

## **Aufmerksamkeitslenkung an stark visualisierten Arbeitsplätzen mit komplexen Bildschirmdarstellungen**

Annette HOPPE, Norman REßUT, Anna-Sophie HENKE, Rico GANßAUGE

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

**Kurzfassung:** In einer vernetzten und hoch automatisierten Arbeitswelt gewinnt die Steuerung industrieller Prozesse in Leitwarten eine immer größere Bedeutung. Aktuell ist vor allem im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung mit einem starken Ansteigen der dortigen Steuer- und Überwachungstätigkeiten zu rechnen (Haag 2014, S. 59). Häufig sind diese Arbeitsplätze mit vielen Visualisierungsmitteln versehen, auf denen komplexe Anlagen- und Prozessabbilder dargestellt sind. Vor allem in Situationen jenseits der überwachenden Routinetätigkeit könnten sich deshalb wichtige Informationen außerhalb des zentralen Blickfeldes des Operators befinden. Sie erscheinen nun im peripheren Blickfeld und werden dort wesentlich schlechter erkannt, zumal bei der üblichen komplexen Darstellung möglicherweise mit Maskierungseffekten zu rechnen ist (Huckauf 1999). Somit muss die Aufgabe darin bestehen, die Aufmerksamkeit des Operators durch deutliche visuelle Signale zuverlässig zu lenken, ohne ihn jedoch übermäßig starken Reizen auszusetzen. Ansonsten könnten wichtige und handlungsrelevante Benachrichtigungen übersehen werden, was möglicherweise zu Fehlhandlungen mit weitreichenden negativen Konsequenzen führen kann. Ziel der wissenschaftlichen Studie ist es, in einem Laborexperiment Reize mit diesen Eigenschaften zu identifizieren. Das Projekt wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) unter der Nr. 358406233 gefördert. Aus den Ergebnissen können Hinweise für die Gestaltung von Visualisierungsmitteln an hoch technisierten Arbeitsplätzen abgeleitet werden. Der Beitrag schildert die bisher erfolgte technische und organisatorische Umsetzung des Versuchsaufbaus mit seinen einbezogenen Variablen und die durchgeführten Vorversuche.

**Schlüsselwörter:** Leitwarten, Automatisierung, peripheres Blickfeld, Aufmerksamkeit, Visualisierung

### **1. Einleitung und Zielstellung**

Die Tätigkeit in Leitwarten ist von wachsender Bedeutung in der Industrie. Bereiche, in denen diese Arbeitsplätze schon lange Zeit etabliert sind, stellen z. B. Kraftwerke oder Chemieanlagen dar. Bereits heute sind sie in weiteren Bereichen, wie dem Dienstleistungssektor oder dem Gesundheitswesen vertreten. Hier werden sie beispielsweise eingesetzt, um den Betrieb von Krankenhäusern effizient zu steuern (Meinecke, Albat 2015). In Zukunft ist mit einem Anstieg dieser Arbeitsplätze zu rechnen (Andelfinger, Hänisch 2017, S. 9). Dies deutet sich vor allem im Zuge der tiefgreifenden Umwälzung hin zur „Industrie 4.0“ bereits heute an.

In den Leitwarten besteht ein erheblicher Anteil der Tätigkeit aus Überwachung und wird oft auf einer großen Anzahl von Bildschirmen ausgeführt (Kockrow 2014). Damit kann sich handlungsrelevante Information möglicherweise außerhalb des zentralen Blickfeldes von mit der Überwachungstätigkeit betrauten Beschäftigten befinden. Dieses zentrale Blickfeld befindet sich in einem Bereich von etwa  $15^\circ$  um die Blickachse (Schmauder, Spanner-Ulmer 2014, S. 130). Dort dargestellte Signale und Informationen werden üblicherweise gut erkannt. Außerhalb dieses Bereichs existiert für bis zu  $90^\circ$  neben der Blickachse ebenfalls visuelle Wahrnehmung, allerdings werden Reize deutlich schlechter erkannt. Falls sich eine relevante Information dort befindet und es nicht gelingt, die Aufmerksamkeit zu dieser hin zu lenken, könnten daraus weitreichende Konsequenzen resultieren. Notwendige Bedienhandlungen könnten unterbleiben und im Extremfall technische Sicherungsmaßnahmen greifen, um den laufenden Prozess wieder in einen sicheren Zustand zu überführen (vgl. Norm-Entwurf DIN EN 61511-1:2012-10). Dies ist jedoch üblicherweise mit Produktionsverlusten verbunden und sollte deshalb unbedingt vermieden werden, nicht zuletzt könnten dadurch auch Gefahren für Mensch oder Umwelt entstehen.

Ziel des DFG-geförderten Forschungsvorhabens ist es deshalb, die aufmerksamkeitslenkende Wirkung definierter Reize im peripheren Blickfeld zu untersuchen. Dazu soll festgestellt werden, inwiefern unterschiedliche Arten von visuellen Reizen in der Lage sind, die Aufmerksamkeit zuverlässig in das periphere Blickfeld zu lenken, ohne jedoch Schreckreaktionen bei den Beschäftigten der Leitwarte auszulösen.

## 2. Aufbau und Ablauf des Laborexperiments

Um das Ziel zu erreichen, wurde im Forschungslabor des Fachgebiets Awip ein experimenteller Arbeitsplatz aufgebaut. Das Blickfeld wird zentral durch einen Monitor und peripher durch zwei weitere rechts und links abgedeckt (vgl. Abb. 1).



Abbildung 1: Experimentalarbeitsplatz im Forschungslabor des Fachgebiets Awip (Quelle: eigene Darstellung).

Die Abstände wurden so gewählt, dass der mittlere Monitor das zentrale Blickfeld ( $15^\circ$  um die Blickachse) abdeckt, die anderen Monitore entsprechend das periphere

Blickfeld umfassen. Zur angemessenen realistischen Nachbildung von Prozessleittechnik für das periphere Blickfeld wurden Fließbilder auf Basis entsprechender Normen aus der chemischen Industrie (DIN EN ISO 10628; DIN 19227; DIN EN ISO 9241-302) entworfen. Eine einheitliche grafische Komplexität des Hintergrundes wurde durch eine ausgewogene Verteilung gleichwertiger Elemente auf dem Bildschirm sichergestellt.

In einem realen Leitsystem existiert eine geringe aber beständige Veränderung in den Anzeigen, welches eine Art des Hintergrundrauschens erzeugt. Dies wird im Laborexperiment nachgebildet, um mögliche Maskierungseffekte, welche beispielsweise von Huckauf (1999) beschrieben wurden, sichtbar machen zu können. Dazu wurde jeweils ein Teil der Anzeigen mit den dazugehörigen Zahlenfeldern einer logisch konsistenten, geringen Veränderung um einen mittleren Wert unterworfen. Im Abstand von 3 s ändern sich zufällig ein Drittel aller möglichen Anzeigen. Logisch konsistent ist die Veränderung insofern, als das die neuen Anzeigewerte kontinuierlich auf den vorhergehenden Werten aufbauen und keine abrupten Sprünge auftreten. Die Positionen wurden dabei so fixiert, dass das periphere Blickfeld möglichst kontinuierlich abgedeckt ist. So können aus den gewonnenen Daten später mittels Regressionsgleichungen ebenfalls die nicht abgedeckten Bereiche berechnet werden. Diese wurden jeweils an der Grenze zum peripheren Blickfeld ( $15^\circ$  zur Blickachse), an der Grenze der Wahrnehmung ( $90^\circ$ ) sowie an zwei gleichabständigen Bereichen dazwischen (bei  $40^\circ$  und bei  $65^\circ$ ) festgelegt. Die zu erkennenden Zielreize können nun an verschiedenen Höhen erscheinen. Um möglichen Effekten der leichteren Erkennung durch Anordnung im Sinne einer absoluten Symmetrie oder „guten Gestalt“ (Breiner 2018, S. 142) vorzubeugen, sind die Anzeigen leicht versetzt zur Ideallinie angeordnet (vgl. Abb. 2)

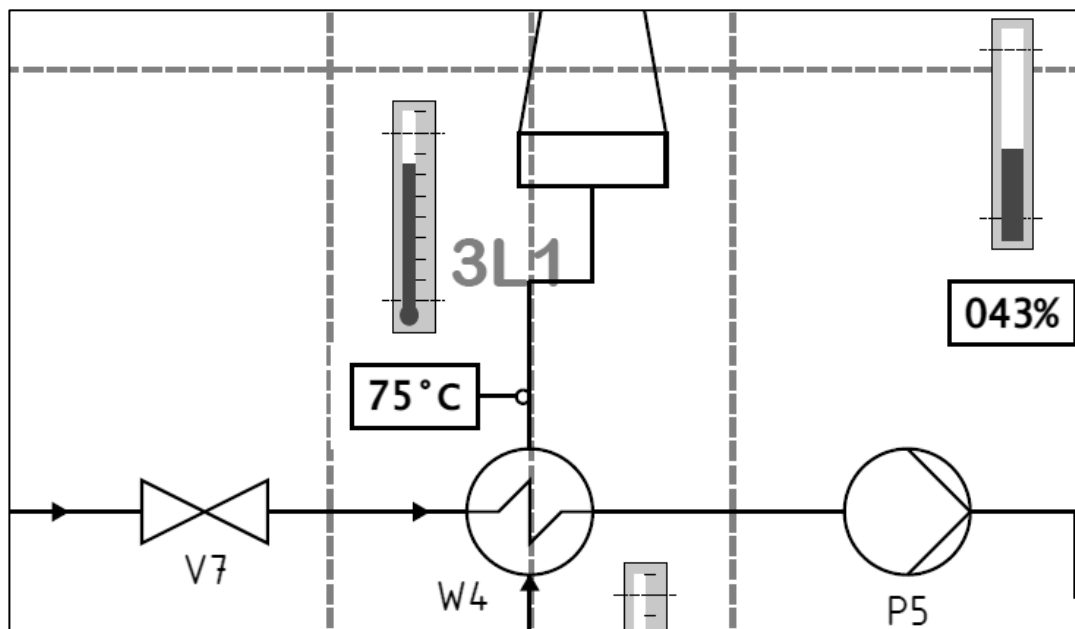


Abbildung 2: Darstellung der Positionen der späteren Zielreize („3L1“) leicht versetzt zur Ideallinie (mittig, gestrichelt). Es handelt sich um die obere Position oben links, alle anderen Positionen werden innerhalb ihres jeweiligen Korridors (umliegende gestrichelte Linien) gleichartig dargestellt. Die gestrichelten Linien und der Positionsmarker („3L1“) dienen der Visualisierung und werden im Experiment nicht gezeigt (Quelle: eigene Darstellung).

An den beschriebenen Positionen erscheinen in unregelmäßigen und für den Probanden unvorhersehbaren Abständen Zielreize als breite Umrandung des beispielhaft in Abbildung 1 dargestellten Zahlenwertes von 75 °C. Weiterhin werden Kontrast und Blinkfrequenz des Zielreizes in jeweils vier Stufen variiert, so dass zusammen mit der Position im peripheren Blickfeld insgesamt 64 Variablenkombinationen entstehen.

Die Bindung der Aufmerksamkeit im zentralen Blickfeld erfolgt mittels der „Tower of London“-Aufgabe aus der PEBL-Testbatterie (Mueller, Piper 2014). Diese stellt eine typische Aufgabe im Sinne eines psychologischen Problemlösens dar. Es sind komplexe Denkprozesse im Sinne des Schlussfolgerns, Antizipierens, Planens und Ausführens (Ward, Allport 1997) involviert. Damit ist sie als ein gutes Abbild einer Problemlösesituation an einem realen Leitstand zu betrachten.

Das Quittieren eines erkannten Reizes erfolgt mittels anklicken von dafür eingerichteten Buttons auf dem zentralen Monitor. Diese sind unter der Aufgabe „Tower of London“ angeordnet. Andere Möglichkeiten, wie z.B. die Quittierung mittels einer Blickbewegung hin zum Zielreiz (Sakkade), stellten sich innerhalb des Versuchsaufbaus und der Vorversuche als nicht praktikabel heraus. Die Priorität wurde einer realistischen Situation gegeben, bei der die Aufmerksamkeit möglichst stark zentral gebunden wird, da dies bei entsprechender Problemlösung an Leitständen in der Praxis in ihrer Art und Weise vergleichbar ist.

### **3. Abhängige Variablen und Kontrollvariablen**

Um die aufmerksamkeitslenkende Wirkung der Zielreize zu untersuchen, werden diese für jeden Probanden in einer verschiedenen randomisierten Reihenfolge eingegeben. Sie werden durchschnittlich alle 90 s mit ausreichenden Pausen von mindestens 20 s zwischen zwei Reizen dargeboten. Daraufhin wird die Erkennungsrate und -zeit erfasst. Dies sind somit die abhängigen Variablen des Experiments. Nachdem mit Hilfe der Pretests der endgültige Versuchsaufbau und -ablauf erstellt wurde, wird mit den später im Hauptversuch erfassten Daten eine Regression von Erkennungsrate und -zeit durchgeführt. Damit soll die bestmögliche Kombination von Kontrast und Frequenz der Zielreize für eine optimale Aufmerksamkeitslenkung ermittelt werden.

Um sicherzustellen, dass die Reize im peripheren Blickfeld nicht durch zufälliges direktes Hinschauen erkannt werden, tragen die Probanden ein Blickerfassungssystem Typ Dikablis und legen den Kopf auf einer gepolsterten Schiene ab. Damit kann sichergestellt werden, dass der Blick tatsächlich auf den zentralen Monitor verblieben ist. Die bisher durchgeführten Vorversuche bestätigten die Praktikabilität dieses Vorgehens. Dies zeigt sich in nur sehr geringen Blickraten außerhalb des zentralen Monitors (ca. 1,0 %) bei insgesamt hohen Erkennungsraten der Blickerfassung. Damit die Reize keine übermäßig starken Reaktionen im Sinne einer Schreckreaktion (Birbaumer, Schmidt 2010, S. 504) hervorrufen, wird zusätzlich die Herzfrequenz mit erfasst. Diese stellt einen Indikator dafür dar und wird zusätzlich zu subjektiven Daten abgeleitet. Um den Probanden nicht unnötig zu belasten, wird ein kabelloses System Typ emotion Faros 180 (BioSign) eingesetzt. Damit durch schwankende Umgebungseinflüsse keine Störvarianz in das Experiment einfließt, werden die Versuche im vollklimatisierten Labor des FG Awip durchgeführt. Dieses kann Temperatur und Luftfeuchte bei gleichzeitig geringer Luftgeschwindigkeit konstant halten. Alle Vor- und Nachbefragungen wurden weitestgehend digitalisiert. Ebenso wurde,

um die komplexen Vorbereitungs-, Durchführungs- und Datenzusammenführungsschritte fehlerfrei zu gestalten, eine digitalisierte Checkliste erstellt. Dies alles unterstützt sehr wesentlich die Objektivität der Methode (Döring, Bortz 2016, S. 443).

#### 4. Fazit

Die bisherige Umsetzung kann anhand der Vorversuche als tauglich erachtet werden. Der durch die relativ vielen gleichzeitigen Aufgaben und Datenerfassungen innewohnende Komplexitätsgrad wurde durch weitgehende Digitalisierung beherrschbar gemacht. Die Belastung der Probanden ist im Wesentlichen mit einer Arbeitsbelastung bei Überwachungstätigkeit vergleichbar. Insgesamt lassen die Versuche somit Ergebnisse erwarten, die eine ausgewogene Mischung aus interner und externer Validität darstellen. Nach Abschluss der Versuche ist mit Ergebnissen zu rechnen, welche helfen, zukünftige Arbeitsplätze menschengerechter zu gestalten und Sicherheit und Zuverlässigkeit zu unterstützen.

#### 5. Literatur

- Andelfinger, V., Hänisch, T. (2017). Industrie 4.0 – Wie cyber-physische Systeme die Arbeitswelt verändern. Wiesbaden: Springer-Gabler
- Birbaumer, N., Schmidt, R. (2010). Biologische Psychologie. Heidelberg: Springer
- Breiner, T. (2018). Farb- und Formpsychologie. Berlin: Springer
- DIN EN 61511-1:2012-10. Funktionale Sicherheit - Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie - Teil 1: Allgemeines, Begriffe, Anforderungen an Systeme, Software und Hardware. Berlin: Beuth
- DIN EN ISO 10628-1:2015. Schemata für die chemische und petrochemische Industrie - Teil 1: Spezifikation der Schemata. Berlin: Beuth
- DIN 19227-2:1991. Leittechnik; Graphische Symbole und Kennbuchstaben für die Prozeßleittechnik; Darstellung von Einzelheiten. Berlin: Beuth
- DIN EN ISO 9241-302:2009. Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 302: Terminologie für elektronische optische Anzeigen. Berlin: Beuth
- Döring, N., Bortz, J. (2016). Forschungsmethoden und Evaluation für Sozial- und Humanwissenschaften. Berlin: Springer
- Haag, M. (2014). Kollaboratives Arbeiten mit Robotern – Vision und realistische Perspektive. In: Botthof, A. ; Hartmann, E. (Hrsg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Heidelberg: Springer Vieweg.
- Hoppe, A., Ganßauge, R., Henke, A.-S., Reißut, N., Geißler, U.: Multizentrische Aufmerksamkeit in Leitwarten zuverlässig lenken – Ein Projekt der Laborforschung am Fachgebiet Awip. In : Hoppe, A. (Hrsg.): Arbeit und Technik im Wandel. Arbeiten und Leben in multioptionaler Welt. Band 4, Shaker Verlag, Aachen, 2018
- Huckauf, A. (1999): Zur Bedingungsanalyse lateraler Maskierung. Aachen: Shaker
- Kockrow, R. (2014). Eye-Tracking Studien in Leitwarten – Evaluation einer 'Visuellen Komfortzone' für Operortätigkeiten. Dissertationsschrift. Aachen: Shaker
- Meinecke, S., Albat, D. (2015). Gebündelt und transparent. Prozessorientierte Krankenhaus-Leitwarte erleichtert effiziente Ressourcenplanung. In: KU Gesundheitsmanagement, 5, 84, S. 56 – 58.
- Mueller, S., Piper, B. (2014). The Psychology Experiment Building Language (PEBL) an PEBL Test Battery. In: Journal of Neuroscience Methods, 222, S. 250 – 259.
- Schmauder, M., Spanner-Ulmer, B. (2014). Ergonomie - Grundlagen zur Interaktion von Mensch, Technik und Organisation. München: Hanser
- Ward, G., Allport, A. (1997). Planning and Problem solving Using the Five disc Tower of London Task. In: The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 50A (1), S. 49 -78.



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