

Kategorisierung von Wearables zur Erfassung der körperlichen Aktivität am Arbeitsplatz

Rolf ELLEGAST¹, Vera SCHELLEWALD¹, Britta WEBER¹,
Anika WEBER¹, Ulrich HARTMANN²

*¹Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung,
Alte Heerstr. 111, 53757 Sankt Augustin*

*²Hochschule Koblenz – RheinAhrCampus Remagen, Fachbereich Mathematik und
Technik, Joseph-Rovan-Allee 2, 53424 Remagen*

Kurzfassung: Bei Wearables handelt es sich um am Körper des Benutzers getragene Computer-/Sensorsysteme, die kontextbezogen mit dem Nutzer interagieren. Beispiele für Wearables sind Smartwatches, Fitnesstracker und intelligente Kleidungsstücke, die physiologische Kennwerte aufzeichnen und dem Nutzer z. B. Hinweise zu seiner körperlichen Aktivität liefern können. Ein Anwendungsgebiet in der Arbeitswelt ist die Untersuchung bewegungsarmen Verhaltens am Arbeitsplatz. Ziel dieser Untersuchung war es, geeignete Wearables zur Erfassung physischer Aktivitäten am Arbeitsplatz zu identifizieren und im Folgenden ein Klassifikationsschema für verschiedene Anwendungsbereiche zu entwickeln. Anhand von Auswahlkriterien können Nutzer die für ihre Anwendung geeigneten Wearables identifizieren.

Schlüsselwörter: Wearables, physische Aktivität, Klassifizierung, Auswahlverfahren für Nutzer

1. Einleitung

„Tragbare Technologie“ – die wörtliche Übersetzung des Begriffes „wearable“ - ist ein wichtiger aktueller Techniktrend, der auch in der Arbeitswelt angekommen ist. Bei Wearables handelt es sich um am Körper des Benutzers getragene Computer-/Sensorsysteme, die kontextbezogen mit dem Nutzer interagieren. Grundsätzlich ist ein wearable in der Lage unterschiedliche Arten von Daten zu sammeln und zu speichern, je nachdem welche Arten von Sensoren integriert sind. Weit verbreitete Beispiele für Wearables sind Smartphones, „schlaue“ Armbanduhren (smartwatches) und Fitnesstracker, die physiologische Kennwerte aufzeichnen und dem Nutzer Hinweise zu seiner körperlichen Aktivität liefern. Aber auch intelligente Kleidungsstücke („smart textiles“), in die Sensoren integriert sind, sind zunehmend kommerziell verfügbar. Das Tragen dieser Geräte soll ähnlich unkompliziert und „intuitiv“ sein wie das Tragen tatsächlicher Kleidung und modischer Accessoires, wie z. B. Schmuck.

Die Krankenkassen beobachten diese technischen Entwicklungen mit großem Interesse, da sie eine Unterstützung bei der Gesundheitsberatung darstellen können. Eine repräsentative Umfrage der IKK Classic zum Thema „Medizin- und Gesundheits-Apps“ ergab, dass bereits 22 Prozent der Deutschen Handy-Applikationen nutzen, die Gesundheitswerte kontrollieren oder Gesundheitsinforma-



Abbildung 1: wearable-Nutzungen bei der Büroarbeit (Fotos: IFA)

tionen bereitstellen (IKK 2014). 65 Prozent der Befragten standen Apps, die spezifische medizinische Werte messen und an den Arzt übermitteln können, prinzipiell positiv gegenüber. Allerdings sehen 39 % der Befragten auch die Gefahr einer Fehldiagnose bei der Nutzung von Gesundheits-Apps.

In der Arbeitswelt werden Wearables auch zunehmend eingesetzt. Ein Anwendungsgebiet ist die Untersuchung bewegungsarmen Verhaltens am Arbeitsplatz. Dies erfolgt vor dem Hintergrund, dass es zunehmend bewegungsarme Arbeitsplätze in Deutschland gibt. Insbesondere die Arbeit an Bildschirmen wird mit Bewegungsarmut in Verbindung gebracht, die auch Einfluss auf das Freizeitverhalten haben kann (TKK 2016).

Bezüglich des Zusammenhangs zwischen sitzenden Tätigkeiten und negativen gesundheitlichen Auswirkungen wurden in einer systematischen Literaturstudie zu bewegungsarmem Verhalten am Arbeitsplatz Anzeichen für eine Verbindung zu muskuloskelettalen Beschwerden, kardiovaskulären Erkrankungen und Diabetes gefunden (van Uffelen et al. 2010). In derzeit laufenden Langzeitstudien werden Wearables zur Erfassung der physischen Aktivitäten eingesetzt, um Zusammenhänge zwischen dem Bewegungsverhalten am Arbeitsplatz und der Gesundheit von Beschäftigten zu gewinnen. Dabei werden je nach Fragestellung unterschiedliche Arten von Wearables eingesetzt. Ziel dieser Untersuchung war es, geeignete Wearables zur Erfassung physischer Aktivitäten am Arbeitsplatz zu identifizieren und im Folgenden ein Klassifikationsschema für verschiedene Anwendungsbereiche zu entwickeln. Anhand einer entwickelten Auswahltablelle können Nutzer anschließend die für ihre Anwendung geeigneten Wearables identifizieren.

2. Klassifizierung von Wearables zur Erfassung und Bewertung der physischen Aktivität

In einer Markt- und Literaturrecherche wurden hierzu 250 kommerzielle Wearables zur Erfassung physiologischer Parameter identifiziert. In einem folgenden Schritt wurden Wearables gemäß ihren Eigenschaften (physiologische Output-Parameter, Tragekomfort, Tauglichkeit bzgl. Langzeitmessungen und Einsatz an Arbeitsplätzen,...) bewertet und selektiert. Aufbauend hierauf wurde ein Klassifizierungsschema bestehend aus 3 Kategorien abgeleitet (siehe Abbildung 2): Kategorie 1 beinhaltet Wearables, die an einer Körperstelle getragen werden, wohingegen smart textiles mit mehreren integrierten Sensoren in Kategorie 2 zusammengefasst wurden. Komplexe Messsysteme, die aus unterschiedlichen Arten von Sensoren befestigt an verschiedenen Körperbereichen bestehen, bilden Kategorie 3.

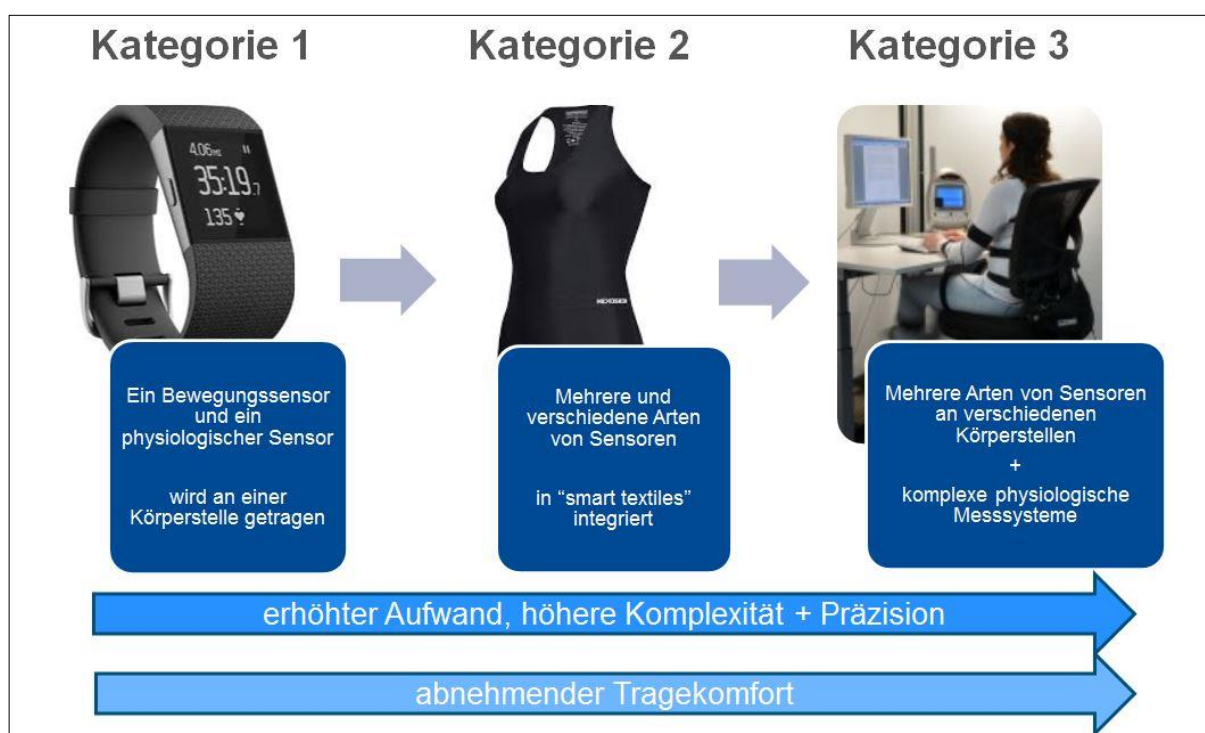


Abbildung 2: Klassifizierung von Wearables anhand der Art und Anzahl von Sensoren

2.1 Kategorie-1-Wearables

Die meisten Wearables der Kategorie 1 enthalten Beschleunigungsaufnehmer oder Inertialsensoren, die typischerweise in einem Armband integriert sind. Seltener werden diese an der Hüfte oder den unteren Extremitäten angebracht. Letztere ermöglichen in einigen Anwendungen eine Erkennung von groben Körperhaltungen/-bewegungen, wie Sitzen, Stehen, Gehen oder Radfahren (Chastin and Granat 2010; Skotte et al. 2014; Byrom et al. 2016). In den meisten Kategorie-1-Wearables sind sowohl Bewegungssensoren als auch optische Pulsmesser integriert (Atkin et al. 2012). Letztere bestehen aus einer Diode und nutzen das mit dem Herzrhythmus verändernde Absorptionsverhalten der Blutgefäße aus. Die Genauigkeit dieser Sensoren ist jedoch beschränkt, da Fehlmessungen u. a. durch Kontaktprobleme,

unterschiedliche Hauttypen oder auch Streulicht aus der Umgebung auftreten können. Eine grobe Abschätzung des Energieumsatzes in Kilokalorien oder METs erfolgt z. B. durch Aufbereitung der kombinierten Beschleunigungs- und Herzfrequenzdaten (Strath et al. 2013).

2.2 Kategorie-2-Wearables

Genauere kinematische und physiologische Messungen können mit Kategorie-2-Wearables durchgeführt werden. Diese bestehen aus mehreren kinematischen und physiologischen Sensoren, die nicht nur an einer Körperposition, sondern in einer Körperregion, z. B. am Oberkörper, angebracht sind. Typische Beispiele für Kategorie-2-Wearables sind smarte Textilien, aber auch Kombinationen aus mehreren Sensoren, die an verschiedenen Positionen einer Körperregion angebracht sind. Bezüglich der Herzfrequenzmessungen sind in dieser Kategorie meist elektrische Systeme mit Elektroden integriert. Diese ermöglichen eine genauere Abschätzung des Energieumsatzes und der physischen Aktivität (Brage et al. 2005; Corder et al. 2005). Beim Einsatz von smarten Textilien muss hier allerdings eine genaue Positionierung auf der Haut über längere Messzeiten gewährleistet sein.

2.3 Kategorie-3-Wearables

Kategorie-3-Wearables bestehen aus mehreren kinematischen und physiologischen Sensoren, die an verschiedenen Körperregionen angebracht sind. Der Genauigkeitsanspruch bei der Messung von Körperhaltungen, -bewegungen, physischer Aktivitätsmaße und Energieumsätze ist vergleichbar mit dem von Laborsystemen und wesentlich höher als bei Wearables der Kategorien 1 und 2. Ein Beispiel für ein Kategorie-3-Wearable ist das CUELA-Messsystem, dessen Messdaten auch als Eingabedaten für biomechanische Modelle genutzt werden können (Ellegast et al. 2010). Aufgrund der Komplexität und des erhöhten Kalibrieraufwandes werden Kategorie-3-Messsysteme in der Regel von ergonomischen Experten in Feldmessungen eingesetzt.

3. Anwendungsspezifische Auswahl von Wearables

Allgemein gilt, dass mit steigender Anzahl an Sensoren auch der Umfang und die Präzision der erfassten physiologischen Daten steigt. Häufig kann es aber durch die höhere Komplexität der Systeme Einbußen beim Tragekomfort geben und ein erhöhter Aufwand bei der Nutzung entstehen. Bei der Auswahl eines Wearables als technisches Messinstrument zur Erfassung der physischen Aktivität am Arbeitsplatz müssen daher die Eigenschaften der Geräte beachtet werden. Es stellt sich die Frage, welches Gerät die gewünschten Parameter erfassen kann und somit zuverlässig die Ergebnisse zur Beantwortung der Forschungsfrage der Untersuchung liefert. In Tabelle 1 ist eine Auswahltablelle für die Nutzung von Wearables in Abhängigkeit des jeweilig geplanten Einsatzes dargestellt. Kriterien bei der Planung der Nutzung sind hierbei u. a. die erforderliche Genauigkeit der Messdaten, die Zugänglichkeit der Messdaten nach Abschluss der Messungen, die Messdauer, die Anzahl der zu untersuchenden Probanden und die Kosten der Untersuchung. Die jeweiligen Anforderungen kann der Anwender von Wearables so im Vorfeld einer Untersuchung überprüfen.

Table 1: Auswahltabelle zur Nutzung von Wearables mit Bewertungen für unterschiedliche Einsätze, Legende: „+“ empfohlen, „o“ teilweise empfohlen, „-“ nicht empfohlen

		Kategorie 1	Kategorie 2		Kategorie 3
		Einzelanbringung	smarte Textilien	wenige Sensoren	komplexe Messsysteme
Genauigkeitsanforderung (Messdaten)	gering	+	+	-	-
	moderat	-	o	+	-
	hoch	-	-	-	+
Datenzugänglichkeit	kein Zugang zu Rohdaten erforderlich	+	o	-	-
	begrenzter Zugang zu Rohdaten erforderlich	-	+	+	-
	voller Zugang zu Rohdaten erforderlich	-	-	o	+
Expertenwissen zur Datenanalyse	nicht verfügbar	+	o	-	-
	teilweise verfügbar	+	+	o	-
	voll verfügbar	+	+	+	+
Messdauer und Batteriehaltbarkeit	≤ als 1 Arbeitstag	+	+	+	+
	2 - 3 Arbeitstage	+	o	o	-
	4 oder ≥ Arbeitstage	+	o	-	-
Anzahl der zu untersuchenden Probanden	gering	+	+	+	+
	moderat	+	+	o	o
	viele	+	o	-	-
Kosten pro Proband	gering	+	-	-	-
	moderat	+	+	o	-
	hoch	+	+	+	+
Anforderungen an Anbringung der Geräte	einfach	+	o	-	-
	moderat	-	+	o	-
	Hoch (Expertensystem)	-	-	+	+

4. Ausblick

Die beschriebenen Aktivitäten zur Klassifizierung und Bewertung von Wearables führt das IFA als Teil des PEROSH-Verbundes europäischer Arbeitsschutz-Institute durch. PEROSH steht für „Partnership for European Research in Occupational Safety and Health“ und ist ein Verbund aus 13 europäischen Arbeitsschutz-Instituten, die gemeinsame Forschungsaufgaben abstimmen und zugehörige Projekte durchführen. Unter Leitung des dänischen NRCWE-Instituts (National Research

Centre for the Working Environment) wird derzeit eine europäische Handlungsempfehlung zur Messung physischer Aktivitäten erstellt (PEROSH 2016). Neben einer Klassifizierung von Wearables zur Messung physischer Aktivitäten werden hier konkrete Anwendungsszenarien für die jeweiligen Wearable-Kategorien beschrieben werden.

5. Literatur

- Brage S, Brage N, Franks PW, Ekelund U, Wareham NJ (2005) Reliability and validity of the combined heart rate and movement sensor Actiheart. *Eur.J Clin Nutr.*, 59, 561-570.
- Byrom B, Stratton G, Mc CM, Muehlhausen,W (2016) Objective measurement of sedentary behaviour using accelerometers. *Int.J Obes.(Lond).*, 40, 1809-1812.
- Chastin SF, Granat MH (2010) Methods for objective measure, quantification and analysis of sedentary behaviour and inactivity. *Gait.Posture.*, 31, 82-86.
- Corder K, Brage S, Wareham NJ, Ekelund U (2005) Comparison of PAEE from combined and separate heart rate and movement models in children. *Med Sci.Sports Exerc.*, 37, 1761-1767.
- Ellegast RP, Hermanns I, Schiefer C Feldmesssystem CUELA zur Langzeiterfassung und –analyse von Bewegungen an Arbeitsplätzen. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft* 64 (2010) Nr. 2, 101-110.
- IKK Classic (2014) Umfrage Medizin- und Gesundheits-Apps. <https://www.ikk-classic.de/export/de/.galleries/Dokumente-Presse/Ergebnisse-Umfrage-Medizin-und-Gesundheits-Apps.pdf> (Stand 13.12.2016)
- PEROSH (2016) PEROSH recommendations for procedures to measure occupational physical activity and workload. <http://www.perosh.eu/research-projects/perosh-projects/perosh-recommendations-for-procedures-to-measure-occupational-physical-activity-and-workload/> (Stand 13.12.2016)
- Skotte J, Korshoj M, Kristiansen J, Hanisch C, Holtermann A (2014) Detection of physical activity types using triaxial accelerometers. *J Phys Act.Health.*, 11, 76-84.
- Strath SJ, Kaminsky LA, Ainsworth BE, Ekelund U, Freedson PS, Gary RA, Richardson CR, Smith DT, Swartz AM (2013) Guide to the assessment of physical activity: Clinical and research applications: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.*, 128, 2259-2279.
- TKK (2016) *Beweg Dich Deutschland – TK Bewegungsstudie 2016*. Techniker Krankenkasse (Hrsg.), Hamburg 2016. <https://www.tk.de/centaurus/servlet/contentblob/819848/Datei/163832/TK-Bewegungsstudie-2016-Beweg-dich-Deutschland.pdf> (Stand 13.12.2016)
- van Uffelen JG, Wong J, Chau JY, van der Ploeg HP, Riphagen I, Gilson ND, Burton NW, Healy GN, Thorp AA, Clark BK, Gardiner PA, Dunstan DW, Bauman A, Owen N, Brown WJ. Occupational sitting and health risks: a systematic review. *Am J Prev Med.* 2010 Oct;39(4):379-88.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Soziotechnische Gestaltung des digitalen Wandels – kreativ, innovativ, sinnhaft

63. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

FHNW Brugg-Windisch, Schweiz

15. – 17. Februar 2017

GfA Press

Bericht zum 63. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 15. – 17. Februar 2017

FHNW Brugg-Windisch, Schweiz

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Dortmund: GfA-Press, 2017

ISBN 978-3-936804-22-5

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.

USB-Print: Dr. Philipp Baumann, Olten

Screen design und Umsetzung

© 2017 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de