

Durch die Brille der Mitarbeitenden: Bedeutsame Kompetenzen bei der Entwicklung und Nutzung von XR-Systemen

Anna-Lena KATO-BEIDERWIEDEN¹, Julian SCHULTE¹, Alexander NEUMANN²,
Lars SCHALKWIJK³, Benjamin STRENGE², Günter W. MAIER¹

*¹ Abteilung für Psychologie, Universität Bielefeld
Universitätsstraße 25, D-33615 Bielefeld*

*² Neurokognition und Bewegung - Biomechanik, Center for Cognitive Interaction
Technology (CITEC), Universität Bielefeld
Inspiration 1, D-33619 Bielefeld*

*³ Institut für Systemdynamik und Mechatronik (ISyM), Fachhochschule Bielefeld
Interaktion 1, D-33619 Bielefeld*

Kurzfassung: Tragbare Extended Reality (XR)-Systeme basierend auf Head-Mounted Displays etablieren sich aktuell als unterstützende Technologien in zahlreichen Unternehmensbereichen. Durch den Einsatz der prospektiven Kompetenzanalyse, die es ermöglicht, zukünftig erforderliche Kompetenzen für die erfolgreiche Ausführung einer beruflichen Tätigkeit zu erfassen, haben wir in zwei Kooperationsprojekten (zukünftig) bedeutsame Kompetenzen für den Einsatz von XR-Systemen ermitteln können. Im Bereich Produktentwicklung zeigten sich als besonders bedeutsame Kompetenzen technisches Interesse, Produktkenntnisse, technisches Wissen und IT-Kenntnisse bei der Arbeit mit XR-Systemen. In der Maschinenbedienung, Logistik und (manuellen) Montage wurden Aufmerksamkeit und Merkfähigkeit als bedeutsame Kompetenzen bei der gegenwärtigen Arbeit ermittelt. Gewissenhaftigkeit zeigte sich als bedeutsame Kompetenz in allen untersuchten Bereichen.

Schlüsselwörter: Extended Reality, XR-Systeme, Head-Mounted Displays, Kompetenzen, prospektive Kompetenzanalyse, Arbeits- und Anforderungsanalyse

1. Hintergrund

Tragbare Extended Reality (XR)-Systeme basierend auf Head-Mounted Displays (HMD) etablieren sich aktuell als unterstützende Technologien in zahlreichen Unternehmensbereichen (z.B. Bentler et al. 2019; Frantz et al. 2018; Kohn et al. 2018; Neumann et al. 2019; Paruzel et al. 2020). Der Einsatz der Systeme bietet weitreichendes Potential und es ergeben sich ganz unterschiedliche, individuelle Einsatzmöglichkeiten. Tragbare XR-Systeme können unter anderem in der Lagerlogistik, der manuellen Montage oder zur Bedienung von komplexen Maschinen produktiv eingesetzt werden. Mitarbeitende können jederzeit auf benötigte Informationen zugreifen und durch die In-situ-Einblendung von 3D-Modellen oder dank visueller bzw. auditiver Instruktionen unnötige Wege vermeiden und komplexe Arbeitsabläufe zuverlässiger bearbeiten (Sanjiv 2016). Durch die Entwicklung und Einführung solcher technischen Innovationen ergeben sich nicht nur neue Impulse für Forschung und Entwicklung, sondern durch die digitale Transformation auch

gravierend verändernde Arbeitsbedingungen für die Beschäftigten (Cascio & Montealegre 2016; Kauffeld & Maier 2020; Mlekus et al. 2020). Wie können sich Unternehmen wappnen, damit ihre Beschäftigten die entsprechenden Kompetenzen besitzen oder erwerben, um mit den veränderten Arbeitsbedingungen zurecht zu kommen?

In zwei BMBF-geförderten Kooperationsprojekten (IviPep - „*Instrumentarium zur Gestaltung individualisierter virtueller Produktentstehungsprozesse in der Industrie 4.0*“, Foullois et al. 2020; AVIKOM - „*Audiovisuelle Unterstützung durch ein kognitives und mobiles Assistenzsystem für die moderne Arbeitswelt*“) wurden u.a. tragbare XR-Systeme entwickelt und deren Einsatz untersucht. Bei den Unternehmenspartnern wurden unterschiedliche Szenarien geplant, denn XR-Systeme können potentiell in sämtlichen Bereichen der Wertschöpfung eingesetzt werden. Durch unsere Kooperationen in der Produktentwicklung, Maschinenbedienung, Logistik und (manuellen) Montage konnten wir wesentliche Teile dieses breiten Spektrums analysieren und die benötigten Kompetenzen in der Produktentwicklung, Maschinenführung, Logistik und Montage untersuchen. Durch den Einsatz der prospektiven Kompetenzanalyse (ProKA; Kato-Beiderwieden et al. 2021) konnten die Kompetenzen ermittelt werden, die in den verschiedenen Szenarien in den unterschiedlichen Kooperationsunternehmen z.T. gegenwärtig besonders gefordert sind und die zukünftig voraussichtlich große Bedeutsamkeit haben werden. Durch den Einbezug der Beteiligten in Interviews, Fragebogenerhebungen etc. konnten diese in den Change Prozess und die anstehenden Veränderungen eingebunden und auf die neuen Anforderungen vorbereitet werden (Schlicher et al. 2020).

2. Methode

Die prospektive Kompetenzanalyse kombiniert einige Methoden der Kompetenzermittlung wie u.a. eine psychologische Anforderungsanalyse (Task-Analysis Tools - TAToo; Koch & Westhoff 2012) und Arbeitsplatzbegehungen mit experimentellen Vignetten-Methoden (Aguinis & Bradley 2014) und ermöglicht es so zukünftig erforderliche Kompetenzen für die erfolgreiche Ausführung einer beruflichen Tätigkeit prospektiv zu erfassen, um die Auswirkungen anstehender organisationaler Veränderungen proaktiv berücksichtigen zu können. Sie liefert eine fundierte Diagnose zukünftiger Kompetenzanforderungen und damit eine wichtige Grundlage für die erfolgreiche Personalauswahl und Qualifizierung der Beschäftigten. Die ProKA besteht aus unterschiedlichen Phasen; zuerst wird die gegenwärtige Situation analysiert und die geforderten Kompetenzen ermittelt. Danach werden eine zukünftige Arbeitssituation erarbeitet und als Zukunftsvision beschrieben und die hierfür zukünftig erforderlichen Kompetenzen erfasst. Abschließend können die Kompetenzanforderungen verglichen und Maßnahmen abgeleitet und empfohlen werden. Durch Interviews, Fragebögen und Workshops werden Beteiligte in Unternehmen mit einbezogen.

Durch den Einsatz der ProKA konnten die Kompetenzen ermittelt werden, die in den verschiedenen Szenarien in den unterschiedlichen Kooperationsunternehmen z.T. gegenwärtig besonders gefordert sind und die zukünftig große Relevanz haben werden. Dafür wurden verschiedene Phasen der ProKA umgesetzt. Im IviPep-Projekt wurden bei einem Unternehmen eine Vision der zukünftigen Arbeit in der Produktentwicklung erarbeitet und Interviews und Fragebogenerhebungen zur zukünftigen Arbeitssituation durchgeführt. Dabei stand die Nutzung von XR-Systemen

im Bereich Vorentwicklung im Vordergrund. In den Interviews wurden zum einen benötigte konkrete Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse erfragt. Zum anderen sollten die Interviewten Verhaltensweisen beschreiben, die für die erfolgreiche Ausübung der Tätigkeit wichtig sind. Darüber hinaus wurden die Interviewten gefragt, welche Anforderungen in Zukunft in Bezug auf den Einsatz von XR-Systemen noch wichtig werden. Die Angaben aus den Interviews wurden im nächsten Schritt thematisch gruppiert, um ein vorläufiges Anforderungsprofil zu erstellen. Dieses wurde in einen Fragebogen übertragen, der im letzten Schritt von den Stelleninhaber*innen ausgefüllt wurde. Hierbei wurden die Wichtigkeit und die Häufigkeit jeder Anforderung bewertet. Um die Bedeutsamkeit der Anforderungen für die Tätigkeit zu ermitteln, wurden die Werte der Wichtigkeit und Häufigkeit multipliziert und z-standardisiert.

Im AVIKOM-Projekt wurden bisher als erste Schritte der ProKA Interviews und Fragebogenerhebungen zu Szenarien in den Bereichen Maschinenbedienung, Logistik und Montage durchgeführt, um die Kompetenzanforderungen der gegenwärtigen Arbeitssituation zu erfassen. Die Vorgehensweise in den Interviews und Fragebogenerhebungen war dabei identisch zur Vorgehensweise im IviPep-Projekt. Im weiteren Verlauf des Projekts wird noch die jeweilige zukünftige Arbeitssituation, in der ein tragbares, audiovisuelles Assistenzsystems eingesetzt werden soll, untersucht. Diese Arbeitssituationen werden in Vignetten beschrieben und von den Stelleninhaber*innen beurteilt werden. In den Vignetten werden die verschiedenen Funktionen des Assistenzsystems, welches im AVIKOM-Projekt entwickelt wird, für die einzelnen Szenarien in den Bereichen Maschinenbedienung, Logistik und Montage dargestellt.

Das AVIKOM-System präsentiert Nutzer*innen Informationen zu Arbeitsabläufen schrittweise und unterstützt diese bei einer Vielzahl verschiedener Tätigkeiten (siehe Abbildung 1). Das System kann Kontroll- und Entscheidungsprozesse abbilden, die Navigation zu Zielorten übernehmen und Instruktionen kontextbezogen anpassen. Dabei kann die bereits vorhandene aufgabenbezogene Erfahrung der nutzenden Personen auf Basis von Gedächtnisstrukturanalysen berücksichtigt werden (Streng et al. 2019; Streng & Schack 2021; Neumann et al. 2021). Das AVIKOM-System bietet verschiedene Schnittstellen zur Informationsein- und -ausgabe an. Die zentrale visuelle Schnittstelle basiert auf der Microsoft HoloLens 2, während ein mit einem Smartphone verbundenes Kopfhörersystem für die auditive Unterstützung genutzt wird. Ob textuelle Instruktionen angezeigt oder (gleichzeitig) unter Zuhilfenahme von Echtzeitsprachsynthese vorgelesen werden, wird vom AVIKOM-System basierend auf Umgebungsfaktoren, wie Lichtverhältnissen oder Lärm, Nutzerpräferenzen und vordefinierten gestalterischen Gesichtspunkten entschieden. Diese Instruktionen können durch multimediale Inhalte ergänzt werden. Dazu erlaubt das AVIKOM-System dreidimensionale Objekte ‚in-situ‘ in den Arbeitsbereich zu integrieren und Hinweise kontextsensitiv zu verorten. Neben der expliziten inhaltlichen Unterstützung setzt das AVIKOM-System funktionale Klänge zur effizienten Aufmerksamkeitssteuerung ein. Dies reduziert Ablenkungen und bietet dennoch die Möglichkeit bei auftretenden Problemen schnell reagieren zu können (Hildebrandt 2016).

Zur Interaktion mit dem AVIKOM-System können Gesten und Sprachbefehle eingesetzt werden. Eine browserbasierte Webanwendung erlaubt es außerdem, Informationen mit Tastatur und Maus oder durch Touch (im Falle eines Tablets) einzugeben (siehe Abbildung 2). Des Weiteren können spezifische aufgabenbezogene Schnittstellen integriert werden, um Teilprozesse zu vereinfachen oder ganz zu automatisieren. Mit Hilfe von Optical Character Recognition (OCR) bietet das AVIKOM-System die Möglichkeit, bekannte Textmuster, bspw. Auftragsnummern,

durch das Anschauen eines Auftragspapiers automatisch zu extrahieren und im weiteren Prozessverlauf zu verwenden.

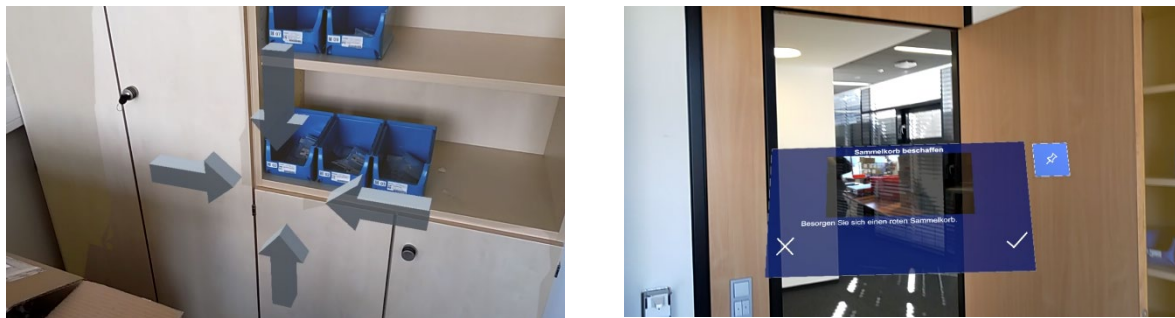


Abbildung 1 Beispiel der Ansicht einer In-situ Instruktion (links) und Beispiel einer Instruktion durch das AVIKOM-System (rechts).

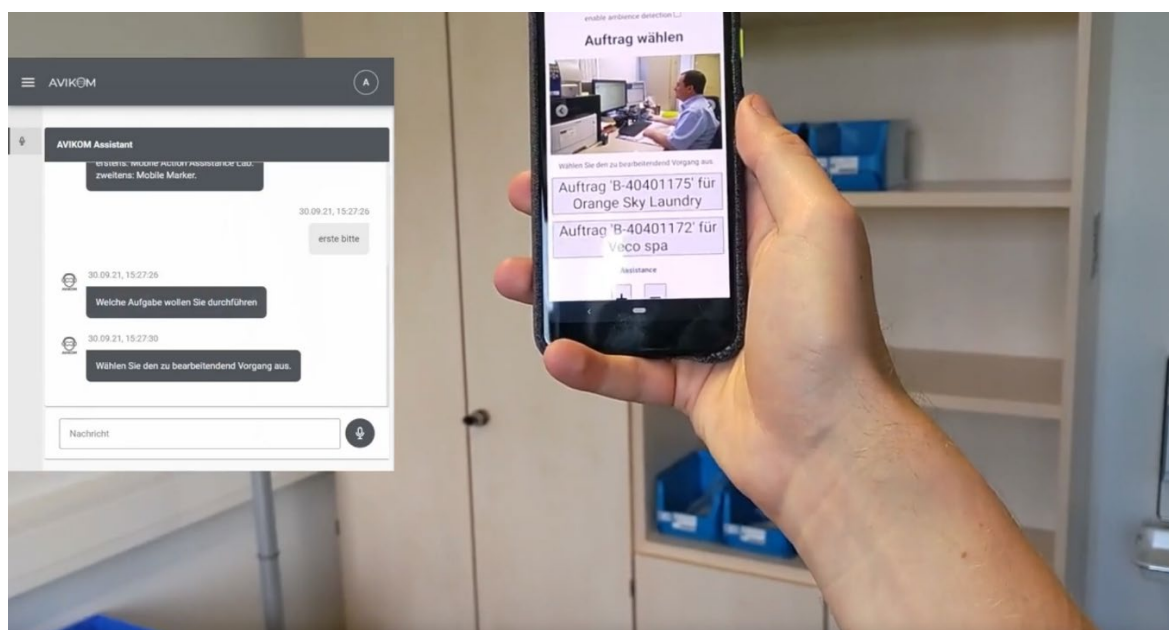


Abbildung 2: Beispielhafte Darstellung der zusätzlichen Schnittstellen durch browserbasierte Webanwendung und Sprachsteuerung mit Chat-Protokoll des AVIKOM-Systems

3. Ergebnisse

3.1 Produktentwicklung

Im Bereich der Produktentwicklung zeigten sich als bedeutsamste Kompetenzen für Beschäftigte für den Einsatz von XR-Systemen technisches Interesse, Produktkenntnisse und technisches Wissen. Technisches Interesse umfasst zum Beispiel eine Affinität für Technik und Software, sowie ein Interesse an Themen zum Internet of Things (IoT). Produktkenntnisse beziehen sich darauf, dass ein fachlicher Hintergrund vorhanden sein sollte. Technisches Wissen bedeutet zum Beispiel, dass man in der Lage ist, technische Zusammenhänge zu verstehen, Produkttestungen vorzunehmen, Sensoren und Aktoren zu testen und Fertigkeiten im Bereich CAD-Engineering hat. Weitere Anforderungen, die eine überdurchschnittliche Bedeutsamkeit hatten, waren Gewissenhaftigkeit und IT-Kenntnisse.

Gewissenhaftigkeit umfasst akkurates Arbeiten, Reflektieren und ein hohes Qualitätsbewusstsein. IT-Kenntnisse umfasst die Bedienung der XR-Systeme (z. B. Sprachkommandos und Gesten kennen, die Brille kalibrieren können), Programmierung der XR-Systeme (z. B. Simulationen erzeugen, CAD-Daten modellieren) sowie den allgemeinen Umgang mit informationstechnischen Systemen und Software.

3.2 Maschinenbedienung, Logistik und Montage

In den jeweiligen Szenarien in den Bereichen Maschinenbedienung, Logistik und Montage wurden bisher Aufmerksamkeit, Merkfähigkeit und Gewissenhaftigkeit als bedeutsame Kompetenzen für die gegenwärtige Arbeitsweise vor der Einführung von XR-Systemen ermittelt. Aufmerksamkeit umfasst insbesondere das fokussiert Sein bei der Arbeit, Merkfähigkeit, sich Artikelnummern und Arbeitsschritte zu merken, und Gewissenhaftigkeit das genaue und saubere Arbeiten. Die geforderten Kompetenzen in den zukünftigen Arbeitssituationen, in denen ein XR-System eingesetzt werden soll, werden gegenwärtig im laufenden Projekt ermittelt.

4. Diskussion

Durch die Kooperation mit verschiedenen Unternehmen konnten unter dem Einsatz tragbarer XR-Systeme basierend auf HMDs ähnliche Technologien in verschiedenen geplanten Szenarien untersucht werden und allgemeine und anwendungsspezifische Kompetenzen ermittelt werden. Der Einsatz verschiedener Phasen der ProKA ermöglichte die Erfassung von (zukünftig) erforderlichen Kompetenzen und bildet somit eine wichtige Grundlage für Personalauswahl und Qualifizierung der Beschäftigten. Die Ergebnisse geben Aufschluss über die Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse, die für den Einsatz von XR-Systemen in der Produktentwicklung benötigt werden und in den Bereichen Maschinenbedienung, Logistik und Montage bei der gegenwärtigen Arbeitsweise besonders bedeutsam sind. Mitarbeitende, die in Zukunft in der Produktentwicklung mit XR-Systemen arbeiten sollen, sollten vornehmlich über technisches Wissen und technisches Interesse verfügen. Sofern Mitarbeitende bestimmte Fertigkeiten noch nicht beherrschen, sollten sie in jeweiligen Bereichen geschult werden. Gewissenhaftigkeit zeigte sich als eine übergeordnete Fähigkeit, die in den verschiedenen Bereichen gleichermaßen von Bedeutung ist.

5. Literatur

- Aguinis H, Bradley KJ (2014) Best Practice Recommendations for Designing and Implementing Experimental Vignette Methodology Studies. *Organizational Research Methods* 17:351–371. <https://doi.org/10.1177/1094428114547952>.
- Bentler D, Mlekus L, Paruzel A, Bansmann M, Foullois M, Jenderny S, Woeste L, Dumitrescu R, Röcker C, Maier GW (2019) Einführung von Augmented Reality in der Produktentstehung. Technische Realisierung und Change-Management als Erfolgsfaktor für den Veränderungsprozess. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg) *Arbeit interdisziplinär analysieren – bewerten – gestalten*. GfA-Press.
- Cascio WF, Montealegre R (2016) How technology is changing work and organizations. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior* 3:349-375. <https://doi.org/10.1146/annurev-orgpsych-041015-062352>.

- Foullois M, Kato-Beiderwieden A-L, Mlekus L, Maier GW, Jenderny S, Röcker C, Dietz O, Pretzlaff M, Huxdorf O, von Dungern F, Bräutigam D, Seifert L, Dumitrescu R (2020) Arbeit 4.0 in der Produktentstehung mit IviPep – Identifizierung und ganzheitliche Umsetzung von Szenarien digitalisierter Arbeit. In: Bauer W, Mütze-Niewöhner S, Stowasser S, Zanker C, Müller N (Hrsg) Arbeit in der digitalisierten Welt – Praxisbeispiele und Gestaltungslösungen aus dem BMBF Förderschwerpunkt. Berlin: Springer Vieweg, 233-255.
- Frantz T, Jansen B, Duerinck J, Vandemuelebroucke J (2018) Augmenting Microsoft's HoloLens with vuforia tracking for neuronavigation. *Healthc Technol Lett* 5:221-225. <https://doi.org/10.1049/htl.2018.5079>.
- Hildebrandt T, Hermann T, Rinderle-Ma S (2016) Continuous sonification enhances adequacy of interactions in peripheral process monitoring. *International Journal of Human-Computer Studies* 95:54-65. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2016.06.002>.
- Kato-Beiderwieden A-L, Schlicher KD, Oetting SK, Heppner H, Maier GW (2021) Prospektive Kompetenzanalyse (ProKA) – Ein Verfahren zur Einschätzung von zukünftigen Kompetenzveränderungen. Gruppe. Interaktion. Organisation. Zeitschrift für Angewandte Organisationspsychologie (GIO) 52:245–260. <https://doi.org/10.1007/s11612-021-00577-7>.
- Kauffeld S, Maier GW (2020) Digitalisierte Arbeitswelt. Gruppe. Interaktion. Organisation. Zeitschrift für Angewandte Organisationspsychologie (GIO) 51: 1–4. <https://doi.org/10.1007/s11612-020-00508-y>.
- Koch A, Westhoff K (2012) Task-Analysis-Tools (TAToo) – Schritt für Schritt Unterstützung zur erfolgreichen Anforderungsanalyse. Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Kohn V, Harborth D (2018) Augmented reality – a game changing technology for manufacturing processes. *Research Papers* 111. https://aisel.aisnet.org/ecis2018_rp/111.
- Maier GW, Engels G, Steffen E (2020) Einleitung. In: Maier GW, Engels G, Steffen E (Hrsg) Handbuch Gestaltung digitaler und vernetzter Arbeitswelten. Berlin: Springer Reference, 1-6. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-52903-4>.
- Mlekus L, Ötting S, Maier G (2020) Psychologische Gestaltung digitaler Arbeitswelten. In: Maier GW, Engels G, Steffen E (Hrsg) Handbuch Gestaltung digitaler und vernetzter Arbeitswelten. Berlin: Springer Reference Psychologie. https://doi.org/10.1007/978-3-662-52903-4_5-1.
- Neumann A, Strenge B, Uhlich J, Schlicher K, Maier GW, Schalkwijk L, Waßmuth J, et al. (2020) AVIKOM: Towards a mobile audiovisual cognitive assistance system for modern manufacturing and logistics. PETRA'20: Proceedings of the 13th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments, Corfu, Greece. <https://doi.org/10.1145/3389189.3389191>.
- Neumann A, Strenge B, Schalkwijk L, Essig K, Schack T (2021) Facilitating Workers' Task Proficiency with Subtle Decay of Contextual AR-Based Assistance Derived from Unconscious Memory Structures. *Information*, 12(1), 17. <https://doi.org/10.3390/info12010017>.
- Paruzel A, Bentler D, Schlicher K, Nettelstroth W, Maier GW (2020) Employee first, technology second: implementation of smart glasses in a manufacturing company. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie*, 64:46–57. <https://doi.org/10.1026/0932-4089/a000292>.
- Sanjiv KR (2016) How augmented reality can revolutionize manufacturing. *Industry Week*. Accessed Dec 10, 2021. <https://www.industryweek.com/technology-and-iiot/emerging-technologies/article/21983155/how-augmented-reality-can-revolutionize-manufacturing>.
- Schlicher K, Paruzel A, Steinmann B, Maier GW (2020) Change Management für die Einführung digitaler Arbeitswelten. In: Maier GW, Engels G, Steffen E (Hrsg) Handbuch Gestaltung digitaler und vernetzter Arbeitswelten. Berlin: Springer Reference Psychologie. https://doi.org/10.1007/978-3-662-52903-4_16-1.
- Strenge B, Schack T (2021) Empirical relationships between algorithmic SDA-M-based memory assessments and human errors in manual assembly tasks. *Scientific Reports*, 11, 9473. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88921-1>.
- Strenge B, Vogel L, Schack T (2019) Computational assessment of long-term memory structures from SDA-M related to action sequences. *PLOS ONE*, 14(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212414>.

Angaben zur Förderung: Die beschriebenen Forschungsarbeiten wurden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie dem Europäischen Sozialfonds, Förderkennzeichen 02L15A121 und 02L17C600, gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Technologie und Bildung in hybriden Arbeitswelten

68. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und
Fabrikautomatisierung IFF, Magdeburg

02. – 04. März 2022

GfA-Press

Bericht zum 68. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 02. – 04. März 2022

**Otto-von Guericke-Universität Magdeburg;
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Sankt Augustin: GfA-Press, 2022
ISBN 978-3-936804-31-7

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Sankt Augustin**

Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Geschäftsstelle der GfA

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003

Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de · www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de

Screen design und Umsetzung

© 2022 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de