

Berührungslose Erfassung vom Lidschlagverhalten als Indikator für psychische Beanspruchung

Norman REßUT, Annette HOPPE

*Fachgebiet Arbeitswissenschaft/ Arbeitspsychologie,
Brandenburgische Technische Universität (BTU) Cottbus – Senftenberg
Siemens-Halske-Ring 14, D-03046 Cottbus*

Kurzfassung: Das aktuelle Arbeits- und Privatleben beherbergt zumeist den allgewärtigen Einsatz von Technik. Beim Versagen jener Technik ist eine direkte Beeinflussung der subjektiven Erlebensqualität immanent (vgl. Hoppe 2009). Des Weiteren ist ein zunehmender Anstieg von psychischer Belastung und Beanspruchung in der modernen Arbeitswelt nachweisbar (vgl. Rebscher et al. 2015, S.2; BMAS 2014; BPtK 2015).

Das arbeitswissenschaftliche Ziel von einer beanspruchungsoptimalen Arbeitssystemgestaltung kann mittels eines Fragebogens zur Erhebung der psychisch wirkenden Belastungsquellen jeweiliger Arbeitsplätze oftmals nur unscharfe und spärlich objektive Ergebnisse gewährleisten. (vgl. Böckelmann & Seibt 2011) Daher müssen zuverlässige und praktikable Messverfahren für psychische Konstrukte im Rahmen einer Beanspruchungsanalyse entwickelt und evaluiert werden. Als gesicherte Indikatoren für die psychische Beanspruchung und Aktivierungseffekte gelten die Herzschlagfrequenz (HF) und die Herzratenvariabilität (HRV). Über diese Beanspruchungsparameter sind Rückschlüsse auf die stattgefundene, psychische Belastung möglich. (vgl. Sammito et al. 2014) Zudem ist in diesem Kontext auch der Zusammenhang zwischen menschlichen Lidschlagparametern und intraindividuellen Variationen im mental-psychologischen Bereich nachgewiesen (vgl. Haider & Rohmert 1976). Des Weiteren konnte auch eine Korrelation von Belastungssituationen und der Lidschlagfrequenz des menschlichen Auges dargelegt werden (vgl. Haak 2009). Derzeitig verfügbare, objektive Messmethoden können dem Anspruch einer praktikablen, ökonomischen Datenerhebung von einer psychischen Beanspruchung an Arbeitsplätzen nicht genügen, da sie immer mit einer kontaktbehafteten und nicht berührungslosen Biosignalerfassung verbunden sind. In diesem Beitrag wird ein Forschungsvorhaben zur objektiven, berührungslosen Erhebung motiviert, die Methode zur Datenerfassung aufgezeigt und erste Ergebnisse diskutiert. Ziel nachfolgender Untersuchungen ist die Entwicklung einer informationstechnischen Analyse- und Auswertungsmöglichkeit sowie dessen Evaluation unter Berücksichtigung der validen Beanspruchungsparameter HRV und HF.

Schlüsselwörter: psychische Beanspruchung, psychische Belastung, berührungslose Messmethodik, Lidschlagverhalten

1. Motivation und Zielstellung

Der nachhaltige Wandel der Arbeitsbelastung in den letzten Jahrzehnten durch fortschreitende Technisierung und Computerisierung in allen Gesellschaftsbereichen

sowie die Verlagerung der Beschäftigungen in die Informationsverarbeitungs- und Dienstleistungstätigkeiten veränderten den Fokus von der physikalischen Arbeitsbelastung (Lärm, Hitze, Kälte, Schadstoffe, körperliche Belastung wie schweres Heben/Tragen usw.) hin zu einer psychischen Berufsbelastung (vgl. Böckelmann & Seibt 2011). Ein zunehmendes Bewusstsein in Forschung, Politik und Arbeitswelt über die Ausmaße der Gesundheitsfolgen von psychischen Fehlbelastungen am Arbeitsplatz ist wahrnehmbar. Laut Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) belief sich die Anzahl ausgefallener Arbeitstage für 2012, begründet durch psychische Erkrankungen, auf rund 60 Millionen (vgl. BMAS 2014). Aktuelle Studien zeigen auf, dass psychische Erkrankungen, wie beispielsweise Depressionen, Angststörungen oder Anpassungsstörungen, noch nie so viele Fehltage verursacht haben wie im Jahr 2014 (vgl. Rebscher et al. 2015, S. 2). Deutlich wird in beiden Studien, dass die psychische Fehlbelastung als auch die Morbidität von psychischen Erkrankungen in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen hat und nicht zuletzt, dass die durchschnittliche Krankschreibedauer bei psychischen Erkrankungen deutlich länger ausfällt als bei physischen Erkrankungen. Zudem zeigen sich die Konsequenzen, neben dem menschlichen Leiden, durch hohe volks- und betriebswirtschaftliche Kosten.

Eine Prämisse zur Verfolgung von arbeitswissenschaftlichen Prinzipien liegt in dem validen, objektiven, praktikablen und dem ökonomischen „Wahrnehmen“ etwaiger (Fehl-)Belastung am Arbeitsplatz. Dieser Beitrag skizziert den Anfang eines Forschungsvorhabens, welches sich mit dieser „Wahrnehmung“ auseinandersetzt. Der Beitrag thematisiert die technische Methodenüberprüfung und -erweiterung für die Nutzung des Augen-Lidschlages als Indikator für kognitive Beanspruchung. Die folgenden Kapitel dienen zunächst dem Aufzeigen der Forschungsmethodik und der ersten Ergebnisse dieser laufenden Untersuchung („work in progress“).

2. Methode

Zur Untersuchung der Fragestellung wurde eine Laborstudie konzipiert. Dabei werden dem Probanden unter einer definierten Versuchsbedingung unterschiedliche kognitive Belastungsszenarien an einem PC zur Interaktion mittels Ein- und Ausgabegeräte wie Tastatur, Maus, Monitor und Lautsprechern dargelegt. Die übrigen Bedingungen der Arbeitsumgebung, wie Raumtemperatur und Luftfeuchte, werden über eine Klimatisierung in Anlehnung an DIN EN ISO 11064-6:2005 konstant gehalten. Störende Umgebungseinflüsse wie hohe Geräuschpegel und hohe Konvektionsströmungen der Luft können mit entsprechender Konfiguration der Klimatechnik und schallisolierender Einhausung der Untersuchungsumgebung ausgeschlossen werden. Die Belastungsszenarien unterteilen sich in die Bedingung „Aktivität“ was einer mental fordernden Arbeitsbelastung (aktiv) entspricht und der Bedingung „Ruhe“ (passiv). Die aktive, mental fordernde Arbeitsbelastung wird mittels zweier kognitiver Leistungstests simuliert. Der „Wiener Matrizen Test-2“ (WMT-2), im Versuchsdesign ein Teil des aktiven Belastungsszenarios, ist als kognitiver Leistungstest dem Bereich der fluiden Intelligenz zuzuordnen. Somit bewertet dieser Test die Leistung des Probanden, mit neuen Situationen und neuen Problemen umzugehen. Dies entspricht nach CATTELL (1963) einem der beiden Hauptfaktoren der menschlichen Intelligenz. Die kristalline Intelligenz stellt den zweiten Hauptfaktor dar und wird mittels der Kurzskala zur Messung kristalliner Intelligenz (BEFKI GC-K) erfasst (Schipowski et al. 2013). Dieser Bereich umfasst erlerntes Wissen sowie Fertigkeiten und bezieht sich auf die Verarbeitung vertrauter Informationen als auch der Anwendung

von diesem Wissen. (Preckel & Brüll 2008, S. 15). Beide Tests geben jeweils einen Leistungsindikator des Probanden wider.

Neben diesem Indikator werden auch die subjektiv erlebte Anstrengung (SEA; Eilers 1986) und die subjektive Bewertung der aktuellen psychischen Beanspruchung (KAB; Müller & Basler 1993) des Probanden abgefragt und dokumentiert.

Zur objektiven Beanspruchungsmessung dienen kardiovaskuläre Kennwerte (HF, HRV). Jene Kennwerte werden mittels eines Elektrokardiogramms (EKG; Faros 180°) aufgezeichnet und mit entsprechender Software berechnet sowie analysiert (Tarvainen et al. 2014). Abbildung 1 zeigt die Tätigkeiten des Probanden, deren Dauer und Reihenfolge im Untersuchungsablauf.

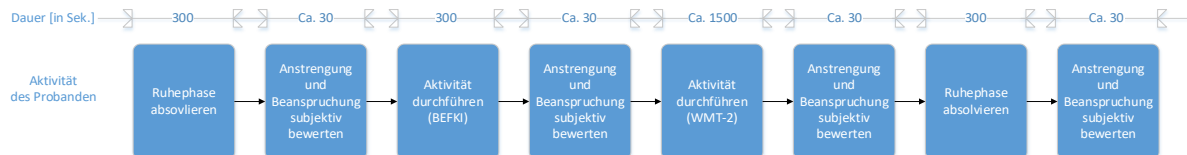


Abbildung 1: Probandentätigkeiten mit Dauer und Reihenfolge im Untersuchungsablauf

Die eingesetzte Kamertechnik bietet die Möglichkeit, den Probanden während der Untersuchung mit 120 Bildern pro Sekunde aufzunehmen (vgl. Sony). Über diese 120 Hertz Videoaufnahmen sind somit schnelle Lidschlüsse und Veränderungen in der Lidschlagdauer wahrnehmbar (vgl. Meinhold 2005, S. 31). Das Eruiere der Lidschläge erfolgt teilautomatisiert, zum einen über dem Extrahieren der Einzelbilder aus der Videodatei und dem Freistellen der Augenpartie unter Zuhilfenahme der frei verfügbaren Bearbeitungssoftware VirtualDub (vgl. VirtualDub). Zum anderen wurde für die automatisierte Analyse eine Software entwickelt und implementiert, welche die Bildpunkte von den Einzelbildern der Augenpartie nach einem festgelegten Schwarzwertanteil aus dem RGB-Farbraum untersucht und deren Anzahl je Bild dokumentiert. Abbildung 2 gibt einen Graphen wieder, der die ersten 1500 Bilder einer Beispielaufnahme mit der Anzahl entsprechender Bildpunkte visualisiert. Die acht Lidschläge werden mittels des Verlaufes der Funktion um die lokalen Minima sichtbar.

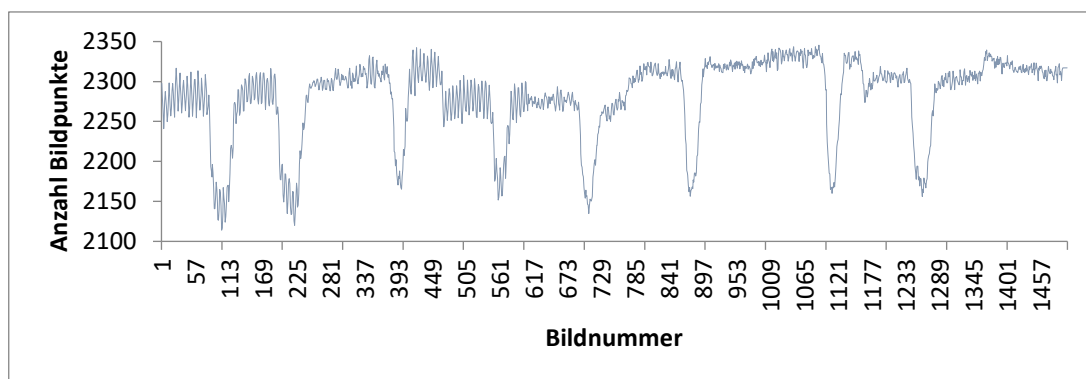


Abbildung 2: Anzahl der Bildpunkte je Bild des RGB-Wertes

Mit dem Glätten der Funktion aus Abbildung 2 und dem Bilden der 1. Ableitung ist es möglich, das Grundrauschen zu mindern und spezifische Lidschlagelemente wie Lidschluss und Lidöffnung automatisiert zu identifizieren. Abbildung 3 zeigt das Resultat der mathematischen Transformationen auf.

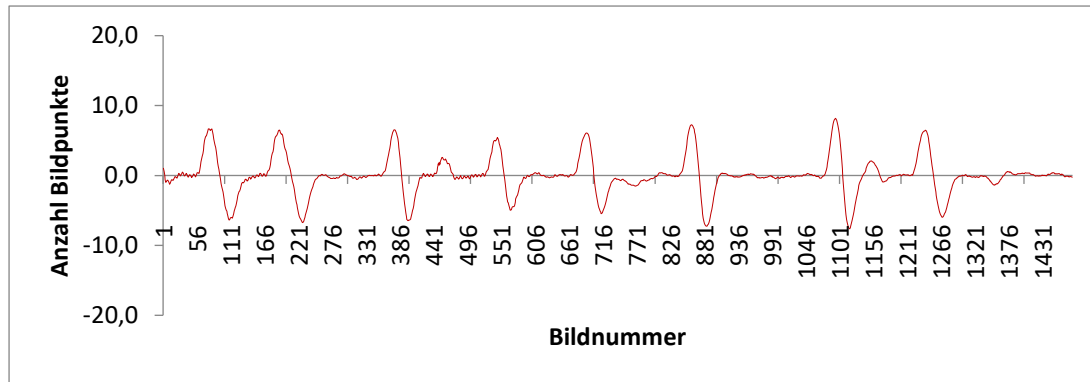


Abbildung 3: 1. Ableitung der geglätteten Funktion aus Abbildung 2

Bestandteile der Lidschläge wie zum Beispiel die acht Lidschlüsse aus dem Graphen lassen sich nachfolgend, unter Berücksichtigung von Grenzwerten, mittels der positiven Funktionswerte bestimmen. Analog dazu verläuft die Verifizierung der Lidöffnungen über die negativen Funktionswerte. Die Dauer der Lidschlagelemente ergibt sich über die Anzahl der entsprechenden Funktionswerte. Zur Erläuterung soll folgende Beispielrechnung dienen: Aus der Aufnahme von 120 Bildern pro Sekunde resultiert, dass der zeitliche Abstand zwischen zwei Bildern ca. 8,3 Millisekunden beträgt. Die ca. 48 Bilder mit positiven Funktionswerten des ersten Lidschlusses aus Abbildung 3 (Bildnummer 52-100) ergeben für diesen Lidschluss eine Dauer von ca. 398,4 Millisekunden.

3. Ergebnisse des Pretests

Über die Anzahl von $N = 7$ Probanden im Pretest sind statistisch relevante Aussagen nur begrenzt möglich. Die folgenden Abbildungen 4-6 der Datenauswertung eignen sich zur Visualisierung, jedoch ist damit zunächst nur eine tendenzielle Entwicklung zu erkennen. Die Diagramme zeigen die Box-Whisker-Plots der vier Belastungsszenarien, bestehend aus zweimal der Bedingung „Ruhe“ (passiv) und zweimal der Bedingung „Aktivität“ (aktiv; BEFKI, WMT-2).

Abbildung 4 gibt die subjektiven Anstrengungs- und Belastungsbewertungen der Probanden wider. Höhere Werte im jeweiligen Wertebereich (KAB: 1-6 und SEA: 0-110) entsprechen einer höheren subjektiven Anstrengung und Beanspruchung.

Zur Variabilitätsmessung von den Abständen der Herzschläge existieren unterschiedliche Maße. Dieser Beitrag begrenzt sich auf die Standardabweichung der RR-Abstände (SDNN) und der Quadratwurzel des quadratischen Mittelwertes der Summe aller Differenzen der RR-Abstände (RMSSD). Beide HRV-Maße eignen sich zur Betrachtung der Kurzzeitvariabilität der Probanden. Höhere Werte für SDNN und RMSSD entsprechen einer höheren HRV und damit einer geringeren Beanspruchung und Belastung. (Sammito et al. 2014, S. 16-23)

Abbildung 6 zeigt die Anzahl der Augenlidschläge pro Minute in der jeweiligen Belastungssituation.

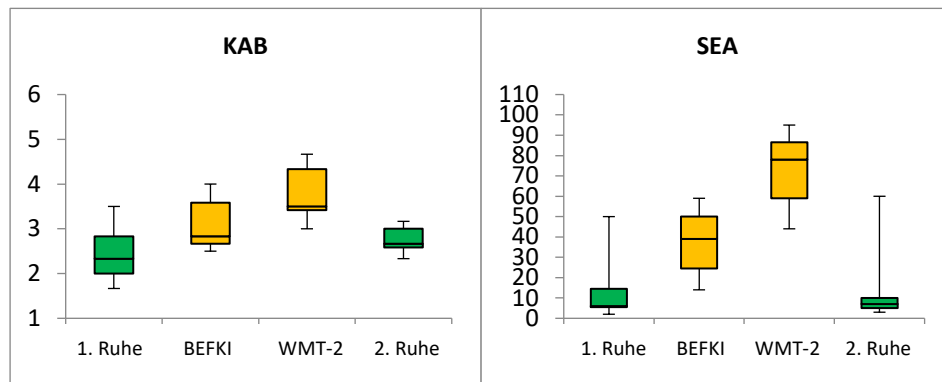


Abbildung 4: Subjektive Bewertung der aktuellen psychischen Beanspruchung (KAB) und die subjektiv erlebte Anstrengung (SEA) in den jeweiligen Belastungssituationen der Probanden

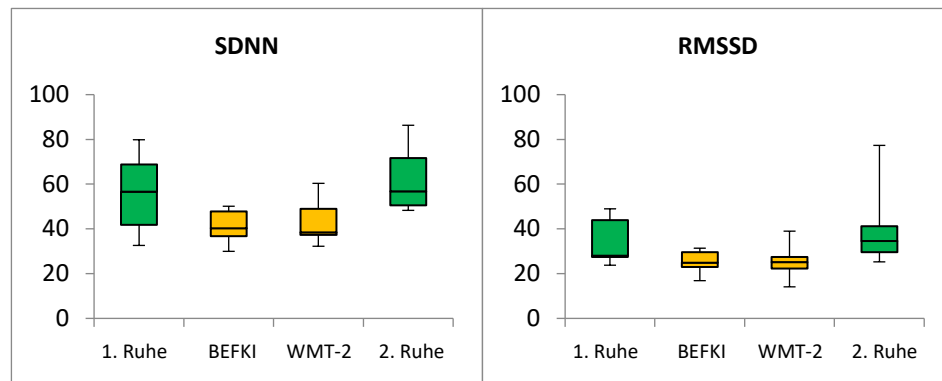


Abbildung 5: Objektive Beanspruchungsmessung über die HRV-Maße SDNN und RMSSD

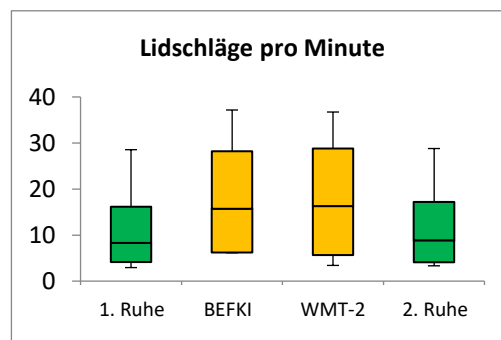


Abbildung 6: Anzahl der Lidschläge pro Minute in der jeweiligen Belastungssituation.

4. Diskussion

Eine erste Interpretation der Ergebnisse aus dem Pretest lässt vermuten, dass sich die Bedingungen „Aktivität“ und „Ruhe“ im Beanspruchungserleben objektiv und subjektiv differenzieren lassen. Zudem ist ein schlüssiger Zusammenhang dieses Erlebens mit der Lidschlagfrequenz erkennbar. Die weiteren Untersuchungen werden

aufzeigen, ob diese Zusammenhänge auch statistisch zu belegen sind und eine berührungslose Erfassung kognitiver Beanspruchung mittels Videotechnik möglich ist.

5. Literatur

- BMAS (2014) Studie zur psychischen Gesundheit in der Arbeitswelt. Bundesministerium für Arbeit und Soziales, URL: <http://www.bmas.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2014/studie-psychische-gesundheit.html>, 01.11.2015.
- Böckelmann I., Seibt R. (2011) Methoden zur Indikation vorwiegend psychischer Berufsbelastung und Beanspruchung – Möglichkeiten für die betriebliche Praxis. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 65, 205-221.
- BPTK-Studie zur Arbeitsunfähigkeit (2015) Psychische Erkrankungen und Krankengeldmanagement
- Cattell R. B. (1963) Theory of fluid and crystallized intelligence. A critical experiment. In: Journal of Educational Psychology 54 (1), S. 1–22.
- DIN EN ISO 11064-6, 2005-10-00: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen - Teil 6: Umgebungsbezogene Anforderungen an Leitzentralen (ISO 11064-6:2005); Deutsche Fassung EN ISO 11064-6:2005.
- Eilers K., Nachreiner F., Hänecke K. (1986) Entwicklung und Überprüfung einer Skala zur Erfassung subjektiv erlebter Anstrengung. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft Jg. 40, H. 4 (1986), S. 215-224. ISSN 0340-2444.
- Faros 180° EKG In: <https://shop.bittium.com/product/36/bittium-faros-180>. Finnland.
- Haak M., Bos S., Panic S., Rothkrantz L. J. M. (2009) Detecting stress using eye blinks and brain activity from EEG signals. In: GAMEON, 75-82.
- Haider E., Rohmert W. (1976) Untersuchungen zur Lidschlußfrequenz bei vierstündiger simulierter Kraftfahrzeugfahrt. In: European Journal of Applied Physiology, 137-147.
- Hoppe A. (2009) Technikstress-Theoretische Grundlagen, Praxisuntersuchungen und Handlungsregularien. Aachen.
- Meinhold P. E. (2005) Psychologie des Lidschlags - eine literatur- und methodenkritische Studie. Dissertationsschrift. Universität zu Köln, Köln. Philosophischen Fakultät.
- Müller B., Basler H. D. (1993) Kurzfragebogen zur aktuellen Beanspruchung (KAB). Beltz Test.
- Preckel F., Brüll M. (2008) Intelligenztests. München: Reinhardt (UTB Profile, 3027).
- Rebscher H., Bodanowitz J., Schramm D., Langner S., Osmers N., Wehrmann G., Wiehe D., Burkert S. (2015) Psychoreport 2015 - Deutschland braucht Therapie. Herausforderungen für die Versorgung, DAK-Gesundheit, 2-39.
- Sammito S., Thielmann B., Seibt R., Klussmann A., Weippert M., Böckelmann I. (2014) Leitlinie Nutzung der Herzschlagfrequenz und der Herzfrequenzvariabilität in der Arbeitsmedizin und der Arbeitswissenschaft, In: AWMF (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V) Online, URL: http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/002-042l_S2k_Herzschlagfrequenz_Herzfrequenzvariabilit%C3%A4t_2014-07.pdf, 02.02.2016.
- Schipolowski S., Wilhelm O., Schroeders U., Kovaleva A., Kemper C. J., Rammstedt B. (2013): BEFKI GC-K. A Short Scale for the Measurement of Crystallized Intelligence. 29 Pages / methods, data, analyses, Vol 7, No 2 (2013).
- Sony (2014) Sony FDR-X1000V. In: <https://www.sony.de/electronics/actioncam/fdr-x1000v-body-kit>.
- Tarvainen M. P., Niskanen J.-P., Lipponen J. A., Ranta-Aho P. O., Karjalainen P. A. (2014): Kubios HRV--heart rate variability analysis software. In: Computer methods and programs in biomedicine 113 (1), S. 210–220. DOI: 10.1016/j.cmpb.2013.07.024.
- VirtualDub (2014) Video capture/processing utility. Download: <http://www.virtualdub.org/>
- WMT-2 (2011) Wiener Matrizen-Test 2. Hogrefe Verlag. In: <https://www.testzentrale.de/shop/manual-74940.html>.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

ARBEIT(s).WISSEN.SCHAF(F)T
Grundlage für Management & Kompetenzentwicklung

64. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

FOM Hochschule für
Oekonomie & Management gGmbH

21. – 23. Februar 2018

GfA Press

Bericht zum 64. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 21. – 23. Februar 2018

FOM Hochschule für Oekonomie & Management

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Dortmund: GfA-Press, 2018

ISBN 978-3-936804-24-9

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

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

USB-Print:

Prof. Dr. Thomas Heupel, FOM Prorektor Forschung, thomas.heupel@fom.de

Screen design und Umsetzung

© 2018 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de