

## **Empirische Evaluation von personalisierten Fahrgastinformationen auf einem Smart Public Display**

Franka WEHR, Lukas BECKERS, Ludger SCHMIDT

*Fachgebiet Mensch-Maschine-Systemtechnik, Universität Kassel,  
Mönchebergstraße 7, D-34125 Kassel*

**Kurzfassung:** In der hier vorgestellten Laborstudie wurde ein Smart Public Display mit personalisierten Fahrgastinformationen des öffentlichen Personennahverkehrs mit dem Stand der Technik, einem Public Display mit allgemeinen Fahrgastinformationen nahegelegener Haltestellen, verglichen. Unter Einbezug des Abstands einer umstehenden Person wurde die Technologieakzeptanz mit dem TUI-, die Gebrauchstauglichkeit mit dem SUS- und die Nutzererfahrung mit dem UEQ-Fragebogen erhoben. Die Ergebnisse zur Technologieakzeptanz zeigen keine signifikanten Unterschiede. Hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit und Nutzererfahrung deuten die Unterschiede darauf hin, dass Weiterentwicklungspotential, aber auch ein Mehrwert des Smart Public Displays mit personalisierten Fahrgastinformationen gegenüber dem Public Display bestehen.

**Schlüsselwörter:** Personalisierung, Kontextadaptivität, Anzeigen, öffentlicher Personennahverkehr, Technologieakzeptanz, Gebrauchstauglichkeit

### **1. Einleitung**

Zur Erreichung der gesteckten Klimaschutzziele können die Stärkung des öffentlichen Verkehrs und die Reduktion des Individualverkehrs beitragen. Der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) gilt als Kernbestandteil der Daseinsvorsorge und kann einen Beitrag zur nachhaltigen Mobilität leisten. Zu den Grundvoraussetzungen für ein nachhaltiges Reiseverhalten gehören Attraktivität und Zuverlässigkeit des ÖPNV (Faulhaber et al. 2022). Qualität und Komfort sind Schlüsselemente eines attraktiven ÖPNV (BMDV 2022). Um Änderungen im Reiseverhalten anzuregen, sollten Nutzungsbarrieren möglichst abgebaut werden (Hamidi & Zhao 2020).

Eine Nutzungsbarriere stellen allgemeine Fahrgastinformationen im großen Umfang dar, die es dem Nutzer erschweren, individuell benötigte Informationen herauszufiltern (Kühn et al. 2019). Das damit einhergehende zeitaufwendige Suchen führt oft zur Überforderung der Nutzer und schließt somit auch negative Nutzererfahrung mit dem ÖPNV nicht aus (Brandenburg et al. 2022). Eine komfortablere Lösung, um die Informationen zugänglich zu machen, ist es, sie an den Nutzer und dessen Kontext anzupassen, also zu personalisieren (Pisařovic et al. 2018). Im Rahmen dieser Personalisierung werden bei der Bereitstellung von Fahrgastinformationen persönliche Faktoren und die Situation der Nutzer berücksichtigt.

Auf mobilen Endgeräten ermöglichen bereits einige Mobilitätsanwendungen die Nutzung personalisierter Fahrgastinformationen (Kasteren & Vredenburg 2022). Im BMBF-geförderten Forschungsprojekt U-hoch-3 werden neben mobilen Endgeräten

auch Public Displays für die Verbesserung von Fahrgastinformationen in Betracht gezogen (Faulhaber et al. 2022). Diese zeigen bisher an oder in der Nähe von Haltestellen, z. B. in Flughäfen, Bahnhöfen und Einkaufszentren, nur allgemeine, nicht personalisierte Fahrgastinformationen an, die dem Nutzer das Herausfiltern der individuell benötigten Informationen abverlangen. Da geeignete Fahrgastinformationssysteme die Akzeptanz und den Komfort des ÖPNV steigern können (Beul-Leusmann et al. 2013), scheinen auch personalisierte Fahrgastinformationen auf Public Displays das Potenzial zu besitzen, die Attraktivität des ÖPNV zu erhöhen. Ebenfalls sollen so individuelle Bedürfnisse besser erfüllt (Keller et al. 2019b, Kasteren & Vredenburg 2022) und die Nutzererfahrung im ÖPNV verbessert werden (Keller et al. 2019a). Als limitierender Faktor für personalisierte Informationen gilt andererseits das „Shoulder Surfing“, bei dem potenzielle Passanten ebenfalls einen Blick auf die personalisierten Informationen werfen könnten (Parker et al. 2016).

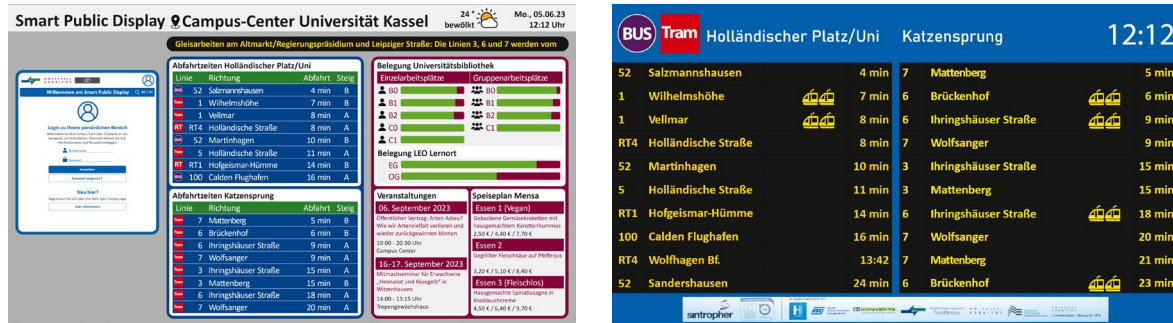
Diese Studie leistet einen Beitrag zur Klärung, indem ein Konzept zur Personalisierung von Fahrgastinformationen an einem Smart Public Display erarbeitet, prototypisch umgesetzt und hinsichtlich der Technologieakzeptanz, Gebrauchstauglichkeit und Nutzererfahrung mit dem Stand der Technik, einem Anzeiger mit allgemeinen Informationen (Public Display), empirisch verglichen wurde. Bezüglich der Technologieakzeptanz wurde neben der Display-Variante als zweite unabhängige Variable der Abstand einer umstehenden Person zum Nutzer einbezogen. Hierfür wurden folgende Hypothesen geprüft: Die beiden Public-Display-Varianten weisen einen Unterschied in der Technologieakzeptanz auf (H1) und zwischen beiden Abständen der umstehenden Person liegt ein Unterschied in der Technologieakzeptanz vor (H2). Zwischen beiden Abständen der umstehenden Person liegt abhängig von der Public-Display-Variante ein Unterschied in der Technologieakzeptanz vor (H3). Die Gebrauchstauglichkeit und die Nutzererfahrung wurden ebenfalls untersucht und deskriptiv ausgewertet.

## 2. Methode

Der Prototyp des Smart Public Displays mit personalisierten Fahrgastinformationen wurde auf einem Microsoft Surface Hub umgesetzt (Abbildung 1 links). Dieser besteht aus einem persönlichen Bereich auf der linken Seite, einem Bereich für allgemeine Fahrgastinformationen in der Mitte und einem Bereich für Zusatzinformationen der Universität auf der rechten Seite wie z. B. Lernplatzbelegung in der Bibliothek. Damit soll das Smart Public Display einen Mehrwert durch weitere Services im universitären Kontext bieten. Uhrzeit, Datum und Wetter sowie wichtige Meldungen über z. B. Störungen werden ebenfalls angezeigt.

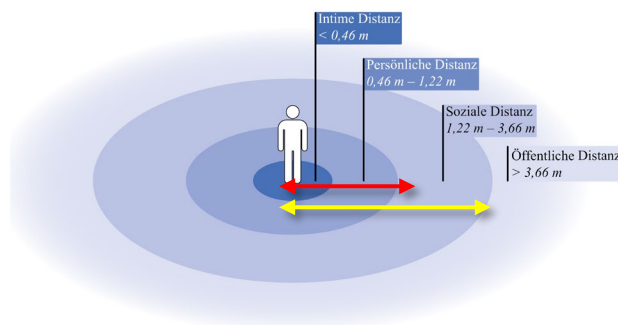
Das Szenario am Smart Public Display begann mit der Anmeldung eines Studierenden über seine Campus-Card mittels RFID, um ein persönliches Nutzerprofil abzurufen, das in Anlehnung an Titov et al. (2020) als Quelle für personalisierte Inhalte dient. Anschließend folgte die Verbindungssuche anhand voreingestellter, favorisierter Ziele sowie die Anzeige personalisierter Fahrgastinformationen.

Das Public Display wurde als Stand der Technik realitätsnah auf das Surface Hub übertragen (Abbildung 1 rechts). Hier suchten die Probanden die nächste Verbindung zum vorgegebenen Ziel unter vielen anderen Verbindungen heraus.



**Abbildung 1:** Smart Public Display mit personalisierten Fahrgastinformationen (links) und Public Display als Stand der Technik (rechts)

Entsprechend Abbildung 2 links nach Hall (1969) wurde der nahe Abstand einer umstehenden Person als „soziale Distanz“ mit 1,3 m, der ferne als „öffentliche Distanz“ mit 3,7 m festgelegt. Um gleiche Versuchsbedingungen für alle Teilnehmenden herzustellen, wurde die umstehende Person in der Laborstudie realitätsnah simuliert, indem ein Video mit Umgebungsgeräuschen auf einem digitalen Whiteboard abgespielt wurde. Das Surface Hub wurde an einer Wand platziert und für den Versuch die Abstände am Boden markiert (Abbildung 2 rechts).



**Abbildung 2:** Distanzen nach Hall (1969) (links) und Versuchsaufbau (rechts)

Zu Beginn der Studie erhielten die Versuchspersonen eine standardisierte mündliche Einführung. Anschließend lasen die Versuchspersonen Informationen zur Studienteilnahme durch und unterschrieben die Einverständniserklärung. Danach wurde der demografische Fragebogen ausgefüllt.

Im nächsten Schritt starteten die vier Versuchsläufe. Zu jedem erhielten die Versuchspersonen ein Szenario und wurden gebeten, sich in dieses hineinzusetzen. Bei dem Smart Public Display wurde zudem eine nachgebildete Campus-Card für die Identifizierung ausgeteilt. In der Studie wurde ein 2 x 2 faktorielles Within-Subject-Design mit permutierter Reihenfolge umgesetzt, sodass alle Versuchspersonen jede der vier Untersuchungsbedingungen durchliefen (ohne zeitliche Beschränkung).

Die Technologieakzeptanz wurde anhand der Nutzungsintention des TUI (Kothgassner et al. 2013) nach jedem Versuchsdurchlauf erhoben. Die Gebrauchstauglichkeit wurde mithilfe des SUS (Brooke 1996) jeweils nach dem ersten Versuchslauf erfasst, bei dem das Public Display oder das Smart Public Display evaluiert wurde. Gleiches galt für die Erhebung der Nutzererfahrung mittels UEQ (Laugwitz et al. 2006).

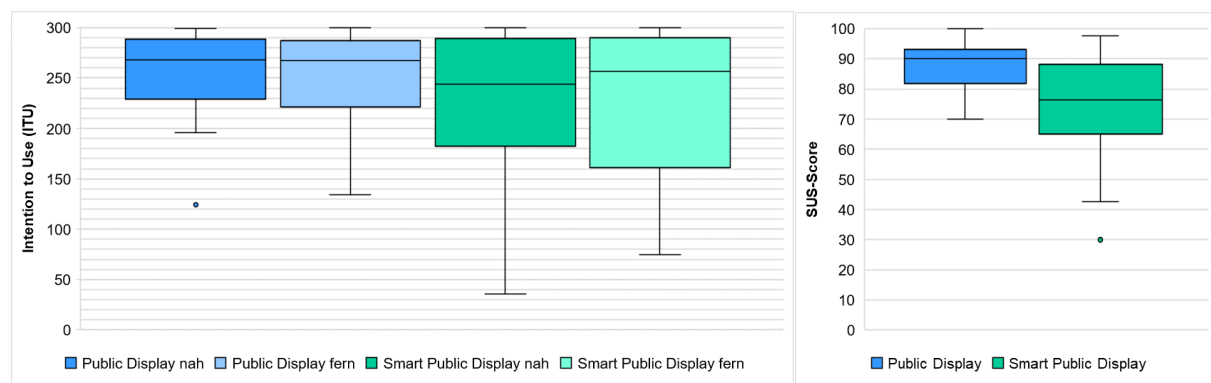
### 3. Ergebnisse

Unter den 30 Versuchspersonen befanden sich elf weibliche und 19 männliche Teilnehmer im Alter zwischen 19 und 52 Jahren ( $M = 26,3$  Jahre;  $SD = 6,9$  Jahre). Den ÖPNV nutzten sechs Teilnehmer täglich, elf Teilnehmer an vier bis sechs Tagen in der Woche, sechs Teilnehmer an ein bis drei Tagen pro Woche und vier Teilnehmer ein bis drei Tage pro Monat. Zwei Teilnehmer nutzten den ÖPNV an weniger als einem Tag pro Monat, ein Teilnehmer nie.

Die Verteilung der Summenwerte der Nutzungsintention ist in Abbildung 3 links dargestellt. Für die Variante Public Display bei nahem Abstand der umstehenden Person liegt die Nutzungsintention zwischen 124 und 299 ( $M = 252,2$ ;  $SD = 45,9$ ), bei fernem Abstand zwischen 134 und 300 ( $M = 251,8$ ;  $SD = 44,4$ ). Für die Variante Smart Public Display variiert die Nutzungsintention bei nahem Abstand zwischen 36 und 300 ( $M = 225,9$ ;  $SD = 72,9$ ), bei fernem Abstand zwischen 75 und 300 ( $M = 227,3$ ;  $SD = 72,9$ ).

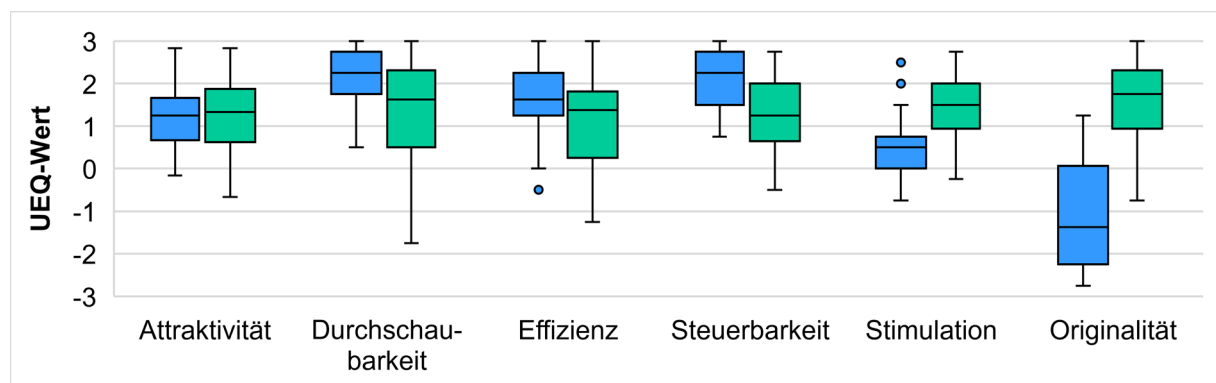
Um die Hypothesen H1, H2 und H3 zu prüfen, wurde die Durchführung einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung vorgesehen. Die hierfür notwendigen Voraussetzungen waren erfüllt, die Normalverteilung der Daten wurde aufgrund des Stichprobenumfangs von  $n = 30$  angenommen (Bortz & Schuster 2010). Für den Haupteffekt der Display-Variante konnte kein signifikanter Unterschied in der Technologieakzeptanz festgestellt werden ( $F(1; 29) = 3,878$ ;  $p = 0,059$ ). Gleiches gilt für den Haupteffekt des Abstandes der umstehenden Person ( $F(1; 29) = 0,016$ ;  $p = 0,900$ ). Ein signifikanter Interaktionseffekt von Display-Variante und Abstand liegt nicht vor ( $F(1; 29) = 0,067$ ;  $p = 0,798$ ).

Die Gebrauchstauglichkeit anhand des errechneten SUS ist in Abbildung 3 rechts dargestellt. Der SUS-Score des Public Displays variiert zwischen 70 und 100 ( $M = 88,1$ ;  $SD = 7,6$ ), beim Smart Public Display zwischen 30 und 97,5 ( $M = 74,4$ ;  $SD = 16,1$ ).



**Abbildung 3:** Technologieakzeptanz (links) und Gebrauchstauglichkeit (rechts)

Die Ergebnisse zur Nutzererfahrung der Display-Varianten sind in Abbildung 4 dargestellt. Das Public Display erhielt für die Skalen Attraktivität, Durchschaubarkeit, Effizienz und Steuerbarkeit mit Mittelwerten über 0,8 eine positive Bewertung. Die Stimulation wurde neutral und Originalität negativ bewertet (Schrepp 2023). Das Smart Public Display erhielt für alle Skalen mit Mittelwerten über 0,8 eine positive Bewertung.



**Abbildung 4:** Boxplots der Skalen des UEQ für Public Display (blau) und Smart Public Display mit personalisierten Fahrgastinformationen (grün)

#### 4. Diskussion und Fazit

Zwischen den beiden Display-Varianten konnten keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Technologieakzeptanz festgestellt werden. Es konnte bezüglich des Abstandes einer umstehenden Person kein Haupt- und Interaktionseffekt festgestellt werden. Die Werte der Technologieakzeptanz für das Smart Public Display mit personalisierten Fahrgastinformationen sind im geringen Maße niedriger als die für das Public Display. Die kaum vorhandene Erfahrung der Probanden bezüglich personalisierter Fahrgastinformationen an öffentlichen Anzeigern könnte hiermit in Verbindung stehen. Weiterhin könnte die Notwendigkeit der Anmeldung vor der Nutzung der personalisierten Fahrgastinformationen Auswirkungen auf die Technologieakzeptanz haben. Bei beiden Varianten liegen die Werte für die Nutzungsintention in einem Bereich, bei dem davon auszugehen ist, dass diese genutzt werden würden.

Bei der Gebrauchstauglichkeit könnte das Smart Public Display gegenüber dem Public Display noch Verbesserungspotenzial besitzen. Dennoch ordnen sich beide Varianten mit den ermittelten SUS-Werten nach Bangor et al. (2008) aber im akzeptablen Bereich ein.

Die Mittelwerte für die Skalen der Nutzererfahrung liegen für das Smart Public Display alle in einem Bereich über 0,8, welcher als positiv zu bewerten ist. Beim Public Display gilt dies nicht für die Skalen Originalität und Stimulation. Die positive Nutzererfahrung ist ein Indiz für einen empfundenen Mehrwert des Smart Public Displays mit personalisierten Fahrgastinformationen (DIN EN ISO 9241-11 2018).

Hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit und Nutzererfahrung besteht für das Smart Public Display also noch Verbesserungspotenzial. Die Ergebnisse der Technologieakzeptanz zeigen aber andererseits auch, dass es voraussichtlich genutzt wird.

#### 5. Literatur

- Bangor A, Kortum PT, Miller JT (2008) An Empirical Evaluation of the System Usability Scale. *International Journal of Human-Computer Interaction* 24(6): 574–594.
- Beul-Leusmann S, Jakobs E-M, Ziefle M (2013) User-Centered Design of Passenger Information Systems. In: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) (Hrsg.) *Proceedings of the IEEE International Conference on Professional Communication (IPCC)*. Piscataway: IEEE, 1–8.



- Bortz J, Schuster C (2010) Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler, 7. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Brandenburg V, Orth L, Palka V, Pestemer L (2022) Barrierearme Fahrgastinformation. Der Nahverkehr(12): 10–14.
- Brooke J (1996) SUS: A ‚Quick and Dirty‘ Usability Scale. In: Jordan PW, Thomas B, Weerdmeester BA, McClelland IL, Thomas B (Hrsg.) Usability Evaluation in Industry. London: Taylor and Francis, 189–194.
- Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) (2022) ÖPNV – Öffentlicher Personennahverkehr. Abgerufen am 12. Oktober, 2023. <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/oeffentlicher-personennahverkehr.html>
- DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (2018) Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 11: Gebrauchstauglichkeit: Begriffe und Konzepte. DIN EN ISO 9241-11.
- Faulhaber AK, Hegenberg J, Kahnt SE, Lambrecht F, Leonhäuser D, Saake S, Wehr F, Schmidt L, Sommer C (2022) Development of a Passenger Assistance System to Increase the Attractiveness of Local Public Transport. Sustainability 14(7): 1–17.
- Hall ET (1969) The Hidden Dimension, Anchor Books edition. Garden City: Anchor Books Doubleday.
- Hamidi Z, Zhao C (2020) Shaping Sustainable Travel Behaviour: Attitude, Skills, and Access All Matter. Transportation Research Part D: Transport and Environment 88:1–18.
- Keller C, Struwe S, Titov W, Schlegel T (2019a) Understanding the Usefulness and Acceptance of Adaptivity in Smart Public Transport. In: Krömker H (Hrsg.) HCI in Mobility, Transport, and Automotive Systems: Proceedings of the First International Conference. Cham: Springer, 307–326.
- Keller C, Titov W, Sawilla S, Schlegel T (2019b) An Evaluation Approach for a Smart Public Display in Public Transport. In: Steinicke F, Wolf K (Hrsg.) Mensch und Computer 2019: Workshopband. Bonn: Gesellschaft für Informatik e. V., 92–101.
- Kothgassner OD, Felnhöfer A, Hauk N, Kastenhofer E, Gomm J, Krypsin-Exner I (2013) TUI: Technology Usage Inventory. Manual. Abgerufen am 17. Oktober, 2023. [https://www.researchgate.net/publication/259292979\\_Technology\\_Usage\\_Inventory\\_TUI\\_Manual](https://www.researchgate.net/publication/259292979_Technology_Usage_Inventory_TUI_Manual)
- Kühn R, Lemme D, Pfeffer J, Schlegel T (2019) Investigating Users’ Responses to Context-Aware Presentations on Large Displays in Public Transport. In: Krömker H (Hrsg.) HCI in Mobility, Transport, and Automotive Systems: Proceedings of the First International Conference. Cham: Springer, 500–514.
- Laugwitz B, Schrepp M, Held T (2006) Konstruktion eines Fragebogens zur Messung der User Experience von Softwareprodukten. In: Heinecke AM, Paul H (Hrsg.) Mensch & Computer 2006: Mensch und Computer im StrukturWandel. München: Oldenbourg Verlag, 125–134.
- Parker C, Kay J, Baldauf M, Tomitsch M (2016) Design Implications for Interacting with Personalised Public Displays through Mobile Augmented Reality. In: Müller J (Hrsg.) Proceedings of the 5th ACM International Symposium on Pervasive Displays. New York, NY: ACM, 52–58.
- Pisařovic I, Koubek T, Ondroušek V, Procházka D (2018) Smart Displays: Personalisation of Information Panels. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis 66(5):1307–1314.
- Schrepp M (2023) User Experience Questionnaire Handbook: All You Need to Know to Apply the UEQ Successfully in Your Projects, 10. Aufl.
- Titov W, Tran H, Keller C, Schlegel T (2020) A Multi-Device Evaluation Approach of Passenger Information Systems in Smart Public Transport. In: Krömker H (Hrsg.) HCI in Mobility, Transport, and Automotive Systems: Driving Behavior, Urban and Smart Mobility. Proceedings of the Second International Conference. Cham: Springer, 340–358.
- Kasteren A van, Vredenburg M (2022) Passenger Context Model. Abgerufen am 23. September, 2022. <https://passengercontext.com/sunburst/>



Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

## Arbeitswissenschaft in-the-loop

**Mensch-Technologie-Integration  
und ihre Auswirkung auf Mensch,  
Arbeit und Arbeitsgestaltung**

70. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Institut für Arbeitswissenschaft und  
Technologiemanagement IAT  
Universität Stuttgart

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für  
Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

06. – 08. März 2024

---

## GfA-Press

---

**Bericht zum 70. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 06. – 08. März 2024**

**Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT), Universität Stuttgart**

**In Zusammenarbeit mit: Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Stuttgart**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Sankt Augustin: GfA-Press, 2024

ISBN 978-3-936804-34-8

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](mailto:info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de) · [www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de](http://www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de)

### **Screen design und Umsetzung**

© 2024 fröse multimedia, Frank Fröse,

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de), [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)