

## **Alternsgerechte Darstellung von Signalen an hoch visualisierten Arbeitsplätzen**

Annette HOPPE, Uwe GEIßLER, Rico GANßAUGE

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

**Kurzfassung:** Vor allem in hoch visualisierten Arbeitsumgebungen mit Steuer- und Überwachungstätigkeiten spielt die Frage nach der Gestaltung optischer Signale eine große Rolle (Hoppe et al. 2021). Der Grund ist, dass sich bedeutsame Information möglicherweise außerhalb des gut wahrnehmbaren Bereiches direkt um die Blickachse befinden kann, weshalb die Aufmerksamkeit gezielt zu diesen gelenkt werden sollte. In einer durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Laborstudie waren dazu in einer kontrollierten Umgebung verschiedene optische Signale erforscht worden. Diese sollten aufgrund theoretisch fundierter Vorüberlegungen (z. B. durch Anregung der in der Peripherie vergleichsweise gut ausgeprägten Wahrnehmung von Bewegungen) in der Lage sein, die Aufmerksamkeit zu lenken, ohne jedoch übermäßige Reaktionen (z. B. erschrecken) bei den Versuchsteilnehmern auszulösen. Es stellte sich heraus, dass die kontrastreichen Signale, die mit vergleichsweise hohen Frequenzen blinkten, gut erkannt wurden (Hoppe et al. 2022). Es zeigte sich jedoch auch, dass in der breiten Altersverteilung der Versuchsgruppe signifikante Unterschiede bei älteren Teilnehmern auftraten. Diese nahmen die ansonsten gut erkennbaren Signale vor allem im Weiteren peripheren Gesichtsfeld (ab ca. 65° horizontal neben der Blickachse) deutlich schlechter wahr. Daraufhin wurde in einem zweiten Teil der Studie speziell mit einer Stichprobe von N = 25 mit höherem Durchschnittsalter (M = 56,1 Jahre; SD = 5,1 Jahre) Signale untersucht, bei denen weitere optische Faktoren (Effekt der Vergrößerung, Dreheffekt) einbezogen wurden. Diese sollten wiederum aufgrund weiterer theoretischer Vorüberlegungen unter Abwägung softwareergonomischer Kriterien (z. B. kein Überdecken bedeutsamer Information) potenziell eine bessere Aufmerksamkeitslenkung erzeugen können. Der Beitrag stellt erste Ergebnisse der durchgeführten Laborstudie vor und zieht Schlussfolgerungen für die Gestaltung von hoch visualisierten Arbeitsplätzen. Erkenntnisse darüber können im Sinne des demografischen Wandels die alternsgerechte Arbeitsgestaltung entscheidend unterstützen.

**Schlüsselwörter:** Steuer- und Überwachungstätigkeiten, Visualisierung, peripheres Gesichtsfeld, Signalgestaltung, altersgerechte Beanspruchung

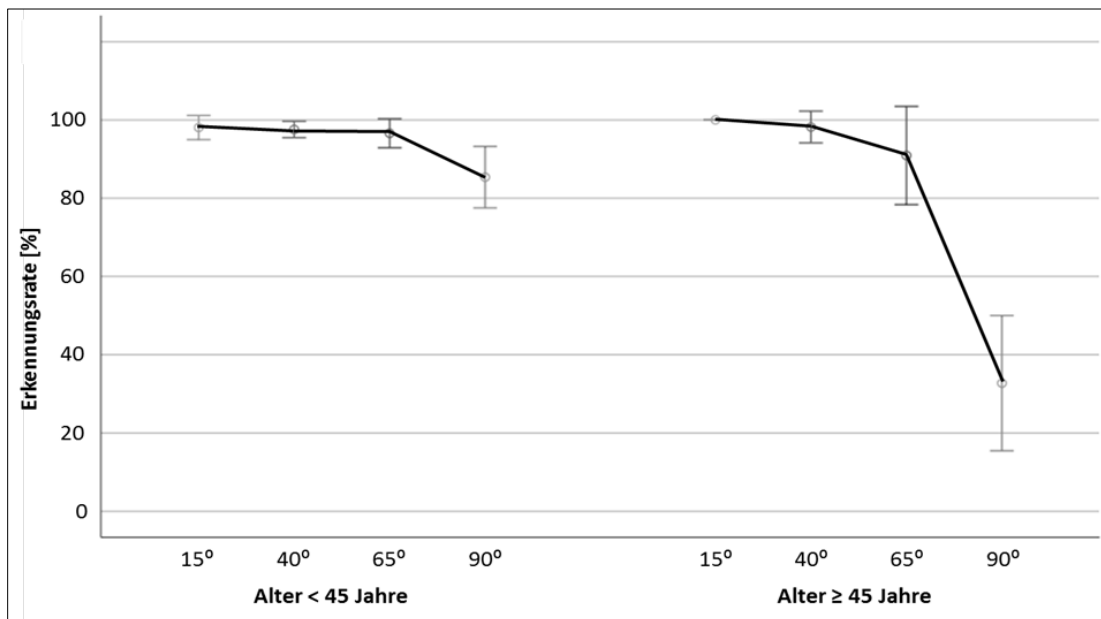
## 1. Einleitung

In den vergangenen Jahren wurde am Fachgebiet Awip das DFG-geförderte Projekt „Aufmerksamkeitslenkung durch Reize auf grafisch komplexen, dynamischen Visualisierungsoberflächen im peripheren Blickfeld“ durchgeführt. Dieses beschäftigte sich mit der Gestaltung von Signalen für die bestmögliche Aufmerksamkeitslenkung. Seit der damaligen Antragstellung haben sich einige Trends, die zur vorliegenden Untersuchung geführt haben, weiter fortgesetzt bzw. verstärkt. Das betrifft einerseits die Bedeutung von Tätigkeiten in Leitwarten im industriellen Kontext in Kraftwerken, Netzelektrozentralen, der Prozessindustrie oder Prüfständen (Thomas & Trampert 2019; Tornelli et al. 2017) als auch in anderen Einsatzfeldern, wie den Rettungsleitstellen, Sicherheit und Grenzschutz (Boecker 2017) oder im Gesundheitswesen (Meinecke & Albat 2015). Zudem ist in den letzten Jahren auch ein zunehmender Trend zur Arbeitsverdichtung durch Zentralisierung der Überwachung von mehreren Anlagen oder Bereichen gleichzeitig zu verzeichnen (Lafrenz & Jeschke 2017). Außerdem werden Veränderungen in der Mensch-Maschine-Kommunikation durch neue Technik erwartet (z. B. durch Touchscreens). Dabei sind diese Möglichkeiten eher als ergänzend zu den bisherigen zu verstehen, die Grundprinzipien der visuellen Informationsaufnahme werden nach Aussagen der befragten Experten mindestens für die kommenden zehn Jahre weiterhin bestehen bleiben. Somit sind seit dem vorangegangenen Antrag an der grundsätzlichen Tätigkeit und am Visualisierungsmiteinsatz in Leitwarten kaum qualitative, sondern eher quantitative Änderungen zu konstatieren. Als besonders bedeutsam ist die erwähnte Arbeitsverdichtung durch Zentralisierung zu bewerten. Wenn mehrere Anlagen gleichzeitig überwacht werden müssen, besteht eine noch größere Chance, dass sich relevante Informationen außerhalb eines zentralen, gut wahrnehmbaren Bereiches befinden. Ein zweiter, sich verstärkender Trend ist ein zunehmend höheres Durchschnittsalter bei allen sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Deutschland. Dieses beträgt knapp 44 Jahre und ist damit in den letzten 20 Jahren um etwa vier Jahre angestiegen (Destatis 2020). Im Bereich der für die Tätigkeit in Leitwarten besonders prädestinierten ingenieur- und naturwissenschaftlichen Fächer (MINT), war 2018 sogar fast jeder dritte Beschäftigte 55 Jahre alt und älter (Bundesagentur für Arbeit 2019, S. 17). Die seit 2012 schrittweise eingeführte Rente mit 67 Jahren sorgt dafür, dass dort in Zukunft mehr ältere Beschäftigte anzutreffen sein werden. Unter diesen Gesichtspunkten besteht ein ausgeprägter Bedarf an einer altersgerechten Arbeitsgestaltung. Zusammen mit der eingangs beschriebenen Arbeitsverdichtung lässt dies die zu untersuchende Problemstellung als noch dringlicher erscheinen. Es zeigten sich jedoch deutliche Unterschiede bei den Erkennungsraten älterer Teilnehmer über 45 Jahre, weswegen in einer Folgeuntersuchung anderer Visualisierungsmöglichkeiten speziell für diese Altersgruppe untersucht wurden.

## 2. Theoretischer Hintergrund

Die Peripherie des Sehens beginnt bei einem Winkel von ca. 15° horizontal (Schmauder & Spanner-Ulmer 2014, S. 130). Ein Vorgängerprojekt erbrachte, dass Signale mit hohem Helligkeitskontrast und mit Frequenzen von ca. 2,5–5,0 Hz blinkend bis in den weiten peripheren Bereich an die Grenze der visuellen Wahrnehmung bei ca. 90° gut erkannt werden (Hoppe et al. 2022). Es zeigten sich jedoch auch signifi-

kante Unterschiede zwischen dem jüngeren und älteren Teil (Alter ab 45 Jahre) der Stichprobe.



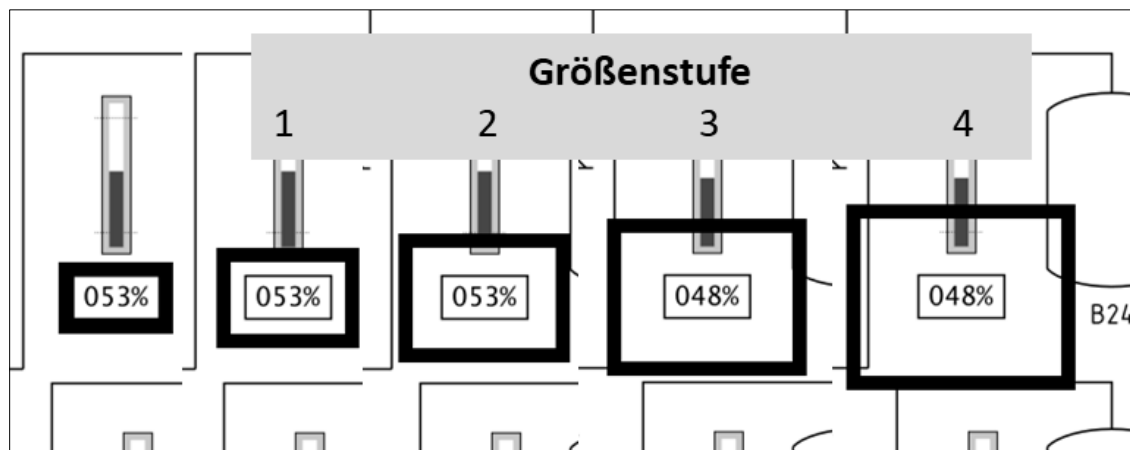
**Abbildung 1:** Erkennungsraten der Signale aus dem Vorgängerprojekt in verschiedenen Winkeln horizontal peripher, für den jüngeren (links) und älteren (rechts) Teil der Stichprobe. Quelle: eigene Darstellung.

Die deskriptiv dargestellten Unterschiede differierten für das weite periphere Blickfeld (Winkel 90°) hochsignifikant ( $F(1, 51) = 38,22$ ;  $p < 0,001$ ). Der Grund dafür ist in physiologischen Veränderungen zu suchen. Bei älteren Menschen zeigen neuere Erkenntnisse, dass die Empfindlichkeit der entsprechenden, für das periphere Sehen bedeutsamen Netzhautbereiche abnimmt. Vorrangig wird die Empfindlichkeit für Leuchtdichtekontraste schlechter (Jaffe et al. 1986), auch die generelle Empfindlichkeit für Bewegungswahrnehmung peripher ist ebenfalls eingeschränkt (Wojciechowski et al. 1995). Aus diesem Grund wurde ein Anschlussprojekt initiiert, welches mit veränderten Signalen versuchte, die Nachteile für ältere Menschen zu kompensieren. Ziel war es, Signale zu identifizieren, die eine dem jüngeren Teil der Stichprobe vergleichbare Erkennbarkeit auch für eine ältere Population gestatten.

Als Ansatzpunkte für eine altersgerechte Signalgestaltung kamen eine Vergrößerung der Signale und ein visueller Rotations- bzw. Dreheffekt infrage (McColgin 1960). Die Vergrößerung der Signale bietet zwar Nachteile im Sinne der Softwareergonomie (mögliches Überdecken anderer bedeutsamer Bereiche auf der Benutzeroberfläche, DIN EN ISO 9241-112:2017, S. 13), jedoch wurden die Signale so gestaltet, dass dies bestenfalls sehr kurzfristig eintreten kann. Ein generelles Übersehen ist im Sinne der gesamten Systemgestaltung außerdem als schwerwiegender einzuschätzen, da dies möglicherweise Folgefehler durch unterlassene Bedienhandlungen nach sich ziehen könnte.

### 3. Methoden

Für die Untersuchung wurde ein Laborexperiment konzipiert und durchgeführt. Dieses knüpfte an die theoretischen Erkenntnisse an und leitete daraus her, das vergrößerte Signale, auch in Kombination mit einem visuellen Dreheffekt, die periphere Wahrnehmung bei älteren Menschen möglicherweise ausreichend anregen können und damit gut wahrnehmbar sind. Es wurden somit neue Signale erstellt und untersucht (Abbildung 1).



**Abbildung 2:** Schematische Darstellung des Ausgangszustandes des Signals (ganz links) und die nachfolgenden Größenstufen 1 – 4. Erläuterungen im Text. Quelle: eigene Darstellung.

Die Abbildung zeigt ganz links die Ausgangsgröße. Die Höhe der Signale beträgt dort außen 13,5 mm, die Breite außen 21,5 mm. Dies stellt die 3 mm breite Umrandung einer für einen normgerechten Sehabstand von 76,7 cm empfohlenen Mindestschriftgröße von 3,8 mm dar (Schmidtke & Jastrzebska-Fraczeck 2013, S. 61). Nachfolgend sind von links nach rechts die vier Stufen der Vergrößerung dargestellt. Die 3 mm breite Umrandung vergrößert sich schrittweise mit einer Frequenz von 2,5 Hz bis auf eine Höhe von 25,5 mm und eine Breite von 33,5 mm in der größten Stufe. Für die Erzeugung eines visuellen Dreheffektes wurden etwa: 1/8 des Rahmens weiß ausgeblendet und dieser Abschnitt rotierte mit 2,5 Hz im Uhrzeigersinn, um nahtlos in die jeweils nächste Stufe der Vergrößerung überzugehen. Dies war im Vorfeld unter verschiedenen Varianten ausgewählt worden, um in Kombination mit dem Vergrößerungseffekt eine deutliche Wirkung zu erzielen. Die Darbietung erfolgte lediglich in hohen Winkeln von zwischen 65° und 90° horizontal im peripheren Blickfeld, da im Vorgängerprojekt erst dort eine signifikante Verschlechterung bei den älteren Teilnehmern sichtbar wurde.

Die Stichprobengröße von N=25 war im Vorfeld mittels einer Abschätzung der Effektstärken aus dem Vorgängerprojekt hergeleitet worden. Ein Datensatz musste nachträglich von der Auswertung ausgeschlossen werden, da sich im Nachgespräch herausstellte, dass die ausführliche standardisierte Einweisung durch die Versuchsperson nicht verstanden worden war. Das führte zu einer extrem großen Anzahl erzeugter falscher Alarme sowie keiner Tastenbetätigung bei den eigentlichen Signalen. Die Durchführung erfolgte wie beim Vorgängerprojekt im vollklimatisierten Labor am Fachgebiet, um Störeinflüsse weitgehend zu eliminieren.

#### 4. Ergebnisse und weiteres Vorgehen

Für eine erste deskriptive Auswertung wurden die vier Winkel peripher zusammengefasst und daraus die Erkennungsraten und -zeiten berechnet. Diese sind in Tabelle 1 dargestellt.

**Tabelle 1:** Deskriptive Darstellung der Erkennungsraten und mittleren Erkennungszeiten verschiedener Signalqualitäten. Quelle: eigene Darstellung.

		Größenstufe			
		1	2	3	4
ohne Dreheffekt	Erkennungsrate [%]	77,1	77,1	80,2	90,6
	Mittlere Erkennungszeit [s]	1,87	2,25	2,29	1,98
mit Dreheffekt	Erkennungsrate [%]	84,4	84,4	89,6	83,3
	Mittlere Erkennungszeit [s]	1,79	1,85	1,90	1,62

Es zeigt sich, dass mit einigen Signalen eine Erkennungsrate von bis zu etwa 90 % erreichbar ist. Tendenziell scheinen die beiden größten Signale sowie der Dreheffekt einen Vorteil zu bieten, letzterer schneidet z. B. bei drei der vier Größenstufen besser hinsichtlich von Erkennungsrate und -zeit ab. Die veränderte Signalgestaltung scheint es somit auch älteren Arbeitnehmern zu ermöglichen, Erkennungsraten in ähnlicher Höhe wie jüngere Mitarbeiter zu erreichen (vgl. Abbildung 1 links). Um die Erkenntnisse abzusichern, müssen diese Unterschiede jedoch noch auf statistische Signifikanz geprüft werden, was in späteren Auswertungen erfolgen wird. Außerdem werden ebenfalls später detaillierte Vergleiche mit den besterkannten Signalen aus dem Vorgängerprojekt gezogen und unter Einbezug der Nachteile der hier gewählten Gestaltungsansätze (z. B. mögliche Verdeckung relevanter Bereiche) Empfehlungen für die altersgerechte Signalgestaltung abgeleitet.

#### 5. Literatur

- Bundesagentur für Arbeit (2019). Blickpunkt Arbeitsmarkt: MINT-Berufe. Nürnberg: Statistik der Bundesagentur für Arbeit.
- Destatis: Internetportal des Statistischen Bundesamtes. Pressemitteilung Nr. 448 vom 19. November 2018. Online verfügbar unter: [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2018/11/PD18\\_448\\_122.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2018/11/PD18_448_122.html) [Zugriff 09.03.2020].
- DIN EN ISO 9241-112:2017. Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 112: Grundsätze der Informationsdarstellung. Berlin: Beuth.
- Hoppe A, Ganßauge R, Geißler U, Henke A, Reißut N (2021). Gestaltung von Signalen zur Aufmerksamkeitslenkung im peripheren Blickfeld. In: Tagungsband zum 67. GfA Frühjahrskongress 2021, Bochum, S. 1461 – 1467. Dortmund: GfA-Press
- Hoppe A, Ganßauge R, Geißler U, Henke A, Reißut N (2022). Untersuchung von Aufmerksamkeitseffekten für die gezielte Gestaltung von Visualisierungsoberflächen für zeitgemäße Mensch-Maschine-Interaktion. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 76 (1), S. 65 - 82
- Jaffe G, Alvarado J, Juster R (1986). Age-related changes of the normal visual field. In: Archives of Ophthalmology, 104, S. 1021–1025.

„Arbeitswissenschaft in-the-loop:

Mensch-Technologie-Integration und ihre Auswirkung auf Mensch, Arbeit und Arbeitsgestaltung“

- Lafrenz B, Jeschke P (2017). Moderne IKT zur Visualisierung und Strukturierung von Informationen in Leitwarten. Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt-Lilienthal-Oberth e. V.
- McColgin F (1960). Movement thresholds in peripheral vision. In: Journal of the Optical Society of America, 50, S. 774–779.
- Meinecke S, Albat D (2015). Gebündelt und transparent. Prozessorientierte Krankenhaus-Leitwarte erleichtert effiziente Ressourcenplanung. In: KU Gesundheitsmanagement, 5, 84, S. 56–58.
- Schmauder M, Spanner-Ulmer B (2014). Ergonomie – Grundlagen zur Interaktion von Mensch, Technik und Organisation. Darmstadt: Hanser.
- Schmidtke H, Jastrzebska-Fraczek I (2013). Ergonomie – Daten zur Systemgestaltung und Begriffsbestimmungen. München: Hanser.
- Thomas C, Trampert S (2019). Informationsmanagement in Prüffeldern. In: ATZ Extra „Big Data“, Oktober 2019, S. 26–31.
- Tornelli S, Zuell, R, Marinelli M, Morch A, Cornez L (2020). Requirements for future control room and visualisation features in the Web-of-Cells framework defined in the ELECTRA project. In: CIRED, Open Access Proc. J., 1, S. 1425–1428.
- Wojciechowski R, Trick G, Steinman S (1995). Topography of the age-related decline in motion sensitivity. In: Optometry and Vision Science, 72, S. 67–74.

**Danksagung:** Das Projekt wird durch eine Sachbeihilfe von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) unter der Projekt-Nr. 358406233 ermöglicht.



Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

## Arbeitswissenschaft in-the-loop

**Mensch-Technologie-Integration  
und ihre Auswirkung auf Mensch,  
Arbeit und Arbeitsgestaltung**

70. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Institut für Arbeitswissenschaft und  
Technologiemanagement IAT  
Universität Stuttgart

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für  
Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

06. – 08. März 2024

---

## GfA-Press

---

**Bericht zum 70. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 06. – 08. März 2024**

**Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT), Universität Stuttgart**

**In Zusammenarbeit mit: Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Stuttgart**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Sankt Augustin: GfA-Press, 2024

ISBN 978-3-936804-34-8

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Sankt Augustin, Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast**

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.

### **Geschäftsstelle der GfA**

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003, Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

[info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de](mailto:info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de) · [www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de](http://www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de)

### **Screen design und Umsetzung**

© 2024 fröse multimedia, Frank Fröse,

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