

Grundlagenforschung zu akustischen Einflussfaktoren bei konzentrativen Tätigkeiten

Holger BIALEK, Roberto KOCKROW, Annette HOPPE

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

Kurzfassung: Sowohl in der industriellen Fertigung als auch im Bereich der Energieversorgung (Herczeg 2014) wächst der Anteil von Arbeitstätigkeiten in Leitwartenumgebungen. Diese Arbeitssysteme sind gekennzeichnet durch die hochgradige Automatisierung sowie die damit verbundene ortsunabhängige Überwachung und Steuerung von Prozessen (Böhle 2017), wobei die Arbeitsperson des Operators der Gefahr einer Minderung der Aufmerksamkeit (Posner & Rafal 1987) ausgesetzt ist. Am FG Arbeitswissenschaft/ Arbeitspsychologie wurde daher eine Laborstudie zur Evaluation des Einflusses von Radiobeschallung auf die Daueraufmerksamkeit konzipiert und umgesetzt. Arbeitsstände zeigen dabei einen Zusammenhang zwischen dem Faktor Radio und der Fehlerentwicklung. Diese Erkenntnisse werden in Handlungsempfehlungen umgesetzt. Daran anknüpfend wird eine ergänzende Grundlagenstudie am Fachgebiet installiert, welche generalisierbare Hinweise zur Lautstärkeausprägung musikalischer Hintergrundreize bei unterschiedlichen Tätigkeitsarten liefern soll. Als mögliche Ergebnisse werden Richtwerte und Gestaltungsempfehlungen für die Lautstärkeintensität in Arbeitssituationen abgeleitet. Der vorliegende Beitrag stellt dabei Überlegungen zum methodischen Ansatz der weiterführenden Studie dar.

Schlüsselwörter: Umgebungsbedingungen, Überwachungstätigkeiten, konzentrativen Tätigkeiten

1. Zielstellung und Relevanz

Mit dem Ziel mögliche Optimierungsmaßnahmen zur Gestaltung des Arbeitssystems Leitwarte abzuleiten, erfolgte in einer Laborstudie die Untersuchung des Arbeitsumgebungsfaktors Radio (-programm) in Bezug auf dessen Einfluss und Wirkung auf die Entwicklung der Vigilanz sowie auf die mögliche Zunahme der Fehlerhäufigkeit. Im Fokus der Forschungsfrage steht, ob sich der zu erwartende Vigilanzverlust bei Überwachungstätigkeiten sowie die damit verbundene Anzahl an Fehlhandlungen durch den Einsatz des Elementes Radio beeinflussen lässt. Die Tätigkeit in Leitwarte kann hierbei im konkreten Aufgabenkontext mit hohen Anteilen monotoner Überwachung einhergehen (Löwe & Dalijono 2012), welche sich negativ auf die Arbeitsaufgabe auswirken können, wobei im Zuge der Veränderungen von Industrie 4.0 (Spath et. al. 2013) und damit verbundener Arbeitsprozesse (BMBF 2016) mit einer Zunahme dieser Arbeitstätigkeit zu rechnen ist. Die Arbeitsperson des Operators ist dabei der Gefahr der herabgesetzten Vigilanz ausgesetzt, im Sinne eines ermüdungsähnlichen Zustandes nach DIN EN ISO 10075-1:2017, da der Mitarbeiter

in der Leitwarte aufgrund der hochgradigen automatischen Regelung des Prozesses, nur relativ wenig eingreift (Treier 2008). Die potenziellen Gestaltungsempfehlungen stellen langfristig die Möglichkeit dar, den Faktor Radio in Richtlinien und/oder Verordnungen der Umgebungsbedingungen zu implementieren.

2. Bisherige Erkenntnisse

Zur Untersuchung der Fragestellung wurde eine Laborstudie konzipiert, wobei unter der Versuchsbedingung (R) mit einem definierten Radiomitschnitt der Vigilanztest „Mackworth-Clock“ als Überwachungsaufgabe durchgeführt wurde. Bei konstanten Bedingungen der Arbeitsumgebung in Anlehnung an DIN EN ISO 11064-6:2005 erfolgte analog die Bearbeitung der Aufgabe durch die Probanden der Kontrollbedingung Stille (V), ohne Einspielen des Radioprogramms (Bialek et al. 2018 (2)). An der Untersuchung nahmen 48 Personen im Alter zwischen 18 und 55 Jahren teil, wobei jeweils 12 weibliche und 12 männliche Probanden der Untersuchungs- bzw. Vergleichsgruppe zuzuordnen sind. Die deskriptive Auswertung der Kategorie *Fehler Gesamt* zeigt ein erwartungskonformes Ergebnis, da sowohl in der Versuchsgruppe als auch in der Vergleichsgruppe keine fehlerfreie Bearbeitung der Überwachungsaufgabe erfolgte. In absoluten Werten lag die Gesamtfehlerzahl unter Bedingung (R) bei $X_R = 201$ Fehlern und für die Vergleichsgruppe (V) bei $X_V = 261$ Fehlern. Dieses Ergebnis bestätigen indes auch die Kennwerte *durchschnittliche Fehleranzahl* der Versuchsgruppe $M_R = 8.29$, $SD = 6.91$ und der Vergleichsgruppe $M_V = 10.71$, $SD = 8.477$, sowie die *Mediane* der Bedingungen (R) $\tilde{x}_R = 5.50$ und (V) $\tilde{x}_V = 9.00$. Die linksschiefe Verteilung der Variablen *Fehler Gesamt* erforderte die Verwendung eines nichtparametrischen Tests. Hierbei zeigte sich in der Vorberechnung der mittleren Ränge unter Anwendung des U-Test von Mann-Whitney (Bortz & Schuster 2010), ebenfalls die tendenziell geringere Fehleranzahl zwischen Versuchsgruppe (R) $m_{R_R} = 22.29$ zur Vergleichsgruppe (V) $m_{R_V} = 26.71$. Statistisch unterscheiden sich die Gruppen (R) und (V) hingegen nicht $U = 235.0$, $p = 0.273$. Ein störender Einfluss der kognitiven Funktionen durch den Umgebungsfaktor Radio nach DIN EN ISO 11064-6:2005, gemessen an der Fehlerhäufigkeit, ist in diesem Kontext nicht verifizierbar. Ausgehend von dem vorliegenden Ergebnisse kann daher die Nutzung des Radios im Arbeitssystem Leitwarte bei Vigilanzaufgaben befürwortet werden. Darüber hinaus sprechen die Zahlen zur Fehlerhäufigkeit dafür, dass tendenziell mit weniger Fehlern zu rechnen ist. Eine Reduzierung der Fehler findet dahingehend nicht absolut, sondern in Relation zur stillen Umgebung statt.

Systemseitig wurde ebenfalls der Parameter *Reaktionszeit* als Indikator beim Vollzug der Überwachungsaufgabe über die Tatstatur erfasst (Bialek et al. 2018 (2)). Die maximale Reaktionszeit in der Versuchsgruppe liegt bei $RT_{MaxR} = 1.108$ s und in der Vergleichsgruppe bei $RT_{MaxV} = 1.225$ s. Die Minima liegen bei $RT_{MinR} = 0.566$ für Bedingung (R) und $RT_{MinV} = 0.587$ s für Bedingung (V). Im Mittel benötigten die Probanden der Versuchsgruppe 0.834 s und die Probanden der Vergleichsgruppe 0.816 s um auf das Ereignis Doppelsprung zu reagieren. Dieser extrem geringe Unterschied im Millisekundenbereich ist in der statistischen Unterscheidung $U = 271.0$, $p = 0.726$ der Gruppen (R) und (V) nicht gegeben. Somit ist für die *Reaktionszeit* statistisch analog zur Fehlerhäufigkeit kein negativer Einfluss nachweisbar. Aktuell erfolgt die Auswertung des Parameters *Reaktionszeit* in Bezug auf den zeitlichen Verlauf und somit auf Basis der einzelnen Segmente des Radioprogramms, wie Nachrichten, Wetterdurchsagen, Verkehrsdurchsagen, Werbung, Moderation und Musikanteilen ,

somit analog zum Vorgehen der segmentbasierten Fehlerauswertung (Bialek & Hoppe 2018). Vorliegende Ergebnisse zur Schläfrigkeit (Bialek et al. 2018 (1)), als weitere Komponente der objektiven Datenerfassung lassen ebenfalls auf eine nicht beeinträchtigende Wirkung auf die Vigilanz schließen.

Aufgrund konstanter Arbeitsumgebungsparameter, unter anderem die Lautstärke mit $L_P = 42.5$ dB(A) für die Versuchsbedingung und $L_P = 30.0$ dB(A) für die Vergleichsbedingung als Hintergrundschallpegel, ergeben sich keine Korrelationen in Bezug auf die Zielstellung. Die Festlegung der Schallpegel erfolgte wie bereits beschrieben nach DIN EN ISO 11064-6:2005 sowie unter Anwendung weiterer Normen und Richtlinien, beispielsweise der DIN EN ISO 11690-1:1996 oder VDI 2058 Blatt 3. Aus der Datenanalyse der Versuchsgruppe ist erkennbar, dass die Umgebungslautstärke und somit auch die Lautstärke des Faktors Radio von 8.33 % der Probanden mit dem Item „zu laut“ bewertet wurde, wohingegen die sonstigen 91.67 % die Arbeitsumgebung in Hinblick auf die Lautstärke als „angenehm“ bewerten. Die Bewertungsmöglichkeit „zu leise“ wurde nicht gewählt. In der Vergleichsgruppe votierten 12.5 % der Probanden für „zu laut“, 75.0 % für „angenehm“ und wiederum 12.5 % für „zu leise“. Auch wenn statistisch kein Unterschied identifizierbar ist ($U = 267.0$, $p = .504$), zeigt sich ein Trend hin zur lauterer Umgebung. Dies bei Hinzuziehung der Fragestellung zur Konfiguration der akustischen Umgebung im Fall einer Versuchswiederholung. Die Probanden beider Gruppen hatten hierbei die Möglichkeit zwischen der Bedingung Radio (1) oder Stille (2) zu wählen. Unterscheiden sich die Mittelwerte der Versuchsgruppe $M_R = 1.13$, $SD = .338$ und der Vergleichsgruppe $M_V = 1.29$, $SD = .464$, so ist der Median in beiden Gruppen identisch $\tilde{x}_R = \tilde{x}_V = 1.00$ und zeigt auf, dass sich sowohl Probanden unter der Bedingung (R) als auch unter der Bedingung (V) in einem potentiellen Folgeversuch für das Radio als Umgebungsfaktor entscheiden würden. In absoluten Zahlen haben 21 Probanden der Versuchsgruppe und 17 Probanden der Vergleichsgruppe die Option (1) gewählt, wobei statistisch kein Unterschied vorliegt $U = 240.0$, $p = .160$ und somit die Präferenz unabhängig vom Radioeinfluss gewählt wurde. Unter dieser Annahme erscheint es sinnvoll, die Lautstärke akustischer Reize in Form begleitender Hintergrundmusik der Arbeitsumgebung zu evaluieren.

3. Grundlagenstudie zur Lautstärkeausprägung

Daher wird aktuell eine Methodik erarbeitet, um Auswirkungen der Lautstärkeausprägung musikalischer Elemente als extraaural wirksamen Umgebungseinfluss bei verschiedenen Arbeitstätigkeiten erforschen zu können. Die Literatur beschreibt nahezu unzählige Forschungsergebnisse, wobei die allgemeine Wirkung von Musik auf den Organismus (Hahad et al. 2017, Konrad 2017) und das Wohlbefinden (vgl. Kreutz & Bernatzky 2015), aber auch auf die Leistungsfähigkeit, das Konzentrationsvermögen sowie die Fehlerhäufigkeit thematisiert wird. Die Befunde der empirischen Forschung sind zumindest bei den Letztgenannten oftmals widersprüchlich. Eine umfassende Zusammenstellung bezüglich kognitiver Wirkeffekte aus 242 Studien liefern SZALMA & HANCOCK (2011) in einer Metaanalyse. Die Beeinflussung erwünschter Zielgrößen durch Lärm respektive Hintergrundmusik hängt dabei offensichtlich stark von flankierenden Kriterien, wie z.B. spezifischen Parametern des akustischen Stressors (z.B. Typus, Dauer, Qualität und Lautstärke), den erhobenen Leistungsmaßen oder den Testanforderungen ab. Schlussendlich ist zu konstatieren, dass hierbei noch nicht alle Forschungsfragen erschöpfend geklärt werden konnten.

Wird der Anwendungskontext auf die Arbeitswelt eingegrenzt, reduzieren sich die aussagekräftigen Ergebnisse weiterhin.

Mit wenigen Ausnahmen fokussieren die wissenschaftlichen Studien die Lautstärke der musikalischen Umrahmung bestenfalls als unabhängige Variable, lassen jedoch deren Einfluss weitgehend offen. Vielfach werden verschiedene Schallpegel als Bedingungen im Rahmen des Versuchsdesigns vordefiniert und Analysen daran erarbeitet. Ein interessanter Denkansatz liegt jedoch darin, die flexible Justierbarkeit seitens des Probanden zu erlauben, um die individuell präferierte Lautstärke der Hintergrundmusik unter Berücksichtigung verschiedenartig geprägter Arbeitsaufgaben zu ermitteln. Insbesondere für Beschäftigte in Leitwarten, welche unterschiedliche Tätigkeitsinhalte mit Schwerpunkt auf Bedien- und Beobachtungsaufgaben der zu steuernden Anlagen zu bewältigen haben, lassen sich hier vielversprechende Ableitungen bezüglich tätigkeitsabhängig optimalen Lautstärkeempfehlungen erwarten. Die detaillierte Methodik zur Durchführung der Studie wird derzeit im Ergonomielabor des FG Arbeitswissenschaft/ Arbeitspsychologie der BTU Cottbus-Senftenberg erarbeitet. Erste Ergebnisse werden Ende 2019 erwartet.

4. Literatur

- Kreutz, G, Bernatzky, G (2015) Musik und Wohlbefinden – ein dynamisch wachsendes Forschungsgebiet. In: Bernatzky G., Kreutz G. (eds) Musik und Medizin. Wien: Springer.
- Bialek, H, Kockrow, R, Hoppe, A (2018) (1) Zur Wirkung von Radioprogrammen bei Dauerüberwachungstätigkeiten. Kurzfassungsband, 15. Symposium Energieinnovation. Graz: Verlag der technischen Universität Graz. 240-241.
- Bialek, H, Hoppe, A (2018) Option Radio in der Arbeitsumgebung – Ablenkung oder Unterstützung. In: Hoppe, A (Hrsg.) (2018) Arbeiten und Leben in multioptionaler Welt. Band 4. Aus der Reihe: Arbeit und Technik im Wandel. Aachen: Shaker Verlag. 189-202.
- Bialek, H, Kockrow, R, Hoppe, A (2018) (2) Laborstudie zur Wirkung von Radioprogrammen auf die Vigilanz bei Überwachungstätigkeiten. ARBEIT(S).WISSEN.SCHAF(F)T Grundlage für Management & Kompetenzentwicklung, 64. Arbeitswissenschaftlichen Kongresses FOM Hochschule für Oekonomie & Management. Dortmund; GfA-Press.
- Böhle, F (2017) Arbeit als Subjektivierendes Handeln - Handlungsfähigkeit bei Unwägbarkeiten und Ungewissheit. Wiesbaden: Springer. 175-181.
- Bortz, J, Schuster, C (2010) Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. Berlin, Heidelberg: Springer Medizin. 130-133.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.) (2016) Zukunft der Arbeit - Innovationen für die Arbeit von morgen. Bonn. 8-11.
- DIN EN ISO 10075-1 Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung - Teil 1: Allgemeine Aspekte und Konzepte und Begriffe (ISO 10075-1:2017); Deutsche Fassung EN ISO 10075-1:2017.
- DIN EN ISO 11064-6 Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen - Teil 6: Umgebungsbezogene Anforderungen an Leitzentralen (ISO 11064-6:2005); Deutsche Fassung EN ISO 11064-6:2005.
- DIN EN ISO 11690-1 Akustik - Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen maschinenbestückter Arbeitsstätten - Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 11690-1:1996); Deutsche Fassung EN ISO 11690-1:1996.
- Hahad, O, Beutel, M, Gori, T, Schulz, A, Blettner, M, Pfeiffer, N, Rostock, T, Lackner, K, Sørensen, M, Prochaska, JH, Wild, PS, Münzel, T (2017) Annoyance to different noise sources is associated with atrial fibrillation in the Gutenberg Health Study. *International Journal of Cardiology* 264, 79-84.
- Herczeg, M (2014) Prozessführungssysteme. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 8-10.
- Konrad, J (2017) Einfluss von auditorischer Belastung auf die Parameter der Herzfrequenzvariabilität. Dissertationsschrift, Universität Würzburg.
- Kreutz, G, Bernatzky, G (2015) Musik und Wohlbefinden. In: Bernatzky, G, Kreutz, G, (Hrsg.) Musik und Medizin. Wien: Springer. 8-16.

- Löwe, K, Dalijono, T (2012) Entwicklung eines Operatorunterstützungssystems zur Steigerung der Sicherheit hochautomatisierter verfahrenstechnischer Anlagen. *Chemie Ingenieur Technik*, 84 (11), S. 2027 – 2034.
- Posner, MI, Rafael, RD (1987) Cognitive theories of attention and the rehabilitation of attention deficits. In: Meier MJ, Benton AL, Diller L (Eds.) *Neuropsychological Rehabilitation*. Edinburgh: Churchill Livingstone. 182-201.
- Spath, D, Ganschar, O, Gerlach, S, Hämmerle, M, Krause, T, Schlund, S (2013) Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Stuttgart: Fraunhofer IAO. 18-24.
- Szalma, JL, Hancock, PA (2011) Noise effects on human performance: a meta-analytic synthesis. *Psychological bulletin*, 137(4), 682-707.
- Treier, C (2008) Mensch-System-Integration nicht ohne soziale Dimension – Beobachtungen und Schlussfolgerungen aus der Gestaltung und Nutzung von Warten in Kernkraftwerken. In: DLRG-Bericht 2008/04-23.
- VDI 2058 Blatt 3 Beurteilung von Lärm am Arbeitsplatz unter Berücksichtigung unterschiedlicher Tätigkeiten.



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 · www.internetkundenservice.de