71. Frühjahrskongress

der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

POSTERBEITRÄGE

Arbeit 5.0:
Menschzentrierte Innovationen für die Zukunft der Arbeit

Institut für Arbeitswissenschaft (IAW)
RWTH Aachen

25. März bis 27. März 2025

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. Sankt Augustin:
© GfA-Press, Sankt Augustin
ISBN 978-3-936804-37-9

Vorwort

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Verena Nitsch
Institut für Arbeitswissenschaft,
RWTH Aachen

Künstliche Intelligenz, Nachhaltigkeit und demografischer Wandel beschäftigen die Arbeitswissenschaft schon seit vielen Jahren, doch die Dynamik unserer Arbeitswelt hat sich in den letzten Jahren erheblich verändert. Die zahlreichen Herausforderungen, vor denen Unternehmen stehen, erfordern innovative und menschzentrierte Lösungen. KI-Technologien und die fortschreitende Digitalisierung bieten zahlreiche Chancen für die menschengerechte Gestaltung der Arbeitswelt. Sie stellen uns aber auch immer wieder vor neue Herausforderungen, die es zu verstehen und zu meistern gilt.

Der 71. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft stand daher unter dem Motto **„Arbeit 5.0: Menschzentrierte Innovationen für die Zukunft der Arbeit“**.

Der Tagungsband zur Konferenz steht kostenlos zum Download auf der Website der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. zur Verfügung.

Dieses Dokument bietet einen Überblick über die im Rahmen der Tagung vorgestellten Posterbeiträge.

Impact of Fatigue on Ergonomic Risk Scores and Foot Kinetics

A Field Study Employing Inertial and In-Shoe Plantar Pressure Measurement Sensors

Steven Simon, Jonas Dully, Carlo Dindorf, Eva Bartaguiz, Stephan Becker & Michael Fröhlich

Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern Landau

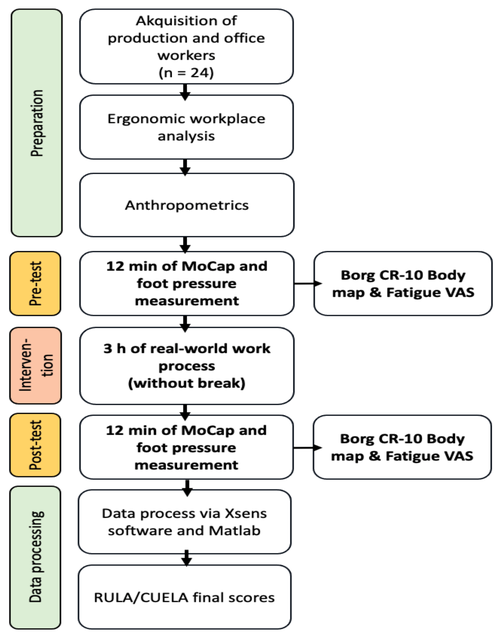
Introduction

- Occupational fatigue, driven by high job demands and prolonged work hours, compromises worker safety and health, resulting in significant social and financial costs (Hellig et al., 2020; Caldwell et al., 2019). Preventive examinations are crucial for public health promotion (Hellig et al., 2020; Antwi-Afari et al., 2023).
- Biomechanical measurements quantify fatigue by assessing joint loads and kinematic variables (Antwi-Afari et al., 2023). Inertial measurement units (IMUs) can track kinematic changes over prolonged tasks (Maurer-Grubinger et al., 2021), enabling posture evaluations such as Rapid Upper Limb Assessment (RULA).
- Fatigue may reduce shock absorption capacity in the foot arch and lead to core and lower extremity strain (Headlee et al., 2008). Insole devices have recently been explored for detecting postural strain (Antwi-Afari et al., 2023). Nevertheless, it remains unclear which factors reliably indicate fatigue and how prolonged standing, unfavorable postures, and footwear influence muscular strain and shock absorption.
- **Therefore, this study evaluated physical exertion's impact on Borg CR-10 scores, ergonomic risk (RULA, CUELA), and in-shoe plantar pressure in real-world settings.**

Methods

- This study involved 24 employees (17 men, 7 women) in production and office settings (age [years]: women 43.57±13.56, men 37.94±7.57; BMI [kg/m²]: women 26.39±3.44, men 25.63±3.34)
- They underwent two 12-minute Motion Capture (MoCap) sessions using IMUs (Xsens, NL).
- Kinematic variables were assessed via RULA scores using a self-written MATLAB script.
- Foot pressure was recorded synchronously using in-shoe plantar pressure sensors from medilogic soles (T&T medilogic Medizintechnik GmbH, Germany).
- Statistical analysis included repeated measures analyses of variance with adjusted p-values.

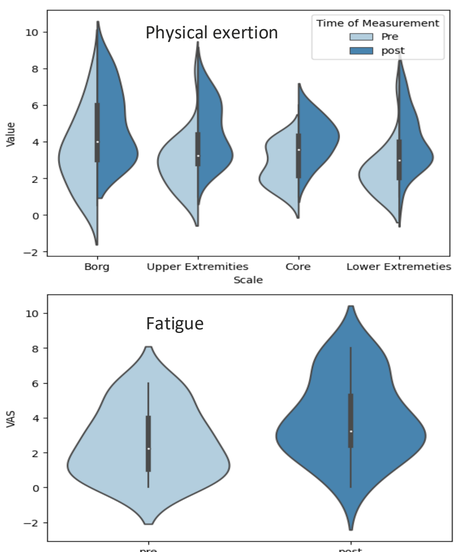
- Data processing and visualization were conducted in MATLAB, SPSS, and Python ("Seaborn").



Results

Ergonomic risk scores			
RULA		**CUELA**	
Pre	**Post**	**Pre**	**Post**
4.96 ± 0.99	4.79 ± 1.02	1.63 ± 0.16	1.57 ± 0.12

Plantar foot pressure		
Impulse (Ns/cm²)	**Pre-test**	**Post-test**
Forefoot left	7.78±5.36	10.16±6.88
Forefoot right	13.48±6.31	15.45±8.49
Midfoot left	9.57±3.46	10.56±6.25
Midfoot right	12.75±7.02	12.05±6.90
Rearfoot left (pre)	19.69±7.96	21.33±8.17
Rearfoot right (pre)	20.30±7.09	20.78±9.34



- Post-test exertion scores (4.96±1.96) were significantly higher than pre-test scores (3.49±2.01; $F(1,23) = 27.751$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .55$).
- RULA and CUELA scores showed no significant differences ($F(1,23) = 2.62$, $p = .12$).
- Plantar pressure values did not differ significantly between measurements ($F(1,17) = .176$, $p = .68$).
- Right foot pressures were significantly higher than left foot pressures ($F(1,17) = 22.402$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .57$; MeanDiff = 230.693, 95%-CI[201.702–259.685]).

Discussion/Conclusion

- Despite increased perceived exertion and fatigue, RULA scores showed no significant deviations, suggesting exertion may not directly impact ergonomic risk scores. Initial work phases might involve adapting to coordinative processes, while later phases may allow for more economical movements. However, studies (e.g., Karvekar et al., 2021) suggest fatigue can impair postural and motor control, raising questions about the sensitivity of RULA to early fatigue detection.
- In-shoe plantar pressure measurements effectively identified side differences, likely due to one-sided work demands or individual dominance.
- These findings highlight the need for refined, practical tools to improve ergonomic assessments, ensuring accurate and reliable detection of physical fatigue and overload.

Name der Tagung: Arbeit 5.0: Menschzentrierte Innovationen für die Zukunft der Arbeit

Name, Emailadresse: Steven Simon, steven.simon@rptu.de

Antwi-Afari, M.F. et al. (2023). Machine learning-based identification and classification of physical fatigue levels: A novel method based on a wearable insole device. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 93, 103404.

Caldwell, J.A. et al. (2019). Fatigue and its management in the workplace. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 96, 272-289.

Hellig, T., et al. (2020). Prediction model of the effect of postural interactions on muscular activity and perceived exertion. *Ergonomics*, 63(5), 593-606.

Headlee, D.L., et al. (2008). Fatigue of the plantar intrinsic foot muscles increases navicular drop. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18(3): 420-425.

Karvekar, S., Abdollahi, M. & Rashedi, E. (2021). Smartphone-based human fatigue level detection using machine learning approaches. *Ergonomics,* 64(5), 600-612.

Maurer-Grubinger, C., et al. (2021). Combining ergonomic risk assessment (RULA) with inertial motion capture technology in dentistry—Using the benefits from two worlds. *Sensors*, 21(12): p. 4077.

Entwicklung von Personas als Methode zur Stärkung der interdisziplinären Zusammenarbeit im Großforschungsverbund

Katharina Schäfer[1], Philipp Brauner[2], Martina Ziefle[2], Johanna M. Werz[3], Alexander Mertens[1]

[1]Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen, Eilfschornsteinstr. 18, 52062 Aachen

[2]Lehrstuhl für Kommunikationswissenschaft, RWTH Aachen, Campus-Boulevard 57, 52074 Aachen

[3]Lehrstuhl für Informations-, Qualitäts- und Sensorsysteme in der Produktion, RWTH Aachen, Campus-Boulevard 30, 52074 Aachen

Einleitung

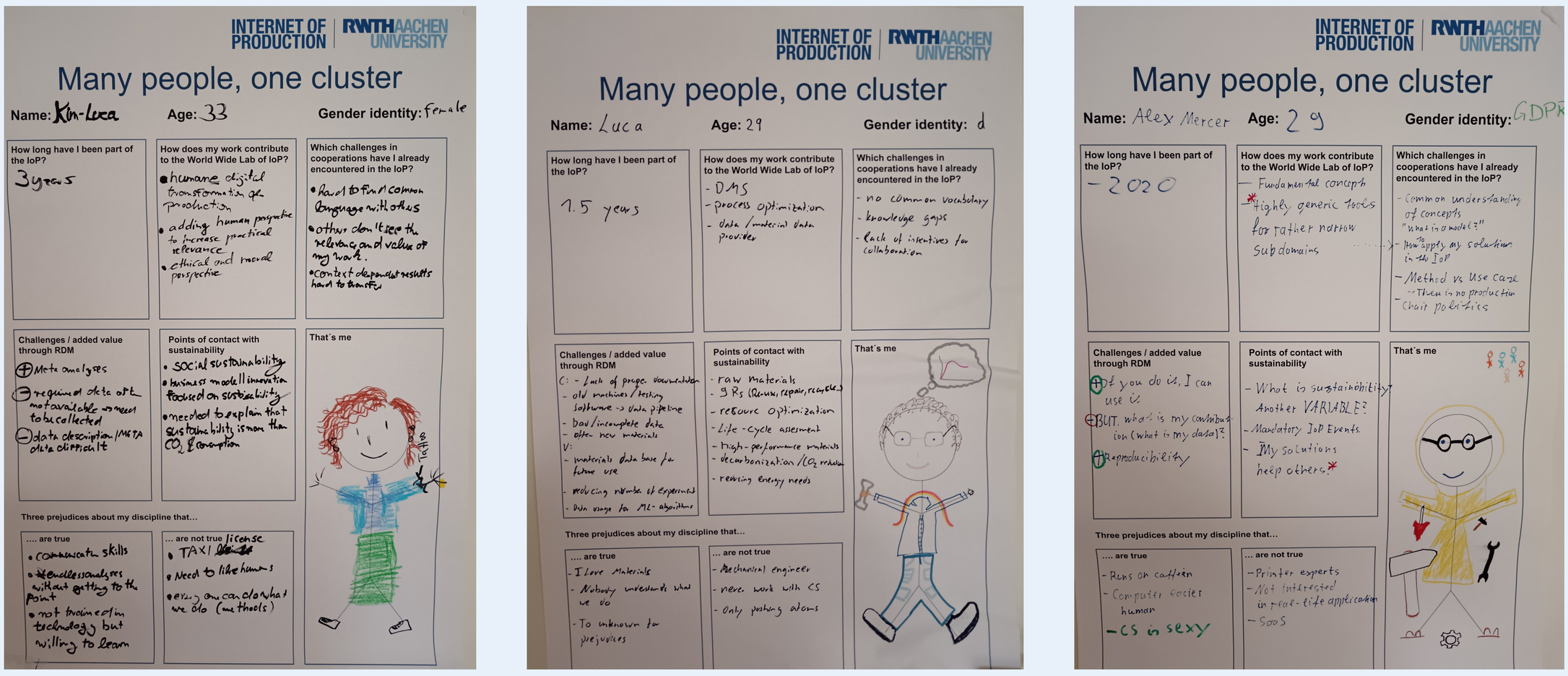
- Das Exzellenzcluster **„Internet of Production“** ist ein **interdisziplinäres** Forschungsprojekt zur digitalen Transformation der Produktion in Hochlohnländern mit über 100 Mitarbeitenden aus 30 Instituten [1]
- **Interdisziplinäre Forschung** fördert innovative Lösungen für komplexe Probleme, jedoch stellt interdisziplinäre Zusammenarbeit viele Mitarbeitende vor **Herausforderungen** [2]
- **Personas** stellen **prototypische Nutzer:innengruppen** dar und schärfen das Bewusstsein für **Bedürfnisse** der Nutzer:innen [4]
- Es wurde ein **Persona-Workshops** als **Best Practice** durchgeführt, um diese Herausforderung zu adressieren und die Wissenschaftler:innen für interdisziplinäre Unterschiede zu sensibilisieren

Methodik & Vorgehen

- Die **partizipative Entwicklung** von Personas fördert den Austausch von Ideen, **stärkt die interdisziplinäre Zusammenarbeit** und etabliert eine gemeinsame Kommunikationsbasis für effektivere Lösungen [6]
- Durchführung eines **3-stündigen Workshops** in zwei Phasen zum **Thema** „Viele Menschen, ein Cluster“ mit insgesamt 80 Teilnehmenden
- In kleinere, **disziplinären Gruppen** erstellten die je 10–12 Teilnehmenden Personas für die eigene, jeweils beteiligte Fachdisziplin
- Anschließend wurden **fünf** zentrale und **finale Personas** entwickelt
- **Vorstellung und Diskussion** der Ergebnisse im Plenum
- **Ziel** dabei war, die **Selbst- und Fremdwahrnehmung** zu schulen

Diskussion & Fazit

- Die **Evaluation** des Persona-Workshops zeigte, dass der Workshops zur **Reflektion** der jeweiligen Fachdisziplin und den Fachdisziplinen der anderen beteiligten Disziplinen angeregt hatte
- Personas fördern **nutzer:innendenzentrierte Strukturen** und unterstützen den **interdisziplinären Austausch**, was zu einer umfassenderen Darstellung der **Nutzer:innenbedürfnisse** führt und hilft, **unbewusste Annahmen über verschiedene Disziplinen** zu hinterfragen [7]
- Die Personas **sensibilisierten** die Mitarbeitenden für die individuellen Herausforderungen interdisziplinärer Zusammenarbeit und förderten dadurch eine **höhere Empathie** und **Effektivität** in der **Kollaboration**



Exemplarische Darstellung von drei der entwickelten Personas

Literatur

[1] Brauner, P., Dalibor, M., Jarke, M., Kunze, I., Koren, I., Lakemeyer, G., Liebenberg, M., Michael, J., Pennekamp, J., Quix, C., Rumpe, B., van der Aalst, W., Wehrle, K., Wortmann, A. & Ziefle, M. (2022). A Computer Science Perspective on Digital Transformation in Production. *ACM Transactions on Internet of Things*, *3*(2), 1–32. https://doi.org/10.1145/3502265

[2] Li, X., Cai, F., Bao, J., Jian, Y., Sun, Z. & Xie, X. (2024). Navigating interdisciplinary research: Historical progression and contemporary challenges. *Journal of Data and Information Science*, *9*(3), 14–28. https://doi.org/10.2478/jdis-2024-0025

[4] Cooper, A. (1999). *The inmates are running the asylum: [why high-tech products drive us crazy and how to restore the sanity]* (6 [print.]. Sams.

[6] Adlin, T. & Pruitt, J. (2010). *The essential persona lifecycle: Your guide to building and using personas*. Elsevier/Morgan Kaufmann.

[7] Floyd, I. R., Twidale, M. B. & Jones, C. M. (2008). Resolving Incommensurable Debates: A Preliminary Identification of Persona Kinds, Attributes, and Characteristics. *Journal of Design Practice*, *2*(1), 12–2

Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder – EXC-2023 Internet of Production – 390621612.

Autorenteam:
Dipl.-Ing. Paul Hubert Haas[1], Benedikt Kelm M.Sc.[2], Lennard Margies M.Sc.[1], Prof. Dr.-Ing. Rainer Müller[2]
[1]*Forschungsbereich Montagesysteme, Zentrum für Mechatronik und Automatisierungstechnik (ZeMA) gGmbH*
[2]*Lehrstuhl für Montagesysteme, Universität des Saarlandes*
Korrespondenz: paul.haas@zema.de

Entwicklung eines nutzendenspezifisch kompetenzbasierten Recommender-Systems zur menschzentrierten Adaption von Montagesystemparametern

Ausgangssituation und Motivation[1;2]

- Steigende Produktvarianz
- Kürzer werdende Produktlebenszyklen
- Zunehmende Produktindividualität

Zielsetzung menschzentrierter Montagesysteme

- Mensch nicht länger als Automationslückenfüller sondern Einsatz des Menschen entsprechend individueller Bedürfnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten in sich an ihn anpassenden Systemen zur Erreichung:
  - einer gesteigerten Gesundheit und Sicherheit,
  - verkürzter Einweisungszeiten,
  - von Wissens- und Fähigkeitssteigerungen und
  - Produktivitätssteigerungen

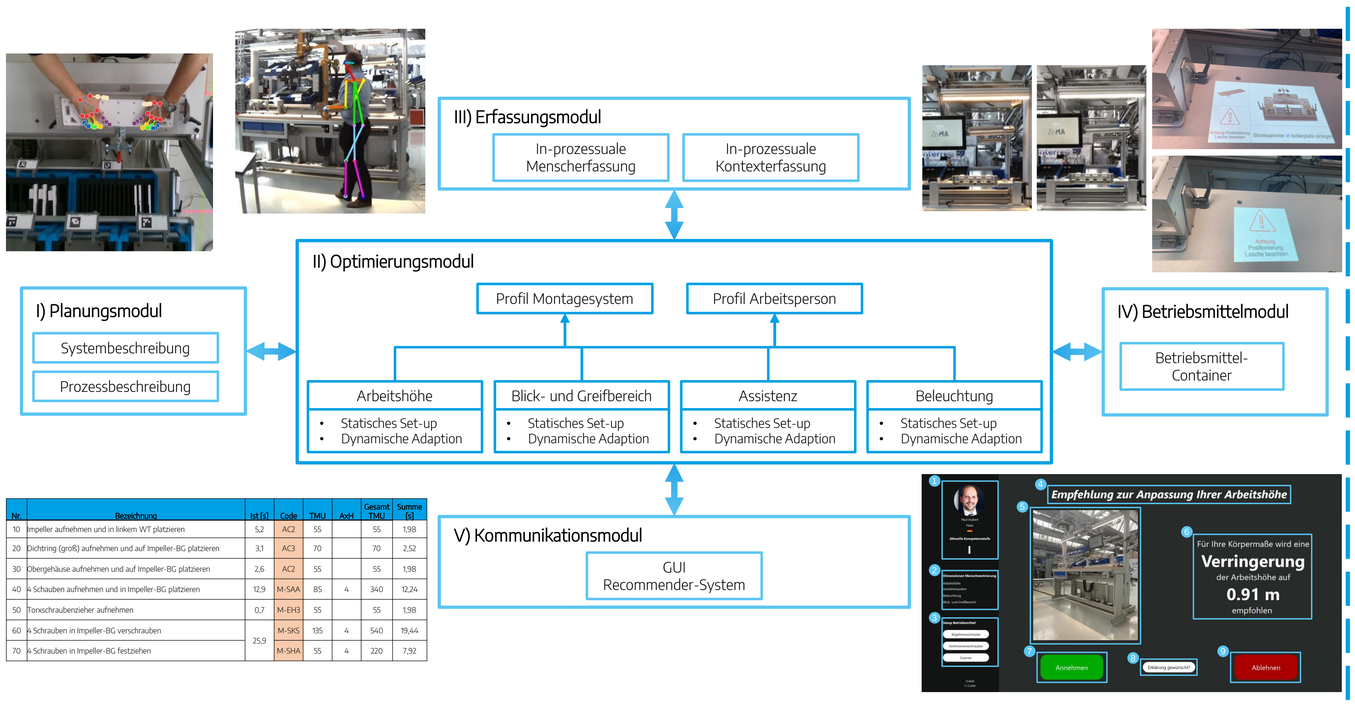
- Fachkräftemangel
- Demographischer Wandel

Wie kann eine im Sinne des Menschzentrierungsgedankens arbeitspersonenspezifisch optimale Einstellung von manuellen Montagearbeitsplätzen in Form eines Recommender-Systems softwaretechnisch unterstützt werden?

Entwicklung des Softwaresystems

Entwurf des Softwaresystems

- Kernkomponente bildet das Optimierungsmodul (II). In diesem erfolgt in Anlehnung an die von Schlund et al.[3] vorgeschlagenen Individualisierbarkeitsdimensionen eines Montagesystems die Ermittlung von arbeitspersonenspezifischen Empfehlungen für die Einstellung der dimensionsbezogenen Parameter
  - vor (= Statisches Set-up) und
  - während des Montageprozesses (= Dynamische Adaption)
- Grundlage bilden die digitalen Zwillinge von Arbeitsperson und Montagesystem, welche sich:
  - aus den in einer standardisierten Form übergebenen Planungsdaten (I) und
  - den aus den durch Kameras erfassten Mensch- und Kontextdaten (III) ergeben
- Die Kommunikation von Optimierungsempfehlungen an die Arbeitsperson wird über eine PyQt-basierte GUI (V) realisiert
- Bei Annahme werden durch das Montagesystem selbst anpassbare Parameter, wie bspw. die Leuchtfarbe oder die Informationstiefe eingesetzter kognitiver Assistenzsysteme angepasst (IV)



Nr.	Bezeichnung	Ist [s]	Code	TMU	AxH	Gesamt TMU	Summe [s]
10	Impeller aufnehmen und in linkem WT platzieren	5,2	AC2	55		55	1,98
20	Dichtring (groß) aufnehmen und auf Impeller-BG platzieren	3,1	AC3	70		70	2,52
30	Obergehäuse aufnehmen und auf Impeller-BG platzieren	2,6	AC2	55		55	1,98
40	4 Schauben aufnehmen und in Impeller-BG platzieren	12,9	M-SAA	85	4	340	12,24
50	Torxschraubenzieher aufnehmen	0,7	M-EH3	55		55	1,98
60	4 Schrauben in Impeller-BG verschrauben	25,9	M-SKS	135	4	540	19,44
70	4 Schrauben in Impeller-BG festziehen		M-SHA	55	4	220	7,92

- Neben dem unterstützenden Charakter bietet das Softwaresystem die Möglichkeit zur selbstständigen Einstellung von Parametern auf der Basis einer ILUO-basierten Kompetenzstufeneinordnung

Stufe	Arbeitshöhe	Blick- und Greifbereich	Assistenz	Beleuchtung	Sonstige Betriebsmittel
I & L					
U	X	X		X	
O	X	X	X	X	X

Legende: X...Einstellbarkeit freigeschaltet

Prototypische Applikation des Softwaresystems

Anwendung des Softwaresystems

- Um eine erste Bewertung hinsichtlich Systemakzeptanz und Gebrauchstauglichkeit des Softwaresystems vorzunehmen, wurde dieses in einer Versuchsreihe mit 15 Personen an einem prototypischen Arbeitsplatz zur Montage von Brennstoffzellenstackkomponten[4] eingesetzt
- Zum Ende der Versuchsreihe wurden den Testpersonen drei Fragen zum entwickelten Softwaresystem gestellt, wobei deren Bewertung anhand einer Likert-Skala mit den Werten von 1 (= Überhaupt nicht sinnvoll) bis 5 (= Sehr sinnvoll) erfolgte und folgende Resultate erzielt wurden:

Fragestellung	MW ± SD
Wie empfanden Sie die Vorschläge, die Sie durch das Recommender-System zu Beginn ihrer Versuchsreihe erhalten haben?	4,47 ± 0,50
Inwiefern halten Sie es für sinnvoll, das zugrundeliegende ILUO-Kompetenzstufenmodell (...) auf die Einstellbarkeit von Betriebsmitteln und des Montagesystems selbst anzuwenden?	3,73 ± 0,93
Halten Sie die Verwendung der Parameter Prozesszeit und Anzahl der Wiederholungen als Basis für die Hochstufung im ILUO-Modell in Bezug auf die Einstellbarkeit von Betriebsmitteln und des Montagesystems für sinnvoll?	4,00 ± 0,37

Verwendete Quellen:

1) Reinhart G, Zühlke D (2017) Von CIM zu Industrie 4.0. In: Reinhart G (Hrsg) Handbuch Industrie 4.0. Geschäftsmodelle, Prozesse, Technik. München: Hanser, XXXI–XL.
2) Nitsch V (2020) Auswirkungen der Digitalisierung auf die Sicherheit: Die „Human Factors“ Perspektive. Fachtagung Eisenbahnrecht und Technik. 28.09-29.09.2020.
3) Schlund S, Mayrhofer W, Rupprecht P (2018) Möglichkeiten der Gestaltung individualisierbarer Montagearbeitsplätze vor dem Hintergrund aktueller technologischer Entwicklungen. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft 72(4):276–286.
4) Haas PH, Kelm B, Margies L, Müller R (2024) Development of an Adaptive Human-centered Work Station for Fuel Cell Stack Assembly. Procedia CIRP 127:32-37.

Förderhinweis:
Dieser Beitrag wurde gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) im Rahmen des Projektes "H2SkaProMo" (03EN5014I) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

H2SkaProMo
Skalierbare cyberphysische **Pro**duktionssysteme zur **Mo**ntage von Brennstoffzellen-Stacks

Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Fenja T. HESSELMANN[1], Yves KORTE-WAGNER[1], Hannah L. KRÜGER[2], Annelie LORBER[2], Julian DECIUS[2], Frank WALLHOFF[1]

HERAUSFORDERUNGEN BEI DER ENTWICKLUNG EINES INTELLIGENTEN SYSTEMS ZUR POTENZIALERKENNUNG VON BESCHÄFTIGTEN IN EINFACHARBEIT

[1] Institut für technische Assistenzsysteme, Jade Hochschule Oldenburg
[2] Organisationspsychologie, Universität Bremen

EINLEITUNG

- Fachkräftemangel ist in den letzten Jahren stark gestiegen → 47 % der Lagerei-Unternehmen in DE sind von Fachkräftemangel betroffen [1]
- Verhältnis Fachkraft-Hilfskraft fast ausgeglichen [2]
- Untersuchung der internen Personalsituation auf Basis der Fähigkeiten der Beschäftigten sinnvoll [3][4]

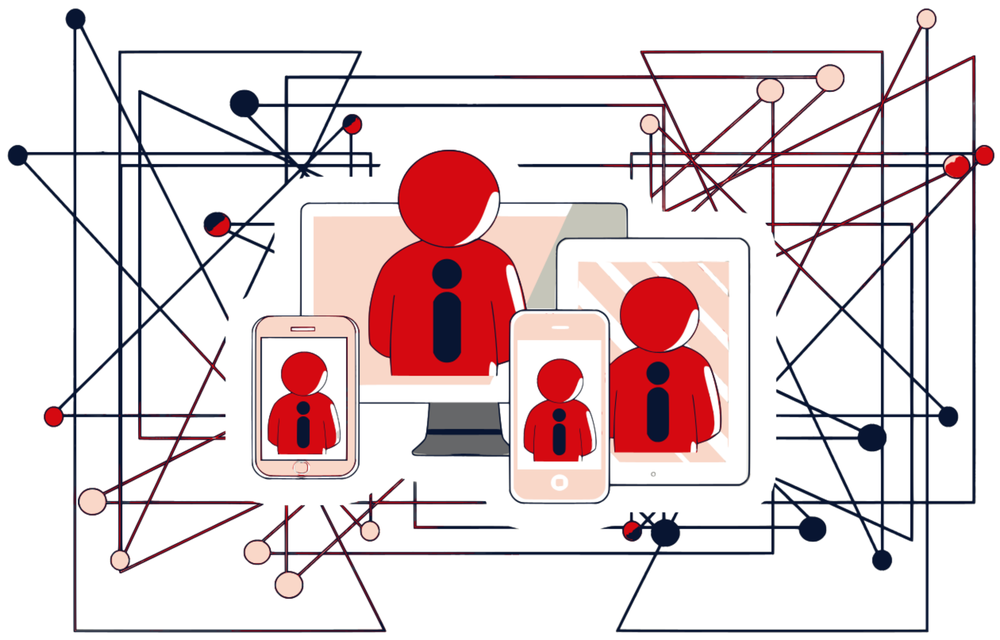
→ **Initiativen zur Qualifikations- und Kompetenzentwicklung sind notwendig**

→ **System für objektive Empfehlungsgrundlage für Weiterbildung soll entwickelt werden**

METHODEN

- Workshop zusammen mit zwei Logistik-Unternehmen
  - → Herausarbeiten von Anforderungen
  - → Herausarbeiten von Gemeinsamkeiten zwischen den Unternehmen
  - → Sammeln von Informationen zu vorhandenen Datenquellen
- Ausarbeiten von Herausforderungen

→ **Wichtig war der interdisziplinäre Austausch**



ERGEBNISSE

Anforderungen zur Akzeptanz

- Transparente Visualisierung & Begründung der Ergebnisse
- Einarbeitung und Anwendung soll kein Mehraufwand bieten
- Gleichbehandlung der Mitarbeitenden & Vermeidung von Diskriminierung bei der Empfehlung
- Sicherung der persönlichen Informationen der Beschäftigten

Anforderungen zur Effektivität

- Umfassende Datenbasis mit objektiven und subjektiven Parametern
- Informationen zu Stress und persönlichen Belastungsgrenzen sind relevant
- Aktualität der Datenbasis ist essenziell um sich verändernde Qualifikationen zu berücksichtigen

Herausforderungen

- Sicherstellung einer guten Datenqualität & Zugang zu den Daten
- Unterschiedliche Datenstrukturen & Anforderungen zwischen den Unternehmen
- Erhebung von sensitiven (Stress-)Daten erfordert Datenschutz und Information der Mitarbeitenden
- Vertrauen in Technik muss geschaffen werden
- **→ Kommunikation der Ziele, Vorteile & Funktionsweise des Systems**

ZUSAMMENFASSUNG & AUSBLICK

- Anforderungen lassen sich in zwei Kategorien teilen: Akzeptanz & Effektivität
- Aspekte zur Transparenz, Mehraufwand, Fairness, Datenschutz sind zu beachten
- Aspekte zur Datenbasis und zu persönlichen Belastungsgrenzen
- Herausforderungen in einer sicheren und ausreichenden Datenbasis
- Enge Zusammenarbeit mit Unternehmen notwendig
- Aufbau eines umfassenden Datenpools
- Implementierung eines ersten Prototypens
- Festlegung von Indikatoren zur Bewertung des Systems

REFERENZEN

[1] KfW (2024) Anteil der Lagerei-Betriebe in Deutschland mit Mangel an Fachkräften vom 1. Quartal 2009 bis zum 4. Quartal 2024 (in Prozent) [Graph]. Abgerufen am 08. Januar 2025 von Statista: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1411744/umfrage/entwicklung-des-fachkraeftemangels-bei-unternehmen-im-bereich-lagerei/

[2] Arbeitnehmerkammer Bremen (2021) Branchenreport Logistik. KammerKompakt A. Bremen.

[3] Vetter C, Semenova M (2020) Strategische Personalplanung & Qualitatives Skillmanagement. In C. Gärtner, Smart Human Resource Management (S. 133-146). Wiesbaden: Springer Gabler.

[4] Quintessence Optimization (2024) QPlaner [Software]. Abgerufen am 10. Januar 2025: https://www.qplaner.de/schichtplanung/

Für weitere Informationen zum Projekt ressource bitte QR-Code scannen.

Kontakt: fenja.hesselmann@jade-hs.de

FÖRDERUNG

Das Verbundprojekt „RessourcenEntwicklung in Dienstleistungsarbeit – ressource“ wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen der Förderlinie „Regionale Kompetenzzentren der Arbeitsforschung (ReKodA)“ (FKZ: 02L22C150 ff.) gefördert

GfA Frühjahrskongress 2025, Aachen – „Arbeit 5.0: menschenzentrierte Innovationen für die Zukunft der Arbeit“

Führung im Wandel: Der Einfluss struktureller Führung auf Gesundheit und soziale Verantwortung

Adelisa Martinovic, M. Sc.
Prof. Dr. Andreas Blume

hr&c – Human Resources und Change Management GmbH, Alte Bahnhofstraße 56, 44892 Bochum

adelisa.martinovic@hruc.de
andreas.blume@hruc.de

Hintergrund

Aus der sozialen Verantwortung ergeben sich für Führungskräfte tendenziell überfordernde Verpflichtungen:

Corporate Social Responsibility (CSR) | Lieferkettensorgfaltspflichten | Arbeits- und Gesundheitsschutz (AuG)

Führung und Gesundheit

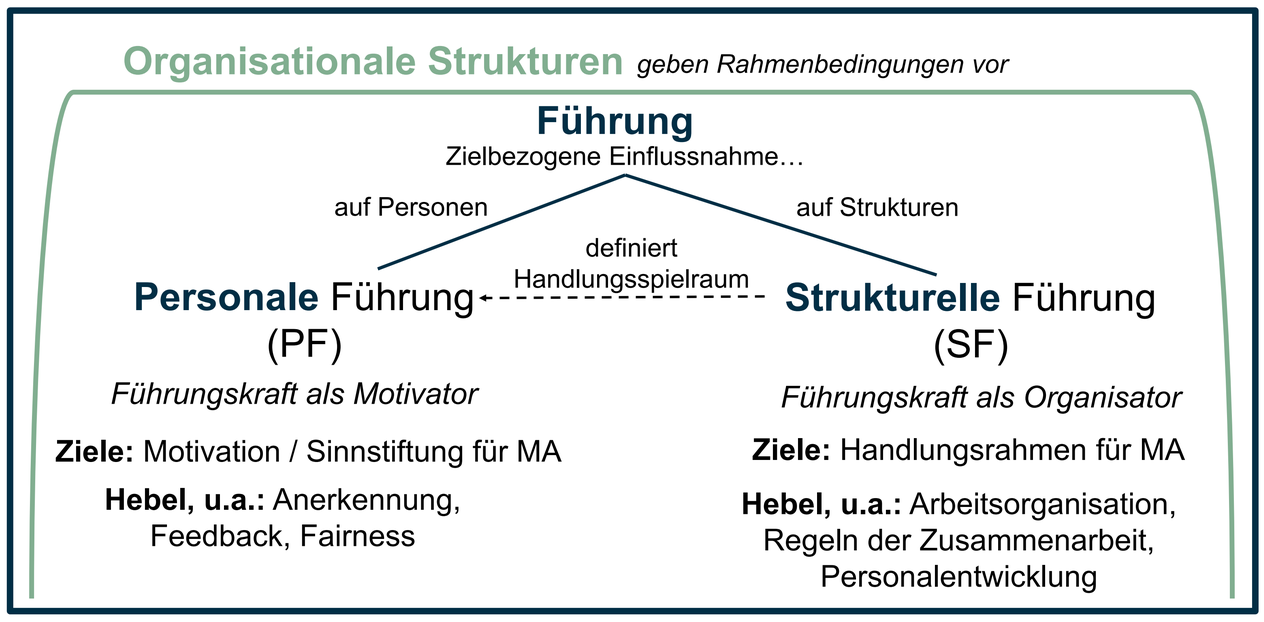


Abbildung 1: Konzepte der personalen und strukturellen Führung

Zusammenhang von Führung und Gesundheit

- ✓ Führungsverhalten ist eine der häufigsten Belastungsquellen in der Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastungen (GBU Psyche) (Blume et al., 2022)
- ✓ Auswirkungen von PF sind gut erforscht, von SF seltener (z.B. Kuoppala et al., 2008; Gregersen et al., 2020)
- ✓ (Gesunde) Führung ist von organisationalen Strukturen und Rahmenbedingungen abhängig (Blume et al., 2022; Efimov et al., 2023)

Hypothesen

(1) **PF** hat einen signifikanten Einfluss auf die **MA-Gesundheit**.
(2) **SF** hat einen signifikanten Einfluss auf die **MA-Gesundheit**.
(3) **PF** hat einen signifikanten Einfluss auf die **FK-Gesundheit**.
(4) **SF** hat einen signifikanten Einfluss auf die **FK-Gesundheit**.
(5) **Rahmenbedingungen** der Führungstätigkeit haben einen signifikanten Einfluss auf die **FK-Gesundheit**.

Methode / Vorgehen

Sekundäranalyse von Daten aus 10 Gefährdungsbeurteilungen
Stichprobe: ***N* = 3481** (670 Führungskräfte, 2811 Mitarbeitende)

Instrumente: **hr&c-BAAM® Flex** und **hr&c-BAAM® Smart**
Auswertungsmethode: (multiple) lineare Regressionen

Ergebnisse

Ergebnisse bzgl. Mitarbeitendengesundheit

Tabelle 1 *Regressionskoeffizienten für Subdimensionen der MA-Gesundheit (N = 2811). Dargestellt sind die Regressionskoeffizienten (β) mit Standardfehler (SE). *** p < .001.*

UV	Körperl. Gesundheit		Psych. Gesundheit		Erholung	
	β	*SE*	β	*SE*	β	*SE*
SF	.14***	.04	.34***	.03	.24***	.03
PF	.14***	.04	.14***	.03	.16***	.03

Personale Führung → MA-Gesundheit, u.a.:

Fairness direkter FK (körperl. Gesundheit: β = .108, *p* = .027, psych. Gesundheit: β = .118, *p* = .012, Erholung: β = .143, *p* = .002).

Anerkennung (körperl. Gesundheit: β = .084, *p* = .045, psych. Gesundheit: β = .099, *p* = .015)

Strukturelle Führung → MA-Gesundheit, u.a.:

Klarheit von Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten (körperl. Gesundheit: β = .087, *p* = .024, psych. Gesundheit: β = .100, *p* = .005, Erholung: β = .072, *p* = .047)

Abstimmung zw. Arbeitsbereichen (psych. Gesundheit: β = .187, *p* < .001, Erholung: β = .162, *p* < .001).

Ergebnisse bzgl. Führungskräftegesundheit

Tabelle 1 *Regressionskoeffizienten für Subdimensionen der FK-Gesundheit (N = 670). Dargestellt sind die Regressionskoeffizienten (β) mit Standardfehler (SE). *** p < .001.*

UV	Körperl. Gesundheit		Psych. Gesundheit		Erholung	
	β	*SE*	β	*SE*	β	*SE*
SF	.37***	.08	.42***	.07	.39***	.07
PF	-.02	.08	.04	.07	.03	.07

Strukturelle Führung → FK-Gesundheit, u.a.:

Organisation von Abstimmungen zw. Arbeitsbereichen (körperl. Gesundheit: β = .260, *p* = .014, psych. Gesundheit: β = .331, *p* < .001, Erholung: β = .311, *p* = .002)

Personalentwicklung (psych. Gesundheit: β = .195, *p* = .003) und die Erholung (β = .189, *p* = .005)

Rahmenbedingungen der Führung → FK-Gesundheit, u.a.:

Möglichkeiten zur gesundheitsförderlichen Gestaltung (körperl. Gesundheit: β = .225, *p* = .034, Erholung: β = .227, *p* = .027)

Qualifikationsmöglichkeiten (psych. Gesundheit: β = .201, *p* = .034)

Delegationsmöglichkeiten (psych. Gesundheit: β = .284, *p* = .005)

Zusammenfassung

Die **Mitarbeitendengesundheit** wurde stärker durch die **strukturelle Führung (H2)** als die **personale Führung (H1)** beeinflusst.

Die **Führungskräftegesundheit** wurde durch die **strukturelle Führung (H4) sowie den Rahmenbedingungen (H5)** der Führungstätigkeit beeinflusst. Die personale Führung als Gesamtkonstrukt zeigte keinen Einfluss auf die Führungskräftegesundheit (H3).

Die Prädiktoren waren vor allem für die **psychische Gesundheit und Erholung** und seltener für die körperliche Gesundheit relevant.

Handlungsempfehlungen

1. **Geeignete Rahmenbedingungen für Führung schaffen:** Bereitstellung struktureller und organisatorischer Voraussetzungen, die gesundheitsförderliches Führungsverhalten ermöglichen, z.B. ausreichende Handlungsspielräume und Qualifikationen.
2. **Strukturelle Führung nutzen:** Sicherstellung einer klaren Definition von Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten, guten Abstimmungsstrukturen und gezielter Personalentwicklung der Führungskräfte und Mitarbeitenden.
3. **Personale Führung stärken:** (Weiter-)Entwicklung von sozialen Führungskompetenzen, vor allem in Bezug auf Fairness und Anerkennung.
4. **Aufwände für Führungskräfte reduzieren:** Synergieentwicklung zwischen CSR, Lieferketten und AuG zur Überforderungsverminderung.

Quellen:

Blume A, Martinovic A, Paternoga M (2022) Verantwortung für den Arbeits- und Gesundheitsschutz übernehmen – CSR realisieren. In: Badura B, Ducki A, Meyer M, Schröder H (Hrsg.) Fehlzeiten-Report 2022. Berlin: Springer, 135-147.
Efimov I, Harth V, Mache S (2023) Förderliche Rahmenbedingungen gesundheitsorientierter Führung in virtueller Zusammenarbeit – eine Mixed-Methods-Studie. Das Gesundheitswesen 85:812.
Gregersen S, Vincent-Höper S, Schambortski H, Nienhaus A (2020) Führung und Gesundheit der Beschäftigten. In: Kriwy P, Jungbauer-Gans M (Hrsg.) Handbuch Gesundheitssoziologie. Wiesbaden: Springer VS, 559-579.
Kuoppala J, Lamminpää A, Liira J, Vainio H (2008) Leadership, job well-being, and health effects – a systematic review and a meta-analysis. J Occup Environ Med 50:904-915.

Peter Bröde
Leibniz–Institut für Arbeitsforschung
an der TU Dortmund (IfADo)

Dusan Fiala
ErgonSim - Human Thermal Modelling
Meßstetten

Rolf Thiele & Marcus Herold
Dezernat Atmosphärenphysik,
Zentrum für Geoinformationswesen der Bundeswehr (ZGeoBw),
Euskirchen

Beurteilung thermischer Gefährdungen – Projekt zur erweiterten Bewertung militärspezifischer Aktivitäten, Bekleidung und individueller Einflüsse mit dem Klimaindex UTCI

Hintergrund

- Klimawandel – Zunahme von Extrem-Wetter-Ereignissen
  - Gefährdung durch **Hitze** und **Kälte** – Tätigkeit im **Freien** [1)]
- „Zeitenwende“ – Relevanz für zivilen und militärischen Sektor
- Klimasummenmaß **UTCI** (Universal Thermal Climate Index) etablierter Beurteilungsmaßstab thermischer Einwirkungen [2-11)]
- UTCI als Bestandteil des **ZGeoBw-Informationssystems** „Biometeorologische Gefährdungslage“ [12)]
- **Defizite** hinsichtlich der Bewertung wechselnder
  - **Aktivitäten** (**met**) und Expositionszeiten (**Dauer**), thermischer Eigenschaften militärspezifischer **Bekleidung und Ausrüstung** (**clo**), sowie **individueller** (**indiv**) Einflüsse

Projekt (Laufzeit 01/2023 – 03/2025)

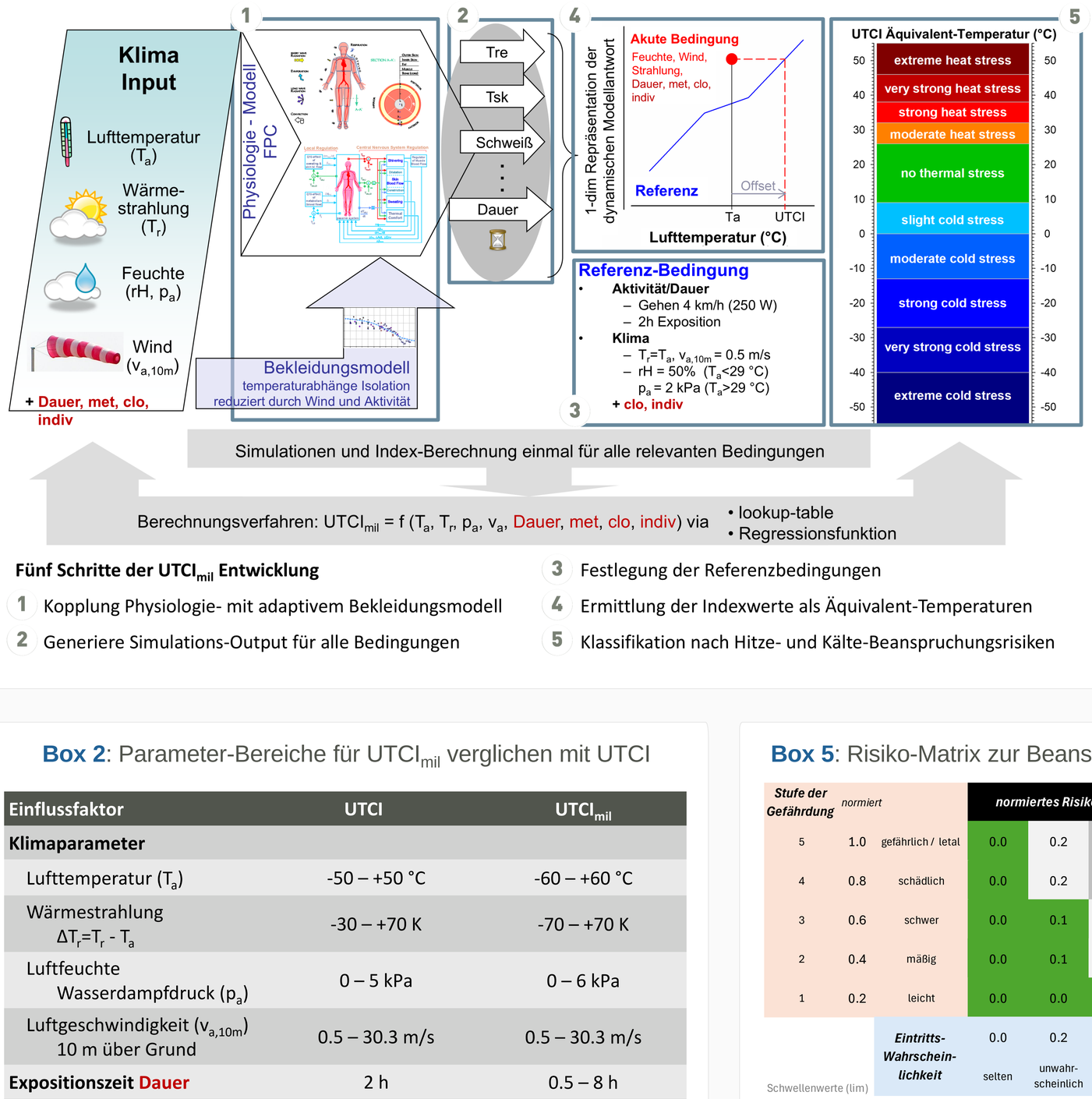
- **Ziel**: Entwicklung des Klimaindex **$UTCI_{mil}$** nach UTCI-Vorbild [3)] als **Äquivalent-Temperatur** (**Box 1**) entsprechend den **erweiterten** militärspezifischen Anforderungen (**Box 2**)
- **Datengenerierung** mit **individualisiertem Menschmodell** der **Thermoregulation** (Fiala-Modell, **FPC**, **Box 3**) [13-15)]
  - Systematisch variierte Parameter (**Box 2**) des **Klimas**, der Expositions-**Dauer**, der **Aktivität** (**met**), **individueller** (**indiv**) Faktoren, sowie der an die Einsatzbedingungen adaptierten **Bekleidung** (**clo**) (**Box 4**)
  - Indikatoren psycho- & physiologischer **Beanspruchung**

➢ mehr als **650 Millionen** $UTCI_{mil}$ -Werte (UTCI: ~100 Tsd.) [3)]

Gefährdungsbeurteilung

- **Risikobewertung** (**Box 5**) mit **Gefährdungsstufen** definiert durch **Schwellenwerte** für Indikatoren
  - **physiologischer Hitzebeanspruchung** (Hyperthermie, Dehydratation, lokale Hauterwärmung bzw. –verbrennung)
  - **physiologischer Kältebeanspruchung** (Hypothermie, lokale Hautabkühlung bzw. –erfrierung, Kältezittern)
  - **thermischer Komfortbeeinträchtigung** (thermisches Empfinden **DTS,** Hautbenetzungsgrad) [16-17)]
- **Eintrittswahrscheinlichkeit** für $UTCI_{mil}$-Werte aus **Perzentil**
- **Beispiel** für DTS (**Box 6**), Gesamtbeurteilung durch Überlagerung mit übrigen Indikatoren

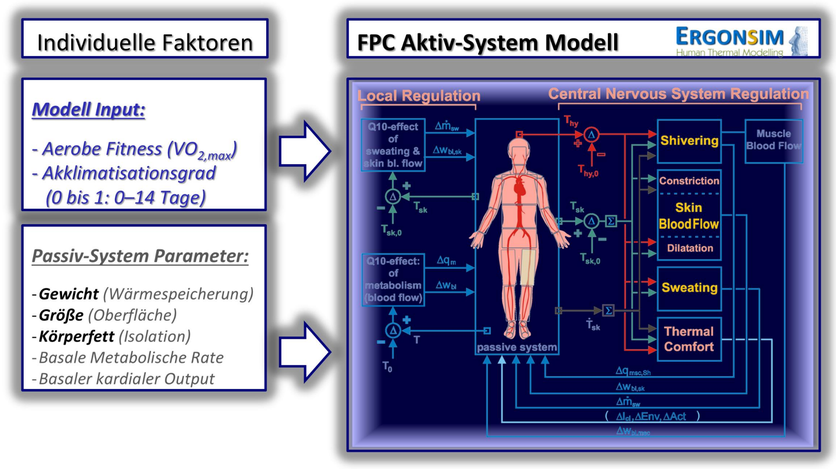
Box 1: Schema der Entwicklung des Klima-Index als Äquivalent-Temperatur



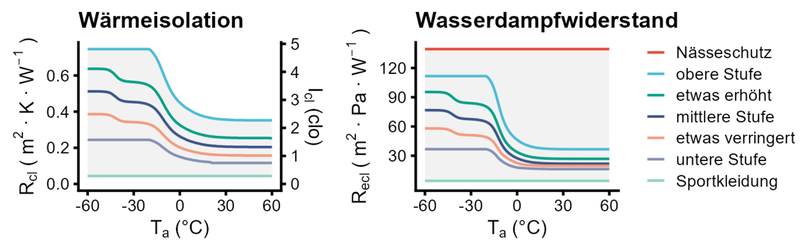
Fünf Schritte der $UTCI_{mil}$ Entwicklung

1. Kopplung Physiologie- mit adaptivem Bekleidungsmodell
2. Generiere Simulations-Output für alle Bedingungen
3. Festlegung der Referenzbedingungen
4. Ermittlung der Indexwerte als Äquivalent-Temperaturen
5. Klassifikation nach Hitze- und Kälte-Beanspruchungsrisiken

Box 3: indiv –Individualisiertes Mensch-Modell (FPC)



Box 4: clo – Erweitertes adaptives Bekleidungsmodell für $UTCI_{mil}$



Lufttemperatur (T_a) und intrinsische Wärmeisolation (R_{cl}; I_{cl}) bzw. Wasserdampfwiderstand (R_{ecl})

Box 2: Parameter-Bereiche für $UTCI_{mil}$ verglichen mit UTCI

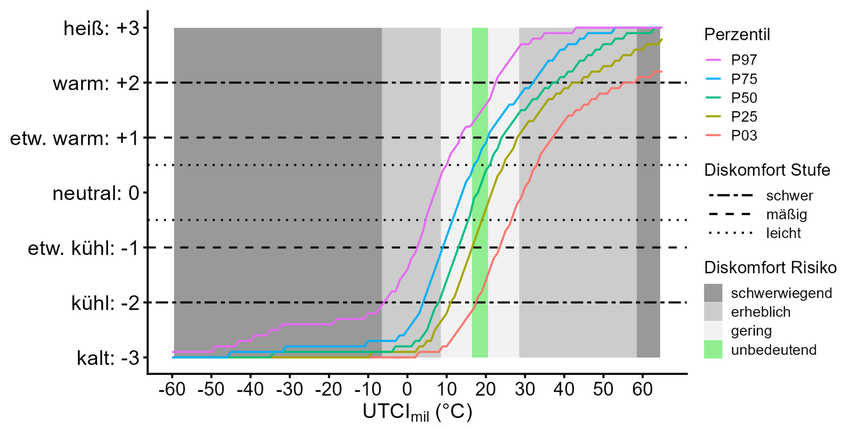
Einflussfaktor	UTCI	$UTCI_{mil}$
Klimaparameter		
Lufttemperatur (T_a)	-50 – +50 °C	-60 – +60 °C
Wärmestrahlung ΔT_r=T_r - T_a	-30 – +70 K	-70 – +70 K
Luftfeuchte Wasserdampfdruck (p_a)	0 – 5 kPa	0 – 6 kPa
Luftgeschwindigkeit ($v_{a,10m}$) 10 m über Grund	0.5 – 30.3 m/s	0.5 – 30.3 m/s
Expositionszeit Dauer	2 h	0.5 – 8 h
Arbeitsschwere/Aktivität met		
Metabolische Wärmeproduktion	250 W	105 – 1000 W
Bekleidung clo		
Wärmeisolation (intrinsisch) (1 clo = 0.155 m^2K/W)	fix (temperaturabhängig) 0.3 – 2.8 clo	0.044 – 0.746 m^2K/W 0.3 – 4.8 clo
Wasserdampfwiderstand (intrinsisch)	gekoppelt an Wärmeisolation	4.2 – 139.4 m^2Pa/W
Individuelle Faktoren indiv		
Aerobe Fitness ($VO_{2,max}$)	kA	20 – 60 mL/min/kg
Hitzeakklimatisationsgrad (0:nicht akkl., 1:völlig akkl.)	kA	0 (1 Tag) – 1 (14 Tage)
Körpergewicht	73.4 kg	47.4 – 124 kg
Körpergröße	170 cm	158 – 200 cm
Körperfettanteil	14%	8 – 35%

T_r: mittlere Strahlungstemperatur; $VO_{2,max}$: maximale Sauerstoffaufnahme; *kA*: keine Angabe

Box 5: Risiko-Matrix zur Beanspruchungsbewertung mit $UTCI_{mil}$

Stufe der Gefährdung	*normiert*		*normiertes Risiko = Gefährdung * Wahrscheinlichkeit*						*Risikobewertung*
5	1.0	gefährlich / letal	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	bedrohend
4	0.8	schädlich	0.0	0.2	0.3	0.5	0.6	0.8	schwerwiegend
3	0.6	schwer	0.0	0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	erheblich
2	0.4	mäßig	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	gering
1	0.2	leicht	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	unbedeutend
Schwellenwerte (lim)		***Eintritts-Wahrschein-lichkeit***	0.0 selten	0.2 unwahr-scheinlich	0.4 möglich	0.6 wahr-scheinlich	0.8 sehr wahr-scheinlich	1.0 fast sicher	
Über- bzw. Unterschreitung		*Perzentile (Pxx) vs Schwellen (lim)*	P97<lim P03>lim	P97>lim P03<lim	P75>lim P25<lim	P50>lim P50<lim	P25>lim P75<lim	P03>lim P97<lim	

Box 6: Beispielhafte Bewertung des thermischen Diskomforts (DTS)



DTS: Dynamic Thermal Sensation[16)]; *Pxx*: xx^{tes} Perzentil; $UTCI_{mil}$ Risikobewertung nach Box 5

Literatur

1) Gabriel K, Bux K (2024) Hitze als Risiko am Arbeitsplatz, In: Gesundheitsrisiko Klimawandel, S Schneider, Editor, Bern, Hogrefe Verlag, 291-300.
2) Jendritzky G, de Dear R, Havenith G (2012) UTCI - Why another thermal index? International Journal of Biometeorology 56(3), 421-428.
3) Bröde P, Fiala D, Blazejczyk K, Holmér I, Jendritzky G, Kampmann B, Tinz B, Havenith G (2012) Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index (UTCI). International Journal of Biometeorology 56(3), 481-494.
4) Bröde P, Blazejczyk K, Fiala D, Havenith G, Holmér I, Jendritzky G, Kuklane K, Kampmann B (2013) The Universal Thermal Climate Index UTCI Compared to Ergonomics Standards for Assessing the Thermal Environment. Industrial Health 51(1), 16-24.
5) VDI 3787-2 (2022) Umweltmeteorologie - Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung der thermischen Komponente des Klimas [Environmental meteorology - Methods for human-biometeorological evaluation of the thermal component of the climate]. Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf, 80pp.
6) Di Napoli C, Barnard C, Prudhomme C, Cloke HL, Pappenberger F (2020) ERA5-HEAT: A global gridded historical dataset of human thermal comfort indices from climate reanalysis. Geoscience Data Journal 8(1), 2-10.
7) Havenith G, Smallcombe JW, Hodder S, Jay O, Foster J (2024) Comparing the efficacy of different climate indices for prediction of labor loss, body temperatures, and thermal perception in a wide variety of warm and hot climates. Journal of Applied Physiology 137(2), 312-328.
8) Psikuta A, Fiala D, Laschewski G, Jendritzky G, Richards M, Blazejczyk K, Mekjavic IB, Rintamäki H, de Dear R, Havenith G (2012) Validation of the Fiala multi-node thermophysiological model for UTCI application. International Journal of Biometeorology 56(3), 443-460.
9) Kampmann B, Bröde P, Fiala D (2012) Physiological responses to temperature and humidity compared to the assessment by UTCI, WGBT and PHS. International Journal of Biometeorology 56(3), 505-513.
10) Bröde P, Krüger EL, Rossi FA, Fiala D (2012) Predicting urban outdoor thermal comfort by the Universal Thermal Climate Index UTCI - a case study in Southern Brazil. International Journal of Biometeorology 56(3), 471-480.
11) Bröde P, Kampmann B (2023) Temperature–Humidity-Dependent Wind Effects on Physiological Heat Strain of Moderately Exercising Individuals Reproduced by the Universal Thermal Climate Index (UTCI). Biology 12(6), 802.
12) Thiele R (2020) Biometeorologische Gefährdungslage –Das automatisierte Online-Informationssystem des GeoInfoDBw zu atmosphärischen Umweltbedingungen. In: GEOINFO Forum 1/2020, 24-27.
13) Fiala D, Havenith G (2016) Modelling Human Heat Transfer and Temperature Regulation, In: The Mechanobiology and Mechanophysiology of Military-Related Injuries, A Gefen, Y Epstein, Editors, Cham, Springer International Publishing, 265-302.
14) Fiala D, Havenith G, Bröde P, Kampmann B, Jendritzky G (2012) UTCI-Fiala multi-node model of human heat transfer and temperature regulation. International Journal of Biometeorology 56(3), 429-441.
15) Havenith G, Fiala D (2016) Thermal Indices and Thermophysiological Modeling for Heat Stress. Comprehensive Physiology 6(1), 255-302.
16) Fiala D, Lomas KJ, Stohrer M (2003) First principles modeling of thermal sensation responses in steady-state and transient conditions. ASHRAE Transactions 109(1), 179-186.
17) Bröde P, Aerts J-M, De Bruyne G, Mayor TS, Annaheim S, Fiala D, Kuklane K (2023) A modelling framework for local thermal comfort assessment related to bicycle helmet use. Journal of Thermal Biology 112, 103457.

Peter Bröde
broede@ifado.de

Danksagung: Die Autoren bedanken sich für die Förderung und Unterstützung des Vorhabens im Rahmen des ZGeoBw-Projekts „Entwicklung eines mathematisch-arbeitsergonomischen Verfahrens zur methodischen Berechnung des auf den militärischen Anwendungsfall angepassten Universellen Thermischen Klimaindex (Universal Thermal Climate Index for the military use case, $UTCI_{mil}$)“

Poster zum 71. Frühjahrskongress,
25. – 27. März 2025, Aachen

Gefährdungsbeurteilung für das Einsatzgeschehen bei der Feuerwehr: Sekundärnutzung von Fernsehdokumentationen

Carsten SCHIFFER, Yathursan MAHENDRAN, Andre PRINZ,
Alexander MERTENS, Verena NITSCH

Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen, Eilfschornsteinstraße 18, 52062 Aachen

1. Hintergrund

- Feuerwehr hat keine vollständige Kontrolle über Arbeitssituation[1]
  - Ort und Zeit der Einsätze unbekannt
  - Zu Einsatzbeginn “Chaosphase” mit Informationsmangel
- Fokus der Gefährdungsbeurteilung auf Tätigkeiten & Einsatzmittel[2]

Kann Videomaterial aus Fernsehdokumentationen für die Verbesserung der Gefährdungsbeurteilung genutzt werden?

2. Methode

- Material: “Feuer & Flamme” (Staffeln 1-7, WDR)[3]
- Anlehnung an Qualitative Inhaltsanalyse[4]
- Katalogisierung von gefährlichen Ereignissen nach
  - Gefährdungsbereich[5]
  - Gefährdungsfaktor[6]
  - Metadaten (Staffel, Folge, Zeitstempel)
- Differenzierung: beobachtete Auswirkungen & Worst-Case

2. Ergebnisse

Ursachen
- Unglückliche Verkettungen
- Unachtsamkeit
- Einschleichen schlechter Angewohnheiten

Schwerpunkte
- Arbeitsplatzgestaltung
- Brände & Explosionen

Folgen
- Keine schweren Unfälle
- Beinnaheunfälle und Bagatellverletzungen

Gefährdung[7]	Anzahl	Anteil [%]
Grundlegende organisatorische Faktoren	19	7,9
Gefährdung durch Arbeitsplatzgestaltung	41	17,0
Gefährdung durch ergonomische Faktoren	5	2,1
Mechanische Gefährdung	21	8,7
Elektrische Gefährdung	2	0,8
Gefährdung durch Stoffe	12	5,0
Gefährdung durch Brände / Explosionen	29	12,0
Biologische Gefährdung	0	0,0
Gefährdung durch spezielle physikalische Einwirkungen	9	3,7
Gefährdung durch Psychische Belastung	18	7,5
Sonstige Gefährdungs- und Belastungsfaktoren	85	35,3
	241	

Praxisbeispiel 1: in Elektrokabel verfangene Einsatzkraft
(Staffel 2; Folge 2; 33:46-34:04)
Ursache: schlechte Sichtverhältnisse
Verlauf: von Kameraden befreit
Bemerkung: keine Verletzung, da Sicherung ausgelöst

Praxisbeispiel 2: stolpernde Einsatzkraft
(Staffel 6; Folge 2; 12:07-12:09)
Ursache: Rennen und unübersichtliche Einsatzstelle
Verlauf: selbstständig wieder aufgestanden
Bemerkung: keine Verletzung, da gut abgefangen

4. Diskussion

Vorteile
- Einfache Verfügbarkeit des Videomaterials
- Gründliche, mehrfache Sichtung möglich
- Keine Stigmatisierung der eigenen Kameradinnen und Kameraden
- Übertragbar auf andere Einsatzorganisationen (z. B. Rettungsdienst, Polizei)

Nachteile
- Videomaterial wurde redaktionell bearbeitet
- Übertragbarkeit auf eigene Organisation muss geprüft werden

Fernsehdokumentationen können die Gefährdungsbeurteilung ergänzen!

Literatur

[1] Kaufmann, F. von. (2020). Die Überwindung der Chaosphase bei Spontanlagen. In E.M. Kern (Hrsg.), Einsatzorganisationen: Erfolgreiches Handeln in Hochrisikosituationen (S. 249–263).
[2] Zimmermann, U. (2019). Gefährdungsbeurteilungen: Vorlagen für Feuerwehr und den Rettungsdienst.
[3] Westdeutscher Rundfunk. Feuer & Flamme: Homepage. https://www1.wdr.de/fernsehen/feuer-und-flamme (abgerufen 08.03.2025)
[4] Mayring, P. (2019). Qualitative Inhaltsanalyse – Abgrenzungen, Spielarten, Weiterentwicklungen. Forum Qualitative Sozialforschung, 20(3), Artikel 16.
[5] Feuerwehrdienstvorschrift 3 - Einheiten im Lösch- und Hilfeleistungseinsatz (2008).
[6] Berufgenossenschaft Rohstoffe und chemischen Industrie. (2023). Merkblatt A 017: Gefährdungsbeurteilung. Gefährdungskatalog.
[7] Prinz, A. & Mahendran, Y. (2024). Arbeitssicherheit und Arbeitssicherheits-management bei der Feuerwehr in aktuellen Medien. RWTH Aachen.

Institut für Arbeitswissenschaft | RWTH AACHEN UNIVERSITY

Wissensmanagement in KMU: Entwicklung eines Modells für organisationalen Wissenstransfer

Annika FELDHOFF, Selina PALIGE, Pia WEBER,
Marc SCHWARZKOPF & Angelika C. BULLINGER-HOFFMANN

Motivation

Die zunehmende Komplexität globaler Herausforderungen erfordert Zusammenarbeit über institutionelle Grenzen hinweg. Interdisziplinäre Forschungsnetzwerke bieten dabei Potenzial für Synergien und Innovationen, stoßen jedoch bei Vertrauen, Interaktion und strukturiertem Austausch an Grenzen (Brandstädter & Sonntag 2019). Open Collaboration mit transparenter Kommunikation, partizipativen Prozessen und digitalen Tools bietet hier einen vielversprechenden Ansatz (Levine & Prietula 2014; Lehner 2021), doch es mangelt an praxisnahen Konzepten zur nachhaltigen Entwicklung produktiver Netzwerke.

Methode

Das Open-Collaboration-Konzept wurde durch eine systematische Anforderungsanalyse mittels Literaturrecherche, Befragungen, Workshops und Abstimmungen entwickelt. Die qualitative Evaluation anhand von teilstrukturierten, leitfadengestützten Interviews untersuchte soziale Dynamiken, Erfolgsfaktoren vertrauensvoller Zusammenarbeit sowie die Wirksamkeit, Effizienz und Akzeptanz des Ansatzes und der entwickelten IT-Lösungen.

Ergebnisse

- Open Collaboration erweitert das klassische Kollaborationsverständnis um Transparenz, Offenheit und partizipative Entscheidungsprozesse. Dieser Ansatz maximiert die kollektive Intelligenz und Innovationskraft eines Netzwerks, indem Wissen und Ressourcen interdisziplinär geteilt und weiterentwickelt werden (Levine & Prietula 2014).
- Offene Kommunikation, Vertrauen und präzise Koordination fördern dabei den Wissensaustausch, den Teamzusammenhalt und die aktive Beteiligung (Bennett & Gadlin 2012; Berber et al. 2020).
- Das frühzeitige Schaffen von Vertrauen durch physische Präsenztreffen stellt einen entscheidenden Schritt dar, um die Basis für eine nachhaltige Zusammenarbeit zu legen.
- Digitale Tools fördern die Zusammenarbeit, erfordern jedoch Schulungen und klare Strukturen, um Akzeptanz, Effizienz und Effizienz zu sichern.
- Eine ausgewogene Mischung aus persönlichen Treffen und virtuellen Meetings stärkt Vertrauen und Teamdynamik.
- Regelmäßige Abstimmungen, eine klare Kommunikation, transparente Prozesse und flexible Anpassungen festigen Vertrauen und sichern den Projekterfolg.

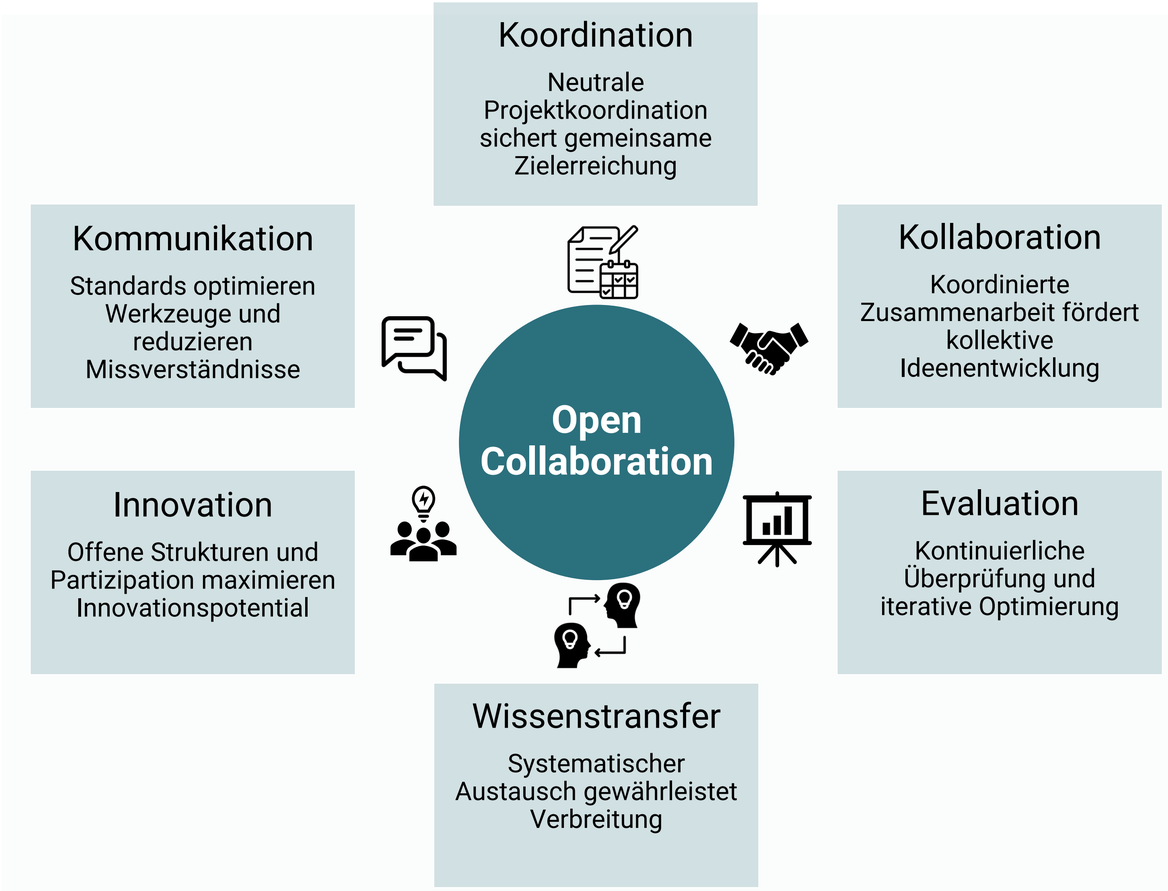


Abbildung 1: *zentrale Dimensionen für eine interdisziplinäre Zusammenarbeit im Rahmen einer Open Collaboration*

Zusammenfassung

Die Evaluation bestätigt das Open-Collaboration-Konzept als tragfähiges Modell für interdisziplinäre Kooperationen, das Innovationen durch Vertrauen, klare Strukturen und gezielte technologische Unterstützung erfolgreich fördert.

Die gewonnenen Erkenntnisse bieten wertvolle Leitlinien für künftige Kooperationen und zeigen, wie die Integration unterschiedlicher Akteure sowie der gezielte Einsatz digitaler Technologien nachhaltige Zusammenarbeit stärken können.

Besonders betont wird die Bedeutung kontinuierlicher Evaluation, um Herausforderungen frühzeitig zu erkennen und gezielte Optimierungsmaßnahmen umzusetzen, was die langfristige Wirksamkeit und Anpassungsfähigkeit des Konzepts sichert.

Literatur

Bennett LM, Gadlin H (2012) Collaboration and Team Science: From Theory to Practice. Journal of Investigative Medicine, 60(5), 768–775.
Berber N, Slavić A, Aleksić M (2020) Relationship between Perceived Teamwork Effectiveness and Team Performance in Banking Sector of Serbia. Sustainability.
Brandstädter S, Sonntag K (2019) Interdisziplinär erfolgreich: Modellierung, Validierung und Förderung interdisziplinärer Handlungskompetenz.
Lehner F (2021) Wissensmanagement: Grundlagen, Methoden und technische Unterstützung. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.
Levine SS, Prietula MJ (2014) Open Collaboration for Innovation: Principles and Performance. Organization Science. Vol. 25 (5). S. 1414-1433.

ARBEITSWISSENSCHAFT
INNOVATIONSMANAGEMENT

M.A. Annika Feldhoff
Tel. 0371 531-39832
annika.feldhoff@mb.tu-chemnitz.de

M.Sc. Selina Palige
Tel. 0371 531-38330
Selina.Palige@mb.tu-chemnitz.de

M.Sc. Pia Weber

M.Sc. Marc Schwarzkopf
Tel. 0371 531-34407
Marc.schwarzkopf@mb.tu-chemnitz.de

Prof. Dr. Angelika C. Bullinger-Hoffmann leitet die Professur Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement an der TU Chemnitz. Die Schwerpunkte von Forschung und Lehre sind Innovation Engineering, Produktergonomie und Industrial Engineering auf Basis des Arbeits- und Gesundheitsschutzes. Dabei stehen Mensch, Technik und Organisation im Fokus.

Tel. 0371 531-23210
bullinger-hoffmann@mb.tu-chemnitz.de
awi.institute

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
CHEMNITZ

Teleoperation for Highly Automated Vehicles - A Human-Centered Workplace Design for Remote Assistants

Alexandra Nick & Barbara Deml

How should teleoperation workplaces be designed to support automated vehicles in stuck situations?

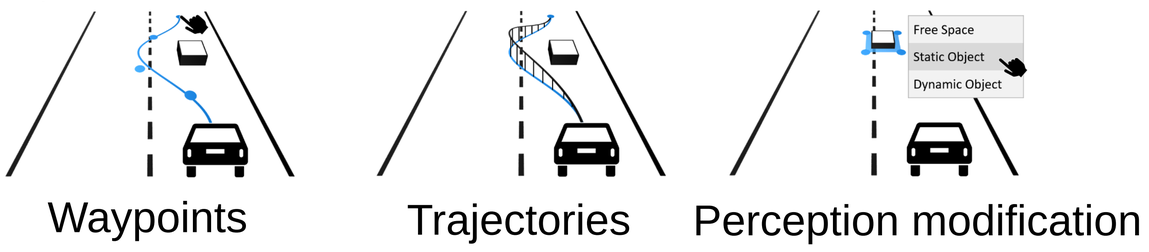
Legal foundation

SAE level 4 vehicle encounters a problem and requests remote assistance. If necessary, a minimal-risk maneuver will be executed. The request is presented to the RO via the HMI. The maneuver from the RO is given back to the vehicle, which holds the lateral and longitudinal control. Besides the clearance and maneuvers as assistance, ROs can contact the passengers, deactivate or activate the automated driving function, and access functionality information (e.g., Tener & Lanir, 2023).

Scientific background

Highly automated vehicles lack the ability to deal with all road scenarios successfully (e.g., Kettwich et al., 2021). Problems arise from edge cases and situations outside the design domain, like perception problems, decision-making problems, and ambiguity. A proposed solution by industry and academia is **teleoperation**. It allows for efficient assist automation with human higher-level interpretation skills and semantic understanding. Currently, solutions are mainly investigated from a technical point of view or as design conceptualization. Discussed interaction concepts are setting waypoints, drawing trajectories, and modifying perception (Majstorovic et al., 2022). However, most of the proposed concepts still lack empirical research.

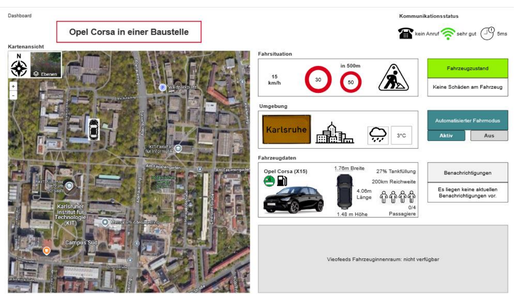
Majstorovic et al., 2022



Waypoints Trajectories Perception modification

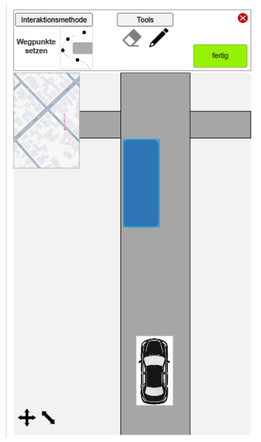
Solution concept

The **video screen** displays the recorded video with a front view, left mirror, and right mirror in the left and right screen corners. This is a simplified version for the current usability study.



The **dashboard** contains a problem description, a map view in satellite mode, and context information regarding the current speed limits, surroundings, vehicle information, sensor quality, and automation mode.

The **interactive unit** displays the problem situation in an abstract map view using the interaction method, simple input icons, a small map, and navigation icons. Investigated interaction methods are setting waypoints, drawing trajectories, and perception modification. The setup includes a remote **eye-tracking** system to analyze users‘ visual attention.



Research questions

How to consider frequent context switches & multi-tasking in workplace designs?

Which other interaction concepts & tasks should be considered for remote operators?

How do we empirically test different interfaces & designs?

Which information is required for efficient teleoperation?

What should an ergonomic workplace look like for various tasks in the field of teleoperation?

Sources: Kettwich, C., Schrank, A., and Oehl, M. (2021). Teleoperation of highly automated vehicles in public transport: User-centered design of a human-machine interface for remote-operation and its expert usability evaluation. *Multimodal Technologies and Interaction*, 5(5).; Majstorovic, D., Hoffmann, S., Pfab, F., Schimpe, A., Wolf, M.-M., and Diermeyer, F. (2022). Survey on teleoperation concepts for automated vehicles.; Tener, F. and Lanir, J. (2023). Investigating intervention road scenarios for teleoperation of autonomous vehicles. *Multimedia Tools and Applications.*

Planspiele: innovative Lernformate im Bereich Digitalisierung, Nachhaltigkeit und KI

Johanna PFENNING, Ilknur ATAKLI-AHMED, Sarah RÜBEL

1 Einleitung

Planspiele sind innovative Instrumente zur Wissensvermittlung und Kompetenzentwicklung. Im Rahmen des BMWK geförderten Projekts Mittelstand-Digital Zentrum Kaiserslautern (MDZ KL), wurden Planspiele zu digitaler Transformation, Nachhaltigkeit und Künstlicher Intelligenz (KI) entwickelt. Die Planspiele machen diese komplexen Themen für Unternehmen erfahrbar und befähigen zur Erarbeitung eigener, praxisnaher Problemlösungen. Zwar birgt die Methode „Planspiel“ auch Einschränkungen, die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass Planspiele ein wirksames Instrument zur Sensibilisierung von KMU in den Bereichen Digitalisierung, Nachhaltigkeit und KI sein können.

2 Das Grundspiel

Das Planspiel Digitalisierung richtig angehen" vermittelt praxisnah die Umsetzung eines Digitalisierungsvorhabens in Unternehmen. Die Teilnehmenden schlüpfen in verschiedene Stakeholder-Rollen und durchlaufen die vier Phasen des digitalen Transformationsprozesses. Mit begrenztem Budget investieren sie in Maßnahmen, setzen Prioritäten und reflektieren strategisch. Spielerische Elemente, Theorieinput und Diskussion fördern Meinungsbildung, Planung und Praxistransfer. Ziel ist es, die Bedeutung der Einbindung aller Stakeholder über reine Technologieentwicklung hinaus erfahbar zu machen.

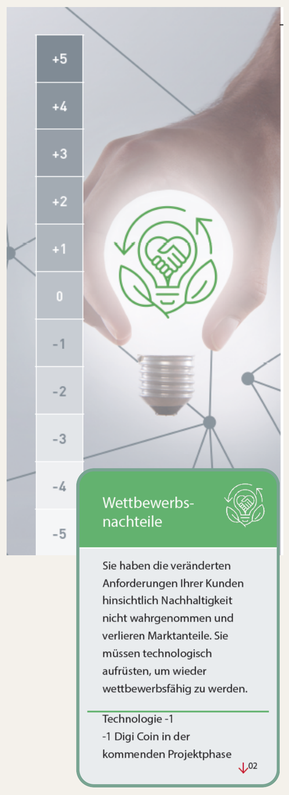
Digitaler Transformationsprozess

Orientierung → Planung → Realisierung → Auswertung

Der digitale Transformationsprozess gibt Unternehmen eine strukturierte Vorgehensweise für Digitalisierungsvorhaben vor.

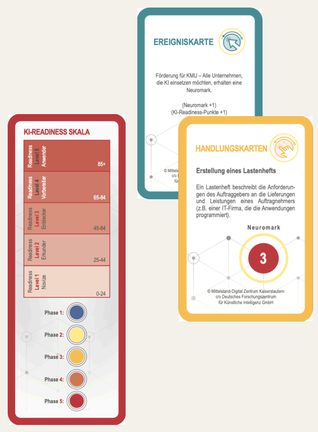
3 Nachhaltig digitalisieren

Das Planspiel „Nachhaltig digitalisieren“ beinhaltet eine Nachhaltigkeitsskala, die ökologische, soziale und ökonomische Aspekte bewertet, und Effektkarten, die die Konsequenzen der Entscheidungen zeigen. Ziel ist es, Unternehmen zu sensibilisieren und zu befähigen, Entscheidungen zu treffen, die sowohl Digitalisierungspotenziale als auch Nachhaltigkeits-aspekte berücksichtigen. Diese Ansätze sind Teil eines breiteren Trends, in dem Nachhaltigkeit und Digitalisierung zunehmend miteinander verknüpft werden, um eine zukunftsfähige Entwicklung zu fördern ("Twin Transformation").



4 KI-Planspiel

Das Planspiel KI vermittelt praxisnah Fach- und Methodenkompetenz in den Bereichen Technologie, Organisation, Umwelt und Menschen. Im Spiel durchlaufen die Teilnehmenden verschiedene Phasen eines KI-Projekts. Durch Neuromarks können Ressourcen effizient verteilt und alle Beteiligten eingebunden werden. Der Projektfortschritt anhand einer fünfstufigen KI-Readiness-Skala bewertet. Im kooperativen Modus steht der gemeinsame Erfolg im Vordergrund, während im kompetitiven Modus die Gruppe mit dem höchsten Readiness-Level als Sieger hervorgeht. Das Spiel schärft Teamarbeit und Entscheidungsfähigkeit in praxisnahen Szenarien.



5 Evaluation & Fazit

- Unternehmensplanspiele vernachlässigen oft Faktoren wie Unternehmenskultur und Innovationsfähigkeit. Hohe Kosten und Zeitaufwand in der Entwicklung und Durchführung sind erhebliche Hürden.
- Die Teilnehmenden entwickeln im Laufe des Spiels die Fähigkeit, alle Stakeholder effektiver einzubeziehen, was den Lernprozess und das Potenzial für Teamarbeit unterstreicht.
- Evaluationsergebnisse: 95% der Befragten konnten praxisnahe Ansatzpunkte für die Umsetzung von Digitalisierung mitnehmen. Positive Rückmeldungen betonen die Praxisnähe und den interaktiven Austausch.
- Empfehlungen für die Zukunft: Flexibilität in der Konzeption, Integration von Evaluationsprozessen und gezielte Nutzung als Reflexionswerkzeug sind entscheidend.

Quellen

Alsheibani, S., Cheung, Y., & Messom, C. (2018). Artificial intelligence adoption: AI-readiness at firm-level. In Pacific Asia Conference on Information Systems 2018 (p. 37). Association for Information Systems.

Anstätt, K., Schmidt, M., & Bertagnolli, F. (2022). Einführung: Planspiele und Ressourceneffizienz. In Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit: Sechs Planspiele für die betriebliche Weiterbildung (pp. 3-16). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg

.

Cron, C., & Langner, F. (2011). Spielend lernen! Zur Didaktik von Lernspielen am Beispiel der Wettbewerbspolitik. Ökonomie spielerisch lernen. Kompetenz gewinnen. Spiele, Rollenspiele, Planspiele, Simulationen und Experimente, 2, 20-27.

Hellge, V.; Schröder, D.; Zink, K.J. (2018): Der Readiness Check Digitalisierung als Instrument im digitalen Transformationskonzept. In: Lingnau, V., Müller-Seitz, G., Roth, S. (Hrsg.): Management der digitalen Transformation: Interdisziplinäre theoretische Perspektiven und praktische Ansätze. Vahlen. S.171-185.

Jacob, M. (2019). Digitalisierung & Nachhaltigkeit. Eine unternehmerische Perspektive.

Kriz, W. C., & Nöbauer, B. (2015). Den Lernerfolg mit Debriefing von Planspielen sichern. Planspiele und Serious Games in der beruflichen Bildung. Auswahl, Konzepte, Lernarrangements, Erfahrungen–Aktueller Katalog für Planspiele und Serious Games, CD-ROM, 5.

Peretz-Andersson, E., Tabares, S., Mikalef, P., & Parida, V. (2024). Artificial intelligence implementation in manufacturing SMEs: A resource orchestration approach. International Journal of Information Management, 77, 102781.

Rübel, S., Hussung, C. (2024). Wie fit ist Ihr Unternehmen für KI? Der KI-Readiness Check zum Entdecken Ihres KI-Potenzials. Wissenschaft trifft Praxis: Mittelstand-Digital-Magazin, 22, S.12-17.

Rübel, S., Rebmann, A., Emrich, A., Klein, S., Loos, P. (2019). Improving Business Model Configuration through a Question-based Approach. 14th International Conference on Wirtschaftsinformatik, Siegen, S. 1892-1903.

Mittelstand-Digital Zentrum Kaiserslautern

dfki ai

iTA INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE UND ARBEIT

Die Forschung in diesem Beitrag wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) im Rahmen des Netzwerks Mittelstand-Digital im Mittelstand-Digital Zentrum Kaiserslautern gefördert.

Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Mittelstand-Digital

Entwicklung einer kognitionsbasierten Schnittstelle für die Mensch-Technik-Interaktion zur Förderung des energieeffizienten Handelns im Produktionskontext

Tina Morgenstern, Christin Reuter, Sven Gleich, Esther Lapczyna, Vincent Thiele, Thomas Lampke & Franziska Bocklisch

INDUSTRIELLER ENERGIEVERBRAUCH IN DEUTSCHLAND: HERAUSFORDERUNGEN & LÖSUNGSANSÄTZE

- Anteil aller Produktionsbereiche am deutschen **Primärenergieverbrauch** im Jahr 2022: **ca. 70%** (Umweltbundesamt 2024)

➲ Dringender Bedarf an signifikanter **Reduzierung des industriellen Energieverbrauchs**

- **Energiemanagement**: Einsatz von Methoden und Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz unter Berücksichtigung der Kosten und Energieversorgung (Javied et al. 2015)
- Herausforderungen bei der Implementation von Energiemanagementsystemen entstehen dort, wo die **menschliche Interaktion mit technischen Lösungen** eine wichtige Rolle spielt (Lee et al. 2024)
- Berücksichtigung von **kognitiven Prozessen** ist von Bedeutung, um eine reibungslose Mensch-Technik-Interaktion zu ermöglichen und unerwünschte Nebeneffekte zu vermeiden (Morgenstern et al. 2024; Bocklisch & Lampke 2024)

➲ Systeme sollten so gestaltet werden, dass sie nicht nur bedienungsfreundlich, sondern auch **kognitiv plausibel** sind, den Menschen **komplementär** ergänzen und eine **gemeinsame Wissensbasis** darstellen (Bocklisch & Huchler 2023)

ZIEL DER ARBEIT

Nutzung eines **Methodenbaukastens** zur **kognitionsbasierten Mensch-Technik-Interaktion (Ko-MTI)**, um **Anforderungen** für die Entwicklung einer kognitionsbasierten **Schnittstelle** zu entwickeln, die Mitarbeitende zu energieeffizientem Handeln in der Produktion befähigen soll

REDUCE

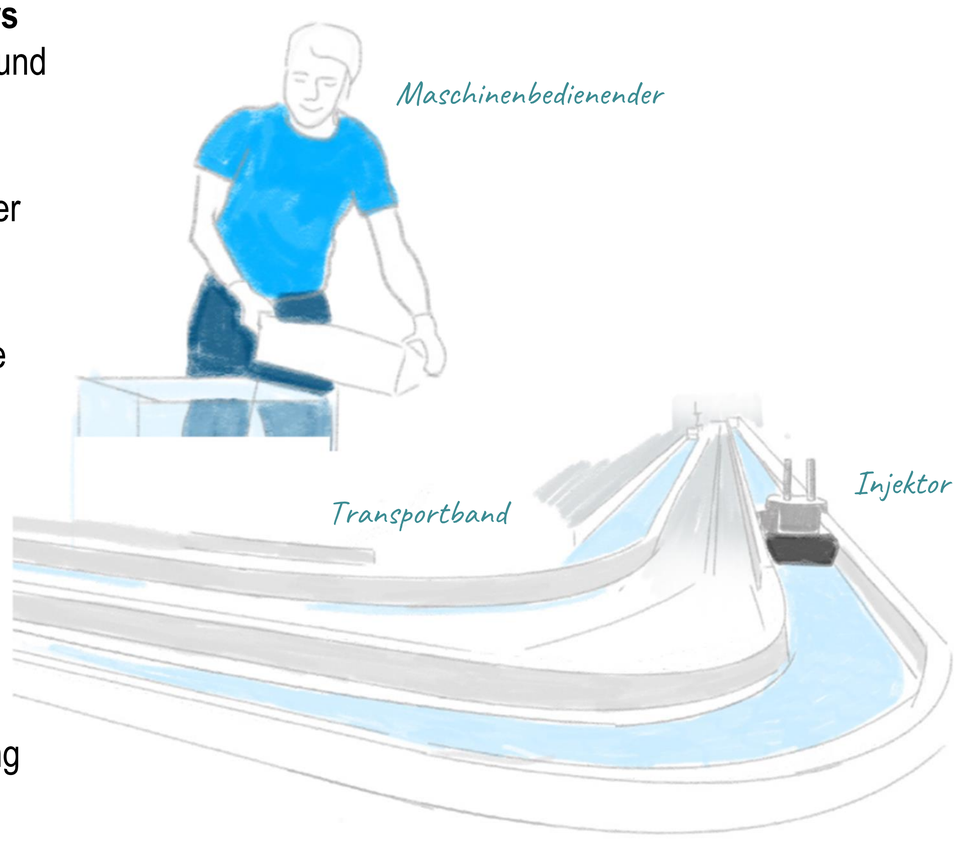
Ziel des BMBF-geförderten Projekts REDUCE ist eine signifikante **Senkung des Ressourcenverbrauchs** der **industriellen Produktion.** Dieses Ziel soll durch einen **transdisziplinären Lösungsansatz erreicht werden**, der technikbezogene Digitalisierung mit einer konsequent menschzentrierten Technikgestaltung verbindet, welche Anwendende zu energieeffizientem Handeln befähigt.

Konsortium:

vitesco TECHNOLOGIES · TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ · TECHNISCHE VISUALISTIK

METHODISCHES VORGEHEN

- Durchführung von **(Beobachtungs-)Interviews** zur ganzheitlichen Ko-MTI-Analyse (Modul 1) und Identifikation von Nutzungsanforderungen (Modul 3.1)
- **Pilotbereich**: Prüflinie eines Unternehmens der Automobilzuliefererindustrie
- **Interviewleitfäden**: Fragen zu Arbeitsorganisation; Arbeitssystem; technische Hilfsmittel; Primär- und Sekundäraufgaben; Umgang mit Problemen, Störungen, Maintenance; Einstellung zu Energiethemen; Nutzungsanforderungen an ein Display
- **Teilnehmende**:
  - *N* = 4 Maschinenbedienende
  - *N* = 3 Mitarbeitende auf Leitungsebene
- **Auswertung**: Transkription, Zusammenfassung und Kategorisierung der Daten



Ko-MTI-Methodenbaukasten

Modul 1: Ganzheitliche Ko-MTI-Analyse
- 1.1: Systemanalyse
- 1.2: Aufgaben- und Tätigkeitsanalyse
- 1.3: Analyse kognitiver Prozesse

Modul 2: Ko-MTI-Modellierung
- 2.1: Vorgehen der Modellbildung
- 2.2: Experimentelle Studien und Daten
- 2.3: Modellierung mit Künstlicher Intelligenz
- 2.4: Modellevaluation

Modul 3: Ko-MTI-Schnittstellengestaltung
- 3.1: Nutzungsanforderungen
- 3.2: Gestaltungslösungen
- 3.3: Evaluation

Modul 4: Ko-MTI-Folgenabschätzung
- 4.1: Nutzungserleben und -akzeptanz
- 4.2: Nutzungspräferenzen

(Bocklisch et al. 2023)

ERGEBNISSE & IMPLIKATIONEN

Ganzheitliche Ko-MTI-Analyse

1.1 Arbeitssystem „Prüflinie“
- Einspritzprüfung von Injektoren mithilfe von 4 Prüfmodulen
- Komplexes Arbeitssystem, welches stark abhängig von vorgelagerten Produktionsschritten ist
- Lange Anlernzeit

1.2 Arbeit und Tätigkeit
- Bedienung per Hand
- Nutzung von Displays
- Alle 4 Prüfmodule sind selten komplett ausgelastet
- Es gibt bisher keine konkreten Anhaltspunkte, wann ein An- oder Abschalten von Modulen sinnvoll ist

1.3 Kognitive Prozesse
- Beobachten des Prüfprozesses sowie Wahrnehmen, Diagnostizieren und Lösen auftretender Probleme
- Suchen und Verknüpfen von Informationen

➲ Höhere kognitive Prozesse

Ko-MTI-Schnittstellengestaltung

3.1 Nutzungsanforderungen
- Energieverbrauchsthemen spielen für die Maschinenbedienenden (bisher) keine Rolle
- Mangel an wahrgenommenen Handlungsmöglichkeiten

➲ Geringe Sensibilität für betriebliche Energieeffizienz

↪ Nutzung von **Energiedaten** zur Einschätzung der **benötigten Anzahl an Prüfmodulen**
↪ Implementierung einer **leicht verständlichen, nutzungsfreundlichen Schnittstelle**

↪ Darbietung von klaren **Handlungs-anweisungen** & **Energieeinsparungen**

AUSBLICK

Ableitung von **Handlungsoptionen** zur Energie-reduktion in Form eines **Entscheidungsbaums** → **Entwicklung** und **Implementation** einer **Interaktionsschnittstelle** im Produktionsbetrieb → **Evaluierung** der Schnittstelle bzgl. Nutzungserleben, Akzeptanz und Präferenzen

LITERATUR

Bocklisch F, Hartwich F, Kreißig I, Rozsa F, Assarzadeh R, Vitay J, Hamker F, Lampke T (2023). Ko-MTI Sachbericht zum Verwendungsnachweis. Accessed Jan 16, 2024. https://edocs.tib.eu/files/e01fb24/1891468677.pdf
Bocklisch F, Huchler N (2023) Humans and cyber-physical systems as teammates? Characteristics and applicability of the human-machine-teaming concept in intelligent manufacturing. Frontiers in Artificial Intelligence 6:1247755.
Bocklisch F, Lampke T (2024) Human-CoMo: A Combination of Cognitive Knowledge Engineering and Data Modelling for Human-Cyber-Physical Systems in Intelligent Manufacturing. Journal of Integrated Design and Process Science.
Javied T, Rackow T, Franke J (2015) Implementing energy management system to increase energy efficiency in manufacturing companies. Procedia CIRP 26:156-161.
Lee S, Seon J, Hwang B, Kim S, Sun, Y, Kim J (2024) Recent Trends and Issues of Energy Management Systems Using Machine Learning. Energies 17:624.
Morgenstern T, Klichowicz A, Bengler P, Todtermuschke M, Bocklisch F (2024) Towards a Cognition-Based Framework Describing Interdisciplinary Expert Team Processes for Cognitive Robotics in Industry 5.0 Technologies. Applied Sciences 14(10):4121.
Umweltbundesamt (2024) Indikator: Energieverbrauch der Industrie. Accessed Dec 20, 2024. https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-energieverbrauch-der-industrie#wie-ist-die-entwicklung-zu-bewerten

SCAN ME

Professur Werkstoff- und Oberflächentechnik
Abteilung „Human-Cyber-Physical Systems“
Erfenschlager Str. 73
D-09125 Chemnitz

WAW Wissenschaftlicher Arbeitskreis e. V. der Universitäts-Professoren der Werkstofftechnik
Qualitätsmanagement LQP ISO 9001:2015 Zertifikat-Reg.-Nr. 103315 QM15
GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

Kontakt:
Dr. Tina Morgenstern
tina.morgenstern@mb.tu-chemnitz.de
+49 371 / 531 – 34832
https://mytuc.org/lqjc

IFA
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

Prävention von Stolper-, Rutsch- und Sturzunfällen durch künstliche Intelligenz

[1]Moritz Schneider, [1]Kevin Seeser-Reich, [1]Christoph Schiefer, [2]Anika Weber, [3]Ulrich Hartman, [2,4]Kiros Karamanidis, [5]Annette Kluge, [1]Rolf Ellegast

Einleitung

- 2023 gab es **171.976 SRS-Unfälle**, wovon **7 tödlich** endeten
- **Automatische Erkennung** von Beinahestürzen als Grundlage der Sturzprävention
- Bisher **keine adäquaten Datensätze zu Beinahestürzen** von Arbeitnehmenden

Ziel

- Datenbank mit **authentischen Beinahesturzdaten** von 110 Probanden während eines SRS-Vorgangs
- Suche und Vergleich zuverlässiger **Deep-Learning-Architekturen** zur SRS-Detektion
- Auf Detektion aufbauend **Präventionsmaßnahmen** entwickeln

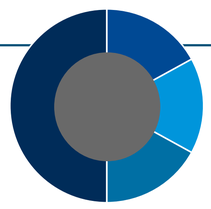
Datenbasis

110 Probanden

50% HKM Stahlindustrie

50% DHL Packetzustellung

~1 MILLION Kinematische Datenpunkte



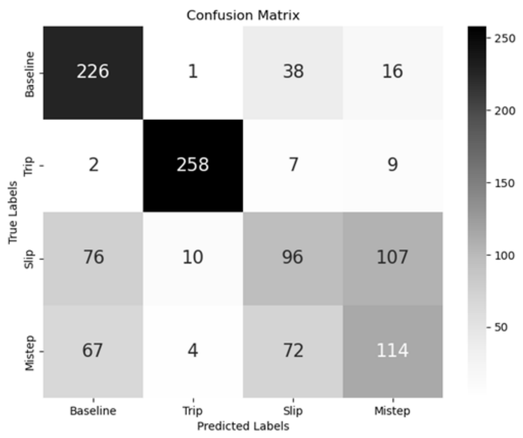
- **17% Rutschen**
- **16% Stolpern**
- **17% Fehtreten**
- **50% Gehen**

Datenqualität

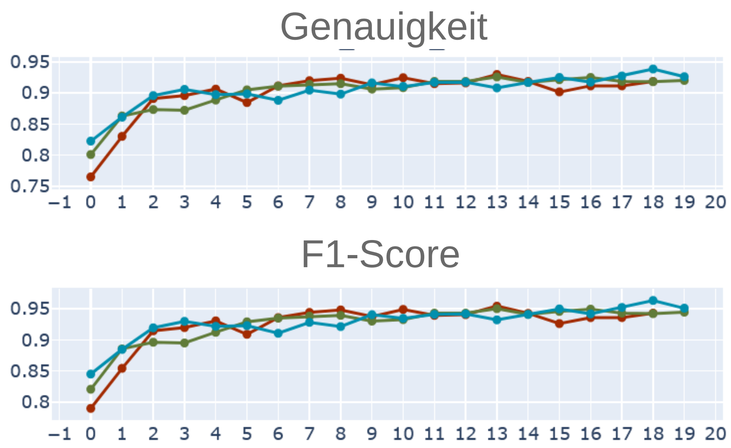
- Einzigartigkeit
- Identifizierbarkeit
- Labelreinheit
- Datenvalidität
- Klassenbalance
- Korrelation

Ergebnisse

Ergebnisse klassischer Ansatz



Ergebnisse Netzwerkarchitektur



- CNN 92.9%
- ResNet 92.5%
- InceptionTime 93.8%

Schneider, M., Weber, A., Kaufmann, M., Kluge, A., Hartmann, U., Karamanidis, K., & Ellegast, R. (2023, July). Generation of Consistent Slip, Trip and Fall Kinematic Data via Instability Detection and Recovery Performance Analysis for Use in Machine Learning Algorithms for (Near) Fall Detection. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 298-305). Cham: Springer Nature Switzerland.

Schneider, M., Reich, K., Hartmann, U., Hermanns, I., Kaufmann, M., Kluge, A., ... & Ellegast, R. (2024). Acquisition of Data on Kinematic Responses to Unpredictable Gait Perturbations: Collection and Quality Assurance of Data for Use in Machine Learning Algorithms for (Near-) Fall Detection. *Sensors (Basel, Switzerland)*, *24*(16), 5381.

[1]Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
[2]Institut für Sportwissenschaften, Universität Koblenz
[3]RheinAhrCampus, Hochschule Koblenz
[4]London South Bank University
[5]Lehrstuhl für Arbeits-, Organisations- und Wirtschaftspsychologie, Ruhr-Universität Bochum

Schneider, Moritz: Moritz.Schneider@dguv.de
Seeser-Reich, Kevin: Kevin.Seeser-Reich@dguv.de

https://www.dguv.de/ifa/fachinfos/kuenstliche-intelligenz/index.jsp

OTTO VON GUERICKE UNIVERSITÄT MAGDEBURG

FAKULTÄT FÜR HUMANWISSENSCHAFTEN

Judith Schöner, judith.schoener@ovgu.de
Betreuung durch Prof. Dr. Michael Dick
Lehrstuhl Betriebspädagogik, www.bp.ovgu.de

Hintergrund

Stress und psychische Belastung nehmen in Krisenzeiten weiter zu und Beschäftigte erleben ihre Arbeit als weniger sinnvoll (Hardering, 2020). Dabei bietet Sinnerleben in der Arbeit große Potenziale für Beschäftigte und Organisationen, wie z.B. größere Arbeitszufriedenheit und geringere Kündigungsabsichten sowie höheres Arbeitsengagement und Commitment (Allan et al., 2019). Deshalb rückt das Thema zunehmend in den Fokus der Personalentwicklungsforschung (Bailey et al., 2019; You et al., 2021).

Förderung von Sinn in der Arbeit im Kontext von POE*

* Personal- und Organisationsentwicklung

Sinn in der Arbeit

“Die Suche nach sinnvoller Arbeit ist jedoch viel mehr als ein individuelles Streben nach Selbstverwirklichung oder ein organisatorisches Streben nach Mitarbeiterengagement. Es ist ein gesellschaftspolitisches Projekt, bei dem es um die Erhaltung und Bereicherung unseres Menschseins und damit unserer Fähigkeit geht, auf die lokalen und globalen Herausforderungen zu reagieren, vor denen wir und der Planet stehen.”
(Lips-Wiersma & Morris, 2018, S. 3)

POE
Maßnahmen & Management

Doppelanspruch der zwei Grundsatzkriterien

Effektivität wirtschaftlichen Erfolgs- und Gewinnstrebens	**Selbstbestimmung und Humanität**
Leistungsoptimierung: Verbesserung der Arbeitsleistung	Legitimitätsüberprüfung: Ermittlung berechtigter Leistungsansprüche
Operative und strategische POE Maßnahmen	Normatives (normenprüfendes und -begründendes) POE Management

(Eigene Darstellung in Orientierung an Geißler, 2006)

Forschungsfrage und -vorgehen

? Inwiefern orientieren sich Personal- und Organisationsentwickler*innen an der Förderung von Sinn in der Arbeit und in welchen Praktiken zeigt sich dies?

‘Akquise’
In Organisationen mit min. 2 POE-Stellen

Gruppendiskussionen
Mit POE-Praktiker*innen

Auswertung
Mit der Dokumentarischen Methode

Literatur

Allan, B. A., Batz-Barbarich, C., Sterling, H. M. & Tay, L. (2019). Outcomes of Meaningful Work: A Meta-Analysis. *Journal of Management Studies*, 56(3), 500-528.

Bailey, C., Yeoman, R., Madden, A., Thompson, M. & Kerridge, G. (2019). A Review of the Empirical Literature on Meaningful Work: Progress and Research Agenda. *Human Resource Development Review*, 18(1), 83-113.

Geißler, H. (2006). Integration von Personal- und Organisationsentwicklung in der beruflichen Bildung. In Arnold, R. (Hrsg.), *Handbuch der Berufsbildung* (S. 204-224). VS Verl. für Sozialwiss.

Hardering, F. (2020). *Sinn in der Arbeit. Überblick über Grundbegriffe und aktuelle Debatten*. Springer Fachmedien Wiesbaden.

Lips-Wiersma, M. & Morris, L. (2018). *The map of meaningful work: A practical guide to sustaining our humanity*. Routledge.

You, J., Kim, S., Kim, K., Cho, A. & Chang, W. (2021). Conceptualizing meaningful work and its implications for HRD. *European Journal of Training and Development*, 45(1), 36-52.

KI-Auswahlhilfe

Ein KARL-Tool zur Unterstützung von Unternehmen auf dem Weg zur KI-Anwendung

KARL
Künstliche Intelligenz für Arbeit und Lernen

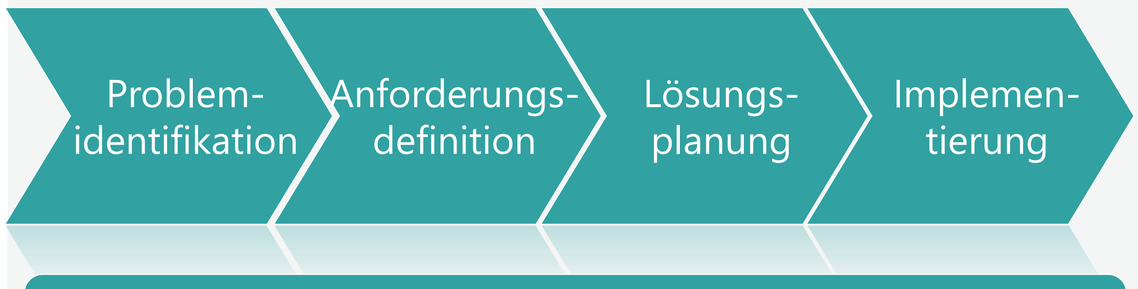
Kurzfassung: Unternehmen stehen bei der KI-Einführung unter anderem vor der Herausforderung, passende KI-Anwendungen zu identifizieren. Die menschenzentrierte Einführung und Nutzung von KI im betrieblichen Kontext hat erhebliche Auswirkungen auf die Arbeitsprozesse und -gestaltung. Hierbei sind wichtige Grundprinzipien zu berücksichtigen, um Akzeptanz und Vertrauen in das KI-System zu steigern. Die entwickelte KI-Auswahlhilfe unterstützt KI-Laien, die an der Einführung von KI in ihrer Organisation interessiert sind durch Vorschlagen passender, realer KI-Anwendungsfälle in Form von Steckbriefen. Die KI-Auswahlhilfe dient dem wissenschaftlichen Transfer und ersten Schritt auf dem Weg zu einer partizipativen, transparenten und menschenzentrierten KI-Einführungsstrategie.

Probieren Sie es gerne aus!

Sebastian BEINER, Magnus KANDLER, Dennis RICHTER
Institut für Lernen und Innovation in Netzwerken, Hochschule Karlsruhe

Das hier vorgestellte Tool leistet einen Beitrag für den Wissenstransfer zwischen Forschung und betrieblicher Anwendung und unterstützt den menschzentrierten Einsatz Künstlicher Intelligenz. Die menschzentrierte KI-Gestaltung gliedert sich in vier Phasen. Bei der Einführung sollten vier Grundprinzipien beachtet werden:

Menschzentrierte KI-Gestaltung (Beiner et al. 2023, Kinkel & Kopp 2024, Wilkens et al. 2021)



Partizipative KI-Gestaltung

Die Anpassung der Lösung an die Bedürfnisse von Nutzenden und weiteren Anspruchsgruppen, sowie die aktive Einbindung derer in den Entwicklungsprozess kann Akzeptanz und Vertrauen in die KI-Lösung stärken.

Transparenz und Erklärbarkeit

KI-Lösungen stellen häufig eine Black-Box dar. KI-Systeme sollten für Nutzende und Betroffene transparent und nachvollziehbar gestaltet sein. Dies soll insbesondere auch bei der KI-Nutzung durch „technische Laien“ gelten.

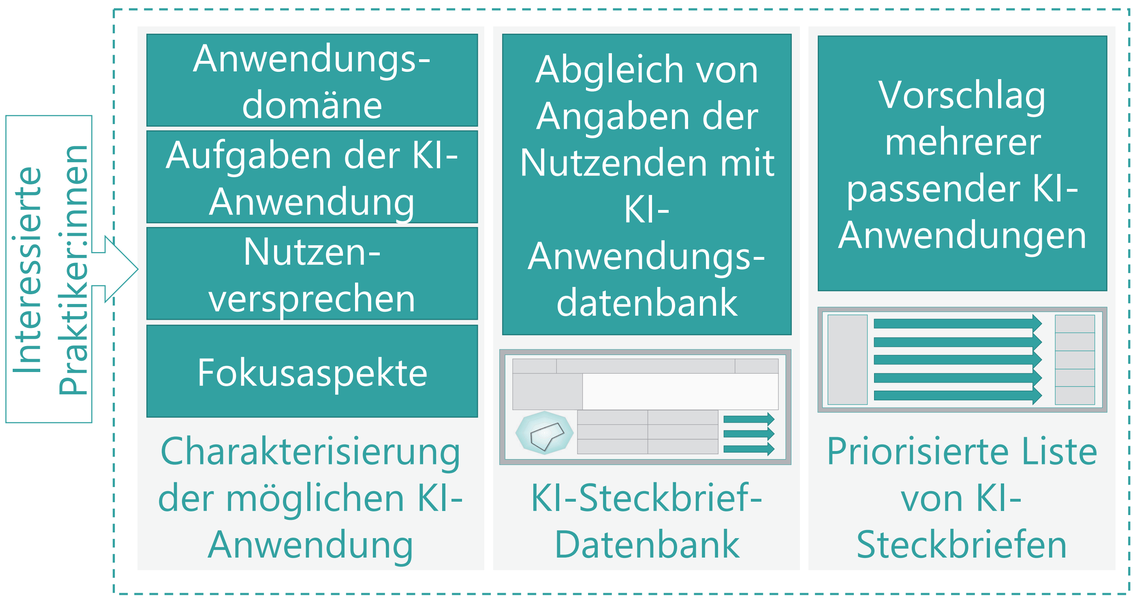
Fairness und Gerechtigkeit

Es ist essenziell, mögliche Verzerrungen in den zugrundeliegenden Daten zu identifizieren und zu minimieren, um zu verhindern, dass Menschen das Vertrauen in ein KI-System verlieren.

Entscheidungshoheit und Verantwortlichkeit

KI-Entscheidungsvorschläge sollten durch die Nutzenden zu überwachen und zu korrigieren sein, da KI-Systeme suboptimale Entscheidungen treffen können. Die Entscheidungshoheit und Verantwortlichkeit sollten daher stets beim Menschen liegen.

Nutzende können nach einer kurzen Erklärung das eigene Ziel für eine potenzielle KI-Anwendung beschreiben. Es werden Angaben zu Anwendungsdomäne, -gebiet und -gegenstand abgefragt. Darüber hinaus können die Anwendenden den Nutzen angeben, den sie sich von einer KI-Lösung versprechen und worauf bei einer Umsetzung in besonderem Maße zu achten wäre. Anhand dieser Angaben durchsucht das Tool die Datenbank und vergibt Punktewerte basierend auf der Übereinstimmung von Faktoren, im Sinne einer Nutzwertanalyse. Als Ergebnis wird den Nutzenden eine priorisierte Liste von KI-Anwendungssteckbriefen entsprechend der Punkte angezeigt.



Der Nutzen der KI-Auswahlhilfe wurde im Rahmen mehrerer Workshops mit KI-interessierten Vertretenden von Praxisunternehmen qualitativ evaluiert. Im Zuge dessen konnten sowohl positive Erkenntnisse, als auch Verbesserungspotenziale identifiziert werden:

Kritik-punkte	Erwartungen über Nutzen des Tools unklar
	Durchführung braucht meist Unterstützung
	Datenbasis relativ klein und spezifisch
Nutzen des Tools	Sehr gut für die erste Inspiration geeignet
	Template der Steckbriefe auch eigenständig nutzbar
	Geeigneter Ausgangspunkt für weitere Angebote

Beiner, Sebastian; Kandler, Magnus; Richer, Dennis; May, Marvin Carl; Kinkel, Steffen; Lanza, Gisela (2023): Artificial Intelligence Implementation Strategy for Industrial Companies Using the AI Tool. In: Production Processes and Product Evolution in the Age of Disruption. Lecture Notes in Mechanical Engineering, S. 763–773
Kinkel, Steffen; Kopp, Tobias (2024): Menschenzentrierte und transparente KI-Lösungen gestalten und einführen - Erkenntnisse aus dem Kompetenzzentrum KARL. In: Arbeitswissenschaft in-the-loop: Mensch-Technologie-Integration und ihre Auswirkung auf Mensch, Arbeit und Arbeitsgestaltung. GfA-Frühjahrskongress 2024. Stuttgart.
Wilkens, Uta; Reyes, Christian; Treude, Tim; Kluge, Annette (2021): Understandings and perspectives of human-centered AI - a transdisciplinary literature review. In: Arbeit HumAIne gestalten. 67. GfA Frühjahrskongress. Bochum.

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Programm „Zukunft der Wertschöpfung – Forschung zu Produktion, Dienstleistung und Arbeit“ (Förderkennzeichen: 02L19C250) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Kompetenzzentren Arbeitsforschung

25 Jahre arbeitswissenschaftliche Prozessmodellierungssprache K3 – Welche Kernideen sind im Praxisstandard BPMN 2.0 enthalten?

Kooperation-Koordination-Kommunikation (K3)
(Killich et al., 1999; Foltz, 2000)

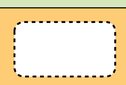
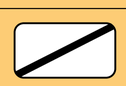
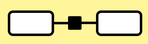
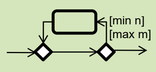
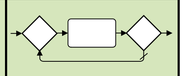
- Aufbau auf Unified Modeling Language (UML)
- Schwerpunkt auf Interaktion von Arbeitspersonen
- Arbeitswissenschaftliche Sichtweise

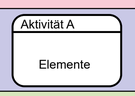
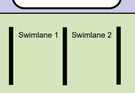
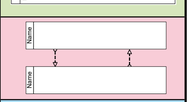
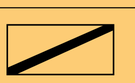
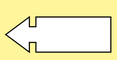
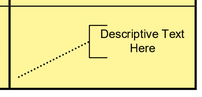
Business Process Model and Notation
(BPMN2.0) (OMG, 2013)

- Praxisstandard (z.B. Elstermann et al., 2023)
- Schwerpunkt auf Workflowabbildung
- Informationstechnische Sichtweise

Gemeinsamkeit: Beide kontrollflussorientierte Modellierungssprache (vgl. Gadatsch, 2017)

Vergleich der Zeichensysteme

K3 Zeichen		BPMN 2.0 Zeichen	
Aktivität		Aktivität	
Aggregierte Aktivität		Zugeklappter Teilprozess	
Optionale Aktivität		-	
Ausgeschlossene Aktivität		-	
Kontrollfluss		Sequenzfluss	
Synchronisationsbalken		UND-Gateway	
Koppelelement		UND-Gateway	
Iteration		2x XOR Gateway	
-		OR-Gateway	
Informationsfluss		Nachrichtenfluss	
Informationsfluss		Assoziation	

K3 Zeichen		BPMN 2.0 Zeichen	
Startzustand		Startereignis	
Endzustand		Endereignis	
-		Weitere Ereignisse	
Blob		Ad-Hoc Subprozess	
Swimlanes		Lanes	
-		(Single-/Multi-) Pool	
Information		Nachricht	
Information		Datenobjekt	
Optionale Information		-	
Ausgeschlossene Information		-	
Werkzeug		Pool / Lane	
Schwachstelle		Textanmerkung	

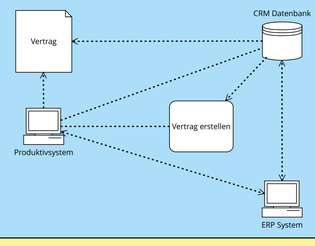
Syntax

Gemeinsamkeiten
Ähnlichkeiten in K3 und BPMN2.0
Differenzierung in BPMN2.0
Vermeintlich fehlend in BPMN2.0
Erweiterte Abbildung in BPMN2.0
Fehlend in K3

Semantik

Koppelelement + Synchro vs. UND
Werkzeugdefinition entspricht Pool / Lane von technischem Systemelement
Schwachstellenzeichen entspricht subjektiver Textanmerkung
Unterscheidung in BPMN2.0 von Nachrichten sowie deren Übertragung mittels Nachrichtenflüssen zwischen zwei Systemelementen und Daten sowie deren gerichtete / ungerichtete Assoziation mit anderen Informationen und Aktivitäten
Erweiterung Prozesslogik im Sequenzfluss in BPMN2.0
Zwischenereignisse und OR-Gateway
Integrationsmöglichkeit Decision Model and Notation (DMN) (vgl. Freund & Rücker, 2019)

Pragmatik

Erweiterte Abbildungsmöglichkeiten	
Abbildung von Information und deren Relation	
Abbildung technischer Systemelemente	
BPMN2.0 Praxis IT-Symbol statt Definition	

Modellierungsalternativen von Arbeit in BPMN2.0

Konversation (Syntax/Semantik)

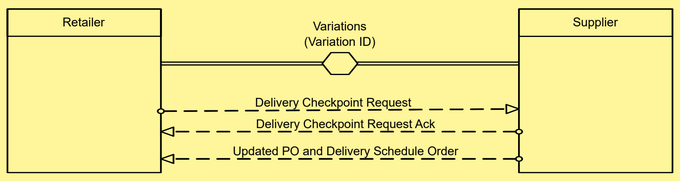


Abbildung: OMG, 2013

Adhoc-Subprozess (Syntax/Semantik)

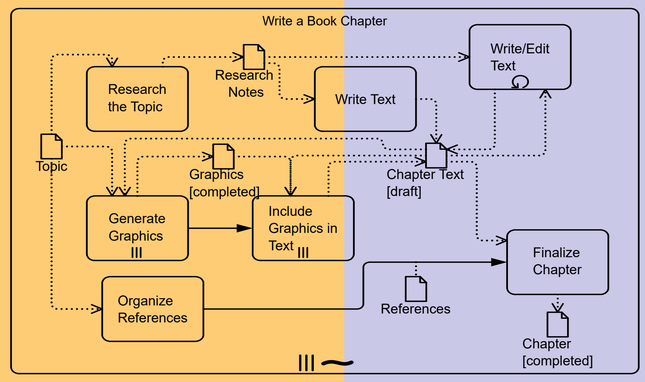
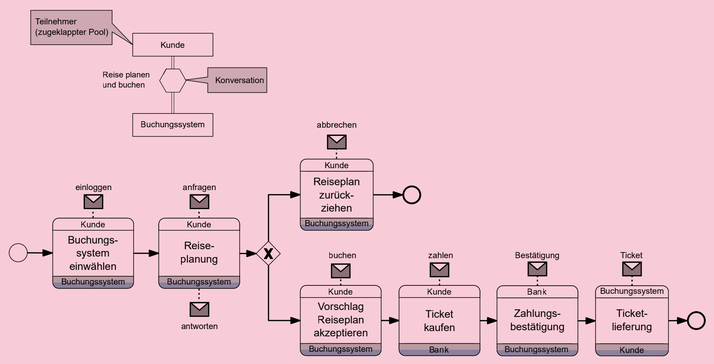
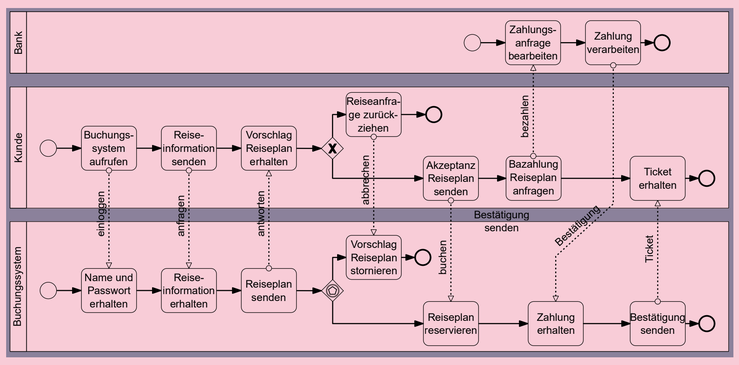


Abbildung: OMG, 2013

Modellierungsebenen BPMN2.0



1. Konversation
2. Choreografie
3. Kollaboration



Hierarchie Modellierungsebenen für Arbeitssysteme
(Semantik/Pragmatik)

BPMN2.0 Kollaboration
K3

Eigene Abbildung nach Corradini et al., 2020

Fazit:	Intentionen von K3 auf Modellierung schwach strukturierter Arbeitsprozesse
Limitationen K3:	Fokus auf Arbeitsgruppen und Arbeitspersonen Inkonsistenzen in systemtheoretischer Logik (z.B. Abbildung Stofffluss über Werkzeuge) Fehlende Trennschärfe, Detailgenauigkeit im Vergleich zu BPMN2.0 Schlechte Differenzierung von Erhebungsebenen innerhalb Modellierungssprache
Empfehlung:	Alle Kernideen von K3 in verbesserter Weise im heutigen Praxisstandard BPMN 2.0 enthalten Einsatz der graphischen Modellierungssprache K3 gegenwärtig nicht mehr erforderlich

Literatur:
Corradini, F., Morichetta, A., Polini, A., Re, B., & Tiezzi, F. (2020). Collaboration vs. Choreography Conformance in BPMN. Logical Methods in Computer Science, 16(4), 7–37.
Elstermann, M., Fleischmann, A., Moser, C., Oppl, S., Schmidt, W., & Stary, C. (2023). Ganzheitliche Digitalisierung von Prozessen: Perspektivenwechsel - Design Thinking - Wertegeleitete Interaktion. Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-41777-2
Foltz, C., Killich, S., & Wolf, M. (2000, November 21). K3 User Guide: Version 0.1.
Gadatsch, A. (2017). Grundkurs Geschäftsprozess-Management. Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-17179-7
Killich, S., Luczak, H., Schlick, C., Weissenbach, M., Wiedenmaier, S., & Ziegler, J. (1999). Task modelling for cooperative work. Behaviour & Information Technology, 18(5), 325–338. https://doi.org/10.1080/014492999118913
Object Management Group (2013). Business Process Model And Notation (Version 2.02, Nummer BMPN 2.0).

Marvin Goppold[1], Sven Tackenberg[2]
[1] Zeppelin Rental GmbH
Graf-Zeppelin-Platz 1, 85748 Garching
[2] Labor für Industrial Engineering
TH OWL, Campusallee 12, D-32657 Lemgo

TECHNISCHE HOCHSCHULE OSTWESTFALEN-LIPPE
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES AND ARTS

ZEPPELIN CAT THE Rental STORE

Studie zur Analyse des Bewegungsverhaltens beim hybriden Arbeiten – Kombination von Sensor- und Befragungsdaten

Konstantin Wechsler[a], Britta Weber[a], Esin Taşkan[b], Alexander Barton[b], Rolf Ellegast[a]

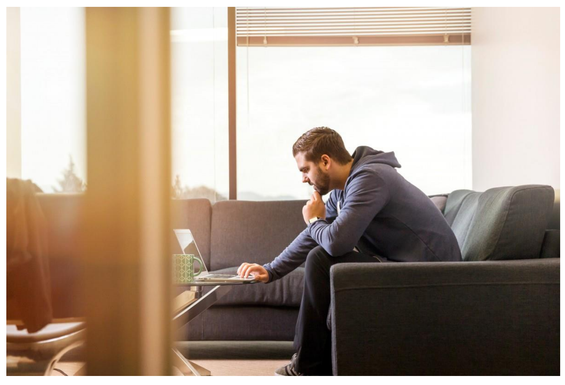
[a] Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA) - Referat Gestaltung neuer Arbeitsformen
[b] Berufsgenossenschaft Rohstoffe und Chemische Industrie (BG RCI) - Präventionsabteilung Gesundheit-Medizin-Psychologie

konstantin.wechsler@dguv.de **https://www.dguv.de/ifa**

IFA
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

Hintergrund

- Wandel der Arbeit, Pandemie als Katalysator
- Steigende Umsetzung mobiler Arbeitsformen und Homeoffice
- Wenig Forschung mit Kombination aus Messdaten und Befragung
- Unklarheit über sedentäres Verhalten bei verschiedenen Arbeitsformen
- Ganzheitliche Betrachtung sinnvoll



Forschungsfragen des Projektes:

Besteht ein unterschiedliches Bewegungsverhalten von Beschäftigten an Bildschirmarbeitsplätzen zwischen der Arbeit im Homeoffice und im Büro?

Gibt es Unterschiede bei der Betrachtung der reinen Arbeitszeit oder der gesamten Wachzeit?

Methodik und Bewertungsansatz

Verwendete Basis-Parameter[1]

Wechsel sedentär/nicht sedentär pro Stunde	
Sedentäres Verhalten	Insgesamt [%]
	P50 Intervalllänge [min]
	Max. Intervalllänge [min]
Sedentäres Verhalten ≥30min	Insgesamt [%]
	Intervallanzahl
Stehen	Insgesamt [%]
	P50 Intervalllänge [min]
	Max. Intervalllänge [min]
Bewegung	Insgesamt [%]
	P50 Intervalllänge [min]
	Max. Intervalllänge [min]
METs	
MET-Level	Inaktiv (<1.5 MET) [%]
	LPA (≥1.5 MET) [%]
	MVPA (≥3 MET) [%]

Schichtbasierte Bewertung des Aktivitätsverhaltens[2]

	günstig	mittel	ungünstig
Sedentäres Verhalten insgesamt [%]	≤ 50	> 50 - ≤ 70	> 70
Sedentäres Verhalten ≥ 30 min insgesamt [%]	≤ 25	> 25 - ≤ 50	> 50
Stehen insgesamt [%]	≥ 20	> 10 - < 20	< 10
Bewegung insgesamt [%]	≥ 15	5 - < 15	< 5

Messinstrumente: Erfassung physische + psychosoziale Faktoren

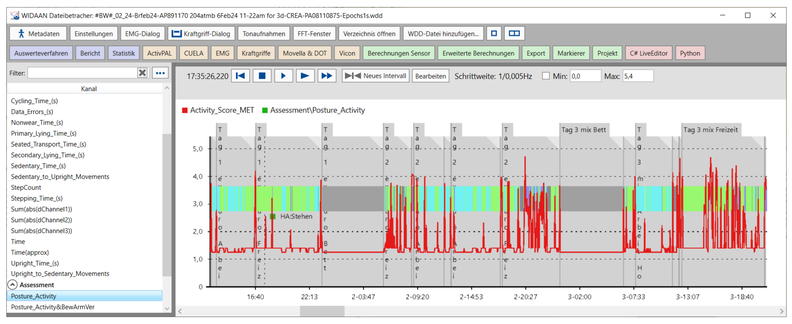
Faktoren "Setting"
- Homeoffice (mind. 2 Tage)
- Büro (mind. 2 Tage)
- Mix (Wechsel des Arbeitsortes an einem Tag)

Bewegungsverhalten
- Gemessen mit ActivPAL 4+ Sensor, am Oberschenkel getragen
- Datenauswertung mit ActivPAL-Software (Körperhaltungen & Aktivitäten, METs → CSV-Export)
- Weiterverarbeitung mit der Software CUELA (Intervalle: Arbeit, Pendeln, Freizeit; schichtbezogene Auswertungen)
- Retrospektiv nach der Arbeitswoche mittels IPAQ-Fragebogen

Weitere Parameter
- Ggf. auftretende Schmerzen, erhoben mittels CMDQ-Fragebogen
- Schlafqualität, erhoben mittels PSQI-Fragebogen

Weitere betrachtete Einflussgrößen:

Vergleich Setting Büro/Homeoffice; Gesamt/Arbeit/Freizeit
- Wachzeit / Schlaf
- Dauer Arbeit / Arbeitsweg / Freizeit
- Pendelverhalten
- Pausen (Anzahl, Länge, Frequenz; Gestaltung)
- Zu pflegende/betreuende Angehörige



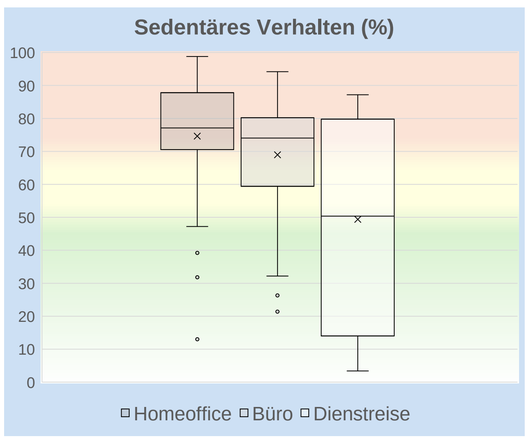
Charakteristika	
Variable	*n*
Betreuungs-verpflichtung	18
Keine Betreuungs-verpflichtung	34
Rauchen	4
Nicht Rauchen	48
Regelmäßige sportliche Aktivität	32
Gelegentliche sportliche Aktivität	16
Keine sportliche Aktivität	4

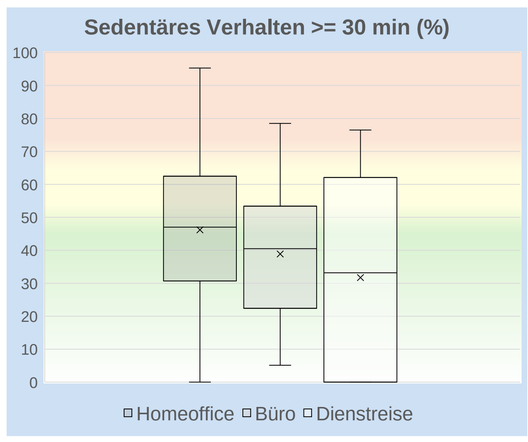
Ergebnisse

Stichprobe

- 52 TN (29w/23m), Ø Alter = 42,1 J., Ø BMI = 25,3 (kg/m2)
- Daten umfassen 1950 Stunden (947 HO, 932 Büro, 71 Dienstreise)

Exemplarische Daten (reine Arbeitszeit)





Diskussion und Ausblick

Diese deskriptiven Ergebnisse liefern einen ersten Eindruck über den Datensatz.

→ Datenauswertung wird in Q2 2025 abgeschlossen

- Daten deutschlandweit erhoben, Mitgliedsbetriebe der BG RCI
- Statistische Auswertung sowohl der reinen Arbeitszeit als auch des gesamten Tages (Wachzeit) und Analyse von Zusammenhängen mit Fragebogendaten

→ Mögliche Einflüsse von Kovariaten und Faktoren wie Pendelverhalten, Pausengestaltung, Freizeitausgleich etc. werden in Analyse einfließen

→ Ableiten von Empfehlungen und weiteren Ansätzen zur Risikobewertung am Arbeitsplatz

→ Mögliche Anwendung der Methodik auf andere sedentäre Arbeitsplätze

1) Basierend auf: Holtermann et al., 2017; Shreshta et al.,2018; Mathiassen et al., 2006; Healy et al., 2008; Toomingas et al., 2012; Sjöros et al. 2020; Hettiarachchi & Johansson, 2024; Johansson et al., 2020; Wahlström et al. 2023; Boerema et al., 2020; Carson et al. 2014; Pope et al., 2002;
2) Basierend auf: European Agency for Safety and Health at Work, 2021; Johansson et al., 2020; Wahlström et al. 2023; Brusaca et al., 2023

IPAQ: International Physical Activity Quest. - CMDQ: Cornell Muscolo. Discomfort Questionnaire - PSQI: Pittsburgh Sleep Quality Index

AdobeStock_506894327.jpeg
AdobeStock_118433827.jpeg
https://c.pxhere.com/photos/f7/58/adult_beard_business_chair_computer_couch_digital_nomad_furniture-1525999.jpg!d

BG RCI
Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie

Dauerschleife Wandel: Wie veränderungsmüde sind die Arbeitnehmenden in Deutschland?

Dipl.-Ing. Sylvia Franke-Jordan[1] // Dipl.-Ing. Sophie Berger[1] // Jessica Heilfort[2]

Hintergrund

Change Fatigue beschreibt psychische und emotionale Erschöpfung durch permanente oder überlappende Veränderungsprozesse, die individuelle Anpassungsressourcen überfordern[2]. Sie äußert sich in Resignation, Motivationsverlust und reduzierter Arbeitszufriedenheit. Change Fatigue unterscheidet sich von verwandten Konzepten: Change Cynicism ist eine pessimistische Haltung gegenüber Veränderungen[4]. Change Resistance bedeutet aktives Verhindern oder Verzögern[3]. Burnout ist ein tiefer und ausdauernder Erschöpfungszustand resultierend aus anhaltender Mehrfach- und Überlastung, während Change Fatigue spezifisch durch schlecht gestaltete Veränderungsprozesse entsteht[1].

Methodik

Die Studie wurde im Rahmen des BMBF-geförderten Projekts „PerspektiveArbeit Lausitz“ 2024 als Querschnittsdesign durchgeführt (N = 2808). Die Datenerhebung erfolgte mittels Telefoninterview-Fragebogen, der standardisierte demografische Fragen, berufsbezogene Merkmale sowie die Change Fatigue Skala nach Bernerth et al., 2011 enthielt. Die sechs Items der Skala wurden auf einer 7-stufigen Likert-Skala (1 „stimme überhaupt nicht zu“, 4 „neutral“ bis 7 „stimme voll und ganz zu“) bewertet. Es wurden deskriptive Analysen, Kendall-Tau-b-Korrelationen (Alter, Tätigkeitsdauer) und Chi-Quadrat-Tests (Geschlecht, Betriebsgröße, Region) durchgeführt.

Change Fatigue Verteilung in Deutschland

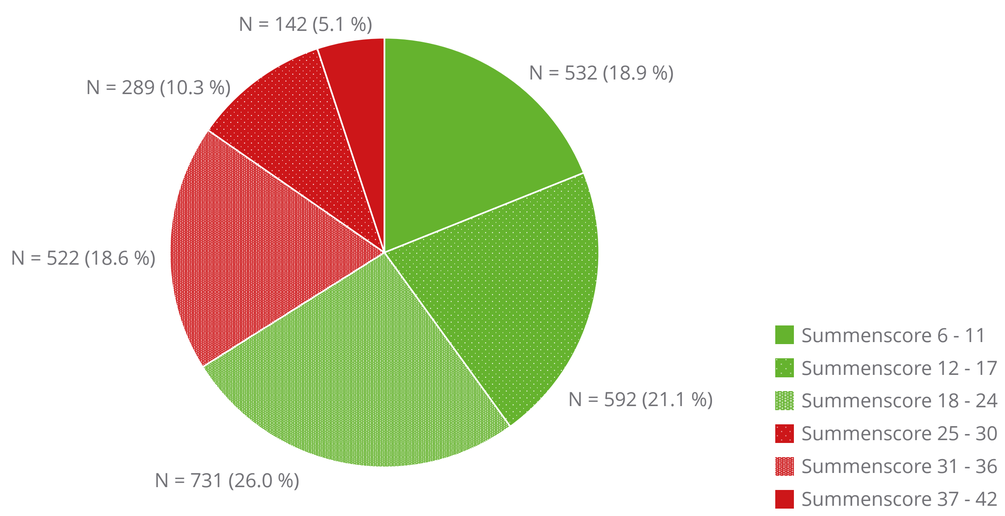


Abb. 1.: Verteilung von Change Fatigue in der Gesamtstichprobe anhand des Summenscores (6 – 42)

Change Fatigue und Betriebsgröße

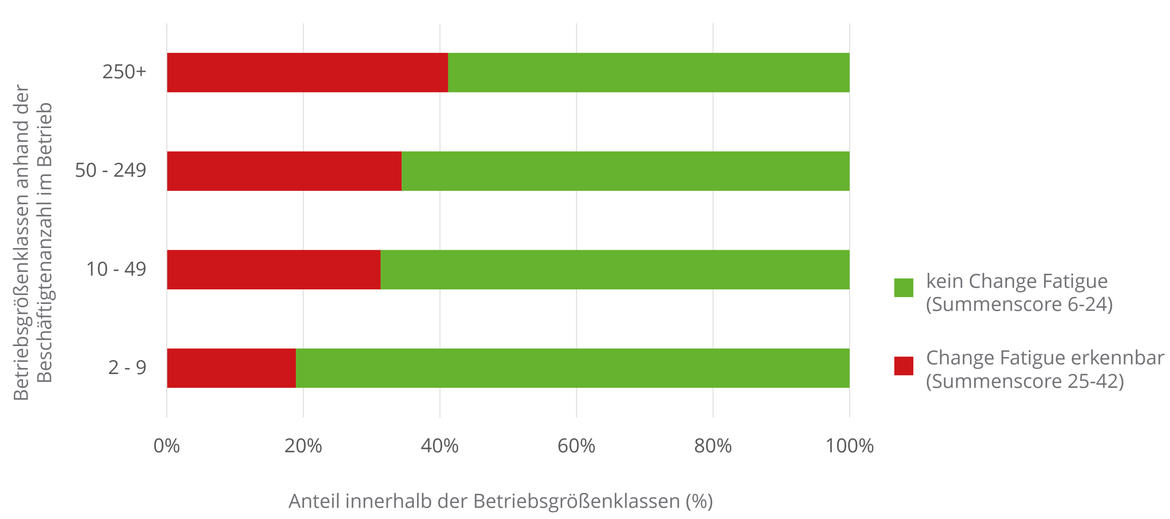


Abb. 2.: Anteil von Change Fatigue in der Stichprobe unterteilt nach Betriebsgröße

Change Fatigue Häufigkeit in der Lausitz

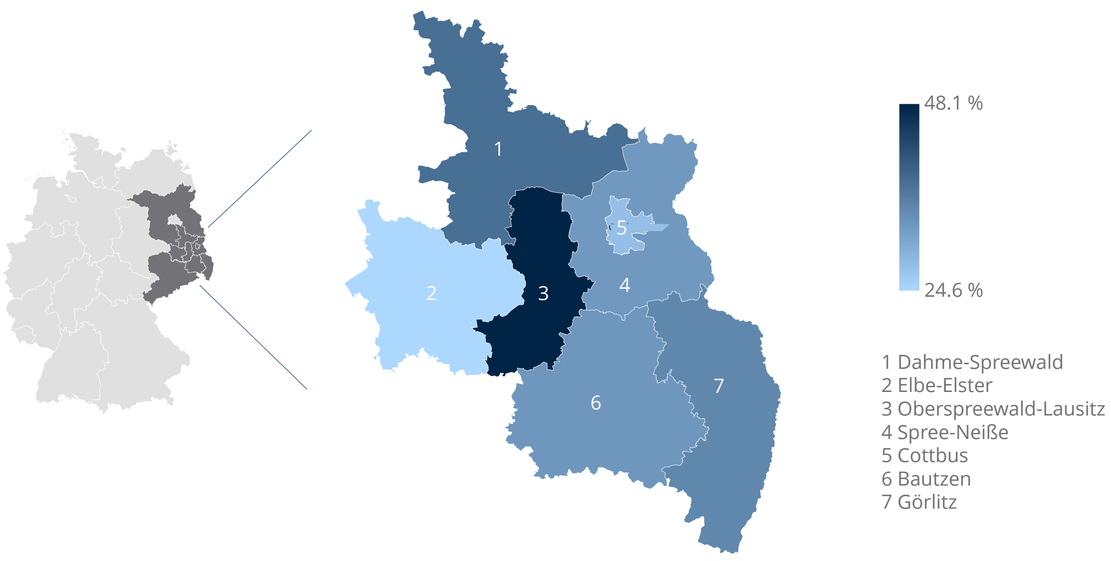


Abb. 3.: Verteilung von Change Fatigue in den Lausitzer Landkreisen
Anmerkung: Ab Summenscore > 24 wurde Change Fatigue als erkennbar angenommen

Ergebnisse der statistischen Analysen

In Deutschland sind 34 % der Befragten von Change Fatigue betroffen. Während sich die Lausitz im Durchschnitt nicht vom restlichen Deutschland unterscheidet, ist jedoch die Häufigkeit von Change Fatigue zwischen den Lausitzer Landkreisen stark unterschiedlich. Zwischen Change und Fatigue und den Variablen Alter, Tätigkeitsdauer und Geschlecht konnten keine praktisch relevanten Zusammenhänge festgestellt werden. Ein signifikanter schwacher Zusammenhang besteht zwischen Betriebsgröße und Change Fatigue.
Zukünftige Forschungen sollten die Auswirkungen spezifischer Veränderungsarten auf Change Fatigue sowie die Prävention von Change Fatigue durch Arbeitsorganisation und Führungskompetenzen vertiefen.

1 *Beaulieu, L., Seneviratne, C., & Nowell, L. (2023). Change fatigue in nursing: An integrative review. Journal of Advanced Nursing, 79(2), 454–470. https://doi.org/10.1111/jan.15546*
2 *Bernerth, J. B., Walker, H. J., & Harris, S. G. (2011). Change fatigue: Development and initial validation of a new measure. Work & Stress, 25(4), 321–337. https://doi.org/10.1080/02678373.2011.634280*
3 *McMillan, K., & Perron, A. (2013). Nurses Amidst Change: The Concept of Change Fatigue Offers an Alternative Perspective on Organizational Change. Policy, Politics, & Nursing Practice, 14(1), 26–32. https://doi.org/10.1177/1527154413481811*
4 *Reichers, A. E., Wanous, J. P. & Austin, J. T. (1997). Understanding and managing cynicism about organizational change. The Academy of Management Executive, 11(1), 48–59.*

[1]CIMTT – Zentrum für Produktionstechnik und Organisation
[2]Professur für Arbeitswissenschaft
Technische Universität Dresden, 01062 Dresden
Telefon: 0351 463 33556
E-Mail: sylvia.franke-jordan@tu-dresden.de

Von der IT-Branche zur Prozessbranche:

Eine Analyse der XR-Industrieanforderungen an XR-Literacy

Samira KHODAEI, Johanna WERZ, Esther BOROWSKI und Ingrid ISENHARDT

Einführung

Problem: Die XR-Industrie befindet sich in einer Transformation von IT- zur Prozessbranche.
Das bedeutet für die Qualifikation von Fachkräften eine Anpassung bestehender Aus- und Weiterbildungsformate.
Lösung: XR-Literacy ist eine Hilfestellung, um die Qualifikation entlang eines Medienproduktions- und Rezeptionsprozesses anzupassen.
Forschungsfrage: Welche XR-Lernziele werden in aktuellen Aus- und Weiterbildungsprogrammen verwendet und relevant gesehen und wie fügen sich diese in ein holistisches XR Literacy-Model?
Forschungsansatz: Analyse von Aus- und Weiterbildungsprogrammen in 5 Schritten.

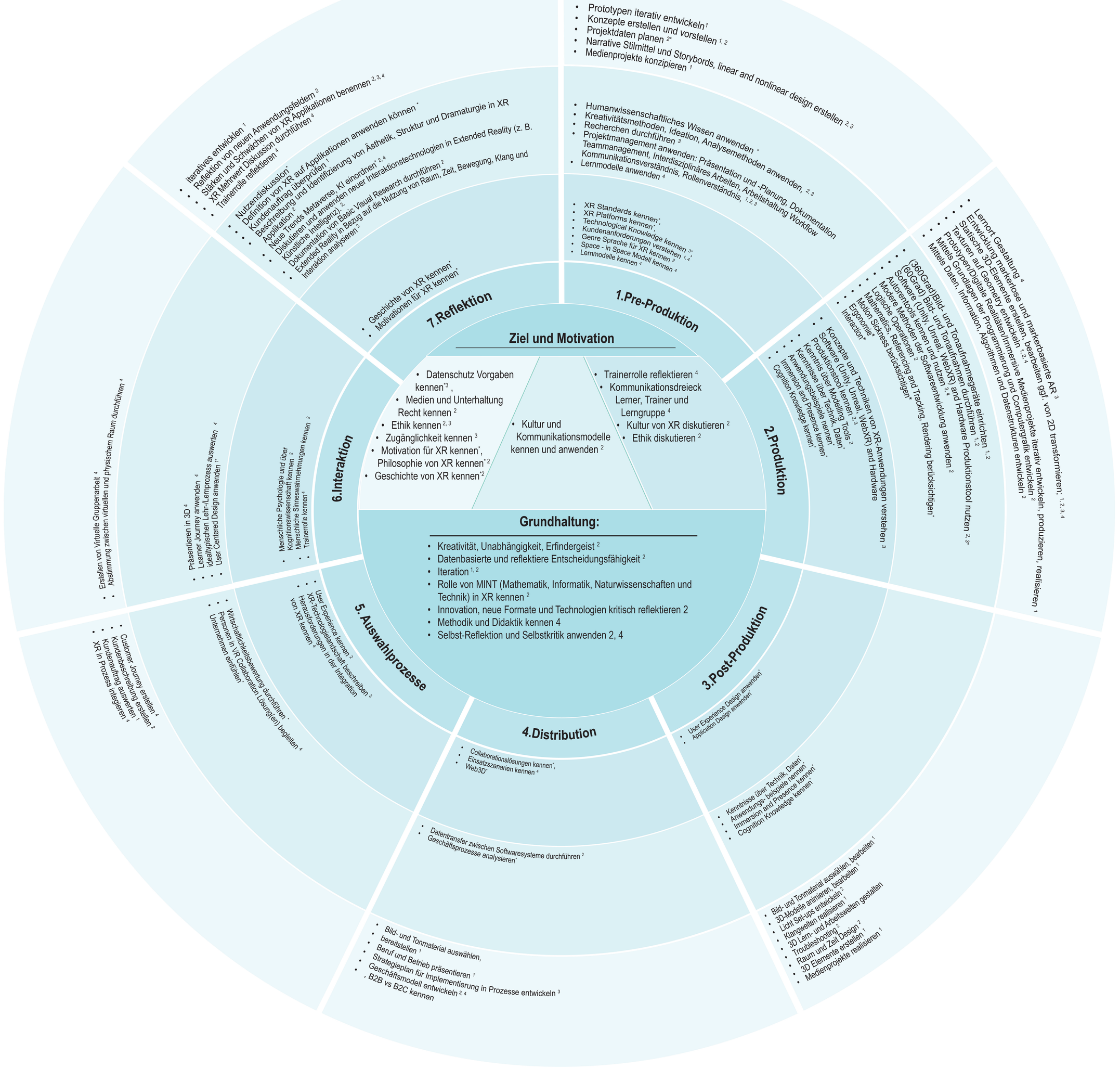
Methode

1. Sammlung von ca. 40 Aus- und Weiterbildungsprogrammen.
2. Auswahl von vier Programmen aus dem deutschsprachigen Raum auf Basis von Abschlussart und Fachzugehörigkeit.
3. Auswertung der Modulhandbücher hinsichtlich Themen, Lernzielen und Taxonomiestufen.
4. Kategorienbildung der Bezeichnungen und Einordnung der Kategorien in den XR Literacy Zyklus.
5. Zusammenfassung der einzelnen Kategorien in Zyklus.

Tabelle 1: Übersicht der analysierten Kursprogramme

Bezeichnung	Fach	Abschluss
1. Gestalter*in für immersive Medien	Medienpraxis	Gestalter/innen für immersive Medien
2. Augmented and Virtual Reality Design	Medienwissenschaft	Bachelor of Arts
3. Spezialisierung Erweiterte Realität für alle	Informatik	Weiterbildung
4. Virtual Reality VR-Trainer*in	Pädagogik	Weiterbildung
5. XR Foundations & Prototyping Bootcamp	Industrie	Weiterbildung

XR Literacy Framework



Auswertung

Die vorliegende Einordnung der Programminhalte und Auswertung verdeutlicht eine signifikante **Diskrepanz in der Vermittlung essenzieller XR-Rezeptionskompetenzen im Vergleich zu XR-Produktionskompetenzen.** Während auf den ersten Blick noch alles relativ gut gefüllt wirkt, wird bei genauerem Hinschauen deutlich, dass die **Lernziele auf der Produktionsseite** deutlich ausdifferentierter sind: 1) sind die Lernziele in der **Anzahl mehr,** 2) sie ziehen sich stringent **durch die drei Taxonomie Stufen** durch 3) sind die **Lernziele auch durchgängig in allen Programmen** vertreten, was darauf hinweist, dass es hier bereits Einigkeit und damit Standards gibt, die für die Wissens- und Fähigkeiten Vermittlung angewandt werden. Bei näherer Betrachtung der Rezeptionsseite wird insbesondere im Bereich der Auswahl-, Interaktions-, Reflexionsphasen deutlich, dass 1) die **Lernziele recht oberflächlich und schwammig** gehalten sind (User Experience kennen in Auswahl und User Centered Design anwenden in Interaktion) , 2) sind die **Taxonomie Stufen beispielsweise in der Reflexionsphase** nicht gleichmäßig verteilt, und 3) sind die genannten **Lernziele immer nur in einzelnen Programmen** genannt bzw. einige Programme wie Nr. 3 adressieren in ihren Lernzielen keine Aspekte, die sich auf die Interaktionsphase beziehen.
Hinter User Experience und User Centered Design verbergen sich eine Vielzahl an Methoden, und Theoretischen Grundnahmen, die in diesem Oberbegriff kaum anwendbar sind. Auf für das Zentrum des Kreises, dass Ziele, Motivation, Ethiken und Grundhaltungen zusammenfassen, besteht wenig Einigkeit über die erforderlichen Lernziele. Eine Erklärung dafür kann sein, dass diese Programme in der Erstellung keine ganzheitliche und prozessorientierte Perspektive auf das Thema XR gelegt haben. Diese Lücken zeigen die **Relevanz eine holistischen Betrachtung** von Aus- und Weiterbildungsprogrammen und deuten auf einen systematischen Nachholbedarf in der Implementierung holistischer Frameworks zur Kompetenzförderung hin. Es zeigt sich **großer Nachholbedarf** hinsichtlich Standards und Methoden für die XR Rezeption.

*MetaStudie des VdC Fellbach
[1]Immersiver Mediengestalter, BIBB
[2]Augmented und Virtual Reality Design
[3]Spezialisierung Erweiterte Realität für alle
[4]Virtual Reality VR-Trainer*in

Tax 1 – erinnern und verstehen
Tax 2 – anwenden und analysieren
Tax 3 – bewerten und entwickeln

Ausblick

Holistisches XR-Literacy-Modell: Definition zukunftsorientierter Kompetenzen für effiziente, adaptive und menschenorientierte

- Fehlende Standards: Kein etabliertes Format zur Sammlung und Sicherstellung von Standards in Interaktionsdesigns.
- Prozesswissen & Reflexion: Fehlen in den meisten Curricula, müssen oft nebenbei erlernt werden.
- Schließung von Kompetenzlücken: Fokus auf XR-Ethik, Datenkompetenzen und Rezeptionsfähigkeit der Entwickler*innen.
- Transfer zwischen Unternehmen und Forschung: Integration in Lehrpläne zur Vorbereitung auf Arbeit 5.0.

WZL - Lehrstuhl für Informations-, Qualitäts- und Sensorsysteme in der Produktion (Prof. Robert Schmitt)
+49 (0)241 8091 137 samira.khodaei@wzl-iqs.rwth-aachen.de

Arbeit + KI
WIRKsam
gestalten

X-perience the change: den Wandel der Arbeit beim Einsatz von KI erlebbar machen mit XR-Technologie

Andrea Altepost, Yücel Uzun, Urs Riedlinger, Adjan Hansen-Ampah, Farah Elaroussi, Wolfgang Merx, Stefan Schiffer

XR-Technologie als Demonstrator

Extended Reality (XR):
- umfasst Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR)
- macht komplexe Arbeitsprozesse interaktiv erlebbar

Ziele des Demonstrators:
- Vermittlung des Nutzens KI-gestützter Arbeit
- Bessere Integration von KI in industrielle Arbeitsprozesse
- Qualifikation der Nutzenden durch interaktive Lernprozesse
- Experimentierraum für KI-gestützte Arbeitsszenarien

Zielgruppen: 3-Ebenen-Modell

1. Ebene	**Am stärksten vom Arbeitssystem betroffen**
	z. B. Maschinenführende, Instandhaltung
2. Ebene	**Indirekt oder noch nicht direkt vom Arbeitssystem betroffen**
	z. B. Management, HR, Auszubildende, Kunden
3. Ebene	**Nicht lokal vom Arbeitssystem betroffen / auf gesellschaftlicher Ebene betroffen**
	z. B. breite Bevölkerung, Forscher:innen, Vertreter:innen unverbundener Unternehmen, Industrie- und Handelskammern usw.

Arbeitswissenschaftliche und KI-bezogene Kriterien

Auswahl der Use Cases:
➢ zentrale Projektziele der WIRKsam-Anwendungsfälle

Arbeitswiss. Kriterien (z. B. Hacker & Sachse 2023)
- ➢ Gesundheit & Entlastung
- ➢ Lernförderlichkeit

KI-Verfahren (Schiffer et al. 2024)
- ➢ Überwachtes Lernen

Entwicklung des XR-Demonstrators

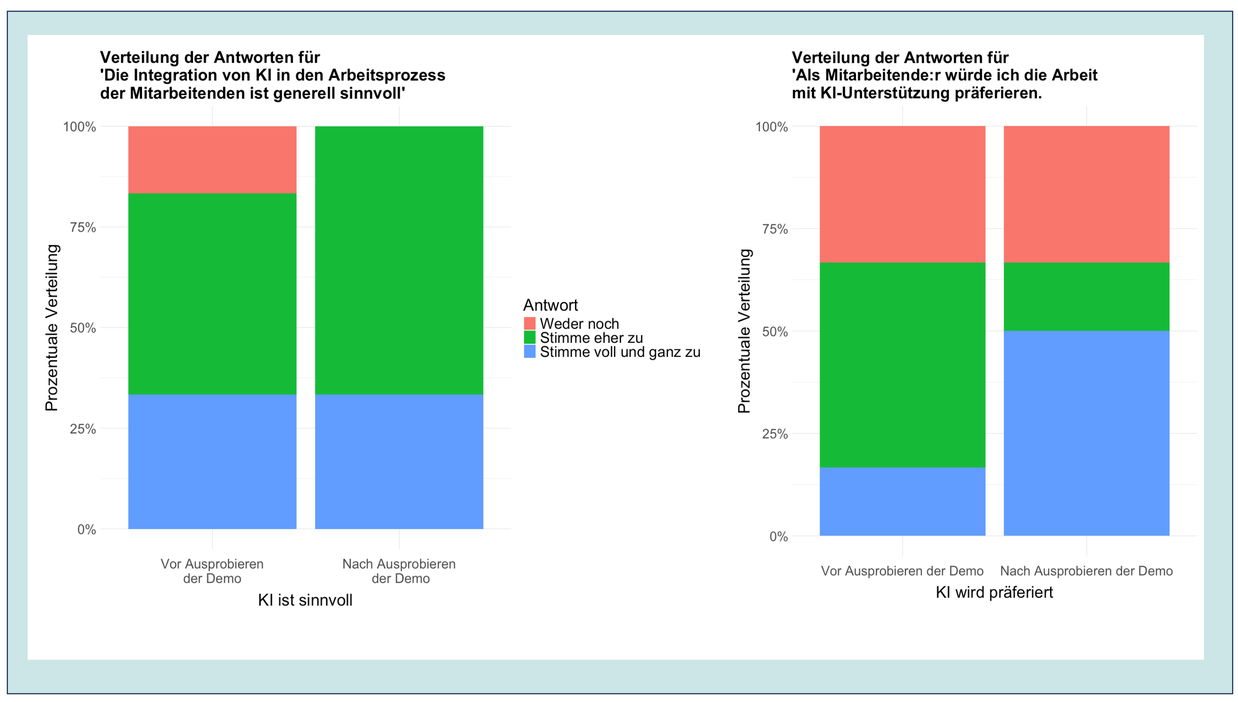
- Iterativer, nutzerzentrierter Designansatz mit kontinuierlichem Stakeholder-Feedback
- Technische Umsetzung mit der Unity-Game-Engine und OpenXR-Schnittstelle; Hardware: derzeit Meta Quest 3
- Use Case: Recyclingbetrieb – Sortierung von Metallen und Kunststoffen mit und ohne KI-Unterstützung

Erste Befragungsergebnisse und Nutzendenfeedback

- Positive Verschiebung der KI-Akzeptanz nach Nutzung des XR-Demonstrators
- XR ermöglicht es, KI-gestützte Arbeitsprozesse realistisch zu erleben und deren Auswirkungen zu reflektieren

Herausforderungen:
- Nutzende bevorzugen direkte Interaktion statt textbasierter Anweisungen
  → Lösung: virtueller Assistent
- Verbesserungsbedarf bei Handgestenerkennung

Weiterentwicklung des Demonstrators:
- Realistischere Anwendungsfälle durch Photogrammetrie und Gaussian Splatting
- Weitere Szenarien für KI-gestützte Arbeitsplätze



www.WIRKsam.nrw

info@WIRKsam.nrw

LinkedIn.WIRKsam.nrw

YouTube.WIRKsam.nrw

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Fördermaßnahme „Regionale Kompetenzzentren der Arbeitsforschung“ (Förderkennzeichen: 02L19C600 ff.) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin / beim Autor.

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Kompetenzzentren Arbeitsforschung

BETREUT VOM
PTKA Projektträger Karlsruhe
Karlsruher Institut für Technologie

Lehrstuhl für Ergonomie
TUM School of Engineering and Design
Technische Universität München

HOW TO BRIDGE THE GAP BETWEEN DIGITAL & PRESENCE

Jonas Bender, Prof. Dr. Klaus Bengler

1. Introduction

📢 "The future of work isn't just about location—it's about connection."

Hybrid work has redefined workplace structures. While remote work enhances flexibility, autonomy, and productivity, it can also weaken collaboration and engagement. Research shows that 78% of employees prefer hybrid work post-pandemic (Simon, 2022). But how do we balance digital efficiency with human presence?

📊 **Key Insight**: A structured approach to hybrid work could enhance employee satisfaction while reducing communication barriers.

2. The Psychology of Hybrid Work

📢 "Work is not just about tasks—it's about meaning."

Hybrid work success depends on psychological factors:

- **Comprehensibility:** Structured workflows reduce uncertainty.
- **Manageability:** Support & training help employees adapt.
- **Meaningfulness:** Purpose-driven work fosters motivation.

"Autonomy fuels productivity, but social bonds sustain engagement." Studies on Self-Determination Theory (Deci & Ryan, 1985) highlight:

- **Autonomy:** Control over work increases motivation.
- **Competence:** Clear structures boost efficiency.
- **Relatedness:** Social connection fosters engagement.

3. Economic Sectors & Hybrid

📢 "Not all jobs fit into a home office."

The feasibility of hybrid work varies by economic sector:

1. **Primary Sector (Agriculture, Extraction)**: Minimal remote potential.
2. **Secondary Sector (Manufacturing, Industry)**: On-site presence is crucial.
3. **Tertiary Sector (Services, Commerce)**: A mix of remote & in-person work.
4. **Quaternary Sector (Knowledge, Digital Services)**: High remote flexibility.

📊 **Key Finding:**

- Digital collaboration tools help to bridge the physical gap but must align with sector-specific needs.

4. Productivity & Skill Analysis

📢 "Strong organizational skills drive hybrid success."

A multi-dataset analysis (Kaggle, O-NET, Economic Classification) shows:

- Average productivity increase: +13.03% (SD = 23.88)
- Remote work adoption: 66.94% (SD = 33.92)
- ANOVA results: Significant sectoral differences ($p < 0.01$)

📊 **Key Correlations with Productivity:**

Skill/Ability	Correlation (r)	p-Value	Interpretation
Negotiation	0.923	0.077	Strong trend, needs validation
Time Management	0.851	0.149	Positive trend, not conclusive
Number Facility	0.573	0.427	Moderate trend, exploratory
Mathematical Reasoning	0.338	0.662	Weak trend, no significance

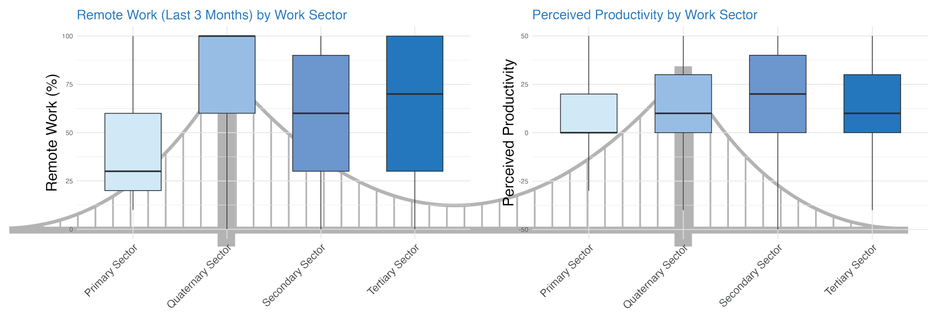


***Figure 1**: Comparison of Productivity and Remote Work by Work Sector*

5. Conclusion

📢 "Hybrid work is not just about WHERE we work, but HOW we work. There is no one-size-fits-all—hybrid work should be tailored."

Key Takeaways:
✓ Hybrid models must be sector-specific.✓ Psychological factors drive success.✓ Digital tools optimize engagement.

🚀 **Future Research Directions:**
🔍 Longitudinal studies on hybrid work dynamics.🔍 Larger datasets for deeper skill-productivity analysis.🔍 Adaptive models that optimize hybrid structures.

References

📚 Antonovsky, A. (1997). Salutogenese: Zur Entmystifizierung der Gesundheit.
📚 Bloom, N., Liang, J., Roberts, J., & Ying, Z. J. (2015). Does working from home work?
📚 Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). Intrinsic Motivation and Self-Determination.
📚 Gupta, A. (2023). Well-being from home to work: The role of mindfulness.
📚 Simon, C. (2022). The effect of home office on the quality of working life.

71. GfA-Frühjahrskongress, 2025, Aachen

Lessons Learned from Human-Robot Interaction Eye-Tracking Studies in the Field

Zhe Zeng[1], Johannes Kraus[2] & Martin Baumann[1]

[1] contact: zhe.zeng@uni-ulm.de

1 Department of Human Factors, Ulm University, Germany | 2 Department of Experimental Psychology, Johannes-Gutenberg University Mainz

BACKGROUND

As robots increasingly enter public spaces, understanding how people perceive and respond to them becomes critically important. These interactions shape not only acceptance but also the overall success of Human-Robot Interaction (HRI) in shared environments [1, 2]. However, despite the growing presence of robots in everyday life, limited research has utilized eye-tracking technology to examine the psychological processes underlying human responses to robots. To address this research gap, we conducted two eye-tracking studies in public spaces as part of the ZEN-MRI project.

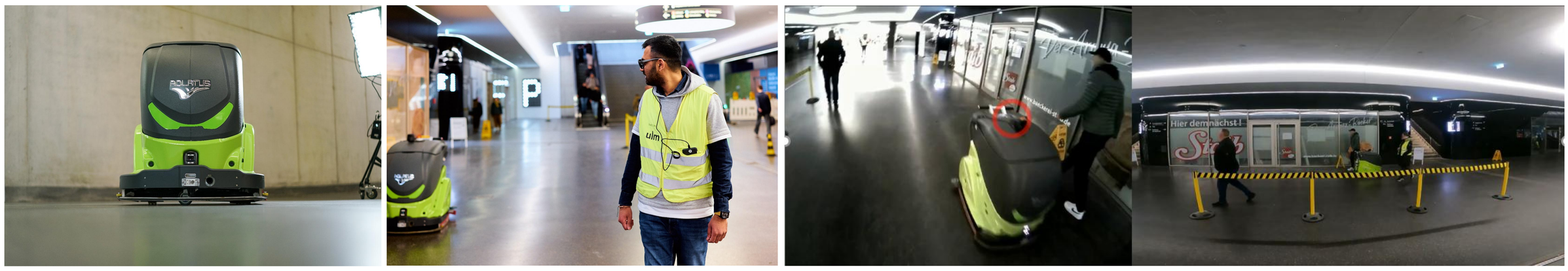
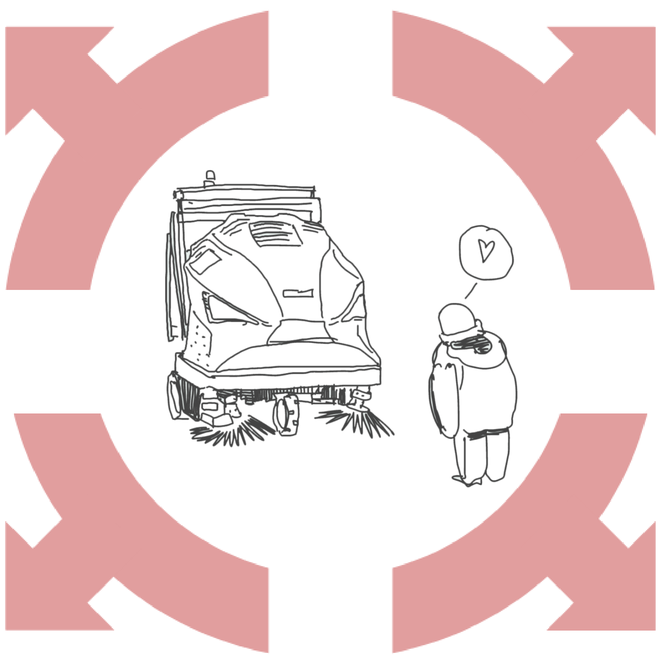


***Figure**: From Left to Right: Adlatus cleaning robot; a participant undergoing testing with eye tracking glasses; a screenshot from eye tracking glasses' scene camera (with the red circle indicating the gaze position); and a screenshot captured by the GoPro at that moment.*

CONSIDERATIONS

1. Definition of the motivation

- Field studies offer unique insights by capturing human behavior in authentic, dynamic environments, providing **ecologically valid data** unattainable in controlled lab settings.
- A downside is that it's often **difficult to control all the factors** that the researchers aims to manipulate, when collecting data in natural behavior in real-life situations.



2. Experiment design and participant awareness

- **Exploratory study design** can involve observing participants in the natural environment without manipulation, focusing on naturally occurring behaviors.
- **Lab-in-the-Field study design** introduces experimental manipulations in realistic settings, balancing ecological validity with experimental control. Participant awareness affects behavior; **cover stories** can help minimize bias.

3. Technical challenges

- Field studies face more technical issues than lab experiments, including hardware failures, connectivity problems, and autonomous operation challenges. **Skilled on-site staff** are crucial for troubleshooting and minimizing data loss.
- Leveraging **multiple data sources** including eye-tracking, video recordings, and questionnaires enhances behavioral analysis.

4. Ethical standards and data protection regulations

- **Participants** must be fully informed and participate voluntarily, while the experiment complies with GDPR and ethical guidelines, ensuring transparency and safeguarding their rights.
- To protect **pedestrians**' data privacy, comprehensive notices should be provided via posters and handouts. Tools like Face Blurring can help anonymize non-consenting individuals in recorded footage.

SUMMARY

An overview of the recommended steps for planning and conducting an eye tracking field study in HRI

01 Does my research require field study?

02 Contact data protection and ethical officers as soon as possible.

03 Decide whether to conduct an exploratory or lab-in-the-field study based on your research questions.

04 Discuss the feasibility of the experimental plan with skilled robot staff.

05 Conduct pilot study and test equipment and adjust the study plan.

06 Set up the site and collect data.

LITERATURE

[1] Babel, F., Kraus, J. & Baumann, M. Findings From A Qualitative Field Study with An Autonomous Robot in Public: Exploration of User Reactions and Conflicts. Int J of Soc Robotics 14, 1625–1655 (2022). https://doi.org/10.1007/s12369-022-00894-x

[2] Pelikan, H. R. M., Reeves, S., & Cantarutti, M. N. (2024). Encountering autonomous robots on public streets. In Proceedings of the 2024 acm/ieee international conference on human-robot interaction (p. 561–571). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. Retrieved from https://doi.org/10.1145/3610977.3634936

Herausforderungen und Lösungsansätze bei der Einführung KI-basierter Schicht- und Personaleinsatzplanungstools

Untersuchtes Fallbeispiel

Dienstleistungssektor

300 Mitarbeitende

24-Stunden-Betrieb

Ausgangslage und Problemstellung

- Zunehmende Anforderungen durch unsichere Märkte, schwankende Auftragszahlen und verändertem Arbeitskräftemarkt bringen bestehende Konzepte der Schicht- und Personaleinsatzplanung an ihre Grenzen.
- Bisherige betriebliche Ansätze zum Umgang mit flexiblen Anforderungen sind immer seltener erfolgreich, besonders bei fehlenden Grundplänen.

Wie gestaltet sich ein Planungsprozess mit dem Ziel eines passgenauen, KI-basierten Schicht- und Personaleinsatzplanungstools?

Arbeitswissenschaftliche Kriterien

Doppelte Flexibilität

Schichtplanung ohne Grundpläne

Personaleinsatzplanung

Planungsprozess: Vorbereitung einer technischen Umsetzung

Auswahl einer betriebsspezifischen Software

Vorgehensweise

1 Vorbereitung, Durchführung und Auswertung eines Kick-Off-Workshops

- Klärung von Zielen, Projektgrundlagen, Verantwortlichkeiten und rechtlichen Rahmenbedingungen
- Besprechung der Ergebnisse des Erhebungsbogen
- Klärung von Datenschutzfragen mit Mitarbeitervertretung

2 Bestandsaufnahme und Bewertung der aktuellen betrieblichen (Planungs)-Grundlagen

- Übersicht zu Planungsparametern wie Qualifikationen, Kompetenzen, Anzahl Schichten etc.
- Analyse der Arbeitszeitmodelle und -konten auf Schwankungen
- Daten als Basis für Alternativszenarien und Planmuster

3 Bestandsaufnahme und Bewertung der operativen Arbeit des Planungsteams

- Kennenlernen der operativen Arbeit des Planungsteams
- Erfassen von Möglichkeiten und Grenzen der bestehenden Softwareanwendungen
- Entwicklung von ersten Alternativplänen für die bestehenden Anforderungen

4 Durchführung von Beschäftigtenworkshops

- Sammlung und Strukturierung von Anforderungen und Wünschen der Belegschaft an zukünftige (Einsatz-) Pläne
- Schaffen eines einheitlichen Informations- und Wissensstands
- Definition von Handlungsfeldern und Indikatoren zum Messen von Verbesserungen

5 Projektmanagement und Ergebniserstellung

- Planung, Gestaltung und Dokumentation einzelner Prozessschritte mit über 60 Einzelmaßnahmen in einem Pflichtenheft als Daten- und Entscheidungsgrundlage für die Künstliche Intelligenz

Ergebnisse, Diskussion und Fazit

- Arbeitswissenschaftliche Kriterien und doppelte Flexibilität lassen sich auch dort berücksichtigen, wo keine Grundpläne mit systematischen Mustern vorhanden sind. Ein Pflichtenheft mit 60 Punkten definiert die organisatorischen Entscheidungen, die vor einer technischen Realisierung getroffen werden müssen und dient als Daten- und Entscheidungsgrundlage für die KI.
- Die technische Lösung muss sich an die Organisation anpassen. Ein kollektiv erarbeiteter Rahmen hilft, individuelle Fehlentscheidungen zu vermeiden und erhöht die Akzeptanz.
- Innerhalb von zwölf Monaten konnten belastbare Ergebnisse erzielt werden. Die Umsetzung hängt nun von der Freigabe finanzieller Mittel oder einer Optimierung des bestehenden Systems ab.

Literatur

Computerwoche (2010) Kostenloser Leitfaden: Effiziente Personalplanung ohne Excel-Tabellen. https://www.computerwoche.de/article/2662400/effiziente-personalplanung-ohne-excel-tabellen.html, zuletzt geprüft am 30.01.2025.

Fraunhofer IAO (2024) Personaleinsatz und Schichtbetrieb flexibilisieren. Schichtbetrieb resilient, effizient und attraktiv gestalten. https://www.iao.fraunhofer.de/de/veranstaltungen/2024/personaleinsatz-und-schichtbetrieb-flexibilisieren-apr.html, zuletzt geprüft am 27.01.2025.

ifaa — Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V. (2023) Checkliste zur Einführung und Auswertung von Schichtmodellen https://www.arbeitswissenschaft.net/fileadmin/Downloads/Angebote_und_Produkte/Checklisten_Handlungshilfen/Checkliste_Schichtmodelle_Formular_final.pdf, zuletzt geprüft am 30.01.2025.

INQA Initiative Neue Qualität der Arbeit (2025) Starre Schichten ade: Wie flexible Schichtarbeit gelingt. https://www.inqa.de/DE/angebote/praxisbeispiele/starre-schichten-ade-wie-flexible-schichtarbeit-gelingt.html, zuletzt geprüft am 30.01.2025.

Rat der Arbeitswelt (2023). Arbeitsweltbericht. Nachhaltige Arbeit als wichtigste Ressource. https://www.arbeitswelt-portal.de/fileadmin/user_upload/awb_2023/Arbeitsweltbericht_2023_Kapitel5_6_BF.pdf, zuletzt geprüft am 30.01.2025.

Veit Hartmann, Andreas Heßler, Dr. Ufuk Altun | ifaa — Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V. | Uerdinger Straße 56 | 40474 Düsseldorf | info@ifaa-mail.de | www.arbeitswissenschaft.net

Ansätze zur Stärkung der Menschzentrierung in der Ultraeffizienzfabrik

Michael Hertwig[1], Joachim Lentes[1], Christof Schillinger[2], Michael Löffler[2], Tobias Riethmüller[2]
1 Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, Nobelstraße 12, D-70569 Stuttgart
2 Centrum für Digitalisierung, Führung und Nachhaltigkeit Schwarzwald gGmbH, Herzog-Eberhard-Straße 56, D-72250 Freudenstadt

Kurzfassung

Die Ultraeffizienzfabrik ermöglicht eine ganzheitliche Nachhaltigkeitsbetrachtung produzierender Unternehmen. Um die ökologischen und sozialen Dimensionen fassbar zu machen, wurden diese in fünf Handlungs-feldern zusammengefasst. Für eine ganzheitliche, datenbasierte Optimierung der Fabrik sind Daten aus allen Handlungsfeldern erforderlich. Im Beitrag werden für das Handlungsfeld „Mensch/Personal" werden leicht-gewichtige Ansätze zur Datenerhebung vorgestellt, die für die Anwendung in produzierenden Unternehmen geeignet sind. Mit Wearables werden Vitaldaten zur Bewertung von körperlicher Belastung herangezogen. Durch eine Videoanalyse wird begleitend die Ergonomie der Arbeitsplatzsituation betrachtet. Die erhobenen Daten werden mit weiteren Daten aus der Fabrik zusammengeführt, wodurch eine Grundlage für Optimierungen mit verstärkter Berücksichtigung der Handlungsfelder „Mensch/Personal" und „Organisation" geschaffen wird. Der Ansatz wurde im industriellen Umfeld validiert.

Einleitung

Angesichts des Klimawandels, des Weltbevölkerungswachstums und der Endlichkeit von Ressourcen ist es unerlässlich, unser derzeitiges Handeln und Wirtschaften kritisch zu hinterfragen. Das Konzept der Ultraeffizienzfabrik (Bild 1) zielt darauf ab, eine verlust- und verschwendungsfreie Produktionsumgebung zu schaffen, die gleichzeitig positive Beiträge zu ihrem Umfeld leistet. In diesem Kontext wurden fünf zentrale Handlungsfelder identifiziert: Material, Energie, Organisation, Mensch/Personal und Emissionen[1].
Während in den letzten Jahren der Fokus verstärkt auf Material und Energie gerichtet war, ist eine menschzentrierte Betrachtung der Handlungsfelder Mensch/Personal und Organisation von großer Bedeutung, um die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen zu fördern. Diese Arbeit diskutiert die ganzheitliche Betrachtung der Ultraeffizienzfabrik, um Potenziale für Optimierungen in den definierten Handlungsfeldern zu erschließen. Ziel ist es, eine integrierte Sichtweise zu entwickeln, die nicht nur Fabrikprozesse, sondern auch das urbane und regionale Umfeld einbezieht, um umfassende Verbesserungen zu ermöglichen.

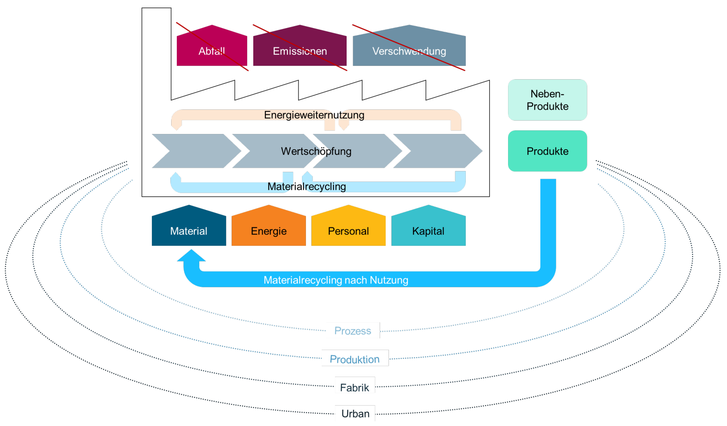


Bild 1: Leitbild der Ultraeffizienzfabrik, ganzheitliche Betrachtung unterschiedliche Handlungsfelder und Betrachtungsebenen

Vital-Daten von Mitarbeitenden

Verschiedene Studien belegen die Eignung von Wearables zur Auswertung von Vitaldaten für die Gesundheitsüberwachung[2].
Wearables lassen sich aufgrund

- integrierter Sensorik,
- Verfügbarer Aktorik,
- Datenspeicher
- Recheneinheit und
- Kommunikationsschnittstelle

als Cyper-Physisches System (CPS) beschreiben[3], welches in Unternehmensstrukturen integriert werden kann. Damit eröffnen Wearables das Potenzial Echtzeit-Prozessüberwachung vorzunehmen und gleichzeitig kann eine schnellere Kommunikation zwischen den Mitarbeitenden im mensch-zentrierten Produktionsprozess etabliert werden. . Durch Analyse bestehender Indikatorsysteme mit sozialer Dimension lassen sich relevante Messgrößen für eine mensch-zentrierte Bewertung des Arbeitsumfeldes ableiten. Die Nutzung von Daten aus personengebundenen Entitäten erhöhen gleichsam das Risiko, dass Daten für nicht vorgesehene Zwecke verwendet werden.

Leicht-gewichtige Ergonomie-Bewertung aus Videos

Die Bewertung der Ergonomie in Prozessabläufen wird häufig im Rahmen der Arbeitsplatzgestaltung betrachtet, jedoch oft nicht weiter verfolgt, obwohl sie signifikanten Einfluss auf Produktivität und Qualität hat. Professionelle Ergonomie-Analyse-Systeme sind für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) oft unerschwinglich. Um diese Lücke zu schließen, wurde ein kostengünstiger Ansatz entwickelt, der auf standardmäßiger Hardware und Open Source-Software basiert.
Der entwickelte Softwareprototyp läuft auf Windows-Rechnern und benötigt lediglich eine Webcam. Er nutzt eine KI-basierte Open Source-Lösung zur Bestimmung der Körpergelenkpositionen aus 2D-Videodaten, die anschließend in 3D-Gelenkpositionsdaten umgewandelt werden. Diese Daten werden an ein Auswertungsmodul übertragen, wo Gelenkwinkel berechnet und das ergonomische Standardverfahren Rapid Upper Limb Assessment (RULA) in vereinfachter Form angewendet wird. Benutzer können vorab erforderliche Informationen wie Kraft- und Wiederholungsangaben eingeben.
Die Prozesskette umfasst die Verwendung der Open Source Softwarepakete OpenPose und Lightweight OpenPose zur Ermittlung von 3D-Positionsdaten[4] von 18 Körperpunkten, die dann zur Ergonomieanalyse genutzt werden. Die Ergebnisse werden in einer grafischen Benutzeroberfläche angezeigt, wobei die RULA-Ergebnisse farblich markiert sind, sodass auch Mitarbeitende ohne tiefgehende Ergonomiekenntnisse die Analyse durchführen können. Dieses Vorgehen ermöglicht eine praxisnahe und zugängliche Ergonomieanalyse in KMU.

Tabelle 1: Relevanter menschbezogener Kenngrößen bestimmbar mittels Wearables

Kenngröße	Einheit	Messung
Lärmbelastung in der Produktion	dB(A)	Lärmmessung: Dauerpegel und Maximalamplitude
Intensität der Arbeit	Level / N/s	Häufigkeit der Kraftanwendung, Höhe der benötigten Kraft
Arbeitsproduktivität	s	Vergleich Vorgabenzeit (z.B. MTM) mit Echtzeit-Messung --> Abweichung von Soll-Zeit
Physiologischer Zustand des Mitarbeitenden	1/min	Pulsmessung (verglichen mit Ruhepuls)

Bild 2: Schematischer Aufbau des Funktionsprototypen zur Ergonomieanalyse

Ganzheitliche Bewertung durch Daten-Aggregation

Die Aggregation von Daten aus allen Handlungsfeldern bietet wertvolle Einblicke, indem sie eine umfassende Analyse der Produktionsprozesse ermöglicht. Durch die Erhebung von Daten zu Energieverbrauch, Lagerbeständen, Transportkapazitätsauslastung und Emissionen, ergänzt durch menschbezogene Daten aus Wearables und Video-gestützten Ergonomie-Analysen, entsteht ein ganzheitliches Bild.
Das entwickelte Dashboard ermöglicht eine intuitive und schnelle Erfassung des Effizienzgrads der Fertigungsschritte mithilfe visueller Hilfsmittel, insbesondere einer farbbasierten Darstellung. Dies erlaubt den Nutzern, den aktuellen Zustand der Prozesse auf einen Blick zu erkennen und gezielt auf Abweichungen zu reagieren. Die Integration der fünf Handlungsfelder – Energie, Material, Emissionen, Mensch und Organisation – verdeutlicht die Synergien zwischen diesen Bereichen und fördert eine effektive Optimierung der Produktionsprozesse.

Praxisnahe Evaluierung

Die Untersuchung an der mittelständischen Brauerei Alpirsbacher Klosterbräu zeigt den Mehrwert der Kombination zweier Ansätze zur Evaluation und Optimierung von Arbeitsprozessen. Durch die Einführung einer neuen Mischanlage für die kontinuierliche Inline-Produktion wurde nicht nur die Produktivität gesteigert, sondern auch die körperliche und akustische Belastung der Mitarbeitenden reduziert.
Die Datenerhebung erfolgte mittels Wearables zur Aufzeichnung der Herzfrequenz (Bild 3 und zur Messung der Umgebungslautstärke, während die Körper-haltung mit der RULA-Methode (Bild 4) analysiert wurde. Diese leichtgewichtige Methodik ermöglichte eine praxisnahe und ressourcenschonende Bewertung der beiden Mischanlagen. Das Ergebnis ist eine effiziente, benutzerfreundliche Methode zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen im Rahmen der Ultraeffizienzfabrik, die mit minimalem technischem und zeitlichem Aufwand realisierbar ist.

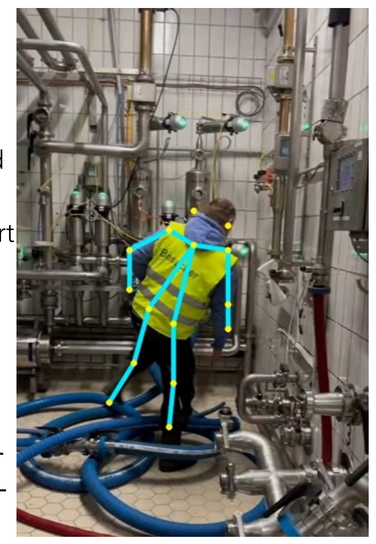


Bild 1: Auswertung aus dem videobasierten Ansatz

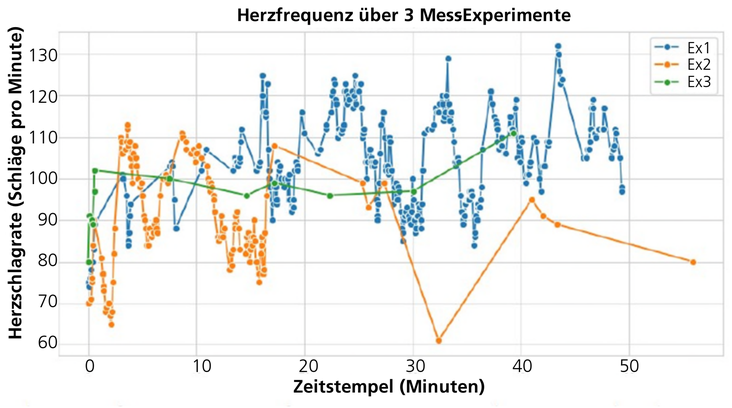


Bild 1: Messung der Herzfrequenz aus drei Messreihen an der bestehenden Mischanlage

Zusammenfassung und Ausblick

Im Artikel erfolgt die fokussierte Betrachtung der Wechselwirkung zwischen Arbeitsumgebung, Arbeitsgegenstand und menschlicher Arbeitskraft, insbesondere im Kontext der Ultraeffizienzfabrik. Es wird untersucht, wie die Rolle des Menschen quantifiziert und mit Daten aus anderen Bereichen synchronisiert werden kann, um die Effizienz und Effektivität im Arbeitssystem Fabrik zu steigern.
Durch die Sammlung weiterer Datensätze muss die Evaluierung fortgesetzt werden, um konkrete Handlungsempfehlungen zur Gestaltung von verträglichen und nachhaltigen Arbeitsplätzen zu formulieren. Die erstellten technischen Lösungen und die Datenaggregation müssen weiterentwickelt werden, um sowohl eine präzise Zuordnung zum Arbeitsgeschehen als auch den Schutz personenbezogener Daten zu gewährleisten.

1 Lentes J, Mandel J, Schließmann U, Blach R, Hertwig M (2016) Competitive and sustainable manufacturing by means of ultra-efficient factories in urban surroundings. International Journal of Production Research 55(2), 480-491. .
2 King C, Sarrafzadeh, M (2018) A survey of smartwatches in remote health monitoring. Journal of healthcare informatics research 2 (1-2), 1-24.
Sitiorepudae ommos volorum si corem doluptat aut laborerum dit, nihite sectinis rerum rem voluptu restem ipsus mo quo eum
3 Nguyen T, Tran K, Raza A, Nguyen Q-T, Bui H, Tran K (2023) Wearable Technology for Smart Manufacturing in Industry 5.0. In: Tran K P (Hg.) Artificial intelligence for smart manufacturing. Cham: Springer, 225-254.
4 Osokin D (2019) Real-time 2D Multi-Person Pose Estimation on CPU: Lightweight OpenPose. In Proceedings of the 8th International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods – ICPRAM, SciTePress, 744-748.

Potential of Using Dynamic Image Processing in Examinations of Ergonomic Reach- and Movement Spaces

Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design
Universität Stuttgart

Introduction and Methodology

This poster gives an overview of MediaPipe and OpenCV, alongside other libraries, utilization in reach area and posture analysis during or after user experiments. The structure of the programs used can be seen in figure 1. The core principle of the program centers on MediaPipe's Hands and Pose joint-tracking capabilities, combined with OpenCV's image editing tools. First, the basic settings are configured. For each camera, a separate function is initiated using multiprocessing, which enables simultaneous execution of multiple processes. Then, for each frame, MediaPipe tracks the required joints. The frame is subsequently passed to different functions depending on the editing needed for each study‘s evaluation. These coordinates can be highlighted and connected, or they can be used to build vectors for calculating the joint angles. Heatmaps can also be created with these coordinates by changing the colour intensity at the coordinate of the joint. Heatmaps with conditional areas can also be created, in which the areas change their colour intensity based on a given condition.

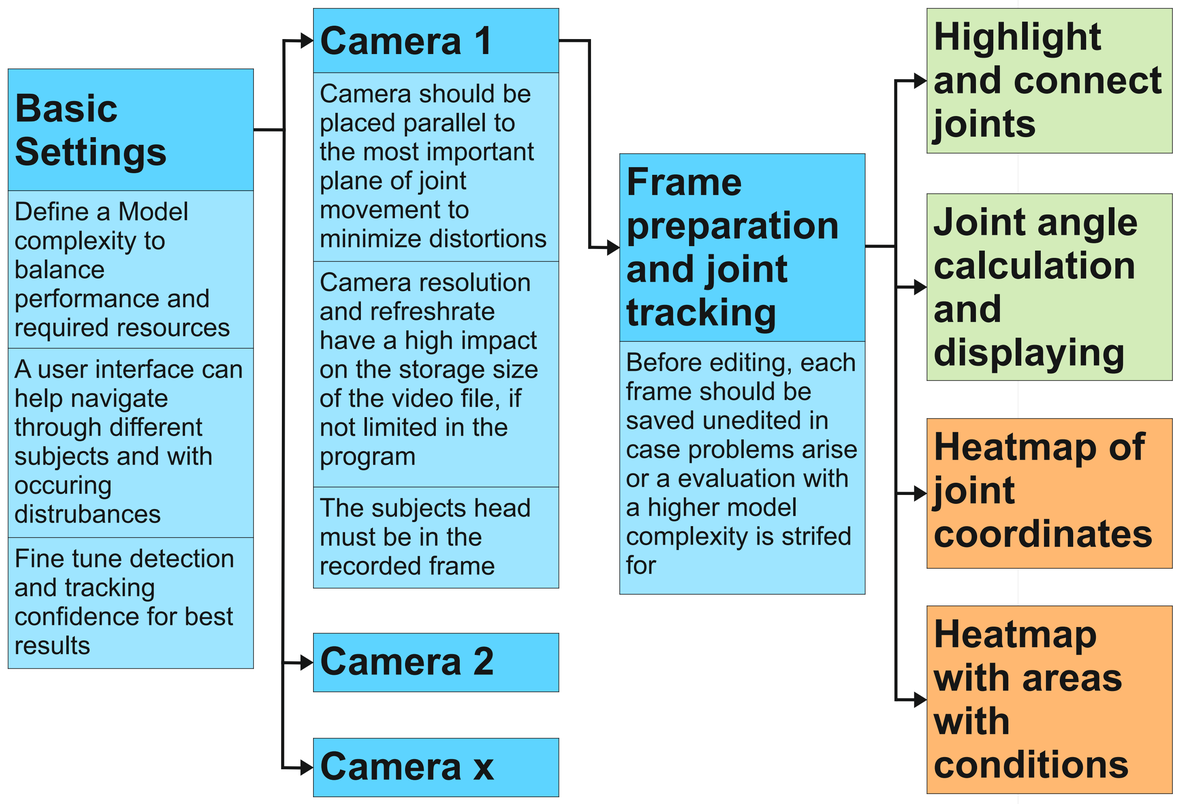


Figure 1: Sequence of the program depicted in Figure 2 and 3

Discussion

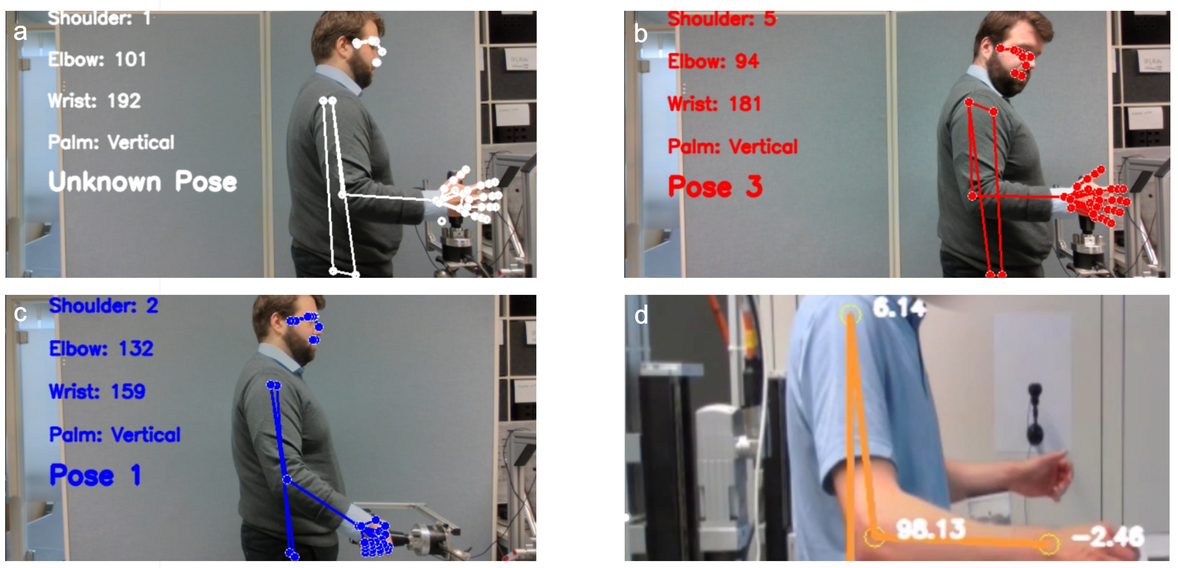


Figure 2: Highlighted joints and joint angles

The highlighted joints and joint angles, see figure 2, were used during experiments and in subsequent evaluations. During the experiments, they enabled the analysis of the subject‘s posture and movements, allowing corrections of the posture for proper product usage. In post-experiment evaluations, they helped identify incorrect postures and their causes.

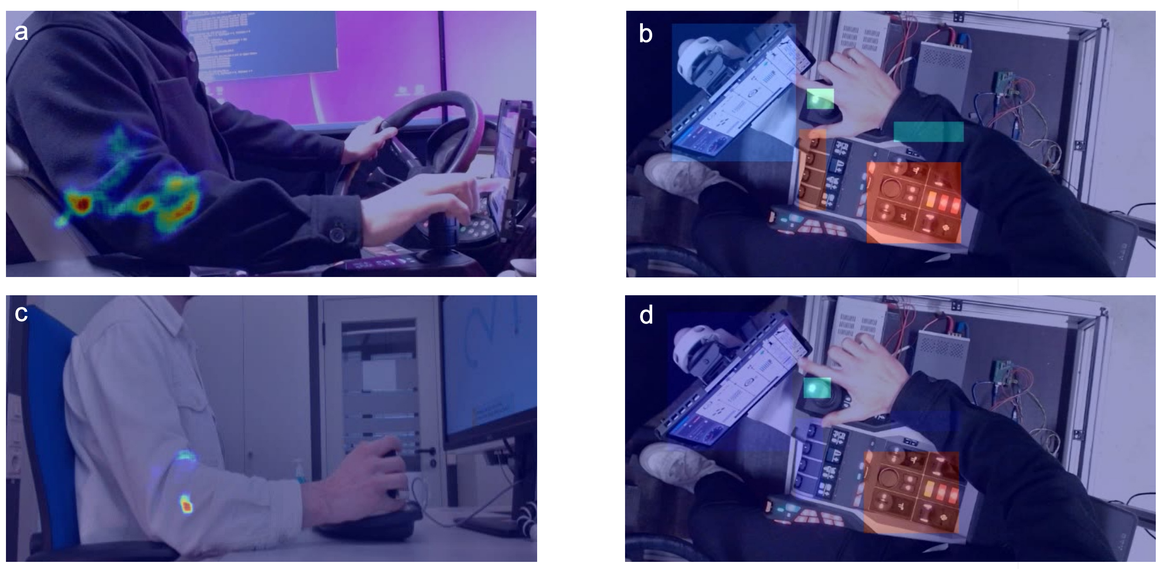


Figure 3: Heatmaps of joints and interaction with areas

The heat maps focus on operation frequency. The general heat map identifies common joint positions, such as resting positions, as illustrated in figure 3a and 3c. To highlight the frequenzy of use of the controls heatmaps with conditions were created. A time-based heat map, see figure 3b, shows how long certain controls were used, and a entry-based heat map, which shows how often a control was switched to, see figure 3d.

Conclusion

Strengths	Weaknesses
Open-source The open-source nature of MediaPipe makes it accessible to everyone and supports extensive customization in Python and C++.	**High CPU demands** Depending on the number of cameras and the complexity of frame processing, CPU demands can be high, which can especially cause issues during live tracking.
Integration into Python or C++ The integration into Pyton or C++ enables the use of computer vision for image processing and facilitates the automated processing of large datasets.	**Coding knowledge** In comparison to ready-to-use tracking software, MediaPipe requires coding knowledge to integrate it into a program.
Markerless motion capture The motion capture is markerless, therefore, the subject does not need to wear any tracking equipment that could influence their movement.	**Tracking issues** Depending on the camera position, lighting, and clothing, tracking issues can occur tracking can be improved by ensuring that the joints are well illuminated and visible or minimally covered. Increasing the model complexity can further improve detection, although it requires more computing resources.

Kontakt: Pascal Rommel, Marcel Racs, Ferdinand Langer
Jonathan Kießling, Daniel Holder, Thomas Maier
E-Mail: Pascal.Rommel@iktd.uni-stuttgart.de

A State-of-the-Art “Mobile Office in Automated Vehicles”

Frank Beutenmüller [1] frank.beutenmueller@twt-gmbh.de
Lara Vartziotis[1] lara.vartziotis@twt-gmbh.de
Dr. Nine Reining[1] nine.reining@twt-gmbh.de
Marielène Klumpp[1] marielene.klumpp@twt-gmbh.de
Dr. Marek Bachmann[1] marek.bachmann@twt-gmbh.de
Prof. Dr.-Ing. Peter Ohlhausen[2,3] peter.ohlhausen@iao.fraunhofer.de

1 TWT GmbH Science & Innovation, Industriestraße 6, 70565 Stuttgart
2 Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
3 Hochschule Reutlingen, Alteburgstraße 150, 72762 Reutlingen

Gaining time through productive travels in automated cars with Mobile Office interior

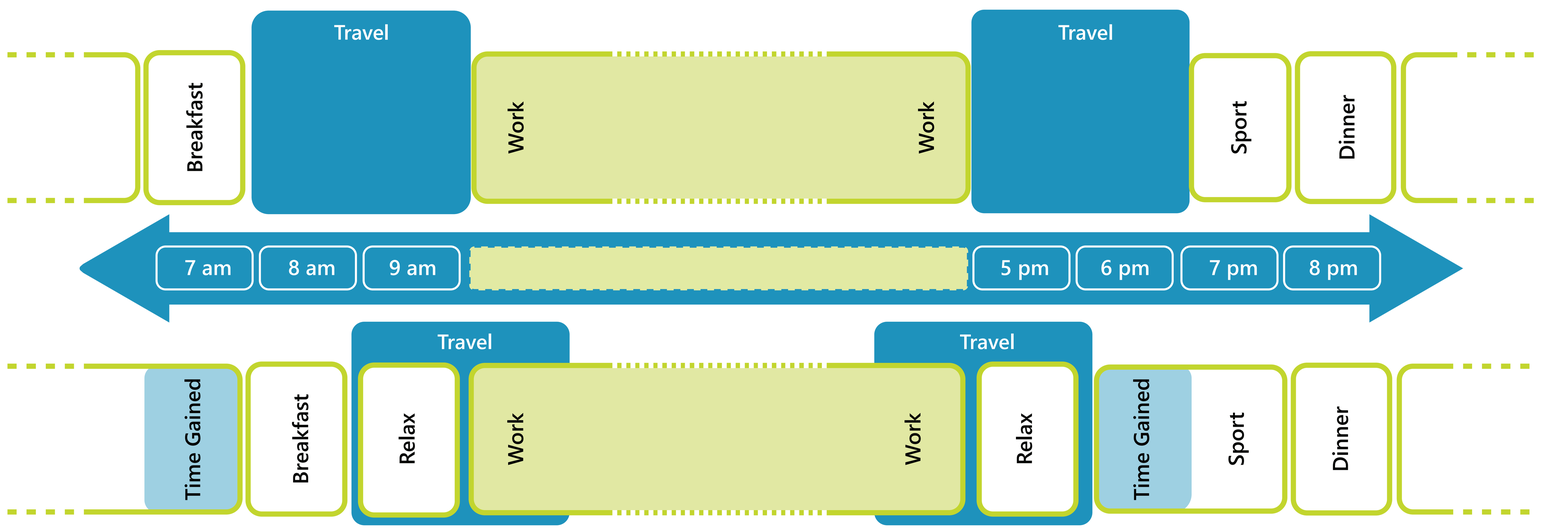


Fig. 1: Sketch adopted from Stevens et al. (2019) showing the change of the driving activity “travel” (commuting) to a usable context for other tasks.

Three main topics related to working in automated vehicles are addressed in current studies: (1) handling take-over requests; (2) identifying non-driving-related activities; (3) designing suitable vehicle interiors and human-machine interfaces

◉ Non-driving related Tasks and the Mobile Office

- 70% of participants think work-related tasks to be possible to take on in automated vehicles compared to 35% believing it possible as passengers in non-automated vehicles /trains (Pfleging et al. 2016)
- Problems:
  - high complexity of work-related tasks (Pfleging et al. 2016, Stevens et al. 2019)
  - lack of trust in automated vehicles (Wadud & Huda 2020)
  - motion sickness during NDRTs in cars (Wadud & Huda 2020, Diels & Bos 2016)
- Take-Over Requests (TOR) might limit choices of tasks (divided attention) and mobile office design in the car (Singleton 2019)

◉ Take-Over Requests in the Mobile Office

- Focus on two aspects: (1) how does working in automated vehicles affect the ability to take over control; (2) how to request the (working) driver reliably to take over control
- Need to understand the drivers' cognitive and emotional states during critical transition moments → dividing TOR in phases: hand over – move over – take over → crucial for designing vehicle systems capable of adapting to human factors to ensure a safe transition of control (Schäffer & Remlinger 2024)
- When users are engaged in active non-driving related activities proactive TOR responses are less suited (Mathis et al. 2024)

◉ Car Interior and Human-Machine Interfaces in the Mobile Office

- Change from mere transportation environment to dynamic space tailored to the changing needs → vision: flexible space that can seemlessly transition between relaxation and work (Alt et al. 2010, Bopp-Bertenbreiter et al. 2022)
- Ergonomics: higher ergonomy facilitates higher productivity (Bopp-Bertenbreiter et al. 2022)
- Privacy: special design features needed to handle confidential tasks (Ihme et al. 2021)
- Technology: integration of advanced hardware (e.g. adjustable screens, robust internet connection) and AI (e.g. personalized in-car HMIs) (Diederichs et al. 2022b, Diederichs et al. 2022a)

◉ Outlook

- SAE levels will go up from partly automated vehicles to fully automated vehicle
  - Lack of trust in automated vehicles will diminish with experience
  - TORs will occur less frequent and then vanish, so variation in interior can go up and the focus of car user on (complex) work-related tasks can be deepened

◉ Conclusion

- Gap in current research: many publications concerning work in automated vehicles relate to partially automated driving (up to SAE level 3), but not to fully automated driving (SAE level 4 & 5) (SAE International, 2021)
- With transition from semi-automation to full-automation, associated restrictions are expected to disappear → interior concept will become more flexible and modular → appeal of car as mobile work place will rise → more people will engage in (complex) work-related tasks

Alt F, Kern D, Schulte F, Pfleging B, Shirazi AS, Schmidt A (2010) Enabling micro-entertainment in vehicles based on context information. Proceedings of the 2nd International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications, Pittsburgh Pennsylvania: ACM, 117-124.

Bopp-Bertenbreiter V et al. (2022) Eliciting potential for positive UX using psychological needs: Towards a user-centered method to identify technologies for UX in the car interior. 13th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics.

Diederichs F et al. (2022a) Artificial Intelligence for Adaptive, Responsive, and Level-Compliant Interaction in the Vehicle of the Future (KARLI). HCI International 2022 Posters in Stephanidis C, Antona M, Ntoa S (Eds) Communications in Computer and Information Science, 1583:164-171.

Diederichs F et al. (2022b) Improving Driver Performance and Experience in Assisted and Automated Driving With Visual Cues in the Steering Wheel. IEEE Trans. Intell. Transport. Syst., 23,5: 4843-4852.

Diels C, Bos JE (2016) Self-driving carsickness. Applied ergonomics, 53, 374-382.

Ihme K et al. (2021) Towards User-Focused Automated Vehicles Supporting Mobile Office Work’, Proceedings of the 7th Humanist Conference. 7th Humanist Conference, Rhodos/Greece.

Mathis LA, Piechnik D, Bubeck CB, Layer S, Widlroither H (2024) „Ist jetzt ein guter Zeitpunkt?“: Proaktive Ansprachen durch einen Sprachassistenten bei fahrfremden Tätigkeiten im Realverkehr. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaften (Hrsg.) Arbeitswissenschaft in-the-loop: Mensch-Technologie-Integration und ihre Auswirkung auf Mensch, Arbeit und Arbeitsgestaltung. Stuttgart: GfA Press.

Pfleging B, Rang M, Broy N (2016) Investigating user needs for non-driving-related activities during automated driving. Proceedings of the 15th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia, Rovaniemi Finland: ACM, 91-99.

SAE International: Taxonomy and Definitions for Terms Related to On-Road Motor Vehicle Automated Driving Systems: J3016_202104, 2021.

Schäffer M, Remlinger W (2024) Untersuchung von Tätigkeitsabläufen zur Fahrerübernahme aus dem automatisierten Fahren mithilfe von Methoden der Arbeitswissenschaften. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaften (Hrsg.) Arbeitswissenschaft in-the-loop: Mensch-Technologie-Integration und ihre Auswirkung auf Mensch, Arbeit und Arbeitsgestaltung. Stuttgart: GfA Press.

Singleton PA (2019) Discussing the “positive utilities” of autonomous vehicles: Will travellers really use their time productively?. Transport reviews, 39(1), 50-65.

Stevens C, Bossauer P, Vonholdt S, Pakusch C (2019) Using Time and Space Efficiently in Driverless Cars: Findings of a Co-Design Study. Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Glasgow Scotland UK: ACM, 1-14.

TWT GmbH Science & Innovation
https://twt-innovation.de/

WE KNOW HOW.

TWT

Fraunhofer IAO

Psychovibration durch Gebäudeschwingungen

IFA
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

Nick Kleinewalter, Anne Gebhardt, Christian Freitag
Referat Vibration

+49 30 13001-3433
Nick.Kleinewalter@dguv.de

www.dguv.de/ifa

Problemstellung

Produktionsmaschinen, Transportverkehr, örtl. Nahverkehr

↓ Einleitung von Schwingungen in das Gebäude

Beeinträchtigung durch die Schwingungsexposition → Beschwerden von Mitarbeitenden über Schwingungsbelastung am Büroarbeitsplatz ← Psychische Beeinträchtigung

↓ Wann Schwingungen wahrgenommen werden: Wahrnehmungsschwelle

↓ Auswirkung der Schwingungen: Visuelle Ereignisse, typbedingt

Untersuchungen im IFA

Abbildung 1: Aufgebauter Prüfstand zur Untersuchung der Wahrnehmungsschwellen

Im IFA wurde ein Prüfstand (Abbildung 1) aufgebaut, um den Einfluss von Gebäudeschwingungen auf die Leistungsfähigkeit am Büroarbeitsplatz zu untersuchen. Um diesen untersuchen zu können, wurden die Wahrnehmungsschwellen an Händen und Füßen von elf Versuchspersonen mit unterschiedlichen Eigenschaften, wie Alter, Körpergewicht und Körpergröße, ermittelt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Eigenschaften der Versuchspersonen

Eigenschaften	Durchschnitt	Min./Max.
Alter [Jahre]	39,18 ± 15,3	23/65
Körpergewicht [kg]	84,9 ± 16,8	50/110
Fußgewicht [kg]	13,3 ± 3,9	6,4/18,2
Körpergröße [cm]	177,3 ± 10,2	164/193
BMI [kg/m²]	26,9 ± 4,9	18,6/34,4

Ergebnisse

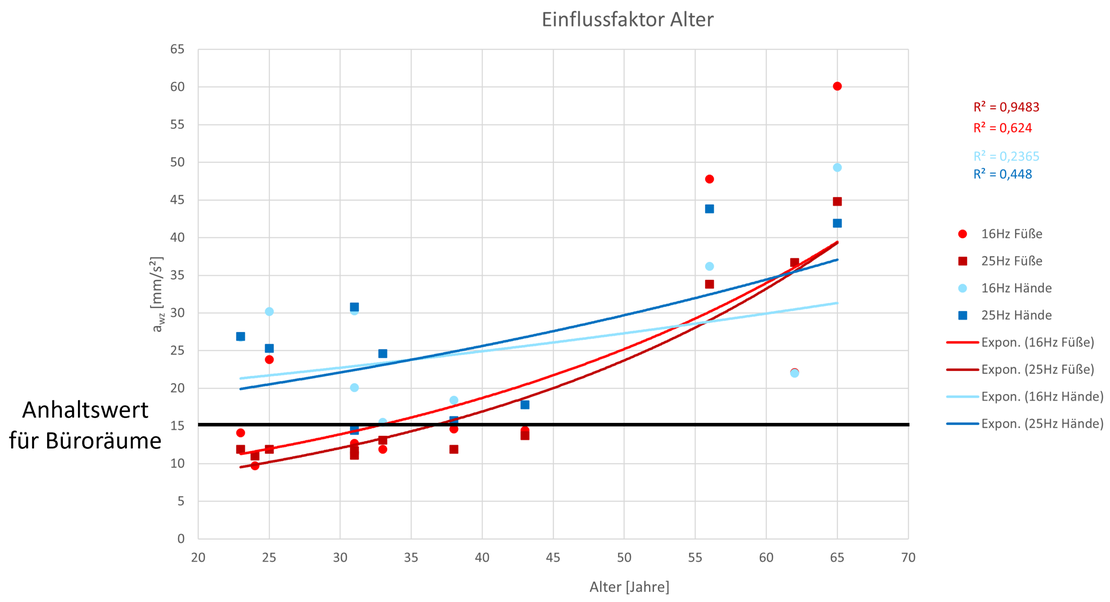


Abbildung 2: Wahrnehmungsschwellen der Hände und Füße bei 16 Hz und 25 Hz in Abhängigkeit des Alters

Tabelle 2: Durchschnittliche bewertete Beschleunigung der Wahrnehmungsschwelle mit minimaler und maximaler Wahrnehmungsschwelle aller Versuchspersonen

Frequenz und Einleitungsstelle	Durchschnittliche bewertete Beschleunigung [mm/s²]	Min./Max. bewertete Beschleunigung [mm/s²]
16 Hz Füße	22,1 ± 16,6	9,7/60,1
25 Hz Füße	19,2 ± 10,4	11/44,8
16 Hz Hände	26,7 ± 10,4	17,8/49,3
25 Hz Hände	26,8 ± 10,6	14,4/43,8

- Jüngere Personen haben eine niedrigere Wahrnehmungsschwelle, teilweise unterhalb der Anhaltswerte aus der TRLV (Abbildung 2)
- Ob Hand- oder Fußschwelle niedriger ist variiert
- Minimale und maximale Wahrnehmungsschwelle liegen weit auseinander (Tabelle 2)

➔ Folgestudie mit büroähnlichen Tätigkeiten als Leistungstests zur Untersuchung des Vibrationseinflusses auf die Arbeitsleistung

BGN
Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe

IAG
Institut für Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

Vorgehensmodell zur Entwicklung und Implementierung von LLM-basierten Informationssystemen

Sven Hinrichsen, Robin Herbort, Dominik Green, Benjamin Adrian

Labor für Industrial Engineering, Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Campusallee 12, D-32657 Lemgo

TECHNISCHE HOCHSCHULE OSTWESTFALEN-LIPPE
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES AND ARTS

Hintergrund

- große wirtschaftliche Potenziale im Hinblick auf eine Nutzung von Large Language Models (LLMs) in Betrieben
- hohe Komplexität der Aufgabe einer betriebsspezifischen Gestaltung von LLM-basierten Informationssystemen

Zielsetzung

Entwicklung einer Methode zur Gestaltung von LLM-basierten Informationssystemen bestehend aus einem Vorgehensmodell und Erfolgsfaktoren

Vorgehensweise

1. Schritt: Ermittlung von Anforderungen an das Modell
2. Schritt: Analyse von bestehenden Methoden
3. Schritt: Entwicklung eines Vorgehensmodells
4. Schritt: Identifikation von Erfolgsfaktoren

Ergebnisse

1. und 2. Schritt: Ermittlung von Anforderungen und Analyse bestehender Methoden

Anforderungen	Methoden			
	CRISP-DM	TDSP	PAISE	Enterprise AI Canvas
Vorgehensmodell	X	X	X	X
Betrachtung des Systemlebenszyklus	-	(X)	X	-
Praktische Erprobung und Relevanz	X	X	(X)	(X)
Ganzheitliche Betrachtung	-	-	(X)	(X)
LLM-spezifische Gestaltungsprinzipien	-	(X)	-	-

Legende: X: Anforderung erfüllt; (X): Anforderung teilweise erfüllt;
-: Anforderung nicht erfüllt

4. Schritt: Identifikation von Erfolgsfaktoren

Nr.	Erfolgsfaktoren	Beschreibung
1	Kennzeichnung der Ergebnisqualität von Antworten	Wenn durch das LLM Unsicherheiten bzgl. der Qualität der Ausgaben erkannt werden, sollte die Information ausgegeben werden, dass eine Prüfung durch den Nutzer ratsam ist.
2	Bereitstellung von Überprüfungs-mechanismen	Das LLM-System sollte Verifizierungs- und Überprüfungsprozesse bereitstellen, bei denen Experten Ausgaben evaluieren.
3	…	…

Fazit und Ausblick

- Orientierungshilfe durch Vorgehensmodell und Liste mit Gestaltungsprinzipien (Erfolgsfaktoren)
- Höhere Effektivität und Effizienz durch methodische Unterstützung bei der Gestaltung von LLM-basierten Informationssystemen
- Ausblick: Praktische Erprobung und Weiterentwicklung der Methode

3. Schritt: Entwicklung eines Vorgehensmodells

Stufe 1	Inhalte
Anwendungsfälle identifizieren und beurteilen	1.1 Identifizieren von möglichen Anwendungsfällen 1.2 Beschreiben der Anwendungsfälle 1.3 Beurteilen der wirtschaftlichen Potenziale der Anwendungsfälle ▶ Priorisierte Liste mit Anwendungsfällen für LLM-basierte Informationssysteme im Unternehmen ▶ Auswahl eines Anwendungsfalls

Stufe 2	Inhalte
Ausgangssituation analysieren und Projektrahmen klären	2.1 Analysieren der Ausgangssituation 2.2 Festlegen der Projektziele 2.3 Abgrenzen des Projektes 2.4 Beschreiben des Prozesses auf Makroebene 2.5 Bilden des Projektteams und Klären der Rollen 2.6 Aufstellen des Meilensteinplans ▶ Definition des Projektes

Stufe 3	Inhalte
LLM-basiertes Informationssystem konzipieren (Grobplanung)	3.1 Spezifizieren der Anforderungen 3.2 Beschreiben des Prozesses im Detail 3.3 Festlegen der Architektur des LLM-basierten Informationssystems ▶ Grobkonzept für das LLM-basierte Informationssystem

Stufe 4	Inhalte
LLM-basiertes Informationssystem detaillieren (Feinplanung)	4.1 Durchführen der Make-or-Buy-Entscheidungen zu Software und Infrastruktur 4.2 Einholen von Angeboten und Abschätzen der Kosten 4.3 Überprüfen der Gebrauchstauglichkeit und Finalisierung des Konzeptes für das LLM-basierte Informationssystem 4.4 Durchführen einer Investitionsrechnung ▶ Detailkonzept für das LLM-basierte Informationssystem

Stufe 5	Inhalte
LLM-basiertes Informationssystem realisieren	5.1 Beschaffen bzw. Programmieren von Software und Hardware 5.2 Vorbereiten und Bereitstellen von Daten für LLM 5.3 Entwickeln und Testen des Prototyps 5.4 Qualifizieren des Personals und Bereitstellen von Arbeitsunterlagen 5.5 Durchführen des Probebetriebs ▶ Umsetzung und Probebetrieb des LLM-basierten Informationssystems

Stufe 6	Inhalte
LLM-basiertes Informationssystem einsetzen und weiterentwickeln	6.1 Durchführen der Erfolgskontrolle und Erstellen einer Abschlussdokumentation 6.2 Übergeben des Informationssystems an den Prozessverantwortlichen 6.3 Einführen eines Kontinuierlichen Verbesserungsprozesses ▶ Realisierung und laufende Weiterentwicklung des Systems

71. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Arbeit 5.0: Menschenzentrierte Innovationen für die Zukunft der Arbeit
25. bis 27. März 2025

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

luzerner kantonsspital
LUZERN SURSEE WOLHUSEN

Cross-modal matching: lessons learned from two experiments

Menozzi Marino[1,2], Qi Shuaixin[3]

1) Augenklinik, Kantonsspital Luzern, Schweiz
2) Human Factors Engineering, HEST, ETH Zürich, Switzerland
3) Biomed. and Mobile Health Technology Lab., HEST, ETH Zürich, Switzerland

Introduction

Recording discomfort is a common research task in human centered developments of products and systems. An efficient psychophysical method for rating discomfort is the numerical scaling of magnitudes of discomfort by means of questionnaires. Numerical magnitude estimations are prone by factors such as participant's experience and cultural provenience. Stevens S. (1986) proposed the so called cross-modal matching technique as a means to overcome such biasing effects. In cross-modal matching, a stimulus intensity perceived in one modality is adjusted to match to the perceived intensity of a stimulus a second modality. According to Stevens (1986) The cross-modal matching is derived from numerical scaling of stimuli in two modalities as follows:

If numerical scaling generated the power function is $\psi_1 = k_1 * \phi_1^{\alpha}$ in one modality and $\psi_2 = k_2 * \phi_2^{\beta}$ in another modality, equating ψ_1 and ψ_2 produce the theoretical cross-modal match $k_1 * \phi_1^{\alpha} = k_2 * \phi_2^{\beta}$, then, the predicted intermodal power function is: $\phi_2 = (k_1 / k_2)^{1/\beta} \phi_1^{\alpha/\beta}$, with ϕ_i: physical stimulus modality i, and k_i, α, β constants and exponents related to the corresponding stimulus.

A solid body of literature supports the cross-modal matching theory. However, Steven's theory is debated as various experiments reported a tendency in cross-modal matching towards a mean magnitude, which is not part of Steven's concept (Luce et al., 2010). Besides this, the literature lacks in reporting practical considerations in applying the technique, causing additional bias when applying the cross-modal matching. In this presentation, we report the lessons learned on running cross-modal matching experiments.

Own experiments with cross-modal matching

We used the method of cross-modal matching in various experiments in evaluating the perceived discomfort as function of a physical stimulus. Exemplary, fig. 1 shows the setup for recording gaze tilt effort using cross-modal matching by squeezing a spring gauge with the hand.

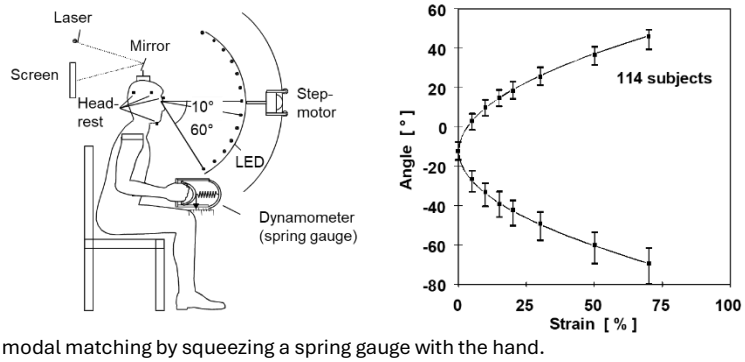


Figure 1: Experimental setup for recording the discomfort as for different gaze tilts. Menozzi M., v. Buol A., Krueger H., Miège Ch., Ophthal. Physiol. Optics, 1994. DOI10.1016/0275-5408(94)90166-X

Further own experiments

- Perceived effort in visual accommodation. Results reveal the viewing distance of least effort to be located at a viewing distance ranging from about 70 cm to 1.5 m. This application is interesting because the ciliary muscle lacks muscle spindles for force feedback. Therefore, the effort is due to afferent copy of the ciliary muscle innervation.
- Perceived effort in gaze tilt. Results show a minimum discomfort when gaze is tilted by about 12° below the horizontal. Results are used in design of corrective lenses as well as in the layout of office work.
- Perceived effort in inclination of a foot operating a pedal used in microsurgery. Results reveal the tilt angle for a minimum discomfort in operating a microsurgical pedal, therefore, contributing to an improvement of quality and safety in microsurgical interventions.

Lessons learned from using a spring gauge in cross-modal matching

- Equating perceived stimulus intensities across different modalities is achievable for almost any modalities. However, the method of using a **spring gauge is probably the bes**t.
- **Explaining** cross-modal matching theory to the participants before performing the experiment improves reliability of responses drastically. A viable way to explain cross-modal matching to lay people is to state that discomfort perceived by different modalities is rated by one single "unit" in the brain, the same for all modalities.
- It is important to **anchor the ends** of the rating scale. While one can easily explain the minimum force applied to the spring gauge as "perceived nothing" it is difficult to find an adequate analogy for the max end (e.g. "max is right before exhaustion").
- **Avoid memorizing mechanical range** of the spring gauge. Participants tend to relate the scoring level to the mechanical extent the spring gauge is activated instead to the perceived force applied. A remedy for this biasing effect is to run training sessions and to discuss graphically reported ratings of trial sessions to make participants better understand their task, which is to apply a force of equal perceived magnitude of for the tested stimulus.
- **Inadequate force range** of the spring gauge. The maximum force applicable to the spring gauge should be within the mechanical range of the gauge. Also, the individual maximum of the force should preferably be somewhere between the middle and the of the gauge. Both requirements improve the sensitivity of the instrument and avoid ceiling and floor effects. The two requirements necessitate to use a spring gauge with an adjustable range (mechanically and/or with interchangeable springs).

References

Stevens, S. S. (1986). Psychophysics: Introduction to its perceptual, neural, and social prospect. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315127675
Luce, R. D., Steingrimsson, R., & Narens, L. (2010). Are psychophysical scales of intensities the same or different when stimuli vary on other dimensions? Theory with experiments varying loudness and pitch. Psychological Review, 117, 1247–1258. DOI:10.1037/a0020174

Konzept zur Methodenentwicklung für die Evaluation und Optimierung von Arbeitsplätzen unter Einfluss äußerlich induzierter Bewegung

Karla T. Hohwieler

Fraunhofer FKIE

Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen eines Vorhabens zur Erfassung des Einflusses äußerlich induzierter Bewegung auf Computerarbeitsplätze an Bord von Schiffen und Booten. Die Entwicklung von Interaktionsaufgaben, die zur Messung dieses Einflusses verwendet werden sollen, wird als ein Teilaspekt dieses Vorhabens als Work of Progress vorgestellt.

Um einen bewegungsbedingten Effekt auf die Leistung an Computerarbeitsplätzen festzustellen, muss eine Mischung aus feinmotorischen und kognitiven oder komplexen kognitiven Fähigkeiten angesprochen werden[1,2]. In der Literatur wurden nur unter eingeschränkten Bedingungen Leistungsverluste aufgrund von Bewegungseinflüssen bei kognitiv geprägten Aufgaben festgestellt[1,2,3,4].

Methodenentwicklung

Interaktionen am Arbeitsplatz

Der zu untersuchende Arbeitsplatz charakterisiert sich durch eine Kombination aus verschiedenen Bildschirmen und Interaktionsgeräten in spezieller Anordnung, dargestellt in Abb. 1. Untersucht wurden die Interaktionen mit Maus, Tastatur und Touchbildschirm, in einem zukünftigen Entwicklungsschritt wird zusätzlich die Interaktion mit einem Joystick betrachtet.

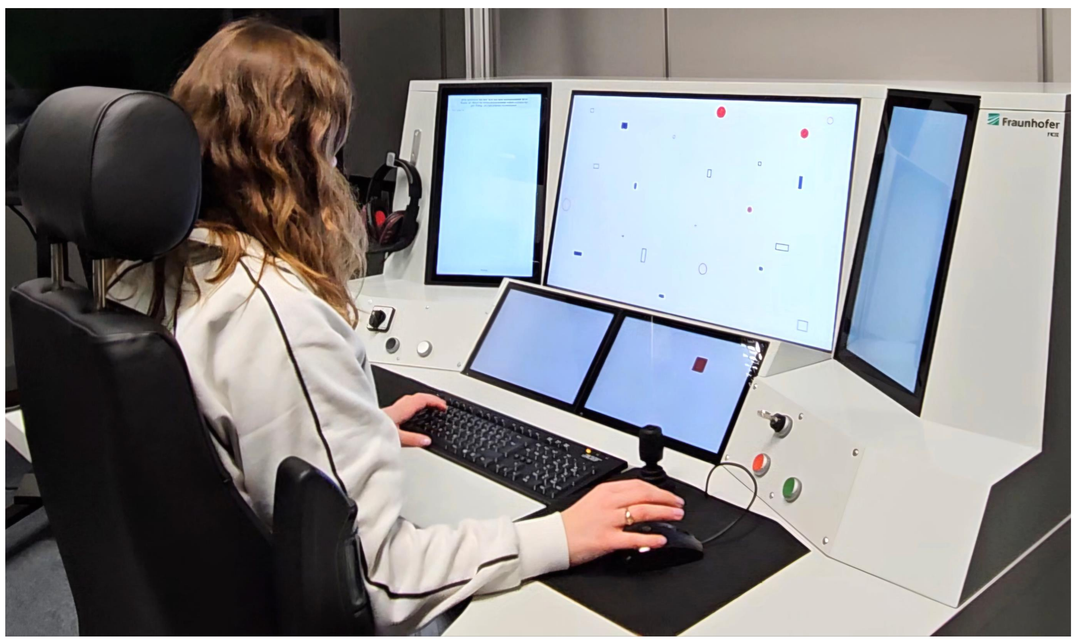


Abb. 1: Computerarbeitsplatz mit verschiedenen Interaktionsgeräten. Es werden Aufgaben zu verschiedenen Interaktionsgeräten auf den Bildschirmen dargestellt.

Aufgabendesign

Zur Ermittlung bewegungsbedingter Einflüsse auf Computerarbeitsplätze eignen sich folgende Variablen:

- Unabhängige Variablen: Schiffsbewegung, Bildschirmposition/-Größe, Objekt-/Zielgröße (nicht Tastaturaufgabe), Verhältnis Objekt-/Zielposition (nur Mausaufgabe)
- Abhängige Variablen: Bearbeitungszeit, Fehlerrate, Genauigkeit

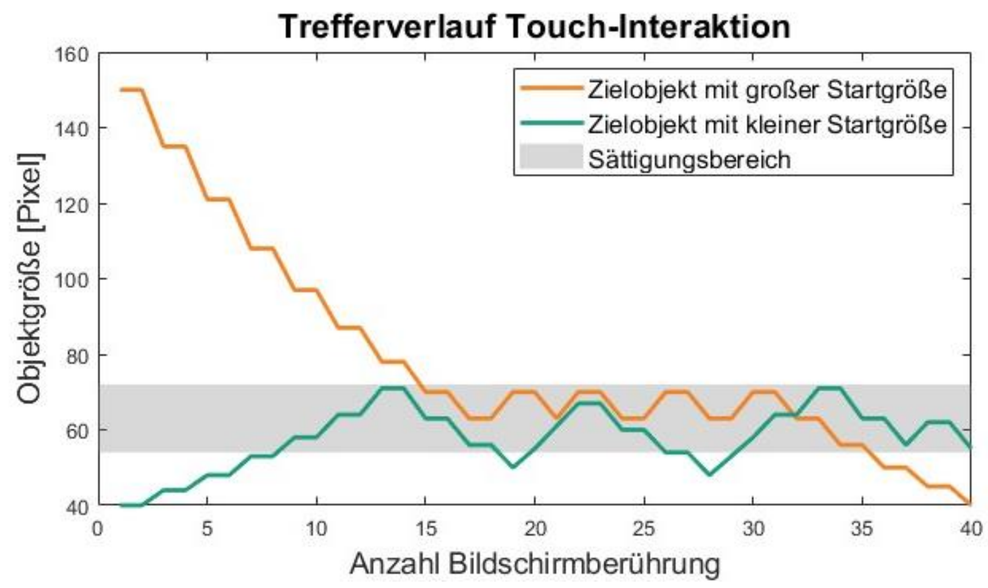


Abb. 2: Auswertungsbeispiel der Touchaufgabe. Bei zweimal in Folge getroffenem Objekt verringert sich die Objektgröße im Folgeschritt, bei einmal verfehltem Objekt erhöht sich die Größe. Der Sättigungsbereich deutet auf die minimal noch treffbare Zielgröße hin.

Die entwickelten Interaktionsaufgaben stellen eine abstrahierte Form realer Tätigkeiten an Computerarbeitsplätzen dar, die überwiegend kognitive Fähigkeiten beanspruchen. Bei der Touchaufgabe erscheint ein Quadrat, das mit dem Finger berührt wird, woraufhin es durch ein Quadrat an einer neuen Position ersetzt wird. Die Quadrate ändern ihre Größe je nach dem, ob ein Treffer voranging oder nicht. Bei der Mausaufgabe werden Objekte unterschiedlicher Größe mit der Maus zu einem vordefinierten Ziel verschoben und möglichst genau abgelegt. Die Tastaturaufgabe besteht aus dem Abschreiben eines Satzes inklusive Zahlen.

Ergebnis und Fazit

In einer ersten Methodenevaluation wurden die Aufgaben mit n=5 Versuchspersonen und acht Wiederholungen je Aufgabentyp getestet.
Eignung des Aufgabendesigns für die Leistungsermittlung bei verschiedenen Bedingungen, z.B. äußerlich induzierte Bewegung:

- Maus-Interaktion:
  - bei ausreichender Probanden-/Wiederholungszahl geeignet
- Touch-Interaktion:
  - Für Bestimmung der minimal noch treffbaren Objektgröße bei Touch-Interaktionen geeignet, siehe Sättigungsbereich Abb. 2
- Tastatur-Interaktion:
  - nicht geeignet, außer in Kombination mit weiteren Interaktionsformen
  - wird in zukünftigen Arbeiten neu konzipiert

Die vorgestellten Interaktionsaufgaben werden in Zukunft in optimierter und ergänzter Form unter äußerlich induzierter Bewegung eingesetzt, um den Bewegungseinfluss auf Computerarbeitsplätze zu bestimmen.

1 Duncan, C. A., Hickey, C. J., & Byrne, J. M. (2018a). The effects of a moving environment on postural control and task performance during manual materials handling, visual tracking and arithmetic tasks. International Journal of Industrial Ergonomics, 66, 221–229.
2 Matsangas, P., McCauley, M. E., & Becker, W. (2014). The Effect of Mild Motion Sickness and Sopite Syndrome on Multitasking Cognitive Performance. Human Factors, 56(6).
3 Hunter, A., Bourgeois, N., & Langlois, R. (2014). The Impact of Motion Induced Interruptions on Cognitive Performance (Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE).
4 Pearcey, G. E. P., MacKinnon, S. N., & Button, D. C. (2015). Simulated motion negatively affects motor task but not neuromuscular performance. Ergonomics, 58(10), 1701–1713.

Kontakt

Karla Hohwieler
Tel. +49 228 50212-423
karla.hohwieler@fkie.fraunhofer.de

Mensch-Maschine-Systeme (MMS)
Fraunhofer FKIE
Zanderstraße 5, 53177 Bonn
www.fkie.fraunhofer.de

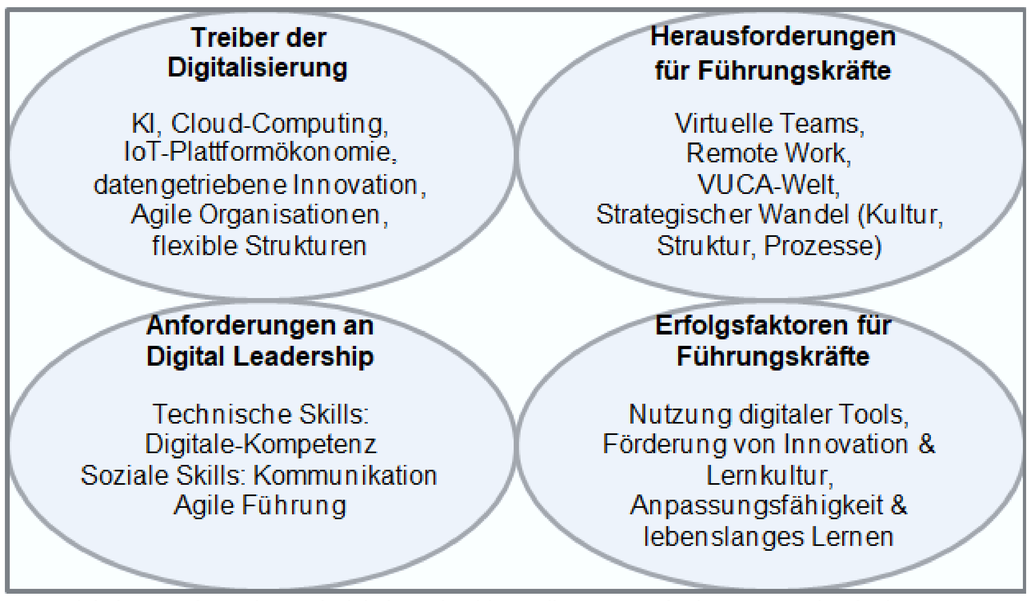
Digital Leadership: Die Erwartung der Studierenden an ihre zukünftigen Führungskräfte

Lukas BURCHARD

Einleitung

Die digitale Transformation erfordert Führung, die Agilität, datengetriebene Geschäftsmodelle und schnellen Wandel meistert (Bennett & Lemoine, 2014; Oberer & Erkollar, 2018). Digital Leadership verbindet technologische und soziale Kompetenzen (Shin et al., 2023), doch die Generation Z setzt stärker auf Authentizität, Flexibilität und Mitgestaltung statt auf reine digitale Expertise (Bhalla et al. (2021). Diese Studie vergleicht ihre Erwartungen mit etablierten Modellen und leitet praxisnahe Handlungsempfehlungen ab.

Wandel von traditionellen zu digitalen Herausforderungen (Eigene Darstellung)



Digitale Transformation und Digital Leadership: Treiber, Herausforderungen und Anforderungen (Eigene Darstellung)

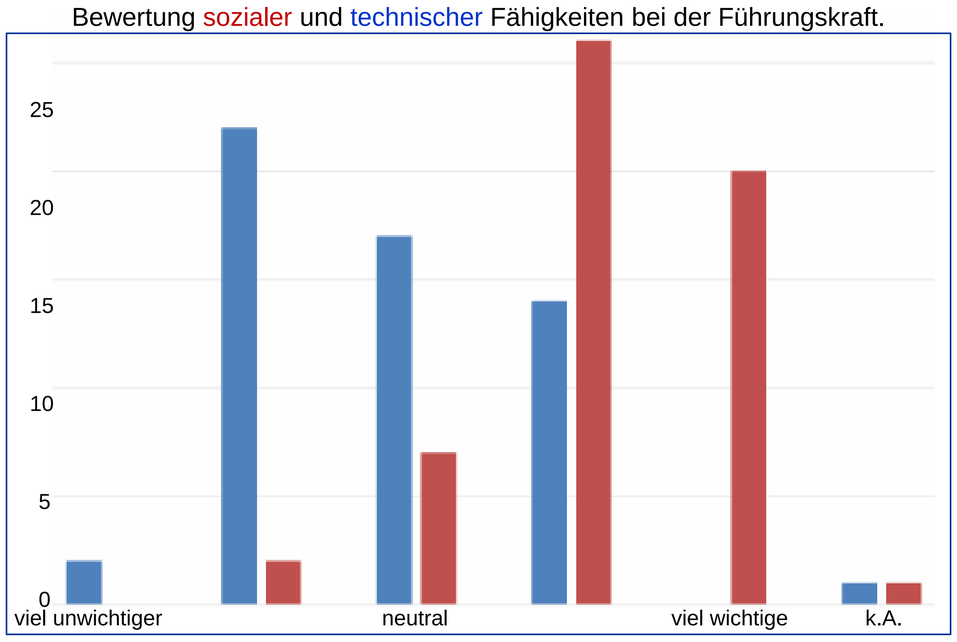
Methode der Umfrage

Die Studie basiert auf einer deskriptiven Querschnittsanalyse mit 56 Studierenden der Generation Z. Ein Online-Fragebogen mit geschlossenen und offenen Fragen erfasste Führungserwartungen im digitalen Zeitalter. Schlüsselkompetenzen und Führungsstile wurden auf einer 5-stufigen Likert-Skala bewertet. Die Analyse umfasste deskriptive und inferenzstatistische Verfahren (Spearman-Rangkorrelation, Mann-Whitney-U-Test), qualitative Antworten wurden thematisch ausgewertet. Der Ansatz vergleicht studentische Erwartungen mit Digital-Leadership-Anforderungen und leitet praxisnahe Empfehlungen ab.

Ergebnisse

Die Abbildung verdeutlicht den Vergleich zwischen technologischen und sozialen Kompetenzen in der Führung. Die Tabelle fasst die zentralen quantitativen und qualitativen Erkenntnisse zusammen, einschließlich der Bewertung von Schlüsselkompetenzen, bevorzugten Führungsstilen und der Wahrnehmung agiler Methoden sowie Diversität und Inklusion.

Bewertung sozialer und technischer Fähigkeiten bei der Führungskraft.



Bewertung digitaler und sozialer Fähigkeiten von Studierenden der Generation Z (Eigene Darstellung)

Kategorie	Mittelwert	Qualitative Erkenntnisse
Kommunikations-fähigkeit	4,73	Essenziell für Führungskräfte
Empathie	4,55	Unterstützt empathische Führung
Teamarbeit	4,54	Förderung der Zusammenarbeit
Feedbackkultur	4,48	Wichtig für Lernprozesse und Entwicklung
Konflikt-management	4,51	Effektive Problemlösung erforderlich
Technologisches Verständnis	4	Wird als delegierbar wahrgenommen
Partizipative Führung	3,95	Förderung von Teamarbeit und Eigenverantwortung
Diversität / Inklusion	3,48 / 3,41	Wird als weniger zentral eingestuft

Kompetenzen, mit deskriptiven quantitativen Mittelwerten und qualitativen Erkenntnissen

Handlungsempfehlungen

Ausgehend von den Ergebnissen sollten Unternehmen Schulungen zu digitalen Tools und Reverse Mentoring-Programme anbieten. Entscheidungsfindung unter Unsicherheit erfordert simulationsbasierte Assessments und Szenarioanalysen. Agile Methoden werden weniger als Kernkompetenz betrachtet, weshalb praxisnahe Schulungen adaptive Denkweisen fördern sollten. Die geringe Priorisierung von Diversität und Inklusion widerspricht der Literatur. Unconscious Bias-Trainings und anonymisierte Bewerbungsverfahren können eine inklusive Führungskultur stärken.

Fazit

Die Studie zeigt, dass soziale Kompetenzen wie Kommunikationsfähigkeit, emotionale Intelligenz und Teamarbeit für digitale Führungskräfte essenziell sind. Für eine zukunftsorientierte Führungskräfteentwicklung sollten Unternehmen soziale, technologische und strategische Kompetenzen gezielt fördern.

Literatur

Bennett, N. & Lemoine, G. J. (2014). What VUCA really means for you. Dialnet. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5543971
Bhalla, R., Tiwari, P. & Chowdhary, N. (2021). Digital Natives Leading the World: Para gons and Values of Generation Z. In Springer eBooks (S. 3–23). https://doi.org/10.1007/978-3-030-70695-1_1
Oberer, B. & Erkollar, A. (2018). Leadership 4.0: Digital Leaders in the Age of Industry 4.0. International Journal Of Organizational Leadership, 7(4), 404–412. https://doi.org/10.33844/ijol.2018.60332
Shin, J., Mollah, M. A. & Choi, J. (2023). Sustainability and Organizational Performance in South Korea: The Effect of Digital Leadership on Digital Culture and Employees' Digital Capabilities. Sustainability, 15(3), 2027. https://doi.org/10.3390/su15032027
Stylos, N., Rahimi, R., Okumus, B. & Williams, S. (2021). Generation Z Marketing and Management in Tourism and Hospitality. https://doi.org/10.1007/978-3-030-70695-1

Occupational Fingerprint

Adaptivität industrieller Unterstützungstechnologien durch kontextspezifisches Verständnis

K. Schmermbeck[1], O. Ott[1], R. Weidner[2]

[1] Universität Innsbruck, Professur für Fertigungstechnik
[2] TU Bergakademie Freiberg, Professur für Automatisierte und Autonome Systeme

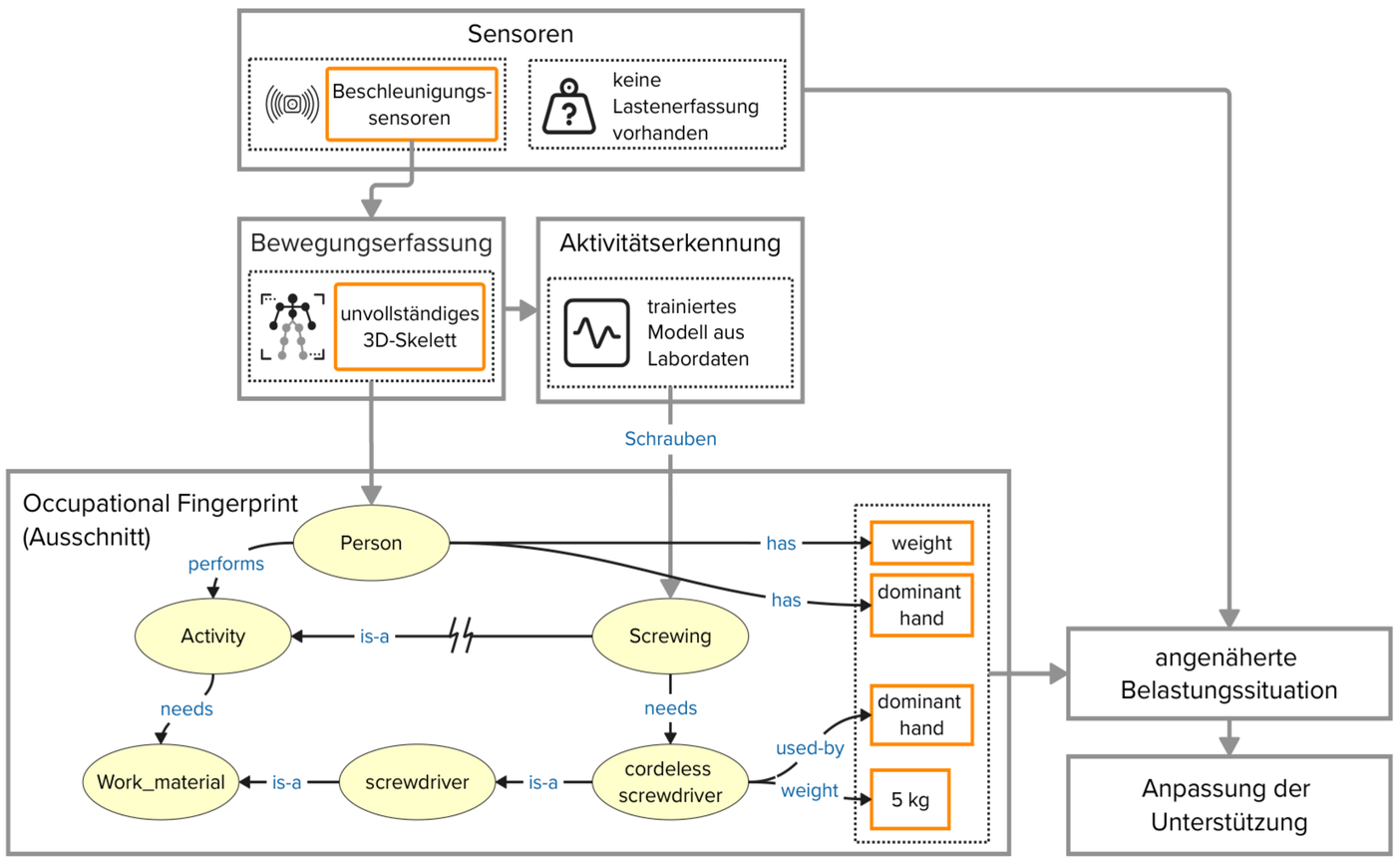
Physische Entlastung durch adaptive Exoskelette

- Exoskelette können physische Belastungen der Nutzer:innen reduzieren [1]
- Genaue Kenntnis über die physische Gesamtbelastung während der Arbeit ermöglicht eine bedarfsgerechte Anpassung der Unterstützung – Voraussetzung für adaptive Exoskelette [2, 3]
- Präzise Erfassung der Belastungssituation ist durch tragbare Sensoren möglich, erfordert jedoch hohen Vorbereitungs-, Kalibrierungs- und Verarbeitungsaufwand

Wie kann physische Belastung während der Arbeit bei fehlenden Daten angenähert werden?

- Vorhandene Teilinformationen der Belastungssituation werden durch Kontextwissen erweitert
- Kontextwissen des Arbeitssystems wird in einer Ontologie konsistent beschrieben und logisch verknüpft
- Standardisiertes Framework ermöglicht Berechnungen und Anpassung der Unterstützung während der Nutzung

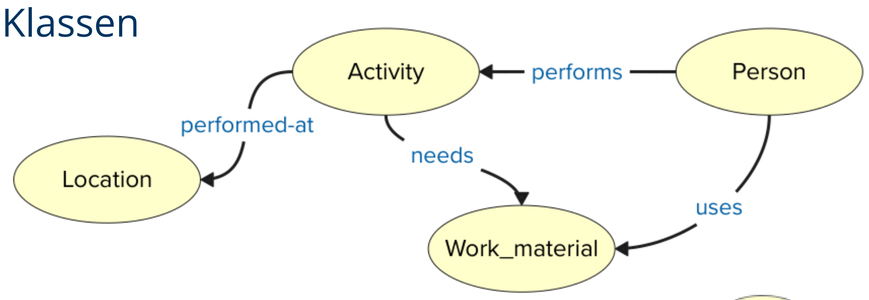
Kontextwissen als Ontologie – der Occupational Fingerprint



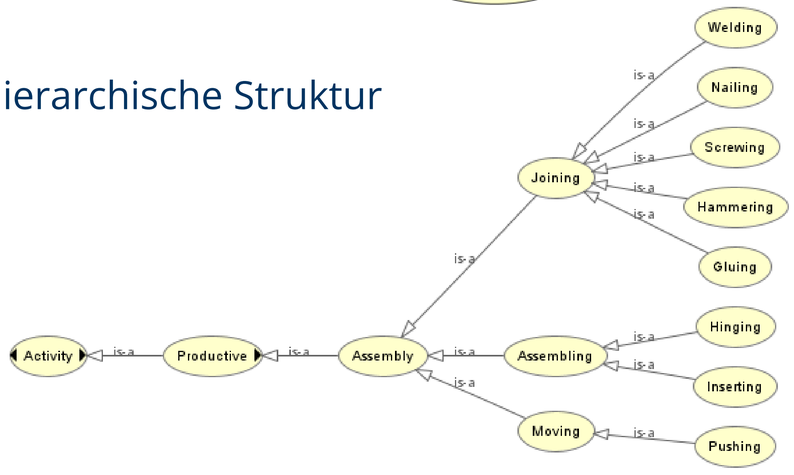
- Die Ontologie wird derzeit für eine Industrieanwendung implementiert
- Die Aktivitätserkennung ermöglicht fehlende Informationen zu Lasten anzunähern
- Das Ergebnis der Belastungsannäherung bildet die Basis zur Anpassung der Unterstützung des Exoskeletts

Aufbau der Ontologie

Klassen



Hierarchische Struktur



Ausblick

- Bei der Evaluierung an einem Industriearbeitsplatz wird Geschwindigkeit und Genauigkeit mit präziser Belastungsberechnung vergleichen
- Die Ontologie soll zusätzlich verwendet werden, um automatische Aktivitätserkennung zu überprüfen und trainierte Modelle zu verbessern

universität innsbruck

Kontakt

Universität Innsbruck
Professur für Fertigungstechnik
Katharina.Schmermbeck@uibk.ac.at

Literatur

[1] De Looze MP, Bosch T, Krause F, Stadler KS, O'Sullivan LW (2016) Exoskeletons for industrial application and their potential effects on physical work load. Ergonomics 59(5):671-681.
[2] Ott O, Ralfs L, Weidner R (2022) Framework for qualifying exoskeletons as adaptive support technologies. Frontiers in Robotics and AI 9:1-14.
[3] Nasr A, Ferguson S, McPhee J (2022) Model-Based Design and Optimization of Passive Shoulder Exoskeletons. Journal of Computational and Nonlinear Dynamics 17:051004-051011.

Begleitung von KMU bei der arbeitsgestalterischen Integration von Industrie 5.0-Prinzipien:

User Experience - Evaluation der Digital Index-Plattform

KÜNSTLICH MENSCHLICH INTELLIGENT KOMPETENZZENTRUM

Frühjahrskongress 2025
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Beitrag "Work in Progress"

Autor*innen:
Leonie Witte, Nadja Hemming, Edgar Schero
Institut für Angewandte Informatik (InfAI) e.V., Leipzig

1. Ausgangslage

- Digitalisierung als Herausforderung für KMU in Westsachsen:
  - Unterstützung bei der **arbeitsgestalterischen Integration von KI- und Digitalisierungslösungen**, um Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern
- Menschenzentrierte Entwicklung einer **Digital Index-Plattform (DI)** als begleitendes Werkzeug zur strukturierten Einführung dieser Lösungen
- Plattform kombiniert **KI-Reifegrad-Assessment** mit **Toolbox,** welche Methoden, Wissen und Use Cases zur Verfügung stellt
  - Erstmaliger Einbezug von **Industrie 5.0-Kriterien** (Europäische Kommission, 2021; Brückner et al., 2024)
- **Aktueller Stand:** Weiterentwicklung der DI-Plattform basierend auf einer Usability-Evaluation des KI-Reifegrad-Assessments (02/2024)
  - **Ausstehend:** Evaluation der Toolbox im Zusammenspiel mit KI-Reifegrad-Assessment

2. Zielsetzung

*Wie kann im Entwicklungsprozess gemäß Design Science Research (DSR)-Ansatz von Hevner et al. (2004) sichergestellt werden, dass die Toolbox der Digital Index-Plattform für KMU die UX-Anforderungen der Nutzer*innen erfüllt?*

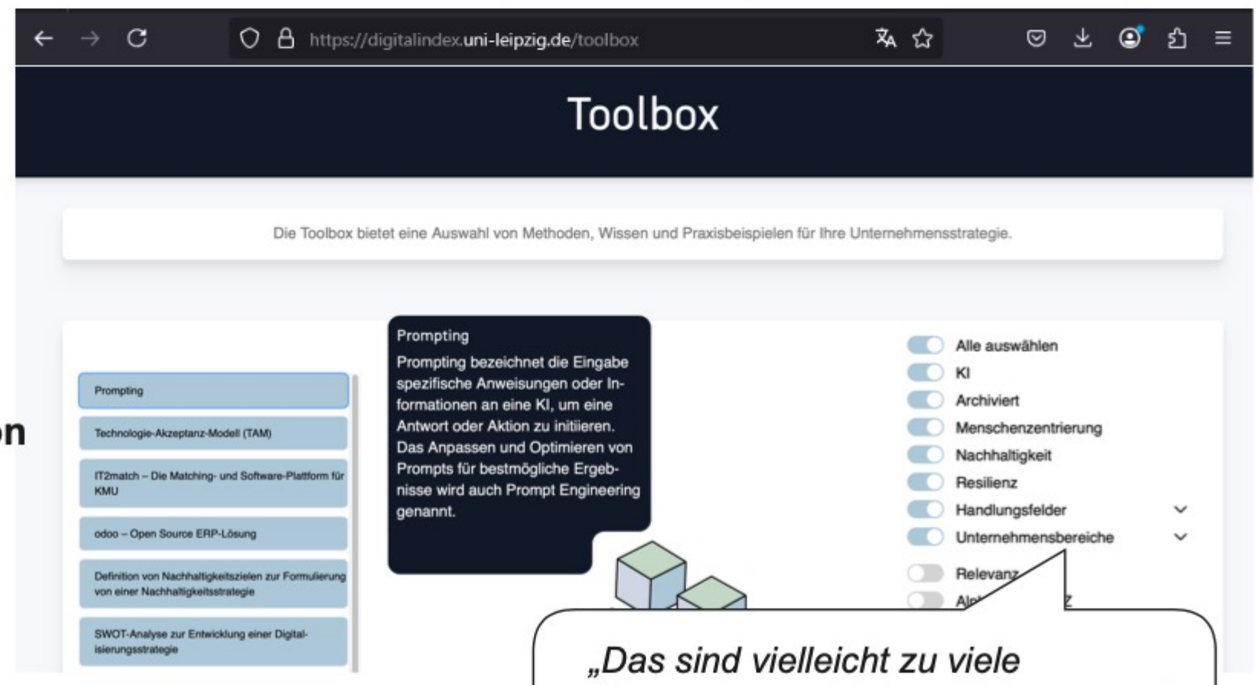
Ziele:

- Erarbeitung von **Empfehlungen zur Optimierung der User Experience (UX)** aus Interviews
- **Identifikation relevanter UX-Designprinzipien**
  - Erkenntnisse für nutzendenfreundliche Gestaltung von KI-/Digitalisierungs-Plattformen für KMU gewinnen
  - Übertragbarkeit der Empfehlungen auf vergleichbare Plattformen ermöglichen

3. Vorgehensweise

- **Evaluation als Teil des DSR-Zyklus** (Hevner et al., 2004): Fokus auf Menschenzentrierung nach DIN EN ISO 9241-210
- **Durchführung** an Termin 1 (n=3) und Termin 2 (n=1) mit Managementebene aus KMU in Westsachsen:
  - **individuelle Testung** von Toolbox und KI-Reifegrad-Assessment mit anschließender **leitfadenbasierter Diskussion**
  - Gesamteinschätzung der UX durch UEQ-S-Fragebogen (Laugwitz et al., 2008) (n = 3)
- **qualitative Auswertung** der Interviewtranskripte und Protokolle
  - systematisches Kategorisieren der Aussagen & Ableitung von Empfehlungen für Entwicklungsteams

Screenshot der Toolbox, Beta-Version, Stand 11.Februar 2025



4. Ergebnisse

- **Empfehlungen für die UX-Optimierung der Toolbox:**
  - klare Filterlogik, anwendungsorientierte Darstellung der Methoden, alternative Darstellungsformen (z. B. Tabellen) und optimierte Metaphern-Nutzung (bspw. Anpassung der Würfelgrafik)
- **UEQ-S zum Gesamteindruck der UX:**
  - Gesamtscore: 0.66 (CI [0.45, 0.88])
  - hedonische Qualität: 1.17 (CI [0.74, 1.6]) => positive Tendenz
  - pragmatische Qualität: 0.17 (CI [-0.27, 0.6]) => neutrale Tendenz
- Insbesondere Verbesserungspotenzial bei Übersichtlichkeit und Einfachheit der Gestaltung

5. Ausblick

- Fortlaufende Ableitung von Designprinzipien und Design Features:
  - **iterative Weiterentwicklung** der DI-Plattform entsprechend des DSR-Zyklus
- DI-Plattform in **realen Nutzungssituationen in KMU** testen
- **menschenzentrierte Anpassung der Evaluations-Formate** an Herausforderungen des betrieblichen Alltags:
  - kurze Dauer, wenig Vorbereitung, viele Iterationen
- Geplantes Feature: **Roadmap zur Implementierung der** im Assessment gegebenen **Handlungsempfehlungen** mithilfe der Toolbox

Referenzen

Brückner, A., Wölke, M., Hein-Pensel, F., Schero, E., Winkler, H., & Jabs, I. (2025). Assessing industry 5.0 readiness—Prototype of a holistic digital index to evaluate sustainability, resilience and human-centered factors. *International Journal of Information Management Data Insights*, *5*(1), https://doi.org/10.1016/j.jjimei.2025.100329

European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Breque, M., De Nul, L., Petridis, A. (2021). Industry 5.0: towards a sustainable, human-centric and resilient European industry, Publications Office. https://data.europa.eu/doi/10.2777/308407 .

Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. In: MIS Quarterly 28 (1), S. 75-105. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/201168946_Design_Science_in_Information_Systems_Research

Laugwitz, B., Held, T., & Schrepp, M. (2008). Construction and evaluation of a user experience questionnaire. In A. Holzinger (Hrsg.), HCI and Usability for Education and Work: 4. Symposium der Arbeitsgruppe Human-Computer Interaction and Usability Engineering der Austrian Computer Society, USAB 2008, Graz, Österreich, 20.–21. November 2008. Proceedings (Bd. 5298, S. 63–76). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-89350-9_6

Projekt: Künstlich und Menschlich Intelligent – Transformierte Arbeit in Westsachsen
Laufzeit: 01.12.2021 - 30.11.2026
Förderprogramm (BMBF): Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen Fördermaßnahme: Zukunft der Arbeit: Regionale Kompetenzzentren der Arbeitsforschung

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 02L 19C500 gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor:innen.

Kontakt:
Institut für Angewandte Informatik e.V.
Dr. Christian Zinke-Wehlmann
Goerdelerring 9, 04109 Leipzig
Tel.: 0341/973343
E-Mail: kmi-project@infai.org

GefVA – Eine Hilfestellung zur Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung hinsichtlich Ganzkörper-Vibrationen

IFA
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

Christian Freitag, Nick Kleinewalter, Detlef Sayn
Referat Vibration

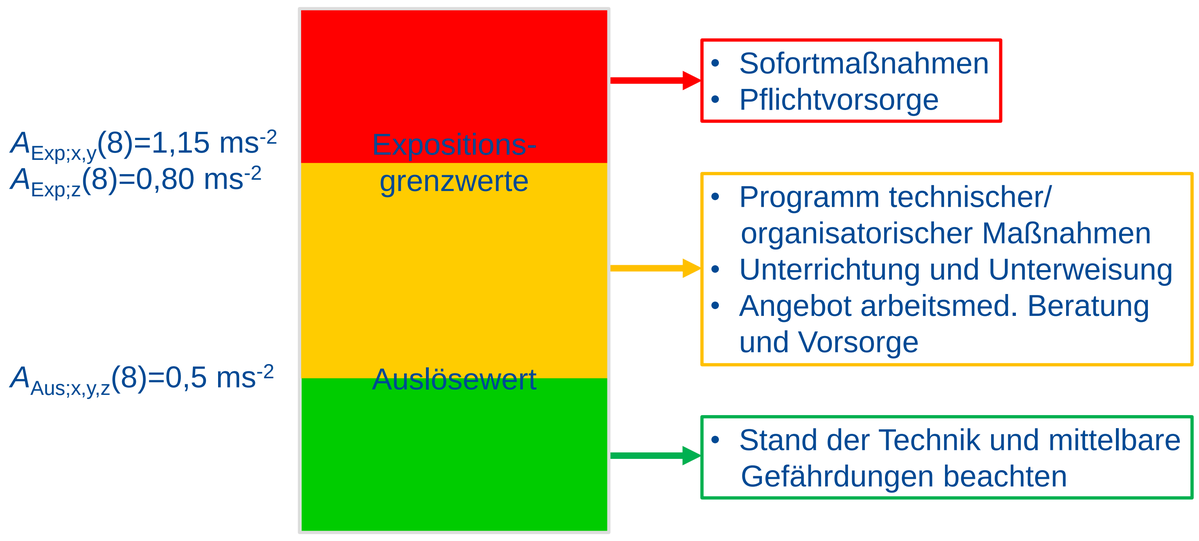
+49 30 13001-3430
Christian.Freitag@dguv.de
www.dguv.de/ifa

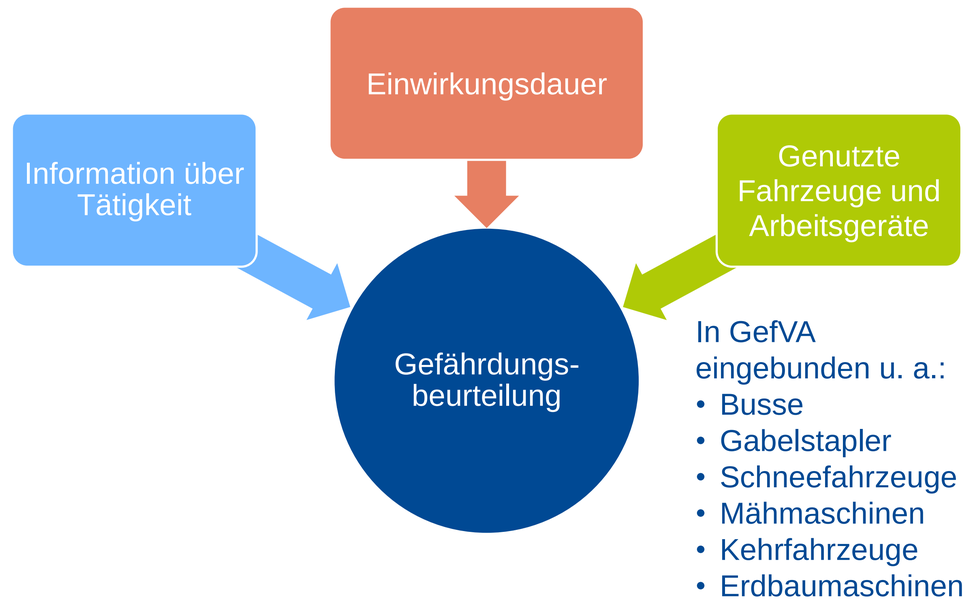
Einleitung

GefVA – „Gefährdungsbeurteilung für Vibrationsbelastung am Arbeitsplatz“ wurde zur Bestimmung möglicher Gefahren durch Ganzkörper-Vibrationen am Arbeitsplatz als intuitives und reaktionsfähiges Werkzeug speziell für Fahrzeugführende in allen Branchen, ihren Vorgesetzten und Betriebsärztinnen und -ärzten entwickelt. Diese innovative Anwendung ermöglicht es den Nutzenden, die durch ihre Arbeit verursachte Schwingungsbelastung auf den Körper zu quantifizieren. Die GefVA-WebApp beinhaltet eine integrierte anonymisierte Schwingungsbelastungsdatenbank für einzelne Betriebszustände und einen Ausgabebericht, der eine vollständige Gefährdungsbeurteilung des vibrationsexponierten Arbeitsplatzes bereitstellt.

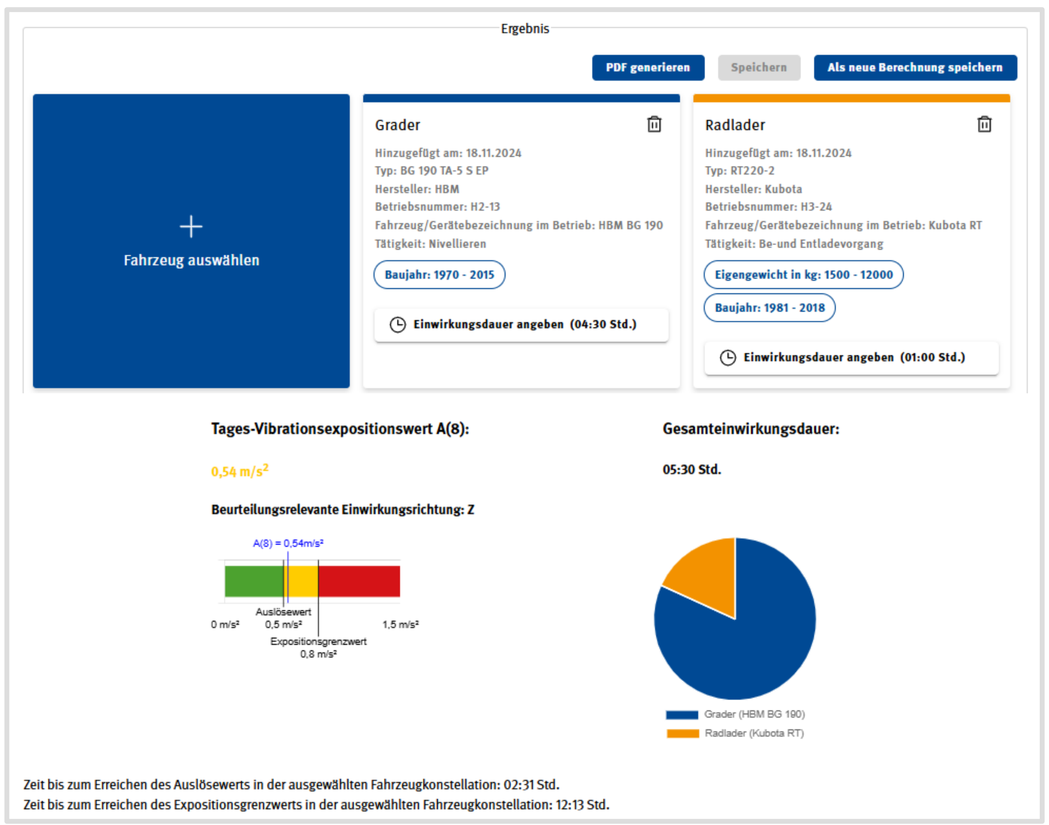
Gesetzliche Vorgaben zum Schutz der Beschäftigten

Der Arbeitgeber hat im Rahmen der Beurteilung der Arbeitsbedingungen nach § 5 des Arbeitsschutzgesetzes festzustellen, inwiefern die Beschäftigten während ihrer Arbeit Gefährdungen ausgesetzt sind.
Bei der Bedienung von Fahrzeugen und Arbeitsmaschinen wirken Ganzkörper-Vibrationen auf den menschlichen Körper, die der Arbeitgeber zu ermitteln hat und nach den Vorgaben der Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung beurteilen muss. Der beurteilungsrelevante Kennwert ist der Tages-Vibrationsexpositionswert $A(8)$, der durch die Intensität der Schwingungsbelastung und die Einwirkungsdauer beeinflusst wird.





Umsetzung in der GefVA-WebApp



Intuitiv haben die Nutzerin und der Nutzer die Möglichkeit aus einer integrierten Datenbank Fahrzeuge auszuwählen, die bei der täglichen Arbeit im Betrieb bewegt werden. Passend dazu wird von der beurteilenden Person für jedes Fahrzeug die dazugehörige Einwirkungsdauer hinterlegt und der Tages-Vibrationsexpositionswert $A(8)$ berechnet.
Die aus der Beurteilung resultierenden Handlungshinweise und Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der Exposition durch Vibrationen nach den Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung sowie der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung selbst, sind in einem Ausgabedokument integriert und bieten den Nutzenden einen Überblick über die erstellte Gefährdungsbeurteilung.

Literatur

Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung vom 6. März 2007 (BGBl. I S. 261), die zuletzt durch Artikel 3 der Verordnung vom 21. Juli 2021 (BGBl. I S. 3115) geändert worden ist
Arbeitsschutzgesetz vom 7. August 1996 (BGBl. I S. 1246), das zuletzt durch Artikel 32 des Gesetzes vom 15. Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 236) geändert worden ist
BMAS, Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2015) Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung

DGUV
Fachbereich Holz und Metall
Berufsgenossenschaft Holz und Metall

Reifegradmodell für organisationale Resilienz in produzierenden KMU durch agile, digitale und menschzentrierte Systeme und Organisationsgestaltung

Viola HELLGE, Dominik KAUS, Stephanie DUPONT

Um Unternehmen eine systematische Einschätzung der organisationalen Resilienz zu ermöglichen ist im Rahmen des Projektes “Readi” ein Reifegradmodell konzipiert und umgesetzt worden. Der theoretische Ansatz des Modells besteht sowohl aus aktuellen Ergebnissen und Ansätzen der Resilienzforschung als auch aus konkreten Ergebnissen aus Erhebungen unter den Unternehmen im Projekt. Durch dieses Modell soll es Unternehmen ermöglicht werden, die eigene organisationale Resilienz besser einzuschätzen und darauf aufbauend erste Maßnahmen zur Förderung der Resilienz anstoßen zu können. Dieses Vorgehen wurde innerhalb des Projektes bereits umgesetzt und soll zukünftig auch weiteren Unternehmen über eine Webpräsenz ermöglicht werden.

VUCA
- **V**olatility
- **U**ncertainty
- **C**omplexity
- **A**mbiguity

ISO 22316

Security and resilience – Organizational resilience – Principles and attributes.

Rapperswiler Resilienzmodell

BANI
- **B**rittle
- **A**nxious
- **N**on-Linear
- **I**ncomprehensible

Das Readi-Wandlungsmodell für organisationale Resilienz

- Kundenorientierung
- Systemische Organisations-entwicklung
- Menschzentrierung & Mitarbeiterzentrierung
- Organisationsstruktur (Verantwortlichkeiten, Kommunikation, Art der Zusammenarbeit)
- Unternehmensstrategie & Geschäftsmodell
- Einleitung Status Quo (unabhängig)
- **Strategische Ausrichtung**
- Forschung & Analyse
- Führung virtueller Teams
- Führung (digitales Mindset, Vertrauen, individuelle Resilienz der Führungskraft, ..)
- Innovationsmanagement
- **Führung und Innovationsmanagement**
- Change-Management
- Unternehmenskultur & Philosophie
- Lernkultur
- Wissensmanagement
- Mitarbeiterentwicklung und Weiterbildung
- **Kultur & Prozesse**
- **Lernen & Wissensmanagement**
- Partizipation (Mitgestaltungsmöglich-keiten, Selbstbestimmung, Transparenz, …)
- Ways of working
- Kooperation & Kollaboration
- **Zusammenarbeit**
- **Risikomanagement**
- Risiko- und Schwachstellen-management
- Partnerschaften und Netzwerke
- **Technologie**
- Datensicherheit
- Infrastruktur
- Bereitstellung u. Nutzung von Informationen
- **Wandlungsfähigkeit der Bestandssysteme**
- Wandlungsfähigkeit der Produktionsanlagen
- Agilität und flexible Arbeitsprozesse

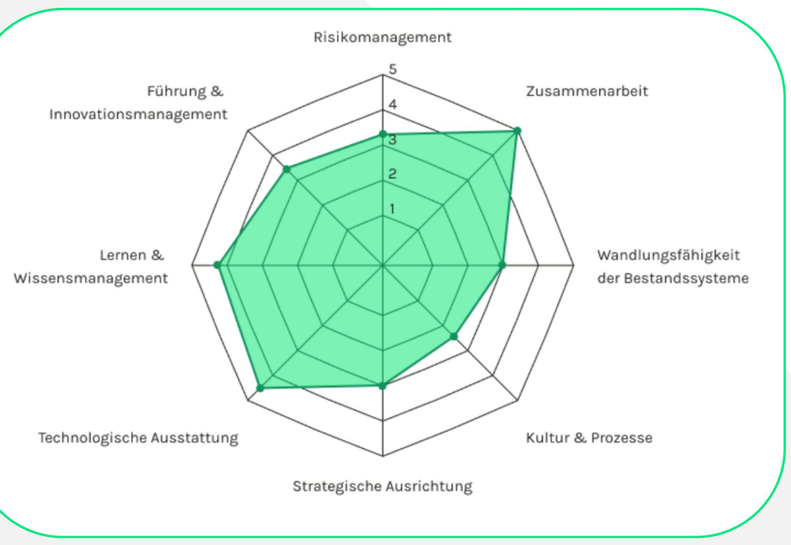
Ausgewählte Fragebogen-Items des Readi-Selbstbewertungsinstruments zu organisationaler Resilienz in der Resilienz-Dimension Führung

Die Führungskräfte stehen Veränderungen, die mit der Einführung neuer Technologien einhergehen, grundsätzlich positiv gegenüber
Es existiert ein Vertrauensverhältnis zwischen Führungskräften und Mitarbeitenden
Mitarbeitende sind bereit Probleme zwischen Führungskräften und Mitarbeitenden anzusprechen
Die individuelle Resilienz der Führungskräfte ist hoch, d.h. sie können gut mit Veränderungen umgehen
Die Führung von Teams wird durch digitale Tools (z.B. Chatsysteme, Systeme zur Personalplanung, etc.) unterstützt

Agilität | **Menschen-zentrierung** | **Organisations-gestaltung** | **Digitalisierung**

5-stufige Likert-Skala
„Trifft überhaupt nicht zu“
bis
„Trifft voll und ganz zu“

- Stufe 1 (1 - 1,4) Lochkarte
- Stufe 2 (1,5 - 2,4) Diskette
- Stufe 3 (2,5 - 3,4) Festplatte
- Stufe 4 (3,5 - 4,4) Netzlaufwerk
- Stufe 5 (4,5 - 5) Cloud-Speicher



75 Wandlungs-bausteine in allen Dimensionen

Wandlungsbausteine bzw. -maßnahmen

Dimension: Lernen und Wissensmanagement

1 Digitalen Performance Support etablieren (Unterstützung im Arbeitsablauf)	6 Handlungsanweisung geben	9 Weiterbildungsstrategie entwickeln	13 Etablierung und Weiterentwicklung einer Lernkultur
14 Prozess zur Bedarfsermittlung für Weiterbildung gestalten und etablieren	35 Feedbackkultur als Teil des täglichen Arbeitens integrieren	41 Erfahrungswerte dokumentieren, bzw. bestehendes Wissen ergänzen	49 Gemeinsame Kollaborationsstandards schaffen

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Das Förderprojekt „Readi“ (FKZ: 02J21C043) wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Forschungsprogramm „Zukunft der Wertschöpfung” gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin/dem Autor.

Paxisorientierte (Abschluss-) Arbeiten beauftragen, unterstützen und bewerten

Thilo GAMBER, Ruth MELZER-RIDINGER

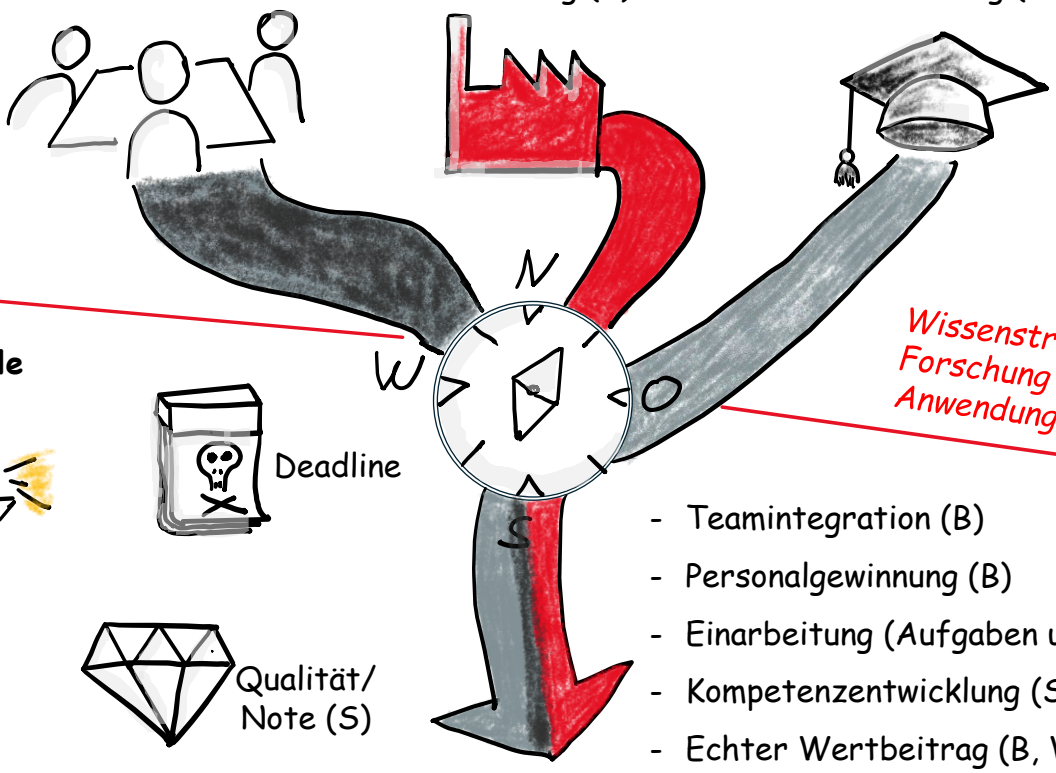
DHBW
Duale Hochschule
Baden-Württemberg

Rollen

Studierende (S)

betriebliche Betreuung (B)

wissenschaftliche Betreuung (W)



Wissenstransfer
Forschung + betriebl. Anwendung

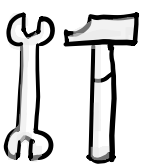
1. Ziele

Deadline

Qualität/ Note (S)

- Teamintegration (B)
- Personalgewinnung (B)
- Einarbeitung (Aufgaben und Prozesse; B)
- Kompetenzentwicklung (S, B, W)
- Echter Wertbeitrag (B, W)

2. Unterstützung



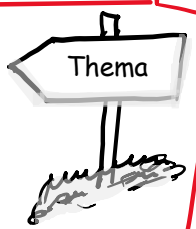
- Sparringspartner
- Zeitmanagement
- Abstimmung und Sicherheit
- Dokumentation

3. Führungsstil (Balance)

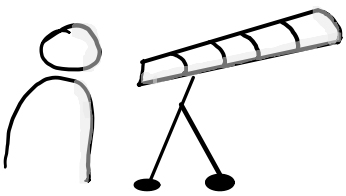
- Überforderung vs. Über-behüten
- Struktur vs. Freiheit
- Nähe vs. Distanz

4. Gute Themenstellung

- Projektauftrag
- Theorie-Praxis-Verzahnung
- Machbarkeit
- Nutzenwert
- Lernzone



5. Scope und Focus



6. Würdigung der Arbeit und Feedback

- Begutachtung
- Feedback → Feedforward
- Retrospektive

1) Gliederung logisch
2) Theorie- + Praxisteil abgestimmt
3) Ergebnis der Arbeit
4) Dokumentation

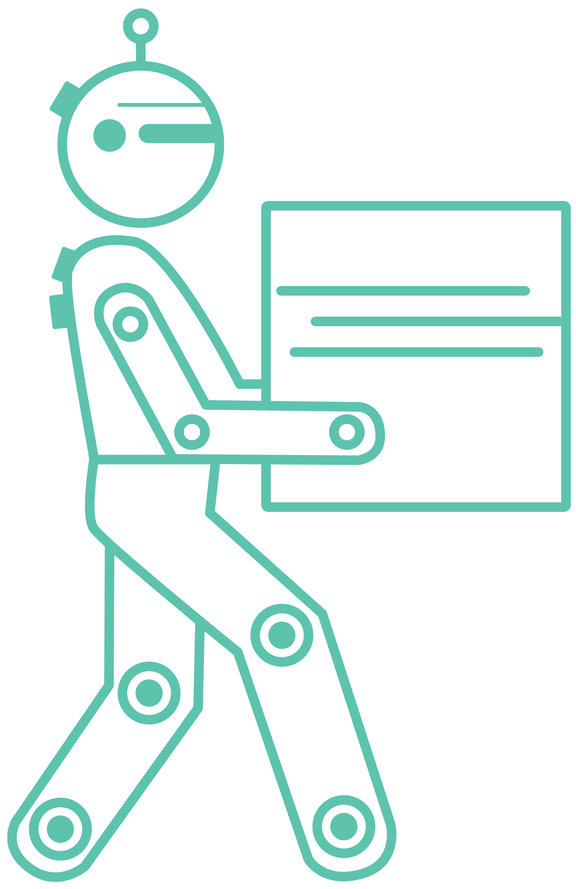
thilo.gamber@dhbw.de

Humanoide Roboter in der Produktion

Entwicklung KI

+

Entwicklung Robotik



Humanoider Roboter
»Embodied AI«

1,4 Mio.
Stück bis 2035
(Goldmann Sachs 2024)

38 Mrd.
USD Markt bis 2035
(Goldmann Sachs 2024)

Beispielhafte Einsatzszenarien

Produktiver Einsatz

Automobilbau

- Montage von Fahrzeugkennzeichnungen
- Qualitätsprüfung von Türschlössern, Sicherheitsgurten und Scheinwerferabdeckungen

Logistik

- Aufnehmen, Transportieren und Platzieren von Behältern

Erprobung

Automobilbau

- Repetitive Tätigkeiten in der Intralogistik
- Aufnehmen, Transportieren und präzises Platzieren von Blechbauteilen

Logistik

- Weitere Transportaufgaben
- Kommissionieraufgaben

Weitere Ansätze

- körperlich beanspruchende, gesundheitsgefährdende Tätigkeiten
- Erweiterung von Umfang und Komplexität von Logistik-, Montage- und Prüfaufgaben
- Tätigkeiten im Reinraum
- Menschlose Schichten
- Funktion als Springer bei Krankheitsausfällen, Urlaub, Lastspitzen etc.
- ...

Forschungsfragen

Mensch

- Wie lassen sich eventuelle Vorbehalte/ Ängste abbauen?
- Wie groß ist der Einfluss der äußeren Gestaltung darauf?
- Welche Qualifizierungsbedarfe bestehen (für Personen im Umfeld, für Programmierung, ggf. bei Kollaboration)?
- Wie verändern sich Personalbedarfe?
- ...

Organisation

- Wie lassen sich Humanoide anlernen/ programmieren?
- Welche Formen der Kollaboration sind möglich/sinnvoll?
- Wie lassen sich die Flexibilitätspotenziale optimal nutzen?
- Wie wirken sich versch. Einsatzszenarien auf die Arbeitsorganisation aus?
- ...

Technik

- Welche Schutzsysteme können die Arbeitssicherheit gewährleisten?
- Mit welcher Geschwindigkeit sollten Bewegungen im Training und im produktiven Betrieb ausgeführt werden?
- Wie lässt sich Selbstlernen diskriminierungsfrei halten?
- Wie lassen sich Fehler/Verhalten korrigieren?
- ...

Tim Jeske[1], Stefan Braun[2], Markus Harlacher[1], Michael Guth[2]
[1]ifaa — Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V. | Uerdinger Straße 56 | 40474 Düsseldorf | info@ifaa-mail.de | www.arbeitswissenschaft.net
[2]ZENIT — Zentrum für Innovation und Technik in NRW | Bismarckstraße 28 | 45470 Mülheim an der Ruhr | info@zenit.de | www.zenit.de

Quellen/Literatur siehe Konferenzbeitrag | Die in dieser Darstellung enthaltenen Piktogramme stammen von Flaticon.com.

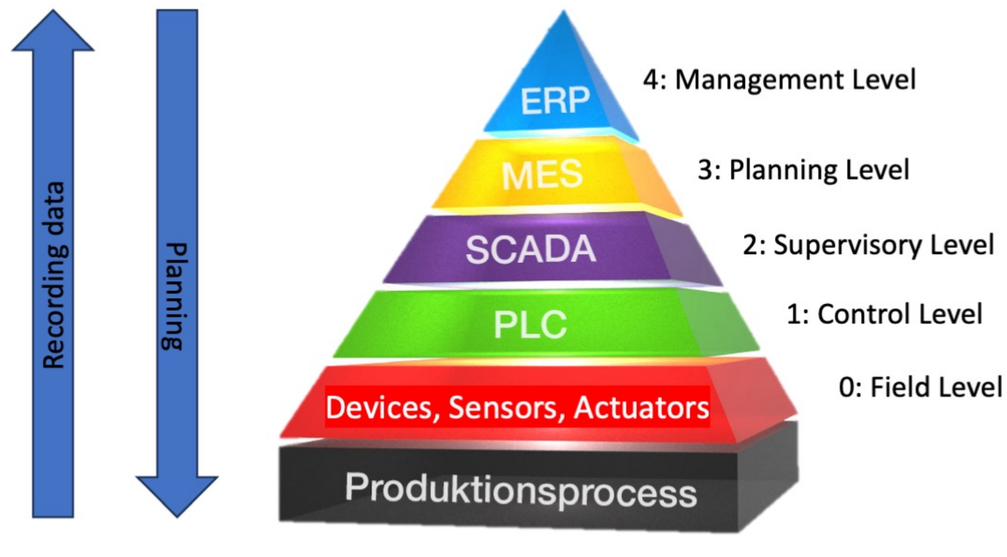
Context-aware Assistance Systems for manual Labour

Johannes Pfleging[13], Lisandro Legrá[2], Lars Mathusek[2], Oliver Sträter[3]

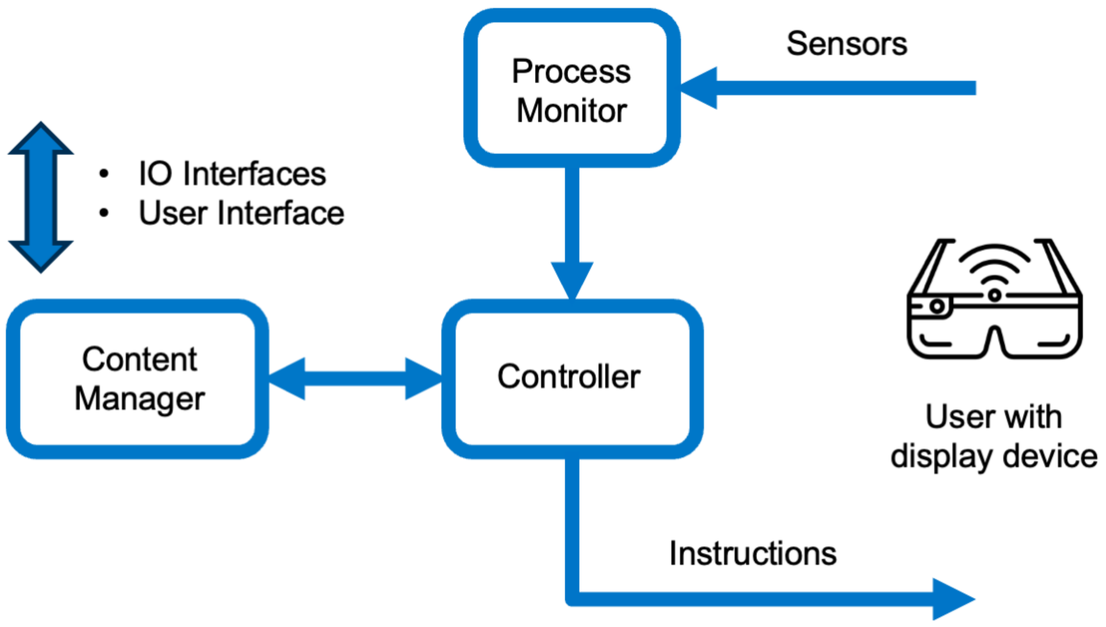
1: EXIST-Startup CoARtec, Universität Kassel; 2: Fachgebiet Kommunikationstechnik (ComTec), Universität Kassel;
3: Fachgebiet Arbeits- und Organisationspsychologie (A&O), Universität Kassel

1. Background:

- Digital assistance systems provide process information to the worker at Level 0 of the automation pyramid (see top right).
- For manual tasks these systems are often realized as step-by-step instructions; some implement Augmented Reality (AR).
- State-of-the art commercial applications are stationary set-ups specialized to specific assembly tasks with little flexibility.
- Only few works are found providing flexible and mobile solutions.



Assistance systems for workers reside at the Field Layer of the industrial automation pyramide. Illustration derived with courtsey of Christian Lagerkvist, CC BY-SA 4.0



Information flow of a context-aware assistance system: The user wearing the assitance device (e.g. smart glasses) receives process instruction from the controller. The device returns the perceived environment state. Using the Content Manager process information can be curated.

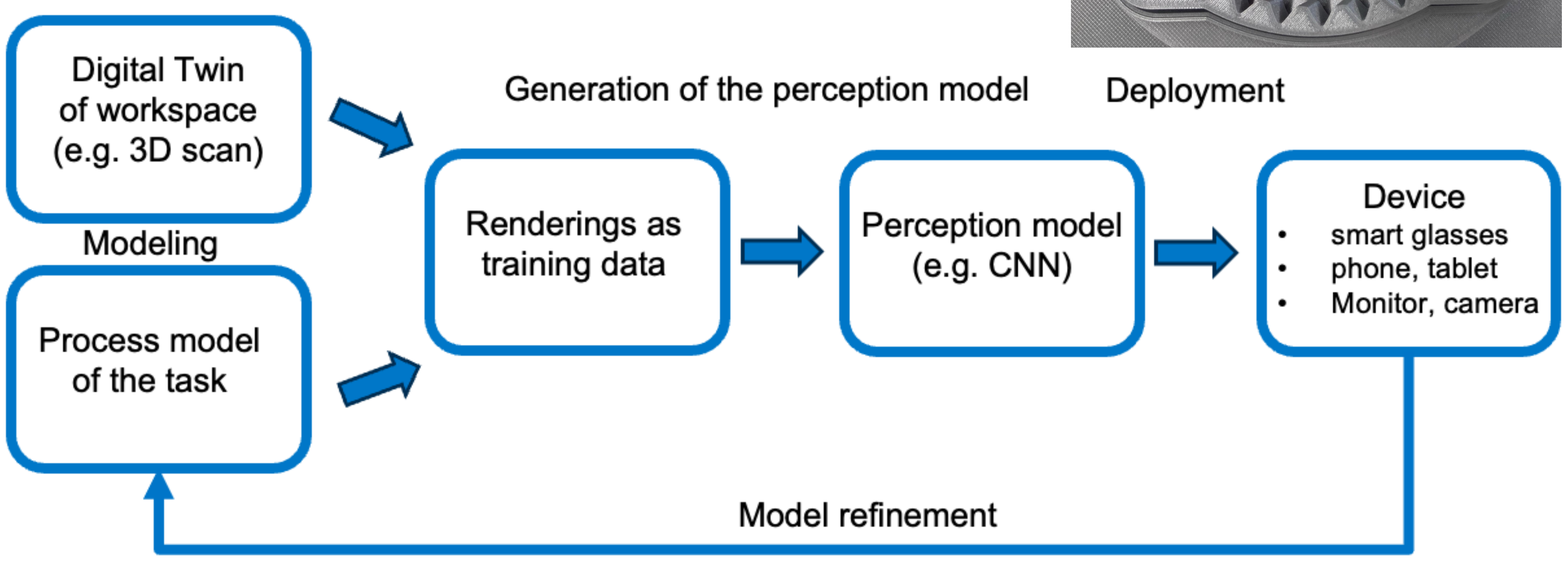
2. Context-aware systems

- We advocate the concept of context-aware assistance systems providing feedback on the process performance (see left).
- As opposed to unidirectional step-by-step instructions, context-aware systems perceive the environment using different sensing modalities beyond those of AR.
- By this the cognitive load for the worker can be reduced.

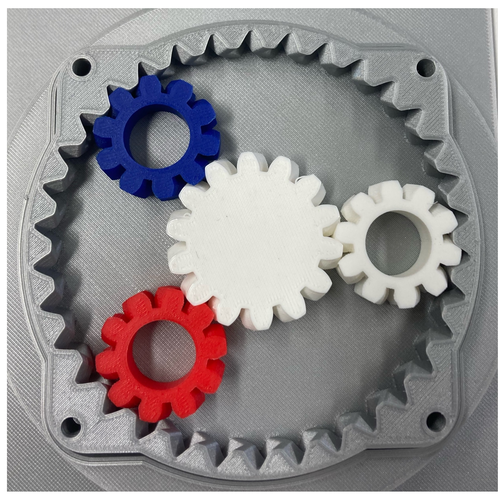
3. Advantages

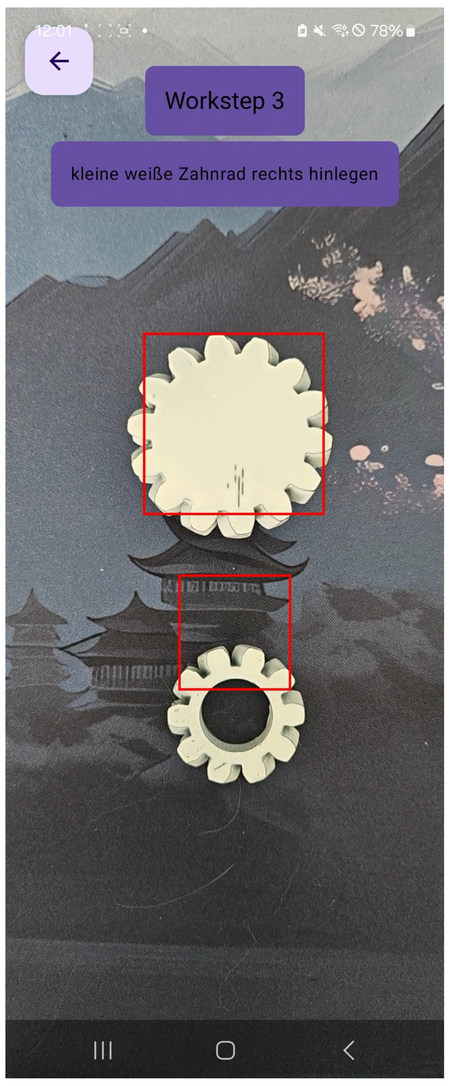
1. Increase of product quality
2. Reduced labour costs
3. Fewer accidents
4. Increased job attractivity
5. Advanced qualification tools

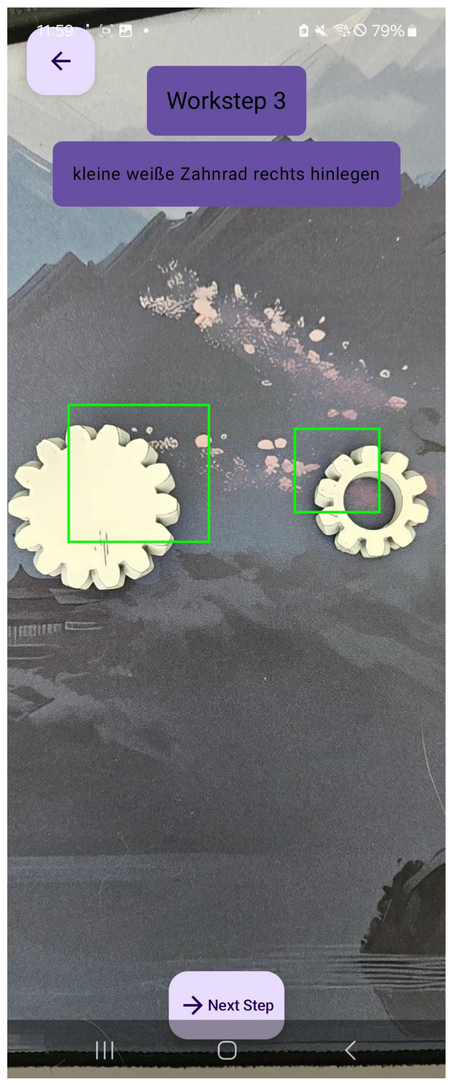
4. Model-based perception



5. Demonstrator







Die Europäische Union fördert zusammen mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz über den Europäischen Sozialfonds Plus (ESF Plus) das Programm „Existenzgründungen aus der Wissenschaft (EXIST)“ in Deutschland.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Kofinanziert von der Europäischen Union

eXIST Existenzgründungen aus der Wissenschaft

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

UNIKASSEL VERSITÄT
ERGONOMIE ARBEIT ORGANISATION
A & O

Fachgebiet für Kommunikationstechnik

Prof. Dr.-Ing. Klaus David

ComTec

Dr. Johannes Pfleging, Universität Kassel, Arbeits- und Organisationspsychologie
Heinrich-Plett-Strasse 40, D-34132 Kassel, +49 561 804 4183, pfleging@ifa.uni-kassel.de

CoARtec.de

VR - based Interactive Demonstrators for Ergonomic Human-Robot Collaborations

Srikanth Nouduri, Alexander Mertens, Verena Nitsch

Institute of Industrial Engineering and Ergonomics (IAW), RWTH Aachen University, Aachen, Germany

1. Introduction

Motivation

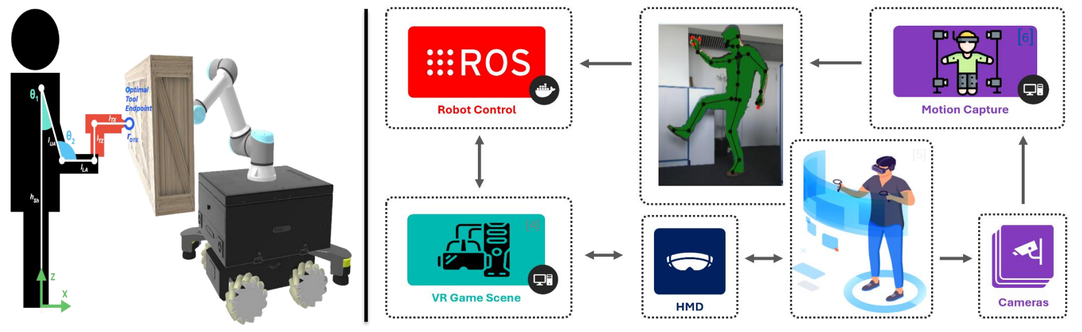
- Humans may not fully exploit flexibility in collaborative working scenarios and corrective measures by assisting cobots are required to ensure good working postures during stationary tooling tasks[1]
- Intelligent cobots perceiving human movements can autonomously adapt their configurations to maintain ergonomic balance in HRC applications
- Research on ergonomic implications of adaptive robot behaviors:

Objective Assessments
(Digitalized Ergonomic Scores: REBA)

Subjective Assessments
(Workload: NASA-TLX[2], Usability: SUS[3])

Methodology

- Human-In-The-Loop (HITL) simulations in VR are safe, reliable and highly cost-effective to evaluate adaptive robot behaviors in cobots

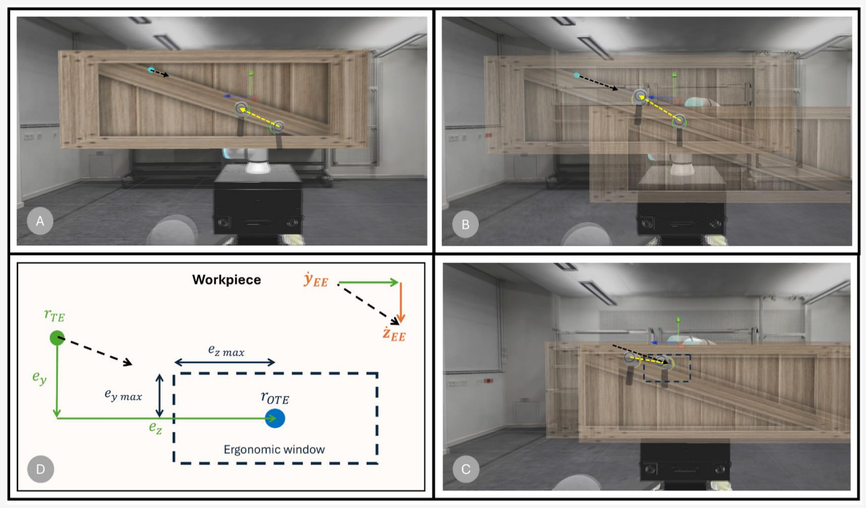


2. Empirical Evaluations

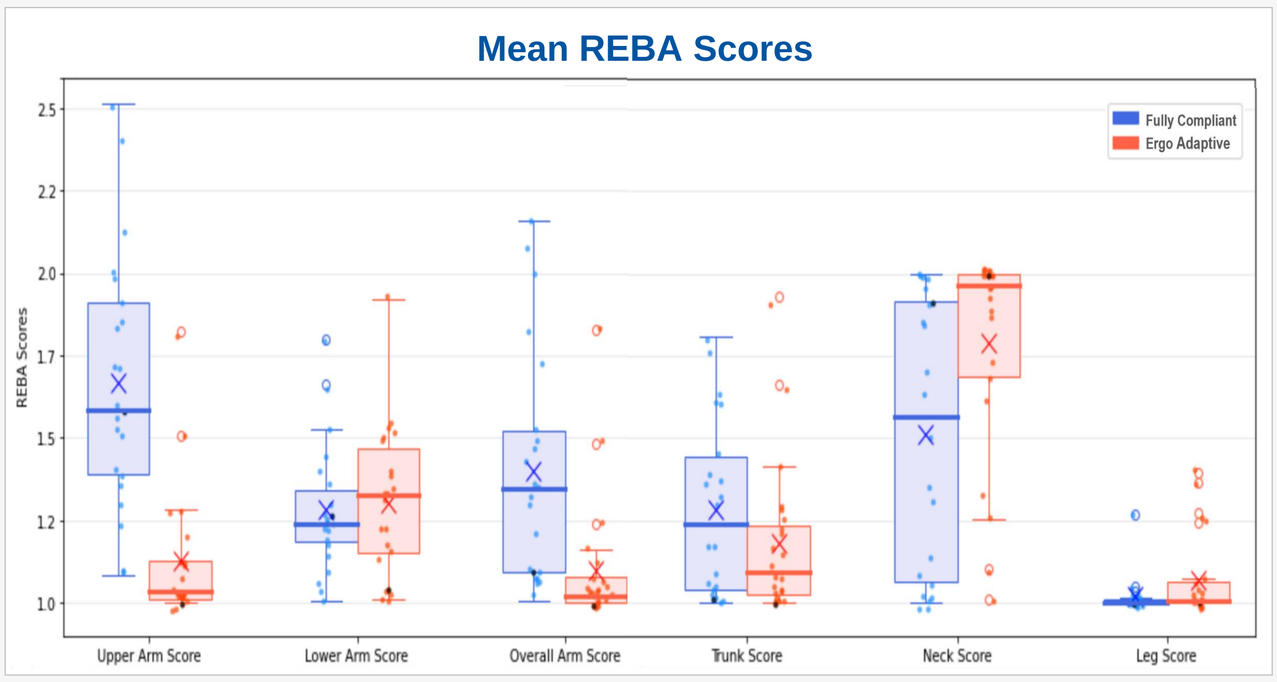
Autonomous Cobot Assisted Stationary Tooling Tasks

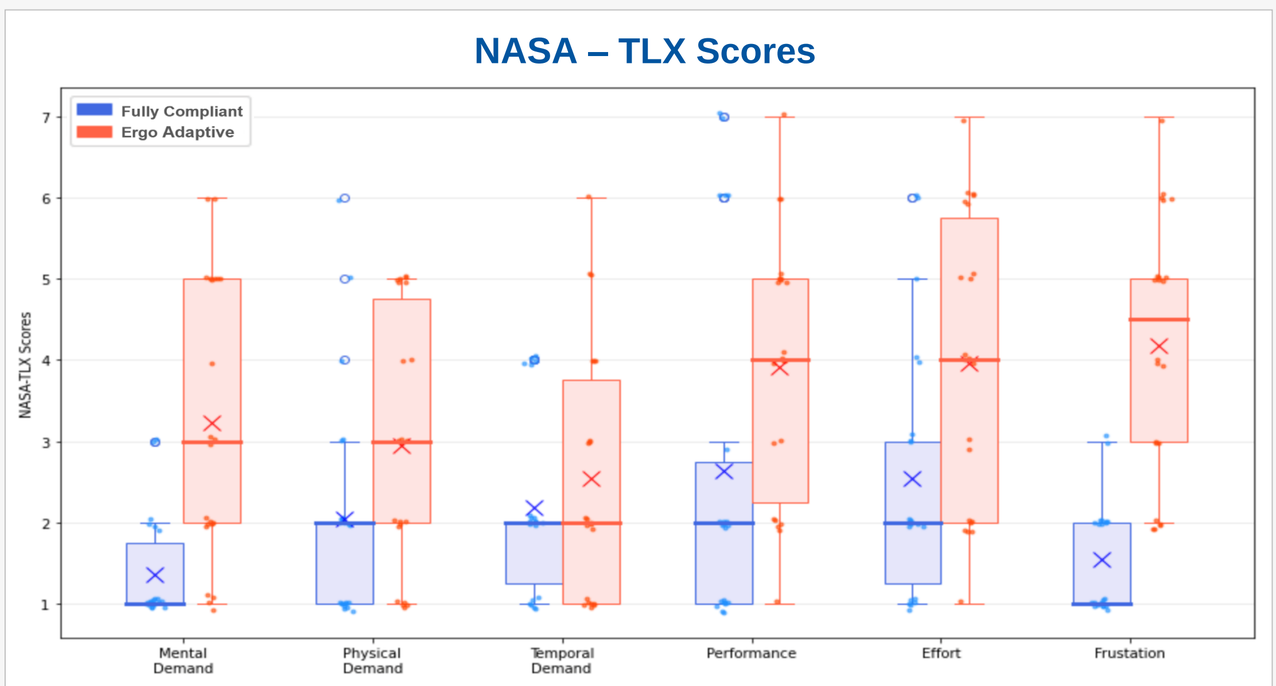
Immersed user interactions in VR

Control strategy for cobot manipulations

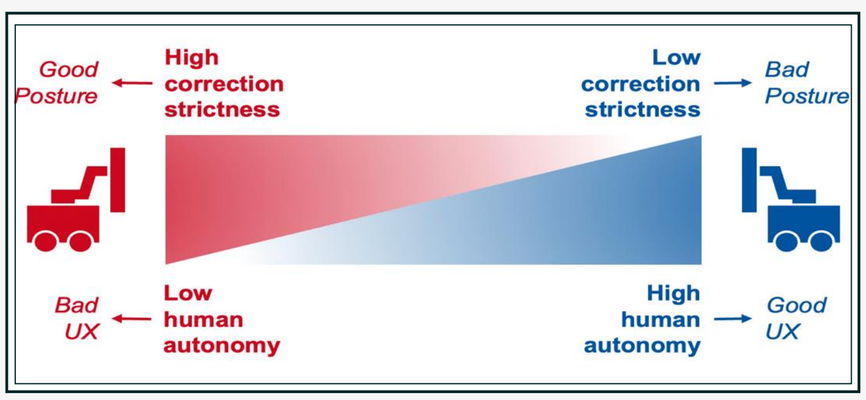


Quantitative Research





Qualitative Research



3. Summary

Observations

- With VR-based HITL simulations, users can swiftly evaluate critical collaboration / interaction scenarios with autonomous cobots holding unweidly objects such as large workpieces
- However, human workers may not always appreciate autonomous decisions made by their robotic counterparts and they may consider it conflicting to human autonomy

Outlook

- Hybrid robot control strategies that can actively offer flexibility with a time-varying trade-off between ergonomics (strictness in optimizing working postures) and need for human control
- Descriptive analysis to evaluate physiological indicators correlating with workload assessments and thereby, mental-state classification of human workers in HRC applications

References

[1] S. Nouduri, K. Boonpasart, A. Mertens, V. Nitsch, Adaptive Robot Behavior for Ergonomic Human-Robot Collaborations in Stationary Tooling Tasks. Proceedings of the 22nd Congress of the International Ergonomics Association, 2024

[2] S. Hart: Nasa-task load index (NASA-TLX); 20 years later. Proceedings of the Human Fac-tors and Ergonomics Society Annual Meeting vol. 50, no. 9, pp. 904-908, 2006

[3] Chacón et. al., Usability Study through a Human-Robot Collaborative Workspace Experience. Designs, vol. 5 no. 2, pp. 35, 2021, https://www.mdpi.com/2411-9660/5/2/35

Pictures: [4] https://www.freepik.com [5] https://www.dreamstime.com [6] https://www.flaticon.com

This research and development project is funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) under the funding measure "Future of Work: Regional Competence Centers of Labor Research. Designing new forms of work through artificial intelligence" in the program "Innovations for tomorrow's production, services and work" (funding code: 02L19C400) and supervised by the Project Management Agency Karlsruhe (PTKA).

SPONSORED BY THE Federal Ministry of Education and Research

Kompetenzzentren Arbeitsforschung

AKzentE 4.0 Künstliche Intelligenz in der Arbeitswelt

IAW Institute of Industrial Engineering and Ergonomics | RWTH AACHEN UNIVERSITY

Agile Produktionssteuerung
- Ansatz für eine selbstorganisierte Schichtplanung -

Agile Organisation der Schichtplanung

Selbstorganisation in der Produktion fördert:

- Organisationale Flexibilität
- Effektive Reaktion auf unvorhergesehene Ereignisse
- Dezentralisierung von Entscheidungen
- Stärkung der Eigenverantwortung von Teams
- Entscheidungsautonomie bei Arbeitsinhalten
- Aktive Einbindung und Gestaltung der Mitarbeitenden in die Arbeitsbedingungen

Mitarbeitenqualifizierung als Erfolgsfaktor

- Qualifizierungen der Mitarbeitenden sind entscheidender Erfolgsfaktor für selbstorganisierte Schichtplanung.
- Mehrfachqualifizierungen ermöglichen Mitarbeitenden, verschiedene Aufträge zu fertigen und reduzieren Besetzungskonflikte
- Ohne Qualifizierungen drohen Ineffizienzen in der Schichtplanung
- Qualifizierung ist Voraussetzung und zentraler Hebel für Vorteile und Agilität der selbstorganisierten Schichtplanung

KW 4 20. – 24.01.		Montage Arbeitsplatz 1	Montage Arbeitsplatz 2	Montage Arbeitsplatz 3
Montag	Frühschicht	08:00 Auftrag A		Auftrag G
		10:00 Auftrag A	Auftrag F	Auftrag G
		12:00 Auftrag A	Auftrag F	Auftrag G
		14:00 Auftrag B	Auftrag F	Auftrag G
	Spätschicht	16:00 Auftrag B		Auftrag G
		18:00 Auftrag B		Auftrag G
		20:00 Auftrag B		
		22:00 Auftrag B		
Dienstag	Frühschicht	08:00 Auftrag C	Auftrag A	Auftrag D
		10:00 Auftrag C	Auftrag A	Auftrag D
		12:00 Auftrag C	Auftrag A	Auftrag D
		14:00 Auftrag C	Auftrag A	Auftrag D
	Spätschicht	16:00 Auftrag C	Auftrag A	
		18:00 Auftrag C	Auftrag A	
		20:00 Auftrag C		
		22:00 Auftrag C		

Ablauf selbstorganisierte Schichtplanung

- Produktionssteuerer unterteilt Aufträge in Unteraufträge mit je 2 Stunden Bearbeitungsdauer
- Mitarbeitende ordnen sich zu Schichtbeginn mittels Symbolbild einem Arbeitsplatz zu
- Aufträge können von mehreren Mitarbeitenden gleichzeitig ausgeführt werden.
- Nach Abschluss werden Auftragsschilder entfernt, um die Ausführung zu visualisieren
- Hinweise bei Störungen oder Problemen sowie priorisierte Aufträge werden dargestellt
- Mitarbeitende lösen Konflikte selbstständig und helfen sich bei Verzögerungen

Die „selbstorganisierte Schichtplanung“ ist eine von fünf betrieblichen Anwendungen im Rahmen des BMBF-geförderten Forschungsprojekts „agileASSEMBLY“. Bei der „selbstorganisierten Schichtplanung“ wird ein Konzept erarbeitet, bei dem die Produktionsmitarbeitenden in einer Montageabteilung die 15 Arbeitsplätze selbstorganisiert besetzen, hierfür ist die Implementierung einer digitalen Plantafel vorgesehen, welche im Pilotbetrieb erprobt und validiert wird. Aktuell ist bereits eine analoge Plantafel erfolgreich im Einsatz.

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

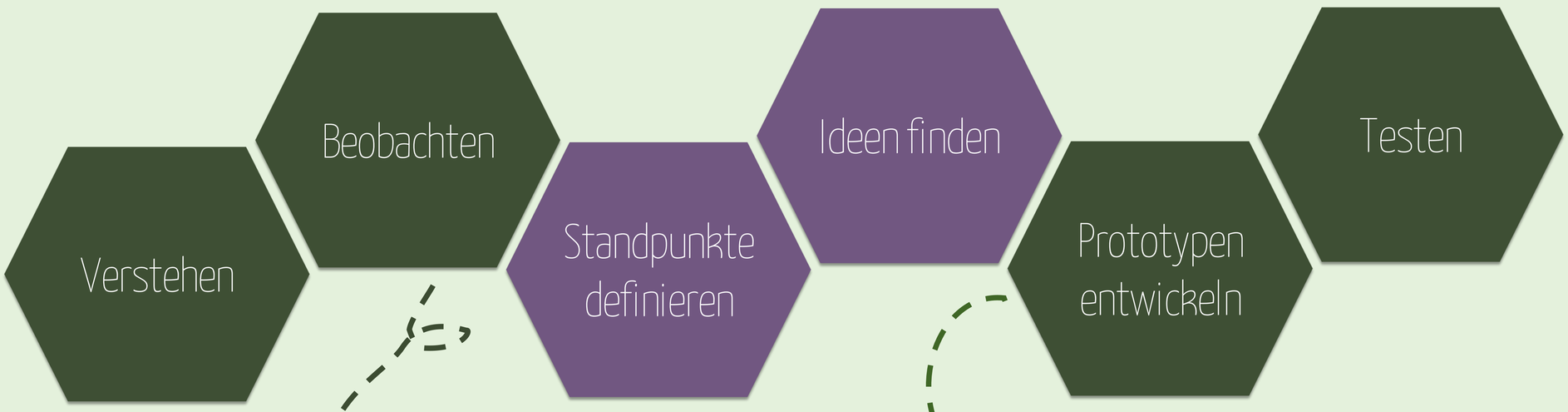
BETREUT VOM PTKA Projektträger Karlsruhe Karlsruher Institut für Technologie

www.agileassembly.de

Kompetenzen aufbauen für die Kreislaufwirtschaft von Kunststoffen

Erfassungsheft zur Erhebung des Status Quos der Arbeitsgestaltung und Kompetenzen für die Umsetzung von Kreislaufwirtschaft in Unternehmen

Vorgehen anhand des Design Thinking Prozesses erklärt



Frage 4.3
Bitte beurteilen Sie folgende Aussage: „Die Perspektiven der Mitarbeitenden bei Entscheidungsprozessen zur Weiterentwicklung der Kreislaufwirtschaft / des Recyclings nimmt in unserem Betrieb eine große Bedeutung ein."

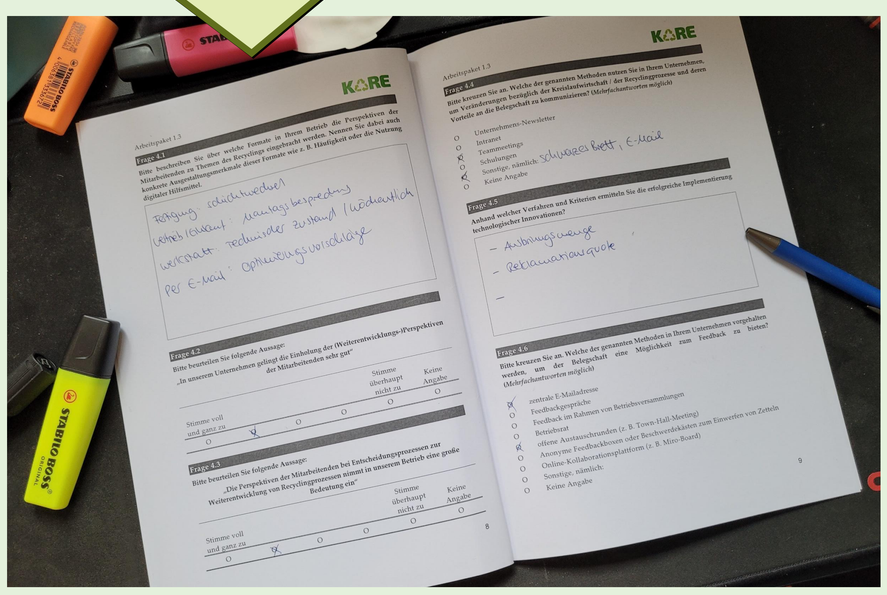


Abbildung links: Erfassungsheft

Transformationskonzepte

- ‚Unternehmas' (in Anlehnung an das Persona-Konzept aus dem Design Thinking) als Ausgangslage für Transformationskonzepte
- verschiedene Ausgangspunkte der Unternehmen bei der Transformation zur Kreislaufwirtschaft werden berücksichtigt
- bieten Orientierung auf dem Weg zur Kreislaufwirtschaft

Wie können wir Kunststoff-Unternehmen bei einer Transformation zur Kreislaufwirtschaft unterstützen?

„In der Transformation zur Kreislaufwirtschaft bleibt kein Stein auf dem anderen!"

Unternehmen x

Ein Standort, 120 Mitarbeitende, Agglomerationsraum, Zulieferer im Automotive-Segment

Unternehmensgeschichte

- Gründungsjahr: 1956
- Meilensteine: neue Innovationsabteilung

Arbeitsgestaltung

- Wissensmanagement? Interne Akademie
- Akzeptanz und Verhaltensänderung? Awarenesskampagnen

Ziele für die Kreislaufwirtschaft im Unternehmen

- Minimierung der Abfälle
- Erhöhung des Rezyklateinsatzes
- Vermeidung von Granulatverlust

Bedarfe & Wünsche

- Mindset-Change der Belegschaft
- Mitarbeitende sollen sich weiterbilden

Schmerzpunkte

- Vorgaben von Kund*innen
- geringe Akzeptanz von Rezyklat
- sortenreine Aufbereitung von Abfällen

Abbildung rechts: Beispielskizze zum Unternehma-Konzept

f-bb Forschungsinstitut Betriebliche Bildung
Fraunhofer ISC
SKZ
thws
Julius-Maximilians-Universität Würzburg

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Das Forschungsprojekt KARE „Kompetenzzentrum der Arbeitsforschung KARE: Kompetenzen Aufbauen für die Kreislaufwirtschaft von Kunststoffen" wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Programm „Zukunft der Wertschöpfung – Forschung zu Produktion, Dienstleistung und Arbeit" (Förderkennzeichen: 02L22C207) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin/beim Autor.

Auswirkung der Bildpolarität auf die Informationserkennung

Roberto KOCKROW

Einleitung

- Negativdarstellung häufig aus technisch-pragmatischen Gründen genutzt
- Menschenzentrierter Ansatz (zunächst) kaum berücksichtigt

- Empfehlungen in Richtung Positivdarstellung vielfach formuliert (DGUV 215-410, DIN 9241-303)
  → Vorteile: Lesbarkeit | Reflexionen & Spiegelungen | Hell-Dunkel-Adaptation | Reale Welt
- Beide Darstellungsformen können aber genutzt und im Kontext begründet werden
  → Flimmerfreiheit | Separierung von Farben (subjektiv)

Positivdarstellung

Dunkle Zeichen auf hellem Grund

Helle Zeichen auf dunklem Grund

Negativdarstellung

Was wir wissen

- Viele Studien belegen Vorteile der Positivdarstellung
  - verringerter Pupillendurchmesser reduziert sphärische Abberation, weniger Verzerrungen höhere Schärfentiefe (Lombardo & Lombardo 2010)
  - bessere Korrekturleseleistung (Buchner & Baumgartner 2007)
  - bessere Buchstabenerkennung (Bauer & Cavonius 1980)
  - schnellere Lesegeschwindigkeiten (Chan & Lee 2005)
  - schnellere visuelle Suchprozesse (Tsang et al. 2012)
- Lesen von Texten in **Positivdarstellung kann Kurzsichtigkeit fördern!**
  → Dicke der Aderhaut nimmt stark ab (Aleman et al. 2018)

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/52/Auge_(schematisch)_vereinfachte_Beschriftung.svg; CCO

Dicke durchschn. +11 µm

nach 1h Lesen

Dicke durchschn. - 16µm

- Ebenfalls viele Studien ohne eindeutige Befunde oder Vorteilsformulierungen (z. B. Chen & Muhamad 2022; Wang & Chen 2000, Pastoor 1990, Muhamad et al. 2023)
- Widersprüchliche Aussagen zu altersabhängigen Leistungs-effekten aus Grundlagenstudien mit vergleichbarem Setting Piepenbrock et al. (2013) ✓ vs. While & Sarvghad (2024) ✗
- Negativdarstellung trotzdem häufiger verwendet als erwartet
  - Dark-Mode bei helligkeitsabhängiger Funktionalität,
  - individualisierbare Programmierumgebungen
  - Erfahrungswerte in Leitstellen und Leitwarten

Mit freundlicher Genehmigung der Wiener Netze GmbH, Manfred Tucherl

Versuchablauf und Ergebnisse

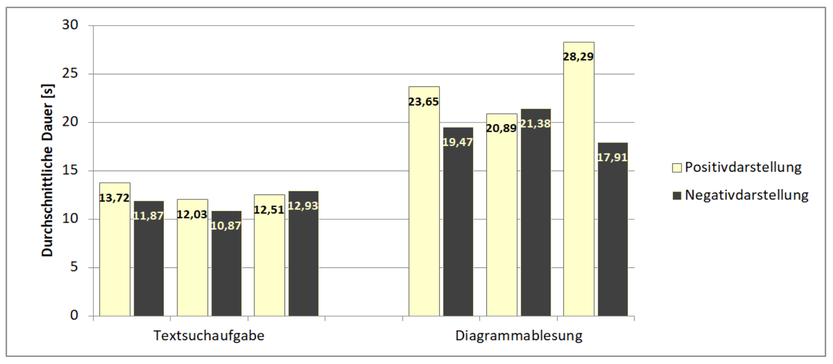
- Kurzstudie mit BTU-Studierenden (N = 28)
- Alter MW=25,6 Jahre; Range 21<>32; m:w:d 20:8:0)
- Arbeit an einem Curved Monitor (1000R, 49“) im Awip-Ergonomielabor
- Abwechselnde Aufgabenbearbeitung (Text/Grafik) bei beiden Bildpolatitäten
- Suchzeit der Information und Prozesszeit (inkl. Übertragung) erfasst

→ Ausschluß extrem abweichender Zeitspannen mit dreifacher Standardabweichung
→ zunächst deskriptive Auswertung

Versuchsaufgaben mit Suchaufgabe eines farbigen Wortes im Blindtext (li.) und Ableseaufgabe im Diagramm (re.) bei beiden Polaritäten

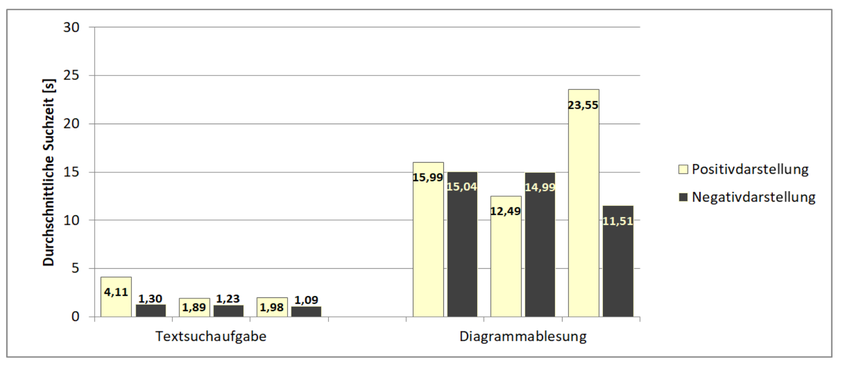
Gesamtdauer Teilaufgabe (Suchvorgang + Ergebnisübertrag/Transkription)

	Zielreiz	MW einzeln	MW Block
Worte	hendrerit	13,724	12,731
	crisequats	12,033	
	sadipscing	12,511	
	facilisis	11,872	11,893
	dignissimj	10,875	
	adipiscingö	12,930	
Kennlinien	V : H	23,649	24,176
	V : H	20,885	
	V : H	28,290	
	V : H	19,470	18,677
	V : H	17,914	
	V : H	21,383	



Gesamtdauer Suchprozess (Text) und Ablesen (Diagramm)

	Zielreiz	MW einzeln	MW Block
Worte	hendrerit	4,114	2,623
	crisequats	1,892	
	sadipscing	1,979	
	facilisis	1,301	1,208
	dignissimj	1,234	
	adipiscingö	1,095	
Kennlinien	V : H	15,990	17,279
	V : H	12,491	
	V : H	23,548	
	V : H	15,043	13,817
	V : H	11,505	
	V : H	14,993	



In den Tabellen sind die Zielreize erkennbar, jeweils mit den ermittelten, durchschnittlichen Zeiten für die Gesamtdauer des Arbeitsschritts (li.) und den Suchprozess (re.)

- geringe Zeitunterschiede für Wortsuche und Transkription (meist) zugunsten der Negativdarstellung
- Teils theoriegeleitet nicht erklärbar → Methodenkritik
- Kontrastwerte abweichend (rechnerisch / realen Szene) → grobe Vergleichbarkeit
- ggf. durch ultrabreite Curved Monitore begünstigt mit abfallenden, vertikalen Realkontraste (Kockrow 2024)

Diskussion & Handlungsempfehlungen

- Idealerweise sollte die Anpassbarkeit der Bildpolarität in Softwareumgebung implementiert sein
- Für dunkle Arbeitssysteme eignen sich Negativdarstellungen (Vorsicht bezüglich ausreichender Beleuchtungsstärke im Arbeitsystem!)
- Systemisches Zusammenwirken erneut belegbar
- Weitere Forschung scheint notwendig, da diffuse Erkenntnislage, vorliegende Methode ist anzupassen!e

Ausgewählte Literatur (vollständige Quellenliste im Beitrag)

- Aleman A, Wand M, Schaeffel F (2018) Reading and Myopia: Contrast Polarity Matters. Sci Rep. 2018 Jul 18;8(1):10840.
- Buchner A, Baumgartner N (2007) Text-background polarity affects performance irrespective of ambient illumination and colour contrast. Ergonomics, 50(7), 1036-1063.
- Chan A, Lee P (2005) Effect of display factors on chinese reading times, comprehension scores and preferences. Behaviour & Information Tech, 24(2), 81-91.
- Chen A, Muhamad N (2022) Impact of Color and Polarity on Visual Resolution with Varying Contrast Ratios and Different Text Backgrounds. J Ophthalmic Vis Res 2022; 17 (2): 217–224.
- DIN EN ISO 11064-6 (2005) Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen - Teil 6: Umgebungsbezogene Anforderungen an Leitzentralen.
- DIN EN ISO 9241-303 (2012) Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 303: Anforderungen an elektronische optische Anzeigen.
- DGUV 215-410 (2019) Bildschirm- und Büroarbeitsplätze - Leitfaden für die Gestaltung.
- Lombardo M, Lombardo G (2010) Wave aberration of human eyes and new descriptors of image optical quality and visual performance. Journal of Cataract and Refractive Surgery, 36(2), 313-331.
- Piepenbrock C, Mayr S, Mund I, Buchner A (2013) ositive display polarity is advantageousfor both younger and older adults. Ergonomics, 56, 1116-1124..
- While Z, Sarvghad A (2024) Dark Mode or Light Mode? Exploring the Impact of Contrast Polarity on Visualization Performance Between Age Groups. EEE Visualization and Visual Analytics (VIS),

Digital Index – Entwicklung eines Planspiels zur Implementierung einer Roadmapping-Funktion für die Einführung menschzentrierter KI in KMU

Frühjahrskongress 2025
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Beitrag "Work in Progress"

Edgar Schero, Nadja Hemming, Leonie Witte
Institut für Angewandte Informatik (InfAI e.V.), Leipzig

Der **Digital Index** ist eine Plattform, die bereits KMU unterstützt, indem der aktuelle **digitale KI-Reifegrad** und **spezifische Handlungsempfehlungen** für die **digitale Transformation** ermittelt werden.[1] Um bei dieser Transformation zu unterstützen, empfiehlt die Europäische Kommission die **Entwicklung von Technologie-Roadmaps.**[2] Ein **Planspiel** dient hierbei als **Methode zur Validierung** während der **Implementierung des Roadmappings.**

Um die Roadmapping-Funktion und das Planspiel bereits vor den Pilottests mit KMU-Managern zu prüfen, kam ein **internes Crowdsourcing**[3] zum Einsatz. Dabei wurden **Forschende** innerhalb des engeren Projektkreises eingeladen, ein **semi-strukturiertes Rollenspiel** zu spielen und Feedback zu geben.

*Wie kann das Planspiel konzipiert werden, sodass es die **Komplexität** des Roadmappings für KMU **reduziert** und gleichzeitig **praxisrelevante Szenarien** abbildet?*

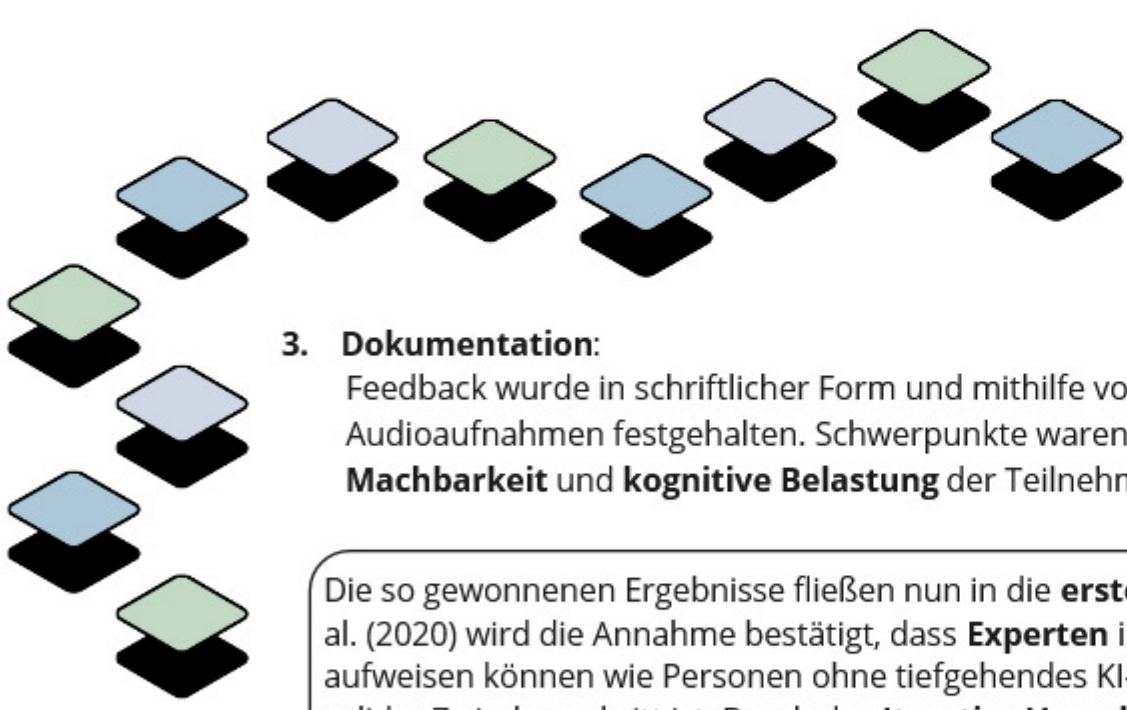
*Wie lässt sich die **Wirksamkeit** des Planspiels empirisch **messen** und **bewerten**, insbesondere hinsichtlich **Benutzerfreundlichkeit**, **Qualität der erstellten Roadmaps** und **Lernzuwächse**?*

1. **Bereitstellung des Roadmapping-Szenarios**:
   Die Teilnehmenden wurden mit einem Low-Digital-Level-Szenario konfrontiert.

Die in Avin et al. (2020) beschriebene Unsicherheit bei der Vorhersage von Szenarien von KI Implementierungen zeigte sich auch hier.[4] Dennoch ließen sich mit den Testungen **realistische Fehlerszenarien** generieren, die später mit Personen ohne KI-Expertise auftreten könnten.

Die Testenden reagierten ähnlich wie die anvisierten KMU-Manager, insbesondere was **überlappende Ziele** und **komplexe Entscheidungsprozesse** angeht

2. **Durchführung der Simulation**:
   - Ausfüllen des Fragebogens (Digital Index-Assessment)
   - Analyse der Handlungsempfehlungen und Diskussion der Roadmapping-Optionen.



Die Testenden hoben hervor, dass eine klarere Vorstrukturierung z. B. durch **Roadmap-Templates** die **kognitive Last** beim Erstellen der Roadmap weiter **senken** könnte.

3. **Dokumentation**:
   Feedback wurde in schriftlicher Form und mithilfe von Audioaufnahmen festgehalten. Schwerpunkte waren dabei **Machbarkeit** und **kognitive Belastung** der Teilnehmenden.

Die so gewonnenen Ergebnisse fließen nun in die **erste Pilottestung** mit ein. Im Sinne von Avin et al. (2020) wird die Annahme bestätigt, dass **Experten** in Simulationen ähnliche Fehlermuster aufweisen können wie Personen ohne tiefgehendes KI-Fachwissen, sodass ein interner Testlauf ein valider Zwischenschritt ist. Durch das **Iterative Vorgehen** (Design Science Research[5]) werden die Feedback-Schleifen laufend genutzt, um das Planspiel und die Roadmapping-Funktion an praktischen Anforderungen anzupassen, bevor es in größerem Maßstab evaluiert wird.

Referenzen
[1] Brückner, A., Wilke, M., Hein-Pensel, F., Schero, E., Winkler, H., & Jabs, I. (2025). Assessing Industry 5.0 readiness—Prototype of a holistic digital index to evaluate sustainability, resilience and human-centered factors. *International Journal of Information Management Data Insights*, 5(1). doi.org/10.1016/j.jjimei.2025.100329.
[2] European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Breque, M., De Nul, L., Petridis, A. (2021). Industry 5.0: towards a sustainable, human-centric and resilient European industry, Publications Office https://data.europa.eu/doi/10.2777/308407.
[3] Vogel, Pascal; Grotherr, Christian; and Semmann, Martin, (2019). "LEVERAGING THE INTERNAL CROWD FOR CONTINUOUS REQUIREMENTS ENGINEERING - LESSONS LEARNED FROM A DESIGN SCIENCE RESEARCH PROJECT". In Proceedings of the 27th European Conference on Information Systems (ECIS), Stockholm & Uppsala, Sweden, June 8-14, 2019. ISBN 978-1-7336325-0-8 Research Papers https://aisel.aisnet.org/ecis2019_rp/4
[4] Shahar Avin, Ross Gruetzemacher, James Fox (2020). Exploring AI Futures Through Role Play. Proceedings of the 2020 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society (AIES '20) doi.org/10.1145/3375627.3375817
[5] Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. In: MIS Quarterly 28 (1), S. 75-105. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/201168946_Design_Science_In_Information_Systems_Research

Projekt: Künstlich und Menschlich Intelligent – Transformierte Arbeit in Westsachsen
Laufzeit: 01.12.2021 - 30.11.2026
Förderprogramm (BMBF): Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen Fördermaßnahme: Zukunft der Arbeit: Regionale Kompetenzzentren der Arbeitsforschung

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 02L 19C500 gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor:innen.

Kontakt:
Institut für Angewandte Informatik e.V.
Dr. Christian Zinke-Wehlmann
Goerdelerring 9, 04109 Leipzig
E-Mail: kmi-project@infai.org

Begleitung von KMU bei der arbeitsgestalterischen Integration von Industrie 5.0-Prinzipien:

User Experience - Evaluation der Digital Index-Plattform

KÜNSTLICH MENSCHLICH INTELLIGENT KOMPETENZZENTRUM

Frühjahrskongress 2025
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Beitrag "Work in Progress"

Autor*innen:
Leonie Witte, Nadja Hemming, Edgar Schero
Institut für Angewandte Informatik (InfAI) e.V., Leipzig

1. Ausgangslage

- Digitalisierung als Herausforderung für KMU in Westsachsen:
  - Unterstützung bei der **arbeitsgestalterischen Integration von KI- und Digitalisierungslösungen**, um Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern
- Menschenzentrierte Entwicklung einer **Digital Index-Plattform (DI)** als begleitendes Werkzeug zur strukturierten Einführung dieser Lösungen
- Plattform kombiniert **KI-Reifegrad-Assessment** mit **Toolbox,** welche Methoden, Wissen und Use Cases zur Verfügung stellt
  - Erstmaliger Einbezug von **Industrie 5.0-Kriterien** (Europäische Kommission, 2021; Brückner et al., 2024)
- **Aktueller Stand:** Weiterentwicklung der DI-Plattform basierend auf einer Usability-Evaluation des KI-Reifegrad-Assessments (02/2024)
  - **Ausstehend:** Evaluation der Toolbox im Zusammenspiel mit KI-Reifegrad-Assessment

2. Zielsetzung

*Wie kann im Entwicklungsprozess gemäß Design Science Research (DSR)-Ansatz von Hevner et al. (2004) sichergestellt werden, dass die Toolbox der Digital Index-Plattform für KMU die UX-Anforderungen der Nutzer*innen erfüllt?*

Ziele:

- Erarbeitung von **Empfehlungen zur Optimierung der User Experience (UX)** aus Interviews
- **Identifikation relevanter UX-Designprinzipien**
  - Erkenntnisse für nutzendenfreundliche Gestaltung von KI-/Digitalisierungs-Plattformen für KMU gewinnen
  - Übertragbarkeit der Empfehlungen auf vergleichbare Plattformen ermöglichen

Screenshot der Toolbox, Beta-Version, Stand 11.Februar 2025

3. Vorgehensweise

- **Evaluation als Teil des DSR-Zyklus** (Hevner et al., 2004): Fokus auf Menschenzentrierung nach DIN EN ISO 9241-210
- **Durchführung** an Termin 1 (n=3) und Termin 2 (n=1) mit Managementebene aus KMU in Westsachsen:
  - **individuelle Testung** von Toolbox und KI-Reifegrad-Assessment mit anschließender **leitfadenbasierter Diskussion**
  - Gesamteinschätzung der UX durch UEQ-S-Fragebogen (Laugwitz et al., 2008) (n = 3)
- **qualitative Auswertung** der Interviewtranskripte und Protokolle
  - systematisches Kategorisieren der Aussagen & Ableitung von Empfehlungen für Entwicklungsteams

4. Ergebnisse

- **Empfehlungen für die UX-Optimierung der Toolbox:**
  - klare Filterlogik, anwendungsorientierte Darstellung der Methoden, alternative Darstellungsformen (z. B. Tabellen) und optimierte Metaphern-Nutzung (bspw. Anpassung der Würfelgrafik)
- **UEQ-S zum Gesamteindruck der UX:**
  - Gesamtscore: 0.66 (CI [0.45, 0.88])
  - hedonische Qualität: 1.17 (CI [0.74, 1.6]) => positive Tendenz
  - pragmatische Qualität: 0.17 (CI [-0.27, 0.6]) => neutrale Tendenz
- Insbesondere Verbesserungspotenzial bei Übersichtlichkeit und Einfachheit der Gestaltung

5. Ausblick

- Fortlaufende Ableitung von Designprinzipien und Design Features:
  - **iterative Weiterentwicklung** der DI-Plattform entsprechend des DSR-Zyklus
- DI-Plattform in **realen Nutzungssituationen in KMU** testen
- **menschenzentrierte Anpassung der Evaluations-Formate** an Herausforderungen des betrieblichen Alltags:
  - kurze Dauer, wenig Vorbereitung, viele Iterationen
- Geplantes Feature: **Roadmap zur Implementierung der** im Assessment gegebenen **Handlungsempfehlungen** mithilfe der Toolbox

Referenzen
Brückner, A., Wölke, M., Hein-Pensel, F., Schero, E., Winkler, H., & Jabs, I. (2025). Assessing industry 5.0 readiness—Prototype of a holistic digital index to evaluate sustainability, resilience and human-centered factors. *International Journal of Information Management Data Insights, 5*(1), https://doi.org/10.1016/j.jjimei.2025.100329
European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Breque, M., De Nul, L., Petridis, A. (2021). Industry 5.0: towards a sustainable, human-centric and resilient European industry, Publications Office. https://data.europa.eu/doi/10.2777/308407 .
Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. In: MIS Quarterly 28 (1), S. 75-105. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/201168946_Design_Science_in_Information_Systems_Research
Laugwitz, B., Held, T., & Schrepp, M. (2008). Construction and evaluation of a user experience questionnaire. In A. Holzinger (Hrsg.), HCI and Usability for Education and Work: 4. Symposium der Arbeitsgruppe Human-Computer Interaction and Usability Engineering der Austrian Computer Society, USAB 2008, Graz, Österreich, 20.–21. November 2008. Proceedings (Bd. 5298, S. 63–76). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-89350-9_6

Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung

Projekt: Künstlich und Menschlich Intelligent – Transformierte Arbeit in Westsachsen
Laufzeit: 01.12.2021 - 30.11.2026
Förderprogramm (BMBF): Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen Fördermaßnahme: Zukunft der Arbeit: Regionale Kompetenzzentren der Arbeitsforschung

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 02L 19C500 gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor:innen.

Kontakt:
Institut für Angewandte Informatik e.V.
Dr. Christian Zinke-Wehlmann
Goerdelerring 9, 04109 Leipzig
Tel.: 0341/973343
E-Mail: kmi-project@infai.org

Programmkomitee

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Verena Nitsch
Prof. Dr. phil. Dipl.-Ing. Martin Frenz
Prof. Dr.-Ing. Dr. rer. medic. Dipl.-Inform. Alexander Mertens
Prof. Dr.-Ing. Susanne Mütze-Niewöhner
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Frank Flemisch

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Schmauder
Prof. Dr.-Ing. Johannes Brombach
Prof. Dr. Rolf Ellegast
Dipl.-Ing. Benjamin Illmann
Dr. habil. Jürgen Klippert Dr.-Ing. habil. Roberto Kockrow
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Holger Rademacher
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sebastian Schlund
Prof. Dr. Adrian Schwaninger
Dr.-Ing. Sascha Wischniewski

Ausrichter

Institut f. Arbeitswissenschaft (IAW)
RWTH Aachen

Eilfschornsteinstraße 18
52062 Aachen

info@iaw.rwth-aachen.de

Veranstalter

Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Frau Simone John
Alte Heerstraße 111
53757 Sankt Augustin

info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de

IAW Institut für Arbeitswissenschaft | RWTH AACHEN UNIVERSITY