

Transfer von Designstrategien für gesunde Arbeitsumgebungen in die Fahrzeuginnenraumentwicklung – von der Analyse bis zum Entwurf

Julia GRITZBACH, Wolfram REMLINGER

*Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design, Universität Stuttgart,
Pfaffenwaldring 9, D-70569 Stuttgart*

Kurzfassung: Im Kontext nachhaltiger Produktgestaltung gilt es nicht nur die direkten ökologischen Auswirkungen eines Produktes zu berücksichtigen, sondern auch Verbesserungen an der Mensch-Technologie-Schnittstelle anzustreben. Gestützt auf die Klassifizierung von Colenberg & Jylhä (2022) wird die Übertragbarkeit der vier Hauptstrategien für gesunde Arbeitsplätze auf Fahrzeuginnenräume untersucht: „Design für Komfort“, „Design für Erholung“, „Design für soziales Wohlbefinden“ und „Design für gesundes Verhalten“. Auf dieser Grundlage werden Konzepte für autonome Shuttle-Busse, Bahnwagons und Flugzeugkabinen entwickelt. Die Visualisierung der Entwürfe in Virtual Reality schafft die Basis für zukünftige experimentelle Studien zur Validierung gestalterischer Maßnahmen und somit zur nachhaltigeren Entwicklung von Fahrzeuginnenräumen.

Schlüsselwörter: Nachhaltigkeit, Fahrzeuginnenraumgestaltung, Mensch-Technologie-Schnittstelle, Umweltpsychologie, Virtual Reality

1. Einleitung und Motivation

Die Integration von Nachhaltigkeit in den Produktentwicklungsprozess ist zu einer globalen Notwendigkeit geworden. Nachhaltigkeit als mehrdimensionales Konzept vereint Ökologie, Soziales und Ökonomie (Kleine 2009). Dabei gilt es, nicht nur direkte ökologische Auswirkungen eines Produktes zu berücksichtigen, sondern auch die Wechselwirkungen zum Menschen zu beachten, insbesondere bei Produkten, die in direktem Kontakt zum Menschen stehen.

Umweltpsychologische Forschung zeigt, dass die Umwelt, in der sich ein Mensch befindet, signifikanten Einfluss auf dessen psychisches Wohlbefinden und somit auch auf dessen mentale Gesundheit hat (Kals et al. 2023). In Bezug auf die Gestaltung von Arbeitsplätzen wird diese Wechselwirkung zwischen dem Umgebungsdesign und dem Menschen bereits diskutiert (Colenberg & Jylhä 2022). Die Berücksichtigung der Interdependenzen zwischen Raumgestaltung und Menschen ist jedoch nicht nur in Arbeitsräumen, sondern wird auch in Fahrzeuginnenräumen zunehmend relevant. Mit fortschreitender Automatisierung und der steigenden Nutzungsdauer von Fahrzeugen (z. B. der Bahn) zum Arbeiten werden Fahrzeuge ohnehin immer mehr zu mobilen Arbeitsumgebungen. Ziel dieses Beitrags ist es daher, Gestaltungsstrategien für gesunde Arbeitsumgebungen auf die Gestaltung von Fahrzeuginnenräumen zu übertragen.

2. Theoretischer Rahmen und methodisches Vorgehen

Die Forschung von Colenberg & Jylhä (2022) liefert eine Klassifizierung von vier Hauptstrategien zur Gestaltung von gesunden Arbeitsplätzen. Die Strategie „Design für Komfort“ zielt darauf ab, eine komfortable Umgebung zu schaffen, die die physische und psychische Gesundheit schützt. „Design für Erholung“ vereint Strategien, die die körperliche und mentale Regeneration unterstützen, wie beispielsweise biophiles Design. Die dritte Hauptstrategie „Design für soziales Wohlbefinden“ trägt zur Förderung von sozialen Beziehungen am Arbeitsplatz bei. Beispiele für Designlösungen im Sinne dieser Strategie sind Räume für informelle Gespräche, Gemeinschaftsbereiche und Möglichkeiten zur Personalisierung des Arbeitsplatzes. Des Weiteren wird mit „Design für gesundes Verhalten“ darauf hingewiesen, wie gesundheitsförderndes Verhalten am Arbeitsplatz erzielt werden kann. Designlösungen, wie höhenverstellbare Schreibtische und aktive Sitzmöglichkeiten, können zur Steigerung der körperlichen Aktivität beitragen. Bewegung fördert dabei nicht nur die physische Gesundheit, sondern beeinflusst auch die mentale Gesundheit (Henkel 2018).

Das methodische Vorgehen dieses Beitrags besteht darin, die von Colenberg & Jylhä (2022) gesammelten Ansätze auf ihre Übertragbarkeit auf die Innenräume verschiedener Fahrzeuge zu analysieren und daraus neue Gestaltungsansätze zu entwickeln. Dabei werden die unterschiedlichen Anforderungen von Straßen-, Schienen- und Luftfahrzeugen berücksichtigt. Die gewonnenen Erkenntnisse dienen als Grundlage für die Entwicklung von Konzepten zur Innenraumgestaltung autonomer Shuttle-Busse, Bahnwagons und Flugzeugkabinen. Diese Entwürfe werden in Virtual Reality (VR) visualisiert.

3. Entwicklung der Entwürfe

Im ersten Schritt werden die von Colenberg & Jylhä (2022) zusammengetragenen Ansätze der verschiedenen Designstrategien vorsortiert und aufgearbeitet, da einzelne Ansätze nicht zur Übertragung in Fahrzeuge geeignet sind. Ein Beispiel hierfür ist, die strategische räumliche Anordnung von Arbeitsplätzen in Büros. Diese beruht beispielsweise auf der Erkenntnis, dass Pausen häufiger sitzend verbracht werden, wenn Nähe und Sichtbarkeit von Kolleg*innen besteht (Wilkerson et al. 2018). Diese Strategie ist direkt verbunden mit festen Sitzanordnungen, die bei Arbeitsplätzen in Verkehrsmitteln nicht vorhanden sind.

Bei der Ableitung der Ideen für die Gestaltung der Fahrzeuginnenräume sind die spezifischen Anforderungen der autonomen Shuttle-Busse, Bahnwagons und Flugzeugkabinen elementar. Diese unterscheiden sich beispielsweise im verfügbaren Raum, den Gewichts- sowie Sicherheitsanforderungen. Die Gestaltungsfreiräume variieren zudem je nach verschiedenen Anwendungsfällen der Fahrzeuge, z. B. bietet ein Privatjet mehr Freiheiten als ein Verkehrsflugzeug. Die folgenden Betrachtungen sind auf die drei Fahrzeugtypen als öffentlich genutzte Verkehrsmittel ausgelegt.

Tabelle 1 zeigt eine Auswahl der aus den Ansätzen für gesunde Büroarbeitsplätze entwickelten Ideen.

Tabelle 1: Sammlung verschiedener Ideen zur Übertragung der Ansätze für die Gestaltung von gesunden Arbeitsplätzen in unterschiedliche Fahrzeuginnenräume.

Design-strategie	Ansatz Bürogestaltung	Bahnwagen	Shuttlebus	Flugzeugkabine
Design für Komfort	Abgetrennte Arbeitsbereiche	Trennwände für Arbeitsbereiche	Flexible Trennwände	Sitze mit Trennelementen
	Ergonomie	Ergonomische Sitze und Arbeitsflächen (inkl. Stehbereich)	Sitze mit passenden Verstellmöglichkeiten (Tisch)	Sitze mit passenden Verstellmöglichkeiten (Klapptisch)
	Beleuchtung	Natürliches Licht und dynamische Beleuchtung	Natürliches Licht und dynamische Beleuchtung	Adaptive dynamische Beleuchtung
	Lärmreduktion	Abgetrennte Bereiche mit schalldämmenden Materialien	Schalldämmende Materialien	Lärmsensoren und aktive Lärmdämmung in Sitzen
	Kontrolle des Innenraumklimas	Smarte (individuelle) Klimasteuerung	Individuelle Klimaeinstellungen	Individuelle Klimaeinstellungen
Design für Erholung	Integration von Pflanzen	Vertikale Gärten oder vereinzelte Pflanzen	Vertikale Gärten oder vereinzelte Pflanzen	Kompakte Pflanzenmodule
	Ausblicke in Natur	Panoramafenster	Panoramafenster	Displays/Projektionen mit Naturansichten
	Vitalität durch Tageslicht	Große Fensterflächen, Oberlichter	Große Fensterflächen, Dachfenster	Tageslichtlampen
Design für soziales Wohlbefinden	Gemeinschaftsbereiche	Gemeinschaftsabteile	Vis-à-Vis Sitzanordnung	Alternative Sitzanordnungen (Janus)
	Personalisierung	Anpassbare Elemente und genormte Steckleisten	Personalisierbare Elemente und genormte Steckleisten	Personalisierbare Bildschirme und genormte Steckleisten
	Raumgestaltung	Verschieden private Bereiche (Telefonie-Bereich)	Anpassungen für mehr Privatsphäre (an Sitz/ im Raum)	Flexible Abgrenzungsmöglichkeiten an Sitzen
Design für gesundes Verhalten	"Aktives Mobiliar"	Sitz- und Steharbeitsplätze	Sitze mit Verstellmöglichkeiten, Stehbereich	Sitze mit bewegungsfördernden Technologien
	Visuelle Hinweise	Sichtbare Anleitungen zu Aktivitäten	Hinweise auf Bewegungsoptionen (Übungen)	Anleitungen zu Übungen im Sitzen
	Attraktivität der Bewegungsmöglichkeit	Ausschilderungen von Bereichen/Optionen zur Bewegung	Interaktiver Sitz mit Spielfunktion, Aufforderung in App	Interaktiver Sitz mit Spielfunktion

Einschränkungen durch spezifische Anforderungen

Herausforderungsabschätzung für Umsetzung der Ideen

Niedrig

mäßig

hoch

Abgetrennte Arbeitsbereiche wirken sich im Vergleich zu offenen Großraumbüros positiv auf das Empfinden der Arbeitenden aus (Colenberg & Jylhä 2022). In Shuttlebussen und Verkehrsflugzeugen steht weniger Raum zur Verfügung. Die Abtrennung von Arbeitsplätzen kann mittels flexibler Trennwände und speziell konzipierten Sitzen erzielt werden. Die ergonomische Gestaltung ist ein zentraler Aspekt der Fahrzeuginnenraumentwicklung; der Komfort beim Arbeiten im jeweiligen Fahrzeug kann durch Sitze mit Verstellmöglichkeiten und passende Arbeitsflächen erhöht werden. Weitere Ansätze zur Steigerung des Komforts beziehen sich auf eine passende Beleuchtung und weitere Umweltfaktoren, wie Lärm und Klimatisierung. Lärm kann in Fahrzeugen durch schalldämmende Materialien (Chen 2008) und aktive Technologien zur Lärmreduktion (Chang et al. 2022) minimiert werden. Dabei ist die unterschiedliche Lärmbelastung in den verschiedenen Fahrzeugen zu beachten. Bei autonomen Fahrzeugen (Shuttlebussen) kann Lärminderung im Vergleich zu aktuellen Straßenfahrzeugen von besonderer Bedeutung sein, da durch die Abnahme der kognitiven Belastung die Sensibilität für Fahrzeuggeräusche steigt (Kameyama et al. 2023).

Die Integration von Pflanzen, Ausblicken in die Natur und die Einbindung von Tageslicht am Arbeitsplatz sind Möglichkeiten zur Förderung der Erholung (Colenberg & Jylhä 2022). Die Integration von Pflanzen bringt einige Herausforderungen, wie die nötige Bewässerung, Lebensbedingungen, Pflegeaufwand, aber auch Platzbedarf und zusätzliche Masse mit sich. Die Steigerung der Masse bei der Bahn oder im Straßenverkehr hat eine geringere Bedeutung als in der Luftfahrt (Zheng et al. 2021). In Flugzeugen könnten statt vertikalen Gärten, möglicherweise sichtbare kompakte Module mit Algen (Bauerfeind 2023), die zudem zur Luftreinhaltung dienen, integriert werden. Auch bezüglich der Umsetzung eines Ausblicks in die Natur sind die Möglichkeiten vor allem bei Luftfahrzeugen durch die konstruktiven Anforderungen, welche die Fenstergröße limitieren, eingeschränkt. Die Sicht aus den Fenstern ist je nach Sitzplatz möglicherweise nicht gegeben. Daher wird vorgeschlagen, für die Integration von Naturansichten auf Projektionen oder Displays zurückzugreifen. Ebenfalls im Zusammenhang mit der Fensterfläche steht die Möglichkeit, natürliches Tageslicht in den Fahrzeuginnenraum zu integrieren. Um die Vitalität durch Licht auch in Flugzeugen zu fördern, kann der gezielte Einsatz von speziellen Tageslichtlampen (Bersani et al. 2008) erwogen werden.

Designstrategien für soziales Wohlbefinden sind beispielsweise informelle Gemeinschaftsbereiche in Büros zu schaffen, Personalisierung des Arbeitsplatzes zu ermöglichen und eine Raumgestaltung zu wählen, die unterschiedliche soziale Bedürfnisse abdecken kann (Colenberg & Jylhä 2022). In Schienenfahrzeugen ist es möglich verschiedene Bereiche und die Bewegung der Passagiere zwischen den Bereichen zu realisieren, in Shuttlebussen und Flugzeugen ist der verfügbare Raum stärker beschränkt, bzw. kaum vorhanden. Um dennoch einen Wechsel zwischen Abgrenzung und sozialer Interaktion zu ermöglichen, können alternativen Sitzanordnungen, wie das Janus-Design (Aviointeriors 2024), und spezielle Sitze mit flexiblen Abgrenzungsmöglichkeiten entwickelt werden.

Um gezielt mit dem Design des Innenraumes gesundes Verhalten zu fördern, wird in Büros auf spezielles Mobiliar, wie höhenverstellbare Schreibtische, gesetzt. Des Weiteren helfen visuelle Hinweise und die Offensichtlichkeit von Bewegungsmöglichkeiten (Treppen in Bürogebäuden), um für mehr Bewegung zu sorgen (Colenberg & Jylhä 2022). Um auch auf minimalem Raum körperliche Aktivität zu fördern, können zukünftig Technologien, wie spezielle Sensoren und Aktuatoren in Sitzflächen inte-

griert werden, die auch im Sitzen gezielt zur Beanspruchung bestimmter Muskelgruppen dienen (Wegner et al. 2023). Wird diese Technologie mit einer Spielfunktion verbunden, wird zudem die Attraktivität der Bewegungsmöglichkeit gesteigert. Die Motivation zur Bewegung könnte auch über Spielifizierung (Maher et al. 2022) in der jeweiligen Mobilitäts-App erhöht werden.

Die auf Basis der Ideensammlung entwickelten, in VR erlebbaren, Entwürfe stellt Abbildung 1 dar.

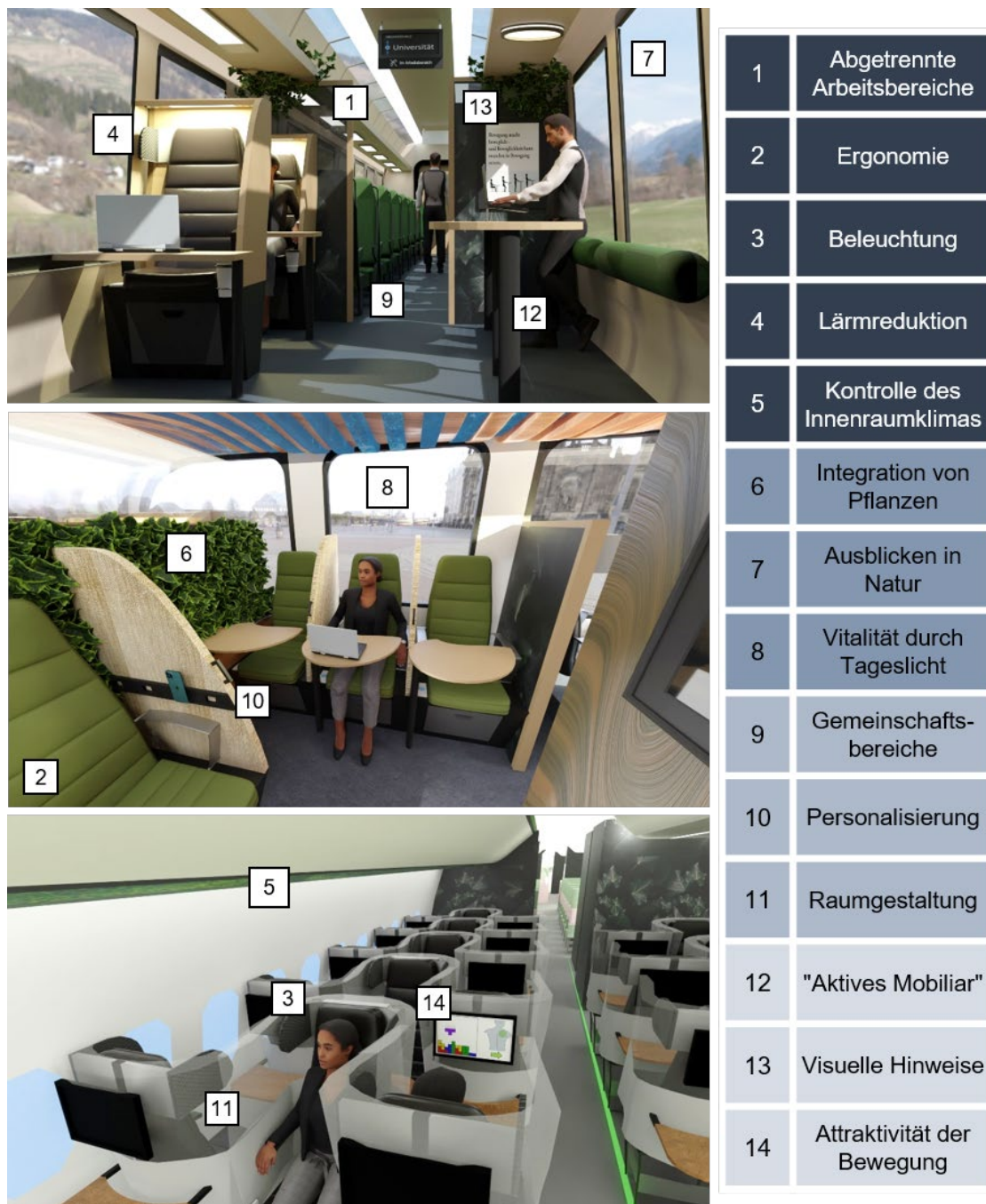


Abbildung 1: Auf der Übertragung basierende Konzepte für einen Bahnwagen, einen Shuttle-Bus und eine Flugzeugkabine als VR Modell, mit diversen Beispielen der Umsetzung der unterschiedlichen Designstrategien

4. Fazit und Ausblick

Die zielgerichtete Entwicklung eines Fahrzeuginnenraums mit positiven Auswirkungen auf die physische und psychische Gesundheit erfordert eine umfassende Betrachtung potenzieller Gesundheitsrisiken und förderlicher Faktoren. Diese Arbeit bietet einen Überblick über anwendbare Designstrategien für Fahrzeuginnenräume und illustriert sie anhand ausgearbeiteter exemplarischer Entwürfe. Es ist jedoch anzumerken, dass die Wirksamkeit der verschiedenen Gestaltungsansätze differenziert validiert werden muss, da der Erfolg eines Ansatzes von verschiedenen Randbedingungen abhängen kann. Daher besteht keine Gewissheit, dass übertragene Ansätze in Fahrzeugen zwangsläufig den beabsichtigten Effekt erzielen.

Die visualisierten Konzepte dienen als Grundlage für zukünftige experimentelle Validierungen mit Versuchspersonen in der virtuellen Realität. Die Erkenntnisse über die Auswirkungen verschiedener Designlösungen sind entscheidend für die nachhaltige Entwicklung von Fahrzeuginnenräumen.

5. Literatur

- Bauerfeind J (2023) Mut zur Gründung-Von iGEM zum Start-up. *BIOspektrum* 29:700.
- Bersani G, Marconi D, Limpido L, Tarolla E, Caroti E (2008) Pilot Study of Light Therapy and Neurocognitive Performance of Attention and Memory in Healthy Subjects. *Psychological reports* 102:299–304.
- Chang CY, Chuang CT, Kuo SM, Lin CH (2022) Multi-functional active noise control system on headrest of airplane seat. *Mechanical Systems and Signal Processing* 167:108552.
- Chen JY (2008) Reducing noise in automotive interiors. In: Shishoo RL (Ed) *Textile advances in the automotive industry*. Cambridge: Woodhead, 198–228.
- Colenberg S, Jylhä T (2022) Identifying interior design strategies for healthy workplaces – a literature review. *Journal of Corporate Real Estate* 24:173–189.
- Henkel (2018) Bewegung beeinflusst das Depressionsrisiko. *InFo Neurologie* 20:10.
- Kals E, Strubel IT, Hellbrück J (2023) Umweltbelastungen, Stress und Gesundheit. In: Kals E, Strubel IT, Hellbrück J (Hrsg.) *Lehrbuch Umweltpsychologie*, 2., vollständig überarbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer, 21–35.
- Kameyama Y, Ishimitsu S, Kotaka K, Fujii Y (2023) Clarification of Frequency Bands Affecting Attentional Mechanisms Using Event-Related Potentials. *INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings* 268:5386–5393.
- Kleine A (2009). *Operationalisierung einer Nachhaltigkeitsstrategie: Ökologie, Ökonomie und Soziales integrieren*. Dissertation, Techn. Univ. Kaiserslautern. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Wegner R, Rheinheimer L, Schmitt K (2023) Demonstration of the Active Seat. An in-seat sensor system for gamified physical activation. In: *Ramsis User Conference*. Ludwigsburg: Humanetics Digital Europe GmbH.
- Wilkerson AH, Usdan SL, Knowlden AP, Leeper JL, Birch DA, Hibberd EE (2018) Ecological influences on employees' workplace sedentary behavior: a cross-sectional study. *American Journal of Health Promotion*, Vol. 32 No. 8:1688-1696.
- Aviointeriors S.p.A. (2024): JANUS SEAT. Abgerufen am 02.01.2024. <https://aviointeriors.it/janus-seat/>.
- Zheng JH, Lin J, Allwood JM, Dean T (2021) A universal mass-based index defining energy efficiency of different modes of passenger transport. *International Journal of Lightweight Materials and Manufacture* 4:423–433.

Danksagung: Ein ganz besonderer Dank gilt Marco Gebert und Viola Haubensak für ihre tatkräftige Unterstützung bei der Erstellung der VR-Umgebungen.



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 · www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de

Screen design und Umsetzung

© 2024 fröse multimedia, Frank Fröse,

office@internetkundenservice.de, www.internetkundenservice.de