



Fraunhofer-Institut für Materialfluss  
und Logistik IML

**HESSEN****METALL**

### 3. Arbeitsschutzkongress HESSENMETALL – Digitale Medien in der hybriden Arbeitswelt

---

Neue Technologien für die Logistikarbeit: Der schmale Grat zwischen Unterstützung und Beeinträchtigung

Dr. Veronika Kretschmer

Dortmund, 22. Juni 2023



# Fraunhofer IML in Dortmund

---



**Wir forschen ...**  
Eigen- und industrielle  
Auftragsforschung



**Wir unterstützen ...**  
Unternehmen aller  
Branchen und Größen



**Wir entwickeln ...**  
Technologien, Software  
und Konzepte

## Fraunhofer-Gesellschaft

30.000

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

76 Institute

und Forschungseinrichtungen

2,9 Mrd.

Finanzvolumen

Hauptstandorte ●  
Nebenstandorte ○



## Fraunhofer IML, Dortmund

> 400

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

> 300

Doktoranden und studentische Hilfskräfte

> 50 Mio.

Budget, davon 30% aus der Wirtschaft

**> 50 Mio. €**

Budget 2023

**> 700**

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter (12/2022)

**ca. 600 Projekte**

pro Jahr

**~ 30%**

des Budgets mit industriellen Partnern

**~ 850.000 h**

Im Auftrag der Logistikforschung (2022)

**~ 10% Wachstum**

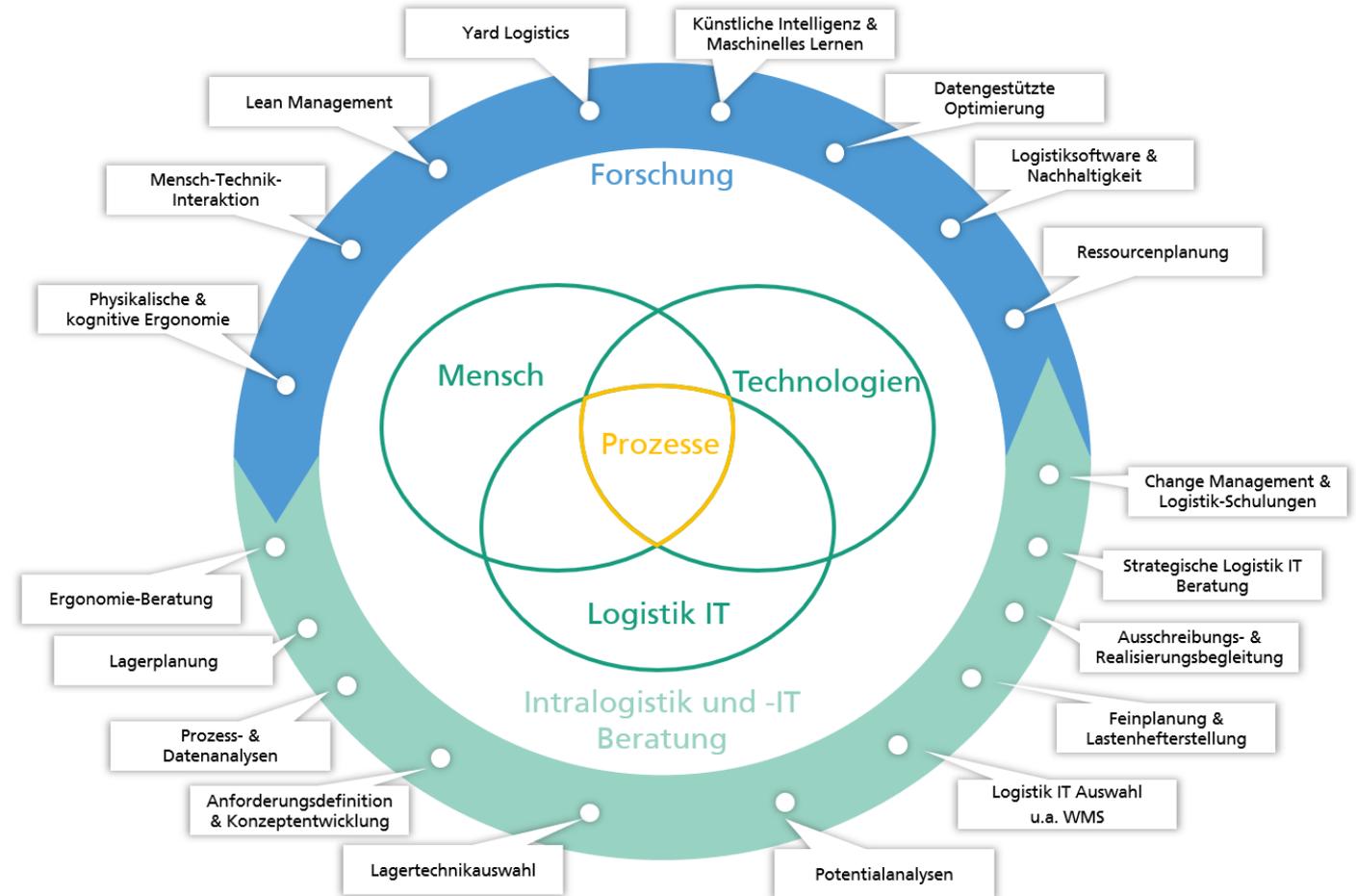
2023



# Abteilung Intralogistik und -IT Planung

## Angebotsportfolio

- Das Angebotsportfolio umfasst die Themenbereiche der **Forschung** und **Intralogistik und -IT Beratung**
- Durch die Fusion von **Mensch**, **Technologien** und **Logistik-IT** ergeben sich einzigartige Synergien für die **Prozesse**



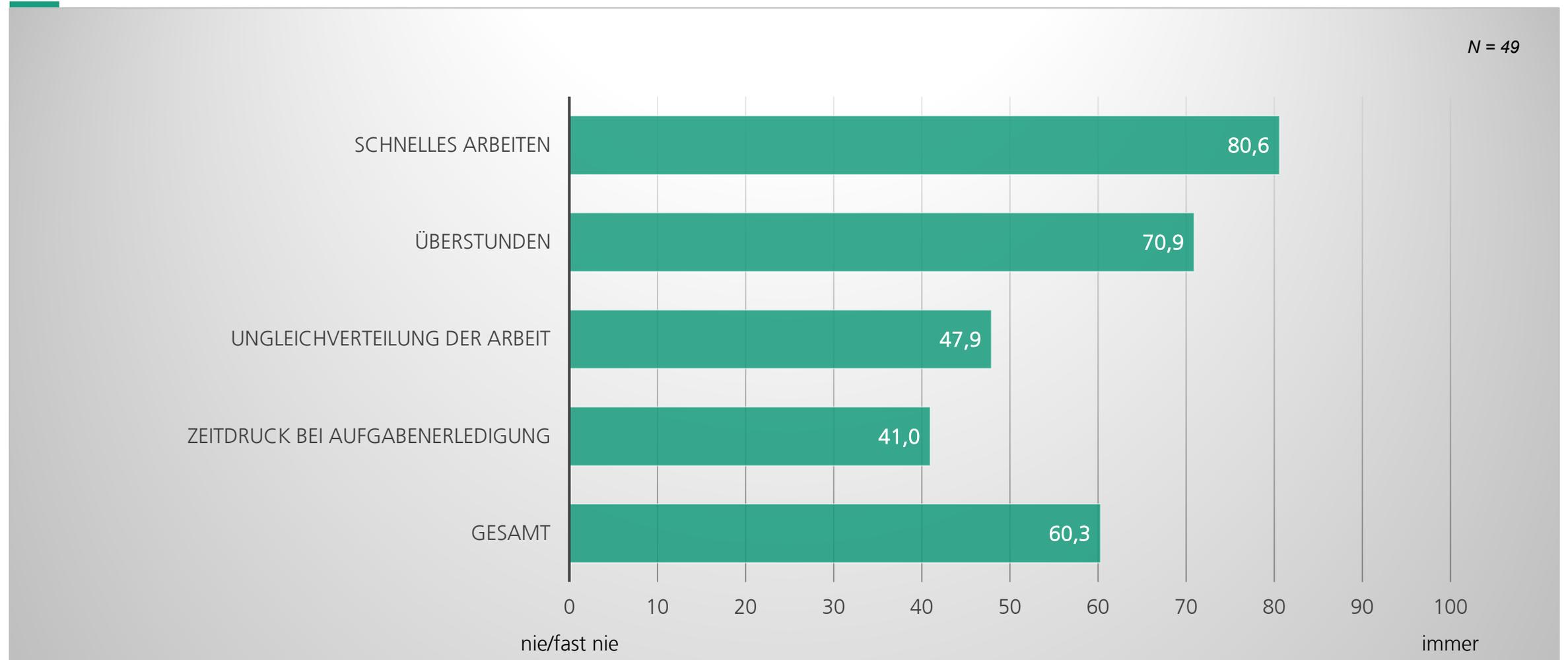


# Ganzheitliche humanzentrierte Arbeitsbewertung und -gestaltung in der Logistik

---

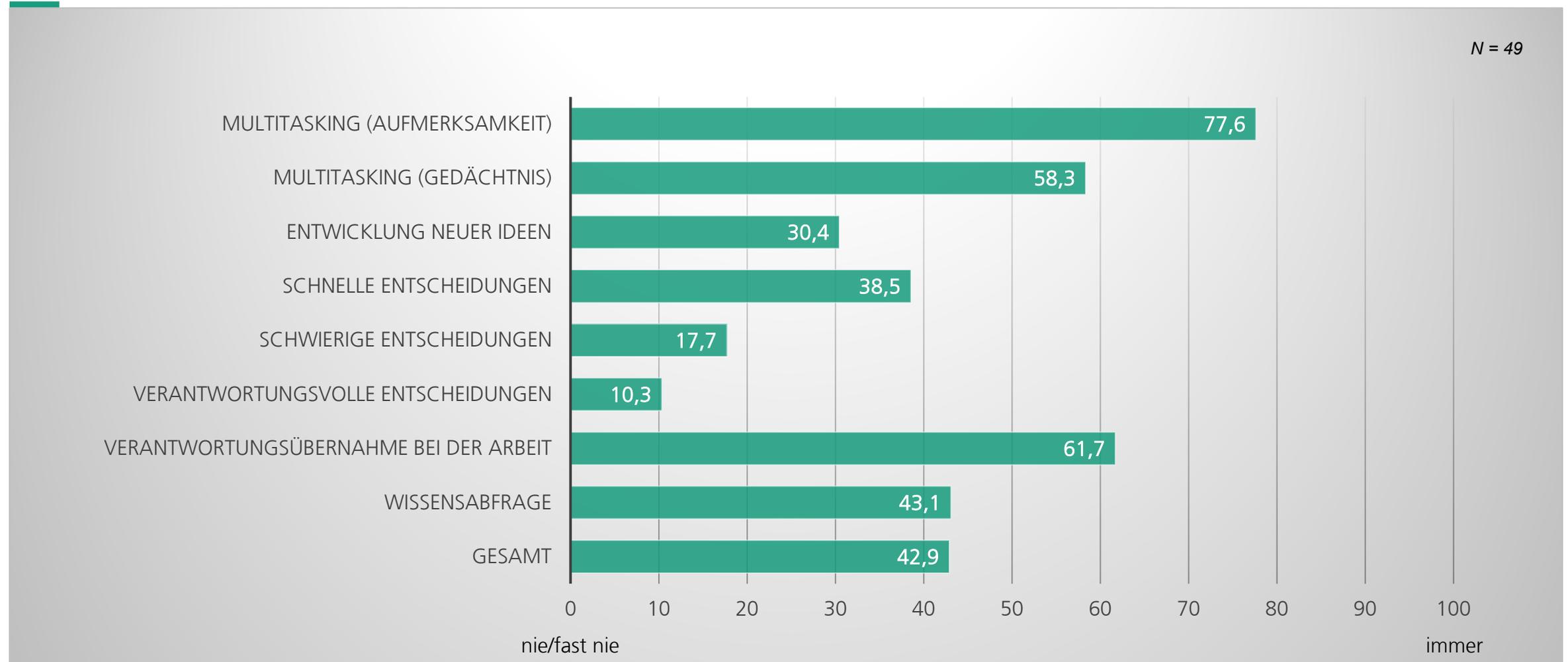
# Status Quo in der Lagerwirtschaft

## Häufigkeit quantitativer Arbeitsanforderungen im Kommissionierlager



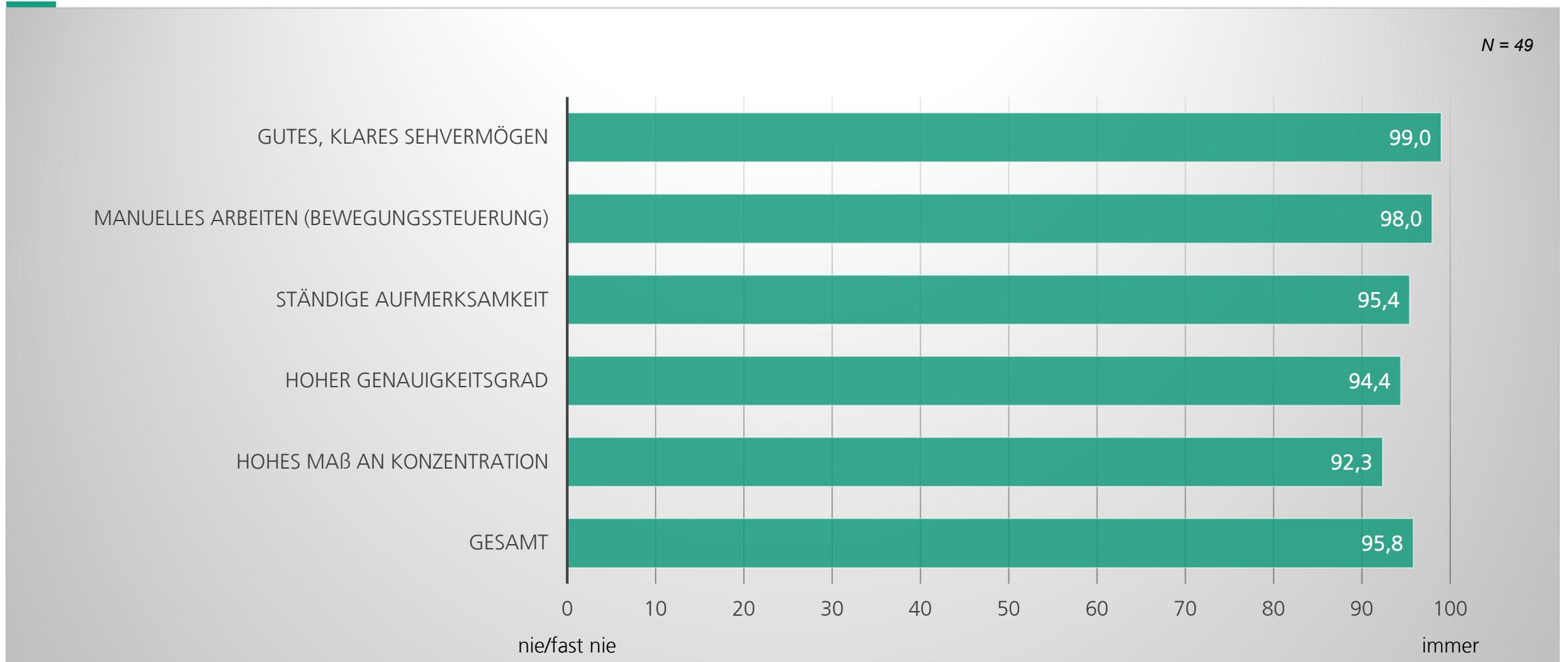
# Status Quo in der Lagerwirtschaft

## Häufigkeit kognitiver Arbeitsanforderungen im Kommissionierlager



# Status Quo in der Lagerwirtschaft

## Häufigkeit sensorischer Arbeitsanforderungen im Kommissionierlager



# Der Mensch im Fokus

## Ziele der Ergonomie für die operative Logistik



- 1 Erforschung der optimalen Arbeits- und Organisationsgestaltung bezogen auf die mentale und körperliche Belastung
- 2 Analyse der psychosozialen Belastungs-, Beanspruchungsschwerpunkte und Ressourcen der operativen Lagerarbeiter
- 3 Erforschung eines belastungsoptimierten Umgangs mit technischen/mechanischen Assistenzsystemen im Lager
- 4 Erhaltung / Erhöhung der Arbeitsfähigkeit, Mitarbeitergesundheit und -zufriedenheit sowie Leistung, Produktivität und Arbeitssicherheit in der Intralogistik

# Der Mensch im Fokus

Ergonomie-Forschung und -Beratung am Fraunhofer IML

## Kognitive Ergonomie

- Labor- und Feldstudien
  - Mensch-Technik-Interaktion
  - Evaluation kognitiver Assistenzsysteme, z. B. Smart Glasses, Roboter
  - Bewertung und Gestaltung von Tätigkeiten, Arbeitsplätzen, Prozessen
  - Psychosoziale Tätigkeitsmerkmale
  - Vitaldatenanalyse

## Physikalische Ergonomie

- Labor- und Feldstudien
  - Mensch-Technik-Interaktion
  - Bewegungs-, Belastungs-, Körperhaltungsanalysen
  - Bewertung und Gestaltung von Tätigkeiten und Arbeitsplätzen
  - Evaluation entlastender mechanischer Hilfsmittel, z. B. Exoskelette

## Digitale Ergonomie

- Simulation und Entwicklung
  - Virtuelle Simulation und Planung menschlicher Arbeit und Arbeitssysteme
  - Entwicklung von innovativen Technologien zur Optimierung der Tätigkeiten, der Prozesse, der Arbeitsorganisation in der Logistik, z. B. Einsatz von Methoden Künstlicher Intelligenz

# Der Mensch im Fokus

## Einflussfaktoren bei der erfolgreichen Einführung digitaler Assistenzsysteme

### Mensch bleibt analog

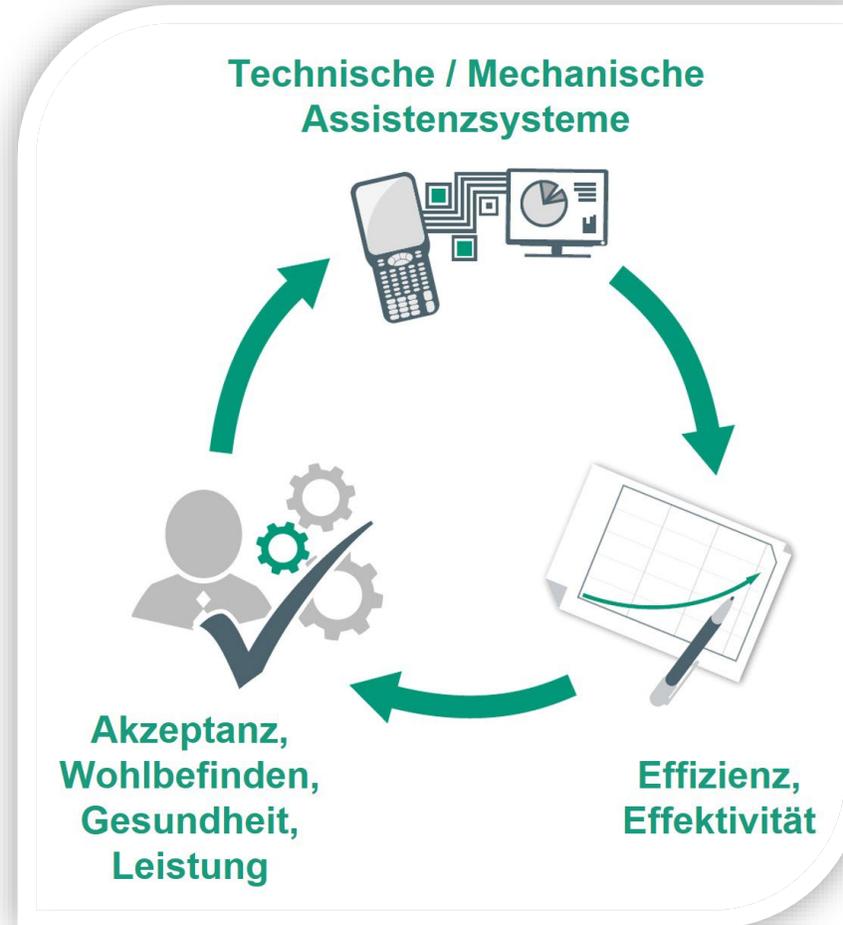
80% der Prozesse in der Kommissionierung werden manuell ausgeführt

### Gesundheit

Der Krankenstand in den Berufen der Lagerwirtschaft liegt bei 7%.

### Altersstruktur

60% der Mitarbeitenden in der Logistik sind keine „Digital Natives“



### Akzeptanz

Technologieakzeptanz ist der Schlüssel zur Digitalisierung

### Einfacharbeit

Jeder fünfte Leiharbeiter arbeitet in der Logistik

### Erfahrungswissen

Zumeist sind die älteren Mitarbeitenden ein entscheidender Faktor für erfolgreiche Prozesse



# Angewandte Forschungsprojekte zum Einsatz kognitiver Assistenzsysteme

---

# Einsatz von Smartglasses in der Kommissionierung

## Ware-zur-Person-Kommissionierung

### Pilotierungsprojekt:

- Implementierung einer Augmented Reality (AR)-Lösung an einem Ware-zur-Person-Kommissionierarbeitsplatz beim Projektpartner GEBHARDT

### Ziele:

- Reduzierung der Fehlerquote, Optimierung der Prozessführung, Überprüfung und Verbesserung der Ergonomie

### Ergebnisse:

- Vergleich PC-Monitor und AR-Lösung in einer Studie zur kognitiven Ergonomie im Echtzeitbetrieb
- Erarbeitung einer Handlungsanweisung für den ergonomischen Einsatz von Smart Glasses

### Pick-by-Terminal



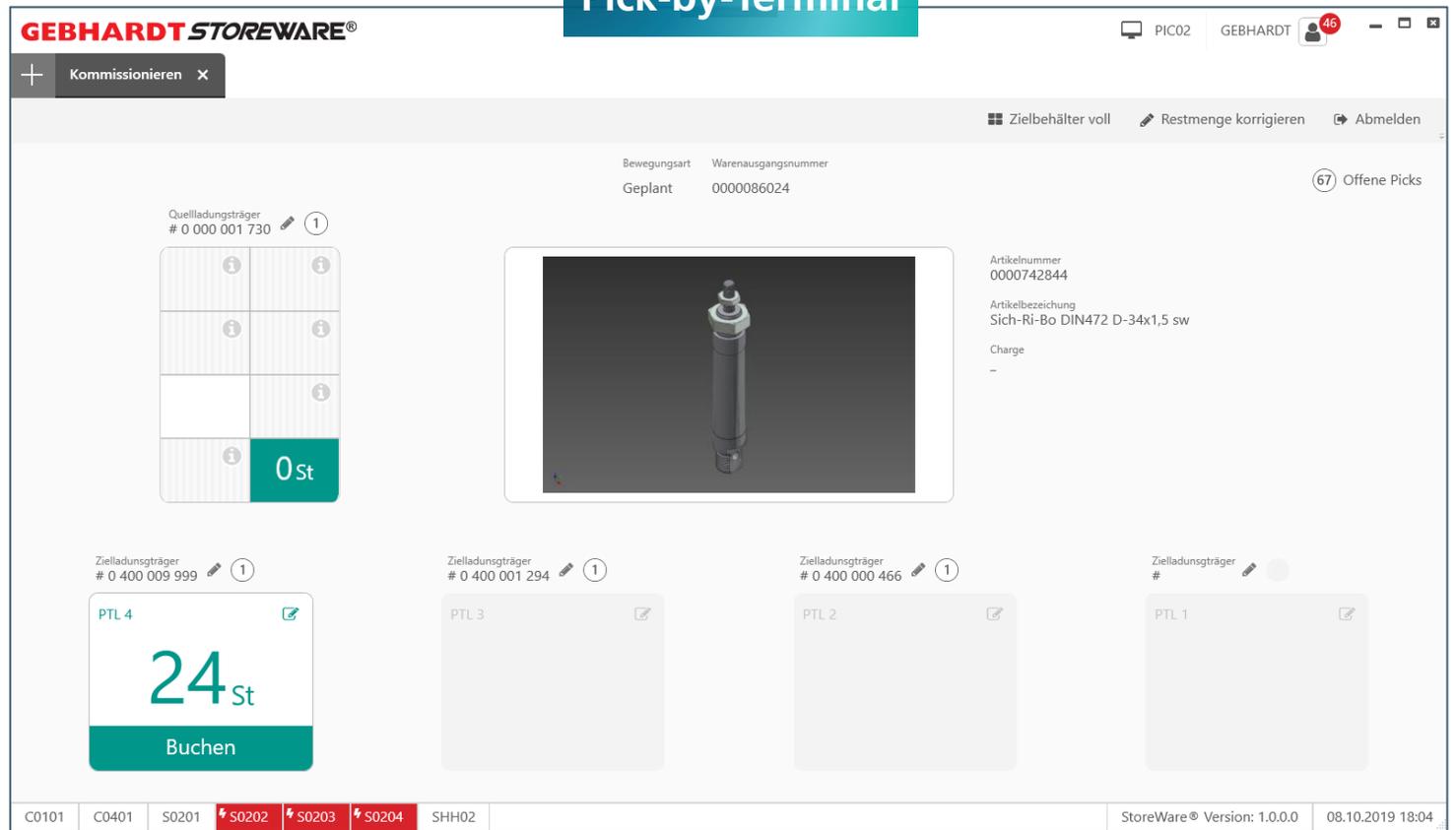
### Pick-by-Vision



# Einsatz von Smartglasses in der Kommissionierung

## Ware-zur-Person-Kommissionierung

### Pick-by-Terminal



Anzeige der Restmenge  
 Keine Beschwerden  
 Relevante Infos  
**Einfach zu bedienen**  
**Ansicht der Behälter**  
**Gute Anordnung**  
 Reaktionszeit  
 Übersichtlich  
 Artikelbild  
 Gute Steuerung  
 Pickanzeige sehr gut



Lange Laufwege  
 Eintönig  
 Körperliche Beschwerden  
 Zielbehälter undeutlich dargestellt  
**Unzuverlässige Artikelbilder**  
**Informationseinschränkung**  
 Anordnung der Arbeitsmittel  
 Schrift zu klein  
 Wenig Anleitung  
 Kleines Bestätigungsfeld



# Einsatz von Smartglasses in der Kommissionierung

## Ware-zur-Person-Kommissionierung

Pick-by-Vision



Gute Wahrnehmung der Umgebung  
Zukunft  
Beeindruckende Technik  
Übersichtlich  
Standortunabhängige Arbeit  
Infos wo man sie braucht  
Einfach zu bedienen  
Infos gut dargestellt  
Weniger fehleranfällig  
Unterstützt  
Eindeutig  
Für Ältere gut



Kopfschmerzen  
Augenbeschwerden  
Druckgefühl  
Schweres Gewicht  
Unnatürliche Bewegungen  
Eingeschränkte Sicht  
Unangenehm  
Hardwareprobleme  
Ablenkung durch Umgebung  
Nackenbelastung  
Ermüdend

# Einsatz von Smartglasses in der Kommissionierung

## Ware-zur-Person-Kommissionierung

### Handlungsanweisung für den ergonomischen Einsatz einer Datenbrille

#### Teil 1 Leitfragen für die Anforderungsanalyse

- ✓ Tätigkeitsbeschreibung
- ✓ Voraussetzungen für die Tätigkeitsausführung
- ✓ Durchführung der Tätigkeit
- ✓ Besonderheiten bei der Tätigkeitsdurchführung
- ✓ Organisatorische Rahmenbedingungen

#### Teil 2 Checkliste für die Gestaltung der Mensch-Technik-Interaktion

- ✓ Aufgabenangemessenheit
- ✓ Selbstbeschreibungsfähigkeit
- ✓ Erwartungskonformität
- ✓ Lernförderlichkeit
- ✓ Steuerbarkeit
- ✓ Fehlertoleranz
- ✓ Individualisierbarkeit

# Einsatz von Smartglasses in der Kommissionierung

## Ware-zur-Person-Kommissionierung

### Handlungsanweisung für den ergonomischen Einsatz einer Datenbrille

## Teil 3

### Checkliste für die Informationsdarstellung

- ✓ Klarheit
- ✓ Unterscheidbarkeit
- ✓ Kompaktheit
- ✓ Konsistenz
- ✓ Erkennbarkeit
- ✓ Lesbarkeit
- ✓ Verständlichkeit
- ✓ Ablenkungsfreiheit

## Anhang

### Gestaltung spezieller User-Interface-Elemente

- Cursorsteuerung
- Tooltipp
- Fortschrittsanzeige
- Eingabeaufforderung
- Schaltfläche
- Spinbutton
- Statusinformation

# Einsatz von Smartglasses in der Kommissionierung

## Person-zur-Ware-Kommissionierung

### Angewandte Industrieforschung:

- Vergleich verschiedener Kommissioniertechniken bei einem großen Markenartikelhersteller

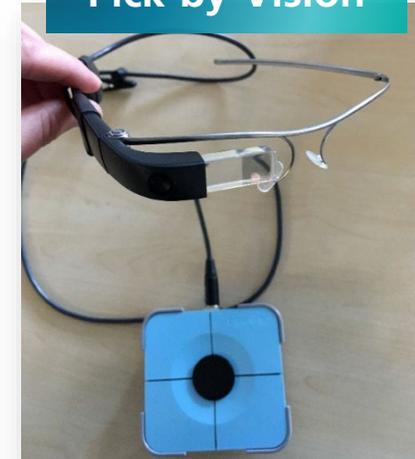
### Ziele:

- Überprüfung, ob Pick-by-Vision (Google Glass) eine gute Ergänzung bzw. eine zusätzliche Auswahlmöglichkeit zu den bisher vom Unternehmen verwendeten Pickmethoden (Pick-by-Voice und Papierliste) darstellt

### Ergebnisse:

- Vergleich Pickliste, Headset und Smart Glasses-Lösung in einer Studie zur kognitiven Ergonomie im unternehmensinternen Trainingszentrum
- Erarbeitung eines Usability-Quick-Checks für Pick-by-Technologien

### Pick-by-Vision



### Pick-by-Voice



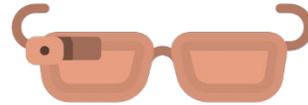
# Einsatz von Smartglasses in der Kommissionierung

Person-zur-Ware-Kommissionierung



## Übersichtlich

Anzeige fehlerlos sprachlos  
Gamingfaktor modern  
ohne Voiceausgabe



Ø-Note 3,1



Bedienungs-  
probleme  
Display Scannen  
unübersichtlich  
langsam teuer

N = 10

# Einsatz von Smartglasses in der Kommissionierung

Person-zur-Ware-Kommissionierung



fehlerfrei  
gute Umgebungswahrnehmung  
schnell Arbeitsfluss  
einfacher Hände frei



Ø-Note 2,7



Ausfälle  
Probleme mit Prüfziffer  
langsam Stimme auf dem Ohr  
Probleme für Ältere Störung bei Lärm  
Umgebungswahrnehmung  
hoher Redeanteil

N = 10



# Picking Lab

---

Technologie, Transfer und Training für die  
Kommissionierung

# Picking Lab

Technologie, Transfer und Training für die Kommissionierung



## Motivation

- Evaluierung der Mensch-Technik-Interaktion sowie arbeitsorganisationaler Prozesse beim Kommissionieren
- Testung von Logistik IT-Systemen auf ihre Funktionsfähigkeit und Benutzerfreundlichkeit
- Schaffung realitätsgetreuer, standardisierter Test- und Trainingsbedingungen

## Nutzen

- Benchmarking von Technologien und Logistik IT-Systemen für die Kommissionierung
- Bewertung von Prozessen, Leistung und Ergonomie
- Entscheidungsgrundlage zur Auswahl der passenden Kommissioniertechnologien bzw. Logistik IT-Systeme
- Transfer- und Trainingsplattform



Projektpartner:



Assoziierte Partner:



# Picking Lab

Technologie, Transfer und Training für die Kommissionierung

## Services Picking Lab

- 1 Technikintegration im Picking Lab
- 2 Demo Picking Lab & Workshop
- 3 Schulung Kommissioniertechnologien
- 4 Usability-Quick-Check für Pick-by-Lösungen
- 5 Quick-Check Ergonomie
- 6 Usability-Quick-Check für WMS (in Planung)





# Diskussion und Fragen

—

# Kontakt



Dr. Veronika Kretschmer  
Senior Scientist

Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik  
Intralogistik & -IT Planung  
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 2-4  
44227 Dortmund

Veronika.Kretschmer@iml.fraunhofer.de  
+49 231 9743-289

[www.iml.fraunhofer.de/Kognitive-Ergonomie](http://www.iml.fraunhofer.de/Kognitive-Ergonomie)



# Exkurs: Ergonomie-Quick-Check

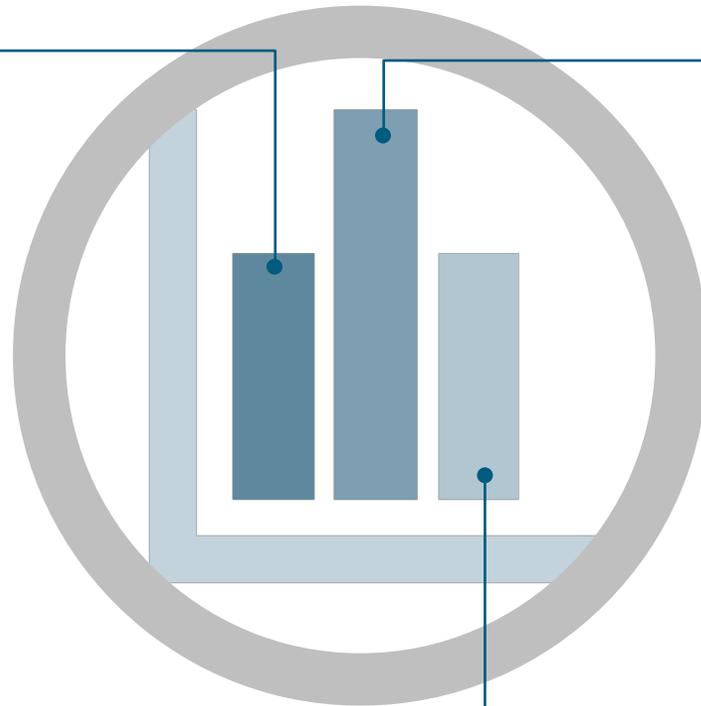
Analyse physischer und psychischer Gefährdungen in der Kommissionierung

## 1 Physikalische Ergonomie

- Screening-Interview zur Beurteilung von gesundheitlichen Gefahren durch körperliche und kognitive Arbeit
- Objektive Analyse mit Motion Capture der körperlichen Belastungen bzw. Prozesse

Anhand des errechneten Punktwertes und der folgenden Tabelle kann eine

Risiko	Risikobereich	Belastungshöhe <sup>1)</sup>	a) Wahrscheinlichkeit körperlicher b) Mögliche gesundheitliche Folgen
1	<20 Punkte	gering	a) Körperliche Überbeanspruchung b) Gesundheitsgefährdung nicht zu erwarten
2	20 – <50 Punkte	mäßig erhöht	a) Körperliche Überbeanspruchung b) Ermüdung, geringgradige Anpassungen in der Freizeit kompensierbar
3	50 – <100 Punkte	wesentlich erhöht	a) Körperliche Überbeanspruchung b) Beschwerden (Schmerzen) ggf. meistens reversibel, ohne morphologische Veränderungen
4	≥100 Punkte	hoch	a) Körperliche Überbeanspruchung b) Starker ausgeprägte Beschwerden, Strukturschäden mit



## 3 Maßnahmen

## 2 Kognitive Ergonomie

- Analyse der subjektiven körperlichen und mentalen Arbeitsbelastungen und Beschwerden der Mitarbeitenden mit einem Fragebogen
- Bei Bedarf Interviews mit den Beschäftigten

