

Belastungsoptimierte Arbeitsgestaltung in Leitwarten beim Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien

Peter JESCHKE, Bettina LAFRENZ

*Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin,
Gruppe „Human Factors, Ergonomie“
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, 44149 Dortmund*

Kurzfassung: In bisherigen Forschungsarbeiten zu Bildschirmarbeit außerhalb von Büros stellte sich heraus, dass der Bildschirmarbeit in Leitwarten, bedingt durch komplexe und sicherheitsrelevante Aufgaben, eine besondere Rolle zukommt. Im Mittelpunkt des in diesem Beitrag vorgestellten Forschungsprojektes stehen die Auswirkungen der Anwendung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) auf die Arbeit in Leitwarten. Dafür werden 1. zukunftssträchtige IKT-Konzepte bewertet, 2. Anforderungen an den aufgabengerechten Einsatz untersucht und 3. Inhalt und Vorgehensweise zur Gefährdungsbeurteilung weiterentwickelt. Es wird ein Überblick über die Methodik und den Ablauf des Projektes gegeben.

Schlüsselwörter: Leitwarten, moderne IKT, Belastungs-Beanspruchungskonzept, Arbeitsablauforganisation, Multitasking, Gefährdungsbeurteilung

1. Bildschirmarbeit in Leitwarten im Wandel – Projektanlass

In der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) wurden bisher speziell zu Leitwarten Forschungsprojekte „Bildschirmarbeit in Leitwarten – Handlungshilfen zur ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplätzen nach der Bildschirmarbeitsverordnung“ (Projektnummer F 2249, Bockelmann et al. 2012) und „Mentale Belastung bei der Prozessüberwachung und -steuerung in Leitzentralen der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV)“ (Projektnummer F 2320) durchgeführt. Die meisten der 50 untersuchten Leitwarten weisen in Bezug auf die Umsetzung der Bildschirmarbeitsverordnung einen erheblichen Verbesserungsbedarf auf. In den Projekten zeigte sich, dass es nicht ausreicht, einzelne Bereiche der Tätigkeit und des Arbeitsplatzes spezifisch/separat zu optimieren. Die Maßnahmen müssen auf das gesamte Arbeitssystem ausgerichtet und auf die Arbeitsaufgabe abgestimmt sein (Lafrenz und Jeschke 2014). Unabhängig zu den oben genannten Leitwartenprojekten wurde im BAuA-Forschungsbericht „Arbeitsunterbrechungen und Multitasking“ (Projektnummer F2220, Baethge und Rigotti 2010) die erhöhte Belastung durch Mehrfachaufgaben theoretisch aufbereitet. Es wurde angeregt, diese Wechselwirkungen in realitätsnaher Umgebung bzw. Feldstudien weiter zu untersuchen.

Für Leitwarten spielt die erhöhte Belastung durch Multitasking eine besondere Rolle, da häufig mehrere Prozesse gleichzeitig gesteuert werden und Hinweise von außen aufgenommen werden müssen. Hierbei ist ein wesentlicher Unterschied zu Tätigkeiten im Büro die zeitkritische Prozessabhängigkeit (Schwarz et al. 2010). Für die Arbeit in Leitwarten soll Multitasking nicht ausschließlich als negative Belastung betrachtet werden. Vielmehr soll Multitasking als Element zur Aufgabengestaltung im Sinne der Belastungsoptimierung untersucht und genutzt werden – z. B. zur

Kompensation von Unterforderung und Vigilanzproblemen. Des Weiteren werden immer mehr neue Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) für die Leitwartenarbeit eingesetzt. Diese sind zum Beispiel Touchscreens, Spracheingaben und 3D-Darstellungen, deren Auswirkungen auf die Belastung und Beanspruchung der Leitwartenoperatoren jedoch noch nicht geklärt sind (Lumbe und Skramstad 2010, Haas und van Erp 2014). Hierzu konnten auch in der internationalen Literatur keine hinreichenden Untersuchungen mit praktischen Lösungsansätzen gefunden werden. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass, analog zur Büroarbeit bzw. anderen IKT-Anwendungsbereichen, durch den Einsatz von IKT die Aufgabenwahrnehmung der Operatoren beeinflusst und somit Multitasking bedingt wird (Tiwari et al. 2014, Grootjen et al. 2006).

Neben der technischen Entwicklung ändern sich voraussichtlich auch die gesetzlichen Rahmenbedingungen: Die Anforderungen an Bildschirmarbeitsplätze sollen zukünftig über die Arbeitsstättenverordnung geregelt werden. Dabei sollen auch Anforderungen an den Einsatz mobiler Bildschirmgeräte und neuer Eingabemittel gestellt werden. Die Anforderungen richten sich sowohl an die Auswahl geeigneter Geräte als auch an deren belastungsoptimierten Einsatz.

Generell schreibt die Arbeitsschutzgesetzgebung eine Gefährdungsbeurteilung, zur Gewährleistung der sicheren und gesundheitsgerechten Arbeit, als zentrales Instrument vor. Häufig orientieren sich die Empfehlungen zur Ermittlung und Bewertung von Gefährdungen in Leitwarten im Wesentlichen an den Kriterien für Bildschirmarbeit in Büros. Aufgrund der komplexen und auch häufig unmittelbar sicherheitsrelevanten Gestaltung des Arbeitssystems Leitwarte im Vergleich zum Büro besteht Handlungsbedarf, um eine adäquate Erfassung und Bewertung der Gefährdungen im Leitwartenkontext zu gewährleisten. Dies wurde in dem Bericht zum Projekt „Bildschirmarbeit in Leitwarten“ insbesondere bezüglich neuer Entwicklungen wie „multi-consoling“ (interaktionsfähige Verschaltung aller Monitore und Großbildschirmdarstellungen) angemahnt.

Die Belastungen durch Multitasking und den Einsatz von IKT waren bisher in der Gefährdungsbeurteilung wenig berücksichtigt. Besonders in dieser Hinsicht ist es notwendig, die Gefährdungsbeurteilung weiterzuentwickeln. Auch ist derzeit noch ungeklärt, wie die Auswirkungen des Einsatzes neuer IKT und Multitasking im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung angemessen betrachtet werden sollen.

2. Untersuchungsgegenstand

Das Gesamtziel des Projektes ist es, durch die Analyse der Chancen und Risiken des Einsatzes moderner IKT in Leitwarten eine belastungsoptimierte Arbeitsgestaltung zu ermöglichen. Die Erkenntnisse sollen für die Durchführung von Gefährdungsbeurteilungen in Leitwarten aufbereitet werden.

Das Projekt gliedert sich dafür in drei Teilprojekte: In Teilprojekt 1 soll eine Studie zum Stand der Technik und zukünftigen Einsatz neuer IKT durchgeführt werden, um dann im Teilprojekt 2 die Auswirkungen auf den Operateur bezüglich seiner Aufgabenerfüllung mit neuer IKT in Leitwarten zu untersuchen, sowie in Teilprojekt 3 Unterstützungsinstrumente zur Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung zu erarbeiten. Diese Teilprojekte werden in Eigenforschung sowie unter Beteiligung externer Partner umgesetzt.

2.1 Teilprojekt 1: Stand der Technik und zukünftiger Einsatz von IKT in Leitwarten

Die Studie soll einen Überblick über den Stand der Technik der Mensch-Maschine-Interaktion an Leitwartenarbeitsplätzen geben. Des Weiteren soll ein möglicher Einsatz insbesondere von den Ein- und Ausgabetechnologien, die sich außerhalb von Leitwarten bereits bewährt haben, aber deren Einsatzfolgen in Leitwarten noch ungeklärt sind, untersucht werden. Beispiele für solche Technologien sind Spracheingabe, Mimik- und Gestensteuerung und neue Bildschirmausgaben wie 3D-Technik. Die Rahmenbedingungen dazu werden durch den Anwendungskontext und die dazugehörigen rechtlichen Vorschriften abgebildet. Im Delphi-Verfahren sollen ausgewählte externe Experten den zukünftigen Einsatz dieser Technologien abschätzen. Auf der Basis der Ergebnisse dieses Verfahrens sollen Chancen und Risiken sowie Anforderungen an die sichere und gesundheitsgerechte Gestaltung der Interaktionen zwischen Mensch und Maschine in Leitwarten herausgearbeitet werden.

2.2 Teilprojekt 2: Untersuchungen zum aufgabengerechten Einsatz von IKT

Bei der Literaturrecherche wurde deutlich, dass die Belastung und Beanspruchung durch Multitasking vorwiegend qualitativ untersucht wurden. Um Empfehlungen für eine optimale Arbeitsgestaltung in Leitwarten ableiten zu können, müssen die aus dem Multitasking resultierende Belastung und Beanspruchung quantitativ beschrieben werden. Das soll eine detaillierte Betrachtung von Unterforderung, Vigilanzproblemen, kognitiver Sättigung, kognitiver Fixierung und Überforderung beinhalten. Dabei wird sich auf die Wechselwirkungen zwischen Aufgabenwechseln, Ebenen der Informationsverarbeitung und Bearbeitungsdauer konzentriert. Damit soll das Cognitive Task Load Modell (CTL-Modell, Neerincx, 2003) quantitativ weiterentwickelt werden. Darauf aufbauend wurden bzgl. der Aufgabengestaltung und des aufgabengerechten Einsatzes neuer IKT drei Untersuchungsschwerpunkte identifiziert: (2.1.) Einfluss von Multitasking auf Operateure in Leitwarten zur Vermeidung von Über- und Unterforderung; (2.2.) Aufgabengerechte Nutzung verschiedener bildlicher Darstellungen und (2.3.) aufgabengerechte und gebrauchstaugliche Gestaltung multimodaler Interaktionsformen an der Schnittstelle Operateur und Prozess.

2.2.1 Belastung und Beanspruchung durch Multitasking

Zur Prognose der Unter- und Überforderung von Operateuren durch Mehrfachaufgaben in Leitwarten wird das CTL-Modell weiterentwickelt (Jeschke et al. 2014). Das Verfahren bezieht sich auf die Beanspruchung resultierend aus der Aufgabenkonstellation und der Informationsverarbeitung an der Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMS). Im Mittelpunkt der experimentellen Überprüfung steht die Beschreibung der optimalen mentalen Belastung mittels Aufgaben- und MMS-Beschreibungsparameter. Dazu sind in Laborversuchen mit Probanden simulierte Mehrfachaufgaben wie parallel zu bearbeitende Prozesssteuerungen per Tastatureingabe oder Maus, Informationsverarbeitung über Fernsprecher und administrative Aufgaben geplant, um die Beanspruchung der Operateure zu erfassen.

2.2.2 Bildliche Informationsdarstellung

Zur Aufgabenerfüllung des Operators in Leitwarten wird eine Vielzahl von Informationen über den Prozess benötigt. Dabei handelt es sich auch um Kameraaufnahmen vom Ort des Geschehens. Für diese Aufnahmen stehen mehrere Darstellungsmöglichkeiten zur Verfügung, wie z. B. Videobilder, Bildausschnitte, Wechselbilder oder manipulierte Bilder wie Bildspiegelungen, -drehungen und -zerrungen und 3D-Darstellungen. Solche kombinierten Bilddarstellungen können zu einer Überforderung des Operators führen, weil der Operator die Prozessdarstellung dekodieren muss. Hierzu soll mit einem externen Partner eine Belastungs- und Beanspruchungsanalyse zu den verschiedenen Darstellungsmöglichkeiten, insbesondere Bildwechselfrequenzen und -kombinationen durchgeführt werden.

2.2.3 Arbeits- und Aufgabenorganisation beim Einsatz neuer IKT in Leitwarten

Der technische Fortschritt in der Digitalisierung fördert die Weiterentwicklung moderner Interaktionsformen in Leitwarten. Dafür werden zum einen die Schnittstelle Operator und Prozess und zum anderen die Schnittstelle Operator und Personal vor Ort, unter Einsatz mobiler Bildschirmgeräte, untersucht.

Durch einen externen Partner soll geprüft werden, wie ein belastungsoptimaler und aufgabengerechter Einsatz in Leitwarten mit diesen Interaktionsformen zu gestalten ist. Dazu sollen die Erfahrungen von Herstellern und Unternehmensvertretern (Arbeitssicherheit, Planung und Konstruktion) erfasst werden, die bereits diese Technologien einsetzen.

Die Ergebnisse (Auswirkungen, Gestaltungsanforderungen und praktische Erfahrungen) zur Aufgabengestaltung bzgl. Multitasking und zum Einsatz neuer IKT in Leitwarten sollen für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung, insbesondere dem Ableiten alternativer Gestaltungsmaßnahmen, genutzt werden

2.3 Teilprojekt 3: Gefährdungsbeurteilung

Um die Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung bereits in der Entwurfsphase, sowohl für Neubauten als auch Modernisierungen bestehender Leitzentralen, zu unterstützen, sollen folgende Instrumente entwickelt werden: (3.1.) Leitfaden mit interaktiver Checkliste sowie (3.2.) Simulation der Arbeit in Leitwarten mit virtueller Realität bzw. digitalem anthropometrischem Menschmodell.

2.3.1 Interaktiver Leitfaden zur Gefährdungsbeurteilung

Das Ziel ist es, bestehende Vorgehensweisen im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung zu unterstützen. Dabei soll die Durchführungssystematik weiterentwickelt werden, um dem ganzheitlichen Ansatz im Sinne der kompensatorischen Maßnahmen zur Belastungsoptimierung gerecht zu werden. Es soll ein allgemein gültiger, modular aufgebauter Leitfaden zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung für Leitwarten erstellt werden, der branchenunabhängig angewendet werden kann. Hierfür ist vorgesehen, diesen rechnerbasiert interaktiv zu gestalten, um beispielhaft aufgabenspezifische Beurteilungskategorien und Gestaltungslösungen vorzuschlagen. Des Weiteren sollen aktive Hilfen zur Durchführung einer Belastungs- und Beanspruchungsanalyse gegeben werden. Diese sollen auf den Kriterien menschengerechter Gestaltung der Arbeit basieren

und die Durchführung einer Wirksamkeitskontrolle ermöglichen. Für die Fälle, bei denen die identifizierten, nach Normung notwendigen Maßnahmen (z. B. DIN EN ISO 11064) nicht ohne unverhältnismäßigen Aufwand realisiert werden können, sollen beispielhaft Handlungswege zur Ermittlung und Beurteilung von alternativen kompensatorischen Maßnahmen zur Belastungsoptimierung aufgezeigt werden.

2.3.2 Simulation der räumlichen Gestaltung

Die Werkzeuge der digitalen Ergonomie (z. B. anthropometrische Menschmodelle und virtuelle Realität) gewinnen in der Entwurfsphase des Gestaltungsprozesses von Leitwarten zunehmend an Bedeutung. Es soll das zukünftige Arbeitssystem räumlich mit seinen Elementen in der zu gestaltenden Leitwarte virtuell abgebildet werden. Durch einen externen Partner sollen dazu anthropometrische Menschmodelle mit ergonomisch günstigen Körperhaltungen, Greif- und Sehbereichen vorbereitet werden. Im Zentrum steht der Vergleich von Abweichungen im digitalen Gestaltungsentwurf zur guten ergonomischen Gestaltungspraxis. Die ermittelten Abweichungen, z. B. Anordnung von Bildschirmen mit relevanten Informationen im Umblickfeld, werden hinsichtlich ihrer möglichen Gefährdungen untersucht, um diese im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung bewerten zu können und bereits in der Entwurfsphase Alternativmaßnahmen abzuleiten.

3. Zusammenfassung

Die Forschung bezieht sich auf die Anwendung moderner IKT in Leitwarten und dadurch bedingtes Multitasking. Dafür werden zunächst zukunftssträchtige IKT-Konzepte identifiziert und auf deren Anwendbarkeit in Leitwarten bewertet. Da sich bei der Anwendung dieser IKT nicht nur das Arbeitsmittel ändert, sondern sich die Anwendung auf alle Elemente des soziotechnischen Arbeitssystems Leitwarte auswirken kann, müssen diese Wechselwirkungen, z. B. Multitasking, untersucht werden. Die gewonnenen Erkenntnisse werden abschließend zur Weiterentwicklung des Inhalts und der Systematik der Gefährdungsbeurteilung genutzt.

Da sich das vorgestellte Projekt nur auf stationäre Leitwarten bezieht, ist für ein Folgeprojekt die Erweiterung auf mobile Leit- und Operationszentralen denkbar.

4. Literatur

- Beathge A und Rigotti T (2010): Arbeitsunterbrechungen und Multitasking. Projektbericht der BAuA (F2220), <http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2220.html>.
- Bockelmann M, Nachreiner F, Nickel P(2012): Bildschirmarbeit in Leitwarten. Projektbericht der BAuA (F2249), www.baua.de/dok/3485524
- DIN: Normenreihe DIN EN ISO 11064: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen.
- Grootjen M, Neerincx MA, Veltmann JA (2006): Cognitive task load in a naval ship control centre: from identification to prediction. In: Ergonomics Bd. 49, Nr. 12-13, S. 1238–1264;
- Jeschke P, Adolph L, Wischniewski S (2014): Operateure in Leitwarten – Multitasker der Automatisierung, erschienen in: M. Grandt & S. Schmerwitz (Hrsg.), Der Mensch zwischen Automation, Kompetenz und Verantwortung (DGLR-Bericht 2014-01). Bonn: Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt – Lilienthal-Oberth e.V., Seiten 155-170.
- Lafrenz B, Jeschke P (2014): Arbeit der Operateure ergonomisch gestalten. Sicherheitsingenieur 11/2014: 8-11.
- Lumbe Aas A, Skramstad T (2010): „A case study of ISO 11064 in control centre design in the Norwegian petroleum industry“, Applied Ergonomics 42, 62-70

- Haas EC, van Erp JFB (2014): Multimodal warnings to enhance risk communication and safety. *Safety Science* 61: 29–35.
- Neerincx MA (2003): Cognitive Task Load Design: Model, Methods, and Examples. In: Hollnagel, E (Hrsg.): *Handbook of Cognitive Task Design*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., S. 283–305.
- Schwarz T, Kehr F, Oortmann H, Reiterer H (2010): Die Leitwarte von heute verstehen – die Leitwarte von morgen gestalten!. J. Ziegler & A. Schmidt (Hrsg.): *Mensch und Computer 2010*; München: Oldenbourg Verlag, S. 93-102
- Tiwari T, Singh AL, Singh IL (2008): Information technology induced stress and human performance: A critical review.; *Journal of the Indian Academy of Applied Psychology*, July 2008, Vol. 34, No.2: 241-249.