituation durch das IFA - DGUV (insgesamt **20 Einzelmessungen** mit Hilfe von fünf XSens Sensoren).

2. Analyse bzw. Auswertung der Messungen



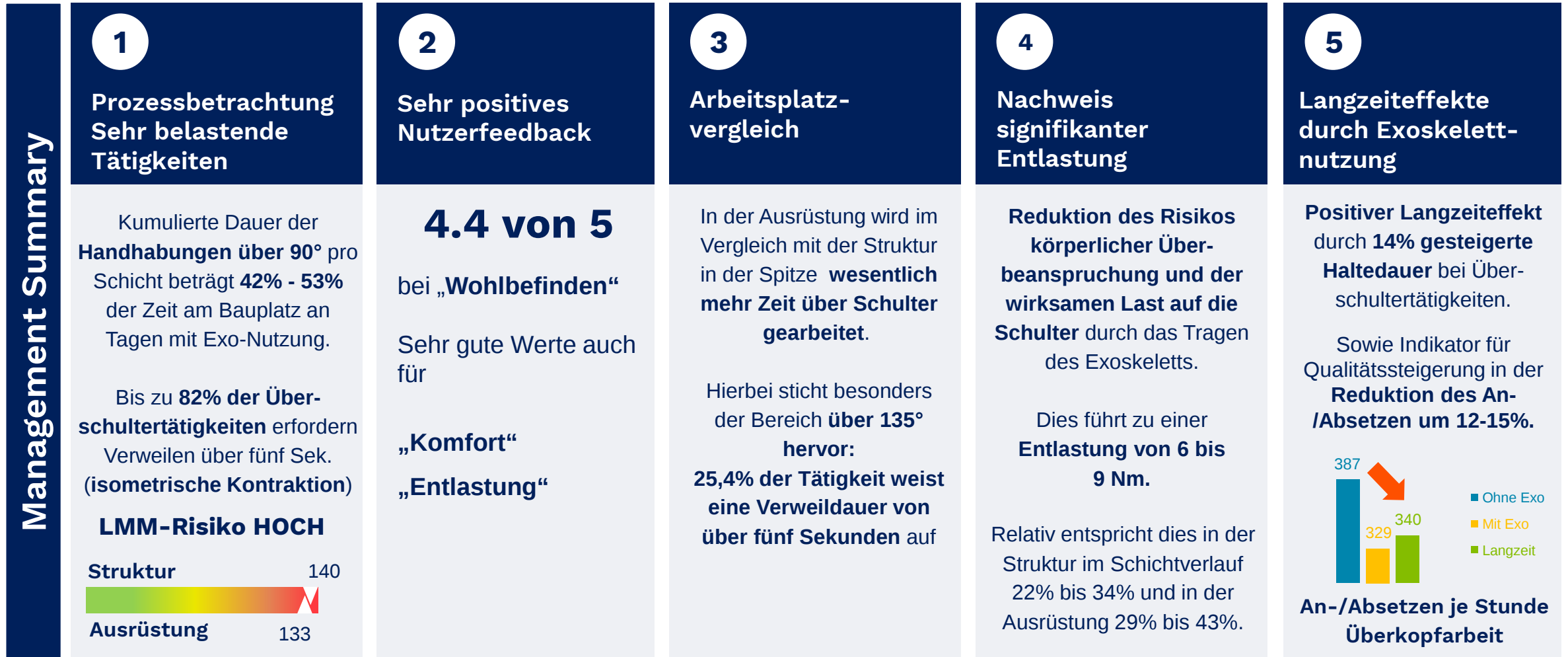
Analyse der Daten, Vergleich der Messwerte mit und ohne Exoskelett & ergonomische Bewertung mithilfe der Leitmerkmalmethode, sowie CUELA (Computer - Unterstützte Erfassung und Langzeit - Analyse von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems).

3. Ergebnisse



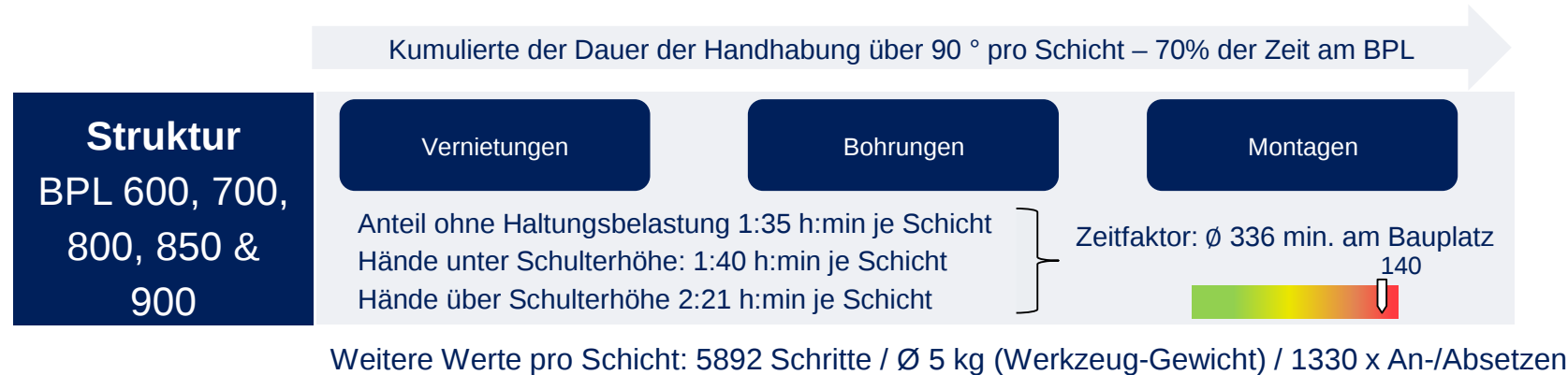
Vorstellung der **Gesamtergebnisse** und des qualitativen und quantitativen **Nutzens** der Exoskelette bei den betrachteten Arbeitstätigkeiten.

Management Summary



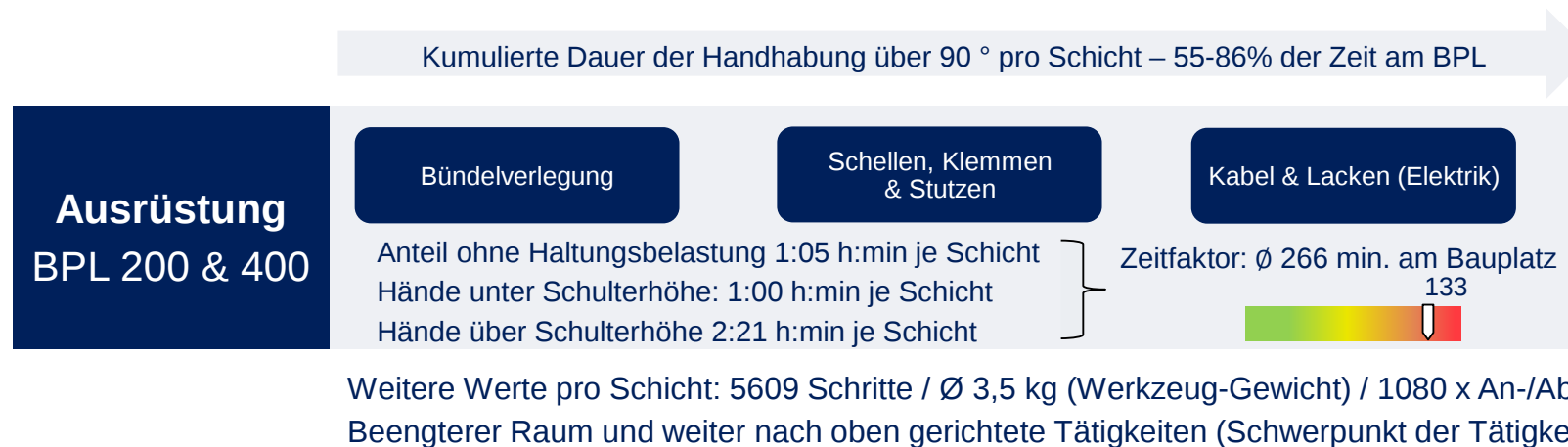
1. Prozessbetrachtung

Tätigkeiten in einer Schicht



Je Bauplatz
bis zu 177
Minuten bzw.
37% je Schicht
über Schulter

* Hinweis: Keine Unterscheidung zwischen Männern und Frauen

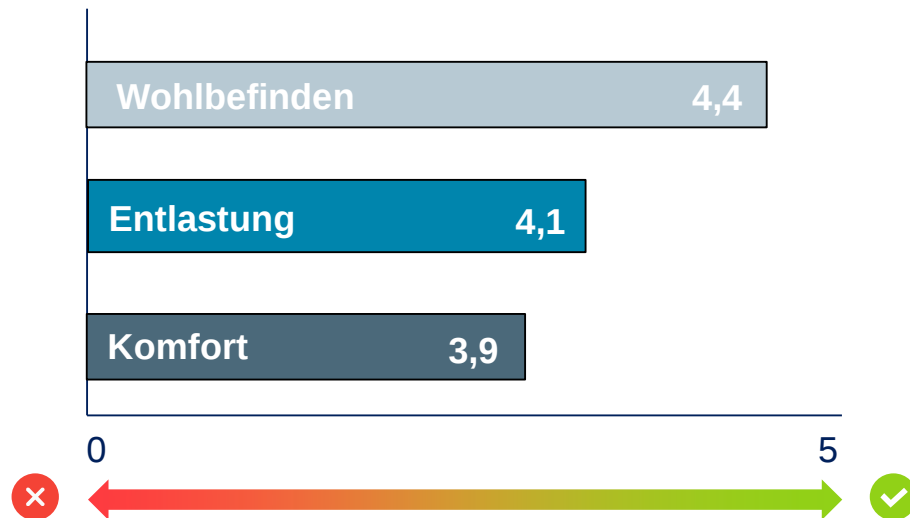


Je Bauplatz
bis zu 144
Minuten bzw.
30% je Schicht
über Schulter

* Hinweis: Keine Unterscheidung zwischen Männern und Frauen

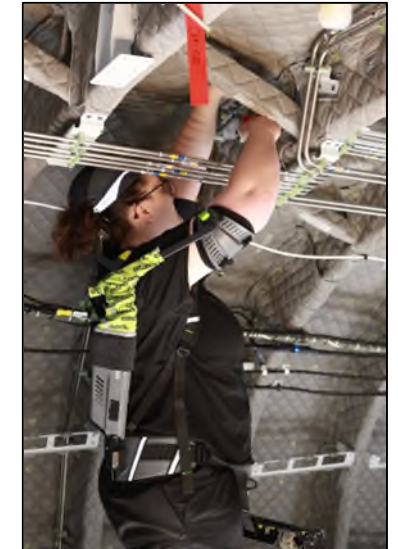
2. Positives Nutzerfeedback

Sehr positives Nutzerfeedback aus Umfragen

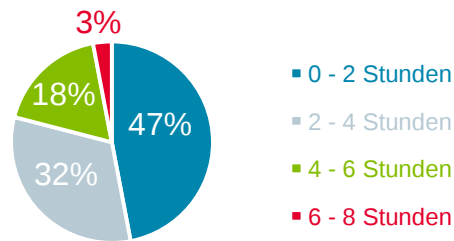


41 Antworten

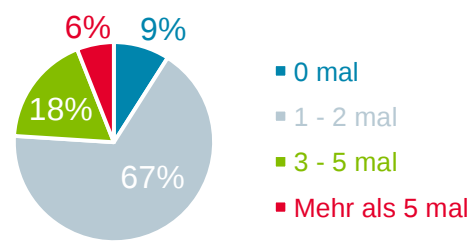
5-monatiger Test



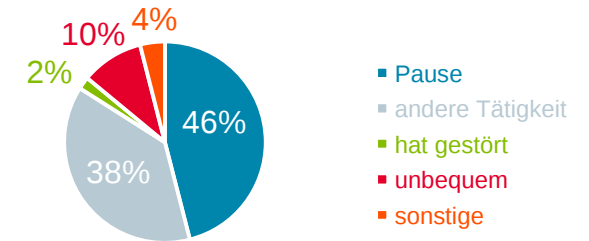
Tragezeit



An- und Ablegen



Grund des Ablegens



3. Arbeitsplatzvergleich zwischen Struktur und Ausrüstung

Tätigkeiten am Bauplatz / Körperhaltung



Im Vergleich zwischen Ausrüstung und Struktur fällt auf, dass an den Bauplätzen in der Ausrüstung noch mehr Zeit (53%) über Schulter gearbeitet wird.

Hierbei sticht besonders der Bereich über 135° mit einer Verweildauer von über fünf Sekunden hervor.

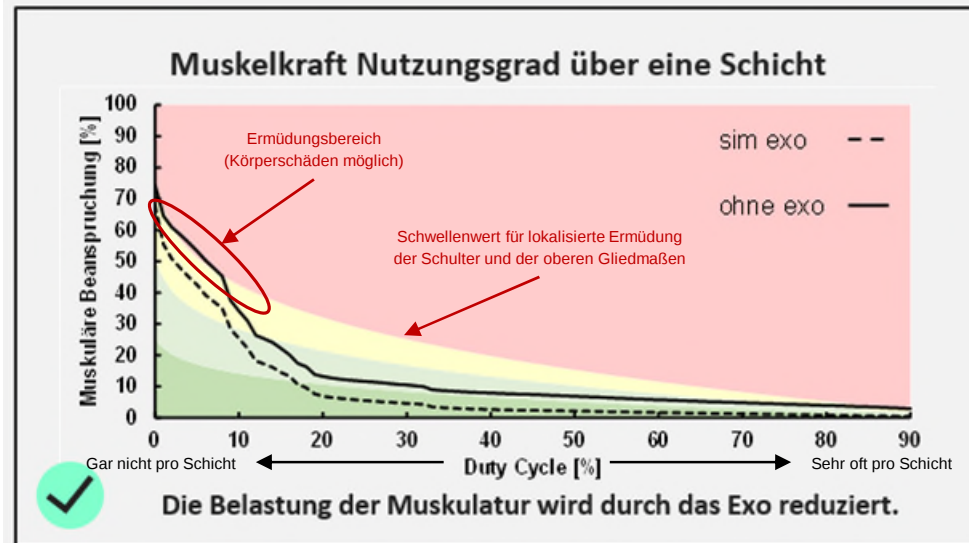
Dahingegen wird mit ca. 1080x je Schicht seltener an-/abgesetzt als in der Struktur.

In der Struktur und Ausrüstung sind 71 bis 82% der erforderlichen Überschultertätigkeiten mit einer Verweildauer über 5 sek. (isometrische Kontraktion).

4. Reduktion der erforderlichen Muskelkraft in Struktur und Ausrüstung

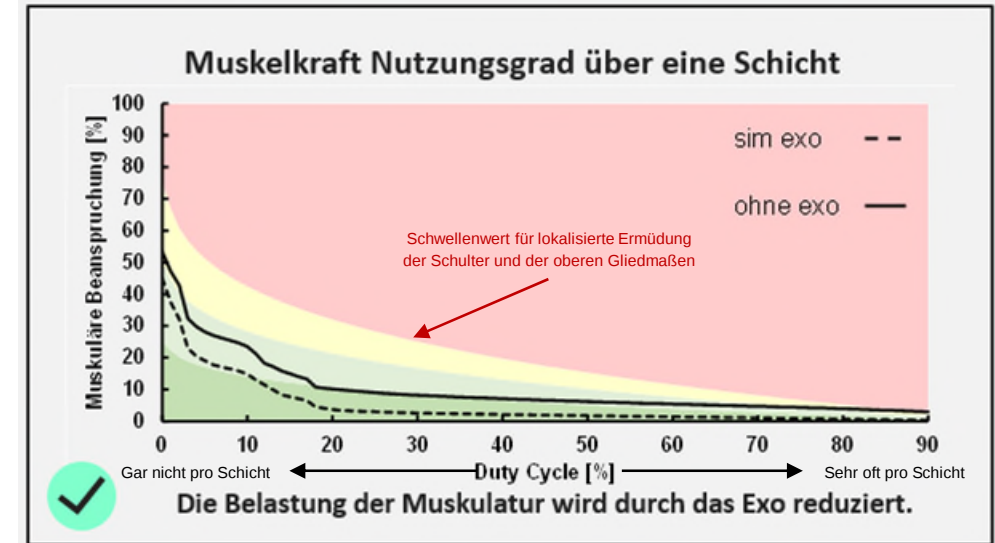
Kumulative Bewertung der Muskelkraft über eine Schicht

Entlastung in der Struktur



Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die auftretenden muskulären Belastungen in der „Struktur“ so hoch sind, dass aufgrund des hohen Zeitanteiles ohne Exoskelett keine ausreichende Erholung der Muskulatur (zum Folgetag) gewährleistet ist. **Mit Exoskelett hingegen könnte eine adäquate Entlastung noch möglich sein.**

Entlastung in der Ausrüstung

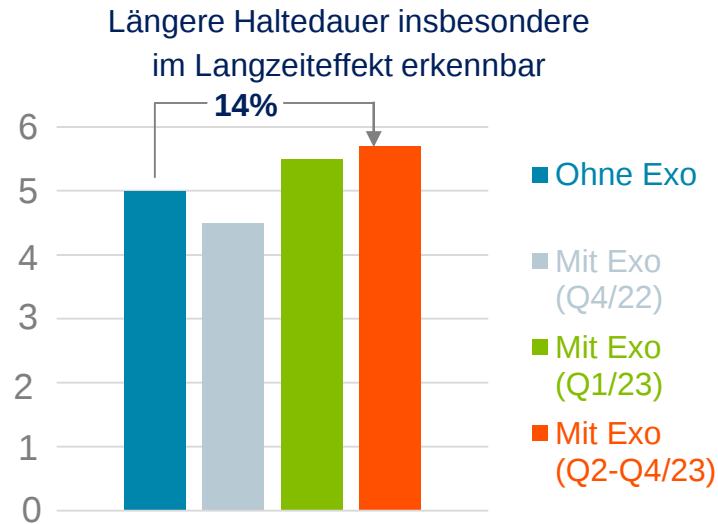


Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die auftretende muskuläre Belastung in der „Ausrüstung“ gerade noch niedrig genug ist, dass aufgrund des Zeitanteiles eine ausreichende Erholung der Muskulatur gewährleistet werden kann. **Mit Exoskelett könnte möglicherweise die Beanspruchung so reduziert werden, dass der Erholungseffekt verstärkt wird.**

5. Langzeiteffekte durch Nutzung des Exoskelett

Längere Haltedauer durch Stabilisierung der Schulter

Qualitäts- und Leistungssteigerung durch die Nutzung des Exoskeletts



Durchschnittliche Haltedauer bei Überschulterarbeit in sek.

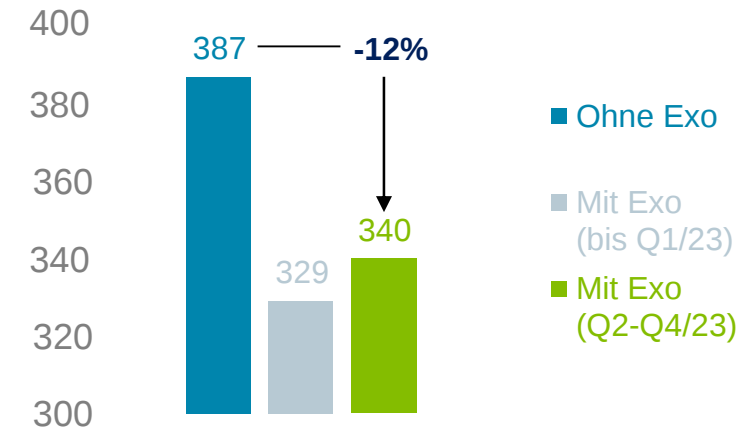
Steigerung der Haltedauer um 14% im Langzeiteffekt

Die Entlastung der Schulter durch das Exoskelett ermöglicht eine längere Haltedauer bei Überschultertätigkeiten.

Die erste Messung mit Exoskelett zeigt eine Eingewöhnungsphase.

Durch die nur punktuelle Nutzung, stellt sich die Steigerung erst über die Zeit ein.

Qualitäts- & Leistungssteigerung durch verringertes An- und Absetzen erkennbar



An-/Absetzen je Stunde Überschulterarbeit

(Ausschließlich Zeitsegmente mit Tätigkeiten über Kopf).

Reduktion der An- und Absetzvorgänge von 12-15% im Zeitraum mit Exoskelett.

Die Einsparung des An-/Absetzens führt zu einer Reduktion um durchschnittlich 160 Vorgänge je Schicht. Das entspricht einer Effizienzsteigerung von min. 1,2% im Zeitraum mit Exoskelett. Weitere positive Effekte durch weniger Nacharbeiten sind wahrscheinlich.

Thank you