

Entwicklung und Umsetzung eines Konzeptes zur digital gestützten Trendanalyse von Arbeitsmerkmalen und Gesundheit

Gabriele BURUCK, Fabian DIETRICH, Stefanie LIEBL, Torsten MERKEL

*Westsächsische Hochschule Zwickau – Institut für Produktionstechnik,
Kornmarkt 1, D-08056 Zwickau*

Kurzfassung: In dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Vorhaben „Perspektive Arbeitsforschung Lausitz“ forschen in dem interdisziplinären Teilvorhaben der Westsächsischen Hochschule fünf Professuren gemeinsam mit betrieblichen Partnern zu Potenzialen digitaler Assistenzsysteme im Arbeits- und Gesundheitsschutz. Ziel ist die Entwicklung, Erprobung und Implementierung niedrigschwelliger Screening-Methoden zur Identifizierung von Risiken und Ressourcen von Arbeitsmerkmalen und Ableitung von Handlungsmaßnahmen.

Traditionell bedingt die Komplexität für die Beurteilung von Arbeitssystemen umfassende Kompetenzen von Fachspezialisten für Arbeits- und Gesundheitsschutz, Ergonomie und Fabrik- bzw. Betriebsgestaltung. Die Erstellung eines Gefährdungs-/ Belastungsrasters als Grundlage der Arbeitssystemgestaltung ist deshalb aufwendig und unter Umständen kostenintensiv. Dies führt gerade bei kleineren und mittleren Unternehmen zu einer Kultur des Abwartens.

Innovationen für die Analyse von Arbeit erlauben Einsatz und Kopplung von Wearables mit portabler, smarter Umweltmesstechnik. Durch Auswertung der ermittelten Daten mittels digitaler Assistenzsysteme sollen Möglichkeiten einer orientierenden Belastungsbeurteilung ohne externe fachliche Hilfe im Unternehmen entstehen. Im Ergebnis werden grobe Klassifikation von Handlungsschwerpunkten für eine menschengerechte Arbeitsgestaltung entstehen. Diese bilden die Basis für notwendige Handlungsprioritäten und bereiten gezielt Entscheidungen für Maßnahmen zur Arbeitsgestaltung im Unternehmen, in die bedarfsweisen Spezialisten eingebunden werden, vor.

Schlüsselwörter: Arbeitsanalyse, Digitales Monitoring, Trendanalyse, Belastungsermittlung, Gesundheitsmanagement, Arbeitsschutz

1. Zielstellung einer digital gestützten Trendanalyse von Arbeit

Traditionell ist die Durchführung einer Arbeitssystemanalyse bedingt durch die Komplexität vielfältiger Einflussfaktoren aufwendig und bedarf eines interdisziplinären Herangehens (Schlick 2017). In der Folge ist das mit der Erstellung eines Belastungsrasters möglicher Risiken verbundene Vorgehen aufwendig und unter Umständen kostenintensiv. Da es den Unternehmen häufig an der notwendigen Eigenkompetenz fehlt, verhalten sie sich eher abwartend und orientieren sie sich vorzugsweise an der Einhaltung der mit den gesetzlich beauftragten Betreuungsleistungen durch Fachkräfte für Arbeitssicherheit und die Arbeitsmedizin. Dieses Vorgehen schafft keine aktive

Verbesserung von Arbeitsbedingungen und wird der grundsätzlich notwendigen Beurteilung von Belastungssituationen im Arbeitsalltag nicht gerecht.

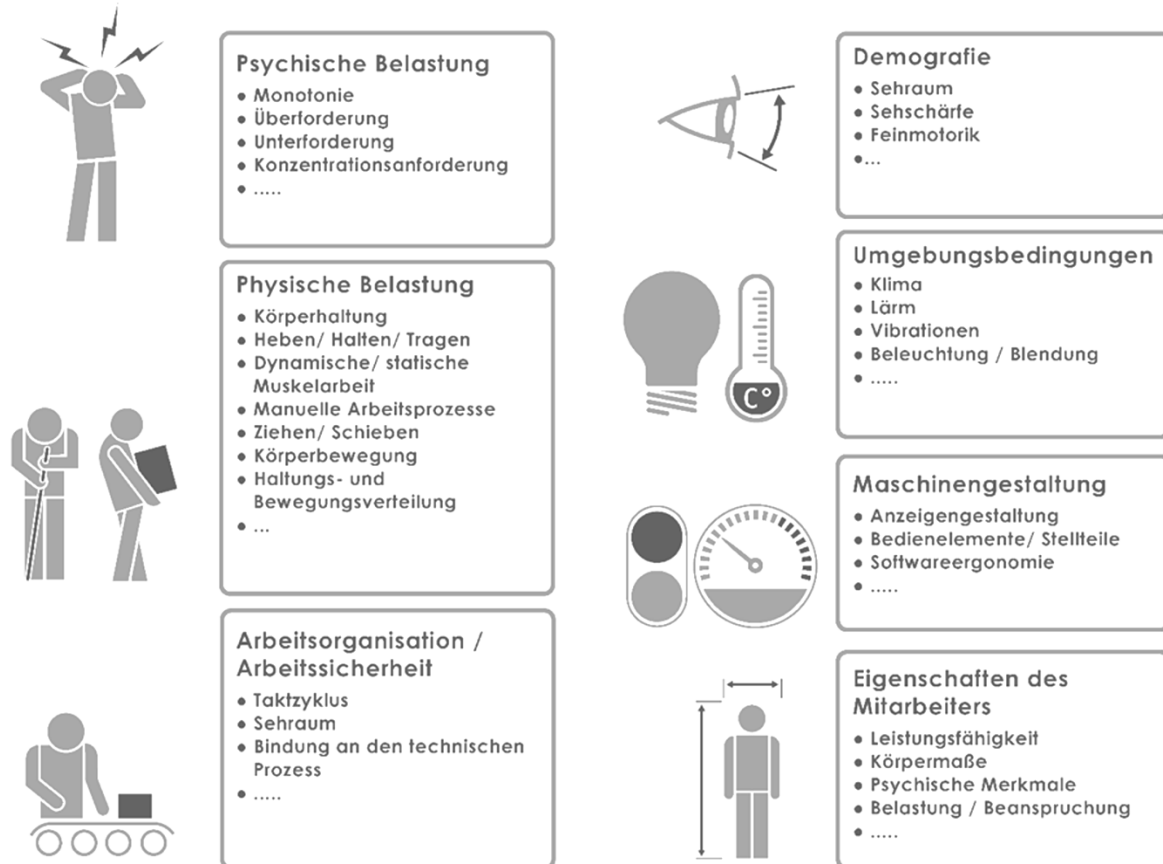


Abbildung 1: Auswahl auf die zu ermittelnden Einflussfaktoren innerhalb eines Arbeitssystems auf Erhaltung von Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter.

Das Ziel des vom BMBF geförderten Vorhabens „Perspektive Arbeitsforschung Lausitz“ ist es, insbesondere in der Lausitz attraktive Arbeitsangebote zu entwickeln. Durch eine digital gestützte Vorgehensweise ohne notwendige arbeitsgestalterische Vorkenntnisse sollen die Unternehmen in die Lage versetzt werden, mit einer simplifizierten Arbeitsanalyse sich selbst mit dem Gestaltungsniveau ihrer Arbeitssysteme auseinanderzusetzen und damit die notwendige Sensibilität für New Work entwickeln.

Während andere Arbeitsgruppen Methoden und Hilfsmitteln zur Verbesserung der Arbeit an sich beforschen, beschäftigt sich das Teilprojekt zur Arbeitsanalyse in kleinen und mittleren Unternehmen mit dem Einsatz von Wearables und deren Kopplung mit smarter, portabler Umweltmesstechnik. Die angestrebten Effekte im Bereich einer vereinfachten Arbeitsanalyse entstehen durch eine Datenaufbereitung mittels maschinellen Lernens in anonymisierter und pseudonymisierter Form. In der Verbindung und Interpretation von Daten aus mehreren Sensoren sollen Möglichkeiten einer einfachen Belastungsbeurteilung untersucht und zur Erstellung eines entsprechenden Katasters ohne fremde Hilfe im Unternehmen genutzt werden. Das Ziel dieses Ansatzes ist keine medizinisch exakte Messung. Für die Vorbereitung betrieblicher Entscheidungen soll eine grobe Klassifikation von Handlungsschwerpunkten vorgenommen werden, welche die Basis für weiterführenden Maßnahmen und Entscheidungen gezielte Arbeitsgestaltung im Unternehmen bilden.

2. Technischer Ansatz

Wearables bieten seit Längerem die Möglichkeit zur Messung grundlegender Vitaldaten, deren Signifikanz für die Beurteilung von arbeitsbedingten Belastungen in verschiedenen Studien nachgewiesen werden konnte (Sammito et al. 2014; Weber et al. 2016).

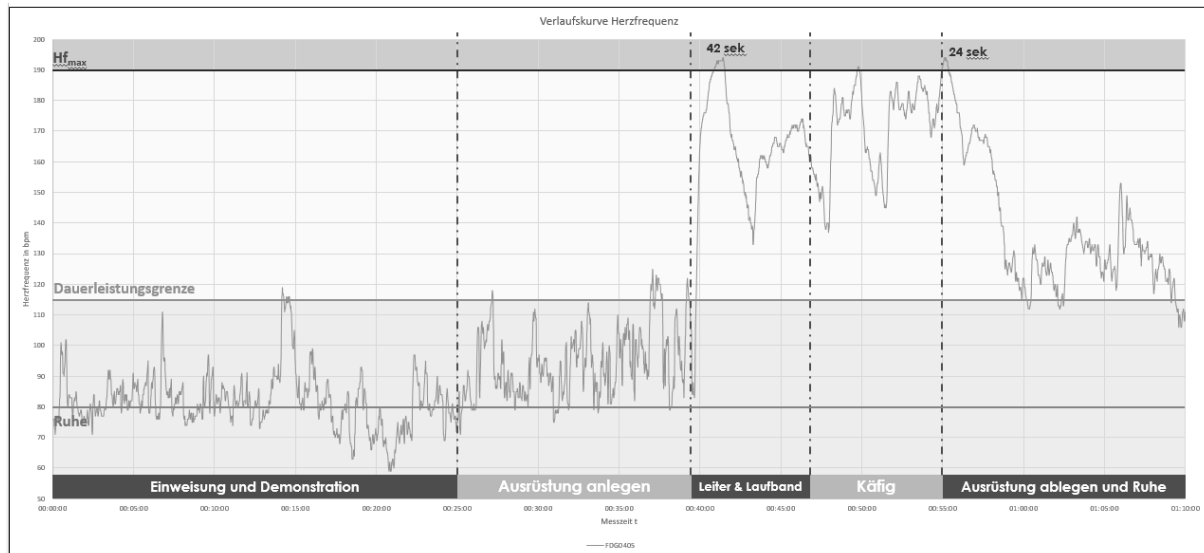


Abbildung 2: Messung der Herzfrequenz im Rahmen eines Belastungstests der Feuerwehr unter Verwendung eines Wearables.

Physische Belastungen und deren Reaktion, auf das Herz-Kreislaufsystem lassen sich durch die Messung der Herzfrequenz bestimmen und werden seit Langem für Trainingsmaßnahmen und die Gesundheitsüberwachung im Breiten- und Leistungssport angewandt. Eine Herausforderung bestand darin, statt der EKG-genauen Brustgurte die für viele Fitnessbänder gebräuchliche Messung mit Fotodioden zu verwenden (Kaufer & Merkel 2018). Diese weisen eine für die Träger bessere Handhabbarkeit und Akzeptanz auf. Durch den verbesserten Mess-Komfort sollen die Nutzer zu Langzeitmessungen über Wochen und Monate animiert werden, was zu einer deutlichen besseren Beurteilung der Wirkung von Arbeit über die Zeit führt. Die entsprechende Messtechnik wurde in mehreren Versuchsreihen mittels Vergleichsmessungen zu EKG-Aufnahmen verifiziert. Die Ergebnisse der durch optische Messtechnik ermittelten Herzfrequenzwerte lagen je nach System in der für die Versuchsreihen definierten Sicherheit von $S=95\%$ bei einem relativen Fehler von unter 5% im Vergleich zum EKG-Wert. Typisch ist zudem eine systembedingte Verzögerung der Messwerte von bis zu 30 Sekunden gegenüber der tatsächlichen Herzfrequenz. Auch wenn damit die Eignung der Systeme für akute situative Beurteilung eingeschränkt ist, liefert die optische Messtechnik zur Ermittlung der Herzfrequenz die für eine Trendbewertung über Arbeitstagen und länger dauernde Analyse gute Ergebnisse. Aufgrund des Komforts und der hinreichenden Messgenauigkeit präferiert die Projektgruppe deshalb optische, am Arm getragene Wearables zur Trendermittlung von Vitaldaten.

Neben der Nachweisführung physischer Belastungen sollen die Systeme ebenfalls eine erhöhte arbeitsbedingte psychische Belastung detektieren. In Auswertung der aus den für die Bestimmung physischer Belastungen präferierten optischen Sensoren

konnte keine eindeutige Beurteilung von z. B. Stress auslösenden Einzelereignissen nachgewiesen werden. Unter Berücksichtigung der S2k-Leitlinie: „Nutzung der Herzschlagfrequenz und der Herzfrequenzvariabilität in der Arbeitsmedizin und Arbeitswissenschaft“ (Sammito et al. 2014) besteht jedoch die Möglichkeit, langfristige Auswirkungen durch längere Abweichungen zum Arbeitsruhepuls bzw. einer Absenkung der Herzratenvariabilität heranzuziehen. Da die Messungen lediglich als handlungsweisende Orientierung genutzt werden, lassen sich die Trends von Vitalwerten auch mit optischen Sensoren als signifikante Merkmale über größere Zeiträume erfassen.

Verschiedene Hersteller von Wearables bieten Optionen der Stressermittlung in Form einer Messung der Herzratenvariabilität oder der Bestimmung eines Belastungsindikators durch eigene Kreationen von Auswertungen z. B. „Bodyload“, „Stress“ oder Ähnliches. Die Aufbereitung von Messergebnissen erfolgt in der Regel in einem geschlossenen System des Herstellers, welche einen Zugriff über das Internet zum Server in der Cloud des Anbieters benötigt (Merkel 2021).

Aus Gründen der Sicherung der Anonymität der Teilnehmer aber auch der Möglichkeit der Qualitätskontrolle, der schrittweisen Verbesserung arbeitsbedingter Auswertungen und Interpretationen wird im Projekt die Herzratenvariabilität in einer eigens für diesen Zweck an der Westsächsischen Hochschule entwickelten Applikation für mobile Endgeräte berechnet, ausgewertet und über ein Ampelschaubild im Dashboard angezeigt. Die Freigabe dieser Daten unterliegt somit der vollen Kontrolle des Nutzers. Das System verfügt weiterhin über einen Notiz-/Tagebuchfunktion zum Erfassen besonderer Ereignisse.

Für die Ermittlung der Arbeitsumgebungsfaktoren wird ein mobiles Messsystem eingesetzt, welches permanent die Daten von 17 Umweltfaktoren aufzeichnet. In Kombination mit den am Körper der Mitarbeiter getragenen Wearables und einer grundhaften Tätigkeitsbeschreibung lassen sich so Zusammenhänge für die Beurteilung der Arbeit ableiten.

3. Experimentelle Entwicklung des Analysekonzepts

Nach Klärung der technischen Rahmenbedingungen bedarf es der Entwicklung und Erprobung eines Vorgehensmodells für die betrieblichen Einsatzbereiche. Mit zwei Experimenten entwickelte das Projektteam der Westsächsischen Hochschule Laboraufgaben, welche sich an typischen Aufgaben- und Tätigkeitsmustern bei der Büro- und Projektarbeit sowie in den Werkstattbereichen mit Kommissionier- und Montage-tätigkeiten orientieren (Merkel et al. 2023).

Für das Experiment in der Büroumgebung (Versuchsgruppe $n = 23$, Kontrollgruppe $n = 25$) sind durch die Versuchspersonen sechs Aufgabenfelder an einem Notebook zu bearbeiten. Untersucht wurde, ob sich in Abhängigkeit von digitalen Arbeitsunterbrechungen verschiedene Dimensionen psychischer Beanspruchung verändern. Als zentrales Ergebnis kann, festgestellt werden, dass sich Arbeitsunterbrechungen negativ auf das Erleben von Zeitdruck auswirken. Ergänzend generierte das System Arbeitsunterbrechungen durch Zwischenfragen, welche nicht abgelehnt werden können und Unterbrechungen des Büroalltags wie zum Beispiel Anrufe oder Zwischenfragen von Kollegen simulieren. Die Qualität mittels Wearables aufgezeichneter Vitaldaten wurde parallel durch Aufnahmen mittels zertifizierter Messtechnik geprüft.

Im Werkstattversuch kooperieren zwei Probanden in den Bereichen Kommissionieren und Montage. In diesem Versuch wird das identische Messkonzept angewandt. Im Unterschied zum Büroversuch müssen von einer Normalbelastung abweichenden Erschwernisse bewältigt werden. Dazu gehören:

- Bücken, Beugen und Heben von Lasten aus Boden- in Kopfhöhe und zurück
- Schnelles Gehen (6 km/h)
- Die Einhaltung von Zeitvorgaben mit rückwärts laufender Uhr
- Fehler in der Montagesituation (in der Zeichnung nicht erkennbare Montagepunkte, in der Wiederholung der Montage werden für eine Baugruppe nicht passende Teile vorkommissioniert, wodurch Probleme bei der Montage bzw. der Einhaltung der Zeitvorgabe entstehen)

Während die im Büroversuch gewonnenen Messdaten vorzugsweise die Validität der Messung mittels Wearables nachweisen sollen, dient der Werkstattversuch vor allem der Erkennung von Merkmalen für die Zuordnung von physischen und psychischen Sonderbelastungen.

Für die Bestimmung eines Trends zur Erholungsfähigkeit wurden bereits in einem Vorläufer-Projekt (ESF-Nachwuchsforscherguppe MIDAS-KMU) an der Westsächsischen Hochschule Langzeitstudien über jeweils ein halbes Jahr mit Tagebuch und einer täglich zweimaligen Erfassung der Beanspruchung mittels des NASA-TLX durchgeführt. Aus diesen Untersuchungen konnten längere arbeitsbedingte Stressphasen bei geringer Erholungsfähigkeit detektiert werden (Fröhlich & Merkel 2022).

4. Ausblick

In einem nächsten Schritt wird das Vorgehensmodell zur vereinfachten Beurteilung von arbeitsbedingten Belastungen/Gefährdungen in der Praxis getestet. Nach einer traditionell-klassischen Arbeitsanalyse und Gefährdungsbeurteilung zur Erfassung der vorgefundenen Arbeitssysteme folgt zeitversetzt die autonome digitale Erfassung von Arbeitsanforderungen in zwei Abteilungen des Partnerunternehmens. Für diese Analyse wird dem Unternehmen von der Westsächsischen Hochschule ein technischer Support zur Seite gestellt. Zur Absicherung werden die Daten einmal pro Woche vor Ort als Backup gespeichert. Für den ersten Versuch ist eine Dauer von vier Wochen angesetzt, um sowohl Rückschlüsse auf die Entwicklung der Leistungsfähigkeit über den Tagesverlauf als auch die Entwicklung der Erholungsfähigkeit auf Basis der Daten für die Herz-Raten-Variabilität im Zeitraum des betrachteten Gesamtzeitraumes zu ziehen. Für die Begleitung und Unterstützung während der Messwert-erfassung werden den Testpersonen Mobiltelefone mit der eigens entwickelten Applikation zur Verfügung gestellt, welche die Nutzung der Wearables lokal ohne die Internetumgebung der Systemanbieter ermöglicht. Während der Tests werden die Teilnehmer über ein Ampelsystem zu den Trends der ermittelten Daten informiert.

Der Vorteil einer digitalen Messdatenerfassung und -auswertung besteht in der Skalierbarkeit des Konzeptes. Die anonymisierten und pseudonymisierten Daten können im Weiteren in Form von „Belastungs- und Gefährdungs-Karten“ über die verschiedenen Bereiche des Unternehmens gelegt werden, um Handlungsbedarfe bzw. Prioritäten in der Rangfolge notwendiger Maßnahmen abzuleiten. Je nach Genauigkeit der resultierenden Anpassungen lassen sich später in der Applikation

geeignete Vorschläge im Bereich der Verhaltens- und Verhältnisprävention generieren. So beschäftigt sich ein weiteres Teilprojekt mit der Erstellung von Lernszenarien, welche praktisches Wissen zur Arbeitssystem- und Aufgabengestaltung, Organisationsentwicklung usw. beinhalten.

Weiterentwicklungen zur Verbesserung der Aussagekraft für die analysierten Arbeitsprozesse sollen durch ein modulares Messkonzept erreicht werden. Während an der Hochschule in Zwickau an einer eigenen Messsohle zur Lastenermittlung gearbeitet wird, werden Kooperationen mit anderen Teams innerhalb des PAL-Projektes sowie den Entwicklern passfähiger Messtechnik und verschiedener Produkte geprüft. Bis dahin ist aber noch ein langer Weg.

5. Literatur

- Fröhlich M, Merkel T (2022) Studienkonzept und Ergebnisse zur Interpretation von Vital-Parametern im Zusammenhang mit deren Wirkung auf die Arbeit“; Magdeburg 03/2022, GfA Press Sankt Augustin
- Kauper J, Merkel T (2018) Stärken und Schwächen neuer objektiver Messverfahren und -technik für die Arbeitssystembewertung und Gefährdungsbeurteilung; Pabst Science Publishers, Lengerich 2018; ISSN 1615-7729
- Merkel T (2021) Auswahl und Einsatz von Smart Devices in der Arbeitsanalytik; 04/2021 IWKM; Science Report 2021
- Merkel T, Buruck G, Hellbach S, Pelzecker S, Fischer S, Junghans T (2023) „Vom arbeitswissenschaftlichen Konzept über das Experiment in die betriebliche Praxis von Gefährdungsanalyse und Arbeitsgestaltung“; Hannover 03/2023, GfA-Press Sankt Augustin ISBN 978-3-
- Sammito S, Thielmann B, Seibt R, Klusmann A, Weippert M, Böckelmann (2014) 002/042 – S2k-Leitlinie: Nutzung der Herzschlagfrequenz und der Herzfrequenzvariabilität in der Arbeitsmedizin und Arbeitswissenschaft. Stand: 06/2014.
- Schlick C, Bruder R, Luczak H (2017) Arbeitswissenschaft. 4. Aufl., Berlin: Springer Vieweg, 2017
- Weber B, Ellegast R, Schellewald V, Weber A, Röhrig M, Friemert D, Hartmann U (2016) "Messung der physischen Aktivität mit Wearables" 6. DGUV Fachgespräch Ergonomie – Zusammenfassung der Vorträge vom 2./3. November 2016



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