

Minderung der schalldämmenden Wirkung von Kapselgehörschützern beim Tragen von (Schutz-)Brillen

Karsten KLUTH, Anna Sophie SCHÄFER, Nicolas SÄNGER

*Fachgebiet Arbeitswissenschaft/Ergonomie, Universität Siegen,
Paul-Bonatz-Straße 9-11, D-57068 Siegen*

Kurzfassung: Kapselgehörschützer gehören zu den häufig zum Einsatz kommenden persönlichen Hilfsmitteln zum Schutz gegen Lärm. Sie sind schnell auf- und absetzbar und behindern in der Regel nicht die Arbeitsausführung. Qualitativ gute Kapselgehörschützer erreichen eine gute Schutzwirkung, die jedoch infrage gestellt wird, wenn dieses Hilfsmittel in Kombination mit einer Schutz- oder Korrekturbrille verwendet wird. Die Brillenbügel können zu Öffnungen zwischen Dichtkissen des Gehörschützers und des Kopfes führen, die zu einer deutlichen Minderung der Schalldämmwirkung führen. Entsprechende Hinweise der DIN EN 458 wurden bei einem Laborversuch in einem Semifreifeldraum bestätigt. Eine Minderung der Dämmwirkung um bis zu 16,7 dB(A) wurde bei der Verwendung einer Schutzbrille mit breitem Bügel gemessen.

Schlüsselwörter: Kapselgehörschutz, Schalldämmung, Schutzbrille, Korrekturbrille, Schallpegelmessung, Gehörgefährdung

1. Problemstellung Kombination von Kapselgehörschutz und (Schutz-)Brille

Kapselgehörschützer gehören zur Persönlichen Schutzausrüstung (PSA) und sind sowohl im industriellen als auch im privaten Gebrauch etablierte Hilfsmittel zum Schutz des Gehörs gegen hohe Schallpegel. Dadurch, dass Kapselgehörschützer schnell auf- und abgesetzt werden können und es nur einer einmaligen, unkomplizierten und schnell ausführbaren individuellen Anpassung bedarf, finden diese häufig Anwendung in Arbeitsbereichen mit hohen Schallpegeln. Damit die passende Schutzwirkung erreicht und der richtige Gehörschutz vom Nutzer ausgewählt werden kann, werden vonseiten der Hersteller nach Norm ermittelte Schalldämmwerte angegeben, die unter besonderen Konstellationen im täglichen Alltagsgebrauch aber unter Umständen nicht mehr erreicht werden.

Eine solche besondere Konstellation und damit eine mögliche Ursache für die Abweichung in der Dämmwirkung ist das kombinierte Tragen von einer Schutz- und/oder Korrekturbrille in Verbindung mit einem Kapselgehörschützer. Das Tragen einer Korrekturbrille ist keine Seltenheit, denn 67 % der Menschen in Deutschland tragen diese Form der Sehhilfe (Wetzel 2020). Hinzu kommt, dass einige Arbeitsbereiche das Tragen einer Schutzbrille erfordern oder vorschreiben, wie bspw. bei der spanenden Fertigung und beim Schleifen. Kapselgehörschützer sind trotz der Dämmwirkungsminderung ein häufig gewähltes Mittel zum Schutz des Gehörs.

Da die Gefahr für das Gehör, die vom kombinierten Tragen eines Kapselgehörschützers mit einer Brille ausgeht, bekannt ist, warnt die DIN EN 458 vor dem gleich-

zeitigen Gebrauch beider Hilfsmittel bei der Arbeit. Der Grund für die Dämmwirkungsminderung ist der durch den Brillenbügel verursachte Spalt zwischen Kopf und Dichtkissen des Kapselgehörschützers. Es ist somit naheliegend, dass sich mit zunehmender Größe eines Brillenbügels auch der Spalt vergrößert und der unterhalb der Kapselgehörschützers vorhandenen Schalldruckpegel zunimmt. Es stellt sich somit die Frage, wie groß der Einfluss eines Brillenbügels auf die Dämmwirkung eines Kapselgehörschützers wirklich ist.

2. Messmethodik

Zur Beantwortung dieser Fragestellung kamen beispielhaft die zwei sehr häufig verwendeten Kapselgehörschützer Peltor Optime II und Moldex M5, drei Schutzbrillen unterschiedlicher Bauweise und zwei Korrekturbrillen mit unterschiedlich starken Bügeln zum Einsatz. Abbildung 1 zeigt die gewählten Schutzbrillen (1–3) und Korrekturbrillen (4–5). Schutzbrille 3 ist insofern eine Besonderheit, da sie als Schutzbrille über einer Korrekturbrille getragen wird und besonders breite und lange Brillenbügel besitzt. Jeder Kapselgehörschützer wurde mit jeder Brille kombiniert. Um die nun vorherrschenden Dämmeigenschaften messtechnisch erfassen zu können, wurde in einer ersten Versuchsreihe anstelle eines menschlichen Kopfes mit einer Kombination aus einem Kunstkopf HSU III der Firma HEAD acoustics und einem Zweikanal-Schallpegelmesser SV 102+ der Firma Svanetek experimentiert. Das Zweikanalmesssystem erlaubt die gleichzeitige Aufnahme eines Schallsignals außerhalb des Kapselgehörschützers und mittels eines miniaturisierten Hochleistungsmikrofons im Gehörgang und damit innerhalb des Gehörschützers. Als Prüfsignal diente Rosa Rauschen, welches unter Einsatz einer Verstärkeranlage über ein Lautsprecher-system in einem Semi-Freifeldraum ausgestrahlt wurde.



Abbildung 1: Im Versuch eingesetzte Schutzbrillen (Brille 1 bis Brille 3) und Korrekturbrillen (Brille 4 und 5)

Trotz aller Bemühungen, dem Kunstkopf den Gehörschutz immer exakt gleich aufzusetzen, wiesen die Messungen aufgrund der Härte der Kopfoberfläche und der sehr eingeschränkten menschlichen Formgebung des Kunstkopfes bei ansonsten identischen akustischen Gegebenheiten deutliche Unterschiede und damit unrealistische Ergebnisse in den gemessenen Dämmwerten auf. Folgerichtig wurde der Kunstkopf durch einen menschlichen Probanden ersetzt. Die durch die Lautsprecher abgegebene Lautstärke des Rosa Rauschens wurde so gewählt, dass einerseits unter dem Gehörschützer ein gut messbares Signal vorherrschte, das Gehör des Probanden aber zu keiner Zeit gefährdet war.

Für die finalen Messungen wurden alle Kombinationen aus den fünf unterschiedlich großen Brillen und den zwei Kapselgehörschützern untersucht. Verglichen wurden im Anschluss die Pegel über die Zeit, welche mittels des miniaturisierten Mikrofons im

Gehörgang vor dem Trommelfell des Probanden gemessen wurden. Das außerhalb des Kapselgehörschützers am Kragen des Probanden angebrachte zweite Mikrofon diente nur der Protokollierung des immer gleich lauten Prüfsignals. Abbildung 2 zeigt das applizierte Messsystem.



Abbildung 2: Proband mit Schutzbrille, eingesetztem Gehörgangsmikrofon und am Shirt befestigten Außenmikrofon (links) sowie das mit einem blauen Silikonschlauch geschützte Gehörgangsmikrofon mit Tragebügel (rechts)

Alle Messungen wurden am gleichen Tag ausgeführt und jede Messvariante wurde fünfmal wiederholt. Zwischen den einzelnen Messungen zog der Proband den jeweiligen Kapselgehörschützer und die verwendete Brille aus und setzte beides neu auf. Dass dabei die Messgenauigkeit qualitativ nicht negativ beeinflusst wurde, verdeutlicht Abbildung 3. Der gemittelte Lautstärkepegel des Prüfsignals betrug 107,2 dB(A) bei einer Messdauer von ca. 40 Sekunden. Um das Gehör des Probanden nicht unnötig zu belasten, wurde das Prüfsignal vor dem Absetzen des Gehörschützers auf ca. 50 dB(A) reduziert. Der Proband befand sich auf einer immer gleichen vorgegebenen Position, der Mund war geschlossen, die Gesichtsmuskulatur entspannt und unmittelbar vor jeder Messung wurde noch einmal geschluckt.

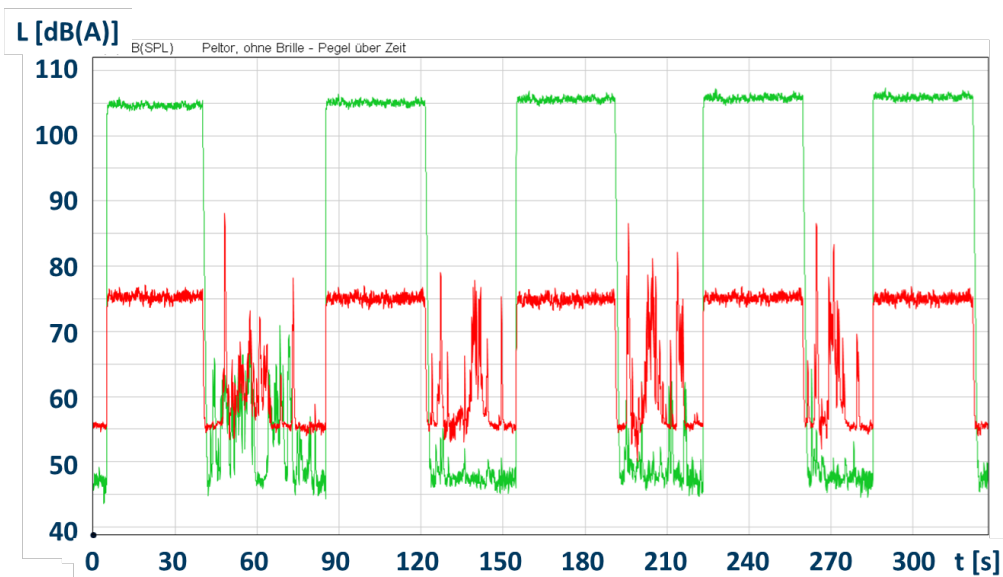


Abbildung 3: Beispielhafter Messzyklus mit 5 Messungen (Peltor Optime II ohne Schutzbrille); Messkurve des Außenmikrofons in Grün, Messkurve des Gehörgangsmikrofons in Rot, unterbrochen durch das Ab- und Aufsetzen des Gehörschützers bei reduzierter Lautstärke des Prüfsignals

3. Ergebnisse der Messreihen

In der nachfolgenden Abbildung 4 sind alle gemittelten Pegel der Messungen mit dem Peltor Optime II A-bewertet aufgetragen. Zum Vergleich ist zusätzlich das Umgebungsgeräusch, ebenfalls gemessen durch das Gehörgangsmikrofon, dargestellt. Die Messkurven zeigen die deutlich unterschiedlichen Dämmwerte beim Tragen einer Schutz- oder Korrekturbrille. Vergleicht man die Messung mit aufgesetztem Peltor Optime II ohne zusätzlich getragene Brille mit dem Umgebungsgeräusch, wird die größte Dämmung von 32,0 dB(A) ausgewiesen.

Während die Brillen 1, 2 und 4 die Schutzwirkung des Kapselgehörschützers kaum beeinträchtigen, wird diese durch nach außen gebogene Bügelenden der Korrekturbrille 5 und die besonders breiten und auch sehr langen Bügel der Schutzbrille 3 maßgeblich gemindert. Die erzielten Dämmwerte können im Detail Tabelle 1 entnommen werden.

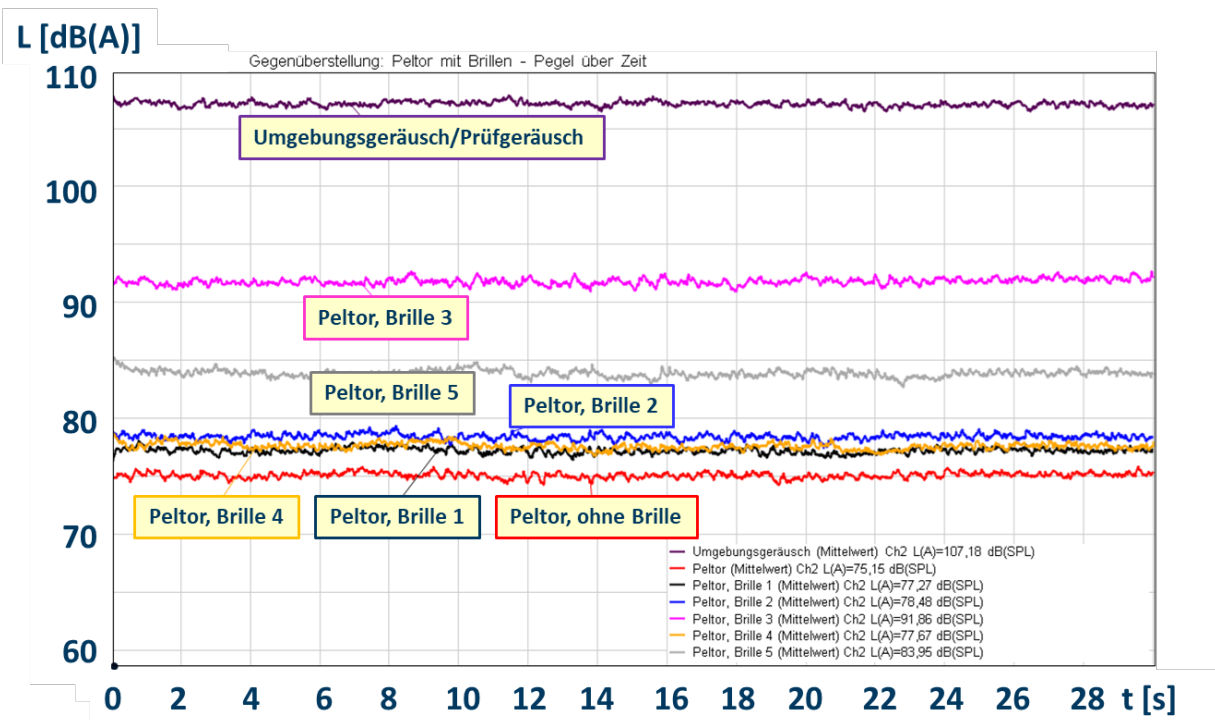


Abbildung 4: Darstellung der unterschiedlichen Dämmwirkung bzw. Wirkungsminderung bei Verwendung des Peltor Optime II in Kombination mit den unterschiedlichen Brillen im Vergleich zur Dämmwirkung des Peltor-Gehörschützers ohne zusätzliche Verwendung einer Brille

Ein sehr ähnliches Ergebnis ergibt sich bei der Verwendung des Kapselgehörschützers Moldex M5 (siehe Abbildung 5). Bei identischem Umgebungsgeräusch (Prüfgeräusch) wurde eine Dämmwirkung von 27,2 dB(A) gemessen, wenn zusätzlich keine Brille zum Einsatz kam. Eine etwas weniger effektive Schutzwirkung zeigt sich im Vergleich zum Peltor Optime II beim Tragen der Brillen 1, 2 und 4. Wiederum sind die Korrekturbrille 5 und die Schutzbrille 3 die Auslöser für eine höhere Dämmwirkungsminderung. Die in Tabelle 1 aufgeführten Werte lassen zudem erkennen, dass der Moldex M5 das Tragen einer Brille weniger gut kompensieren kann. Die Dämm-

minderungswerte sind höher als beim Peltor Optime II. Die Gestaltung der Gehörschutzkapseln hinsichtlich Dimensionierung und Ausführung der Dichtkissen nimmt Einfluss auf die Güte der Dämmwirkung. Beispielhaft ist in Abbildung 5 das Heraustreten des Brillenbügels von Schutzbrille 3 hinter der Kapsel gezeigt, was eine doppelte Öffnung zwischen Kapsel und Kopf verursacht.

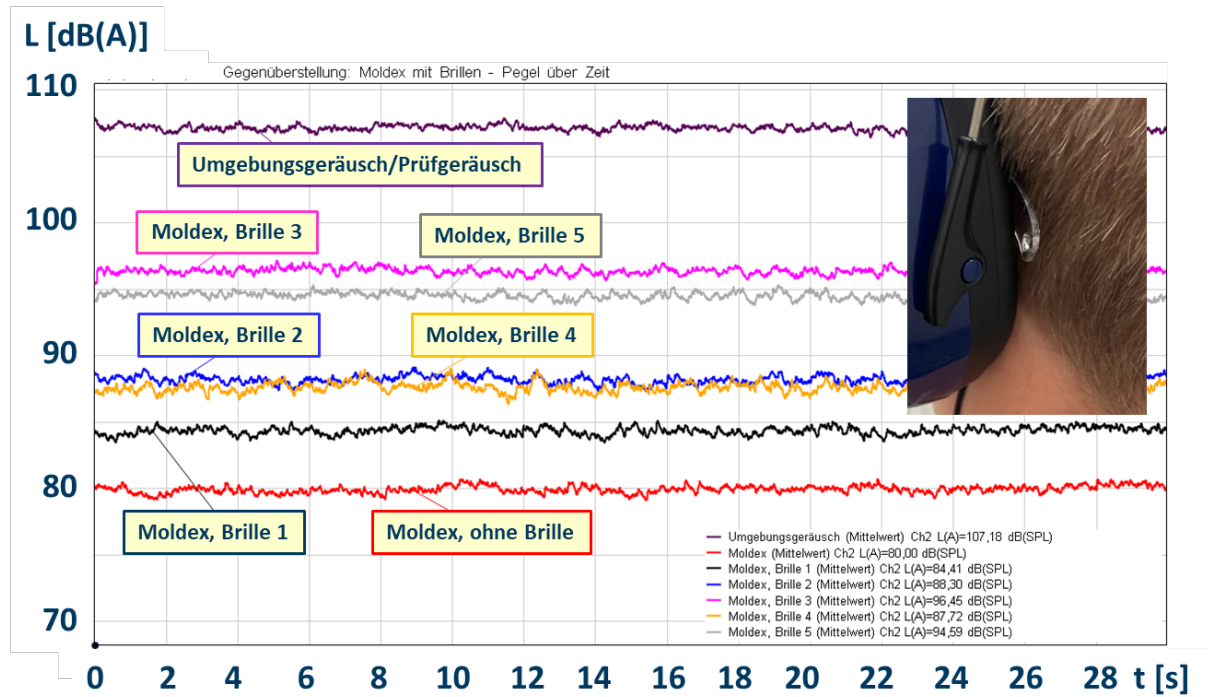


Abbildung 5: Darstellung der unterschiedlichen Dämmwirkung bzw. Wirkungsminde rung bei Verwendung des Moldex M5 in Kombination mit den unterschiedlichen Brillen im Vergleich zur Dämmwirkung des Moldex-Gehörschützers ohne zusätzliche Verwendung einer Brille. Zusätzlich dargestellt das Heraustreten des Bügels von Brille 3 hinter dem Gehörschützer

4. Diskussion

Die Ergebnisse bestätigen den Hinweis der Norm DIN EN 458. Zwischen 2,1 dB(A) und 16,7 dB(A) wurde die ansonsten gute Schalldämmung der Kapselgehörschützer durch den Einsatz einer Schutz- oder Korrektur-Brille gemindert. Dabei resultierten aus der Kombination von einer Brille mit den zwei unterschiedlichen Gehörschützern jeweils auch deutlich andere gemessene Schallpegel im Gehörgang. Das heißt, nicht nur die Größe der Brillenbügel, sondern auch die Eigenschaften der Polster (Dicke, Material, Elastizität) hatten einen in der Kombination mit der Brille ergänzenden Einfluss auf die Minderung der Dämmwirkung. Außerdem wurde festgestellt, dass ein Teil der Brillenbügel auf der Rückseite der Kapsel wieder aus dem Gehörschutz heraustritt und/oder genau unterhalb des Polsters endet. In beiden Fällen entstand eine doppelte Öffnung, welche wiederum negative Auswirkungen auf die schalldämmende Wirkung des Kapselgehörschützers hatte.

Mit Blick auf Tabelle 1 wird deutlich, dass die Schutzbrillen 1 und 2 sowie die Korrekturbrille 4 die Dämmwirkung des Peltor Optime II kaum reduzieren. Etwas schlechter stellt sich hier der Moldex M5 dar, bei dem es zu größeren Differenzen zur

Dämmwirkung ohne Brille kommt. Besonders nachteilig wirkt sich für beide Gehörschützer die Verwendung der Schutzbrille 3 aus. Diese Brille, die für das Tragen über einer zusätzlich verwendeten Korrekturbrille gestaltet ist, führt zu einer starken Dämmwirkungsminderung, unter anderem dadurch verursacht, dass die langen Brillenbügel sogar hinten wieder aus der Kapsel des Gehörschützers austreten und somit zwei Löcher entstehen. Zusätzlich auffallend ist die stärkere Minderung der Dämmwirkung bei den Korrekturbrillen 4 und 5 in Kombination mit dem Moldex M5. Die Minderung wird ausgelöst durch die Formgebung der Bügelenden, diese sind etwas nach außen gebogen, und dadurch, dass die Bügel genau unter dem hinteren Polsterrand enden und so in Summe für einen zweiten kleinen Spalt sorgen.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Messergebnisse

Versuchsvarianten	Gehörschutz (GH) Peltor Optime II			Gehörschutz (GH) Moldex M5		
	absoluter Pegel im Gehörgang	Gemessene Dämmung	Differenz zu GH ohne Brille	absoluter Pegel im Gehörgang	Gemessene Dämmung	Differenz zu GH ohne Brille
	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
Umgebung ohne GH	107,2	–	–	107,2	–	–
GH ohne Brille	75,2	32,0	–	80,0	27,2	–
GH + Brille 1	77,3	29,9	2,1	84,4	22,8	4,4
GH + Brille 2	78,5	28,7	3,3	88,3	18,9	8,3
GH + Brille 3	91,9	15,3	16,7	96,5	10,7	16,5
GH + Brille 4	77,7	29,5	2,5	87,2	19,5	7,7
GH + Brille 5	84,0	23,2	8,8	94,6	12,6	14,6

Aufgrund der vorliegenden Messergebnisse lässt sich die Frage aus der Einleitung beantworten und anhand von Zahlen belegen. Es gilt, den gleichzeitigen Einsatz von Brillen und Kapselgehörschützern zu vermeiden. Besonders große Brillen haben starke Auswirkungen auf die dämmenden Eigenschaften eines Kapselgehörschützers. Gleichzeitig darf die Form und Länge der Bügel nicht unterschätzt werden: Lange Bügel treten erneut aus und bilden dadurch eine zweite Öffnung im Polster. Gebogene Bügelenden in Kombination mit kurzen Bügeln können die Folge haben, dass diese genau unterhalb des Polsters enden und so das vollständige Auflegen des Polsters am Kopf an dieser Stelle verhindern, obwohl die Bügel an sich (beispielhaft Brille 4) minimal sind.

5. Literatur

- 3M Deutschland GmbH (2023) 3M PELTOR Optime II Kapselgehörschützer. Online: https://www.3mdeutschland.de/3M/de_DE/p/dc/v000082831/ (Stand: 11.09.2023)
- DIN EN 458 (2016) Gehörschützer – Empfehlungen für Auswahl, Einsatz, Pflege und Instandhaltung – Leitfaden. Berlin: Beuth Verlag GmbH
- Moldex/Metric AG & Co. KG (2023) Gehörschutzkapsel M5. Online: <https://www.moldex-europe.com/de/product-detail/m5/> (Stand: 14.09.2023)
- Wetzel J. (2020) Brillenstudie 2019. Ergebnisse der Allensbacher Untersuchung zum Sehbewusstsein der Deutschen. Düsseldorf: Zentralverband der Augenoptiker und Optometristen



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