

Die Rolle des Menschen in der digitalen Arbeitswelt: Erkenntnisse industrienaher Forschungsprojekte am Beispiel der Logistik

Veronika KRETSCHMER

*Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML
Joseph-von-Fraunhofer-Str. 2-4, 44227 Dortmund*

Kurzfassung: Die Megatrends der Arbeit, wie eine zunehmende Globalisierung, Dynamisierung, Automatisierung und Digitalisierung verändern das Arbeitsleben in der Logistik. Der Mensch bleibt aufgrund seiner Flexibilität und seines Wissens- und Erfahrungsschatzes auch weiterhin eine entscheidende Ressource im Unternehmen. Die mit dem technischen Fortschritt einhergehende größere Informationsdurchdringung sowie Veränderungen der betrieblichen Informationsstrukturen bedürfen einer optimalen Integration des Menschen in die digitalisierten Logistikprozesse. Ziel einer humanzentrierten Gestaltung von Arbeitsplätzen, -umgebungen und -prozessen sollte es sein, die Mitarbeitenden bei der Ausübung ihrer Tätigkeiten optimal zu unterstützen, d. h. sie sollten weder über- noch unterfordert werden.

Schlüsselwörter: Kognitive Ergonomie, Humanressourcen, Universal Worker Model, Technologien, Logistik, Kommissioniertestzentrum

1. Der Wandel der Logistkarbeit auf allen Unternehmensebenen

Der globale Wandel der Arbeitswelt ist auch in der Logistik spürbar. Die Megatrends der Arbeit, wie eine zunehmende Dynamisierung, Automatisierung und Digitalisierung, werden das Arbeitsleben weiterhin verändern. Einhergehend mit der kürzer werdenden Lebensdauer von Produkten, wächst das Produktportfolio stetig und wird in zunehmendem Maß heterogener. Kurzfristige Kundenwünschänderungen, die Einhaltung kürzerer Lieferzeiten und der steigende Marktanteil von E-Commerce erhöhen die Flexibilitätsanforderungen der Logistik zunehmend. Um auf die permanenten Wandlungsanforderungen reagieren zu können, werden Prozesse verstärkt technisiert und digitalisiert. Der technische Fortschritt führt zu einem ständig wachsenden Einsatz von technischen Hilfsmitteln oder auch einer größeren Informationsdurchdringung bzw. Veränderungen der betrieblichen Informationsstrukturen.

Intralogistiksysteme gelten als Vorreiter bei der Einführung von Industrie 4.0: Fahrerlose Transportfahrzeuge und intelligente Ladungsträger kennzeichnen innovative Veränderungen des innerbetrieblichen Materialflusses. Neben dem Materialfluss erhält auch der Informationsfluss eine immer größere Bedeutung in der Logistik. Am Beispiel des Arbeitsbereichs der Kommissionierung wird die digitale Transformation bei den neu eingesetzten Arbeitsmitteln deutlich. Anstelle der herkömmlichen papierbasierten Pickliste werden neue Technologien, wie Pick-by-Light, Pick-by-Voice oder Pick-by-Vision, eingesetzt. Aufgrund des Einsatzes dieser technischen Assistenzsysteme kommen zu den bisher bekannten psychischen und

physischen Arbeitsanforderungen im Lager neue, vor allem informatorische, Arbeitsbelastungen hinzu (Kretschmer & Spee 2019).

Ergebnisse einer für die Erwerbsbevölkerung in Deutschland repräsentativen Erhebung – die BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2018 – verdeutlichen den Wandel der Logistkarbeit (Lück et al. 2019). In Abbildung 1 wird ersichtlich, dass fast 40 % der Arbeitenden in der Lagerwirtschaft angeben, dass ihr unmittelbares Arbeitsumfeld in den letzten zwei Jahren von wesentlichen Umstrukturierungen oder Umorganisationen betroffen war.

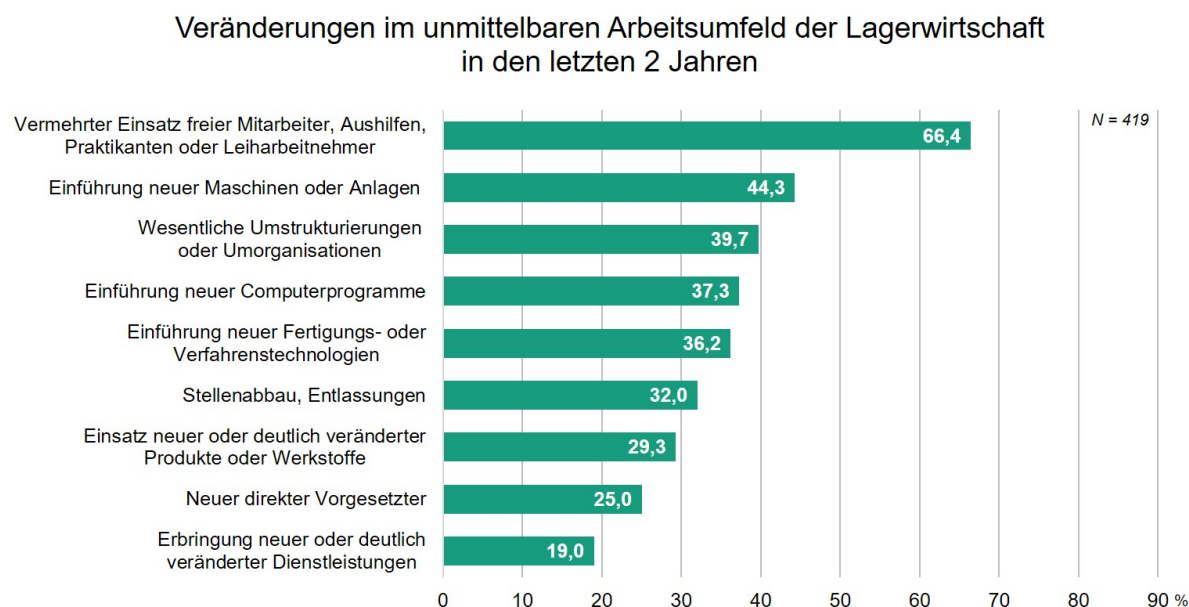


Abbildung 1: Von Arbeitenden in der Lagerwirtschaft wahrgenommene Veränderungen im unmittelbaren Arbeitsumfeld in den letzten 2 Jahren (Quelle: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2018; Lück et al. 2019)

Nahezu die Hälfte der befragten Lagerarbeiter/-innen berichtet, dass in den letzten zwei Jahren neue Maschinen oder Anlagen eingeführt wurden. Daneben geben die Befragten an, dass neue Fertigungs- oder Verfahrenstechnologien (36,2 %) sowie neue Computerprogramme (37,3 %) zum Einsatz kamen. Darüber hinaus bestätigt fast jede dritte Person in der Lagerwirtschaft, dass neue oder deutlich veränderte Produkte oder Werkstoffe verwendet wurden. In den letzten zwei Jahren war zudem ein Wandel auf der Dienstleistungsebene zu verzeichnen: Knapp ein Fünftel der Lagerarbeitenden teilt mit, dass neue oder deutlich veränderte Dienstleistungen erbracht wurden. Daneben waren in den letzten zwei Jahren auch arbeitsorganisatorische Veränderungen spürbar: Nahezu jeder dritte Arbeitende in der Lagerwirtschaft gibt an, dass im Arbeitsumfeld Stellen abgebaut oder Entlassungen vorgenommen wurden. Zudem wurden mehrheitlich Neuordnungen auf der Personalebene beobachtet: Fast zwei Drittel der Lagerarbeiter/-innen äußern, dass vermehrt freie Mitarbeiter/-innen, Aushilfen, Praktikanten oder Leiharbeitnehmer/-innen eingesetzt wurden. Einen Wechsel auf der Führungsebene hat ein Viertel der befragten Personen registriert.

2. Der Mensch als wirtschaftlicher Erfolgsfaktor in der digitalen Arbeitswelt

Die Integration des Menschen in die digitalisierten Logistikprozesse gilt als ein wirtschaftlicher Erfolgsfaktor. Aufgrund seiner Fähigkeiten, wie Geschwindigkeit, Dynamik oder Flexibilität, und insbesondere infolge seines Wissens- und Erfahrungsschatzes bleibt der Mensch weiterhin automatisierten Arbeitssystemen überlegen und stellt somit eine wertvolle Ressource im Unternehmen dar. Der Fachkräftemangel als eine Folge des demographischen Wandels oder der vorherrschende Krankenstand in den Berufen der Lagerwirtschaft (7 %, Stand 2018) stellen Unternehmen dabei vor große Herausforderungen, ihre Personalressourcen zu halten (Meyer et al. 2019). Dies deckt sich mit den Zahlen zu den wahrgenommenen arbeitsorganisationalen Veränderungen in der Lagerwirtschaft in Deutschland (Abb. 1).

Die Vernetzung der digitalen und physischen Welt eröffnet neue Kooperationsformen zwischen Menschen, Technik und Arbeitsumgebung. Der vermehrte Einsatz von technischen Assistenzsystemen als Arbeitsmittel sowie die komplexer werdenden Arbeitsabläufe erhöhen zunehmend die Informations- und Kommunikationsanforderungen der Beschäftigten. Es zeigt sich, dass informationsintensive Tätigkeiten in Folge der zunehmenden Vielfalt an Informationsstrukturen und des generellen Anstiegs der Informationsmenge zur quantitativen und qualitativen Überforderung der jeweiligen Leistungsvoraussetzungen führen und sich kurzfristig in Form von Stress oder psychischer Ermüdung äußern können (Richter 2000). Diese psychischen Fehlbeanspruchungen können langfristig wiederum Konzentrationsschwierigkeiten, Störungen der Befindlichkeit, Erschöpfung oder psychosomatische Störungen nach sich ziehen (Joiko 2010). Damit einhergehend verdeutlichen Ergebnisse der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2018, dass etwas mehr als jeder dritte Befragte in der Lagerwirtschaft in den letzten zwei Jahren eine Zunahme von Stress und Arbeitsdruck (35,4 %) sowie einen Anstieg der fachlichen Anforderungen (33,7 %) wahrgenommen hat (Lück et al. 2019). Dennoch fühlt sich etwas mehr als ein Fünftel der Arbeiter und Arbeiterinnen in der Lagerwirtschaft hinsichtlich der Anforderungen an die fachlichen Kenntnisse und Fertigkeiten eher unterfordert (22,4 % vs. 73,0 % in der Regel den Anforderungen gewachsen vs. 4,6 % eher überfordert). In Bezug auf die Anforderungen, die sich aus der Arbeitsmenge bzw. dem Arbeitspensum ergeben, ist die erlebte Überforderung im Lager (18,9 %) verbreiteter als die gefühlte Unterforderung (6,2 % vs. 74,9 % in der Regel den Anforderungen gewachsen).

Vor dem Hintergrund der digitalen Transformation führt die Automatisierung logistischer Prozesse zu besonderen Arbeitsanforderungen. Ergebnisse der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2018 geben einen Einblick in häufig auftretende psychische Arbeitsanforderungen, die zu Fehlbeanspruchungen führen können (Abb. 2). Die große Mehrheit der Lagerarbeiter/-innen sieht sich oft mit monotonen Tätigkeiten konfrontiert – etwas mehr als zwei Drittel der Befragten erleben häufig ständig wiederkehrende Arbeitsvorgänge. Eine hohe Arbeitsintensivierung ist im Lager ebenfalls weit verbreitet: Nahezu die Hälfte der Arbeitenden in der Lagerwirtschaft berichtet von starkem Termin- und Leistungsdruck, während nur etwas weniger befragte Personen häufig sehr schnell arbeiten müssen. Fast ein Fünftel der Belegschaft in der Lagerwirtschaft in Deutschland arbeitet oft bis an die Grenze der eigenen Leistungsfähigkeit. Hinzu kommen Unterbrechungen oder Wechsel bei der Ausführung der Logistiktätigkeiten: Fast 40 % der Lagerarbeiter/-innen fühlen sich bei der Arbeitsausführung häufig gestört. Multitasking, genauer gesagt die gleichzeitige

Betreuung verschiedener Aufgaben, kommt bei 35,4 % der Befragten häufig vor. Daneben wird ein eingeschränkter Handlungsspielraum wahrgenommen: Dass die Arbeitsdurchführung in der Lagerwirtschaft oft in allen Einzelheiten vorgeschrieben ist, erleben nahezu 40 % der Lagerarbeiter/-innen. Des Weiteren wird eine häufig vorgegebene Stückzahl, Leistung oder Zeit bei der Ausführung von Logistik-tätigkeiten von etwas mehr als einem Drittel der Arbeitenden genannt. Änderungen im Arbeitsablauf bzw. Aufgabenspektrum oder emotional behaftete Situationen kommen hingegen eher selten in der Lagerwirtschaft vor: Fast jeder siebte Befragte sieht sich häufig mit neuen Aufgaben oder mit Verbesserungen von Verfahren konfrontiert. Knapp ein Zehntel der Arbeitenden erlebt häufig gefühlsmäßig belastende Situationen.

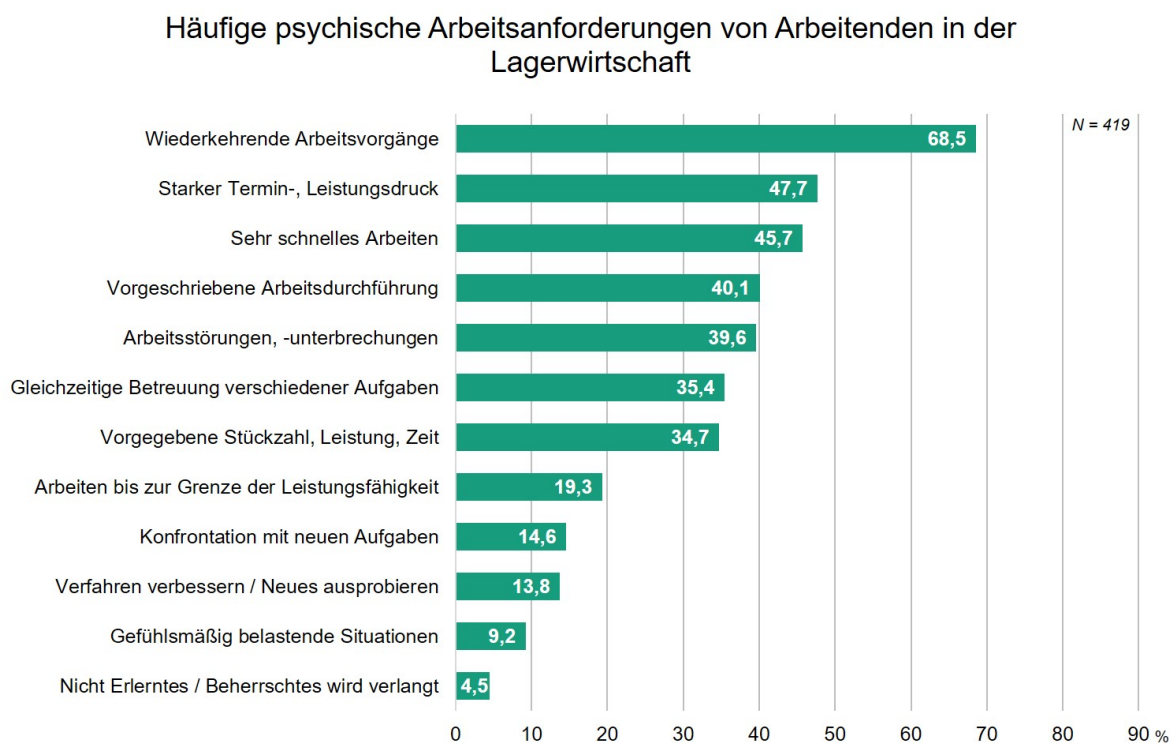


Abbildung 2: Von Arbeitenden in der Lagerwirtschaft wahrgenommene häufig auftretende psychische Arbeitsanforderungen (Quelle: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2018; Lück et al. 2019)

Die mit automatisierten Prozessen einhergehenden einförmigen, gleichbleibenden Anforderungen oder zu seltenen Tätigkeitsanforderungen können eine Unterforderung der jeweiligen Leistungsvoraussetzungen nach sich ziehen und sich kurzfristig in erlebter Monotonie oder psychischer Sättigung äußern (Richter 2000). Diese psychischen Fehlbeanspruchungen können auf lange Sicht wiederum Langeweile, Gereiztheit oder andere Befindlichkeitsstörungen verursachen (Richter 2000).

Ergebnisse der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2018 zu fehlenden oder kaum vorhandenen Ressourcen der Mitarbeitenden im Lager zeigen, dass der Handlungs- und Entscheidungsspielraum aufgrund der steigenden Automatisierung von Planungs- und Koordinationstätigkeiten zunehmend eingeschränkt wird (Lück et al. 2019). Die Mehrheit der Lagerarbeiter/-innen kann selten oder nie Einfluss auf die zu erledigende Arbeitsmenge nehmen (63,8 %). Daneben kann der Großteil der Befragten die eigene Arbeit selten oder nie selbst planen oder einteilen (42,0 %).

Ziel einer humanzentrierten Gestaltung von Arbeitsprozessen, Arbeitsplätzen und Tätigkeiten sollte es daher sein, die durch Arbeitsanforderungen entstehenden Beanspruchungen von einer Beeinträchtigung hin zu einer Anregung der Mitarbeitenden zu optimieren (Joiko 2010). Hierbei sollte ein optimaler Grad der Aktivierung angestrebt werden, sodass sich die Mitarbeitenden während der Ausübung ihrer Tätigkeiten weder über- noch unterfordert fühlen. Nur so kann den Arbeitenden in der Lagerwirtschaft langfristig eine Weiterentwicklung ihrer körperlichen und geistigen Fähigkeiten ermöglicht werden, was sich wiederum positiv auf das Wohlbefinden, die Gesunderhaltung und die Produktivität der Belegschaft auswirkt (Joiko 2010).

3. Neuer Stellenwert der kognitiven Ergonomie für die Logistik

Die wissenschaftliche Disziplin der Ergonomie wendet ergonomische Grundsätze für eine ganzheitliche Gestaltung von Arbeitssystemen, wie Arbeitsablauf, Arbeitsumgebung und Arbeitsmittel, unter Berücksichtigung menschlicher Fähigkeiten, Fertigkeiten, Grenzen und Bedürfnisse an (Adler et al. 2010; DIN EN ISO 6385). Das übergeordnete Ziel der Ergonomie ist die Verbesserung der Effizienz und Effektivität des gesamten Arbeitssystems unter Berücksichtigung des Wohlbefindens des arbeitenden Menschen. Der Mensch sollte bei der Gestaltung als Hauptfaktor und integraler Bestandteil des Arbeitssystems gesehen werden. Es wird davon ausgegangen, dass eine Optimierung der Arbeitsbeanspruchung, genauer gesagt die Vermeidung beeinträchtigender Störgrößen und die Begünstigung erleichternder, unterstützender Faktoren, die menschliche Arbeitsleistung verbessert und folglich positiv auf das Gesamtsystem wirkt (Adler et al. 2010; DIN EN ISO 6385).

Neben der klassischen physikalischen bzw. körperbezogenen Ergonomie und der Organisationsergonomie stellt die kognitive Ergonomie eine weitere wichtige Teildisziplin dar (Adler et al. 2010). Abbildung 3 veranschaulicht ein vereinfachtes Wirkmodell der kognitiven Ergonomie.

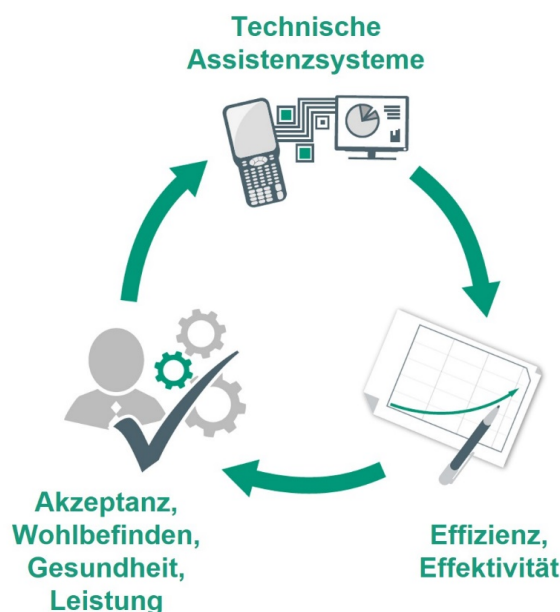


Abbildung 3: Vereinfachtes Wirkmodell der kognitiven Ergonomie (Quelle: Fraunhofer IML, eigene Darstellung)

Vor dem Hintergrund des vermehrten Einsatzes von Informations- und Kommunikationstechnologien steigt die Relevanz der kognitiven Ergonomie insbesondere bei der Bewertung und Gestaltung von neuen technischen Assistenzsystemen in der Logistik. Infolge des im Logistiklager wachsenden Technikangebots nehmen die Informations- und Kommunikationsanforderungen stetig zu und führen u. a. zu einer erhöhten Komplexität der Arbeitsabläufe (Kretschmer & Spee 2019). Kognitive Ergonomie hat den Anspruch, die Effizienz und Effektivität des Mensch-Technik-Systems unter Beachtung mentaler Prozesse des Menschen bei der Verarbeitung von Informationen zu optimieren (Abb. 3; Adler et al. 2010; Rinkenauer et al. 2017). Zu den menschlichen Informationsverarbeitungsprozessen gehören zum Beispiel Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Gedächtnis, Treffen von Entscheidungen oder motorische Handlungsausführungen (Rinkenauer et al. 2017). Daneben werden verschiedene technikbezogene Persönlichkeitsmerkmale oder die individuelle Technikakzeptanz betrachtet, die maßgeblich zu dem erfolgreichen Einsatz digitaler Arbeitsmittel beitragen (Mättig & Kretschmer 2019). Langfristig strebt die Disziplin der kognitiven Ergonomie an, nicht nur die Gesundheit und das Wohlbefinden der Mitarbeitenden sondern auch deren Leistung zu erhalten oder zu verbessern (Abb. 3).

4. Ansatz einer ganzheitlichen humanzentrierten Arbeitsplatzbewertung und -gestaltung

Der am Fraunhofer IML gegründete Forschungs- und Beratungsbereich „Kognitive Ergonomie“ beschäftigt sich mit der digitalen Transformation in der Logistik-Arbeitswelt und deren Wirkung auf den Menschen. Unter Einsatz von Methoden kognitiver Ergonomie werden am IML entwickelte Prototypen oder neu auf dem Markt erschienene digitale Lösungen auf ihre Eignung für Intralogistikfragestellungen bewertet. Die Zusammenarbeit von Menschen und Technik wird sowohl in Laborstudien als auch im betrieblichen Kontext untersucht. Daneben werden im Unternehmen individuelle Bedarfe und Potentiale in Bezug auf die logistischen Prozesse und die bestehende Arbeitsorganisation aufgedeckt. Zusätzlich wird ein belastungsoptimierter Umgang mit bereits etablierten oder neu eingesetzten Technologien erforscht. Im Hinblick auf den Einsatz von Technologien können Erkenntnisse darüber gewonnen werden, ob hinsichtlich der Software Verbesserungspotential besteht oder wie die Hardware aus Benutzungsperspektive bewertet wird. Schlussendlich werden in Anlehnung an geltende Gesetze, Normen und Richtlinien unternehmensspezifische Gestaltungs- und Handlungsempfehlungen für einen menschenzentrierten Einsatz von Technologien gegeben. Adressiert werden dabei unterschiedliche Gestaltungsschritte, angefangen bei der Entwicklung des User Interface (dt.: Benutzungsschnittstelle) der technischen Assistenzsysteme über die Technik-Hardware bis hin zur Prozessführung.

Am Fraunhofer IML wird im Rahmen verschiedener Forschungsprojekte eine ganzheitliche humanzentrierte Arbeitsplatzbewertung und -gestaltung verfolgt. Zur Erhöhung der Übersichtlichkeit wurde, in Anlehnung an die Erweiterung des Konzepts des Soziotechnischen Systems (STS) zur humanen Gestaltung von Industriearbeit (Hirsch-Kreinsen H 2018), das „Universal Worker Model“ entwickelt (Abb. 4). In Form eines sog. Sunburst-Diagramms werden die verschiedenen Betrachtungsebenen auf den Menschen in der Arbeitswelt der Logistik vereinfacht dargestellt.

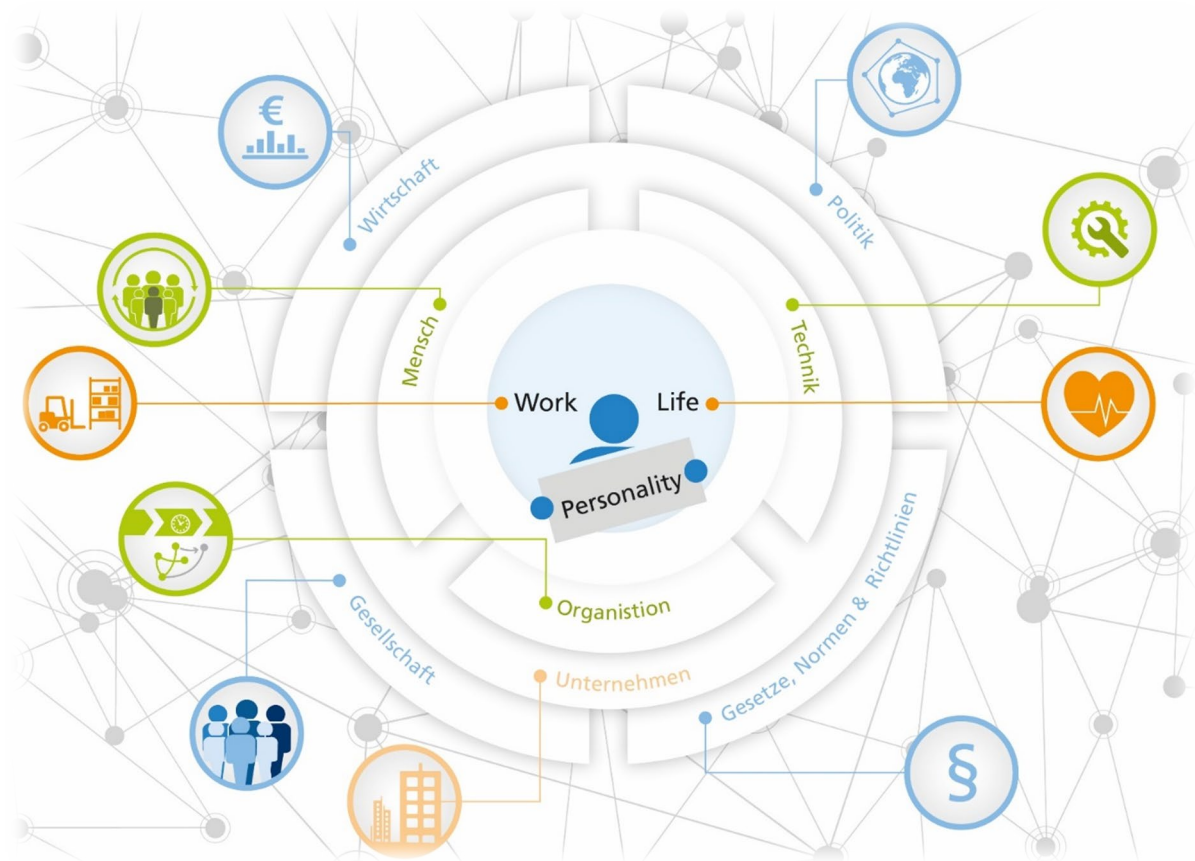


Abbildung 4: Universal Worker Model für die Logistik (Quelle: Fraunhofer IML, eigene Darstellung)

5. Beispiele industrienaher Forschungsprojekte in der Logistik

In dem am Fraunhofer IML gegründeten Forschungsschwerpunkt der „Kognitiven Ergonomie“ wurden im Rahmen verschiedener Forschungsverbundprojekte oder -initiativen, wie dem Innovationslabor Hybride Dienstleistungen in der Logistik, dem Leistungszentrum für Logistik und IT, dem Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Dortmund oder dem DB Schenker Enterprise Lab für Logistik und Digitalisierung, unterschiedliche Untersuchungen zu betrieblichen Anwendungsszenarien für die Logistik durchgeführt. Außerdem wurden Forschungsarbeiten zur kognitiven Ergonomie von Unternehmen in Auftrag gegeben. Die Arbeitsbereiche der Kommissionierung und Verpackung stellen dabei besonders gute Testumgebungen für Studien der kognitiven Ergonomie dar. Neben dem fortwährend sehr hohen Anteil manueller Tätigkeiten hat sich das Aufgabenspektrum der Mitarbeitenden dahingehend erweitert, dass sie mit IT-Systemen kommunizieren oder digitale Arbeitsmittel verwenden. In bisherigen Untersuchungen standen Technologien, die u. a. auf Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) basieren, im Fokus. AR-Anwendungen wurden mit PC-, Tablet- oder LED-basierten Lösungen verglichen und hinsichtlich ihres Potentials für den Kommissionier-, Verpackungs- oder Palettierbereich getestet (Kretschmer et al. 2020; Mättig et al. 2019; Plewan et al. 2018), während VR- oder PC-basierte Anwendungen für Mitarbeitertrainings in der Verpackung und im Wareneingang erprobt wurden (Kretschmer 2019; Schäfer et al. 2019; Schlüter et al. 2020).

Aktuell wird im Zuge des Forschungsprojekts Leistungszentrum für Logistik und IT ein Testzentrum zur Bewertung von Kommissioniertechnologien am Fraunhofer IML in Dortmund aufgebaut (Abb. 5).



Abbildung 5: Schaubild des am Fraunhofer IML geplanten Testzentrums zur Bewertung von Kommissioniertechnologien (Quelle: Fraunhofer IML, eigene Darstellung)

Zusammen mit Experten des Fraunhofer IML, des Lehrstuhls für Förder- und Lagerwesen (FLW) an der TU Dortmund und des Leibniz-Instituts für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo) wird ein realitätsgetreues Kommissioniersetting nach dem Person-zur-Ware-Prinzip geschaffen. Ziel des Forschungsvorhabens ist es, verschiedene klassische (z. B. Pickliste, Mobile Datenerfassung (MDE), Scanner, Bildschirm) und moderne Kommissioniertechnologien (z. B. Smart Glasses, Voice-Systeme) sowie Eigenentwicklungen des Fraunhofer IML (z. B. mobiler, interaktiver Kommissionierassistent „mika“) in dieser standardisierten und zugleich anwendungsnahen Testumgebung hinsichtlich ergonomischer Kriterien, objektiver Leistungskriterien und der Interaktion zwischen Mensch und Technologie zu untersuchen. Gemeinschaftlich wird die Mensch-Technik-Interaktion beim Kommissionieren sowie der gesamte arbeitsorganisationale Prozess evaluiert. Die im Testzentrum für Kommissioniertechnologien durchgeführten Studien können u. a. als Entscheidungsgrundlage für die Auswahl der passenden Kommissioniertechnologie unter standardisierten Bedingungen oder als Transferplattform für Unternehmen z. B. zur Testung von technologischen Eigenentwicklungen dienen. Im Testzentrum werden typische intralogistische Bereiche, wie Kleinteilekommissionierung, E-Commerce und Lastenhandhabung, adressiert.

6. Literatur

- Adler M, Herrmann H-J, Koldehoff M, Meuser V, Scheuer S, Müller-Arnecke H, Windel A, Bleyer (2010) Ergonomiekompodium - Anwendung Ergonomischer Regeln und Prüfung der Gebrauchstauglichkeit von Produkten (1. Auflage). Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, BAuA.
- DIN EN ISO 6385:2016-12. Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen (ISO 6385:2016), Deutsche Fassung EN ISO 6385:2016.
- Joiko K (2010) Psychische Belastung und Beanspruchung im Berufsleben: Erkennen – Gestalten. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, BAuA.
- Hirsch-Kreinsen H (2018) Das Konzept des Soziotechnischen Systems - revisited. AIS-Studien 11(2): 11-28.
- Kretschmer V (2019) Qualifizierung reloaded: Virtuelle Lernwelten in der Intralogistik. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg) Arbeit interdisziplinär Analysieren - Bewerten – Gestalten. Dortmund: GfA-Press.
- Kretschmer V, Klöcker S, Wolfgarten B, Berner R (2020) Datenbrillen erobern die Logistik: Überprüfung von Augmented Reality-gestützter Kommissionierung in der Praxis. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg) Digitale Arbeit, digitaler Wandel, digitaler Mensch? Dortmund: GfA-Press.
- Kretschmer V, Spee D (2018) Kognitive Ergonomie. Der Mensch - eingebunden in die Logistik 4.0. München: Huss-Verlag.
- Lück M, Hünefeld L, Brenscheidt S, Bödefeld M, Hünefeld A (2019) Grundausswertung der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2018. Vergleich zur Grundausswertung 2006 und 2012 (2. Auflage). Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, BAuA. <https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2417-2.html>
- Mättig B, Kretschmer V (2019) Einsatz digitaler Assistenzsysteme in der Logistik 4.0. In: ten Hompel M, Vogel-Heuser B, Bauernhansl T (Hrsg) Handbuch Industrie 4.0. Berlin, Heidelberg: Springer, 1-25.
- Meyer M, Maisuradze M, Schenkel A (2019) Krankheitsbedingte Fehlzeiten nach Branchen im Jahr 2018. In: Badura B et al. (Hrsg) Fehlzeiten-Report 2019. Berlin, Heidelberg: Springer, 479-717. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/492395/umfrage/krankenstand-ausgewaehliter-berufgruppen-in-der-branche-verkehr-und-transport/>
- Plewan T, Kretschmer V, Mättig B, Rinkenauer G. (2018) Augmented Reality in der Logistik: Nutzerunterstützung beim Palettieren. In: Kretschmer V, Spee D (Hrsg), Kognitive Ergonomie. Der Mensch - eingebunden in die Logistik 4.0. München: Huss-Verlag, 82-88.
- Richter G (2000) Psychische Belastung und Beanspruchung - Streß, psychische Ermüdung, Monotonie, psychische Sättigung (3. Auflage). Bremerhaven: Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Forschungsanwendungsbericht, Fa 36. https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Schriftenreihe/Forschungsanwendung/Fa36.pdf?__blob=publicationFile&v=5
- Rinkenauer G, Kretschmer V, Kreutzfeldt M (2017) Kognitive Ergonomie in der Intralogistik. Future Challenges in Logistics and Supply Chain Management, Vol. 2. Dortmund: Fraunhofer IML. http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-4621137.pdf
- Schäfer S, Müller G, Kretschmer V (2019) Mit Serious Games zum Trainingserfolg: Digitale Lernspiele in der Mitarbeiterschulung. In: ten Hompel M, Vogel-Heuser B, Bauernhansl T (Hrsg) Handbuch Industrie 4.0. Berlin, Heidelberg: Springer, 1-15.
- Schlüter, C, Kretschmer V, Kränicke B (2020) Logistik erlebbar machen - Lernerfolg dank virtueller Trainings. In: Dunckert R (Hrsg) Jahrbuch Logistik 2020. Wuppertal: unikat Werbeagentur GmbH, 80-83.