

Selektive Aufmerksamkeit bei Bildschirmarbeit – erste Ergebnisse einer Laborgrundlagenstudie

Alexander EZZELDIN, Annette HOPPE

*Fachgebiet Arbeitswissenschaft/ Arbeitspsychologie (Awip)
Brandenburgische Technische Universität Cottbus – Senftenberg
Siemens-Halske-Ring 14, D-03046 Cottbus*

Kurzfassung: In der modernen Arbeitswelt und im Zuge der Digitalisierung von Industrie 4.0 (Spath et al. 2013) findet eine Vielzahl von Arbeitstätigkeiten in Leitstandsumgebungen statt, was im Bereich der Energieversorgung deutlich zu erkennen ist. Diese Arbeitssysteme sind gekennzeichnet durch die hochgradige Automatisierung sowie die damit verbundene ortsunabhängige Überwachung und Steuerung von Prozessen (Böhle 2017). Mit der möglichen Minderung der Aufmerksamkeit bei selten auftretenden, relevanten Reizen (Posner & Rafal 1987) kann es zu risikobehafteten Fehlhandlungen kommen, welche weitreichende unerwünschte Konsequenzen, wie bspw. einen „Blackout“, haben können. Diese auf regionaler Ebene wirksamen Stromausfälle können zu weitreichenden Infrastrukturausfällen mit Auswirkungen auf die gesellschaftliche Versorgung und damit zu erheblichen Einschränkungen führen. Eine mögliche Unterstützung zur Vermeidung von belastungsbedingten sowie folgenschweren Fehlhandlungen beim Leitstandspersonal könnte das Einführen von geeigneten Kurzpausen in den Arbeitsablauf darstellen.

Schlüsselwörter: psychische Beanspruchung, selektive Aufmerksamkeit, Bildschirmarbeit, Kurzpausengestaltung

1. Theoretischer Hintergrund

Bei der Energieerzeugung und -verteilung spielen Tätigkeiten in Leitwarten eine besondere Rolle. In ihnen werden maßgebliche Steuer- und Überwachungshandlungen ausgeführt, die einen sicheren und zuverlässigen Betrieb der Gesamtanlage unterstützen müssen. Im Zuge der eingangs beschriebenen Herausforderungen sowie durch den allgemeinen Wandel im Zuge der Digitalisierung, ist zukünftig mit einem Anstieg dieser Art von Arbeitsplätzen zu rechnen (Andelfinger 2017). Die dortige Tätigkeit ist in hohem Maße verantwortungsvoll, denn mögliche Fehler des Bedienpersonals können weitreichende Konsequenzen haben. Ein Großteil des Informationsaustausches im Rahmen der Mensch-Maschine-Interaktion findet dabei zwischen dem Operator und dem Leitsystem statt. Üblicherweise erfolgt die Informationsdarbietung auf einer Vielzahl von Bildschirmen. Konfigurationen mit bis zu acht Monitoren und zusätzlichen Großbildleinwänden sind keine Seltenheit (Kockrow 2014). Darüber hinaus werden Operatoren an Kontrollarbeitsplätzen je nach Tätigkeitsschwerpunkt mit einer Vielzahl unterschiedlichster Reize konfrontiert. Diese Reize können dem Leitstandspersonal sowohl in visueller sowie auditiver Form als auch in einer visuell auditiven Reizkombination präsentiert werden. Daraus wird ersichtlich, dass die Tätigkeit an solchen Arbeitsplätzen ein Höchstmaß an Verantwortung sowie Gewissenhaftigkeit erfordert und

besonders hohe Anforderungen an die Aufmerksamkeit bzw. spezifische Aufmerksamkeitsfunktionen der Arbeitenden stellt.

2. Motivation und Zielstellung

Da Aufmerksamkeitsleistungen eine wichtige Voraussetzung für die Bewältigung täglicher Anforderungen sind und Aufmerksamkeitsfunktionen Basisleistungen darstellen, welche für nahezu jede praktische oder intellektuelle Tätigkeit erforderlich sind, steht gegenwärtig eine differenzierte Untersuchung von Aufmerksamkeitsfunktionen im Zentrum psychologischer Diagnostik (Sturm 2018, S.20). Darüber hinaus beziehen sich die bisherigen Empfehlungen zur Pausenregimegestaltung auf dominant physische anforderungsreiche Tätigkeiten und die Übertragbarkeit auf Tätigkeiten mit dominant psychischen Anforderungen sowie deren Validierung anhand psychischer Beanspruchungsindikatoren steht aus. Gleichzeitig ergaben bisherige Untersuchungen wenig Evidenz, dass sich Aktivpausen und Entspannungspausen (Passivpausen) in ihrer Wirkung unterscheiden (BAuA 2016). Das vorgestellte Forschungsprojekt greift daher die allgemeine Forderung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) nach Folgestudien hinsichtlich der Frage auf, welche Pausenregimegestaltung optimal dafür geeignet ist, um der entstehenden Belastung durch Tätigkeiten mit dominant psychischen Anforderungen zielführend entgegenzuwirken.

Ziel dieser Laborgrundlagenstudie ist daher die Ableitung von Handlungsempfehlungen zur belastungsoptimierten Pausenregimegestaltung für Arbeitnehmer, die an Operatoren- und Kontrollarbeitsplätzen arbeiten und dementsprechend erhöhten Anforderungen an selektiven Aufmerksamkeitsfunktionen ausgesetzt sind. Im Fokus steht dabei die Forschungsfrage, ob sich die durch die Arbeitsbelastung entstandene psychische Beanspruchung mithilfe eines geeigneten Kurzpausenregimes positiv beeinflussen lässt. Im Ergebnis sollen potentielle Handlungsempfehlungen für Arbeitnehmer sowie Gestaltungsempfehlungen für Praxispartner/Unternehmen abgeleitet werden. Langfristig besteht diesbezüglich die Möglichkeit, ein Kurzpausenregime in Richtlinien und/oder Verordnungen bzgl. der Gestaltung der Arbeitsbedingungen zu implementieren.

3. Methodik und Versuchsaufbau

Zur Untersuchung der Fragestellung, ob sich die durch die Arbeitsbelastung entstandene psychische Beanspruchung mithilfe eines geeigneten Kurzpausenregimes positiv beeinflussen lässt, wurde eine Laborstudie im vollklimatisierten Ergonomielabor des Fachgebiets Arbeitswissenschaft/ Arbeitspsychologie an der Brandenburgischen Technischen Universität in Cottbus konzipiert, um normgerechte Bedingungen (DIN EN ISO 11064-6:2005) sicherzustellen. Dies schließt standardisierte Klima- und Beleuchtungsbedingungen entsprechend der umgebungsbezogenen Anforderungen an Leitzentralen ein. Diesbezüglich entspricht der Versuchsplatz mit Ein- und Ausgabe geräten wie Tastatur, Maus, Monitor und Lautsprechern einem typischen bildschirmbasierten Arbeitssystem. Die übrigen Bedingungen der Arbeitsumgebung, wie Lufttemperatur (21,5°C), Luftfeuchte (55 %rH) sowie Luftgeschwindigkeit ($<0,15 \text{ ms}^{-1}$) werden über eine Klimatisierung in Anlehnung an DIN EN ISO 11064-6:2005 konstant gehalten. Störende Umgebungseinflüsse, wie bspw. hohe Geräuschpegel oder abweichende Konvektionsströmungen der Luft, können mit entsprechender Konfiguration

der Klimatechnik und schallisolierter Einhausung der Untersuchungsumgebung ausgeschlossen werden. Zudem erlaubt die Beleuchtungsausstattung des Ergonomielabors reproduzierbare Lichtszenarien bezüglich Beleuchtungsstärke (500 lx), Lichtverteilung und -farbe.

Das Versuchsdesign umfasst eine Stichprobe von n=76 Versuchspersonen, welche sich alters- und berufshomogen zusammensetzt. Diesbezüglich wurde ein Zweigruppenplan ohne Messwiederholung konzipiert und eine Permutation der Versuchsbedingungen unter den Versuchspersonen vorgenommen, weshalb jeweils 38 Versuchspersonen eine Aktivpause bzw. eine Passivpause absolvieren. Der eigentliche Versuchsablauf umfasst eine Dauer von circa zwei Stunden und wurde in Anlehnung an das Modell der Tagesleistungskurve nach Graf (1961) im sogenannten „Nachmittagstief“ zwischen 14:00 bis 16:00 Uhr durchgeführt.

Der Versuchsablauf ist in Abbildung 1 abgebildet und beinhaltet unterschiedliche Elemente. Zu Beginn des Versuches wurde eine Vorbefragung zu demografischen Daten sowie zur körperlichen und geistigen Konstitution der Versuchsperson durchgeführt. Danach wurde die EEG-Sensorik angelegt und eine Baseline-Messung vorgenommen. Anschließend wurden die Versuchspersonen gebeten einen Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitstest mit dem Fokus auf der selektiven Aufmerksamkeit durchzuführen. Daraufhin sollten die Probanden eine Kurzpause, also entweder eine Aktivpause oder eine Passivpause, absolvieren, um anschließend den Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitstest mit dem Fokus auf der selektiven Aufmerksamkeit zu wiederholen. Im Anschluss an die Durchführung des zweiten Tests kam es zu einer Besprechung der jeweiligen Testergebnisse mit der Versuchsperson. Der Versuchsablauf endete mit der Verabschiedung der Versuchsperson sowie der abschließenden Reinigung des EEG-Gerätes.

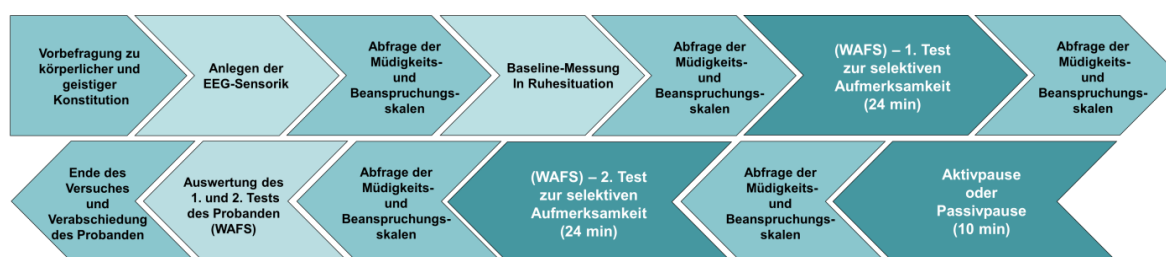


Abbildung 1: Probandentätigkeiten mit Dauer und Reihenfolge im Untersuchungsablauf

Der durchgeführte Test zur selektiven Aufmerksamkeit wurde der Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen-Batterie (WAF) des Wiener Testsystems der Firma SCHUHFRIED entnommen, welche der Erfassung von Teilfunktionen der Aufmerksamkeit dient und ihre Hauptanwendungsbereiche u.a. in der Personalpsychologie sowie in Manufacturing und Safety-Assessments hat (Sturm 2018, S.5). Im Rahmen des Tests zur selektiven Aufmerksamkeit sollten die Versuchspersonen, ähnlich wie bei der Tätigkeit in der Leitwarte, auf relevante Reize reagieren und irrelevante Reize ignorieren. Für diesen Aufmerksamkeitsaspekt stehen in dem verwendeten Testsystem insgesamt drei Subtests zur Verfügung. Dabei handelt es sich um zwei unimodale Subtests bestehend aus jeweils insgesamt 144 visuellen bzw. auditiven Reizen, von denen jeweils 30 Reize relevant sind, sowie einem crossmodalen Subtest bei dem 100 Reize bestehend aus visuellen und auditiven Reizkombinationen präsentiert werden,

von denen 38 relevant sind (Sturm 2018, S.31). Die Tabelle 1 fasst die relevanten sowie irrelevanten Stimuli für alle drei Subtests zusammen.

Tabelle 1: Stimuli der Subtests zu Selektiver Aufmerksamkeit Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus Sturm 2018, S.31.

Subtest	Relevante Reize	Irrelevante Reize
Unimodal-selektive Aufmerksamkeit (visuell)	<ul style="list-style-type: none"> - Kreis wird heller - Kreis wird dunkler - Quadrat wird heller - Quadrat wird dunkler 	<ul style="list-style-type: none"> - Kreis bleibt gleich - Quadrat bleibt gleich - Dreieck wird heller - Dreieck bleibt gleich - Dreieck wird dunkler
Unimodal-selektive Aufmerksamkeit (auditiv)	<ul style="list-style-type: none"> - Tiefer Ton wird leiser - Tiefer Ton wird lauter - Hoher Ton wird leiser - Hoher Ton wird lauter 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiefer Ton bleibt konstant - Mittlerer Ton wird leiser - Mittlerer Ton bleibt gleich - Mittlerer Ton wird lauter - Hoher Ton bleibt gleich
Crossmodal-selektive Aufmerksamkeit (visuell/auditiv)	<ul style="list-style-type: none"> - Kreis wird heller - Tiefer Ton wird lauter 	<ul style="list-style-type: none"> - Kreis wird dunkler - Kreis bleibt gleich - Tiefer Ton wird leiser - Tiefer Ton bleibt gleich - Quadrat wird dunkler - Quadrat bleibt gleich - Quadrat wird heller - Hoher Ton wird leiser - Hoher Ton bleibt gleich - Hoher Ton wird lauter
*Tiefer Ton = 100 Hz (mit Oberwellen), Mittlerer Ton = 333 Hz (mit Oberwellen), Hoher Ton = 500 Hz		

In diesem Zusammenhang wurde zusätzlich über die gesamte Versuchslaufzeit das EEG-Signal der Versuchsperson aufgezeichnet, um das Leistungsspektrum, bestehend aus Alpha-, Beta- und Thetafrequenzbändern, jeder einzelnen Versuchsperson zu ermitteln und Ableitungen zur bioelektrischen Aktivität bestimmter Gehirnregionen treffen zu können (Wascher et al. 2014; Trejo et al. 2015). Dafür wurde ein EEG-Gerät der neuesten Generation vom Typ LiveAmp der Firma Brain Products GmbH sowie eine EEG-Haube mit 32 aktiven Elektroden verwendet. Neben den objektiven Parametern des Wiener Testsystems, wie bspw. der Reaktionszeit, der Anzahl der verpassten Reize, der Anzahl falscher Alarme sowie der Anzahl richtiger Reaktionen, wurden zusätzlich Fragebögen zur subjektiv empfundenen Beanspruchung sowie Ermüdung in verschiedenen Testphasen erhoben. Diese Fragebögen umfassten den Kurzfragebogen zur subjektiv erlebten psychischen Beanspruchung (KAB) von Müller & Basler (1993), die Skala zur Erfassung subjektiv erlebter Anstrengung (SEA) entwickelt von Eilers et al. (1986), die Müdigkeitsskala (MSP) nach Samn & Perelli (1982) sowie die Karolinska Sleepiness Scale (KSS) (Åkerstedt 1990) und wurden in digitalisierter Form abgefragt. Die Erfassung unterschiedlicher Parameter sollte dabei vor allem dazu dienen, um das objektive (Wiener Testsystem, EEG-Signal) und das subjektive Empfinden (Fragebögen) der Versuchspersonen vergleichen zu können.

4. Erste Ergebnisse und Diskussion

Der Laborversuch wurde gegenwärtig mit insgesamt $N = 60$ Versuchspersonen durchgeführt. Davon waren 32 Probanden männlich und 28 weiblich. Die Geschlechterverteilung ist bis dato in etwa ausgewogen, was für die spätere Interpretation der Ergebnisse bedeutend ist. Das Durchschnittsalter beträgt gegenwärtig 25,40 Jahre ($SD = 3,4$).

Tabelle 2 veranschaulicht die deskriptive Statistik der bisherigen objektiven Ergebnisse der durchgeführten Tests zur selektiven Aufmerksamkeit des Wiener Testsystems in Prozenträngen (PR). Der Prozentrang gibt dabei an, wie viel Prozent einer bestimmten Vergleichsgruppe eine geringere Ausprägung als die Testperson in dieser Variablen aufweisen. Als Vergleichsgruppe wird die jeweils ausgewählte Normstichprobe herangezogen, wobei es sich üblicherweise um eine repräsentative Stichprobe aus der Gesamtbevölkerung handelt. Aus der deskriptiven Statistik der bisherigen Daten geht hervor, dass sowohl die Gruppe mit der Bedingung „Aktivpause“ als auch die Gruppe mit der Bedingung „Passivpause“ im zweiten Testdurchlauf, im Anschluss an die Kurzpause, in allen drei Subtests ein besseres Ergebnis bzw. einen höheren Prozentrang erzielte.

Tabelle 2: Deskriptive Statistik der Testergebnisse in Prozenträngen (PR) für $N = 60$

		Test 1		Test 2	
		M	SD	M	SD
Aktivpause	visuell	76,97	25,18	80,63	21,58
	auditiv	72,43	21,60	74,53	22,32
	crossmodal	76,47	19,08	83,97	19,73
Passivpause	visuell	72,07	24,10	74,07	23,88
	auditiv	63,90	25,47	73,63	21,57
	crossmodal	66,17	24,08	78,70	21,54

Die Anwendung eines t-Tests bei verbundenen Stichproben bei einem Konfidenzintervall von 95 Prozent erlaubt die im folgenden Absatz dargelegten Rückschlüsse.

In Bezug auf die Gruppe der Probanden, welche eine „Aktivpause“ absolvierten, wird deutlich, dass die Prozentränge im crossmodalen Subtest (Kombination aus visuellen und auditiven Reizen) nach der Durchführung der aktiven Kurzpause signifikant höher waren als im Testdurchlauf vor der Pause ($t(29) = -3.00$, $p = .005$, $d = 0.55$). Hinsichtlich der Gruppe der Probanden, welche eine „Passivpause“ absolvierten, lässt sich erkennen, dass die Prozentränge sowohl im unimodal auditiven Subtest ($t(29) = -3.54$, $p = .001$, $d = 0.65$) als auch im crossmodalen Subtest ($t(29) = -3.61$, $p = .001$, $d = 0.66$) nach der Durchführung der passiven Kurzpause signifikant höher waren als im Testdurchlauf vor der Pause. Dementsprechend lässt sich feststellen, dass sowohl der crossmodale Subtest der „Aktivgruppe“ mit der Effektstärke von $d = 0.55$ als auch der unimodal auditive Subtest ($d = 0.65$) sowie der crossmodale Subtest ($d = 0.66$) der „Passivgruppe“ nach Cohen (1988) einen mittleren Effekt aufweisen.

Eine erste Interpretation aus den objektiven Testergebnissen von $N = 60$ Probanden lässt vermuten, dass ein passives Kurzpausenregime im Gegensatz zu einem aktiven Kurzpausenregime unter Umständen besser dazu geeignet ist, um der durch die Arbeitsbelastung entstandenen psychischen Beanspruchung positiv entgegenzuwirken. Es bleibt abzuwarten, ob sich diese Vermutung im Rahmen der Analyse der EEG-Daten und der subjektiv erhobenen Daten in Form von Kurzfragebögen zur subjektiv empfundenen Beanspruchung sowie Ermüdung bestätigen lassen.

5. Literatur

- Åkerstedt, T., Gillberg, M.: Subjective and Objective Sleepiness in the Active Individual. *International Journal of Neuroscience*, 52:1-2, 1990, S. 29-37.
- Andelfinger, V., Hänisch, T.: *Industrie 4.0 – Wie cyber-physische Systeme die Arbeitswelt verändern*. Wiesbaden: Springer-Gabler, 2017, S. 9.
- Böhle, F. (2017) *Arbeit als Subjektivierendes Handeln - Handlungsfähigkeit bei Unwägbarkeiten und Ungewissheit*. Wiesbaden: Springer.
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) (2016): *Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt – Pausen – Forschung Projekt F2353*, Dortmund/Berlin/Dresden, verfügbar unter: HYPERLINK {<https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2353-3b.pdf>}
- Cohan, J. (1988): *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd ed. New York: LAWRENCE ERLBAUM ASSOCIATES.
- DIN EN ISO 11064-6:2005: *Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen - Teil 6: Umgebungsbezogene Anforderungen an Leitzentralen*. Berlin: Beuth.
- Eilers, K., Nachreiner, F., Hänecke, K. (1986): *Entwicklung und Überprüfung einer Skala zur Erfassung subjektiv erlebter Anstrengung*. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 40 (4), S.215-224.
- Graf, O. (1961): *Arbeitsablauf und Arbeitsrhythmus*. In: Lehmann, G. (Hrsg.) *Handbuch der gesamten Arbeitsmedizin (I): Arbeitsphysiologie*, Berlin, Urban und Schwarzenberg.
- Kockrow, R.: *Eye-Tracking Studien in Leitwarten – Evaluation einer 'Visuellen Komfortzone' für Operatortätigkeiten*. Dissertationsschrift. Aachen: Shaker, 2014.
- Müller, B., Basler, H.D. (1993): *Kurzfragebogen zur aktuellen Beanspruchung (KAB)*. Manual. Weinheim Beltz Test.
- Posner, M.I., Rafael, R.D. (1987) *Cognitive theories of attention and the rehabilitation of attention deficits*. In: Meier MJ, Benton AL, Diller L (Hrsg.) *Neuropsychological Rehabilitation*. Churchill Livingstone, Edingburgh.
- Samn, S., Perelli, L. (1982): *Estimating aircrew fatigue: A technique with application to airlift operations (SAM-TR-82-21)*. Brooks Air Force Base, Texas, U.S. Air Force.
- Spath, D., Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T., Schlund, S. (2013). *Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0*. Stuttgart: Fraunhofer IAO.
- Sturm, W. (2018) *Manual Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen-Batterie (WAF)*, Mödling: SCHUHFRIED GmbH.
- Trejo, L. J., Kubitz, K., Rosipal, R., Kochav, R. L., Montgomery, L. D. (2015): *EEG-Based Estimation and Classification of Mental Fatigue*. *Psychology*, 2015, S.6.
- Wascher E., Rascha B., Sängler J. Hoffmann S., Schneider D., Rinkenauer G., Heuer H., Gutberlet I. (2014): *Frontal theta activity reflects distinct aspects of mental fatigue*. *Biological Psychology* 96 (2014), S. 57–65.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Digitale Arbeit, digitaler Wandel, digitaler Mensch?

66. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

TU Berlin
Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme

HU Berlin
Professur Ingenieurpsychologie

16. – 18. März 2020, Berlin

GfA-Press

Bericht zum 66. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 16. – 18. März 2020

TU Berlin, Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme
HU Berlin, Professur Ingenieurpsychologie

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2020
ISBN 978-3-936804-27-0

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,
- 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.

Screen design und Umsetzung

© 2020 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de