

## **Cognitive Environments – Zukunftspotenziale kognitiver Büroumgebungen**

Dennis STOLZE, Stefan RIEF

*Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO,  
Nobelstr. 12, D-70569 Stuttgart*

**Kurzfassung:** Immer häufiger werden Bürogebäude unter dem Schlagwort »Smart Building« vermarktet. Jedoch reizen diese Konzepte die Potenziale aktueller Technologien nicht aus. So könnten mit IoT-Technik und körpernaher Sensorik Arbeitsplätze entwickelt werden, die sich automatisch und individuell an die Nutzenden anpassen und somit Leistung und Gesundheit fördern. Eine zentrale Herausforderung bei der Umsetzung stellt die Nutzerakzeptanz dar. Um für weitere Forschungsarbeiten Funktionen priorisieren zu können, haben wir eine Befragung, angelehnt an die Kano-Methodik, umgesetzt und dafür 49 mögliche Funktionen als User-Stories entwickelt. Die Ergebnisse zeigen großes Interesse potenzieller Nutzerinnen und Nutzer, geben aber auch Hinweise zu möglichen Schwierigkeiten bei der Umsetzung.

**Schlüsselwörter:** Cognitive Environments, Arbeitsumgebung, Büro, IoT

### **1. Vom Smart Building zum Cognitive Environment**

Zu Hause, im »Smart Home« haben sich viele schon daran gewöhnt, Alexa, Siri oder den Google Assistant aufzufordern, das Wohnzimmerlicht anzuschalten oder die Heizung auf die Wohlfühltemperatur einzustellen. Bei Bürogebäuden sieht das noch anders aus. Bis jetzt gibt es erst wenige Gebäude, welche als Smart Building bezeichnet werden können, wie z. B. »The Edge« in Amsterdam oder das »Cube« in Berlin. Was aber macht ein smartes Gebäude aus? Für Buckman et al. sind intelligente Bauten dadurch gekennzeichnet, dass das Gebäudesystem ganzheitlich betrachtet wird und die Anpassungsfähigkeit im Mittelpunkt steht. Grundlage dafür sind Daten, welche die einzelnen Systembestandteile erzeugen und sammeln. Damit sollen Gebäude laufend weiterentwickelt werden können (Buckman et al. 2014). Anbieter von Technologien für Smart Buildings verwenden bei ihren Definitionen häufig die Begriffe Vernetzung, Komfort, Nachhaltigkeit und Effizienzsteigerung (z. B. V-Hub – Vodafone Business 2021). Knapp zusammengefasst kann man anhand der Definitionen zwei Adressaten mit unterschiedlichen Zielen erkennen. Aus Sicht von Gebäudebetreibern stehen Effizienzsteigerungen und die Nachhaltigkeit im Vordergrund. Für Nutzerinnen und Nutzer sind Faktoren wichtig, wie eine angenehme Raumtemperatur oder eine gute Beleuchtung, die dann über eine App eingestellt werden können. Allerdings wird dabei nur auf das durchschnittliche Empfinden von Komfort abgezielt.

Studien aus der Raum- und Umweltpsychologie zeigen jedoch, dass viele Parameter individuell höchst unterschiedlich wahrgenommen werden und je nach Tätigkeit andere Einstellungen förderlich sein können. Beispielsweise lassen sich beim Lernen oder Lesen bessere Ergebnisse bei einer höheren Beleuchtungsstärke erzielen, bei

kommunikativen oder kreativen Tätigkeiten sind geringere Beleuchtungsstärken von Vorteil (Veitch und McColl 2001). Bei Kreativaufgaben erzielten Probanden in Räumen mit 26 °C bessere Ergebnisse, bei kognitiven Aufgaben waren 20° C besser geeignet (Witterseh et al. 2004). Daneben finden sich in der Literatur weitere Einflussgrößen, wie bspw. ein freier Blick in die Natur oder Düfte, die unterstützend wirken können (Tennessen & Cimprich 1995; Herz 2002).

Zu beachten ist, dass viele dieser „Idealwerte“ auch nur Durchschnittswerte darstellen, die teilweise in Laborstudien mit nur wenigen Probanden ermittelt wurden, also nicht wirklich jedes Individuum optimal unterstützen. Erschwerend kommt hinzu, dass sich bisher eine Umsetzung in Gebäuden technisch aufwendig oder kostenintensiv gestaltete. Das ändert sich mit der Verbreitung günstiger IoT Komponenten, die sowohl in Gebäude integriert als auch am Körper, in Form von Smartwatches, genutzt werden können. Die über Sensoren gesammelten Daten ermöglichen es höchst individuelle Profile zu erstellen und Arbeitsplätze zu konzipieren, die sich individuell auf die Nutzenden einstellen. Die Technologie, die in »Smart Buildings« steckt, ist somit nur der erste Schritt hin zu kognitiven Arbeitsumgebungen. Ein »Cognitive Environment« verstehen wir als Umgebung, welche die Bedürfnisse und das Verhalten der Nutzenden wahrnehmen kann und Erkenntnisse aus der Umwelt- und Raumpsycho-logie, sowie den Arbeitswissenschaften, zusammen mit IoT-Technologien nutzt, um Räume in mehreren Dimensionen individuell an die Aufgaben und Anforderungen der Nutzenden anzupassen. Alles mit dem Ziel, die Leistung und Gesundheit maximal zu fördern. Weiterhin kann ein »Cognitive Environment« bei der organisationsinternen Vernetzung unterstützen, Begegnung und Austausch in der hybriden Arbeitswelt zu fördern und einen Beitrag zur klimaeffizienteren Nutzung von Bürogebäuden leisten.

## 2. Methode

Das Ziel der vorliegenden Studie war es, mögliche Funktionen eines »Cognitive Environments« bewerten zu lassen und daraus eine Priorisierung abzuleiten. Daher orientierten wir uns an der von Kano et al. entwickelten Theorie der »attraktiven Qualität«, die davon ausgeht, dass die Zufriedenheit mit Produktfunktionen davon abhängt, welche Funktionen es gibt bzw. wie gut diese umgesetzt sind. Mit der Kano-Methodik lassen sich verschiedene Produkt- und Qualitätsmerkmale klassifizieren und besser verstehen, was den größten Kundennutzen bringt und damit auch den Produkterfolg beeinflusst (Kano et al. 1984). Für die Befragung entwickelten wir kurze Funktionsbeschreibungen sowohl in einer positiven, funktionalen Formulierung (»Was wäre, wenn ein bestimmtes Merkmal vorhanden wäre?«) als auch in einer negativen, dysfunktionalen Formulierung (»Was wäre, wenn ein bestimmtes Merkmal nicht vorhanden wäre?«). Entsprechend des Kano-Modells wurden den Merkmalsausprägungen fünf mögliche Antwortkategorien zugeordnet (»Das würde ich toll finden«, »Das sollte Standard sein«, »Das ist mir egal«, »Das könnte ich in Kauf nehmen«, »Das würde mich stören«). Die kombinierten Antworten wurden abschließend zu einem der fünf Kano-Merkmale (Begeisterungsmerkmal, Leistungsmerkmal, Basismerkmal, Rückweisungsmerkmal, Indifferenzmerkmal) zugeordnet.

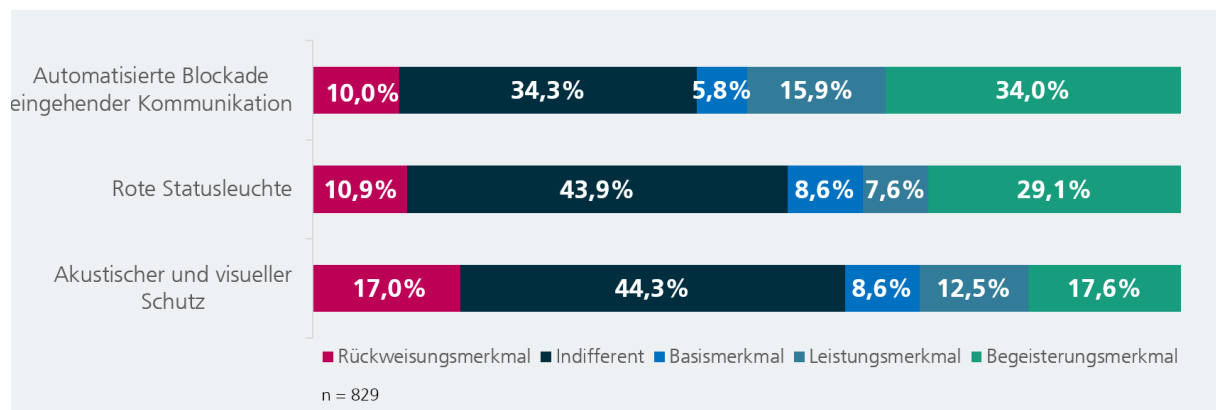
In Summe wurden 49 mögliche Funktionen beschrieben, die in fünf thematische Blöcke unterteilt waren: 1. Funktionen für den Arbeitsplatz, 2. Analyse und Steigerung der persönlichen Produktivität, 3. Arbeiten im Team – Besprechungen, 4. Persönliche Präferenzprofile und 5. Funktionen für Betreiber von Büroflächen. Der letzte Frage-

block wurde nur Teilnehmenden eingeblendet, die angegeben hatten, in ihrer Funktion auch für Bürogebäude verantwortlich zu sein, z. B. als Facility-Manager, Asset-Manager, GebäudeverwalterInnen oder InvestorInnen.

829 Personen haben insgesamt an der Online-Befragung teilgenommen, wovon sich 235 Personen als Gebäudeverantwortliche identifiziert hatten. In diesem Beitrag wird ein Auszug der Ergebnisse aus den Frageblöcken »Funktionen für den Arbeitsplatz«, »Analyse und Steigerung der persönlichen Produktivität« und »Persönliche Präferenzprofile« vorgestellt.

### 3. Konzentration und Ergonomie am Arbeitsplatz

Kann man am Arbeitsplatz nicht konzentriert arbeiten, weil die akustische Situation nicht optimal ist oder man durch vorbeigehende Personen abgelenkt wird, hat dies einen negativen Einfluss auf die Zufriedenheit mit der Arbeitsumgebung und damit auch die Performance (Jurecic et al., 2018). Zudem führen Unterbrechungen dazu, dass man gestresster ist, einen höheren Zeitdruck empfindet und sich allgemein mehr anstrengen muss, um die verlorene Zeit aufzuholen (Mark et al., 2008). Vor diesem Hintergrund hatten wir ein Szenario beschrieben, in dem der Arbeitsplatz erkennt, dass man sich gerade konzentrieren muss und daraufhin automatisiert eingehende Kommunikation blockiert (z. B. Telefonanrufe, WhatsApp, E-Mail). In einem weiteren, ebenfalls automatisierten Szenario würde am Arbeitsplatz eine rote Warnleuchte angehen, um zu signalisieren, dass keine Störungen erwünscht sind. Und in einer dritten Variante sollte ein akustischer und visueller Schutz um den Platz aufgezogen werden.

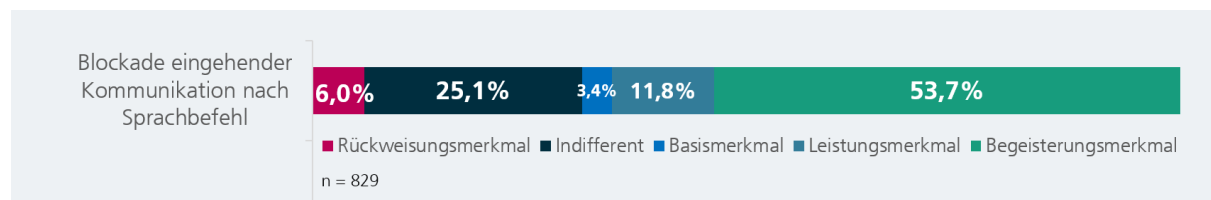


**Abbildung 1:** Bewertung von automatisiert ablaufenden Funktionen zur Konzentrationsförderung

Die Ergebnisse zeigen beim automatisierten Blockieren eingehender Kommunikation eine positive Einstellung der Befragten. Für 15,9 Prozent wäre dies ein Leistungsmerkmal, d. h. je mehr und je besser eine derartige Funktion arbeiten würde, desto höher wäre die Zufriedenheit. 34 Prozent sehen hier sogar ein Begeisterungsmerkmal. Hier liegt also eine Funktion vor, die von den Befragten so nicht erwartet wurde. Jede zehnte Person würde einen Arbeitsplatz dieser Art ablehnen. Beim akustischen und visuellen Schutz finden wir die höchste Ablehnung.

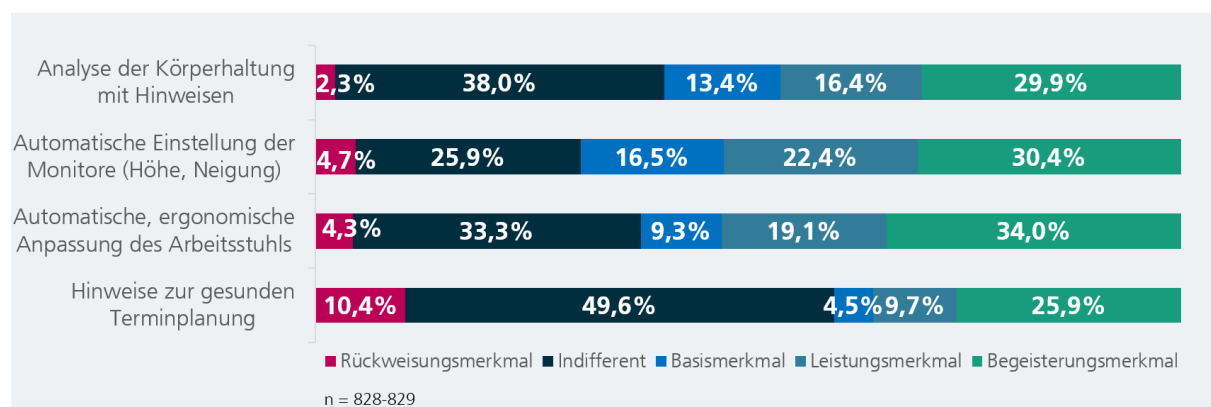
In einer Abwandlung des ersten Szenarios sollte das System nicht selbst tätig, sondern erst durch einen Sprachbefehl aktiviert werden. Hier lässt sich eine deutlich

höhere Begeisterung feststellen. Für mehr als die Hälfte (53,7 Prozent), wäre diese Funktion in einem Cognitive Environment ein Begeisterungsmerkmal.



**Abbildung 2:** Bewertung der Funktion zur Blockade eingehender Kommunikation nach Aktivierung

Neben der Konzentrationsfähigkeit spielt die Ergonomie am Arbeitsplatz eine wichtige Rolle. Allerdings ist den meisten Büroarbeitenden nur etwa die Hälfte der Einstellmöglichkeiten eines Arbeitsstuhls bekannt und genutzt werden diese noch viel weniger (Underwood und Sims 2019). Neben dem Arbeitsstuhl sollten für eine gute Ergonomie aber auch die Tischhöhe oder die Bildschirme korrekt eingestellt sein. In einer Variante beschrieben wir daher ein System, welches die Körperhaltung analysiert und Hinweise gibt, diese zu verbessern. Ein weiteres System sollte die Höhe und Neigung von Monitoren einstellen und auch der Arbeitsstuhl sollte sich selbsttätig anpassen. Bei allen genannten Beispielen konnten wir hohe Anteile der positiv ausgeprägten Merkmale (Begeisterungs-, Leistungs- und Basismerkmal) feststellen. Etwas anders sieht das bei einer Funktion aus, welche die psychische Gesundheit adressierte. Hier stellten wir einen Systembaustein vor, der Hinweise zur Terminplanung geben sollte, um gesund zu bleiben (Reihenfolge, Länge, Häufigkeit von Terminen, Berücksichtigung von Reisezeiten, usw.). Diese Funktion lehnte rund jede zehnte Person ab, 49,6 Prozent und somit die Hälfte zeigten sich indifferent und 25,9 Prozent könnten sich für einen Arbeitsplatz mit derartigen technischen Fähigkeiten begeistern.



**Abbildung 3:** Funktionen für die Ergonomie

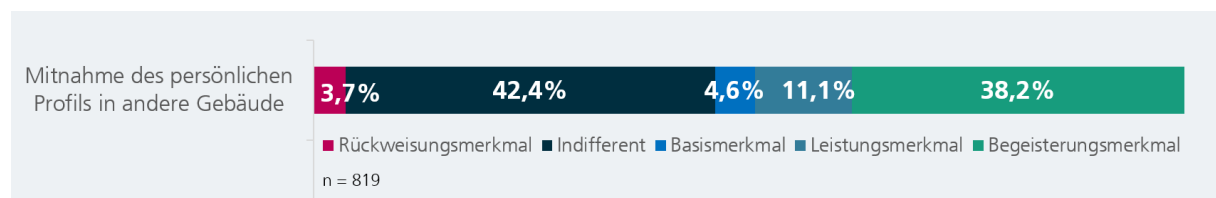
### 3. Messung der eigenen Produktivität und persönliche Präferenzprofile

Smartwatches und Fitnesstracker werden u.a. dafür genutzt, die eigene sportliche Leistung zu messen und darauf aufbauend Interventionen abzuleiten. Ergänzende Apps ermöglichen es, die eigene Leistung mit der anderer Personen über Plattformen zu vergleichen. Was wäre also, wenn dieses Prinzip auf den Arbeitsplatz übertragen würde? Daten sammeln und analysieren, um daraus Schlüsse zu ziehen, wie man

besser arbeiten kann? Ansätze dazu existieren bereits, z. B. zur Stresserkennung und Intervention mit Meditations-Apps (Ciabattini et al. 2017).

Eine Funktion wurde so beschrieben, dass nach einiger Zeit des Datensammelns man selbst erkennen könne, bei welchen Umgebungsparametern man produktiv arbeitet. Der Anteil an Personen, die hier ein klares Rückweisungsmerkmal sehen, war mit 17,6 Prozent zehn Prozentpunkte geringer als der Anteil, die hier eine begeisterte Systemfunktion sehen (27,6 Prozent). Die nächste Funktion ließ das Pendel in Richtung des Rückweisungsmerkmals schwingen. Während sich bei Fitness-Apps das Teilen immer größerer Beliebtheit erfreut, würde mehr als die Hälfte der hier Befragten (56,7 Prozent) ein System am Arbeitsplatz ablehnen, welches es erlauben würde, die eigene Leistung anonym mit anderen zu vergleichen. Nur ein kleiner Anteil von 6,7 Prozent der Befragten, stufte diese Möglichkeit als ein Begeisterungsmerkmal ein.

Was wäre aber, wenn man diese Profile nicht nur in einem Gebäude oder bei einem Arbeitgeber, sondern auch woanders nutzen könnte? Die Möglichkeit, das eigene Profil in andere Gebäude mitnehmen zu können, war für 38,2 Prozent ein Begeisterungsmerkmal. Nur wenige Personen würden diese Möglichkeit ablehnen (3,7 Prozent beim »Rückweisungsmerkmal«).



**Abbildung 4:** Übertragung des individuellen Profils auf andere Gebäude

## 6. Diskussion und Ausblick

Die Befragung zeigt ein großes Interesse und die Bereitschaft, sich mit Funktionen eines »Cognitive Environments« auseinanderzusetzen. Viele der vorgestellten Funktionen wurden in einer automatisierten Variante und in einer Version beschrieben, bei der persönlich entschieden werden kann, ob ein System aktiv wird. Vergleicht man die Bewertungen, so fällt auf, dass häufig die Varianten besser bewertet wurden, bei denen die Kontrolle größer ist.

Schriftliches Feedback zur Befragung zeigte auf, dass einige der Konzepte etwas abstrakt formuliert waren, d. h. man sich nur schwer vorstellen konnte, »was das denn bringe«. Eine gewisse Skepsis gegenüber neuen technischen Entwicklungen ist allerdings nicht neu und häufig halten Angebote im Verlauf der Zeit Einzug in den Alltag. Das bedeutet, dass u. U. (noch) höhere Zustimmungsraten bei einigen Funktionen zu erreichen wären, wenn die Konzepte einfacher oder in einem anderen Format, z. B. in Fokusgruppen vermittelt worden wären. Die Einstellungen gegenüber neuen Technologien können sich aber auch sehr schnell wandeln. Eine solche Beobachtung konnten wir durch die Corona-Pandemie machen, die in unseren Befragungszeitraum hineinfiel. So wurden die ersten 550 Datensätze noch vor dem Lockdown im März 2020 gesammelt, die restlichen später. Teilt man den Datensatz und vergleicht die Bewertungen aus dem Zeitraum vor der Pandemie mit denen, die später gesammelt wurden, zeigt sich, dass viele der neueren Bewertungen positiver ausfallen – bei einzelnen Fragestellungen rund 10 Prozentpunkte.

Auf dem Weg zu einem umfassenden »Cognitive Environment« gilt es nun Prototypen zu entwickeln und die theoretisch abgeleiteten Möglichkeiten zu testen und zu evaluieren, ob die Effekte sich auf individueller Ebene umsetzen lassen.

## 7. Literatur

- Jurecic M, Rief S, Stolze D (2018): Office Analytics. Erfolgsfaktoren für die Gestaltung einer typbasierten Arbeitswelt. Fraunhofer IRB-Verlag. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
- Buckman AH, Mayfield M, BM Beck, Stephen (2014): What is a Smart Building? In: Smart and Sustainable Built Environment 3 (2), S. 92–109. DOI: 10.1108/SASBE-01-2014-0003.
- Ciabattoni L, Ferracuti F, Longhi S, Pepa L, Romeo L, Verdini F (2017): Real-time mental stress detection based on smartwatch. In: Fernando Pescador (Hg.): 2017 IEEE International Conference on Consumer Electronics.
- Herz RS (2002). Influences of odors on mood and affective cognition. In Rouby C, Schaal B, Dubois D, Gervais R, Holley A (Eds.), *Olfaction, taste, and cognition* (pp. 160–177). Cambridge University Press.
- Kano N, Seraku N, Takahashi F, Tsuji S (1984): Attractive Quality and Must-be Quality. In: The Journal of the Japanese Society for Quality Control (April), S. 39–48.
- Mark G, Gudith D, Klocke U (2008): The cost of interrupted work: more speed and stress. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '08). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 107–110.
- Tennessen CM, Cimprich B (1995). Views to nature: Effects on attention. *Journal of Environmental Psychology*, 15 (1), 77–85.
- Underwood D, Sims R (2019): Do office workers adjust their chairs? End-user knowledge, use and barriers to chair adjustment. In: *Applied ergonomics* 77, S. 100–106.
- Veitch JA, McColl SL (2001): A critical examination of perceptual and cognitive effects attributed to full-spectrum fluorescent lighting. In: *Ergonomics* 44 (3), S. 255–279.
- V-Hub – Vodafone Business (2021): Smart Buildings: So funktionieren smarte Gebäude. Online verfügbar unter <https://www.vodafone.de/business/featured/technologie/smart-buildings/>, zuletzt aktualisiert am 08.12.2021, zuletzt geprüft am 12.05.2022
- Witterseh T, Wyon DP, Clausen G (2004): The effects of moderate heat stress and open-plan office noise distraction on SBS symptoms and on the performance of office work. In: *Indoor air* 14 Suppl 8, S. 30–40.



Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

## Nachhaltig Arbeiten und Lernen

**Analyse und Gestaltung lernförderlicher  
und nachhaltiger Arbeitssysteme  
und Arbeits- und Lernprozesse**

69. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

01. – 03. März 2023

---

## GfA-Press

---

**Bericht zum 69. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 01. – 03. März 2023**

**Fakultät Maschinenbau, Institut für Berufswissenschaften der Metalltechnik (IBM) und  
Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA), Leibniz Universität Hannover**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Sankt Augustin: GfA-Press, 2023  
ISBN 978-3-936804-32-4

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**

© 2023 fröse multimedia, Frank Fröse

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