

Berührungslose Erfassung vom Lidschlagverhalten als Indikator für psychische Beanspruchung bei Operatortätigkeiten

Norman Reßut, Annette Hoppe

Brandenburgische Technische Universität (BTU) Cottbus-Senftenberg,
Fachgebiet Arbeitswissenschaft/ Arbeitspsychologie,
Siemens-Halske-Ring 14, D-03046 Cottbus,
T: +49 (0)355/69-4806, E: norman.ressut@b-tu.de,
<https://www.b-tu.de/fg-arbeitswissenschaft>

Kurzfassung: Das aktuelle Arbeits- und Privatleben ist durchdrungen vom ubiquitären Einsatz der Technik. Beim Versagen jener Technik ist eine direkte Beeinflussung der subjektiven Erlebensqualität immanent (vgl. Hoppe 2009). Des Weiteren ist ein zunehmender Anstieg von psychischer Belastung und Beanspruchung in der modernen Arbeitswelt nachweisbar (vgl. BPtK 2015). Erhebungen von psychisch wirkenden Belastungsquellen an jeweiligen Arbeitsplätzen mittels Fragebogen generieren oftmals nur unscharfe und spärlich objektive Ergebnisse. (vgl. Böckelmann & Seibt 2011) Daher müssen zuverlässige, objektive und praktikable Messverfahren für psychische Konstrukte im Rahmen einer Beanspruchungsanalyse entwickelt und evaluiert werden. Als valide Indikatoren für die psychische Beanspruchung und Aktivierungseffekte gelten die Herzschlagfrequenz (HF) und die Herzratenvariabilität (HRV) (vgl. Sammito et al. 2014). Des Weiteren konnte auch eine Korrelation von Belastungssituationen und der Lidschlagfrequenz des menschlichen Auges festgestellt werden (vgl. Haak 2009). Derzeitig verfügbare Messmethoden können dem Anspruch einer praktikablen, ökonomischen Datenerhebung von einer psychischen Beanspruchung an Arbeitsplätzen nicht genügen, da sie immer mit einer kontaktbehafteten und nicht berührungslosen Biosignalerfassung verbunden sind. In diesem Beitrag wird ein Forschungsvorhaben zur objektiven, berührungslosen Erhebung motiviert und die Methode zur Datenerfassung sowie erste Ergebnisse aufgezeigt („work in progress“).

Keywords: psychische Beanspruchung, psychische Belastung, Berührungslose Messmethodik, Lidschlagverhalten

1 Motivation und Zielstellung

Der nachhaltige Wandel der Arbeitsbelastung in den letzten Jahrzehnten durch fortschreitende Technisierung und Computerisierung in allen Gesellschaftsbereichen sowie die Verlagerung der Beschäftigungen in die Informationsverarbeitungs- und Dienstleistungstätigkeiten veränderten den Fokus von der physikalischen Arbeitsbelastung (Lärm, Hitze, Kälte, Schadstoffe, körperliche Belastung wie schweres Heben/Tragen usw.) hin zu einer psychischen Berufsbelastung (vgl. Böckelmann & Seibt 2011). Ein zunehmendes Bewusstsein in Forschung, Politik und Arbeitswelt über die Ausmaße der Gesundheitsfolgen von psychischen Fehlbelastungen am Arbeitsplatz ist wahrnehmbar. Laut Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) belief sich die Anzahl ausgefallener

Arbeitstage für 2012, begründet durch psychische Erkrankungen, auf rund 60 Millionen (vgl. BMAS 2014). Zuletzt verfügbare Statistiken zeigen auf, dass psychische Erkrankungen, wie beispielsweise Depressionen, Angst- oder Anpassungsstörungen, bis dato noch nie so viele Fehltage verursacht haben wie im Jahr 2014 (vgl. Rebscher et al. 2015, S.2; Robert Koch Institut & Destatis 2015, S. 112-120). Deutlich wird in den Studien, dass die psychische Fehlbelastung als auch die Morbidität von psychischen Erkrankungen in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen hat und nicht zuletzt, dass die durchschnittliche Krankschreibedauer bei psychischen Erkrankungen deutlich länger ausfällt als bei physischen Erkrankungen. Zudem zeigen sich die Konsequenzen, neben dem menschlichen Leiden, durch hohe volks- und betriebswirtschaftliche Kosten.

Eine Prämisse zur Verfolgung von arbeitswissenschaftlichen Prinzipien liegt in dem validen, objektiven, praktikablen und ökonomischen „Wahrnehmen“ etwaiger (Fehl-)Belastung an Arbeitsplätzen. Dieser Beitrag zeigt erste Ergebnisse eines Forschungsvorhabens, welches sich mit dieser Herausforderung auseinandersetzt. Thematisiert wird dabei die technische Methodenüberprüfung und -erweiterung für die Nutzung des Augen-Lidschlagel als Indikator für kognitive Beanspruchung.

2 Grundlagen

Für ein einheitliches Verständnis der elementaren Begrifflichkeiten werden diese zunächst kurz erläutert. Hierbei sind insbesondere die „psychische Belastung“ und die „psychische Beanspruchung“ zu erwähnen, welche nach DIN EN ISO 10075-1:2018-01 definiert und abgegrenzt werden:

- *Psychische Belastung ist die Benennung aller Einflüsse, die von außen auf den Menschen zukommen und psychisch beeinflussen.*
- *Psychische Beanspruchung ist die unmittelbare Auswirkung der psychischen Belastung im Individuum in Abhängigkeit von seinen jeweiligen individuellen Voraussetzungen.*

Anmerkend soll zur psychischen Belastung erwähnt sein, dass jede Tätigkeit, auch jene die überwiegend körperlich vollzogen wird, psychisch belastend sein kann. Des Weiteren beinhaltet die psychische Belastung „...die Gesamtheit aller Einflüsse...“ und somit ist der Plural, psychische Belastungen, nicht mit der Definition in der internationalen Norm vereinbar. Letztlich wird ergänzend klargelegt, dass die psychische Belastung an sich wertfrei ist und je nach individueller Reaktion positive als auch negative Auswirkungen haben kann. Die individuellen Reaktionen sind vornehmlich abhängig von Verarbeitungsprozessen, Persönlichkeitsmerkmalen, Bewältigungsstil, physische Konstitution, Einstellung und Motivation (vgl. Böckelmann & Seibt 2011).

Als positive Folgen von den Auswirkungen einer psychischen Beanspruchung werden kurz die folgenden Begrifflichkeiten aus der DIN EN ISO 10075-1:2018-01 aufgeführt:

- *Aufwärmeeffekt* häufige Folge psychischer Beanspruchung, die bald nach Tätigkeitsaufnahme dazu führt, dass diese Tätigkeit mit weniger Anstrengung als anfangs ausgeführt wird,
- *Aktivierung*, als innerer Zustand, der zu erhöhter geistiger und körperlicher Aktivität führt,

- *Lernen* als Prozess infolge von (Arbeits-)Erfahrungen, der zu dauerhaften Änderungen im Verhalten oder im Verhaltenspotential führt.

Unter förderlichen Auswirkungen langfristiger oder wiederholter Exposition fallen:

- *Übungseffekt* als eine dauerhafte mit Lernprozessen verbundene Veränderung der individuellen Leistung welche sich aus der wiederholten Reaktion auf eine psychische Beanspruchung ergibt und
- *Kompetenzentwicklung*, komplexe Form des Lernens, die den Neuerwerb, die Festigung, die Verbesserung und/oder die Ausdifferenzierung kognitiver, emotionaler, sozialer und motorischer Fertigkeiten und Fähigkeiten als beanspruchungs-bezogene Folge einer aktiven Auseinandersetzung mit einer Arbeitsaufgabe umfasst.

Der Terminus Fehlbelastung (ein konstruiertes Kunstwort; zur Hervorhebung des negativen Aspektes einer Belastung) resultiert aus dem Missverhältnis der Anforderungen und den Bewältigungsmöglichkeiten einer Person (vgl. Böckelmann & Seibt 2011). Um mögliche beeinträchtigende Auswirkungen einer kurzfristigen psychischen Beanspruchung aufzuzeigen, schließen sich die nachstehenden Begrifflichkeiten an (vgl. DIN EN ISO 10075-1:2018-01):

- *psychische Ermüdung* als temporäre Beeinträchtigung der psychischen und physischen Funktionstüchtigkeit, die wiederum von Intensität, Dauer und Verlauf der vorangegangenen psychischen Beanspruchung abhängt,
- *ermüdungsähnliche Zustände* als Auswirkungen psychischer Beanspruchung in abwechslungsarmen Situationen und die, im Gegensatz zur Ermüdung, schnell nach Eintreten eines Wechsels der Arbeitsaufgabe und/oder der Umgebung/Situation verschwinden,
- *Monotoniezustand*, welcher ein langsam entstehender Zustand herabgesetzter Aktivierung darstellt und zumeist mit Schläfrigkeit, Müdigkeit, Leistungsabnahme, Verminderung der Umstellungs- und Reaktionsfähigkeit sowie mit einer Zunahme der Schwankungen der Herzschlagfrequenz korreliert,
- *herabgesetzte Wachsamkeit* als Zustand mit herabgesetzter Aktivierung und Entdeckungsleistung bei abwechslungsarmen Beobachtungstätigkeiten,
- *psychische Sättigung* als Zustand, der nervös-unruhevollen, stark affektbetonten Ablehnung einer sich wiederholenden Tätigkeit oder Situation, bei der das Erleben des „Nicht-weiter-Kommens“ besteht und
- die *Stressreaktion*, welche als Zustand, der durch erhöhte psychische, emotionale und/oder physische Aktivierung gekennzeichnet ist und über die Beurteilung der Person, bestimmter Bedingungen ausgesetzt zu sein, entsteht, welche die Ziele und/oder Werte dieser Person bedrohen.

Das Ergebnis einer anhaltenden Exposition gegenüber bestimmten Formen der psychischen Belastung liegt in dem Zustand einer psychischen, emotionalen und/oder physischen Erschöpfung sowie einer distanzierten Einstellung gegenüber der eigenen Tätigkeit als auch in einer wahrgenommenen verminderten Leistungsfähigkeit (siehe „*Burnout-Syndrom*“ in DIN EN ISO 10075-1:2018-01, S.9).

Festzuhalten bleibt, dass eine objektiv gleiche Belastung von verschiedenen Personen auch subjektiv unterschiedlich empfunden und bewältigt werden kann. Daraus erschließt sich sofort, dass zunehmend Methoden gefordert werden, welche die Erfassung von Belastungsfaktoren, individuellen Beanspruchungsreaktionen und individuellen Bewältigungsmechanismen ermöglichen (vgl. Böckelmann & Seibt 2011). Ein kurzer, kompakter Überblick wird mittels Tabelle 1 dargelegt.

Tabelle 1: Übersicht einiger Messverfahren zur Ermittlung von Komponenten psychischer Belastung und Beanspruchung (vgl. Böckelmann & Seibt 2011)

Objektive Daten	
<p>Bedingungsbezogene Daten</p> <p>Belastungsermittlung</p> <p>Arbeits- und Umgebungsbedingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • unabhängig von der ausführenden Person <p>(Beobachtungen, Beobachtungsinterviews durch Externe, Arbeitsanalysen, Anforderungs- und Belastungsanalysen, Checklisten, Expertenratings)</p> <p>Beispiel:</p> <p>Arbeitsanalyseverfahren KPB, Kurzverfahren psychische Belastung (Hofmann et al. 2002)</p>	<p>Personenbezogene Daten</p> <p>Beanspruchungsermittlung</p> <p>Organsysteme und Aktivierungsniveaus</p> <p>(physiologische und biochemische Messwerte)</p> <p>Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • kardiovaskuläre Messwerte • hormonelle Messwerte • sinnesphysiologische Messwerte • Kennwerte für Energieumsatz
Subjektive Daten (Fragebögen, Ratingskalen, Interviews, Checklisten)	
<p>Erlebte und bewertete Merkmale der Arbeitsbelastung und -umgebung und des sozialen Klimas</p> <ul style="list-style-type: none"> • abhängig von der ausführenden Person <p>Beispiel:</p> <p>ERI, Fragebogen zur Messung beruflicher Gratifikationskrisen (Rödel et al. 2004)</p>	<p>Komponenten der psychischen Gesundheit</p> <p>Beispiele:</p> <p><i>Allgemeiner Gesundheitszustand:</i> DigA, Fragebogen zur Diagnose gesundheitsförderlicher Arbeit (Ducki 2000) <i>Arbeitsfähigkeit:</i> WAI, Work Ability Index (Hasselhorn & Freude 2007)</p>

3 Methode

Zur Untersuchung der Fragestellung wurde eine Laborstudie im Ergonomielabor des Fachgebiets Arbeitswissenschaft/ Arbeitspsychologie konzipiert. Dabei werden dem Probanden unter einer definierten Versuchsbedingung unterschiedliche kognitive Belastungsszenarien generiert. Der Versuchsplatz entspricht mit Ein- und Ausgabegeräten wie Tastatur, Maus, Monitor und Lautsprechern einem typischen bildschirmbasierten Arbeitssystem. Die übrigen Bedingungen der Arbeitsumgebung, wie Raumtemperatur und Luftfeuchte, werden über eine Klimatisierung in Anlehnung an DIN EN ISO 11064-6:2005 konstant gehalten. Störende Umgebungseinflüsse wie hohe Geräuschpegel und hohe Konvektionsströmungen der Luft können mit entsprechender Konfiguration der Klimatechnik und schallisolierender Einhausung der Untersuchungsumgebung ausgeschlossen werden. Zudem erlaubt die Beleuchtungsausstattung des Ergonomielabors reproduzierbare Lichtszenarien bezüglich Beleuchtungsstärke, Lichtverteilung und -farbe. Die Belastungsszenarien unterteilen sich in die Bedingung „Aktivität“ was einer mental fordernden Arbeitsbelastung (aktiv) entspricht und der Bedingung „Ruhe“ (passiv). Die aktive, mental fordernde Arbeitsbelastung wird mittels zweier kognitiver Leistungstests simuliert. Der „Wiener Matrizen Test-2“ (WMT-2), im Versuchsdesign ein Teil des aktiven Belastungsszenarios, ist als kognitiver Leistungstest dem Bereich der fluiden Intelligenz zuzuordnen. Somit bewertet dieser Test die Leistung des Probanden, mit neuen Situationen und neuen Problemen umzugehen. Dies entspricht nach CATTELL (1963) einem der beiden Hauptfaktoren der menschlichen Intelligenz. Den zweiten Hauptfaktor stellt die kristalline Intelligenz dar, welche mittels der Kurzskala zur Messung kristalliner Intelligenz (BEFKI GC-K) erfasst wird (Schipolowski et al. 2013). Dieser Bereich umfasst erlerntes Wissen sowie Fertigkeiten und bezieht sich auf die Verarbeitung vertrauter Informationen als auch der Anwendung von diesem Wissen (Preckel & Brüll 2008, S. 15). Beide Tests geben jeweils einen Leistungsindikator des Probanden wieder.

Neben diesem Indikator werden auch die subjektiv erlebte Anstrengung (SEA; Eilers 1986) und die subjektive Bewertung der aktuellen psychischen Beanspruchung (KAB; Müller & Basler 1993) des Probanden abgefragt und dokumentiert.

Zur objektiven Beanspruchungsmessung dienen kardiovaskuläre Kennwerte (HF, HRV). Jene Kennwerte werden mittels eines Elektrokardiogramms (EKG; Faros 180°) aufgezeichnet und mit entsprechender Software berechnet sowie analysiert (Methode nach Tarvainen et al. 2014). Abbildung 1 zeigt die Tätigkeiten des Probanden mit der jeweiligen Dauer und Reihenfolge im Untersuchungsablauf.

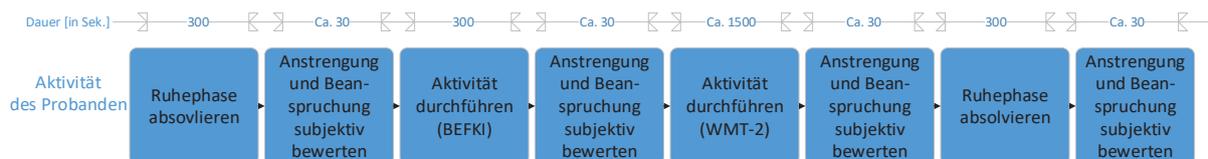


Abbildung 1: Probandentätigkeiten mit Dauer und Reihenfolge im Untersuchungsablauf

Die eingesetzte Kameratechnik aus dem Consumer-Bereich (Sony FDR-X1000V) bietet die Möglichkeit, den Probanden während der Untersuchung mit 120 Bildern pro Sekunde aufzunehmen. Über diese 120 Hertz Videoaufnahmen sind somit schnelle Lidschlüsse und Veränderungen in der Lidschlagdauer auflösbar (vgl. Meinhold 2005, S. 31). Das Eruien der Lidschläge erfolgt teilautomatisiert, zum einen über dem Extrahieren der Einzelbilder aus der Videodatei und dem Freistellen der Augenpartie unter Zuhilfenahme einer frei verfügbaren Videobearbeitungssoftware, welche die benötigten Funktionalitäten bereitstellt. Zum anderen wurde für die automatisierte Analyse eine Software entwickelt und implementiert, welche die Bildpunkte von den Einzelbildern der Augenpartie nach einem festgelegten Farbwertanteil aus dem RGB-Farbraum untersucht. Diese Werte werden je Bild kumuliert und mit einem Faktor dimensioniert. Abbildung 2 zeigt einen Graphen auf, der die ersten 1500 Bilder einer Beispielaufnahme mit jenem Wert visualisiert. Die acht Lidschläge werden mittels des Verlaufes der Funktion um die lokalen Minima sichtbar.

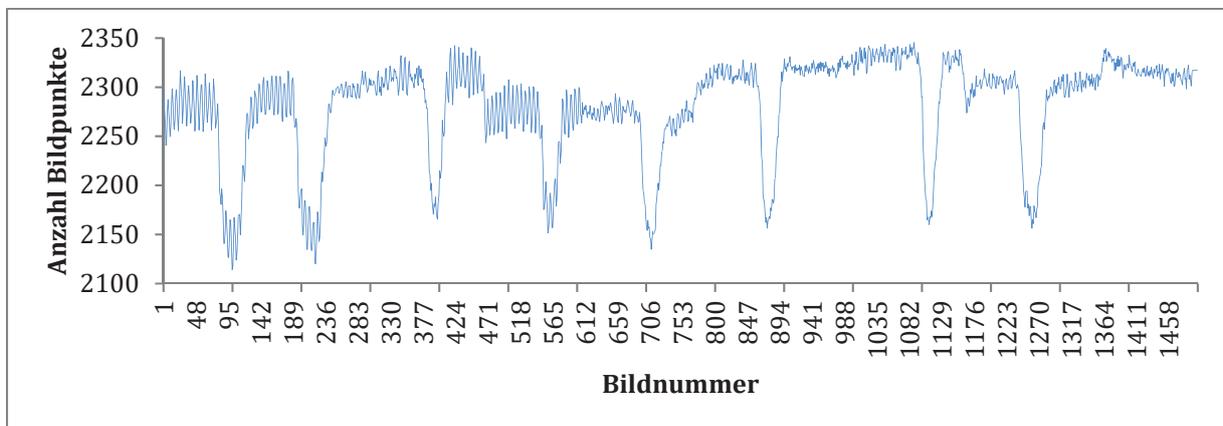


Abbildung 2: Kumulierte Farbwertanteile des RGB-Wertes je Bild

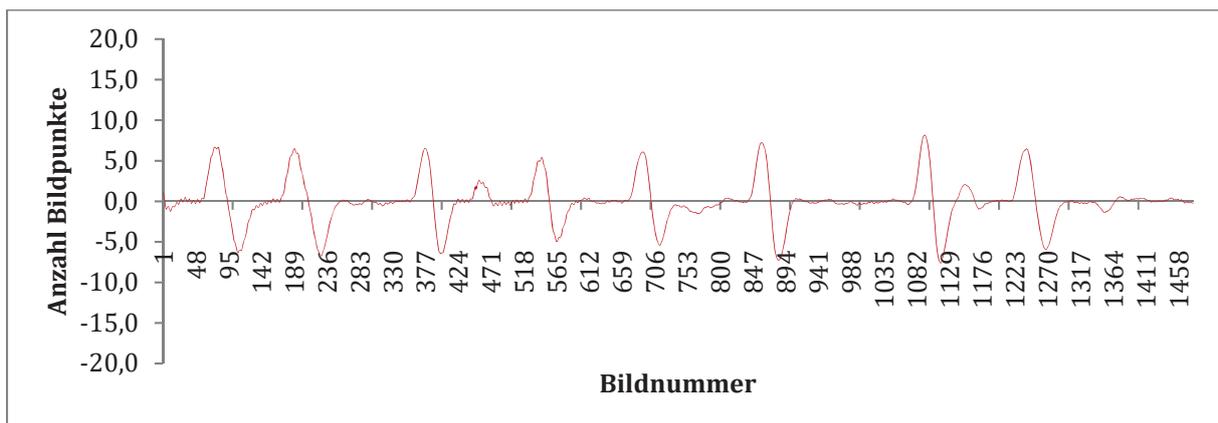


Abbildung 3: 1. Ableitung der geglätteten Funktion aus Abbildung 2

Mit dem Glätten der Funktion aus Abbildung 2 und dem Bilden der 1. Ableitung ist es möglich, das Grundrauschen zu mindern und spezifische Lidschlagelemente wie Lidschluss und Lidöffnung automatisiert zu identifizieren. Abbildung 3 zeigt das Resultat der mathematischen Transformationen.

Bestandteile der Lidschläge wie zum Beispiel die acht Lidschlüsse aus dem Graphen lassen sich nachfolgend, unter Berücksichtigung von Grenzwerten, mittels der positiven Funktionswerte bestimmen. Analog dazu verläuft die Verifizierung der Lidöffnungen über die negativen Funktionswerte. Die Dauer der Lidschlagelemente ergibt sich über die Anzahl der entsprechenden Funktionswerte. Zur Erläuterung soll folgende Beispielrechnung dienen: Aus der Aufnahme von 120 Bildern pro Sekunde resultiert, dass der zeitliche Abstand zwischen zwei Bildern ca. 8,3 Millisekunden beträgt. Die ca. 38 Bilder mit positiven Funktionswerten des ersten Lidschlusses aus Abbildung 3 (Bildnummer 55-93) ergeben für diesen Lidschluss eine Dauer von ca. 315,4 Millisekunden.

4 Ergebnisse des Pretests

Über die Anzahl von $N = 7$ Probanden im Pretest sind statistisch relevante Aussagen nur begrenzt möglich. Die folgenden Abbildungen 4-6 der Datenauswertung eignen sich zur Visualisierung, jedoch ist damit zunächst nur eine tendenzielle Entwicklung zu erkennen. Die Diagramme zeigen die Box-Whisker-Plots der vier Belastungsszenarien, bestehend aus zweimal der Bedingung „Ruhe“ (passiv) und zweimal der Bedingung „Aktivität“ (aktiv; BEFKI, WMT-2). Abbildung 4 gibt die subjektiven Anstrengungs- und Belastungsbewertungen der Probanden wieder. Höhere Werte im jeweiligen Werteintervall (KAB: 1 - 6 und SEA: 0 - 110) entsprechen einer höheren subjektiven Anstrengung und Beanspruchung. Zur Variabilitätsmessung von den Abständen der Herzschläge existieren unterschiedliche Maße. Dieser Beitrag begrenzt sich auf die Standardabweichung der RR-Abstände (SDNN) und der Quadratwurzel des quadratischen Mittelwertes der Summe aller Differenzen der RR-Abstände (RMSSD). Beide HRV-Maße eignen sich zur Betrachtung der Kurzzeitvariabilität der Probanden. Höhere Werte für SDNN und RMSSD entsprechen einer höheren HRV und damit einer geringeren Beanspruchung und Belastung. (Sammito et al. 2014, S. 16-23)

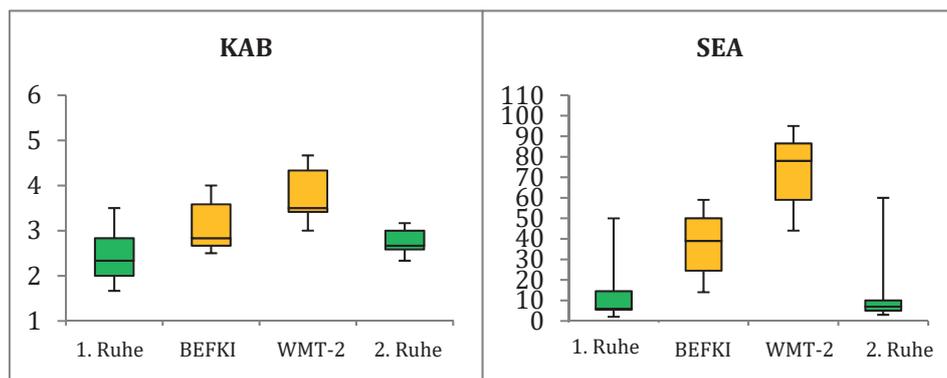


Abbildung 4: Subjektive Bewertung der aktuellen psychischen Beanspruchung (KAB) und die subjektiv erlebte Anstrengung (SEA) in den jeweiligen Belastungssituationen der Probanden

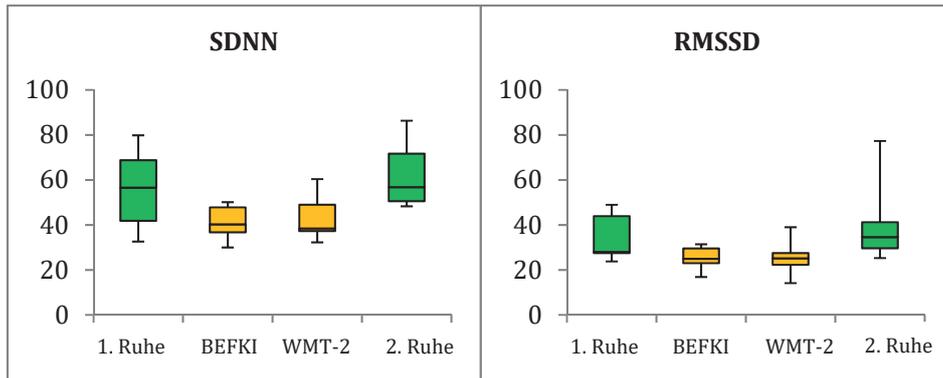


Abbildung 5: Objektive Beanspruchungsmessung über die HRV-Maße SDNN und RMSSD

Abbildung 6 zeigt die Anzahl der Augenlidschläge pro Minute in der jeweiligen Belastungssituation.

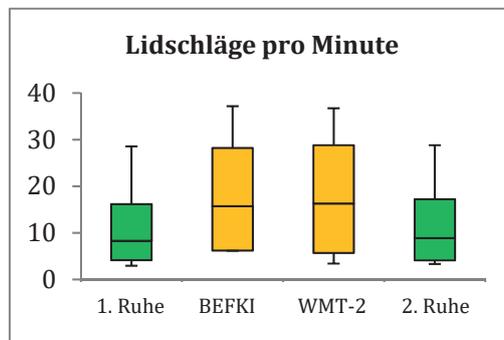


Abbildung 6: Anzahl der Lidschläge pro Minute in der jeweiligen Belastungssituation

5 Diskussion

Eine erste Interpretation der Ergebnisse aus dem Pretest lässt vermuten, dass sich die Bedingungen „Aktivität“ und „Ruhe“ im Beanspruchungserleben objektiv und subjektiv differenzieren lassen. Zudem ist ein schlüssiger Zusammenhang dieses Erlebens mit der Lidschlagfrequenz erkennbar. Die weiteren Untersuchungen werden aufzeigen, ob diese Zusammenhänge auch statistisch zu belegen sind und eine berührungslose Erfassung kognitiver Beanspruchung mittels Videotechnik möglich ist.

6 Literatur

BMAS (2014) Studie zur psychischen Gesundheit in der Arbeitswelt. Bundesministerium für Arbeit und Soziales, URL: <http://www.bmas.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2014/studie-psychische-gesundheit.html>, 01.11.2015.

Böckelmann I., Seibt R. (2011) Methoden zur Indikation vorwiegend psychischer Berufsbelastung und Beanspruchung – Möglichkeiten für die betriebliche Praxis. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 65, S. 205-221.

BPtK-Studie zur Arbeitsunfähigkeit (2015) Psychische Erkrankungen und Krankengeldmanagement

- Cattell R. B. (1963) Theory of fluid and crystallized intelligence. A critical experiment. In: Journal of Educational Psychology 54 (1), S. 1–22.
- DIN EN ISO 10075-1, 2018-01: Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung.
- DIN EN ISO 11064-6, 2005-10: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen - Teil 6: Umgebungsbezogene Anforderungen an Leitzentralen (ISO 11064-6:2005); Deutsche Fassung EN ISO 11064-6:2005.
- Ducki A. (2000) Diagnose gesundheitsförderliche Arbeit. Eine Gesamtstrategie zur betrieblichen Gesundheitsanalyse. In: Ulich, E. (Hrsg.). Schriftenreihe MTO. (Bd. 25.). Zürich: vdf Hochschul-verlag ETH.
- Eilers K., Nachreiner F., Hänecke K. (1986) Entwicklung und Überprüfung einer Skala zur Erfassung subjektiv erlebter Anstrengung. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft Jg. 40, H. 4 (1986), S. 215-224.
- Faros 180° EKG In: <https://shop.bittium.com/product/36/bittium-faros-180>. Finnland.
- Gemeinsam getragen von Robert Koch-Institut (RKI) und dem Statistischen Bundesamt (Destatis) (2015) Gesundheit in Deutschland - Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Berlin, S. 112-120.
- Haak M., Bos S., Panic S., Rothkrantz L. J. M. (2009) Detecting stress using eye blinks and brain activity from EEG signals. In: GAMEON, S. 75-82.
- Haider E., Rohmert W. (1976) Untersuchungen zur Lidschlußfrequenz bei vierstündiger simulierter Kraftfahrzeugfahrt. In: European Journal of Applied Physiology, S. 137-147.
- Hasselhorn H.-M., Freude G. (2007) Der Work Ability Index - ein Leitfaden. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- Hofmann A., Keller K.-J., Neuhaus R. (2002): Die Sache mit der psychischen Belastung - Eine praxisnahe Handlungshilfe für Unternehmen. Bergisch Gladbach: Heider.
- Hoppe A. (2009) Technikstress-Theoretische Grundlagen, Praxisuntersuchungen und Handlungs-regularien. Aachen.
- McGrath, J. E. (1970) A conceptual formulation for research on stress. In J. E. McGrath (Hrsg.), Social and psychological factors in stress. New York: Holt, Rinehart and Winston. S. 10-21
- Meinhold P. E. (2005) Psychologie des Lidschlags - eine literatur- und methodenkritische Studie. Dissertationschrift. Universität zu Köln, Köln. Philosophischen Fakultät.
- Müller B., Basler H. D. (1993) Kurzfragebogen zur aktuellen Beanspruchung (KAB). Beltz Test.
- Preckel F., Brüll M. (2008) Intelligenztests. München: Reinhardt (UTB Profile, 3027).
- Rebscher H., Bodanowitz J., Schramm D., Langner S., Osmers N., Wehrmann G., Wiehe D., Burkert S. (2015) Psychoreport 2015 - Deutschland braucht Therapie. Herausforderungen für die Versorgung, DAK-Gesundheit, S. 2-39.

Rödel A., Siegrist J., Hessel A., Brähler E. (2004) Fragebogen zur Messung beruflicher Gratifikationskrisen. *Z Diff Diagn Psychol* 25, S. 227-238.

Sammito S., Thielmann B., Seibt R., Klussmann A., Weippert M., Böckelmann I. (2014) Leitlinie Nutzung der Herzschlagfrequenz und der Herzfrequenzvariabilität in der Arbeitsmedizin und der Arbeitswissenschaft, In: AWMF (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V) Online, URL: http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/002-042I_S2k_Herzschlagfrequenz_Herzfrequenzvariabilit%C3%A4t_2014-07.pdf, 02.02.2016.

Schipolowski S., Wilhelm O., Schroeders U., Kovaleva A., Kemper C. J., Rammstedt B. (2013) BEFKI GC-K. A Short Scale for the Measurement of Crystallized Intelligence. 29 Pages / methods, data, analyses, Vol 7, No 2.

Sony (2014) Sony FDR-X1000V. In: <https://www.sony.de/electronics/actioncam/fdr-x1000v-body-kit>.

Tarvainen M. P., Niskanen J.-P., Lipponen J. A., Ranta-Aho P. O., Karjalainen P. A. (2014): Kubios HRV--heart rate variability analysis software. In: *Computer methods and programs in biomedicine* 113 (1), S. 210–220. DOI: 10.1016/j.cmpb.2013.07.024.

VirtualDub (2014) Video capture/processing utility. Download: <http://www.virtualdub.org/>

WMT-2 (2011) Wiener Matrizen-Test 2. Hogrefe Verlag. In: <https://www.testzentrale.de/shop/manual-74940.html>.