

Forschungsstand von Technikakzeptanz und Selbstwirksamkeitserwartung zur Evaluation eines handlungsorientierten Augmented Reality Systems für die berufliche Bildung

Marvin GOPPOLD¹, Karsten PATZER¹, Sven TACKENBERG²,
Martin FRENZ¹, Verena NITSCH¹

*¹ Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University
Eilfschornsteinstr. 18, D-52062 Aachen*

*² Labor für Industrial Engineering, TH OWL
Campusallee 12, D-32657 Lemgo*

Kurzfassung: Zur Evaluierungsplanung eines technischen Lernsystems für die berufliche Bildung werden zwei systematische Literaturrecherchen zum Stand der Forschung des Technologieakzeptanzmodells (TAM) in Kombination mit Selbstwirksamkeitserwartung (SWE) ausgeführt. Hierzu wird in einer ersten Studie im Anwendungsbereich Bildung eine Forschungslücke aufgezeigt, die allgemein in der zweiten Studie nicht bestätigt werden kann. Im Rahmen von Diskussion und Ausblick wird theoriebasiert ein Forschungsdesiderat zu einem Zusammenhang von wahrgenommener Bedienungsfreundlichkeit und Nützlichkeit des TAM, SWE sowie Kontrollüberzeugung zur weiteren empirischen Untersuchung als Hypothese formuliert.

Schlüsselwörter: Self-efficacy, Kontrollüberzeugung, Locus of control, Technology acceptance model, Lernmedien

1. Beschreibung des technischen Lernsystems

Im Beitrag wird ein Lernsystem mit Augmented Reality (AR) für die betriebliche berufliche Bildung betrachtet, welches die Lernwirksamkeit von Fehlern nutzt (Atanasyan et al. 2020). Das AR-basierte technische Lernsystem liegt als Prototyp zur Evaluation vor und erfasst den individuellen Handlungsverlauf inklusive Handlungsfehlern in einer Arbeitsaufgabe des Kunststoffspritzgießens. Darauf aufbauend werden in Echtzeit die Folgen fehlerhafter Handlungen durch den Lernenden simuliert. Liegt hierbei eine schwerwiegende Fehlerkonsequenz vor, visualisiert das technische Lernsystem diese in AR und verhindert das Auftreten der Fehlerkonsequenz im realen Arbeitssystem. So können virtuell dargestellte Fehlerkonsequenzen ohne Auswirkungen auf die Realität für den Lernprozess genutzt werden.

In der Evaluation sollen formale Ergebnisse zur kontinuierlichen Verbesserung des Lernsystems führen, was durch das Technologieakzeptanzmodell (TAM) operationalisiert wird. Neben der Entwicklungsperspektive soll auch der berufspädagogische Aspekt der Outcomeorientierung für die Gestaltung des technologiegestützten Lernprozesses (Gillen 2013) evaluiert werden. Dies bedeutet, dass berufliche Handlungen mit Zielen der Umwelt- bzw. Arbeitssystemveränderung durchgeführt werden. Hierfür wird die zu fördernde Handlungskompetenz durch ihre subjektive Wahrnehmung, die Selbstwirksamkeitserwartung (SWE), stark verkürzend

operationalisiert.

Der Beitrag zeigt den Stand der empirischen Forschung zum TAM und SWE im beruflichen Bildungskontext auf. Er generiert eine Forschungshypothese für die Evaluation auf Basis eines Forschungsdesiderats zu den beiden genannten Modellen.

2. Verknüpfung Technologieakzeptanzmodell (TAM) und Selbstwirksamkeitserwartung (SWE)

Das TAM (Davis 1986) in Abb. 1 ist ein anerkanntes Modell (z.B. Marangunić & Granić 2015) zur Erklärung der Nutzungsabsicht und zukünftigen Nutzung von Technologie. Es basiert auf einer Erweiterung der Theory of reasoned action (Fishbein & Ajzen 1975) und hat mehrere Erweiterungen und Konkretisierungen im Laufe der Zeit erfahren (z.B. Venkatesh & Bala 2008). Diese ergänzen Indikatoren zur Aufklärung der Varianz im Modell. Im TAM wird die aktuelle Technologienutzung durch die identifizierte Nutzungsabsicht erklärt.

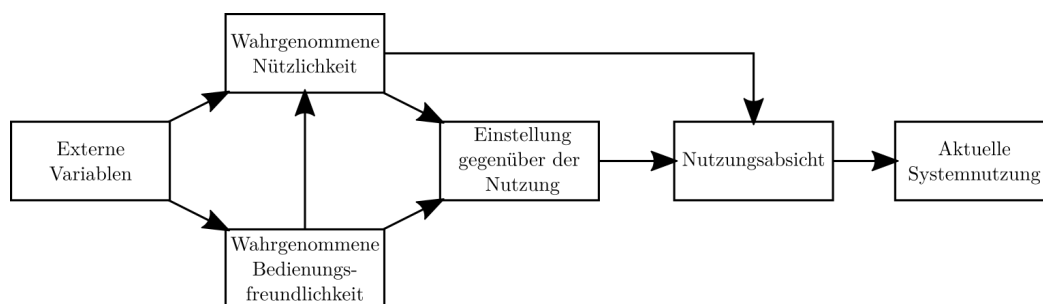


Abbildung 1: Technology acceptance model (eigene Abbildung nach Davis 1986)

SWE (Bandura 1977) erklärt die prospektive subjektive Wahrnehmung, dass eigene Handlungen erfolgreich ausgeführt werden. Das theoretische Modell beschreibt die Fähigkeit von Personen, die eigene Handlungskompetenz kontextfrei oder bezogen auf konkrete Aufgabenstellungen einzuschätzen. In Abb. 2 ist SWE im Kontext beruflicher Handlungen dargestellt. Es wird ersichtlich, dass SWE nur die korrekte Ausführung einer beruflichen Handlung bewertet. SWE trifft keine Aussage zur Erzielung eines Handlungsergebnisses mit der Handlung. Letzterer Zusammenhang wird durch die Kontrollüberzeugung wahrgenommen, welche die Ergebniserwartung durch die Handlung beschreibt. Für die Förderung von Kompetenz durch intendierte Nutzung von Fehlern ist SWE ein wichtiges Merkmal zur Erklärung von Lernerfolg, da individuelle Prädispositionen einen Einfluss auf den Lernprozess nehmen (z.B. Gully et al. 2002). SWE und Kontrollüberzeugung müssen aus der dargelegten Theorie heraus in der outcomeorientierten beruflichen Bildung unterschieden werden.

Kontrollüberzeugung (Bandura 1977) ist von wahrgenommener Verhaltenskontrolle abzugrenzen, welche in Abb. 2 als externer Faktor den internen Faktor Selbstwirksamkeit im ersten Schritt ergänzt. Insbesondere in der Theory of planned behavior (Ajzen 1985) als weitere Theorie im Kontext von Technikakzeptanz ist die wahrgenommene Verhaltenskontrolle ein zentrales Element, welches häufig nicht stark genug von der Kontrollüberzeugung unterschieden wird (cf. Ajzen 2002).

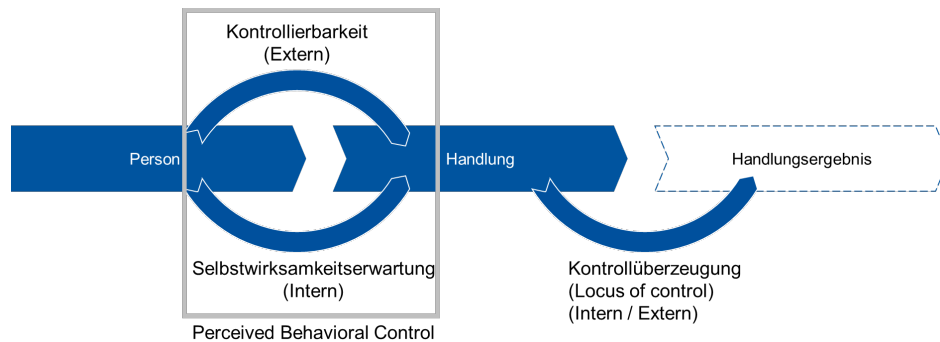


Abbildung 2: Selbstwirksamkeitserwartung (Self efficacy) im Kontext beruflicher Handlungen (eigene Abbildung nach Bandura 1977)

3. Methodik

Zur Untersuchung des Stands der empirischen Forschung zum TAM und SWE im beruflichen Bildungskontext ist anhand des mehrstufigen kriterienbasierten PRISMA Statements (Page et al. 2020) eine Literaturstudie durchgeführt worden. Sie enthält nur Publikationen in deutscher und englischer Sprache. Gleiches gilt für die zweite Literaturstudie. Hinsichtlich der Evaluation von Augmented Reality Lösungen im beruflichen Bildungsbereich liegt eine Abhängigkeit von einer Technologie vor, da der technologische Reifegrad früherer AR Systeme gering war. Deshalb werden Publikationen vor 2009 nach dem ersten massentauglichen Produkt in der ersten Literaturstudie ausgeschlossen (Menn 2009). Die erste Literaturstudie wird darüber hinaus mit dem Robvis-Tool (McGuinness & Higgins 2021) auf Verzerrungen untersucht.

Die einschlägigen Suchdatenbanken sind auf Basis von inhaltlichem Abdeckungsgrad zum Suchgebiet sowie bestehenden Erfahrungen ausgewählt. Außerdem werden teilweise Metadatenbanken verwendet. Auf Google Scholar wird aufgrund der fehlenden Replizierbarkeit und des intransparenten Rankings (Curkovic 2019) als auch der eingeschränkten Möglichkeit zur Schlagwortkombination verzichtet.

Suchschlagworte werden für die erste Literaturstudie unter Verwendung des SPIDER-Search-Tools (Cooke et al. 2012) generiert, welche nach Auswertung die folgende Kombination hervorbringt: (((Selbstwirksamkeit * ODER Self-efficacy) ODER (Technologieakzeptanz ODER „technology acceptance“)) UND ("augmented reality" ODER "mixed reality")).

Suchschlagworte für die zweite Literaturstudie sind: (("locus of control" ODER "behavioral control") UND "self-efficacy" UND ("technology acceptance" ODER "TAM")).

4. Ergebnisse

Abb. 3 zeigt die standardisierte Darstellung der Literaturrecherche für die erste Literaturstudie. Die Recherche zeigt, dass im Bildungskontext im betrachteten Zeitraum fast ausschließlich das TAM Anwendung findet, aber nicht mit Selbstwirksamkeitserwartung verknüpft erhoben worden ist. Weitere detaillierte Ergebnisbeschreibungen zum Kontext der beruflichen Bildung und den ausgewerteten Studien sind in Patzer (2021) zu finden.

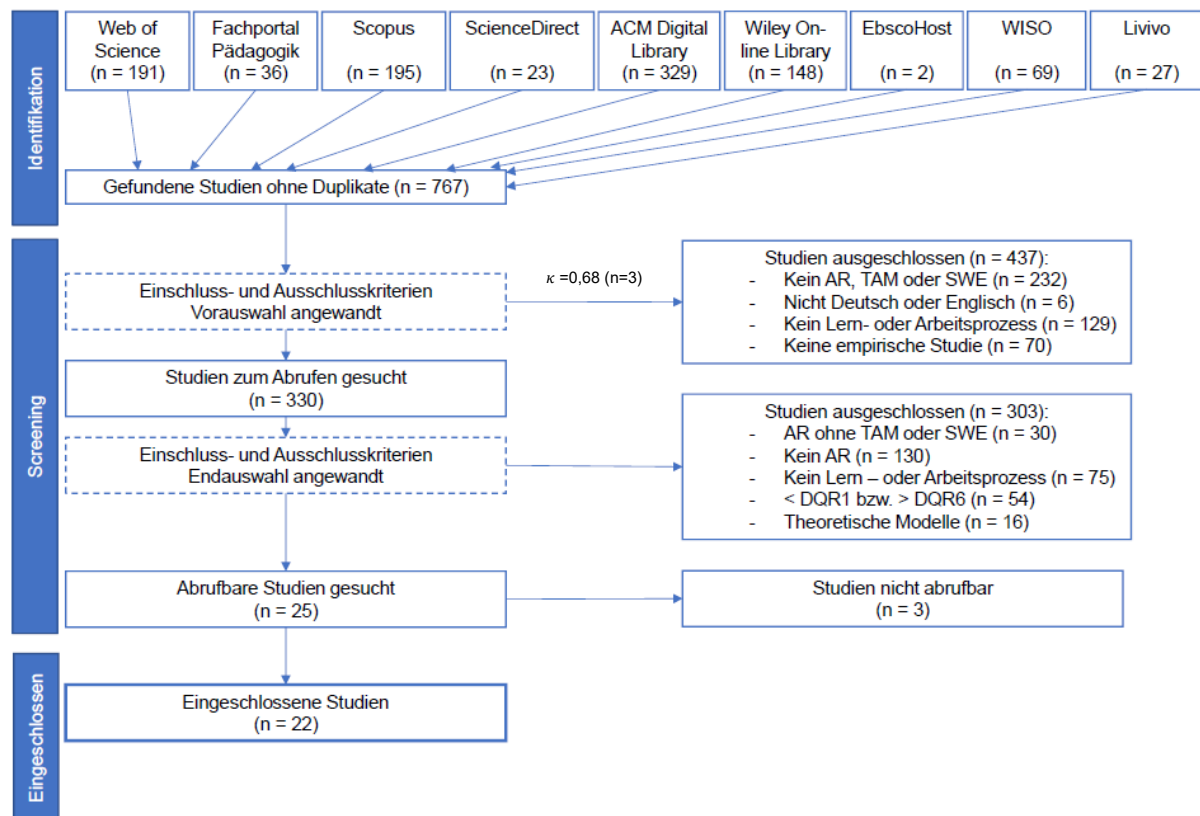


Abbildung 3: Ergebnisse erste Studie nach PRISMA Statement (Patzner 2021)

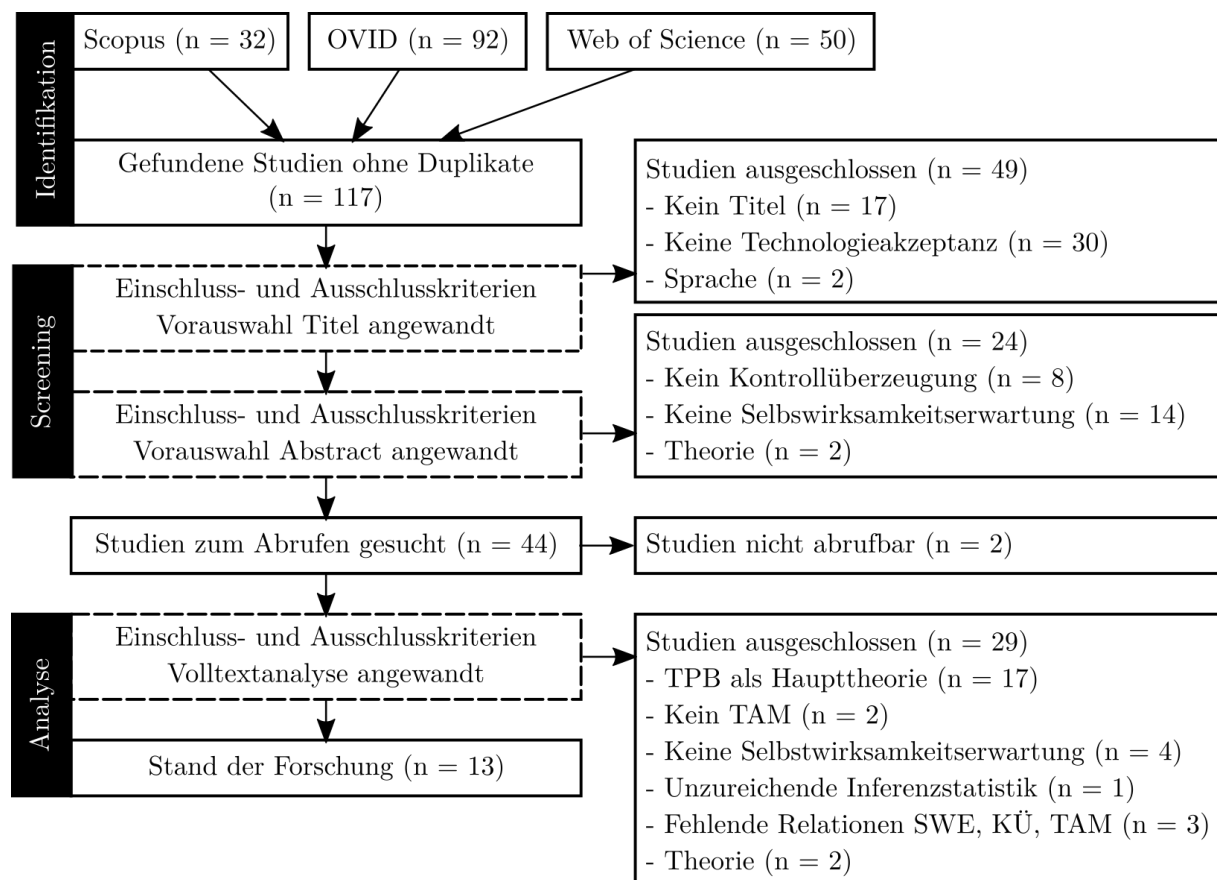


Abbildung 4: Ergebnisse zweite Studie nach PRISMA Statement (eigene Abbildung)

Ausgehend von der im beruflichen Bildungskontext für die Theoriekombination identifizierten Forschungslücke zeigen die Ergebnisse der zweiten Literaturstudie in Abb. 4 diese nicht allgemeingültig auf. In der Stichprobe dieser Studie wird ersichtlich, dass bisher Aussagen zur theoretischen Basis von SWE und Kontrollüberzeugung nach Bandura (1977) innerhalb des TAM fehlen. Für diese Interpretation wird wahrgenommene Nützlichkeit mit der Erreichung eines Handlungsergebnisses gleichgesetzt. Für die gewählte Theoriekombination im Kontext einer outcomeorientierten beruflichen Bildung wird gerade diese Aussage jedoch benötigt. Die am stärksten die Relationen von SWE und Kontrollüberzeugung untersuchenden Studien von Ojo (2017) und Hsia et al. (2014) sind jedoch nicht in Einklang mit der zuvor erläuterten theoretischen Formulierung des Verhältnisses von Selbstwirksamkeitserwartung und Kontrollüberzeugung bezogen auf das TAM. Außerdem sind unter Bezug auf Ajzen (2002) Zweifel am Verständnis des Konstrukts der Kontrollüberzeugung in den Studien von Hsia et al. auf Basis der formulierten Hypothesen in Hsia (2016) angebracht.

5. Resultierende Forschungshypothese und Ausblick

Die Ergebnisse zeigen für die Kombination des TAM, SWE und Kontrollüberzeugung eine Forschungslücke auf. Aus Bandura (1977) ergibt sich ein regelnder Einfluss der Kontrollüberzeugung, sodass als Hypothese die Moderation der Relation von wahrgenommener Bedienfreundlichkeit auf eine wahrgenommene Nützlichkeit durch die Kontrollüberzeugung vermutet werden kann. Diese theoretisch gestützte Annahme ist in Abb. 5 abgebildet, wobei der Einfluss der SWE auf das TAM bereits im TAM3 (Venkatesh & Bala 2008) modelliert ist und daher übernommen wird.



Abbildung 5: Hypothese zum TAM, SWE und Kontrollüberzeugung (eigene Abbildung)

In einer auf der Literaturanalyse aufbauenden Studie zur Evaluation des technischen Lernsystems wird daher neben der Technologieakzeptanz auch noch die genannte Hypothese zur Moderation der Relation von wahrgenommener Bedienfreundlichkeit auf eine wahrgenommene Nützlichkeit durch die Kontrollüberzeugung untersucht. Kontrollüberzeugung kann bezogen auf das technische Lernsystem durch den Fragebogen „Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technik“ (Beier 1999) operationalisiert werden, während die Selbstwirksamkeitserwartung durch den allgemein anerkannten und inklusive Normdatensatz verfügbaren Fragebogen „Allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung“ (Jerusalem & Schwarzer 2003) erhoben werden kann.

6. Literatur

- Ajzen I (2002) Perceived Behavioral Control, Self-Efficacy, Locus of Control, and the Theory of Planned Behavior 1. *Journal of Applied Social Psychology* 32:665–683.
- Ajzen I (1985) From Intentions to Actions: A Theory of Planned Behavior. In: Kuhl J, Beckmann J (Eds) *Action Control: From Cognition to Behavior*, Berlin, Heidelberg: Springer, 11–39.
- Atanasyan A, Kobelt D, Goppold M, Cichon T, Schluse M (2020) The FeDiNAR Project: Using Augmented Reality to Turn Mistakes into Learning Opportunities. In: Geroimenko V (Ed) *Augmented Reality in Education: A New Technology for Teaching and Learning*: Springer, 71–86.
- Bandura A (1977) Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review* 84:191–215.
- Beier G (1999) Kontrollüberzeugungen im Umgang mit Technik. *Report Psychologie* 24:684–693.
- Cooke A, Smith D, Booth A (2012) Beyond PICO: the SPIDER tool for qualitative evidence synthesis. *Qualitative health research* 22:1435–1443.
- Curkovic M (2019) Need for Controlling of the Filter Bubble Effect. *Science and engineering ethics* 25:323.
- Davis FD (1986) A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: theory and results: Massachusetts Institute of Technology, Dissertation.
- Fishbein M, Ajzen I (1975) *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research*. Reading, Mass.: Addison-Wesley.
- Gillen J (2013) Kompetenzorientierung als didaktische Leitkategorie in der beruflichen Bildung – Ansatzpunkte für eine Systematik zur Verknüpfung curricularer und methodischer Aspekte. *Berufs- und Wirtschaftspädagogik* - online.
- Gully SM, Payne SC, Kiechel Koles KL, Whiteman J-AK (2002) The impact of error training and individual differences on training outcomes: an attribute-treatment interaction perspective. *The Journal of applied psychology* 87:143–155.
- Hsia J-W, Chang C-C, Tseng A-H (2014) Effects of individuals' locus of control and computer self-efficacy on their e-learning acceptance in high-tech companies. *Behaviour & Information Technology* 33:51–64.
- Hsia J-W (2016) The effects of locus of control on university students' mobile learning adoption. *Journal of Computing in Higher Education* 28:1–17.
- Jerusalem M, Schwarzer R (2003) SWE - Skala zur Allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung.
- Menn A (2009) Apple erweitert die Realität auf dem iPhone.
<https://www.handelsblatt.com/technik/gadgets/anwendungen-apple-erweitert-die-realitaet-auf-dem-iphone/3227462.html>.
- Marangunic N, Granić A (2015) Technology acceptance model: a literature review from 1986 to 2013. *Universal Access in the Information Society* 14:81–95.
- McGuinness LA, Higgins JPT (2021) Risk-of-bias VISualization (robvis): An R package and Shiny web app for visualizing risk-of-bias assessments. *Research synthesis methods* 12:55–61.
- Ojo A (2017) Locus of control and computer self-efficacy as predictors of hospital information system acceptance. In: Masinde M (Ed) *Proceedings of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists on - SAICSIT '17*, New York, New York, USA: ACM Press, 1–7.
- Page MJ, McKenzie J, Bossuyt P, Boutron I, Hoffmann T, Mulrow CD, Shamseer L, Tetzlaff J, Akl E, Brennan SE, Chou R, Glanville J, Grimshaw J, Hróbjartsson A, Lalu MM, Li T, Loder E, Mayo-Wilson E, McDonald S, McGuinness LA, Stewart L, Thomas J, Tricco A, Welch VA, Whiting P, Moher D (2020) The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews.
- Patzer K (2021) Bewertung der Eignung von Augmented Reality für den zielgerichteten Einsatz im Berufskolleg basierend auf einer strukturierten Literaturrecherche zu Akzeptanz und Selbstwirksamkeitserwartung der Technologie: RWTH Aachen, Masterarbeit.
- Venkatesh V, Bala H (2008) Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences* 39:273–315.

Danksagung: Der Beitrag entstammt dem Projekt „FeDiNAR – Fehler didaktisch nutzbar machen mit AR“. Es wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Fachprogramms „Digitale Medien in der beruflichen Bildung“ gefördert und vom DLR Projektträger unter dem FKZ 01PV18005A betreut.



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