

„Studienkonzept und Ergebnisse zur Interpretation von Vital-Parametern im Zusammenhang mit deren Wirkung auf die Arbeit“

Markus FRÖHLICH, Torsten MERKEL

*Professur für Arbeitswissenschaft, Institut für Produktionstechnik
Fakultät Automobil- und Maschinenbau
Westfälische Hochschule Zwickau
Kornmarkt 1, D-08056 Zwickau*

Kurzfassung: Auf der Suche nach einem ganzheitlichen Bewertungsansatz besteht aus arbeitsgestalterischer Sicht das Ziel zur weitgehend lückenlosen Erfassung von Belastungsparametern, deren Wirkung auf die individuelle Leistungsentwicklung sowie die damit verbundene Beanspruchung.

Basis für die Verwertbarkeit einer solchen Analyse ist eine qualitative Absicherung, um belastbare Aussagen eines Zusammenhangs von Arbeit und deren Wirkung auf die ausführenden Personen zu treffen. Dafür wurde die Entwicklung eines iterativen Messverfahrens zur Ermittlung der psychischen und physiologischen Belastung/Beanspruchung mittels massentauglicher Wearables an Handgelenk bzw. Oberarm in Kombination mit psychischen Bewertungsverfahren initiiert.

Schwerpunkte sind: Erfassung und Auswertung der Vitalwerte HF, HRV und Atemfrequenz, Erfassung und Auswertung der Schlafphasen, Erfassung und Auswertung der subjektiven Einschätzungen des Menschen (MRK, NASA-TLX), Erfassung spezifischer herstellereinspezifischer Indikatoren, wie „SleepScore“, „BodyLoad“ usw.

Die langfristig angelegte Datenerfassung legt die Basis für verschiedene Auswertungen, welche die Korrelation der ausgeführten Arbeit hinsichtlich subjektiver Beurteilung und den vorliegenden Messparameter untersuchen. Während bereits eindeutige Bezüge für die kurzzeitige Wirkung hoher physischer Belastungen mit den Messparametern vorliegen, soll die Studie nun langfristige Wirkungen z. B. durch psychische Belastungen auf die Entwicklung von Arbeits- und Leistungsfähigkeit untersuchen und durch fortgeschrittene Möglichkeiten der Datenanalyse ein Monitoring ermöglichen.

Schlüsselwörter: Vital-Parameter, Arbeitsanalyse, Wearables, Belastung, Beanspruchung

1. Einleitung

Vital-Parameter stellen eine weit verbreitete und akzeptierte Möglichkeit zur Beurteilung der Belastung-/Beanspruchungssituation von Arbeit dar.

In der Arbeitswissenschaft spielt die Interpretation der Beanspruchung von arbeitsbedingten Belastungen eine Schlüsselrolle. Für diesen Anwendungsbereich existieren bislang nur wenig Lösungen. Verfügbare Auswertmöglichkeiten konzentrieren sich auf Teilaspekte, wie die Bestimmung von physiologischen Grenzwerten.

Bei Betrachtung der aktuell verfügbaren smarten Systeme entsteht die These, dass mit Bildung eines Clusters in Kombination von Wearables, smarten Sensoren und der informationstechnischen Vernetzung von weiteren Geräten, die Auswertung im Sinne einer ganzheitlichen arbeitswissenschaftlich Interpretation der Daten möglich ist.

Da es sich bei der beschriebenen Gerätegruppe um keine professionell kalibrierten und zertifizierten Messmittel handelt, wird vor der Durchführung einer wissenschaftlich fundierten Arbeitsanalyse die qualitative Absicherung der erzielbaren Messgenauigkeiten notwendig. Dafür wurde die Entwicklung eines iterativen Messverfahrens in Kombination mit einer über mehrere Wochen dauernden Datenerfassung, zur Ermittlung der psychischen und physiologischen Belastung/Beanspruchung für Einzelpersonen unter Verwendung handelsüblicher Wearables in Kombination mit psychischen Bewertungsverfahren initiiert.

Schwerpunkte sind:

- Erfassung und Auswertung der Vitalwerte HF, HRV und Atemfrequenz,
- Erfassung und Auswertung der Schlafphasen,
- Erfassung und Auswertung der subjektiven Einschätzungen des Menschen (MRK, NASA-TLX),
- Erfassung herstellersistenspezifischer Indikatoren, wie „SleepScore“, „BodyLoad“ usw., welche verschiedenen Parameter kombinieren.

Der so entstandenen Daten-Pool legt die Basis für verschiedene Auswertungen, welche die Korrelation der ausgeführten Arbeit hinsichtlich subjektiver Beurteilung und den vorliegenden Messparameter untersuchen.

2. Durchführung der Studie

2.1 Versuchsaufbau

Auf Grundlage der S2k-Leitlinie: Nutzung der Herzschlagfrequenz und der Herzfrequenzvariabilität in der Arbeitsmedizin und Arbeitswissenschaft (Sammito 2014), welche den Nutzen von Vitalwerte für die Arbeitsmedizin und Arbeitswissenschaft betrachtet, soll im Versuch geklärt werden, ob nicht medizinisch zertifizierte Fitness- und Sporttrackinggeräte geeignet sind, um eine ganzheitliche Wirkung der Einflüsse von Arbeits- und Freizeitgestaltung zu betrachten. Es wurden deshalb zwei relativ weit verbreitete Sportuhren mit akzeptabler Messgenauigkeit ausgewählt. Da die Dashboards der Gerätehersteller nur eine spezifische Auswertung ermöglichen, erfolgte die Datenerfassung in individuell zugeschnittenen Exceltabellen. Ergänzt wurden die Messdaten durch den NASA-TLX Fragebogen (Hart und Staveland 1988). Mittels digitalen Tagebuches lassen sich weitere Einflüsse erfassen. Die Aufnahmen selbst erfolgen nach dem 24 h/7 Tage-Prinzip, um auch Schlafphasen der Probanden zu erfassen.

2.2 Herstellerspezifische Messwerte

Für die Auswertung und Interpretation der herstellersistenspezifischen Messwerte wurde sich für die Erfassung folgender Messwerte (Tabelle 1) entschieden. Es ist anzumerken, dass die verwendete Garmin Forerunner 945 eine Ausgabe der Herzratenvariabilität (HRV) als Einzelwert im Rahmen einer Langzeiterfassung nicht vorsieht. Die HRV wird bei der Bestimmung von Stress und Bodyload berücksichtigt.

Tabelle 1: Herstellerspezifische Messwerte

Polar Vantage V	Garmin Forerunner 945
<ul style="list-style-type: none"> • Herzfrequenz (HF) • Herzratenvariabilität (HRV) • Schlafstatus • Schlafphasen (Leicht, Tief, REM, Unterbrechungen) • Tagesaktivität 	<ul style="list-style-type: none"> • Herzfrequenz (HF) • Schlafstatus • Schlafphasen (Leicht, Tief, REM, Unterbrechungen) • Stress Tag/ Nacht • Bodyload

2.3 Auswertung der Messwerte

Bei der Betrachtung der Messreihen fielen vor allem die Messgrößen Stress Tag, Stress Nacht und Bodyload der Garmin Forerunner 945 auf. Die Messgrößen Stress Tag und Nacht geben Auskunft, welchen Beanspruchungsauswirkungen vom Menschen am Tag bzw. in der Nacht zu verarbeiten sind. Die Messgröße Bodyload gibt in Bezug zu einem relativen Wert von maximal 100 Auskunft, über die Höhe der inneren Widerstandskraft, um die notwendige Resilienz für die Anforderungen des Tages zu entwickeln. Der „Bodyload“ ist eine Kombination aus HRV, Stress, Schlafqualität und Aktivität (Garmin 2021). Die „Bodyload“ wird am Morgen und am Abend erfasst, um den Verbrauch eines Tages zu bestimmen.

Für die Bewertung arbeitsbedingter/ganzheitlicher Belastungen/Beanspruchung erfolgte eine Detektion möglicher Korrelationen zwischen den einzelnen Messgrößen. Betrachtet wurden die Regression der Werte von Paaren aus den objektiv und subjektiv erfassten Daten. Sehr gute Korrelationen konnten zwischen den Messgrößen StressN/Herzfrequenz und Bodyload/Herzfrequenz nachgewiesen werden. Bei dem zweiten Paar wurde der Bodyload am Morgen gewählt. Bei der Herzfrequenz handelt es sich dabei um den Mittelwert aus der vorangehenden Nacht.

Die folgenden Diagramme bilden die grafische Darstellung zwischen den einzelnen Regressionspaaren ab. Die Herzfrequenz wird stets auf der Y-Achse und die Messgrößen StressN und Bodyload an der X-Achse angetragen.

In Abbildung 1 ist deutlich erkennbar, dass mit zunehmendem Stresswert die durchschnittliche Herzfrequenz des Menschen in der Nacht steigt sowie in Abbildung 2 der Bodyload mit zunehmender sinkender Herzfrequenz zunimmt und dem Menschen somit mehr Energie für den Tag zur Verfügung steht.

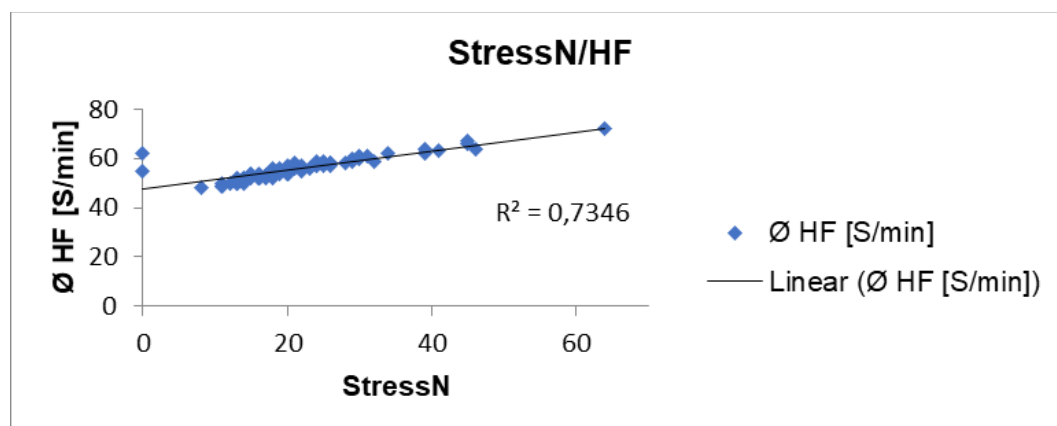


Abbildung 1: Vergleich StressN und Herzfrequenz

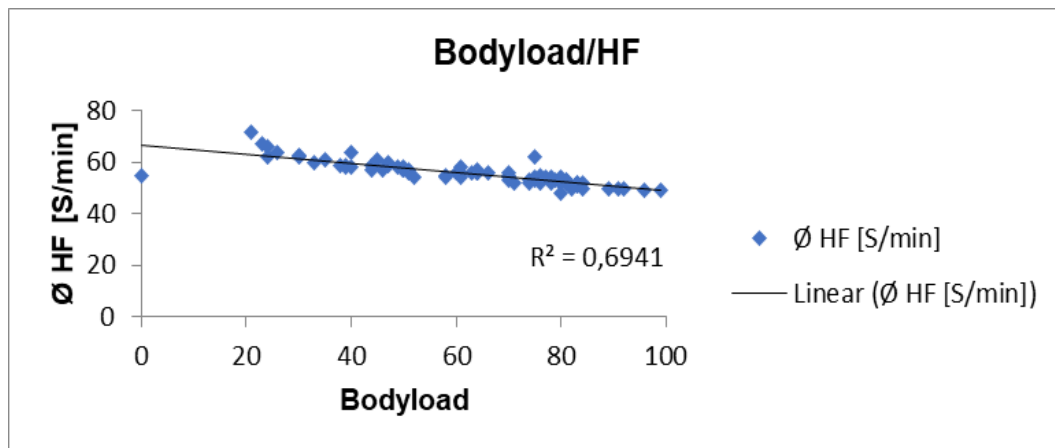


Abbildung 2: Vergleich Bodyload und Herzfrequenz

Einen ebenfalls signifikanten Zusammenhang konnte für das Regressionspaar Δ Stress und Δ Bodyload nachgewiesen werden. Das Delta bildet sich aus den Messgrößen StressN und StressT sowie aus dem Bodyload früh und abends. Das Δ Stress gibt eine Auskunft darüber wie hoch der Stress im Tagesverlauf war und der Δ Bodyload zeigt auf, in welchem Maß die innere Widerstandskraft über den hinweg Tag verbraucht wurde. Abbildung 3 zeigt, dass mit zunehmenden Energieverbrauch auch der Stressanteil des Menschen über den Tag ansteigt.

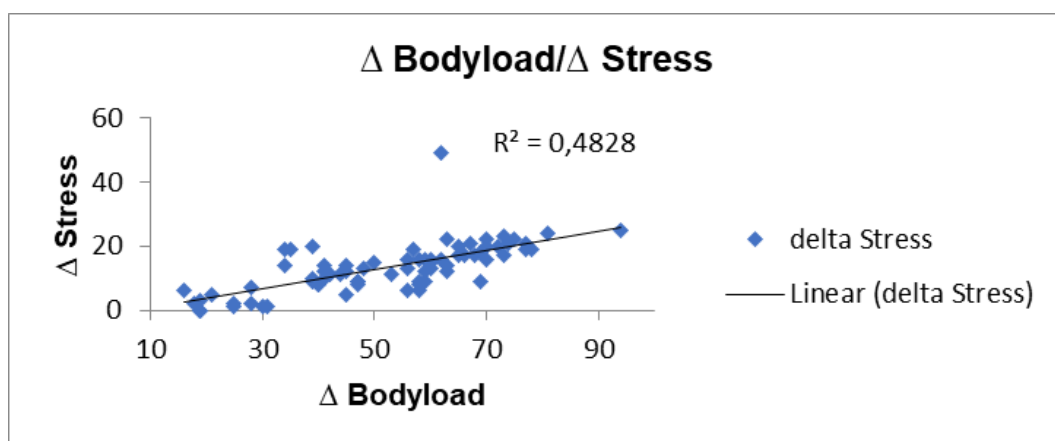


Abbildung 3: Vergleich Δ Bodyload und Δ Stress

Die Daten der Regressionsanalyse sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: StressN, Bodyload und Herzfrequenz für $n = 73$

	StressN/ Herzfrequenz	Bodyload/ Herzfrequenz	Δ Stress/ Δ Bodyload
Korrelationsfaktor r	0,8571	0,8331	0,6949
Bestimmtheitsmaß R^2	0,7346	0,6941	0,4828
p-Wert	3,8755E-22	6,1868E-20	9,1330E-12
Standardfehler	2,3847	2,5604	5,6593

Bei der Auswertung der Messwerte des Polar Vantage V wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen den objektiven Messwerten „Aktivitäten im Tagesverlauf“ und den subjektiven Einschätzungen des NASA-TLX Fragebogens festgestellt. Für die

Bewertung der körperlichen Erholung im Schlaf und der tatsächlichen körperlichen Anstrengung über den Tagesverlauf, zeigte sich eine signifikante Korrelation zu den Messwerten „Aktivität im Tagesverlauf“. Wie in Abbildung 4 dargestellt wird, steigt mit zunehmender Aktivität im Tagesverlauf auch die subjektive Beurteilung durch den Probanden, welche die persönliche körperliche Anforderung bzw. Erholung beschreibt.

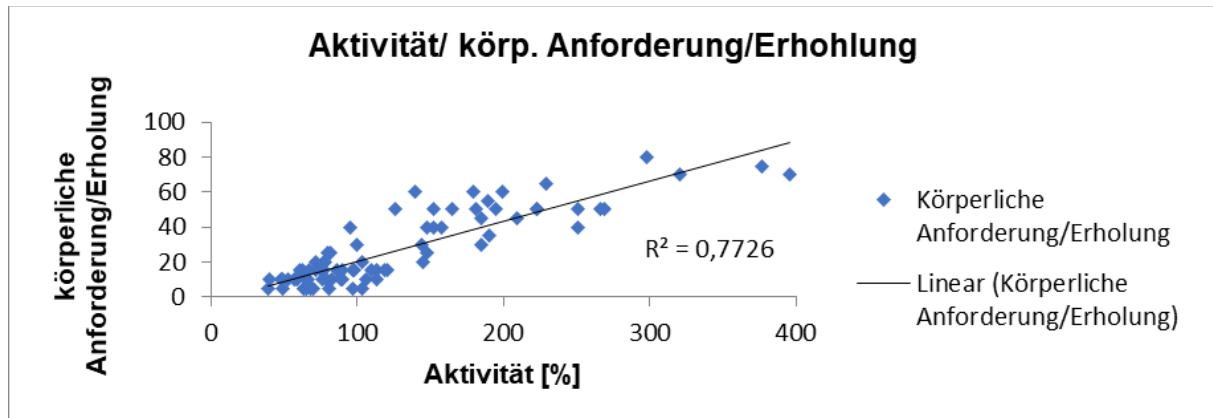


Abbildung 4: Vergleich Aktivität und körperliche Anforderung/Erholung

Die Auswertung der Regressionsanalyse wird in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3: Aktivität und körperliche Anforderung/Erholung n=79

	Aktivität / körperliche Anforderung/Erholung
Korrelationsfaktor r	0,8790
Bestimmtheitsmaß R ²	0,7726
p-Wert	1,7723E-26
Standardfehler	9,9023

3. Interpretation der Daten

Prinzipiell weisen die ursprünglich für die Beurteilung des Trainingszustandes eines Sportlers konstruierten Werte der Sportuhren einen Zusammenhang zur Wirkung von Arbeitsanforderungen auf. Insbesondere die Bestimmung der physischen und psychischen Belastungsumfänge sowie deren Wirkung auf die Entwicklung der alltags- und damit arbeitsbezogenen Resilienz lassen sich mit der durchgeführten Versuchsreihe nachweisen.

Da es sich um die Ermittlung langfristiger Trends handelt, erlaubt das Vorgehen die Wirkung von Arbeitsanforderungen und arbeitsgestalterischer Maßnahmen zu verfolgen und deren Wirkung zu bewerten.

Da die im Versuch verwendete Konstruktion einer dauerhaften individuellen Datenerfassung nur im Rahmen einer Forschungsaufgabe umsetzbar ist, bedarf es im nächsten Schritt einer (teil-)automatischen Datenerfassung mit einer im Kontext der Bewertung von Arbeit geeigneten Aufbereitung bzw. Interpretation.

4. Ausblick

Fortführend sollen, nachdem die Grundlagen durch Aufbereitung weiterer Datenerhebungen gelegt sind, die Ergebnisse in den kommenden Jahren schrittweise für die Weiterentwicklung von arbeitswissenschaftlich geprägten Serviceleistungen genutzt werden. Angedacht sind Möglichkeiten der digitalen kognitiven Assistenz, Bildungsangebote, weiterentwickelten Konzepten zur Arbeitsgestaltung und Gesundheitsförderungen in den Unternehmen. Mit einem lernenden System sollten zudem weitere wissenschaftliche Erkenntnisse entstehen.

Mittels Data-Mining sollen die zur Verfügung stehenden Erkenntnisse, Handlungsempfehlungen und Richtlinien so aufbereitet werden, dass ein auf die konkrete Situation zugeschnittenes Extrakt an Wissen auf Anforderung zur Verfügung gestellt wird. Diese Form der Gestaltungsanfrage soll teilautomatisch durch die im Vorfeld vorgestellten Ansätze einer langfristig begleitenden Erfassung von Vitalwerten in Kombination mit weiteren Umgebungseinflüssen entstehen. Im Ergebnis der vorgestellten Studienergebnisse lassen sich mit sehr geringen Eigenbelastungen verbundene Geräte wie z.B. Armbänder, AR-Brillen für Datenerfassung und Informationsbereitstellung nutzen.

Um die Sensibilität für ein auf Arbeit und darüber hinaus gesundheitsorientiertes Verhalten zu unterstützen, bedarf es der weiteren differenzierten Betrachtung der Art und Weise, wie Auswertungen erfolgen bzw. in welcher Form und Häufigkeit diese Ergebnisse dargestellt werden. Elemente einer „Gamification“ spielen hier ebenso eine Rolle, wie die Frage Form einer aus arbeitswissenschaftlichen Sicht sinnvollen Intervention sowie der Sicherung informationeller Selbstbestimmung bzw. des Datenschutzes.

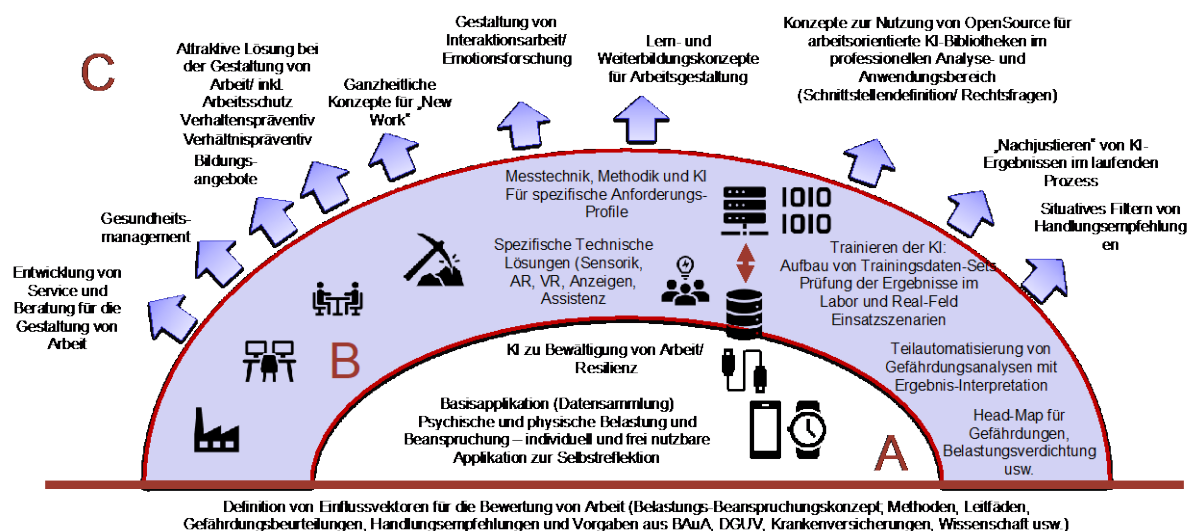


Abbildung 5: Schalen-Konzept zur Nutzung der sich aus der begleitenden langfristigen Erhebung von Vital-Daten ableitbaren Handlungsmöglichkeiten.

5. Literatur

- Garmin (2021) Häufige Fragen zur Body Battery. Abgerufen am 17. Dezember, 2021. <https://support.garmin.com/de-DE/?faq=VOFJAsiXut9K19k1qEn5W5>.
- Hart S, Staveland L (1988) Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. *Advances in Psychology* Volume 52, 139-183.
- Sammuto S et al. (2014) 002/042 S2k-Leitlinie: Nutzung der Herzschlagfrequenz und der Herzfrequenzvariabilität in der Arbeitsmedizin und Arbeitswissenschaft. AWMF Online.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Technologie und Bildung in hybriden Arbeitswelten

68. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und
Fabrikautomatisierung IFF, Magdeburg

02. – 04. März 2022

GfA-Press

Bericht zum 68. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 02. – 04. März 2022

**Otto-von Guericke-Universität Magdeburg;
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Sankt Augustin: GfA-Press, 2022
ISBN 978-3-936804-31-7

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

© 2022 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de