

## **Alternative Ansätze für den Einsatz von Wearables als Element der Belastungs-/Beanspruchungsermittlung**

Torsten MERKEL

*Professur für Arbeitswissenschaft, Institut für Produktionstechnik  
Westfälische Hochschule Zwickau  
Dr.-Friedrichs-Ring 2a, D-08056 Zwickau*

**Kurzfassung:** Wearables stellen nach Auffassung des Autors eine wichtige Ergänzung für die Durchführung von Arbeitsstudien als Teil der Belastungs-/Beanspruchungsermittlung dar. Obwohl eine Reihe der im Handel angebotenen Wearables direkte Unterstützung bei der Gesunderhaltung im Arbeitsalltag offerieren, können die verfügbaren Lösungen notwendige Anforderungen aus arbeitswissenschaftlicher Sicht nicht erfüllen.

Im Rahmen der Arbeiten einer Nachwuchsforschergruppe entstand seit Mitte 2017 ein Stufenmodell zur arbeits- und gesundheitsbezogenen Assistenz durch den Einsatz von Wearables. Neben der Ergänzung handelsüblicher Produkte durch eine eigenen Softwarelösung, wurden eigene messtechnische Ideen und Formen einer tätigkeitsbegleitenden Datenermittlung umgesetzt. Mit Schaffung einer in allen Bereichen den Anforderungen der DSGVO entsprechenden Datenermittlung, -speicherung, -freigabe und -verwaltung wurden die für eine wissenschaftliche Begleitung von Arbeitsprozessen notwendigen Rahmenbedingungen geschaffen.

Der Beitrag stellt neben dem Stufenmodell, den Entwicklungsstand des technischen Equipments, der verfügbaren Auswertungen sowie ausgewählte Tests und weiterführende Konzepte vor.

**Schlüsselwörter:** Wearables, Ergonomie, Prävention, Training, Arbeitsstudien

### **1. Ziel**

Im Mittelpunkt des Beitrages stehen Forschungsarbeiten zur Entwicklung eines tätigkeitsbegleitenden- bzw. anforderungsorientierten Assistenzsystems, welches sich auf einzelnen bzw. modular zu kombinierenden Wearables aufbaut. Eine eigene Softwarelösung synchronisiert Messdaten aus Quellen unterschiedlicher Sensoren, so dass die Auswertung arbeitsbezogener Belastungs- und Beanspruchungsmerkmale möglich wird. In Abhängigkeit der geplanten Ausbaustufen unterscheiden sich die Einsatzbereiche deutlich. Im einfachsten Fall erfolgte eine individuelle Auswertung der Vitaldaten des jeweiligen Nutzers aus größeren Zeiträumen von mindestens einer Woche sowie länger ausgeführten Tätigkeiten. Entsprechende Auswertungen dienen vorzugsweise der Eigenreflektion als Element einer Verhaltensprävention. Im Vergleich dazu sind in der höchsten Ausbaustufe Aufzeichnung von Daten mehrerer kombinierter Sensoren und die Möglichkeit einer arbeitswissenschaftlichen Begleitung ganzer Abteilungen vorgesehen. Derartige Studienergebnisse sind ausschließlich durch geschultes Fachpersonal auszuwerten. Auf Grundlage der erhobenen Fakten lassen sich durch Wissenschaftler, Berater oder speziell geschultes Personal

konkrete Gestaltungsvorschläge erarbeiten. Im Weiteren sollen mit dem Assistenz- und Messsystem auch die Effekte von Gestaltungsansätzen durch weiterführende Analysen untersucht, verglichen und bewertet werden. Mit der Zahl durchgeführter Projekte soll damit die Treffsicherheit möglicher automatisch generierter Gestaltungsansätze iterativ verbessert werden.

## **2. Vorarbeiten**

Über zahlreiche Testreihen und ausgewählte Pilotstudien konnte die Leistungsfähigkeit diverser Wearables, deren Ursprünge in den Bereichen Fitness, Sport und Life-Style liegen, nach Merkel (2018) untersucht und klassifiziert werden. Festgestellte Defizite wurden in dem interdisziplinären Team diskutiert, um Alternativen oder eigene konzeptionelle sowie technische Lösungen herauszuarbeiten. Im Rahmen der Suche nach geeigneten Ideen und Lösungen bildete sich ein Netzwerk von Fachexperten aus Forschungseinrichtungen und der Industrie. Schnell konnte so auf bereits vorliegende Ansätze anderer Entwicklungs-Teams zurückgegriffen werden. Das Interesse von Industriepartnern bot die Möglichkeit, erste Prototypen des Assistenten unmittelbar im Anschluss an den Laboreinsatz in verschiedenen realen Arbeitsprozessen eines Produktionsunternehmens zu testen. Die Ergebnisse der Messreihen, aber auch das direkte Feedback von Beteiligten im Unternehmen halfen bei der weiteren Detaillierung des in Entwicklung befindlichen Assistenzsystems.

Zu den auf diese Weise herausgearbeiteten Notwendigkeiten gehörte die Entwicklung einer Software zur Erfassung der individuell wahr genommenen psychischen Beanspruchung. Eine besondere Herausforderung stellte die zeitliche Synchronisation von Daten dar, welche durch unabhängig voneinander gesteuerte Sensoren mit abweichender Häufigkeit gemessen werden. Um eine mögliche Korrelation von Messdaten aus unterschiedlichen Quellen zu prüfen, war die Synchronisation hardwarebedingt unterschiedlich getakteter Messzyklen für die Auswertung der Daten notwendig. Da das Team davon ausgeht, auch künftig neu verfügbare Sensoren und Wearables zu integrieren, war dieser Entwicklungsschritt für die Schaffung eines zukunftsfähigen, modularen Systems von immanenter Bedeutung.

Die Ergebnisse der Datenanalyse sind im Anschluss grafisch aufzubereiten, so dass dem Nutzer eine kurz- und langfristige Reflektion von Entwicklungen seiner Belastungs-/Beanspruchungssituation ermöglicht wird. Auf Wunsch lassen sich geeignete Handlungsvorschläge generieren und vom Nutzer aktiv abrufen.

Entsprechend des jeweiligen Nutzungskontext wurden drei aufeinander aufbauende Stufen des Mess- und Assistenzsystems erarbeitet.

## **3. Stufe 1 – „midas Basic“**

„midas Basic“ stellt die unterste Niveaustufe des Assistenzsystems dar. Als Nutzergruppe wurden ausschließlich Einzelpersonen definiert, welche aus der Messung ihrer individuellen Vitalparameter Rückschlüsse zur Wirkung arbeitsbezogener Belastungen ziehen und deren langfristige Entwicklung verfolgen möchten. Das System basiert auf einer handelsüblichen Sportuhr, welche in Kombination mit einem mobilen Endgerät die Veränderungen der Herzfrequenz und die Aktivitätsraten erfasst und wochenweise darstellt. Das Ziel des Assistenzsystems besteht in der Ermittlung kardiovaskulärer Daten, um die Fähigkeit der analysierten Person zur Kompensation

arbeitsbedingter Belastungen zu bestimmen. Betrachtet werden die Intensität und Häufigkeit überdurchschnittlicher Belastungen und entsprechende Reaktionen, welche eine Interpretation von Reaktionsmustern für die Beurteilung der Erholungsfähigkeit erlauben. Die Auswertung erfolgt wochenweise, so dass kurzfristige und begrenzt eintretende Ereignisse das Gesamtergebnis nicht verfälschen. Dem Nutzer werden Trends und Warnung angezeigt, wenn sich z. B. die Entwicklung einer dauerhaften Überlastung oder eine abnehmende Erholungsfähigkeit andeuten. Es handelt sich um ein geschlossenes System. Daten können nur vom Nutzer eingesehen und von ihm aktiv frei- bzw. weitergegeben werden.

#### **4. Stufe 2 – „midas Basic+“**

„midas Basic+“ ergänzt die Erhebungen in Stufe 1 um die prozentuale Ermittlung von Tätigkeitsanteilen, welche in Anlehnung an ROHMERT von schwerer körperlicher Prägung über motorisch-reaktiv bis hin zu geistig kreativen Tätigkeitsformen reichen. Unter Nutzung des Multimoment-Häufigkeitsverfahrens können durch den Nutzer selbst oder durch eine dritte Person nach einem statistisch begleiteten Zufallsprinzip die ausgeführten bzw. vorgefundenen Tätigkeitsanteile erhoben werden. Die Klassifikation „Basic+“ stellt auf Grund der Anforderung bei der Durchführung der Multimomentstudien eine Übergangsphase zu „midas Pro“ dar. Bei diesen professionalisierten Erhebungen wird in der Regel eine Begleitung der Studien durch geschultes Personal notwendig. Die Selbstaufschreibung als Element der Multimomentstudie ist auf Grund der Doppelbelastung durch die zu analysierenden Tätigkeiten nur in wenigen Fällen möglich und sinnvoll.

Das „midas Basic+“ System bietet als zusätzliche Möglichkeit die Klassifizierung vorherrschender tätigkeitsbezogener Merkmale und ist somit in der Lage, präzisere Beurteilungen der arbeitsbedingten Belastungs-/Beanspruchungssituation sowie entsprechende Handlungsempfehlungen zu generieren.

#### **5. Stufe 3 – „midas Pro“**

„midas Pro“ erlaubt zusätzliche und detailliertere Aufzeichnung durch Ergänzung weiterer Sensoren im Vergleich zum Assistenzsystem „midas Basic“. Prinzipiell ist für den Einsatz der Pro-Versionen des Assistenzsystems „midas“ eine Begleitung durch fachlich ausgebildetes Personal vorgesehen. Entsprechende Anforderungen begründen sich einerseits aus der Notwendigkeit für das korrekte Anlegen und die fachgerechte Nutzung der zusätzlichen Messtechnik. Eine Auswertung der umfassenden Datenmengen bedarf trotz Teilautomatisierung geschultes und erfahrenes Personal. Nur auf diese Weise lassen sich sowohl Fehlmessungen z.B. durch falsch angebrachte Sensoren, als auch Fehlinterpretationen wie z.B. durch eine fehlerhafte Kombination von Ergebnissen aus diversen Datenströme verhindern. Außerdem können die beratend mitwirkenden Fachleute auf eine größere Zahl an Lösungs- und Gestaltungsansätzen für die Verbesserung der System- und Prozessergonomie zurückgreifen. Eine komplett automatisierte Auswertung ist auf Grund der Spezifik von Arbeitssituationen nicht zu erwarten oder schränkt sich auf Standardaufgaben wie die ausschließliche Datenerfassung am Bildschirm ein. Für derartige Tätigkeitsformen wird aber kein Mess- und Assistenzsystem benötigt, zumal in diesen Fällen bereits zahlreiche Ratgeber mit grundlegenden Gestaltungsansätzen existieren.

In der Auswertung werden parallele Datenströme hinsichtlich tätigkeits- und belastungsspezifischer Muster auf Basis nachweisbarer Korrelationen von Vitaldaten analysiert. In der Folge bieten sich zahlreiche Kombinationen von Möglichkeiten für die Auswertung und Interpretation der gewonnenen Daten. Denkbare Einsatzfelder sind die Begleitung von Trainingsmaßnahmen, die automatische Erkennung von grundhaften Tätigkeitsformen oder die Bewertung der Entwicklung der jeweiligen Tagesform.

Vergleiche von Arbeitstagen, Schichten oder kürzeren Zyklen einer Arbeitsausführung, z. B. im Rahmenden der Einarbeitung, werden möglich.

Ergänzend erfolgt die regelmäßige Abfrage (ca. alle 2 Stunden) zur Beurteilung der psychischen Befindlichkeiten. Unter Verwendung der Monopolaren Ratingskalen MRK von RICHTER, DEBITZ & SCHULZE (2002) werden Monotonie, Stress, Sättigung und Wohlbefinden erfasst. Durch eine ergänzende Messung der Herzratenvariabilität und des Blutdrucks lassen sich die individuelle Wahrnehmung zu den Vitaldaten in Beziehung setzen.

Im Rahmen der Beurteilung der psychischen Belastung hinterfragt einmal pro Woche eine digitale Variante des Fragebogens FIT 2.0 nach RICHTER (2010) mögliche organisationale Ursachen.

Die Begleitung der Erhebung durch Arbeitswissenschaftler ermöglicht eine unabhängige Beratung bei der Herleitung notwendiger Gestaltungsansätze und deren betriebliche Umsetzung.

Zu den besonderen Möglichkeiten von „midas Pro“ gehört auch ein Set zur zeitnahen Intervention bei möglichen arbeitsbedingten Überlastungen. Als Nutzergruppen wurde ein Einsatz für Personen mit extremen arbeitsbedingten Belastungen/Beanspruchungen wie Feuerwehr oder Rettungspersonal geplant.

## **6. „midas Dashboard“**

„midas-Dashboard“ erlaubt die Zusammenführung von Daten mehrere Personen. Grundlage dafür ist deren persönliche Freigabe ausgewählter Aufzeichnungen und Messergebnisse. Benötigt werden die Daten mehrerer Teilnehmer, einer Abteilung oder Gruppe mit vergleichbaren Belastungssituationen. Zur Wahrung der Anonymität sind je Gruppe die Daten von mindestens sechs Personen notwendig. Der Einsatz des Dashboards soll vorzugsweise als Teil eines betrieblichen Gesundheitsmanagements Anwendung finden. Die gruppen- bzw. bereichsbezogene Darstellung ergonomischer und psychischer Belastungen ermöglicht die Identifikation besonders belastender Tätigkeiten, aber auch mögliche Unterschiede bei der Art und Weise der Arbeitsausführung. Betriebliche Entscheider können auf Grundlage der Auswertungen Arbeitsgestaltungs- und Trainingsmaßnahmen ableiten, notwendige Prioritäten setzen und Gefährdungs-Kataster erstellen.

## **7. Ausblick**

Für die Ergebnisse des Projektes „midasKMU“ existieren zwei Verwertungsstrategien. Das eigentliche Messsystem soll mit Industriepartnern in einen Prozess der Professionalisierung überführt werden. So ist angedacht, das Assistenzsystem in Arbeitsbekleidung als Wearable zu integrieren. Erste Kontakte zu verschiedenen Herstellern sogenannter Smart-Clothes existieren bereits. In Kooperation mit einem

auf Arbeitsschutz spezialisiertem Anbieter von Softwarelösungen soll die Weiterentwicklung sowie die notwendige Aktualisierung der programmierten Applikationen im weiteren Lebenszyklus gesichert werden.

Eine wissenschaftliche Verwertung ist innerhalb des entstandenen Netzwerks von Forschergruppen vorgesehen. Im Einsatz des mit den Industriepartnern weiterentwickelten Mess- und Assistenzsystems sollen im Rahmen von Forschungsvorhaben und Beratungsprojekten weiterführende langfristige Studien zur arbeitsbegleitenden Erfassung, Auswertung und Interpretation von Vitaldaten als Belastungs-/Beanspruchungsindikator durchgeführt werden. Eine Unterstützung dieses Ansatzes ist durch das dauerhafte Angebot einer frei nutzbaren Applikation „midas Basic“ für handelsübliche Wearables/Trackingsysteme auf den Plattformen der meistverbreiteten mobilen Betriebssysteme vorgesehen.

## 8. Literatur

- Merkel, T. (2018): Arbeitsbegleitende Erhebung und Auswertung von Vitaldaten als Element der Gesundheitsförderung im Arbeitsprozess. In: ASU Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed 53; 10.2018, 667-676
- Richter, P. (2010). FIT - Fragebogen. Erleben von Arbeitsintensität und Tätigkeitsspielraum - ein Fragebogen zur orientierenden Analyse. In W. Sarges, H. Wottawa & C. Ross (Hrsg.), Handbuch wirtschaftspsychologischer Testverfahren, Band 2: Organisationspsychologische Instrumente. Lengerich, Berlin: Pabst Science Pbl.
- Richter, P., Debitz, U. & Schulze, F. (2002). Diagnostik von Arbeitsanforderungen und kumulativen Beanspruchungsfolgen am Beispiel eines Call-Centers. Z. Arbeitswissenschaft, 56, 67 - 76.
- Rohmert, W. (1983): „Formen menschlicher Arbeit“, In: Rohmert, W.; Rutenfranz, J. (Hrsg.): Praktische Arbeitsphysiologie. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

## **Arbeit interdisziplinär analysieren – bewerten – gestalten**

65. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Professur Arbeitswissenschaft  
Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme  
Technische Universität Dresden

Institut für Arbeit und Gesundheit  
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

27. Februar – 1. März 2019

---

## **GfA-Press**

---

**Bericht zum 65. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 27. Februar – 1. März 2019**

**Professur Arbeitswissenschaft, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme,  
Technische Universität Dresden;  
Institut für Arbeit und Gesundheit, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Dresden**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Dortmund: GfA-Press, 2019  
ISBN 978-3-936804-25-6

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

**Screen design und Umsetzung**

© 2019 fröse multimedia, Frank Fröse

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