

## **Dezentrale Assistenztechnologien für manuelle Montage und Bereitstellungslogistik**

Leif GOLDHAHN, Katharina MÜLLER-EPPENDORFER, Dorit BOCK

*InnArbeit – Zentrum für innovative Arbeitsplanung und Arbeitswissenschaft  
Fakultät Ingenieurwissenschaften, Hochschule Mittweida  
Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida*

**Kurzfassung:** Eine Besonderheit manueller Montagen und damit verbunden der Bereitstellung ist es, viele verschiedene Teile und Baugruppen für eine reibungslose Montage zur Verfügung zu stellen und dabei die richtige Zeit, den richtigen Ort, die Aufrechterhaltung der Qualität sowie die Handhabbarkeit zu gewährleisten. Herausforderungen sind u. a. die große Anzahl verschiedenartiger, funktionsfähiger bzw. empfindlicher Bauteile, die Verwechslungsgefahr ähnlicher Teile und schwankende Bedarfe. Assistenztechnologien ermöglichen eine anforderungsgerechte Fertigung. Der vorliegende Beitrag stellt zwei Anwendungsszenarien für den Einsatz von Assistenztechnologien im Hauptprozess Montage sowie dem dazugehörigen Serviceprozess Materialbereitstellung dar. Die entwickelten Assistenztechniken dienen zur Unterstützung der Mitarbeitenden bei ihren Arbeitsaufgaben u. a. durch Kennzeichnungen, Handlungsanleitungen oder mediale Formate. Auch die vom Mitarbeitenden selbst erfassten multimedialen Daten dienen nachfolgend als Handlungserleichterung. Die Beteiligung der Mitarbeitenden erfolgt im Einführungs- und Anpassungsprozess des Assistenzsystems und der jeweiligen Apps.

**Schlüsselwörter:** Montage, Bereitstellung, Assistenztechnologien, Framework, Apps, ESL (Electronic Shelf Label)

### **1. Einführung**

Die Herausforderungen in produzierenden Unternehmen mit vorrangig manuellen Montagetätigkeiten sowie dazugehöriger Bereitstellungslogistik resultieren aus kürzeren Produktlebenszyklen, steigender Produktkomplexität, ausgeprägtem Wettbewerb, Fachkräftemangel und zunehmend älterer Belegschaft. (Wiesinger & Thiessen 2016; Müller-Eppendorfer & Goldhahn 2020)

Dem kann mit einer systematischen Planung sowohl des Hauptprozesses Montage als auch des Serviceprozesses Materialbereitstellung begegnet werden. Vor allem eine höhere Flexibilität des Arbeitssystems sowie eine digitale Unterstützung für die Prozessausführung sind dabei zielorientiert. (Müller-Eppendorfer & Goldhahn 2020).

Dafür bieten sich Assistenztechnologien an, welche dem Mitarbeitenden zum Beispiel die richtige Montagereihenfolge mittels Pick by Light, AR-Brillen, elektronischen Behälteretiketten (digitale Beschriftungssysteme) oder Handlungsanweisungen mit medialen Formaten anzeigen.

Vor allem die Aspekte der Zeiteinsparung sowie der Qualitätssteigerung zeigen das Potential von Assistenzsystemen im Bereich der Montage und Materialbereitstellung auf (BMW 2021).

## **2. Informationsflüsse und Informationsträger für die Montage**

Informationsträger in der Montage sind u. a. Bauteilzeichnungen sowie zugehörige Explosionszeichnungen, Stücklisten und Montagepläne. Diese müssen in geeigneter Form und für die Weiterverwendung in digitaler Form vorliegen. Damit können die Assistenzsysteme schnell mit Informationen gefüllt werden. (Richter 2002, S.1) Informationsflüsse in der Montage bzw. Materialbereitstellung stellen den Transport, Verarbeitung und Speicherung von Daten und Informationen zwischen fabrikspezifischen Quellen und Senken dar. Der Mensch gestaltet diese Flüsse möglichst zielgerichtet, erstellt und nutzt Daten bei seiner Arbeit. Dies steuert auch den Materialfluss.

Nach MÄTTIG UND KRETSCHMER ist die Abstimmung zwischen Informationsfluss und Materialfluss essentiell und zählt zu den Erfolgsfaktoren für logistische Prozesse. Für den Einsatz von Assistenzsystemen zur Unterstützung des Menschen ist die Mensch-Technik-Schnittstelle von großer Bedeutung. Beim Einsatz digitaler Assistenzsysteme muss die Vielfalt von Mitarbeitenden berücksichtigt werden, damit diese dann mit den unterstützenden Informationen arbeiten können. (Mättig & Kretschmer 2020, S.435 f.)

Alle erforderlichen Informationen müssen an der richtigen Stelle (Logistikzentrum, Lager, Bereitstellplatz, Arbeitsplatz Montagemitarbeiter) zur richtigen Zeit vorliegen, um dann das Material ebenfalls zur richtigen Zeit und Ort in geforderter Qualität anzuliefern. Die Assistenzsysteme dienen nicht nur zur Erleichterung der Arbeit der Mitarbeitenden. Sie sollen vielmehr auch Informationen über Bereitstellplätze, Montagehilfen, Tipps und Tricks, aktuell fehlendes Material, fehlerhafte Bauteile oder fertige Aufträge vermitteln. Multimediale Elemente (z. B. Signale, Bilder, Animationen oder Videos) wirken hier besonders effektiv. Dies führt zu einer ständigen Aktualisierung und Erweiterung der Daten des Assistenzsystems und damit zu einer zeitnahen und motivierenden Unterstützung der Mitarbeitenden.

## **3. Framework**

Auf Basis dieser Herausforderungen, der angestrebten Digitalisierung und der Unterstützung von Mitarbeitenden in Bereitstell- und Montageprozessen wurde im Rahmen eines Verbundforschungsprojektes das Framework FrEDA (Framework Enriched Data Assembly) entwickelt und erprobt. Dieses Framework stellt die technische Basis zur wechselseitigen Verknüpfung zwischen zentraler datenbank-basierter Software (ERP-System) und feingranularen, funktionsspezifischen mobilen Mini- oder Kleinanwendungen (Web-Apps) u. a. für Assistenztechnologien dar. Mit diesem Framework werden Funktionen wie mobiler Datenabruf und -upload, die Zugriffskontrolle und Anforderungen, wie Systemflexibilität, sicherer Datenaustausch und Datenhoheit abgedeckt. Außerdem konnte eine Eliminierung von Defiziten (unklare Datenhoheit, Ungenauigkeit und fehlender Transparenz), eine Reduzierung großer Datenmengen und eine exakte Zuordnung der Daten in dezentralen Bereichen umgesetzt werden. (Goldhahn, et al. 2020, S.322ff.)

In der nachfolgenden Abbildung 1 ist die Datenkommunikation zwischen dem ERP-System, dem Framework und dem Arbeitssystem (Montagearbeitsplatz) dargestellt. Die Erfassung multimedialer Daten aus dem Fertigungsprozess und die Aufbereitung dieser Daten sowie die Anzeige aufgabenbezogener Datenkomplexe funktionieren über Web-Apps, welche kooperativ und iterativ entwickelt und den Benutzern zur Anwendung auf mobilen Endgeräten zur Verfügung gestellt werden.

Mittels des Frameworks Enriched Data Assembly und der Apps können essentielle Teilfunktionalitäten des ERP-Systems auch direkt am Montage- oder Logistikarbeitsplatz abgebildet, Informationen aufgenommen und Daten z. B. über realisierte Bereitstell- und Montagevorgänge oder fehlerhafte Bauteile in die Datenbank geladen werden.

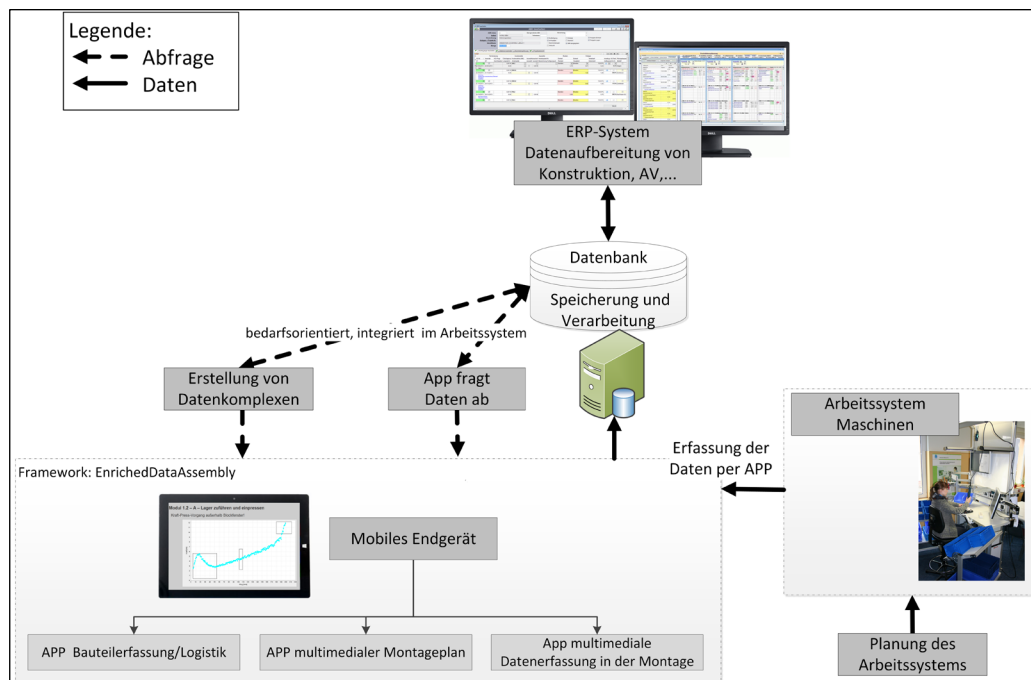


Abbildung 1: Framework FrEDA. (Goldhahn, et al., 2020, S. 322)

#### 4. Anwendungsszenarien dezentraler Assistenztechnologien in der Montage

Gemeinsam mit Unternehmen und dem Softwarepartner CIMPCS wurden für das Framework FrEDA Anwendungsszenarien und dazugehörige Apps entwickelt (Tabelle 1).

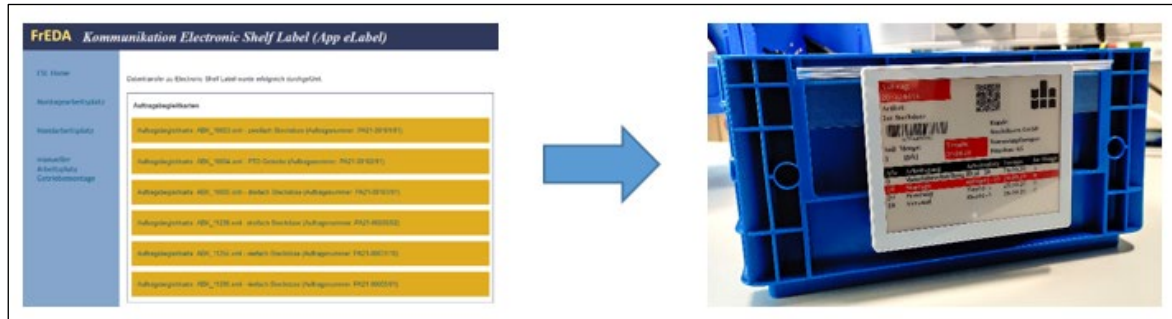
Tabelle 1: Entwickelte Apps und mögliche Anwendungsszenarien

Entwickelte App	Charakteristik Anwendungsszenario
App Multimedialer Montageplan	Anzeige weiterer Artikeldaten/ Arbeitsplandaten mittels Auslesen des QR-Codes auf Auftragsbegleitkarte
App Erfassung von Montagedaten	Übernahme erstellter Daten (Bilder, Videos, Dateien) ins ERP-System mit mobilem Endgerät
App Lagerausgang (Logistik)	Mobiles Anzeigen und Bearbeiten einer Liste offener Vorgänge mit Datenbasis im ERP-System
App Digitale Auftragsbegleitkarte - ABK (Produktionsauftrag)	Anzeige der Daten zum Produktionsauftrag mittels Auslesen des QR-Codes/Barcode
App eLabel	Auftragsbegleitkarte aus ERP-System auf Electronic Shelf Label (ESL) übertragen

Nachfolgend werden ausgewählte Einsatzszenarien anhand der entwickelten App eLabel für dezentrale Assistenztechnologien beschrieben und beispielhaft erklärt.

In dieser App werden mittels des Frameworks notwendige Daten zu Artikeln und Arbeitsplänen vom ERP-System zu den Electronic Shelf Label (ESL) übertragen. Damit kann bspw. die ABK (Auftragsbegleitkarte) verkürzt auf dem ESL angezeigt

werden. (Goldhahn, Bock, 2021, S. 82ff.) Wie in Abbildung 2 sichtbar, können dies die Artikeldaten, die Montagereihenfolge und -termine, Barcode und/ oder QR-Code sein. Über die Codes lassen sich weitere auftrags-, logistik- oder montagerelevante Daten per Smartphone, Handheld- oder Tablet-PC aufrufen.



**Abbildung 2:** li. App eLabel, re. Behälterkennzeichnung mit ESL am Beispiel ABK

Eine weitere Anwendung der digitalen Beschriftungssysteme mit ESL ist die flexible Anzeige von montage- und logistikrelevanten Informationen. (Goldhahn, Roch, 2021, S. 78) Zum Beispiel können damit Behälterkennzeichnungen für Bauteile oder Baugruppen optimiert sowie die Verwechslungsgefahr minimiert werden. In der Abbildung 3 werden die linken Steckerleisten für eine 2fach- und eine 3fach-Steckdose in zwei verschiedenen Behältern mit ESL bereitgestellt. Auftragsbezogen weist hier das digitale Beschriftungssystem durch den roten Punkt darauf hin, dass es sich um die falsche Box handelt (Bild rechts). Der Mitarbeitende wird somit visuell auf den richtigen Behälter (ESL mit weißem Punkt, Bild links) hingewiesen. Dadurch entsteht die Möglichkeit zu einem auftragsaktuellen Pick-by-Vision-System am Montageplatz ohne zusätzliche Technik. Die Auftragszeit muss dabei deutlich länger sein als der Aktualisierungszeitabstand der eLabels (einstellbar z. B. auf 1 - 5 min).



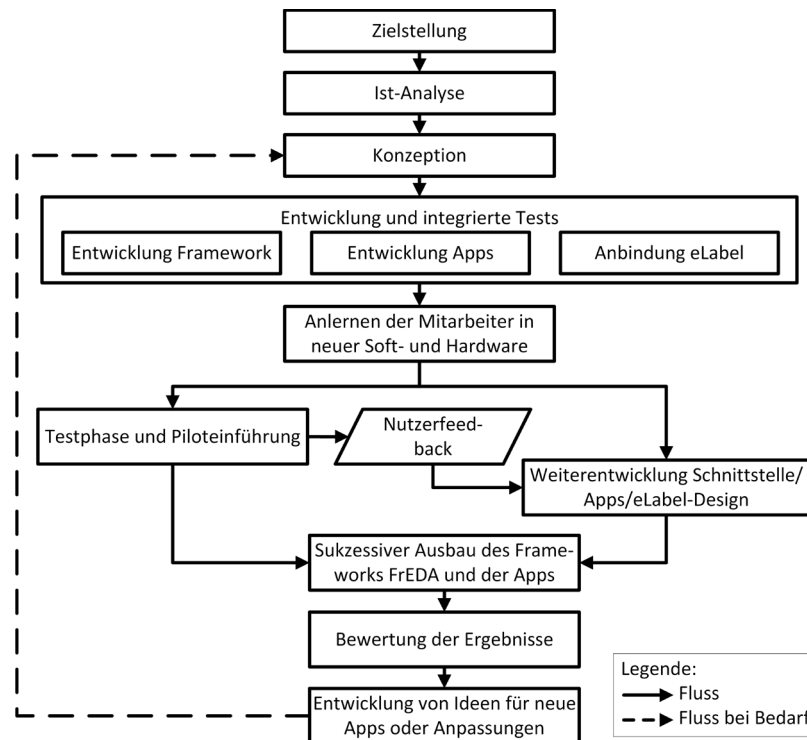
**Abbildung 3:** Anwendungsszenario digitaler Beschriftungssysteme

Eine weitere Handlungserleichterung für die Mitarbeitenden sind die selbst erfassten multimedialen Daten zu den verschiedenen Montageschritten (App Erfassung von Montagedaten).

Dabei hat der Mitarbeitende die Möglichkeit mittels eines mobilen Endgerätes (Smartphone, Tablet) Bilder oder Videos über die App aufzunehmen, zu den entsprechenden Montageschritten im ERP-System zu speichern und später wieder zu nutzen.

## 5. Beteiligungsorientierte Einführungsprozesse

Um Assistenzsysteme auf Basis der beschriebenen Techniken in Unternehmen einführen zu können, müssen folgende Prozessschritte durchlaufen werden (Abbildung 4).



**Abbildung 4:** Verfahren zur Einführung von Assistenzsystemen auf Basis von Framework-basierten Apps

Der Erfolg der Einführung eines Assistenzsystems hängt von der Akzeptanz der Nutzenden ab. Deshalb sind diese frühzeitig einzubeziehen. Zur Bewertung der Apps dienen Fragen zur Dialoggestaltung nach (VDI 3850) in den sieben Bereichen Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Erwartungskonformität, Steuerbarkeit, Fehlertoleranz, Lernförderlichkeit, Informationsgestaltung (vgl. dazu Raupach 2008). Die Ergebnisse dieser Befragung fließen in die iterative Anpassung des Assistenzsystems ein.

## 6. Fazit und Zusammenfassung

Als technische Basis für Assistenztechnologien im Bereich manueller Montage und Materialbereitstellung wurden das Framework FrEDA mit Web-Apps dargestellt.

Ziel der Apps ist es, die Mitarbeitenden durch die mobile Bereitstellung von arbeitsbezogenen Informationen wie Zeichnungen und Details der Arbeitsgänge oder durch dezentral selbst generierte Daten zu unterstützen. Die aktive Beteiligung der Mitarbeitenden während der Einführung und Nutzung der dezentralen Assistenzsysteme (Abschnitt 5 - Prozessschritte) erhöht die Akzeptanz des Systems und schafft damit den eigentlichen Nutzen. So können weitere Bedarfe der Mitarbeitenden oder auch Wünsche an vorhandene und neue Assistenztechnologien (Apps) im Logistik- und Montagebereich benannt und zur Umsetzung gebracht werden.

Durch die hohe Flexibilität des Frameworks lassen sich neue Apps einfach integrieren. Von Mitarbeitenden und Ingenieuren werden z. B. Dokumentationen gewünscht, welche Sollzustände während der Montage anzustreben sind oder welche Fehlerquellen auftreten können. Lokal erzeugte Daten ermöglichen über App und Framework eine schnelle Datengenerierung und exakte -zuordnung. Die Erprobung und Anpassung der Apps zur Assistenz von Montage- und Bereitstellprozessen sowie der Transfer in die Wirtschaft erfolgt im Wesentlichen über das Transferprojekt Saxony 5.

Die zunächst prototypische Umsetzung der App eLabel mit Schnittstelle zum ERP-System über das Framework FrEDA wird derzeit für den praktischen Einsatz von der CIMPCS GmbH professionalisiert. Unternehmen fragen vermehrt nach digitalen Beschriftungssystemen (Electronic Shelf Label). Wenn firmenseits zunächst der Datenfluss im Vordergrund steht, werden dann über die beschriebenen Einführungsprozesse gezielt die Mitarbeitenden einbezogen.

## 7. Literatur

- BMW (2021) Assistenzsysteme – Mittelstand Digital. Verfügbar. 07.12.2021: <https://www.mittelstand-digital.de/MD/Navigation/DE/Themen/Mensch-Digitalisierung/Assistenzsysteme/assistenzsysteme.html>
- Goldhahn L, Bock D (2021) Einsatz des webbasierten Frameworks der Montage (FrEDA) in Verbindung mit digitalen Beschriftungssystemen. In: Ökologische Transformation in Technik, Wirtschaft und Gesellschaft? Scientific Reports. 26. Interdisziplinäre Wissenschaftliche Konferenz Mittweida, ISSN 1437-7624, 2021, Nr. 2, doi: 10.48446/opus-12338, 80 – 83.
- Goldhahn, L, Bock D, Eckardt R, Friedemann M (2020) Webbasiertes Framework und Apps für die Montage. Entwicklung eines Frameworks und Beispiel-Apps für Montageverfahren in Fertigungsbetrieben, ZWF (ISSN 0947-0085 Jahrg. 115 (2020) 5, doi.org/10.3139/104.112291, 321 – 326.
- Goldhahn L, Roch S (2021) Einsatzszenarien für Electronic Shelf Label in der Produktion. In: Ökologische Transformation in Technik, Wirtschaft und Gesellschaft? Scientific Reports. 26. Interdisziplinäre Wissenschaftliche Konferenz Mittweida, ISSN 1437-7624, 2021, Nr. 2, doi: 10.48446/opus-12315, 76 – 79.
- Mättig B, Kretschmer V (2020) Einsatz digitaler Assistenzsysteme in der Logistik 4.0. In: ten Hompel M, Bauernhansl T, Vogel-Heuser B (Eds) Handbuch Industrie 4.0. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-58530-6\\_114](https://doi.org/10.1007/978-3-662-58530-6_114).
- Müller-Eppendorfer K, Goldhahn L (2020) Planung der Materialbereitstellung. Methode und Werkzeuge zur digitalen Planung der Materialbereitstellung. ZWF (ISSN 0947-0085 Jahrg. 115 (2020) 11, doi.org/10.3139/104.112449, 818 - 823, Carl Hanser, München.
- Raupach A (2008) Ergonomische Gestaltung multimedialer Arbeitsmittel. Dissertation. Wissenschaftliche Schriftenreihe des Instituts für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme Bd. 67. Chemnitz: TU Chemnitz, iBF.
- Richter H (2002) Grundlagen der Montagetechnik. Verfügbar. 07.12.2021: <http://helmut-richter.de/didaktik/mont1.pdf>.
- VDI/VDE Richtlinie 3850 – Nutzergerechte Gestaltung von Bediensystemen für Maschinen. Berlin, Beuth.
- Wiesinger F, Thiessen Th (2016) Mittelstand 4.0-Agentur Kommunikation - Mittelstand im digitalen Wandel: Bedarfs- und Trendanalyse zu Führungskultur und Veränderungsmanagement. In: BSP Business School Berlin (Hrsg): Schriftenreihe Mittelstand 4.0, Verlag HBP University Press, Berlin.

**Danksagung:** Die Autoren danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung für die finanzielle Unterstützung sowie dem Projektträger Jülich für die Betreuung des Forschungsprojektes „Smart University Grid Saxony5 - Wissensströme intelligent vernetzen (Saxony5)“. Ebenfalls möchten die Autoren dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und dem Freistaat Sachsen für die finanzielle Unterstützung des Forschungsprojektes „Entwicklung eines neuartigen Framework zur mobilen Anreicherung, Auswertung und synergetischen Applikation von Daten für Montageverfahren in Fertigungsbetrieben“ (FrEDA) danken, in welchen das Framework entwickelt wurde.



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

### **Screen design und Umsetzung**

© 2022 fröse multimedia, Frank Fröse

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