

## **Bewertung eines digitalen Assistenzsystems unter Berücksichtigung der physiologischen Beanspruchung mittels Herzfrequenzvariabilität**

Eric MEWES<sup>1</sup>, Annemarie MINOW<sup>2</sup>, Sonja SCHMICKER<sup>1</sup>, Irina BÖCKELMANN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Arbeitswissenschaft, Fabrikautomatisierung und Fabrikbetrieb, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universitätsplatz 2, D-39106 Magdeburg,*  
<sup>2</sup> *Bereich Arbeitsmedizin, Medizinische Fakultät, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Leipziger Straße 44, D-39120 Magdeburg*

**Kurzfassung:** Im BMBF-geförderten Projekt ArdiAS wurde ein digitales Assistenzsystem mit dem Ziel entwickelt, Tätigkeiten im mobilen Service zu unterstützen. Um das entwickelte Assistenzsystem final zu evaluieren, wurde dieses mit der zuvor verwendeten Kombination aus Prüfliste und Kamera, hinsichtlich verschiedener arbeitswissenschaftlicher und arbeitsphysiologischer Kriterien verglichen. Aufgrund arbeitssicherheitsrelevanter Faktoren und des Ausschlusses von Störvariablen fiel die Entscheidung auf eine laborexperimentelle Untersuchung, welche Inspektionstätigkeiten im Kontext der Nutzung des Assistenzsystems abbildet. Ergänzend zu bereits veröffentlichten Teilen der Studie wurde die physiologische Beanspruchung mittels Herzfrequenzvariabilität erfasst. Diese Ergebnisse werden in diesem Beitrag diskutiert und den bereits veröffentlichten Ergebnissen der subjektiv erlebten Beanspruchung gegenübergestellt.

**Schlüsselwörter:** mobiler Service, digitale Assistenzsysteme, Laboruntersuchung, Instandhaltung, Beanspruchung, Herzfrequenzvariabilität

### **1. Hintergrund der Untersuchung**

Tätigkeiten im mobilen Service stellen besondere Anforderungen an die ausführenden Arbeitspersonen. Hohe fachliche Expertise, wechselnde Arbeitsumgebungen sowie der Verzicht auf den Büroarbeitsplatz sind nur einige davon (Vogl & Nies 2013). Im BMBF-geförderten Projekt „Gesundes mobiles Arbeiten mit digitalisierten Assistenzsystemen im technischen Service“ (ArdiAS, FKZ: 02L15A030 ff) wurde das digitale Assistenzsystem „Pocket-Assist“ entwickelt, welches Arbeitspersonen im technischen Service bei diesen Tätigkeiten unterstützt. Begleitet wurde das Vorhaben von mittelständischen Unternehmen, welche industrielle Dienstleistungen im Kontext des mobilen Service erbringen. Das Geschäftsfeld eines dieser Anwendungspartner umfasst unter anderem die Inspektion von Windenergieanlagen (WEA).

Die Inspektion von Windenergieanlagen wurde in Mewes et al. (2018) genauer beschrieben und wird deshalb an dieser Stelle nur kurz skizziert. Die Arbeitspersonen führen hier in einem festen Regelwerk verschiedene Prüfvorgänge an Maschinen, Anlagen und statischen Konstruktionen aus. Sämtliche Prüfschritte und die dabei gemachten Mängel werden in einem standardisierten Prüfprotokoll zusammengefasst und zusätzlich mit einer Digitalkamera dokumentiert. Aus arbeitsschutzrelevanten Aspekten werden diese Tätigkeiten in einem arbeitsteiligen Prozess in der Regel von zwei Personen durchgeführt.

Die Arbeitstätigkeit erfolgt unter speziellen Bedingungen, welche unterschiedliche Anforderungen an die Arbeitspersonen stellen. So sind beispielsweise aufgrund hoher Absturzgefahr strenge Sicherheitsvorschriften zu beachten. Weiterhin erfolgt ein häufiger Wechsel des Arbeitsortes, was mit einer hohen Variabilität von Arbeitsumgebungsbedingungen (insbesondere Gefahrenstellen) einhergeht. Auffällig ist auch die räumliche Enge aufgrund der baulichen Gegebenheiten. Da die Wartung einer Maschine im Vergleich zur eigentlichen Funktionsausführung sehr selten stattfindet, werden andere konstruktive Eigenschaften gegenüber der Wartbarkeit bevorzugt. Aus diesem Grund sind Servicearbeitsplätze nur selten ergonomisch optimiert. Im Maschinenhaus der WEA ist der eingeschränkte Bewegungsraum besonders auffällig. Weiterhin finden die Inspektionen häufig in ländlichen Gegenden statt, in denen aktuell nicht mit einer stabilen Internetverbindung geplant werden kann. (Mewes et al. 2018)

Um diese (und andere) Servicetätigkeiten zu unterstützen, wurde das entwickelte digitale Assistenzsystem „Pocket-Assist“ eingesetzt. Dieses ermöglicht verschiedenen mobilen Smart-Devices den Zugriff über ein von einem Einplatinencomputer (Raspberry Pi) aufgebautes Wireless-LAN (Mewes et al. 2019a). Zur finalen Evaluation wurden sowohl das finale System (ausgeführt auf einem Huawei P20 lite Smartphone), als auch die zuvor von den Inspektoren verwendete Prüfliste (in Papierformat) mit Kamera hinsichtlich Effizienz und Menschgerechtigkeit untersucht.

## 2. Versuchsaufbau

Die Evaluation des Assistenzsystems wurde aus Gründen der Arbeitssicherheit und mit dem Ziel des Ausschlusses von Störvariablen im Labor durchgeführt. Der Aufbau des Versuchsfeldes basiert auf Mewes et al. (2019) und wurde im Anschluss an Mewes et al. (2020) leicht adaptiert. Weitere im Rahmen der Versuchsreihe entstandene Ergebnisse sowie eine umfangreiche Beschreibung des Versuchsaufbaus finden sich in Mewes (2021).

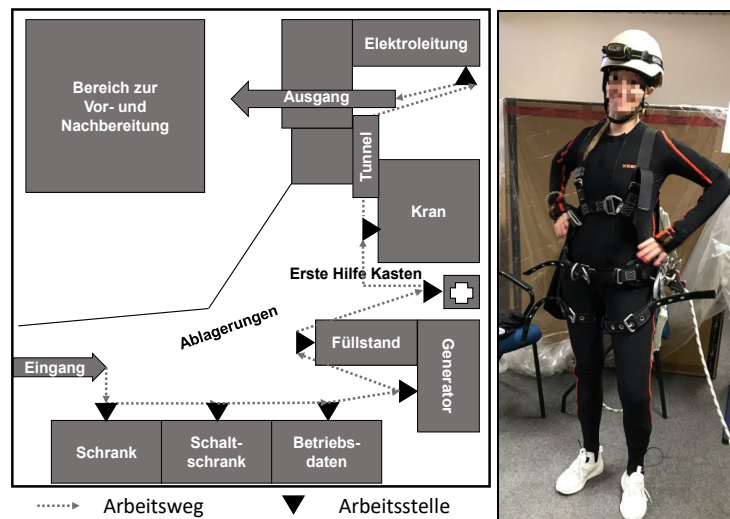
In diesem Beitrag werden die im Versuch erfassten Vitaldaten zur Ermittlung der objektiven Beanspruchung mit den Daten aus dem zusätzlich durchgeführten NASA-RTLX nach Hart (2006) zur Einschätzung der subjektiv erlebten Beanspruchung verglichen und diskutiert.

Vor der Durchführung der Versuche wurden die Versuchspersonen zunächst über deren Hintergrund und Zielstellung der Studie aufgeklärt. Im Anschluss erfolgte eine kurze Einweisung in die einzelnen Arbeitsstationen. Alle hierbei gegebenen Informationen waren auch im Assistenzsystem und der Prüfliste mit Kamera hinterlegt und ließen sich während des Versuchs abrufen. Anschließend wurden die Versuchspersonen mit einem mobilen 3-Kanal-EKG-Gerät (Modell MT-101, Schiller AG, Baar, Schweiz) ausgestattet. Dies erlaubte später, aus der erfassten Datenreihe der Abstände zwischen zwei Herzaktionen (RR-Datenreihe) eine Analyse der Herzfrequenzvariabilität (HRV) mit dem Programm Kubios HRV Version 2.0 (Kubios, Kuopio, Finnland) durchzuführen.

Zusätzlich wurde den Versuchspersonen ein Klettergeschirr angelegt, welches auch im Rahmen der Servicetätigkeit getragen wird. Nach der für die Ermittlung der Baseline-HRV nötigen Ruhephase von fünf Minuten begannen die Versuchspersonen mit der Bearbeitung ihrer Aufgaben im Versuchsfeld.

In der Studie wurden vier Versuchsdurchgänge pro Versuchsperson mit jeweils einem der Arbeitsmittel (Assistenzsystem oder Prüfliste mit Kamera) in alternierender

Folge durchgeführt. Während der Versuche bearbeiteten die Versuchspersonen verschiedene Prüfaufgaben mit dem jeweiligen Arbeitsgerät, welche ihnen vor der Untersuchung erläutert wurden. Die Reihenfolge des zuerst verwendeten Arbeitsmittels wurde randomisiert. Nach den einzelnen Versuchsdurchgängen wurden die subjektiv erlebte Beanspruchung der Versuchspersonen mithilfe des NASA-RTLX erfasst und analog zu Mewes et al. (2019a) die Fehlerzustände im Versuchsfeld variiert. Nach Beendigung des letzten Durchlaufs erfolgte eine Bewertung beider Systeme nach ISONORM-9241. Abbildung 1 zeigt die Ausrüstung der Versuchspersonen vor der Versuchsdurchführung sowie eine schematische Darstellung des Versuchsfelds.



**Abbildung 1:** Versuchsaufbau (links); Ausstattung der Versuchspersonen (rechts)

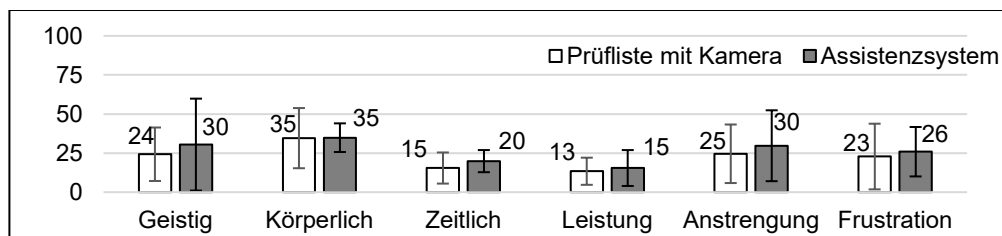
Die Erfassung der Daten mit dem EKG-Gerät erfolgte über die gesamte Versuchszeit. Die HRV-Analyse der RR-Datenreihe aus den mittleren 5 Minuten der Arbeitsphase erfolgt mittels mathematischer Methoden im Zeit- und Frequenzbereich sowie mit den nichtlinearen Methoden entsprechend Empfehlungen der internationalen und nationalen Leitlinien (Malik 1996; Sammito et al. 2016; Sammito et al. 2016; Sassi et al. 2015).

Die HRV beschreibt die Änderung des zeitlichen Abstandes zwischen zwei Herzschlägen bzw. Herzaktionen. Die Änderung dieser Abstände ist eine Fähigkeit des vegetativen Nervensystems, sich an bestimmte Situationen anzupassen. So reagiert der Organismus zum Beispiel auf Stress mit einer Reduzierung der HRV, bei Beruhigung der Situation erhöht sich die HRV infolge der Zunahme der parasympathischen Aktivierung wieder. Dabei handelt es sich um einen wichtigen Kompensationsmechanismus des Körpers in der Regulation des Herzkreislaufsystems.

Eine regelmäßige Einnahme von Medikamenten (z. B.  $\beta$ -Blocker), relevante Vorerkrankungen (Diabetes mellitus, Schilddrüsenerkrankungen, arterielle Hypertonie), die Häufigkeit von Extrasystolen im EKG (mehr als 1 % aller Herzaktionen) sowie die artefaktüberlagerten EKG-Aufnahmen gehörten zu den Ausschlusskriterien dieser Studie. Die Daten des NASA-RTLX und der HRV-Analyse wurden mit SPSS Statistics 26 (Fa. IBM, Armonk, New York, USA) erfasst und ausgewertet.

### 3. Ergebnisse der Vitaldaten

Von den insgesamt 18 Versuchspersonen konnten nach den Ausschlusskriterien von 14 verwertbare Vitaldaten erhoben werden. Da ein Großteil der Daten (nach Shapiro-Wilk-Test) nicht normalverteilt war, wurden Vergleiche mittels nichtparametrischen Verfahren Wilcoxon-Tests durchgeführt. Im Vergleich der Prüfliste mit Kamera und des Assistenzsystems zeigen sich mittels Wilcoxon-Tests jedoch keine signifikanten Unterschiede in der subjektiv erlebten Beanspruchung – auf eine tabellarische Darstellung wird aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet. Dabei wurden ausschließlich Daten der Durchgänge verwendet, in denen die Versuchspersonen zum zweiten Mal mit dem jeweiligen Arbeitsmittel interagierten. Ziel war es, Ausreißer zu vermeiden, die insbesondere im ersten Versuchsdurchlauf auftraten, bei welchem die Versuchspersonen noch keine Erfahrung mit dem Versuchsablauf oder den Arbeitsmitteln vorwiesen. Abbildung 2 zeigt die unterschiedlichen Ausprägungen der Anforderungen im Durchschnitt über alle Teilversuchsdurchläufe und VP-Gruppen.



**Abbildung 2:** Ausprägung des NASA-RTLX über alle Versuchspersonen (n=18) (Mewes 2021)

Im Frequenzbereich werden die Schwankungen der NN-Intervallreihen mithilfe einer Spektralanalyse in frequenzabhängige Oszillationen übertragen. Am weitesten verbreitet sind die Fast Fourier-Transformation und die Autoregression. In dieser Studie wird für die Berechnung der Spektren die Autoregression angewendet, da sie in kurzen Zeitintervallen robuster ist als die Fast Fourier-Transformation (Berntson et al. 1997; Hoos 2006; Sammito & Böckelmann 2015). Bei den Vergleichen der HRV-Parameter wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede gefunden.

Die Korrelationen zwischen den Vitalparametern und den jeweiligen Ausprägungen der Subskalen des NASA-RTLX sind in (Tabelle 1) dargestellt.

**Tabelle 1:** Korrelationen nach Spearman-Rho verschiedener Vitalparameter mit den Subskalen des NASA-RTLX in der jeweiligen zweiten Verwendung der Arbeitsmittel Assistenzsystem und Prüfliste mit Kamera (n=14) (\*\* Signifikanz auf 1% Niveau; \* Signifikanz auf 5% Niveau)

Vitalparameter	Assistenzsystem						Prüfliste mit Kamera					
	Geistig	Körperlich	Zeitlich	Leistung	Anstrengung	Frustration	Geistig	Körperlich	Zeitlich	Leistung	Anstrengung	Frustration
<b>Zeitbezogene Parameter</b>												
Mean RR [ms]	0,217	-0,506	0,412	-0,416	-0,119	0,112	-0,132	-0,19	-0,166	-0,035	0,134	-0,145
SDNN [ms]	-0,31	0,254	-0,06	0,298	-0,077	-0,383	-0,368	-0,21	-0,036	-0,232	-0,118	-0,225
Mean HR [1/min]	-0,202	0,502	-0,412	0,396	0,07	-0,123	0,138	0,175	0,173	0,035	-0,143	0,122
SD HR [1/min]	-0,432	0,317	-0,327	0,449	-0,081	-0,425	-0,096	0,137	0,236	-0,035	-0,049	0,14
RMSSD [ms]	-0,462	0,21	-0,303	0,017	-0,249	-0,386	-0,317	0,183	-0,034	-0,428	-0,438	0,32
NN 50 [count]	-0,34	0,46	-0,136	0,003	-0,111	-0,176	-0,15	0,404	0,115	-0,159	-0,128	0,451
pNN 50 [%]	-0,313	0,5	0,027	-0,071	0,033	-0,147	-0,153	0,425	0,1	-0,129	-0,1	0,417

Vitalparameter	Assistenzsystem						Prüfliste mit Kamera					
	Geistig	Körperlich	Zeitlich	Leistung	Anstrengung	Frustration	Geistig	Körperlich	Zeitlich	Leistung	Anstrengung	Frustration
<b>Frequenzbezogene Parameter</b>												
LF-Peak [Hz]	0,139	-0,349	0,174	-0,291	0,212	0,21	-0,454	-0,208	-0,141	-0,259	-0,14	-0,418
HF-Peak [Hz]	0,139	-0,349	0,174	-0,291	0,212	0,21	-0,454	-0,208	-0,141	-0,259	-0,14	-0,418
LF [ms <sup>2</sup> ]	-0,492	0,486	-0,296	0,212	-0,131	-0,17	-0,083	0,241	0,193	-0,059	-0,078	0,383
HF [ms <sup>2</sup> ]	<b>-,633'</b>	0,192	-0,412	0,102	-0,162	-0,497	-0,219	-0,046	-0,213	-0,468	-0,266	0,04
TP [ms <sup>2</sup> ]	-0,33	0,299	-0,118	0,212	-0,104	-0,362	-0,446	-0,168	-0,128	-0,298	-0,25	-0,265
LF [%]	-0,399	0,187	-0,466	-0,337	-0,349	-0,047	0,248	0,27	0,081	-0,033	0,027	<b>,663''</b>
HF [%]	-0,227	-0,335	-0,377	-0,257	-0,165	-0,218	0,114	0,023	-0,182	-0,271	-0,194	0,214
LF nu	-0,065	0,438	0,083	0,305	0,043	0,168	0,223	0,345	0,429	<b>,553'</b>	0,418	0,412
HF nu	0,065	-0,438	-0,083	-0,305	-0,043	-0,168	-0,223	-0,345	-0,429	<b>-,553'</b>	-0,418	-0,412
<b>Nicht-lineare Parameter</b>												
SD1 [ms]	-0,462	0,21	-0,303	0,017	-0,249	-0,386	-0,317	0,183	-0,034	-0,428	-0,438	0,32
SD2 [ms]	-0,264	0,281	-0,02	0,309	-0,023	-0,34	-0,392	-0,186	-0,004	-0,187	-0,054	-0,247
Lmean, [1/min]	0,445	0,143	0,109	0,284	0,419	0,45	-0,154	0,19	-0,216	0,118	-0,06	-0,171
Lmax, [1/min]	0,346	0,399	0,448	0,13	0,399	0,157	0,192	-0,029	0,193	0,215	<b>,635'</b>	-0,154
REC, [%]	0,399	0,25	-0,029	0,202	0,291	0,468	0,04	0,046	-0,251	0,132	-0,121	-0,138
DET, [%]	0,303	<b>,629'</b>	-0,018	0,401	<b>,574'</b>	0,502	-0,186	-0,069	-0,311	0,039	-0,312	-0,306
ShanEn	0,494	0,176	0,189	0,34	0,453	0,508	-0,1	0,192	-0,2	0,161	-0,06	-0,194
ApEn	0,19	-0,221	0,359	<b>-,589'</b>	0,063	0,219	0,169	0,281	-0,076	-0,024	0,389	0,26
SampEn	0,257	-0,305	0,39	<b>-,561'</b>	0,025	0,251	0,23	0,217	-0,061	0,061	0,387	0,251
DFA1	-0,095	0,486	0,025	0,158	-0,081	0,069	-0,002	-0,192	-0,065	0,097	0,315	-0,06
DFA2	0,503	-0,08	0,452	-0,193	0,086	0,047	-0,437	<b>-,550'</b>	-0,447	<b>-,624'</b>	-0,163	<b>-,558'</b>
D <sub>2</sub>	0,148	0,201	0,506	-0,049	0,257	0,322	0,094	0,402	0,256	0,116	0,25	0,231

## 4. Diskussion

Im NASA-RTLX wurden die ausgeprägtesten Unterschiede zwischen den Arbeitsmitteln in der geistigen Anforderung und Anstrengung ermittelt. Dabei gaben die Versuchspersonen für beide Beanspruchungskenngrößen beim Test der Prüfliste mit Kamera eine etwas geringere subjektive Beanspruchung an. Insbesondere bei der geistigen Anstrengung übersteigt die Standardabweichung beim Assistenzsystem die der Prüfliste deutlich. Dies spiegelt die hohe Anstrengung einiger Versuchspersonen bei der Verwendung des ihnen bisher unbekannten Assistenzsystems wider. Eine statistische Signifikanz in den Unterschieden der Arbeitsmittel wurde nur bei der zeitlichen Anforderung festgestellt ( $p=.009$ ).

Die Berechnung der Korrelationen ergibt sowohl bei der Prüfliste mit Kamera als auch beim Assistenzsystem nur wenige signifikante Zusammenhänge zwischen den Subskalen des NASA-RTLX und den HRV-Parametern. In Anbetracht des Tests von sechs Subskalen des NASA-RTLX bei zwei Arbeitsgeräten gegen eine große Anzahl an HRV-Parameter, ist hier eher ein zufälliger Befund zu vermuten. Einer der sachlogisch begründbaren Befunde ist jedoch die Korrelation der High Frequency Power (HF) mit der geistigen Anforderung an die Arbeitsaufgabe beim Assistenzsystem. Dies spricht für eine geringere parasympathische Aktivität bei höherer geistiger Anstrengung.

Alle Untersuchungsteile sind wegen des organisatorischen Aufwands der Untersu-

chung mir sehr geringen Stichprobengrößen durchgeführt worden. Eine Folgeuntersuchung mit höherer Versuchspersonenanzahl könnte deutlich belastbarere Ergebnisse erzeugen.

## 5. Literatur

- Berntson G G, Bigger J T, Eckberg D L, Grossman P, Kaufmann P G, Malik M, Nagaraja H N, Porges S W, Saul J P, Stone P H, van der Molen M W (1997) Heart rate variability: origins, methods, and interpretive caveats. *Psychophysiology* 34 (6): 623–648.
- Hart S G (2006) Nasa-Task Load Index (NASA-TLX); 20 Years Later. proceedings of the human factors and ergonomics society 50th annual Meeting, 904–908.
- Hoos O (2006) Spektralanalyse der Herzfrequenzvariabilität im Sport – Methoden und Anwendungen, Möglichkeiten und Grenzen. In: Hottenrott K (Hrsg.) Herzfrequenzvariabilität: Methoden und Anwendungen in Sport und Medizin. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaften 28–63. Feldhaus Ed., Czwalina, Hamburg.
- Malik M (1996) Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Eur Heart J* 17(3): 354–381
- Mewes E (2021) Entwicklung digitaler Assistenzsysteme für den technischen Service Dissertation an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg: <http://dx.doi.org/10.25673/37112>.
- Mewes E, Schmicker S, Waßmann S, Mecke R, Böckelmann I (2018) Entwicklung und Durchführung einer Anforderungsanalyse zur Identifikation von nutzerunterstützenden Anwendungspotenzialen digitaler Assistenzsysteme in mobilen Servicetätigkeiten. ARBEIT(S).WISSEN.SCHAF(F)T Grundlage für Management & Kompetenzentwicklung: Dokumentation des 64. Arbeitswissenschaftlichen Kongresses, B.1.3. Dortmund: GfA-Press.
- Mewes E, Waßmann S, Adler S, Schmicker S (2020) Laborexperiment zum Vergleich digitaler Endgeräte als Assistenzsystemhardware für die Anwendung in der mobilen Instandhaltung. Digitale Arbeit, digitaler Wandel, digitaler Mensch? Proceedings des 66. Frühjahrskongresses der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft B.19.5, Dortmund: GfA-Press.
- Mewes E, Waßmann S, Adler S, Minow A, Schmicker S (2019) Entwicklung eines Laboraufbaus zur Erprobung eines digitalen Assistenzsystems für den Einsatz in der mobilen Instandhaltung. Arbeit interdisziplinär analysieren - bewerten – gestalten Dokumentation des 65. Arbeitswissenschaftlichen Kongresses, D.1.5, Dortmund: GfA-Press.
- Sammito S, Böckelmann I (2015) Analyse der Herzfrequenzvariabilität. Mathematische Basis und praktische Anwendung. *Herz (Supplement 1)*: 76–84.
- Sammito S, Thielmann B, Seibt R, Klusmann A, Weippert M, Böckelmann I (2016) AWMF Leitlinie: Nutzung der Herzschlagfrequenz und der Herzfrequenzvariabilität in der Arbeitsmedizin und der Arbeitswissenschaft. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 51 (2): 123–141.
- Sammito S, Thielmann B, Seibt R, Klusmann A, Weippert M, Böckelmann I (2015) Guideline for the application of heart rate and heart rate variability in occupational medicine and occupational science. *ASUI* 2015 (06): 1–29.
- Sassi R, Cerutti S, Lombardi F et al. (2015) Advances in heart rate variability signal analysis: joint position statement by the e-Cardiology ESC Working Group and the Euro pean Heart Rhythm Association co-endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society. *Europace* 17:1341–1353. <https://doi.org/10.1093/europace/euv015>.
- Vogl G, Nieß G, (2013) Mobile Arbeit - Betriebs und Dienstvereinbarungen – Analyse und Handlungsempfehlungen Bund-Verlag GmbH, Frankfurt am Main für Management & Kompetenzentwicklung.

**Danksagung:** Besonderer Dank gilt Markus Hillmert und Annette Bergmüller für die Unterstützung bei der Umsetzung der Studie. Weiterer Dank gilt Prof. Simon Adler und Prof. Rüdiger Mecke für Ihre konzeptionelle Unterstützung.

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird im Rahmen des Programms „Zukunft der Arbeit“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und dem Europäischen Sozialfonds (ESF) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.



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](mailto:info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de) · [www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de](http://www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de)

### **Screen design und Umsetzung**

© 2022 fröse multimedia, Frank Fröse

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de) · [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)