

DIGITALE ERGONOMIE – GESUNDE ARBEIT SCHAFFEN IM EINKLANG MIT DER DIGITALISIERUNG

3. Qualifizierungstag Ergonomie

Dr. Veronika Kretschmer

Fachtagung der LUBW und des MW,
Regierungspräsidium Tübingen, 23. Oktober 2019

Die Fraunhofer-Gesellschaft und das Fraunhofer IML



25.000

Mitarbeiterinnen
und Mitarbeiter



72 Institute
und Forschungs-
einrichtungen



2,3 Mrd.
Finanzvolumen

Ausbauinvestitionen und
Verteidigungsforschung
Grundfinanzierung
Bund und Länder

Industrieraufträge und
öffentl. geförderte
Forschungsprojekte



Fraunhofer IML, Dortmund



290

Mitarbeiterinnen
und Mitarbeiter



250

Doktoranden und
studentische Hilfskräfte



30,7 Mio.

Umsatz, davon 50% aus
der Wirtschaft

Was die Deutschen über Technik denken

TechnikRadar 2018

54 % halten sich für sehr oder eher an Technik interessiert.

89 % sind der Meinung, dass man den technischen Fortschritt nicht aufhalten kann.

25 % finden, dass Technik mehr Probleme löst, als sie schafft.

Ergonomie in der Intralogistik

Forschungsziele

- 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 Assistenzsystemen im Lager
- 4 Erhaltung / Erhöhung der Arbeitsfähigkeit, Mitarbeitergesundheit und -zufriedenheit sowie Leistung, Produktivität und Arbeitssicherheit in der Intralogistik



Ergonomie in der Intralogistik

Forschungsschwerpunkte

Kognitive Ergonomie

- Laborstudien
 - Mensch-Technik-Interaktion, z. B. zu Workload, User Experience, Komfort
- Industrieforschung
 - psychosoziale Tätigkeitsmerkmale
 - Physiologische Belastungsindikatoren
 - arbeitsorganisatorische Faktoren

Physikalische Ergonomie

- Laborstudien
 - Mensch-Technik-Interaktion, z. B. Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen
- Industrieforschung
 - Bewertung und Gestaltung von Tätigkeiten und Arbeitsplätzen

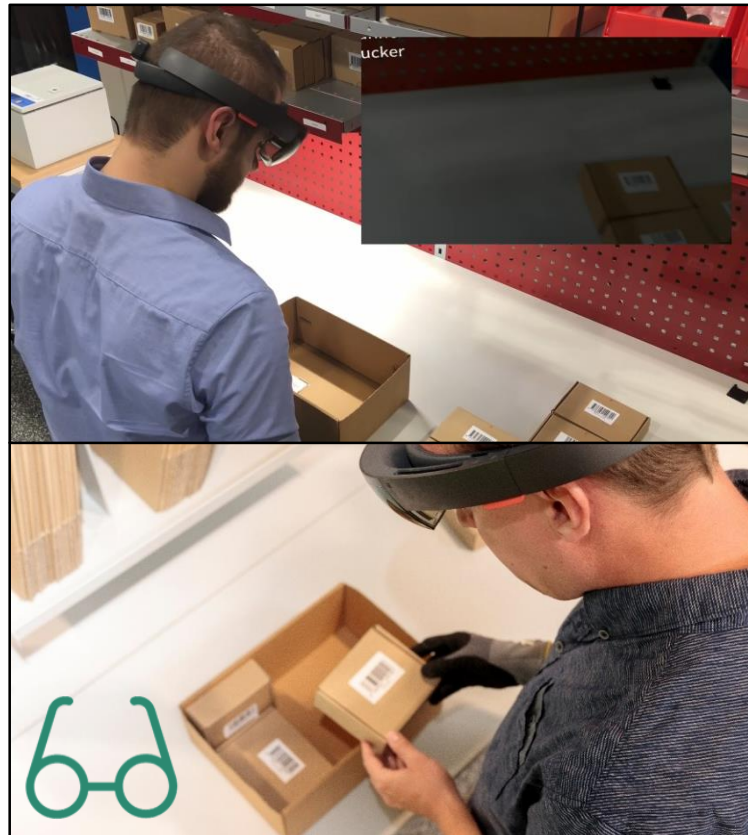
Digitale Ergonomie

- Laborstudien
 - Virtuelle Simulation und Planung von menschlicher Arbeit, Produkten und Arbeitssystemen
 - Digitale Menschmodelle
- Industrieforschung
 - Einsatz von Künstlicher Intelligenz zur Optimierung von Arbeitsabläufen, zur Stressprävention

Technische Assistenzsysteme in der Verpackungslogistik

Laborstudien

Augmented Reality-Assistent

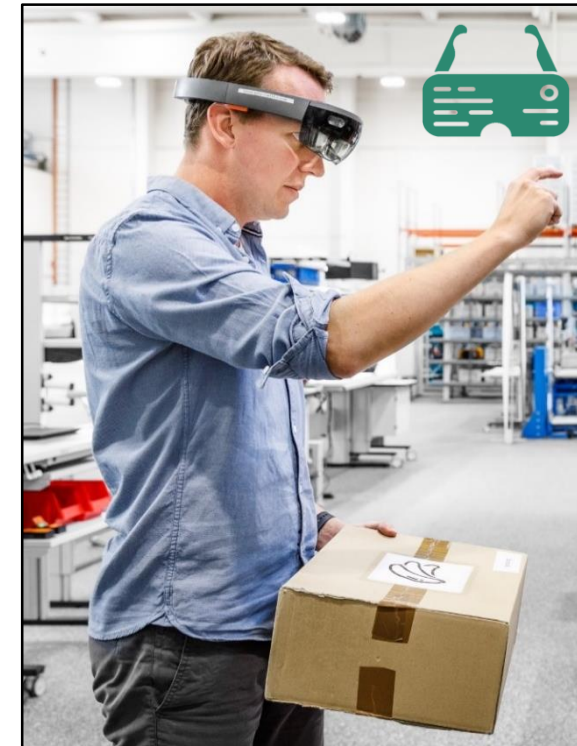
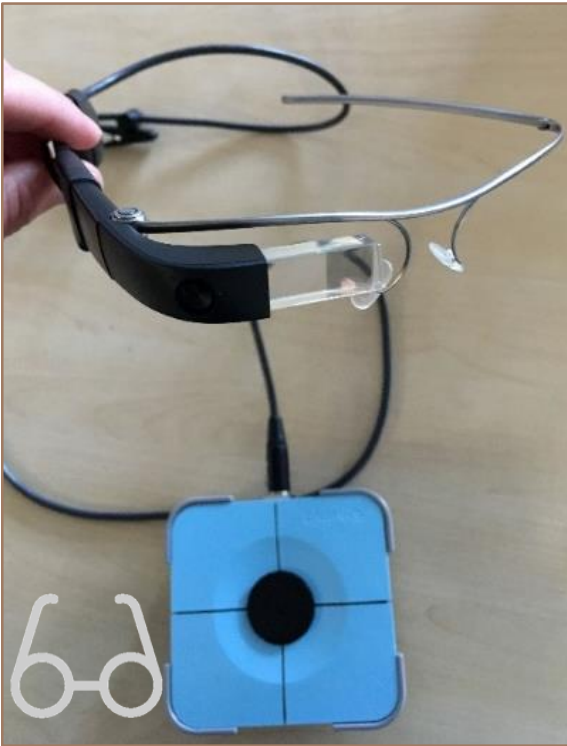


LED-Assistent „passt“



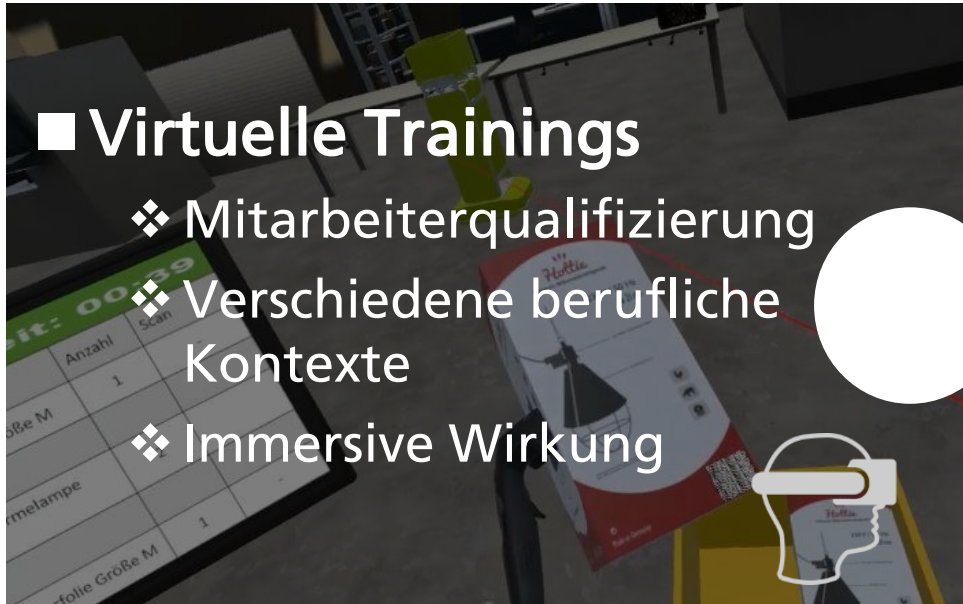
Technische Assistenzsysteme in der Kommissionierung

Evaluationsstudien im Unternehmen



Virtuelle Lernwelten für die Mitarbeiterqualifizierung

Motivation



- Virtuelle Trainings
 - ❖ Mitarbeiterqualifizierung
 - ❖ Verschiedene berufliche Kontexte
 - ❖ Immersive Wirkung

■ Serious Games

- ❖ Digitale Wissensvermittlung
- ❖ Spielerische Lernmethode
- ❖ Spielmechaniken kombiniert mit Lernmechaniken



Virtual Reality-basiertes Verpackungstraining

Laborstudie und Evaluationsstudie



PC-basiertes Verpackungstraining

Evaluationsstudie im Unternehmen



Exoskelette an Palettierarbeitsplätzen

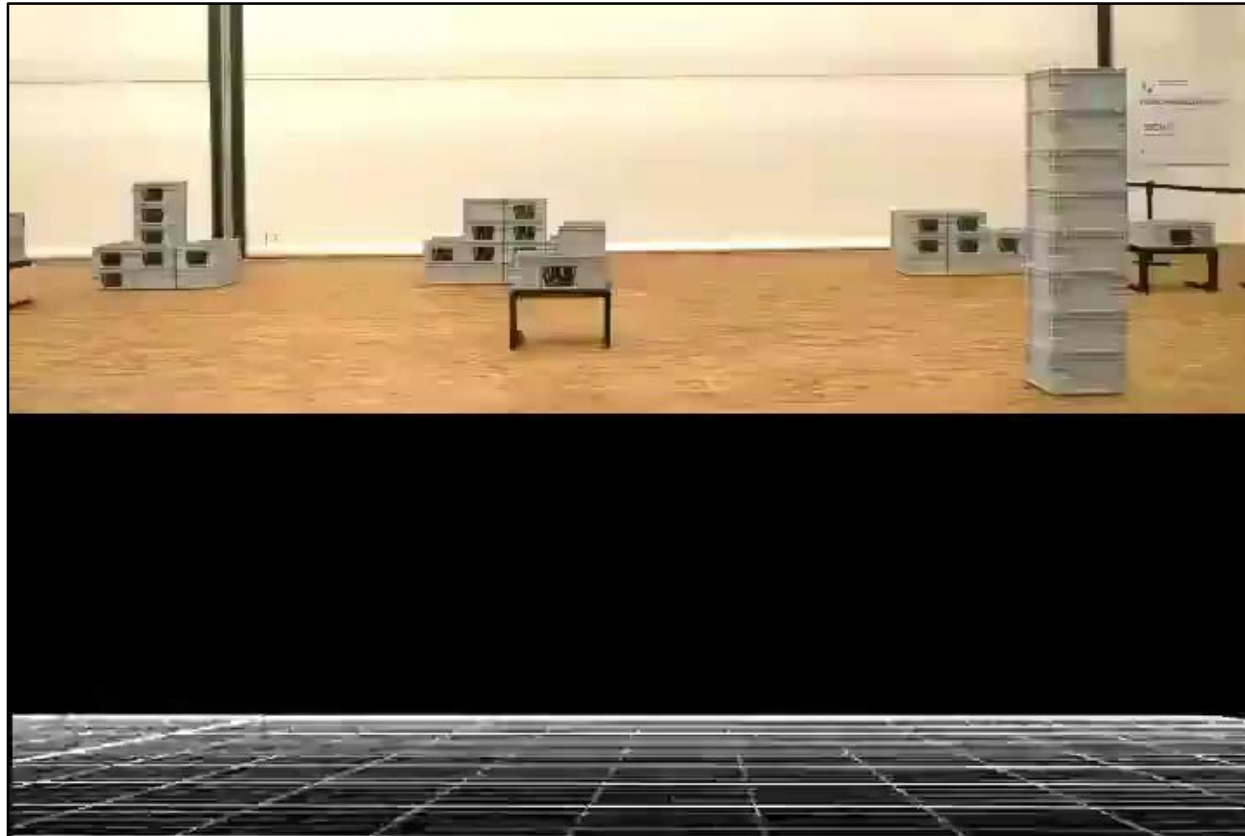
Laborstudie und Evaluationsstudie im Unternehmen




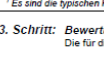
Exoskelett LAEVO



Motion Capturing zur digitalisierten Tätigkeitsbewertung

Laborstudie



| Ausführungsbedingungen | | Wichtung |
|--|--|----------|
| Gut: sichere Detaillierbarkeit/ keine Blendung / gute klimatische Bedingungen | | 0 |
| Eingeschränkt: erschwerte Detaillierbarkeit durch Blendung oder zu kleine Details / Zugluft / Kälte / Nässe / Konzentrationsstörungen durch Geräusche | | 1 |
| <i>In der Tabelle nicht genannte Merkmale sind sinngemäß zu berücksichtigen. Bei sehr ungünstigen Bedingungen kann die Wichtung 2 vergeben werden.</i> | | |
| Körperhaltung ⁽⁷⁾ | | Wichtung |
|  | Gut: Wechsel von Sitzen und Stehen möglich / Wechsel von Stehen und Gehen / dynamisches Sitzen ist möglich / Hand-Arm-Auflage bei Bedarf möglich / keine Verdrehung / Kopfhaltung variabel / kein Greifen über Schulterhöhe | 0 |
|  | Eingeschränkt: Rumpf mit leichter Neigung des Körpers zum Handlungsbereich / überwiegend Sitzen mit gelegentlichem Stehen oder Gehen / gelegentliches Greifen über Schulterhöhe | 1 |
|  | Ungünstig: Rumpf deutlich vorgeneigt und/oder verdreht / Kopfhaltung zur Detaillierung vorgegeben / eingeschränkte Bewegungsfreiheit / ausschließlich Stehen ohne Gehen / häufiges Greifen über Schulterhöhe / häufiges körperfernes Greifen | 3 |
|  | Schlecht: Rumpf stärker verdreht und vorgeneigt / streng fixierte Körperhaltung / visuelle Kontrolle der Handlung über Lupen oder Mikroskope / starke Kopfeigung oder -verdrehung / häufiges Bücken / ständiges Greifen über Schulterhöhe / ständiges körperfernes Greifen | 5 |
| <i>Es sind die typischen Körperhaltungen zu berücksichtigen. Seltene Abweichungen können vernachlässigt werden.</i> | | |

3. Schritt: Bewertung

Die für diese Tätigkeit zutreffenden Wichtungen sind in das Schema einzutragen und auszurechnen

| | | | | |
|---|-------|--|---|--------------------------|
| Art der Kraftausübungen) im Finger-Hand-Bereich | | | | |
| + Kraftübertragung/Greifbedingungen | | | | |
| + Hand-Armstellung und -bewegung | | | | |
| + Arbeitsorganisation | | | | |
| + Ausführungsbedingungen | | | | |
| + Körperhaltung | | | | |
| = | Summe | | X | Zeilwichtung = Punktwert |

Anhand des errechneten Punktwertes und der folgenden Tabelle kann eine grobe Bewertung vorgenommen werden.

| Risikobereich ^{***)} | Punktwert | Beschreibung |
|-------------------------------|------------|--|
| 1 | <10 | Geringe Belastung, Gesundheitsgefährdung durch körperliche Überbeanspruchung ist unwahrscheinlich. |
| 2 | 10 bis <25 | Mittlere Belastung, eine körperliche Überbeanspruchung ist bei vermindert belastbaren Personen möglich. Für diesen Personenkreis sind Gestaltungsmaßnahmen sinnvoll. |
| 3 | 25 bis <50 | Erhöhte Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen möglich. Gestaltungsmaßnahmen sind zu prüfen. |
| 4 | ≥50 | Hohe Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich. Gestaltungsmaßnahmen sind erforderlich. |

Die Grenzen zwischen den Risikobereichen sind aufgrund der individuellen Arbeitstechniken und Leistungsvoraussetzungen fließend. Damit darf die Einordnung nur als Orientierungshilfe verstanden werden. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mit steigenden Punktwerten die Belastung des Muskel-Skelet-Systems zunimmt.

Hrsg. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2012 www.baua.de

Maschinelles Lernen in der Intralogistik

Dynamisches Pausenmanagement

- Erfassung von individuellem Stress mit Hilfe eines Wearables
- Individuelle, sensorgestützte Pausenorganisation auf Basis von Vitaldaten und anderen personenbezogenen Daten
- Pausenempfehlungen unterstützt durch den Einsatz maschinellen Lernens

Ziel: Mitarbeiter erhalten dynamische Pausenempfehlungen auf Basis angelernter Muster in den Vitaldaten

Pausensituation in der Lagerwirtschaft Deutschland

Motivation

37% der Lagerarbeiter können nicht selbst entscheiden, wann Pause gemacht wird.

Jeder **8.** Lagerarbeiter berichtet von einem häufigen Pausenausfall.

83% der Lagerarbeiter mit Pausenausfall klagen häufiger über Rückenschmerzen.

3/4 der Lagerarbeiter mit Pausenausfall sind häufiger müde und erschöpft.

Messbare Vitalparameter

Datenerfassung durch Wearables



Herz-/Pulsinformationen
Blutvolumenpuls (BVP)
Herzschlagfrequenz (HF)
Herzratenvariabilität (HRV)



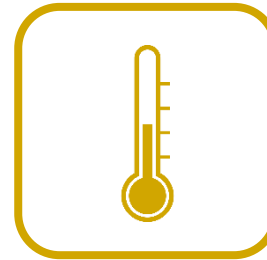
Hautleitwerte
Hautleitfähigkeit (HLF)



Atmung
Abdomen-Atemfrequenz
Thorax-Atemfrequenz
Relative Atemtiefe



Bewegungsinformationen
Dynamische Beschleunigung



Periphertemperatur
Körpertemperatur an den Händen
Körpertemperatur an den Füßen

Wearables für die Stresserkennung

Technische Anforderungen

- ✓ Gerät ist tragbar und kann vom Nutzer selbst angelegt werden
- ✓ Integrierte Sensorik für unterschiedliche Vitalparameter
- ✓ Einfache Konfigurierbarkeit
- ✓ Mobiler Einsatz ohne Internetverbindung
- ✓ Datenschutz (Vital- und Pausendaten bleiben auf dem Gerät)

Ganzheitliche humanzentrierte Arbeitsplatzbewertung

Ausblick



Kognitive
Ergonomie

Lean-
Reifegradmodell



Physikalische
Ergonomie



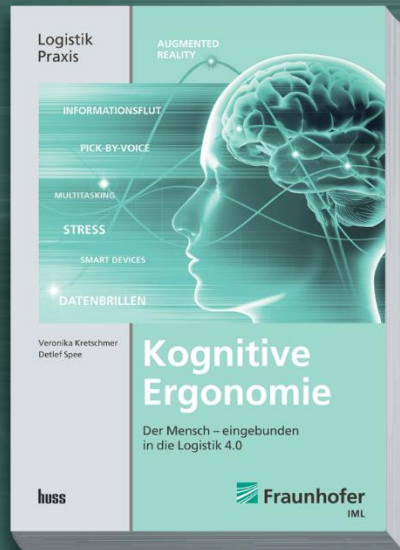
Prozess- und
Potentialanalysen

Benchmarking



Demonstratoren

DANKE FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!



Dr. Veronika Kretschmer

Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML
Intralogistik & -IT Planung
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 2-4
44227 Dortmund
Veronika.Kretschmer@iml.fraunhofer.de
+49 231 9743-289

www.iml.fraunhofer.de

