

Ein Vergleich von Datenbrille und Monitor: Auswirkungen auf die Durchführung einer Fahraufgabe

Thorsten PLEWAN, Gerhard RINKENAUER

*Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo)
Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund*

Kurzfassung: Leistungsfähige Datenbrillen werden zunehmend an Arbeitsplätzen eingesetzt. Jedoch ist bisher wenig darüber bekannt, wie sich solche Geräte auf grundlegende Wahrnehmungsprozesse auswirken. In der hier präsentierten Studie wurde daher untersucht, ob das Verhalten der Versuchspersonen bei einer einfachen Spurwechsellaufgabe durch die Art der Darstellung (Datenbrille oder Bildschirm) von visuellen Hinweisreizen beeinflusst wird. Tatsächlich zeigte sich, dass schnellere Lenkreaktionen ausgeführt wurden, wenn Hinweisreize auf der Datenbrille präsentiert wurden. Die Anzahl der Fehler unterschied sich nicht zwischen den beiden Geräten. Der Einsatz einer Datenbrille hatte also einen positiven Einfluss auf die Handlungsvorbereitung der Versuchspersonen. Dies könnte in der Praxis besonders bei zeitkritischen Aufgaben von Bedeutung sein.

Schlüsselwörter: Handlungsvorbereitung, Datenbrille, Lane-Change Task, Aufmerksamkeit, Augmented Reality

1. Einleitung

In den letzten Jahren hat die Leistungsfähigkeit von mobilen Endgeräten enorm zugenommen. Ein Beispiel dieser Entwicklung sind Datenbrillen. Diese Geräte ermöglichen die Darbietung visueller Information unmittelbar im Blickfeld des Betrachters. Somit sind Datenbrillen flexibel einsetzbar und bieten im Gegensatz zu vielen anderen mobilen Geräten den Vorteil, dass der Nutzer beide Hände frei hat. Dadurch sind solche Systeme attraktiv für die Nutzung am Arbeitsplatz, wie bereits zahlreiche Anwendungsbeispiele aus der (Fern-)Wartung oder Montage belegen (z.B. Weibel et al. 2013; Vignais et al. 2013). Doch auch in der Logistikbranche werden Datenbrillen immer beliebter (Rinkenauer et al. 2018). Insbesondere Kommissionierer werden mit Datenbrillen ausgestattet, so dass der Umgang mit herkömmlichen Papierlisten überflüssig wird und situations- oder objektbezogene Informationen direkt im Blickfeld dargestellt werden, während die Nutzer sich frei durch die Lagerhalle bewegen. Künftig sind auch Anwendungsszenarien denkbar bei denen Nutzer von Maschinen und Fahrzeugen visuelle Informationen über Datenbrille erhalten.

Der Einsatz von Datenbrillen geht natürlich auch mit Belastungen und Beanspruchungen für die Nutzer einher (Wille et al. 2013). In mancher Hinsicht ist jedoch die technische Entwicklung dem Verständnis der zugrundeliegenden (kognitiven) Mechanismen um einiges voraus. Beispielsweise ist von einem hohen Anspruch an die sensorischen Systeme auszugehen und die Voraussetzungen für Aufmerksamkeitssteuerung sind möglicherweise verändert. Es ist bekannt, dass Aufmerksamkeit anfällig für unterschiedliche Störquellen ist (Theeuwes 2010). Außerdem konnten einige Studien zeigen, dass Aufmerksamkeit im (virtuellen) dreidimensionalen Raum

(das heißt über mehrere Tiefenebenen hinweg) nicht gleichförmig verteilt ist (Blini et al. 2018; Plewan & Rinkeauer 2018). So wurde diskutiert, dass sich die Aufmerksamkeit entlang eines egozentrischen Gradienten ausbreitet (Finlayson & Grove 2015; Plewan & Rinkeauer 2016, 2017). Das heißt, Objekte, die sich unmittelbar bzw. näher am Körper eines Betrachters befinden, werden mehr Aufmerksamkeit binden als weiter entfernte Objekte. Im Kontext von Datenbrillennutzung könnte dies bedeuten, dass Darstellungen auf der Brille schneller verarbeitet werden. Tatsächlich gibt es jedoch Fahr-Simulator-Studien, die gegenteilige Befunde zeigen. Wenn Informationen auf einer Datenbrille präsentiert wurde, konnte diese schlechter wahrgenommen werden als auf einem Bildschirm (Pascale et al. 2018) und die Genauigkeit bei einer Spurhalteaufgabe war ebenfalls vermindert bei gleichzeitiger Datenbrillennutzung (He et al. 2018).

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es daher den Einfluss von Datenbrillen auf die Leistungsfähigkeit von gesunden, jungen Versuchspersonen bei der Ausführung einer einfachen Primäraufgabe zu untersuchen. Zu diesem Zweck absolvierten die Versuchsteilnehmer eine Spurwechselaufgabe und erhielten Handlungsanweisung über eine Datenbrille oder auf einem herkömmlichen Bildschirm. Die Aufgabe („Lane-Change-Task“, kurz LCT) ermöglicht die Untersuchung von kognitiven Faktoren wie Ablenkung oder Handlungskontrolle unter kontrollierten Bedingungen (Mattes et al. 2003; Mattes & Hallén 2009; Hofmann & Rinkeauer 2013).

2. Methode

Es wurden insgesamt 18 Versuchspersonen (13 weiblich) im Alter von 19 bis 30 Jahren rekrutiert. Alle Probanden verfügten zum Testzeitpunkt über normale oder korrigierte Sehkraft und gaben keine psychischen oder neurologischen Störungen an. Zwei Versuchspersonen führten das Experiment nicht bis zum Ende durch. Außerdem wurden zwei weitere Datensätze von der statistischen Analyse ausgeschlossen, da das Antwortverhalten stark von der übrigen Gruppe abwich. Daher gingen 14 vollständige Datensätze in die Analyse ein.

Die LCT in ihrer ursprünglichen Version wurde entwickelt um Aufmerksamkeitsprozesse beim Fahren zu untersuchen (Mattes et al. 2003). Beispielsweise zeigen sich Leistungsschwankungen in der LCT, wenn parallel dazu noch andere Aufgaben ausgeführt werden (Mattes & Hallén 2009). In der vorliegenden Studie wurde eine modifizierte Version der LCT eingesetzt. Im Unterschied zur ursprünglichen Aufgabe waren statt drei Fahrspuren stets 15 Fahrspuren zu jeder Seite verfügbar. Somit sind theoretisch unendlich Spurwechsel in eine Richtung möglich, ohne dass die Konfiguration Rückschlüsse auf den bevorstehenden Spurwechsel zulässt. Diese Version eignet sich daher besonders um Prozesse der Handlungsvorbereitung zu untersuchen (Hofmann et al. 2010; Hofmann & Rinkeauer 2013). Die Versuchspersonen steuern ein virtuelles Auto, das mit konstanter Geschwindigkeit geradeaus fährt. Diese Fahr-Simulation wird auf einem großen Bildschirm präsentiert, wobei sich das Lenkrad in ca 120 cm Abstand davor befindet. Konkret gestaltet sich die Aufgabe wie folgt: In regelmäßigen Abständen erscheinen Reaktionssignale, das heißt imperative Reize (in grün), die Anzahl und Richtung der auszuführenden Spurwechsel anzeigen (eine oder zwei Spuren nach links oder rechts). Kurz vor einem imperativen Reiz erscheint jeweils ein Vorbereitungsreiz (in rot) der entweder in die gleiche Richtung deutet oder neutral ist. Vorbereitungs- und Hinweisreiz wurden dabei entweder auf einer monokularen Datenbrille oder im Zentrum des Bildschirms dargeboten. In einigen Ver-

suchsbedingungen wurden zusätzlich Störreize auf dem jeweils anderen Gerät präsentiert. Diese waren vergleichbar mit den Hinweisreizen, hatten aber keine verlässliche Vorhersagekraft. Es wurden folglich drei Faktoren experimentell manipuliert. Das Gerät auf dem der imperative Reiz erscheint (Datenbrille/Bildschirm), die Identität des Vorbereitungsreizes (informativ/neutral) und die Präsenz eines Störreizes (ja/nein).

Die Güte der Ausgabenausführung wurde in zwei Aspekten gemessen: Reaktionszeit und Fehleranzahl. Falsch ausgeführte Spurwechsel (zu langsam, falsche Anzahl an Spuren) sowie Antizipationen (Lenkbewegung startet vor dem imperativen Reiz) wurden als Fehler gewertet. Die Reaktionszeiten aus den korrekt ausgeführten Durchgängen wurden individuell für jede Versuchsbedingung gemittelt. Für beide Variablen wurden separate Varianzanalysen (ANOVA) mit Messwiederholung berechnet.

3. Ergebnisse

Die gemittelten Reaktionszeiten und Fehlerzahlen sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Eine 2x2x2 ANOVA der Reaktionszeiten ergab signifikante Haupteffekte für alle drei untersuchten Faktoren. Reaktionen wurden schneller ausgeführt, wenn ihnen ein informativer Vorbereitungsreiz vorausging ($F(1,13)=51.61$, $p<.001$, $\eta_G^2=0.187$). Außerdem zeigte sich, dass die Störreize die Reaktionsausführung negativ beeinflusste ($F(1,13)=6.63$, $p<.021$, $\eta_G^2=0.017$). Besonders relevant für die aktuelle Studie ist die Tatsache, dass Lenkbewegungen am schnellsten waren, wenn die imperativen Reizen auf der Datenbrille erschienen ($F(1,13)=62.07$, $p<.001$, $\eta_G^2=0.133$). Zudem wurde eine signifikante Interaktion von Störreiz und Identität des Vorbereitungsreizes festgestellt ($F(1,13)=14.22$, $p=.002$, $\eta_G^2=0.011$). Störreize hatten offenbar einen negativeren Einfluss, wenn der Vorbereitungsreiz informativ war. Diese Zusammenhänge sind in Abbildung 1 dargestellt. Die übrigen Interaktionen erreichten nicht das übliche Signifikanzniveau (alle $p > .25$).

Tabelle 1: Mittlere Reaktionszeiten (in Millisekunden) und Fehleranzahl der einzelnen Versuchsbedingungen. Die Werte in Klammern geben die Standardabweichung an.

Störreiz	Vorbereitungsreiz	Datenbrille	Bildschirm	Datenbrille	Bildschirm
		Ohne Störreiz	Ohne Störreiz	Störreiz auf Bildschirm	Störreiz auf Datenbrille
Reaktionszeit	informativ	383.74 (21.57)	410.05 (21.21)	400.01 (25.08)	433.85 (19.97)
	neutral	429.78 (12.99)	463.23 (19.24)	429.16 (17.02)	468.22 (15.62)
Fehler	informativ	7.00 (2.87)	8.21 (5.15)	6.29 (2.99)	6.93 (5.92)
	neutral	4.71 (5.33)	5.21 (3.88)	5.07 (2.88)	4.64 (3.23)

Eine analoge ANOVA der Fehlerzahlen zeigte keine signifikanten Haupteffekte oder Interaktionen zwischen den drei untersuchten Faktoren (alle $p > 0.13$). In den Versuchsdurchgängen mit validem Vorbereitungsreiz war die Anzahl der Fehler numerisch etwas erhöht, jedoch war auch dieser Effekt statistisch nicht bedeutsam.

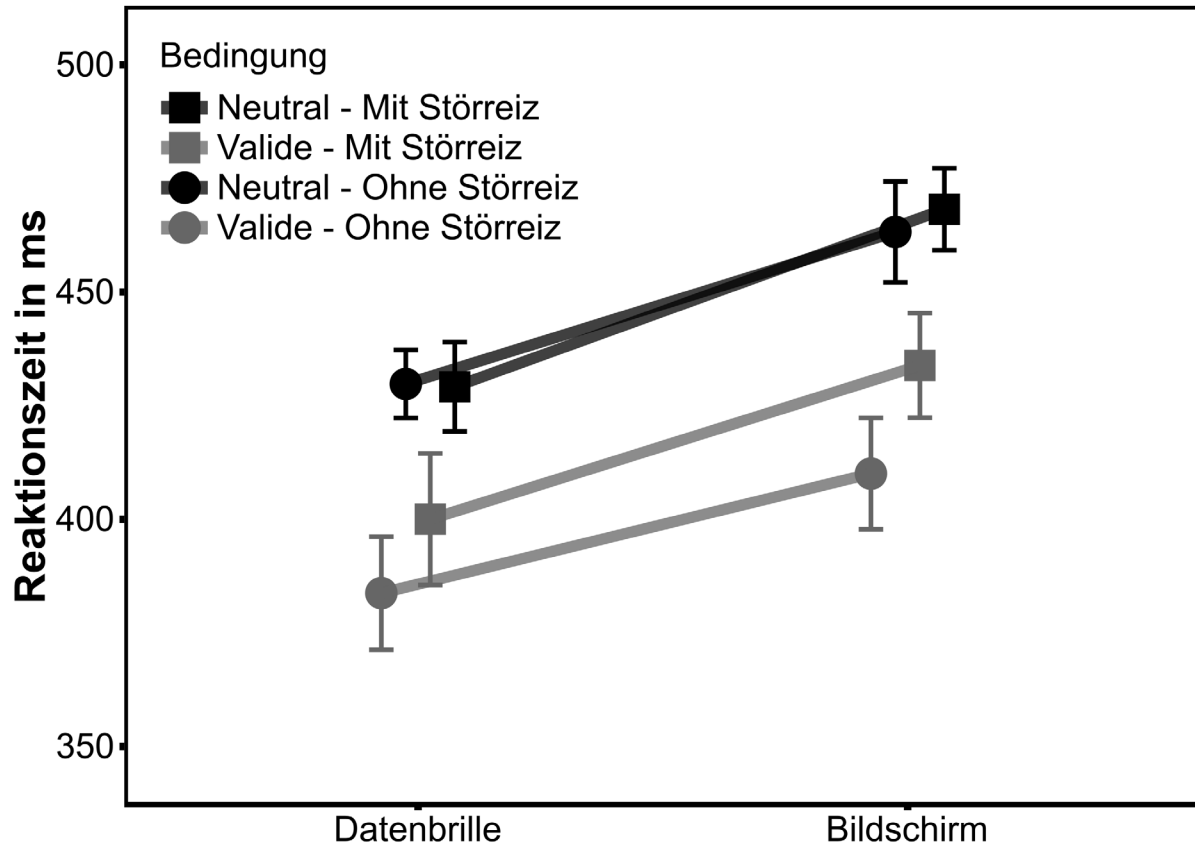


Abbildung 1: Darstellung der mittleren Reaktionszeiten in Millisekunden (ms). Die Fehlerbalken repräsentieren within-subject Konfidenzintervalle.

4. Diskussion

Im Unterschied zu Studien, die negative Auswirkungen von Datenbrillen bei Fahraufgaben zeigten (He et al. 2018; Pascale et al. 2018), waren in der vorliegenden Untersuchung schnellere Lenkreaktionen zu beobachten, wenn die imperativen Reize mittels Datenbrille präsentiert wurden. Die Ausführung der LCT wurde zwar durch die Identität des Vorbereitungsreizes oder die Anwesenheit eines Störreizes beeinflusst. Auf die Güte der Aufgabenausführung, das heißt die Anzahl der Fehler, hatte die Darstellungsart jedoch keinen Einfluss.

In der Vergangenheit konnte bereits gezeigt werden, dass imperative Reize auf einem Bildschirm (vergleichbar mit einem Head-Up-Display) die Ausführung der LCT beeinflussen können (Hofmann et al. 2010; Hofmann & Rinckenauer 2013). Konkret bedeutet dies, dass Lenkreaktionen schneller ausgeführt werden, wenn vorab informative Reize gezeigt wurden. Offensichtlich kann dieser Effekt weiter verstärkt werden, wenn die handlungsrelevante Information auf einer Datenbrille erscheint. Obwohl diese Art der Darstellung für die Versuchspersonen neu war, waren schnellere Lenkreaktionen die Folge. Dies passt zu Befunden aus anderen Studien, in denen

Objekte, die sich räumlich näher am Betrachter befinden, schneller detektiert oder identifiziert wurden (Downing & Pinker 1985; Finlayson & Grove 2015; Plewan & Rinkenauer 2016, 2017, 2018). Es wurde in diesem Kontext diskutiert, dass Objekte in unmittelbarer Umgebung des Betrachters möglicherweise priorisiert werden und eine höhere subjektive Verhaltensrelevanz besitzen (Franconeri & Simons 2003). So sind beispielsweise viele Objekte, die sich auf eine Person zubewegen oder sich in deren Nähe befinden oftmals potentielle Hindernisse oder Gefahrenquellen. Entsprechend dieser Idee wäre es denkbar, dass auch die visuelle Information auf der Datenbrille schneller verarbeitet wurde, was letztlich den Unterschied bei den Reaktionszeiten erklären kann. In dem Zusammenhang ist es auch wichtig zu beachten, dass die schnelleren Lenkreaktionen bei Reizdarbietung über die Datenbrille nicht mit erhöhten Fehlerraten einhergehen. Es wird also nicht Genauigkeit für Geschwindigkeit geopfert (Rinkenauer et al. 2004).

Losgelöst von diesen theoretischen Überlegungen, haben die Ergebnisse auch Relevanz für die praktische Anwendung. Im Zuge der Digitalisierung nimmt auch der Einsatz von neuen Displaytechnologien am Arbeitsplatz stetig zu (Rinkenauer et al. 2018). In der Regel wird ein wesentlicher Vorteil darin gesehen, dass die Nutzer beide Hände frei haben. Die aktuellen Ergebnisse legen nahe, dass Nutzer vielleicht bereits auf einer grundlegenden Ebene von Datenbrillen profitieren können. Im aktuellen Experiment wurden imperative Reize auf der Datenbrille schneller verarbeitet, was auf eine beschleunigte Handlungsvorbereitung schließen lässt. Besonders bei zeitkritischen Aufgaben (z.B. beim Navigieren von Fahrzeugen) könnte der Einsatz von Datenbrillen also konkrete, positive Auswirkungen haben. Gleichzeitig bleibt jedoch offen ob diese Art der Darstellung nicht eine stärkere Belastung für den Nutzer bedeutet. Zukünftige Studien werden zeigen müssen, ob positive Effekte dauerhaft anhalten und auch auf reelle Situationen übertragbar sind. Die Auswirkungen auf ältere Personen wurden in der vorliegenden Untersuchung gar nicht berücksichtigt. Insbesondere vor dem Hintergrund einer älter werdenden Gesellschaft ist dies jedoch ein Aspekt der beim tatsächlichen Einsatz am Arbeitsplatz bedacht werden muss. Des Weiteren bleibt offen inwiefern Beanspruchung durch Datenbrillen langfristig Einfluss auf die Leistungsfähigkeit und Gesundheit von regelmäßigen Nutzern hat.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Nutzung von Datenbrillen nicht notwendigerweise negative Konsequenzen auf die Ausführung von Tätigkeiten haben muss. Gleichzeitig wird deutlich, dass der Effekt von Datenbrillen enorm vom konkreten Einsatzzweck abhängt. Weitere Studien sind notwendig, um die individuellen und situationsbezogenen Konsequenzen von Datenbrillennutzung genauer zu verstehen.

5. Literatur

- Blini E, Desoche C, Saleme R, Kabil A, Hadj-Bouziane F, Farnè A (2018) Mind the Depth: Visual Perception of Shapes Is Better in Peripersonal Space. *Psychological Science* 29:1868–1877.
- Downing CJ, Pinker S (1985) The Spatial Structure of Visual Attention. In: Posner MI, Marin OS (eds) *Mechanisms of Attention: Attention and Performance XI*. Erlbaum, Hillsdale, NJ, pp 171–187
- Finlayson NJ, Grove PM (2015) Visual search is influenced by 3D spatial layout. *Atten Percept Psychophys* 77:2322–2330. doi: 10.3758/s13414-015-0924-3
- Franconeri SL, Simons DJ (2003) Moving and looming stimuli capture attention. *Perception and Psychophysics* 65:999–1010.
- He J, McCarley JS, Crager K, Jadliwala M, Hua L, Huang S (2018) Does wearable device bring distraction closer to drivers? Comparing smartphones and Google Glass. *Applied Ergonomics* 70:156–166.

- Hofmann P, Rinckenauer G (2013) Response preparation in a lane change task. *Ergonomics* 56:268–281.
- Hofmann P, Rinckenauer G, Gude D (2010) Preparing lane changes while driving in a fixed-base simulator: Effects of advance information about direction and amplitude on reaction time and steering kinematics. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 13:255–268.
- Mattes S, Hallén A (2009) Surrogate distraction measurement techniques: The lane change test. In: Regan MA, Lee JD, Young K (eds) *Driver distraction: Theory, effects, and mitigation*. CRC Press, Boca Raton, pp 107–121
- Mattes S, Strasser H, Kluth K, Rausch H, Bubb H (2003) The lane-change-task as a tool for driver distraction evaluation. In: *Quality of Work and Products in Enterprises of the Future*. Ergonomia, Stuttgart, pp 57–60
- Pascale MT, Sanderson P, Liu D, Mohamed I, Stigter N, Loeb RG (2018) Detection of visual stimuli on monocular peripheral head-worn displays. *Applied Ergonomics* 73:167–173.
- Plewan T, Rinckenauer G (2018) The influence of relevant and irrelevant stereoscopic depth cues: Depth information does not always capture attention. *Atten Percept Psychophys* 80:1996–2007.
- Plewan T, Rinckenauer G (2016) Fast and forceful: Modulation of response activation induced by shifts of perceived depth in virtual 3D space. *Frontiers in Psychology* 7:1939.
- Plewan T, Rinckenauer G (2017) Simple reaction time and size–distance integration in virtual 3D space. *Psychological Research* 81:653–663.
- Rinckenauer G, Kreutzfeldt M, Renker J, Plewan T (2018) Kognitive Ergonomie in der Logistik. In: Kopp R, Ittermann P (eds) *Konzeptionelle Perspektiven von Arbeit in der digitalisierten Logistik*. Soziologisches Arbeitspapier Nr.55/2018. Technische Universität Dortmund, Dortmund, pp 34–55
- Rinckenauer G, Osman A, Ulrich R, Müller-Gethmann H, Mattes S (2004) On the Locus of Speed-Accuracy Trade-Off in Reaction Time: Inferences From the Lateralized Readiness Potential. *Journal of Experimental Psychology: General* 133:261–282.
- Theeuwes J (2010) Top–down and bottom–up control of visual selection. *Acta Psychologica* 135:77–99.
- Vignais N, Miezal M, Bleser G, Mura K., Gorecky D, Marin F. (2013) Innovative system for real-time ergonomic feedback in industrial manufacturing. *Applied Ergonomics* 44:566–574.
- Webel S, Bockholt U, Engelke T, Gavish N, Olbrich M, Preusche C (2013) An augmented reality training platform for assembly and maintenance skills. *Robotics and Autonomous Systems* 61:398–403.
- Wille M, Grauel B, Adolph L (2013) Strain caused by head mounted displays. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Europe* 267–277.

Danksagung: Ein ganz besonderer Dank gilt Herrn Laurin Hellfeier für die Unterstützung bei der Datenerhebung und Herrn Hanno Mussmann für die technische Umsetzung des Experimentes.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeit interdisziplinär analysieren – bewerten – gestalten

65. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Professur Arbeitswissenschaft
Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme
Technische Universität Dresden

Institut für Arbeit und Gesundheit
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

27. Februar – 1. März 2019

GfA-Press

Bericht zum 65. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 27. Februar – 1. März 2019

**Professur Arbeitswissenschaft, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme,
Technische Universität Dresden;
Institut für Arbeit und Gesundheit, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Dresden**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2019
ISBN 978-3-936804-25-6

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 Konferenzband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Konferenzband 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.

Screen design und Umsetzung

© 2019 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de