

## **Erfassung von Vitalparametern in ausgewählten Arbeitsszenarien zur Stressdetektion**

Maria NISSER<sup>1</sup>, Steffen DERLIEN<sup>1</sup>, Johanna HÜBSCHER<sup>2</sup>, Ulrich SMOLENSKI<sup>1</sup>

*<sup>1</sup> Institut für Physiotherapie, Universitätsklinikum Jena  
Am Klinikum 1, D-07747 Jena*

*<sup>2</sup> Ehemals Lehrstuhl für Sportmedizin, Friedrich-Schiller-Universität Jena  
Wöllnitzer Str. 42, D-07749 Jena*

**Kurzfassung:** Die Zunahme stressiger Situationen am Arbeitsplatz stellt einen bedeutenden Einfluss auf den Gesundheitszustand von Arbeitnehmern dar. Um gesundheitsfördernde Maßnahmen einzuleiten sind individuelle Messungen der Stressparameter notwendig. In einer Pilotphase werden Vitalparameter während unterschiedlicher Arbeitstätigkeiten unter Laborbedingungen aufgenommen. Dabei stehen kontaktbasierte Sensoren zur Verfügung. Aus den Ergebnissen sollen Schlussfolgerungen für eine großangelegte Studie und zudem Entwickler-relevante Ableitungen hinsichtlich der kontaktfreien Messung getroffen werden.

**Schlüsselwörter:** Stress, Arbeitsplatz, kontaktbasierte Sensorik, Vitalparameter

### **1. Hintergrund/Ziel**

Die vierte industrielle Revolution, kurz Industrie 4.0, führt seit Jahren zu Veränderungen in der Arbeitswelt. Im besonderen Ausmaß beeinflusst die technologische Beschleunigung Arbeitsaufgaben und -bedingungen aber auch die Arbeitsorganisation. Zu den positiven Effekten dieses Wandels zählt der Einsatz von innovativen Maschinen, die schwere körperliche Arbeiten übernehmen und somit den Arbeiter entlasten. Darüber hinaus ist als direkte, negative Auswirkung eine Arbeitsintensivierung eingetreten, die durch zunehmend wahrgenommenem Zeit- und Leistungsdruck negative Effekte auf die Arbeitnehmer haben kann. [Korunka 2015, Handrich et al. 2015, Dhondt 2012; Lohmann-Haislah 2012] Dabei kann der durch Überbelastung oder Unterbelastung (hervorgerufen durch monotone Arbeitsabläufe) empfundene Stress zur Folge haben, dass Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems oder des Muskelskelet-Systems auftreten. Die daraus resultierenden Fehlzeiten können demnach in direkter Verbindung zu berufsbedingten psychischen Belastungen stehen. Eine Verschiebung innerhalb der Krankenstände von physischen Ursachen hin zu psychischen ist seit Jahren zu verzeichnen. [Rothe 2016] Die direkt auf den Körper einwirkenden Belastungen werden als Beanspruchung bezeichnet und können anhand einer erhöhten Aktivität von Vitalparametern belegt werden. [Joiko K, Schmauder M, Wolff G 2010] Diese Beanspruchung wird herangezogen, um Ableitungen hinsichtlich des Stresslevels vorzunehmen. Zur Erfassung dieser Vitalparameter werden Systeme verwendet, die im Gesundheitswesen oder der Sportleistungsdiagnostik zum Einsatz kommen. Eines der größten Nachteile dieser Systeme stellt die körpernahe Anwendung dar. So lassen sich die meisten Vitalparameter ausschließlich über Kontaktsensoren messen. Die zudem häufig verwendete Kabelverbindung stellt gerade im

Arbeitssetting eine erhöhte Unfallgefahr dar, die bei neuen Systemen zum Teil durch Bluetooth-Verbindungen zwischen PC und Abnahmegerät reduziert wird. Demnach steht die Entwicklung körperferner Sensoren im Forschungsinteresse, da sich mit Ihnen u.a. mehr als nur eine Person erfassen ließe, die zudem keiner erhöhten Unfallgefahr ausgesetzt wäre, da keine Kabelverbindungen von Sensor zum Aufnahmegerät nötig sind.

Inhalt der Untersuchung ist das Aufzeigen von intra-individuellen Unterschieden hinsichtlich des Ausschlages der Vitalparameter in unterschiedlichen Arbeitsszenarien. Die daraus resultierenden Schlussfolgerungen sollen als eine Art Anforderungskatalog zur Entwicklung innovativer, praxistauglicher Sensoren Verwendung finden. Erste Ergebnisse der Pilotphase werden vorgestellt.

Das durch den Projektträger Jülich geförderte (FKZ: 03ZZ0412), vorliegende Forschungsprojekt ist Teil des Graduiertenforschungskollegs der Forschungsallianz 3Dsensation ([www.3d-sensation.de](http://www.3d-sensation.de)).

## **2. Methoden**

Im Folgenden werden die für die Pilotstudie verwendeten Instrumente sowie der Ablauf dargestellt.

Aus Gründen der Übersicht werden im vorliegenden Beitrag nur drei der fünf erfassten Parameter dargestellt. Neben den hier aufgeführten Parametern wurden zudem die Herzratenvariabilität und das EMG-Signal des Muskulus Trapezius sowohl rechtsseitig als auch linksseitig gemessen. Für die Messung wurde ebenfalls das NeXus-10 MKII verwendet.

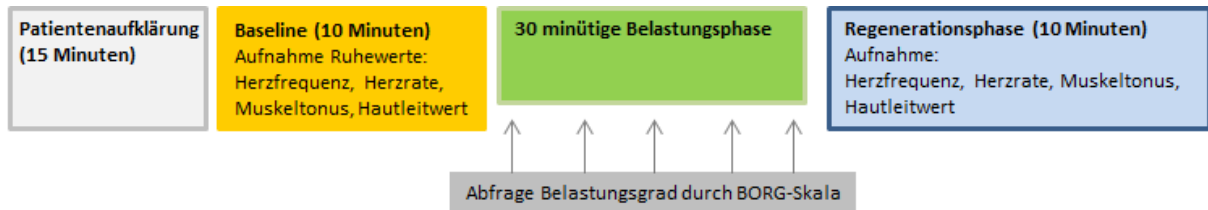
### *2.1 Probanden*

Eingeschlossen wurden gesunde Probanden, die ihre schriftliche Einwilligung zur freiwilligen Teilnahme an der Studie gaben. Ein positives Votum der Ethikkommission des Universitätsklinikums Jena liegt vor. Die Studiendurchführung entspricht den Richtlinien der Deklaration von Helsinki.

### *2.2 Durchführung*

Im Vorfeld erfolgte eine randomisierte Gruppenzuweisung der Teilnehmer über das Portal [www.random.org](http://www.random.org). Zu Beginn wurden die Ruhewerte der Vitalparameter aufgenommen. Alle Studienteilnehmer der Gruppe A wurden aufgefordert Kisten zu heben, Position von Kleingegenständen zu verändern und das Sortieren von Gegenständen vorzunehmen (entspricht Fließbandarbeiten). Während Probanden aus Gruppe B Arbeiten am PC erledigen mussten, wie Internetrecherchen zu tätigen und Powerpoint-Präsentationen zu erstellen (entspricht Bildschirmarbeitstätigkeiten). Die Belastungen wurden durch ein Mehr an Aufgaben oder einer schnelleren Umsetzung der Aufgaben erhöht. Während der gesamten Belastungszeit wurden die Vitalparameter wie u.a. Herzfrequenz und Hautleitwert der Teilnehmer aufgezeichnet und der Anstrengungsgrad über die BORG-Skala dokumentiert. Diese Aufzeichnung diente zeitgleich als Belastungssteuerung. Eine Herzfrequenz von 180 Schlägen pro Minute sowie die Angabe durch den Probanden eines Wertes von 18 auf der BORG-Skala führte zum Herabsetzen des Schwierigkeitsgrades oder zum Abbruch der Studie. Nach einer 30minütigen Belastungsphase schloss sich eine 10minütige

Regenerationsphase an, in der weiterhin alle Vitalparameter erfasst wurden (siehe Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Schema der Versuchsdurchführung.

### 2.3 Messinstrumente

Zum Monitoring der Vitalparameter wurde das Aufzeichnungsgerät NeXus-10 MKII (Mind Media B.V., Niederlande) eingesetzt. Dieses beinhaltet körpernahe Sensoren zur Messung des Hautleitwertes, EMG-Signals, Herzratenvariabilität sowie der Herzfrequenz. Obwohl alle vier Parameter während der Durchführung zeitgleich gemessen wurden, beziehen sich die Angaben dieses Beitrags ausschließlich auf die Parameter Hautleitwert und Herzfrequenz.

Die Umsetzung der Fließbandarbeiten wurde mit Panels aus dem ERGOS® Work Simulator realisiert (Work Recovery Europe, Niederlande). Diese bestehen aus Kisten unterschiedlichen Gewichts, Billardkugeln sowie dafür vorgesehene Behälter aber auch ein Schichtsystem zur Sortierung der Kugeln.

Zum Erfüllen der Aufgaben am PC wurden handelsübliche Laptops mit Microsoft Office 2010 verwendet.

Neben der objektiven Erfassung durch das NeXus-10 MKII System wurde während der gesamten Belastungsphase der subjektiv empfundene Anstrengungsgrad anhand der BORG-Skala erfasst. (Borg 2004)

### 2.4 Statistische Analyse

Um die intra-individuellen Unterschiede darzustellen, wurden Mittelwerte der Parameter ermittelt. Diese wurden durch die dem Aufnahmegerät hinzugefügte Software BioTrace+ erstellt.

## 3. Ergebnisse

Es wurden sechs Probanden (3 weibliche, 3 männliche) mit einem Durchschnittsalter von 36,8 Jahren untersucht. Davon wurden 2 Probanden der Gruppe A und vier der Gruppe B zugewiesen. Alle Probanden werden im Ergebnisteil als Fall bezeichnet.

Die objektiven Parameter Hautleitwert und Herzfrequenz sind in Tabelle 1 und 2 aufgeführt. Zur Analyse wurden je 60 Sekunden des jeweiligen Messzeitpunktes gemittelt, sie stellen die jeweilige Minute der Belastungsphase dar. Um die intra-individuellen Unterschiede aufzuzeigen, werden die Mittelwerte zu jedem einzelnen Probanden dargelegt. Daran anschließend sind die subjektiven Parameter der BORG-Skala in Tabelle 3 dargestellt.

**Tabelle 1:** Mittelwerte der Hautleitwerte der 6 Probanden zu den unterschiedlichen Messzeitpunkten

Fall	Baseline	Belastung 1	Belastung 20	Belastung 30	Regeneration
1	0,93	3,88	7,92	8,48	8,92
2	9,51	13,03	12,38	232,56	5,42
3	13,83	4,41	10,10	13,40	11,68
4	5,71	8,18	8,57	9,16	2,87
5	0,45	0,92	4,05	5,07	1,38
6	8,81	14,14	24,96	25,21	19,59

Beim Vergleich der Daten über die Belastungsphase hinweg ist bei allen Fällen ein Zuwachs des Hautleitwertes aufgetreten, der sich zur Regeneration wieder einstellt und in vier von 6 Fällen die Baseline unterschreitet. Allerdings variieren die Differenzen im inter-individuellen Vergleich stark. Darüber hinaus ist bei Fall 2 zur Belastungsminute 30 ein Messfehler zu verzeichnen.

Ausgehend von der Baseline zeigten sich Anstiege innerhalb der Belastungsphase, die sich in der Regenerationsphase an die Ausgangswerte der Baseline annäherten oder unter denen der Baseline liegen. Mit Ausnahme von Fall 5 und 6 erreichen alle Fälle ihr Maximum der Herzfrequenz am Ende der Belastungsphase zur 30. Minute, wie in Tabelle 2 dargelegt.

**Tabelle 2:** Mittelwerte der Herzfrequenzen in Schläge pro Minute der 6 Probanden zu den unterschiedlichen Messzeitpunkten

Fall	Baseline	Belastung 1	Belastung 20	Belastung 30	Regeneration
1	58,33	66,06	64,99	73,35	66,61
2	52,87	59,82	61,11	66,53	52,73
3	82,86	96,53	107,17	108,98	71,43
4	89,74	81,35	85,49	94,19	74,58
5	76,24	85,98	102,69	80,07	77,84
6	68,28	77,84	81,32	76,17	69,86

Die BORG-Skala spiegelt dieses Bild der Herzfrequenz-Werte wider. So werden zur 30. Belastungsminute die höchsten subjektiv wahrgenommenen Werte erreicht. Im Vergleich zur Baseline erreichen nur 50% der Fälle ihren Ausgangswert wieder. Jedoch ist bei allen Fällen ein deutlicher Rückgang des Anstrengungsgrades in der Regenerationsphase zu verzeichnen, verglichen zu den Belastungs-Messzeitpunkten.

**Tabelle 3:** Anstrengungsgrad nach BORG der 6 Probanden zu den unterschiedlichen Messzeitpunkten

Fall	Baseline	Belastung 1	Belastung 20	Belastung 30	Regeneration
1	6	8	9	11	8
2	6	7	9	14	7
3	6	6	10	12	6
4	7	7	12	17	8
5	8	9	9	11	8
6	6	8	9	9	6

#### 4. Diskussion

In der Pilotphase konnten erste Erkenntnisse zur Umsetzbarkeit der an die Probanden gestellten Aufgaben aufgezeigt werden. Zudem lassen sich intra-individuelle Unterschiede anhand der gemessenen Vitalparameter erkennen. Die Ableitung aus den Werten zur Stressdetektion ist jedoch zu hinterfragen und kann an dieser Stelle nicht eindeutig belegt werden. Zwar weist die erhöhte Aktivität der sowohl objektiv gemessenen als auch subjektiv erfassten Parameter auf eine Zunahme der körperlichen Beanspruchung hin, die aus den Belastungen resultieren. Jedoch kann gerade im Hinblick auf die nachgestellte Fließbandarbeit nicht eindeutig nachgewiesen werden, dass es sich um wahrgenommenen Stress handelt. Die erhöhten Werte der Herzfrequenz, des Hautleitwertes sowie der BORG-Skala könnten ausschließlich durch die körperliche Tätigkeit in Verbindung der gestellten Aufgaben rückzuführen sein. Demgegenüber stehen die Ergebnisse aus Gruppe B. Die nachempfundene Bildschirmtätigkeit und der auf den Probanden einwirkende Zeitdruck führten zu einem erhöhten Aufmerksamkeitsfokus, deren Ausschlag in den gemessenen Parametern am ehesten auf Stress hindeutet, da keine körperliche Belastung vorgenommen wurde, kann diese auch ausgeschlossen werden.

Aufgrund der geringen Stichprobengröße und der zahlenmäßig unterschiedlichen Aufteilung zu den Gruppen sind die Ergebnisse kritisch zu betrachten. Darüber hinaus konnte die Durchführung bestätigt werden, da die gestellten Aufgaben zu erhöhten Ausschlägen der Parameter führen. Die Interpretation jedoch muss differenziert vorgenommen werden.

#### 5. Schlussfolgerungen

Die Auswertung bzw. die Rückschlüsse aus den gewonnenen Daten sind mit Vorbehalt zu betrachten, da der Pilotcharakter der Studie im Fokus stand und großangelegte Untersuchungen mit einer größeren Stichprobengröße noch ausstehen, um konkrete Aussagen zur Stressdetektion treffen zu können. Dennoch konnte gezeigt werden, dass die gestellten Aufgaben Zeit- und Leistungsdruck bei den Probanden auslösen. Die Sinnhaftigkeit der ausgewählten Tätigkeiten konnte damit belegt werden, um die in die weiterführende Studie zu übernehmen. Diese weiterführende Studie ist in einer Weiterförderung des Projektes geplant und wird weitreichendere Ergebnisse liefern können.

#### 6. Literatur

- Borg G (2004) Anstrengungsempfinden und körperliche Aktivität. Deutsches Ärzteblatt 101 (15): 1016-1021.
- Dhondt S (2012) Arbeitsdruck und Arbeitsautonomie in der Europäischen Union. Broschüre Eurofound 2012 der Europäischen Stiftung zur Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen, URL <http://www.eurofound.europa.eu/de/publications/report-summary/1998/other/time-constraints-and-autonomy-at-work-in-the-european-union-summary> [Stand 18.05.2016]
- Handrich C; Koch-Falkenberg C; Voß G (2015) „Zeit- und Leistungsdruck“ Untersuchungen in drei Bereichen qualifizierter Dienstleistungstätigkeiten. Fachtagung der BAuA 2015 Berlin, URL: [http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Psychische-Gesundheit-Stress/Tagungen/Zeit-Leistungsdruck-2015\\_content.html](http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Psychische-Gesundheit-Stress/Tagungen/Zeit-Leistungsdruck-2015_content.html) [Stand: 18.05.2016]
- Joiko K, Schmauder M, Wolff G (2010) Psychische Belastung und Beanspruchung im Berufsleben: Erkennen – Gestalten. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.)

- Korunka C (2015) Arbeitsintensivierung in der modernen Dienstleistungsarbeit. Fachtagung der BAuA 2015 Berlin, URL: [http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Psychische-Gesundheit-Stress/Tagungen/Zeit-Leistungsdruck-2015\\_content.html](http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Psychische-Gesundheit-Stress/Tagungen/Zeit-Leistungsdruck-2015_content.html) [Stand: 18.05.2016]
- Lohmann-Haislah A (2013) Stressreport Deutschland 2012 - Psychische Anforderungen, Ressourcen und Befinden, Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.)
- Rothe I (2016) Impulsreferat Gesundheitsschutz/ Psychische Belastung, 2. Deutsche Arbeitsrechttag 2016, URL: <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Projekt-Psych-Gesundheit/Projekt.html> [Stand 18.05.2016]



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