

Nutzererwartungen an AR-Datenbrillen als Arbeitsassistent in der Elektronik-Fertigung

Jan TERHOEVEN¹, Frank-Peter SCHIEFELBEIN², Sascha WISCHNIEWSKI¹

¹ Gruppe „Human Factors, Ergonomie“,
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, D-44149 Dortmund

² Siemens AG, Corporate Technology, Siemensdamm 50, D-13629 Berlin

Kurzfassung: Eines der Ziele des Forschungsvorhabens Glass@Service ist die Entwicklung einer Augmented Reality-Datenbrille für den industriellen Einsatz. Die BAuA führt dabei im Rahmen einer arbeitswissenschaftlichen Begleitung die Evaluation des Technologieeinsatzes durch. Dazu wurden mit dem Ziel eines Vorher-Nachher-Vergleichs zunächst die Nutzererwartungen hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit und der Akzeptanz erhoben. Nach Einführung und einer ersten Testphase der Assistenztechnologie sollen die Befragungen kontinuierlich wiederholt werden. Dieser Beitrag stellt die Auswertungen der ersten Erhebung vor. Die Ergebnisse zeigen bei den Nutzererwartungen teils deutliche Unterschiede zwischen den Anwendungsfällen gegenüber einem mittleren Erwartungsniveau. Während im ersten Anwendungsfall die Erwartungen teils signifikant unter einem mittleren Erwartungsniveau liegen, weisen sie im zweiten Anwendungsfall erhöhte Werte auf. Im direkten Vergleich weisen im ersten Anwendungsfall die Aspekte Aufgabenangemessenheit, Fehlerrobustheit und erwarteter Nutzen signifikant niedrigere Werte auf.

Schlüsselwörter: AR-Datenbrillen, Usability, Technologieakzeptanz, Nutzererwartungen

1. Einleitung

Die Nutzung technologischer Innovationen stellt einen wichtigen Schlüsselfaktor zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen dar (Spath et al. 2013). Dabei ist zeitgleich von wesentlichem Interesse, dass auch die Gesundheit und das Befinden der Beschäftigten profitieren. Das Verbundprojekt „Glass@Service“ beschäftigt sich u.a. mit der Entwicklung einer Augmented Reality (AR)-Datenbrille, welche als Arbeitsassistent diese beiden Anforderungen synergetisch anhand von Anwendungsfällen aus der Elektronik-Fertigung betrachtet. Das Ziel dabei ist die Integration neuer Komponenten in intelligente Datenbrillen mit Durchsichtoptik und damit verbundenen Services zur Unterstützung von Beschäftigten in der Industrie (Apt et al. 2016, Windelband 2014).

Die BAuA beschäftigt sich in diesem Kontext mit der Betrachtung des ergonomischen Gestaltungspotenzials, um beanspruchungsoptimierte sowie sichere Lösungen für AR-Datenbrillen als Arbeitsassistent zu entwickeln. Am Beispiel der Elektronik-Fertigung gilt es, Chancen und Risiken insbesondere beim Langzeiteinsatz von Datenbrillen im realen Arbeitsprozess aufzuzeigen und dabei Erkenntnisse über den Einfluss solcher Technologien auf Beanspruchung, Akzeptanz und Gebrauchs-

tauglichkeit zu sammeln (Terhoeven & Wischniewski 2017).

Erreicht werden soll dies über eine arbeitswissenschaftliche Begleitung des Projektes, die eine kontinuierliche Evaluation des Technologieeinsatzes an den Arbeitsplätzen des Anwendungspartners verfolgt. Zu diesem Zweck wurde eine Vorab-Befragung in zwei Anwendungsfällen mit insgesamt 59 Beschäftigten durchgeführt, welche nun in regelmäßigen Abständen nach Einführung der neuen Assistenztechnologien respektive nach Veränderung von Arbeitsinhalten oder Arbeitsabläufen und damit weiteren Interventionen wiederholt wird. Dabei werden subjektive Bewertungen der Beschäftigten u.a. zur Gebrauchstauglichkeit, zur kurzfristigen Beanspruchung sowie zum wahrgenommenen Nutzen erhoben. Dieser Beitrag stellt die Ergebnisse der ersten durchgeführten Befragungen hinsichtlich der Erwartungen der Beschäftigten an die Assistenztechnologie sowie das weitere Vorgehen zur arbeitswissenschaftlichen Evaluation dar.

2. Untersuchungsdesign

Die industrielle Nutzung einer Datenbrille mit Durchsichtoptik wird im Projekt zunächst beispielhaft an Arbeitsplätzen in der Elektronik-Fertigung erforscht und demonstriert. Dabei werden drei ausgewählte Szenarien genauer untersucht: der Einsatz einer Datenbrille in der Lagerlogistik, das Rüsten von SMD (Surface-Mounted Device)-Bestückungsautomaten sowie die visuelle Geräteprüfung. Untersuchungsschwerpunkte sind dabei u. a. die Arbeitserleichterung durch moderne Interaktionsformen und die Unterstützung schwieriger Aufgaben durch das mobile Einblenden von Informationen im erweiterten Sichtfeld. Ziel der Befragungen ist die Evaluation des angestrebten Assistenzsystems mithilfe eines Vorher-Nachher-Vergleichs an den Anwendungsfall-Arbeitsplätzen. In diesem Beitrag wird die Erhebung der Nutzererwartungen für die zwei im Projekt zuerst betrachteten Anwendungsfälle – Materialauslagerung im Zentrallager und Rüsten der SMD-Linie – vorgestellt.

2.1 Methode

Im Rahmen der Evaluation in den betrachteten Anwendungsfällen wurde aufgrund der eingeschränkten Vergleichbarkeit mit weiteren Arbeitsplätzen des Anwendungspartners ein Ein-Gruppen-Versuchsplan nach dem Within-Subject Design gewählt. Für die hier vorgestellte Analyse lagen die Daten der ersten Befragung hinsichtlich bestehender Nutzererwartungen vor. Dabei wurden die Erwartungen bezüglich der Gebrauchstauglichkeit anhand der Dialogprinzipien nach DIN EN ISO 9241-210 sowie die Erwartungen zur Nutzerakzeptanz basierend auf dem Technology Acceptance Model (Davis 1989) quantitativ über Fragebögen erhoben. Vor der Befragung wurden sämtliche StudienteilnehmerInnen über das Projekt und das darin angestrebte Arbeitsassistenzsystem informiert. Weiterhin wurde den Studienteilnehmern im Vorfeld eine Datenbrille gezeigt und die Funktionsweise erklärt.

Nach der ersten Testphase der prototypischen Assistenzlösung sowie während der weiteren Nutzung sollen künftig die tatsächliche Gebrauchstauglichkeit und das Nutzererleben regelmäßig mittels Fragebögen erhoben werden.

2.2 Stichprobe

An der Befragung nahmen insgesamt $N = 59$ Beschäftigte teil, davon $N = 17$ (4 weiblich, 13 männlich) Beschäftigte aus dem ersten Anwendungsfall (Lagerlogistik) und $N = 42$ (39 weiblich, 3 männlich) Beschäftigte aus dem zweiten Anwendungsfall (SMD-Rüsten). Für den ersten Anwendungsfall bedeutete dies, basierend auf einer angenommenen Grundgesamtheit von $N = 24$ an diesem Arbeitsplatz beschäftigten Personen, eine Stichprobe von 70,83 % gegenüber der Grundgesamtheit. Beim zweiten Anwendungsfall konnte dagegen bei einer angenommenen Grundgesamtheit von $N = 42$ Beschäftigten eine Vollerhebung durchgeführt werden. Eine Auffälligkeit zeigte sich in dem deutlich höheren Altersschnitt im ersten Anwendungsfall gegenüber dem zweiten Anwendungsfall. Die Teilnahme an der Befragung stand allen Beschäftigten in beiden beteiligten Anwendungsfällen frei.

2.3 Material

Die Erhebung der Nutzererwartungen erfolgte hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit mithilfe eines selbstentwickelten Kurzfragebogen, der je eine Frage zu den sieben Dialogprinzipien (Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Erlernbarkeit, Steuerbarkeit, Erwartungskonformität, Individualisierbarkeit, Fehlertoleranz) enthielt. Zur Technologieakzeptanz gab es je zwei Fragen zum Nutzen, zur Einfachheit der Nutzung und zur Valenz der Nutzung. Alle Antworten erfolgten auf 5-stufigen Likert-Skalen (1 = stimmt nicht, 5 = stimmt sehr).

Das Alter konnte dagegen aus Datenschutzgründen nicht erhoben werden, floss somit nicht als Kontrollvariable in die statistische Auswertung mit ein und wird lediglich aufgrund der Beobachtung durch den Versuchsleiter berichtet.

2.4 Statistische Auswertung

Aufgrund der Größe der Stichprobe gegenüber der Grundgesamtheit des jeweiligen Anwendungsfalls wurde für die inferenzstatistische Auswertung auf parametrische Verfahren zurückgegriffen. Ein Ein-Stichproben t-Test wurde als robust genug eingeschätzt und jeweils für die betrachteten Dimensionen der Gebrauchstauglichkeit sowie die drei Aspekte der Technologieakzeptanz berechnet. Damit wurde das Ziel verfolgt, im Vorfeld der Einführung erhöhte bzw. besonders niedrige Erwartungen aufzuzeigen. Getestet wurde für beide Anwendungsfälle jeweils entsprechend der 5-stufigen Likert-Skala gegen ein mittleres Erwartungsniveau mit einem Mittelwert von 3. Basierend auf einer Vollerhebung im zweiten Anwendungsfall wurde der erste Anwendungsfall zusätzlich gegen die realen Mittelwerte des zweiten Anwendungsfalls getestet, um mögliche Tendenzen im Gruppenunterschied zu untersuchen. Die Irrtumswahrscheinlichkeit für den α -Fehler wurde bei zweiseitiger Testung für alle Analysen auf 5 % festgelegt.

3. Ergebnisse

Bei der Auswertung der erhobenen Nutzererwartungen mittels t-Test zeigte sich bei den Mittelwerten für den ersten Anwendungsfall, dass hinsichtlich der erwarteten Gebrauchstauglichkeit die Dimension Fehlerrobustheit („Bedienungsfehler führen nicht zu schwerwiegenden Folgen“) einen signifikant niedrigeren Mittelwert gegen-

über dem mittleren Erwartungsniveau von 3 aufweist, $t(16) = -2.519, p = .023$. Ebenso lag seitens der Technologieakzeptanz der Wert für den erwarteten Nutzen signifikant unter dem mittleren Erwartungsniveau, $t(16) = -2.466, p = .025$. Die übrigen sechs Dimensionen der Gebrauchstauglichkeit sowie die Einfachheit und die Valenz der Nutzung unterschieden sich nicht signifikant von einer mittleren Erwartung.

Für den zweiten Anwendungsfall zeigten sich hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit für die beiden Dimensionen Erlernbarkeit ($t(41) = 6.645, p = .000$) und Erwartungskonformität ($t(41) = 3.146, p = .003$) signifikant höhere Mittelwerte gegenüber dem mittleren Erwartungsniveau von 3. Weiterhin lag bei der Technologieakzeptanz der Mittelwert für die Einfachheit der Nutzung signifikant über dem mittleren Erwartungsniveau, $t(41) = 4.095, p = .000$. Die übrigen fünf Dimensionen der erwarteten Gebrauchstauglichkeit sowie der erwartete Nutzen und die Valenz der Nutzung unterschieden sich nicht signifikant von einer mittleren Erwartung.

Aufgrund der unterschiedlichen Arbeitsinhalte der beiden Anwendungsfälle wurde zunächst von einem statistischen Gruppenvergleich abgesehen. Da es sich bei der Erhebung im zweiten Anwendungsfall allerdings um eine Vollerhebung handelte, wurde dies genutzt, um in einem zweiten Schritt die Ergebnisse des ersten Anwendungsfalles nicht gegen ein mittleres Erwartungsniveau zu testen, sondern den realen Mittelwert des ersten Anwendungsfalles als neuen Referenzwert festzulegen. Somit wurden die Erwartungen gegenüber dem zweiten Anwendungsfall anhand eines erneuten Ein-Stichproben t-Tests überprüft. Die Ergebnisse hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit sind in Abbildung 1 veranschaulicht. Dabei zeigt sich, dass die Erwartungen im ersten Anwendungsfall gegenüber dem zweiten Anwendungsfall in den Dimensionen Fehlerrobustheit ($t(16) = -2.284, p = .036$) sowie Aufgabenangemessenheit ($t(16) = -2.332, p = .033$) signifikant niedriger ausfallen. Die übrigen Dimensionen unterschieden sich nicht signifikant zwischen den Anwendungsfällen.

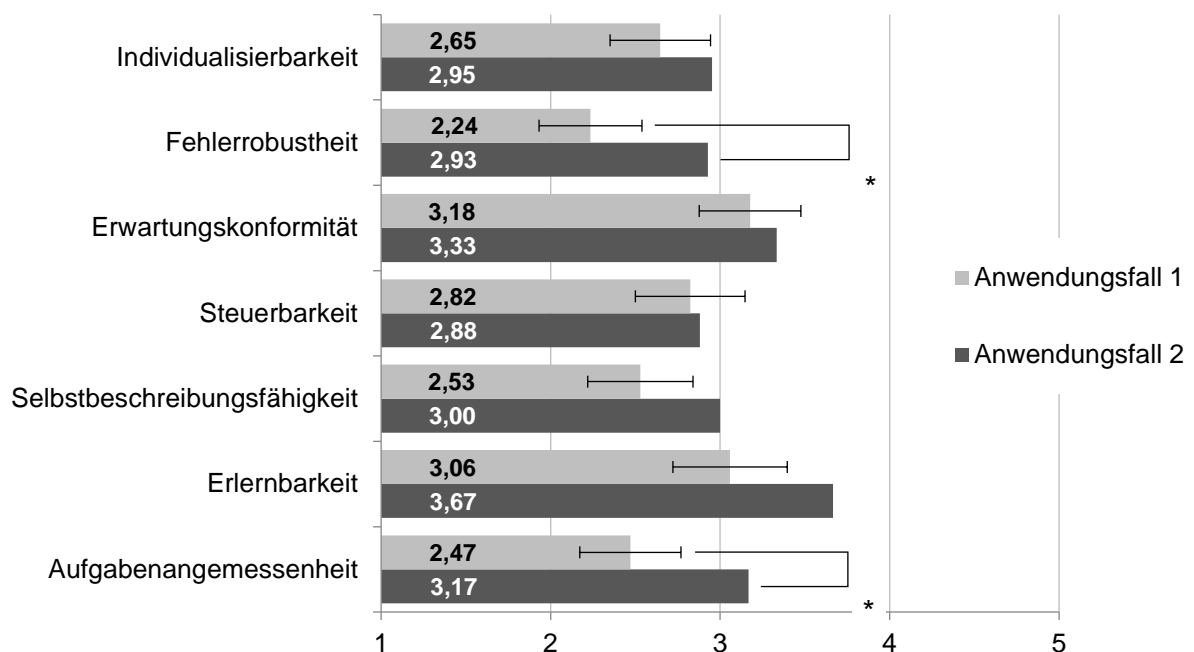


Abbildung 1: Mittelwertvergleich für die Nutzererwartungen hinsichtlich der einzelnen Dimensionen der Gebrauchstauglichkeit ($p \leq 0.05$)

Im Vergleich der einzelnen Aspekte der Technologieakzeptanz konnte für den erwarteten Nutzen ebenso ein signifikant niedrigerer Wert ($t(16) = -2.119, p = .050$) im ersten Anwendungsfall gegenüber dem zweiten Anwendungsfall festgestellt werden. Der Vergleich der einzelnen Erwartungen hinsichtlich der Technologieakzeptanz ist in Abbildung 2 dargestellt. Die übrigen zwei Aspekte unterschieden sich nicht signifikant zwischen den Anwendungsfällen.

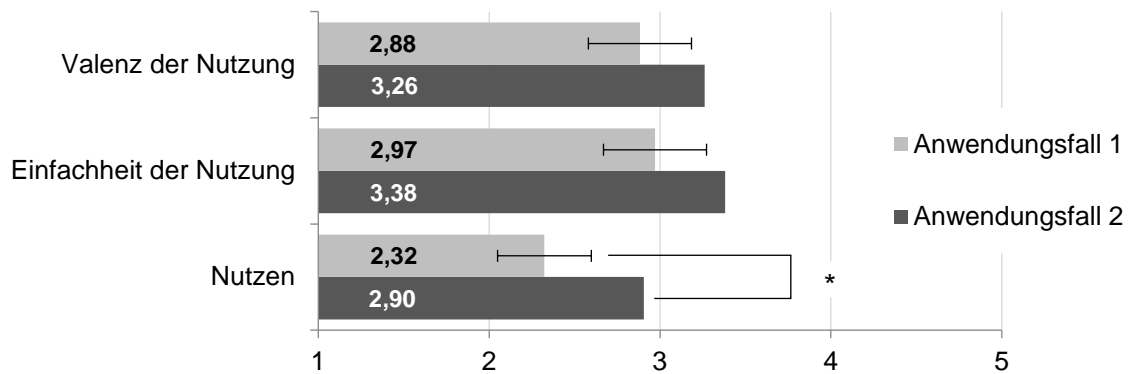


Abbildung 2: Mittelwertvergleich für die Nutzererwartungen hinsichtlich der einzelnen Aspekte der Technologieakzeptanz ($p \leq 0.05$)

4. Diskussion

In der Betrachtung der erhobenen Nutzererwartungen hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit und der Akzeptanz zeigt sich für den zweiten Anwendungsfall über alle Dimensionen und Aspekte hinweg eine positivere Einstellung gegenüber der Technologie als für den ersten Anwendungsfall. Im Detail zeigen sich signifikante Unterschiede bei der Fehlerrobustheit, dem erwarteten Nutzen und der Aufgabenangemessenheit, wobei die Erwartungen bei den beiden zuerst genannten Aspekten auch im zweiten Anwendungsfall unterhalb eines mittleren Erwartungsniveaus liegen. Ein erster Erklärungsansatz ist dabei die Aufgaben-Technologie-Passung, welche insbesondere bei Datenbrillen eine entscheidende Rolle spielt und dabei einen Einfluss auf die Akzeptanz respektive den erwarteten Nutzen haben kann (Grauel et al. 2014). Auch könnten mögliche Alterseffekte hier einfließen, da der Altersdurchschnitt in den beiden Anwendungsfällen stark unterschiedlich ist. Insgesamt ist allerdings zu bemerken, dass aufgrund der strukturell verschiedenen Anwendungsfälle nur eine eingeschränkte Vergleichbarkeit vorliegt.

Die Ergebnisse innerhalb des ersten Anwendungsfalles weisen signifikant niedrigere Erwartungswerte gegenüber einem mittleren Erwartungsniveau bei den Aspekten Fehlerrobustheit und Nutzen auf. In Verbindung mit dem zuvor dargestellten Unterschied hinsichtlich der Aufgabenangemessenheit kann dies darauf hinweisen, dass die Beschäftigten eine Datenbrille im Vorfeld einer Einführung nicht als geeignete Assistenztechnologie für den Anwendungsfall einschätzen. Dies kann auch eine Erklärung für die insgesamt eher niedrigen Erwartungen sein.

Beim zweiten Anwendungsfall zeigen sich dagegen höhere Erwartungen an die Assistenztechnologie hinsichtlich Gebrauchstauglichkeit und Akzeptanz. Dabei weisen insbesondere die Aspekte Erlernbarkeit und Einfachheit der Nutzung signifikant höhere Werte gegenüber einem mittleren Erwartungsniveau auf. Eine mögliche Erklärung kann auch hier der niedrigere Altersdurchschnitt sein, welcher mit einer hö-

heren Affinität gegenüber modernen Technologien aus dem Konsumentenbereich einhergehen kann (Bitkom 2017). Ein weiterer Einflussfaktor kann der deutlich höhere Technologieeinsatz im zweiten Anwendungsfall sein, wodurch die Nutzung moderner Technologien keinen großen Einschnitt in die vorhandenen Strukturen mit sich führt.

5. Fazit und Ausblick

Insgesamt konnte mit der ersten Erhebung der Nutzererwartungen festgestellt werden, dass die Beschäftigten im ersten Anwendungsfall im Gegensatz zum zweiten der Einführung der angestrebten Assistenztechnologie deutlich kritischer gegenüberstehen. Sowohl ein niedriger erwarteter Nutzen als auch die Angst vor negativen Auswirkungen bei Fehlbedienung prägen die Ergebnisse im ersten Anwendungsfall. Die erhobenen Erwartungen der Beschäftigten im zweiten Anwendungsfall deuten eine höhere Technikaffinität am Arbeitsplatz sowie damit verbunden keine Bedenken hinsichtlich einer einfachen Bedienung der Technologie an. Eine mögliche Erklärung, welche auch durch den Vergleich der Anwendungsfälle untereinander gestützt wird, ist die Aufgaben-Technologie-Passung.

Im nächsten Schritt gilt es nun, die Evaluation nach Einführung und erster Nutzung der Assistenztechnologie kontinuierlich fortzuführen. Dabei wird sich zeigen, inwiefern sich die Erwartungen mit dem tatsächlichen Nutzererleben decken und ob eine positive Einstellung der Beschäftigten seitens der Gebrauchstauglichkeit und Akzeptanz erreicht werden kann.

6. Literatur

- Apt W, Bovenschulte M, Hartmann EA, Wischmann S (2016) Foresight-Studie „Digitale Arbeitswelt“. Forschungsbericht 463 für das Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Berlin: Institut für Innovation und Technik.
- Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. (2017) Zukunft der Consumer Technology – 2017. Berlin: Bitkom e. V.
- Davis, FD (1989) Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly* 13(3), 319-340.
- DIN EN ISO 9241-210 (2010) Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme; Deutsche Fassung EN ISO 9241-210:2010. Berlin: Beuth.
- Grael BM, Terhoeven JN, Wischniewski S, Kluge A (2014) Erfassung akzeptanzrelevanter Merkmale von Datenbrillen mittels Repertory Grid Technik. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft* 68:250-256.
- Spath, D, Ganschar O, Gerlach S, Hämmerle M, Krause T, Schlund S (2013) Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
- Terhoeven J, Wischniewski S (2017) Datenbrillen im Einsatz. *Gute Arbeit* 5:24-26.
- Windelband L (2014) Zukunft der Facharbeit im Zeitalter „Industrie 4.0“. *Journal of Technical Education* 2(2):138-160.

Danksagung: Ein ganz besonderer Dank gilt Frau Anett Groeschel, den Herren Konstantin Nikolaidis und Christian Wegener, allen Beschäftigten in den Anwendungsfällen und den weiteren Projektpartnern für die konstruktive Zusammenarbeit. Das diesem Beitrag zugrunde liegende Forschungs- und Entwicklungsprojekt Glass@Service wird im Rahmen des Förderprogramms „Smart Service Welt I“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) unter dem Förderkennzeichen 01MD16008B gefördert und durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR Projektträger) betreut. Für den Inhalt dieser Veröffentlichung sind allein die Autoren verantwortlich.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

ARBEIT(s).WISSEN.SCHAF(F)T
Grundlage für Management & Kompetenzentwicklung

64. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

FOM Hochschule für
Oekonomie & Management gGmbH

21. – 23. Februar 2018

GfA Press

Bericht zum 64. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 21. – 23. Februar 2018

FOM Hochschule für Oekonomie & Management

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Dortmund: GfA-Press, 2018

ISBN 978-3-936804-24-9

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

Schriftleitung: Matthias Jäger

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.

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

USB-Print:

Prof. Dr. Thomas Heupel, FOM Prorektor Forschung, thomas.heupel@fom.de

Screen design und Umsetzung

© 2018 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de