



Bildschirmarbeit in Leitwarten

M. Bockelmann, F. Nachreiner, P. Nickel

**Forschung
Projekt F 2249**

M. Bockelmann
F. Nachreiner
P. Nickel

Bildschirmarbeit in Leitwarten
**– Handlungshilfen zur ergonomischen
Gestaltung von Arbeitsplätzen nach der
Bildschirmarbeitsverordnung**

Dortmund/Berlin/Dresden 2012

Diese Veröffentlichung ist der Abschlussbericht zum Projekt „Bildschirmarbeit in Leitwarten – Handlungshilfen zur ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplätzen nach der Bildschirmarbeitsverordnung“ – Projekt F 2249 – im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Autoren: Martina Bockelmann
Prof. Dr. Friedhelm Nachreiner
Gesellschaft für Arbeits-, Wirtschafts- und
Organisationspsychologische Forschung e.V. (GAWO)
Achterdiek 50, 26131 Oldenburg
Telefon 0441 21719445
Fax 0441 21719446
www.gawo-ev.de

Dr. Peter Nickel
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen
Unfallversicherung (IFA)
Referat 5.1: Neue Technologien, Mensch & Technik
Alte Heerstraße 111, 53757 Sankt Augustin
Telefon 02241 231-2832
Fax 02241 231-2234
www.dguv.de/ifa

Titelfoto: JST - Jungmann Systemtechnik und GAWO e.V.

Umschlaggestaltung: Rainer Klemm
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Herstellung: Bonifatius GmbH, Paderborn

Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Friedrich-Henkel-Weg 1 – 25, 44149 Dortmund
Telefon 0231 9071-0
Fax 0231 9071-2454
poststelle@baua.bund.de
www.baua.de

Berlin:
Nöldnerstr. 40 – 42, 10317 Berlin
Telefon 030 51548-0
Fax 030 51548-4170

Dresden:
Fabricestr. 8, 01099 Dresden
Telefon 0351 5639-50
Fax 0351 5639-5210

Alle Rechte einschließlich der fotomechanischen Wiedergabe und
des auszugsweisen Nachdrucks vorbehalten.



www.baua.de/dok/3485524

ISBN 978-3-88261-721-4

Inhaltsverzeichnis

Kurzreferat	7	
Abstract	8	
Résumé	9	
1	Einführung in den Problembereich	10
2	Ausgangslage und Problemstellung	13
3	Methodisches Vorgehen	19
3.1	Literaturstudien	19
3.1.1	Vorgehensweise der Literaturrecherchen	19
3.1.2	Informationen aus den Literaturrecherchen	20
3.1.3	Aufbau eines Wissensspeichers	23
3.2	Entwicklung einer Checkliste	23
3.2.1	Ziele der Checkliste	23
3.2.2	Extraktion und Aufbereitung von Merkmalen	25
3.3	Erprobung der Checkliste im Nutzungskontext	29
3.3.1	Zur Gebrauchstauglichkeit der Checkliste mittels Expertenbewertung	29
3.3.2	Zur Gebrauchstauglichkeit der Checkliste im Nutzungskontext	30
3.4	Einsatz der Checkliste im Rahmen der Hauptuntersuchung	31
3.4.1	Auswahl der Stichprobe für die Hauptuntersuchung	31
3.4.2	Beschreibung der Stichprobe	33
3.4.3	Durchführung der Hauptuntersuchung	37
3.5	Statistische Analysen	39
3.5.1	Datenaufbereitung	39
3.5.2	Datenauswertung zur Beurteilerübereinstimmung	40
4	Ergebnisse	42
4.1	Allgemeine Erläuterungen	42
4.1.1	Struktur der Ergebnisdarstellung	42
4.1.2	Darstellung der Ergebnisse	42
4.2	Überblick	44
4.3	Merkmalsbereich Wartenraum	46
4.3.1	Branchenbezogene Auswertung	47
4.3.2	Arbeitsplatzbezogene Auswertung	48
4.3.3	Merkmalsbezogene Auswertung	49
4.4	Merkmalsbereich Arbeitsplatz	54
4.4.1	Branchenbezogene Auswertung	54
4.4.2	Arbeitsplatzbezogene Auswertung	55
4.4.3	Merkmalsbezogene Auswertung	56
4.5	Merkmalsbereich Arbeitsmittel	63
4.5.1	Branchenbezogene Auswertung	64
4.5.2	Arbeitsplatzbezogene Auswertung	64
4.5.3	Merkmalsbezogene Auswertung	65
4.6	Merkmalsbereich Mensch-Maschine-Kommunikation	73
4.6.1	Branchenbezogene Auswertung	74
4.6.2	Arbeitsplatzbezogene Auswertung	75

4.6.3	Vergleich der Teilbereiche anzeigenbezogene Merkmale, stellteilbezogene Merkmale und allgemeine Merkmale/Dialogführung	76
4.6.4	Merkmalsbezogene Auswertung	77
4.7	Merkmalsbereich Umgebungsbedingungen	104
4.7.1	Branchenbezogene Auswertung	105
4.7.2	Arbeitsplatzbezogene Auswertung	106
4.7.3	Merkmalsbezogene Auswertung	106
4.8	Merkmalsbereich Arbeitsorganisation	114
4.8.1	Branchenbezogene Auswertung	115
4.8.2	Arbeitsplatzbezogene Auswertung	116
4.8.3	Merkmalsbezogene Auswertung	117
4.9	Merkmalsbereich Sonstige Arbeitsbedingungen	121
4.9.1	Branchenbezogene Auswertung	121
4.9.2	Arbeitsplatzbezogene Auswertung	122
4.9.3	Merkmalsbezogene Auswertung	123
4.10	Gewichtung der Untersuchungsergebnisse	126
4.11	Weitergehende Analysen	130
4.11.1	Allgemeine Vorbemerkungen	130
4.11.2	Umsetzung ergonomischer Anforderungen in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Leitwarten	130
4.11.3	Gruppierung der untersuchten Leitwarten	134
5	Gestaltungsempfehlungen	139
5.1	Vorgehen bei der Neu- bzw. Umgestaltung einer Leitwarte	140
5.1.1	Gestaltungsempfehlung	140
5.1.2	Anlass für die Gestaltungsempfehlung	140
5.1.3	Allgemeine und spezifische Gestaltungsempfehlungen	140
5.1.4	Beteiligte Personengruppen	141
5.1.5	Weiterführende Literatur	142
5.2	Wartenraum	143
5.2.1	Raumfläche	143
5.2.2	Anordnung der Arbeitsplätze	148
5.3	Arbeitsplatz	155
5.3.1	Positionierung der Bildschirmgeräte am Arbeitsplatz	155
5.3.2	Anordnung von mehreren Bildschirmgeräten	159
5.4	Arbeitsmittel	165
5.4.1	Arbeitsstuhl und Arbeitsfläche	165
5.4.2	Großbildtechnik	169
5.5	Mensch-Maschine-Kommunikation	173
5.5.1	Auf Anzeigen bezogene Grundsätze	173
5.5.2	Auf Stellteile bezogene Grundsätze	180
5.5.3	Allgemeine Grundsätze und Dialogführung	182
5.6	Umgebungsbedingungen	186
5.6.1	Klima	186
5.6.2	Beleuchtung	189
5.7	Arbeitsorganisation	193
5.7.1	Arbeitszeitgestaltung	193
5.7.2	Unterweisungen und Schulungen	196

6	Diskussion	199
6.1	Allgemeine Aspekte	199
6.2	Methodische Aspekte	201
6.2.1	Zur Konstruktion und Bewährung der Checkliste	201
6.2.2	Anlage der Untersuchung	203
6.3	Umsetzung der Bildschirmarbeitsverordnung	205
6.4	In der Untersuchung gesammelte Erfahrungen	210
6.5	Umsetzung in Normen	211
6.6	Ausblick und weitere Aktivitäten	211
7	Literatur	213
7.1	Literaturverzeichnis	213
7.2	Internetquellen	223
7.3	Projektpublikationen	223
7.3.1	Publikationen	223
7.3.2	Präsentationen	224
	Abbildungsverzeichnis	226
	Tabellenverzeichnis	230
	Danksagung	233
	Anhang	234

Bildschirmarbeit in Leitwarten

Kurzreferat

Die Führung von Produktions- oder Dienstleistungsprozessen mithilfe rechnergestützter Prozessleitsysteme hat in den letzten Jahren beachtlich zugenommen. Da diese Prozessleitsysteme im Wesentlichen über Rechner-Bildschirm-Systeme überwacht und gesteuert werden, haben damit auch der Anteil und die Bedeutung der Bildschirmarbeit in den Leitwarten zur Steuerung solcher Prozesse erheblich zugenommen. Zu fragen war daher, inwieweit auch in diesem Bereich die Vorgaben der Bildschirmarbeitsverordnung in der Zwischenzeit umgesetzt werden. Auf Grundlage einer Bestandsaufnahme der Umsetzung der Vorgaben der Bildschirmarbeitsverordnung sollten daher Gestaltungsempfehlungen für die Gestaltung der Bildschirmarbeit und der Bildschirmarbeitsplätze in Leitwarten entwickelt werden.

Die Ergebnisse der detaillierten Analyse der Arbeitsbedingungen an 27 unterschiedlichen Arbeitsplätzen – die insgesamt 144 Arbeitsplätze in den untersuchten 24 Leitwarten repräsentieren – in Leitwarten aus unterschiedlichen Produktions- und Dienstleistungsbereichen mithilfe einer eigens für diese Untersuchung entwickelten Checkliste (mit 274 Items) zeigten, dass bei der Umsetzung der Vorgaben der Bildschirmarbeitsverordnung in diesem Anwendungsbereich noch ein erheblicher Handlungsbedarf besteht. Nur ca. zwei Drittel der aus der Bildschirmarbeitsverordnung abgeleiteten Anforderungen an die Gestaltung des Wartenraums, des Arbeitsplatzes, der Arbeitsmittel, der Mensch-Maschine-Schnittstelle, der Arbeitsumgebungsbedingungen und der Arbeitsorganisation konnten als erfüllt klassifiziert werden, wobei die größten Defizite in den Bereichen Mensch-Maschine-Schnittstelle und Arbeitsorganisation gefunden wurden. Dabei zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Arbeitsplätzen, wobei allerdings keiner der untersuchten Arbeitsplätze alle Anforderungen erfüllte.

Als Konsequenz aus den erhaltenen Ergebnissen werden kontextbezogene Gestaltungsempfehlungen beschrieben, die eine Umsetzung der Vorgaben der Bildschirmarbeitsverordnung auch in diesem Bereich ermöglichen sollen.

Schlagwörter:

Bildschirmarbeit, Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV), Leitwarte, Leitzentrale, ergonomische Gestaltungsgrundsätze, Gestaltungszustand, Prozessführung

Work with display screen equipment in process control centres

Abstract

Process control operations in control centres for production and service operations are carried out more and more via visual display unit (VDU) workstations. This has led to an increase in work with display screen equipment for the operators in such control rooms, raising the question whether and to what extent the provisions of the relevant EU directive have been implemented in this sector. Based on the state of the art analysis of the implementation of the EU Work with Display Screen Equipment Directive 90/270/EEC provisions in control rooms from different industrial or service sectors, context related design recommendations should be developed for improving the implementation of these provisions.

Detailed analysis results from 27 different control rooms working with display screen equipment – representing a total of 144 workplaces in the 24 control rooms under investigation – from different production and services sectors, using a checklist of 274 items specifically designed for this purpose, revealed that only about two thirds of EU Directive 90/270/EEC requirements have been fulfilled. Deficits were most pronounced in the areas of human-machine-interface and work organisation design, whereas items dealing with workplaces and work equipment design showed some higher fulfilment rates. Differences between control rooms, however, were quite substantial, although none of those under investigation yielded complete fulfilment of all requirements.

Based on these results, context related ergonomics design recommendations have been developed to enable manufacturers and companies operating control rooms and process control systems to successfully implement EU Directive 90/270/EEC provisions.

Key words:

VDU Work, EU Work with Display Screen Equipment Directive 90/270/EEC, control room, control centres, ergonomics, design principles

Travail sur des équipements à écran de visualisation dans les postes de commande

Résumé

La conduite de processus de production ou de services à l'aide de systèmes de gestion de processus assistés par ordinateur occupe d'année en année une place de plus en plus importante. Etant donné que ces systèmes de gestion de processus sont surveillés et contrôlés pour la plupart à l'aide de systèmes d'écran et d'ordinateur, la part ainsi que l'importance du travail sur écran dans les postes de commande ont considérablement augmenté dans les systèmes relatifs à de tels processus. De ce fait se posait la question de savoir dans quelle mesure, dans ce domaine également, la directive européenne 90/270/CEE concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives au travail sur des équipements à écran de visualisation pouvait être appliquée d'ici là. Sur la base d'une situation de mise en pratique des instructions relatives au décret sur le travail sur écran, nous avons conçu des recommandations d'aménagement pour l'aménagement du travail sur écran et des postes de travail sur écran dans les postes de commande.

Les résultats de l'analyse détaillée relative aux conditions de travail sur 27 postes différents – au total 144 postes de travail représentés dans les 24 postes de commande examinés – dans des postes de commandes émanant de différents domaines de production et de services à l'aide d'une check-list (avec 274 éléments) élaborée spécialement pour cette enquête montrent qu'il existe un besoin considérable d'agir dans ce domaine concernant l'application des instructions sur le décret relatif au travail sur écran. Seulement 2/3 des exigences provenant/émanant du décret relatif au travail sur écran concernant l'aménagement de la salle des commandes, du poste de travail, des moyens de travail, de l'interface homme-machine, des conditions de l'environnement de travail et l'organisation de travail ont pu être classées comme réalisées, néanmoins précisons que les déficits les plus importants ont été relevés dans les domaines de l'interface homme-machine et dans l'organisation du travail.

A ce sujet il y avait de nettes distinctions entre les différents postes de commande, cependant aucun des postes de commande contrôlés n'a répondu à toutes les exigences. De par les résultats obtenus nous avons élaboré des recommandations d'aménagement en contexte, lesquelles devraient permettre de mettre en pratique également dans ce domaine les consignes de la directive relative au travail sur des équipements à écran de visualisation.

Mots clés:

travail sur écran, directive européenne concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives au travail sur des équipements à écran de visualisation (90/270/CEE), postes de commande, principes ergonomiques d'aménagement, conduite du processus, conception ergonomique des centres de commande

1 Einführung in den Problembereich

Waren früher Leitwarten für Überwachungs-, Kontroll- und Steuerungstätigkeiten (vgl. Schmidtke, 1966) voll mit Anzeigeinstrumenten und manuellen Steuerungseinrichtungen, hat sich in den letzten Jahren, bedingt durch die technische Entwicklung im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie, ein gravierender Wandel vollzogen. Anzeigen- und Instrumentenpanels entlang der Wände in Leitwarten der frühen Jahre sind mehr und mehr Anzeigen und Stellteilen auf den Bildschirmen der Operateure gewichen. In jüngster Zeit ist darüber hinaus eine bemerkenswerte Zunahme von Großbildtechnik in Leitwarten zu verzeichnen.

Verbunden damit hat sich ein kompletter Wandel in der Überwachung und Steuerung von Dienstleistungsaufgaben (z. B. Fernüberwachung von Gebäuden) und verfahrenstechnischen Prozessen (z. B. Stahlproduktion) ergeben. Die Entwicklung geht dabei weg von einer direkten Überwachung meist einzelner, unverbundener Anzeigen, hin zu einer hochintegrierten Darstellung des zu überwachenden oder zu steuernden Prozessablaufs mithilfe einer mehr oder weniger großen Anzahl von Bildschirmgeräten und den darauf abgebildeten Anzeigen- und Steuerungsinstrumenten. Rechner und Bildschirmgeräte – als Teil der Prozessleitsysteme oder als Schnittstelle zu den Prozessleitsystemen – sind somit heute aus Leitwarten nicht mehr wegzudenken. Die Frage ist allerdings, ob mit diesen technologischen Veränderungen in den Leitwarten und der Leittechnik auch entsprechende Veränderungen in der Gestaltung der Arbeitsmittel und -bedingungen in Hinblick auf die Ergonomie einhergehen. Oder anders gefragt:

- Kam es parallel zum Wandel in der technologischen Basis auch zu entsprechenden Entwicklungen in der Umsetzung ergonomischer Gestaltungsgrundsätze?
- Beziehen sich diese Entwicklungen auch auf die Gestaltung der neuen Informations- und Kommunikationstechnologie?
- Ist die Entwicklung und Einführung neuer Informations- und Kommunikationstechnologie systematisch so begleitet worden, dass ergonomisch akzeptable Gesamtlösungen entstanden sind?

Erste Eindrücke auch bei unsystematischen Begehungen von Prozessleitwarten lassen erkennen, dass dies offensichtlich nicht immer der Fall ist. So werden z. T. konventionelle Anzeigen oder andere Formen der Informationsdarstellung – wie beispielsweise die Alarmliste auf dem Drucker in ihrem sequentiellen Aufbau – 1:1 auf einen Bildschirm übernommen, anstatt diese Informationen aufgabenangemessen und unter Nutzung der verfügbaren technischen Möglichkeiten für den Operateur hilfreich aufbereitet auf den Bildschirmen darzustellen. Damit bleiben die Möglichkeiten des Einsatzes funktionaler oder gar intelligenter Technologien zur aufgabenangemessenen Unterstützung der Operateure und damit zur Optimierung ihrer Belastung, insbesondere ihrer psychischen Belastung (vgl. DIN EN ISO 10075-1:2000), häufig ungenutzt. Oft scheinen mit dem Einsatz der neuen Technologien vielmehr zusätzliche, nicht-aufgabenangemessene Aufgaben einherzugehen. Das betrifft z. B. die Suche nach bzw. die Filterung von Informationen sowie die Verifizierung von Entscheidungen. Diese neuen Aufgaben führen zu einer unnötigen zusätzlichen psychischen Belastung der Operateure, welche durch eine (aufgaben-)angemessene ergonomische Gestaltung der Anzeigen und Stellteile mithilfe der neuen Technologien

und der damit realisierbaren Aufgaben für die Operateure weitestgehend vermeidbar wäre.

Von daher erscheint es dringend geboten, den folgenden Fragen nachzugehen:

- Wie ist Bildschirmarbeit in modernen Leitwarten zurzeit gestaltet?
- Inwieweit sind ergonomische Gestaltungsprinzipien umgesetzt?
- Wie könnten solche Prinzipien umgesetzt werden? Gibt es alternative Gestaltungslösungen?
- Welche spezifischen Hilfestellungen können im Hinblick auf eine ergonomisch optimierte Gestaltung der Arbeitsbedingungen, -mittel und -abläufe den Herstellern, Betreibern und Aufsichtspersonen an die Hand gegeben werden?

Die bisher vorliegenden, in der Regel spezifisch für den Bereich „Büro und Verwaltung“ entwickelten Hilfen zur Gestaltung von Arbeitsplätzen mit Bildschirmarbeit, wie sie beispielsweise in der BGI 650:2012 zusammengefasst sind, reichen für die Gestaltung von Leitwartenarbeitsplätzen – wie bei deren Lektüre schnell deutlich wird – aber offensichtlich nicht aus. Das bedeutet, dass diese Berufsgenossenschaftliche Informationen zwar in vielerlei Hinsicht ausgesprochen hilfreich für die Gestaltung von Bildschirmarbeit auch in Leitwarten sind, grundlegende Unterschiede und Besonderheiten von Leitwartenarbeitsplätzen im Vergleich zu Büroarbeitsplätzen dort jedoch unberücksichtigt bleiben und damit deren Anwendbarkeit einschränken.

Am auffallendsten ist bei diesem Vergleich, dass in Leitwarten meist nicht nur ein Arbeitsplatz mit lediglich einer Rechner-Bildschirm-Einheit vorhanden ist, sondern in der Regel mehrere Arbeitsplätze mit einer Vielzahl von Bildschirmgeräten vorzufinden sind, auf denen Prozesse (oder jeweils Abschnitte davon) in Echtzeit dargestellt werden. Hier, d. h. in der Steuerung von Echtzeitabläufen, liegen auch die entscheidenden Unterschiede in den Arbeitsanforderungen, die zu unterschiedlichen Belastungsstrukturen führen. Während der Verlust einer Datei oder ein Fehler in einem Textdokument beispielsweise relativ leicht behoben werden oder ein Textdokument generell gegen Verlust gesichert werden kann, handelt es sich bei Eingriffen in laufende verfahrenstechnische Prozesse um Eingriffe, die in der Regel nicht rückgängig zu machen sind. So kann die Mischung zweier chemischer Stoffe einen neuen Stoff entstehen lassen, aus dem sich die Ursprungskomponenten nicht durch ein rückgängiges Verfahren wieder herstellen lassen. Die Entscheidungen der Operateure und ihre Eingriffe sind daher z. T. mit erheblichem Gefahrenpotenzial und großer Verantwortung für die Operateure verbunden. Aus Fehlern bei operativen Eingriffen folgt z. B. die Freisetzung von Stoffen mit hohem Gefährdungspotenzial. Probehandeln, beispielsweise durch eine Voraussimulation auf einem unabhängigen System, ist dabei – zumindest zurzeit – kaum möglich.

Das eindeutige, verwechslungssichere Erkennen von Anzeigen ist damit zwingend erforderlich, ebenso wie die (ggf. dynamisch unterstützte) fehlerfreie Eingabe von Informationen in das System. Sie ist über die Auslegung der Schnittstelle zum Prozessleitsystem, d. h. in der Regel über die Bildschirmgeräte und den darauf dargebotenen Anzeigen und Steuerungsinstrumenten, zu gewährleisten. Diese softwaremäßige Realisierung der Schnittstelle bietet den Vorteil, grundsätzlich an den jeweiligen konkreten Bedarf anpassbar zu sein, und dies nicht nur während des gesamten Gestaltungsprozesses bis zur Inbetriebnahme, sondern auch noch während des laufenden Betriebes. Nur durch eine solche ergonomisch angemessene Auslegung der Mensch-Maschine-Schnittstelle kann es zu einer Optimierung des Gesamtsystems

und der Belastung der Operateure kommen, die selbst wiederum in Wechselbeziehung zueinander stehen.

Berücksichtigt werden muss auch, dass Leitwartenarbeitsplätze in der Regel nicht nur von einem Beschäftigten, sondern von einer Vielzahl von Operateuren, z. B. im Schichtbetrieb, genutzt werden. Im Vergleich über verschiedene Operateure ergeben sich z. T. erhebliche interindividuelle Unterschiede, sowohl physischer als auch psychischer Art. Es reicht also nicht, den Arbeitsplatz auf einen Operateur auszulegen. Die hier zur Diskussion stehenden Arbeitsplätze müssen vielmehr für die vorgesehene Population (z. B. 5. bis 95. Perzentil) ausgelegt werden. Das führt somit zu gravierenderen Anforderungen an die Variabilität und Anpassbarkeit der konkreten Gestaltung der Arbeitsplätze.

Die hier angesprochenen Unterschiede sowie die bisherigen und zukünftig absehbaren technologischen Entwicklungen machen deutlich, wie wichtig es ist, sich mit den konkreten Gegebenheiten und Bedingungen der Arbeit an Bildschirmgeräten in Leitwarten gesondert zu beschäftigen. Aus diesem Grund hat die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) im Jahre 2009 das in diesem Bericht vorgestellte Projekt F2249 „Bildschirmarbeit in Leitwarten“ initiiert. Mithilfe dieses Projekts sollen die differenzierte Auseinandersetzung mit dem Thema „Bildschirmarbeit im Non-Office-Bereich“ und die Entwicklung von kontextspezifischen Handlungshilfen für diesen Bereich fortgesetzt werden (vgl. für die Bereiche „Kliniken und Praxen“ und „Produktion“; Sust et al., 2008; Sust et al., 2010).

2 Ausgangslage und Problemstellung

Ein möglichst hohes Niveau des Arbeits-, Umwelt- und Gesundheitsschutzes trägt nicht nur zur Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen der Operateure bei. Es kann darüber hinaus auch Impulse für eine effektive und effiziente Produktion, verstärkte Innovationstätigkeit und nachhaltige Beschäftigungssicherung geben. Auf nationaler und europäischer Ebene wird diesen Zielen u. a. durch Verordnungen, Gesetze und Vorschriften Nachdruck verliehen. Hierzu zählen z. B. die Arbeitsschutz-Richtlinie 89/391/EWG:2008 oder auf nationaler Ebene das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG, 2009) und die BGV A1:2004 mit den Grundsätzen der Prävention. Im Falle der hier zur Diskussion stehenden Arbeitsplätze mit Bildschirmarbeit in Leitwarten sind Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten als grundsätzliche und zentrale Anliegen in der Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV) aus dem Jahre 1996 mit letzter Änderung im Jahre 2008 geregelt. In dieser Verordnung werden Mindestanforderungen an die Gestaltung der Arbeit mit Bildschirmgeräten beschrieben, bei deren Erfüllung davon ausgegangen werden kann, dass die Schutzziele der BildscharbV (2008) erreicht werden können.

Dabei sind die Anforderungen der BildscharbV, wie bei Verordnungen üblich, eher allgemein gehalten, um das Spektrum der davon betroffenen Anwendungsgebiete besser abdecken und ggf. neue Forschungsergebnisse berücksichtigen zu können. Auch wenn die Vorgaben der BildscharbV im Vergleich mit anderen Verordnungen noch relativ konkret sind, bedeutet dies trotzdem, dass die Inhalte der Verordnung in der Regel nicht so weit konkretisiert sind, dass sie im jeweiligen Fall direkt erfasst und einer Beurteilung zugeführt werden können. Auch lassen sich von den relativ allgemein formulierten Anforderungen der Verordnung nicht immer hinreichend konkrete Maßnahmen für spezifische Arbeitsaufgaben, -plätze und Arbeitsbedingungen ableiten. Es besteht also für die verschiedenen Anwendungsgebiete, die in den Anwendungsbereich der BildscharbV fallen, die Notwendigkeit, jeweils kontextspezifische Vorgaben und Handlungshilfen zu entwickeln, die von allen an der Gestaltung der Arbeitsbedingungen beteiligten Personen genutzt werden können. Diese Handlungshilfen sollten die allgemeinen Vorgaben der BildscharbV für den jeweiligen Bereich konkretisieren, Möglichkeiten zur Überprüfung bestehender oder geplanter Gestaltungslösungen spezifizieren und kontextbezogene, praxisnahe Gestaltungsvorschläge und -lösungen beinhalten.

Wegen der großen Anzahl der Betroffenen wurde mit der Umsetzung der BildscharbV (2008) vorrangig im Bürobereich begonnen, so dass hierfür in der Zwischenzeit einschlägige Handlungshilfen vorliegen (z. B. BGI 650:2012; BGI 852-1:2003). Inzwischen stellt sich auch für den zahlenmäßig geringeren Anteil der Beschäftigten mit Bildschirmarbeit in Leitwarten (über deren genaue Anzahl allerdings keine Angaben vorliegen) die Frage, inwieweit die Vorgaben der BildscharbV (2008) in diesem Bereich erfüllt sind und welche spezifischen Handlungshilfen zur Umsetzung der Vorgaben der BildscharbV (2008) den Beteiligten zur Verfügung gestellt werden sollten.

Dass Leitwartenarbeitsplätze mit Bildschirmgeräten dabei unter die BildscharbV (2008) fallen, wird zweifelsfrei deutlich, wenn man sich die §§ 1 und 2 dieser Verordnung genau anschaut. Dort wird definiert, was ein Bildschirmgerät und was ein Bildschirmarbeitsplatz ist, und zwar unabhängig davon, welchen (zeitlichen) Anteil die Arbeit am Bildschirmgerät unter den Arbeitsaufgaben der Beschäftigten einnimmt. So weisen auch Jeschke und Lafrenz (2012) auf der Grundlage einer Analyse der vor-

liegenden Rechtsprechung darauf hin, dass nicht die quantitativ am Bildschirmgerät verbrachte Zeit, sondern die qualitative Bedeutsamkeit der am Bildschirmgerät zu erfüllenden Aufgaben – und die ist in Leitwarten offensichtlich ausgesprochen hoch – eine wichtige Rolle spielt. Die BildscharbV (2008) spezifiziert, dass sie für die Arbeit an Bildschirmgeräten gilt. Dies ist bei der Arbeit an Bildschirmgeräten in Leitwarten offensichtlich gegeben und somit gilt die Verordnung zwangsläufig auch hier. Die in der Verordnung genannten Ausnahmeregelungen, auch die zu Bedienerarbeitsplätzen von Maschinen, sind im vorliegenden Zusammenhang irrelevant und greifen nicht. Bei der Bildschirmarbeit in Leitwarten handelt es sich ganz offensichtlich nicht um die Bedienung einzelner Maschinen, sondern um die Überwachung und Steuerung ganzer Anlagen mithilfe von Bildschirmgeräten. Von einer untergeordneten Funktion kann also keine Rede sein.

Zwar definiert § 2 der BildscharbV (2008) die Beschäftigten an Bildschirmarbeitsplätzen (mit Konsequenzen für deren Rechte und Pflichten), für die Gestaltung der Arbeitsplätze und -bedingungen der Bildschirmarbeit und die daran zu stellenden Anforderungen (d. h. insbesondere die Anwendung des Anhangs der BildscharbV, 2008) spielt diese Definition allerdings keine Rolle.

Eine detailliertere Übersicht über den Stand der Rechtsprechung zu diesem Thema und die daraus zu ziehenden Konsequenzen findet sich bei Jeschke und Lafrenz (2012). Auch daraus wird deutlich, dass an der Geltung der BildscharbV (2008) für die hier zur Diskussion stehenden Arbeitsplätze kein Zweifel bestehen kann.

Das hier beschriebene Forschungsprojekt und die darzustellenden Ergebnisse beschränken sich spezifisch auf den Bereich der Bildschirmarbeit in Leitwarten. Sie zielen u. a. auf die Erhebung des aktuellen Gestaltungszustandes in ausgewählten Betrieben und auf die Entwicklung von Handlungshilfen zur ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplätzen in diesem Bereich ab. Eine solche Fokussierung erscheint aufgrund der einleitend bereits kurz ausgeführten besonderen Anforderungen in diesem Bereich sinnvoll (z. B. Echtzeitbetrieb, vgl. Kap. 1). Weitere spezifische Anforderungen lassen sich auch der Literatur (z. B. Windel et al., 1996; Moray, 1997; Noyes & Bransby, 2001; Ivergård & Hunt, 2009a; Stanton et al., 2010) oder der Normung (z. B. DIN EN ISO 11064-5:2008) entnehmen. Darüber hinaus sind für Bildschirmarbeit in Leitwarten auch allgemeine Grundsätze der ergonomischen Gestaltung von Arbeitssystemen und insbesondere der Mensch-Maschine-Schnittstelle von Bedeutung, wie sie in Standardwerken zur Ergonomie und Ingenieurpsychologie (z. B. Schmidtke, 1993a; Wickens & Hollands, 2000; Helander, 2006; Schmidtke, 2007a) und auch in einschlägigen ergonomischen Normen (z. B. DIN EN ISO 26800:2011, DIN EN ISO 6385:2004, DIN EN ISO 11064 Teile 1-7 und DIN EN ISO 9241-110:2008 sowie weitere Normen dieser Normenreihe) dokumentiert sind. Auf die Einhaltung dieser Grundsätze weist die BildscharbV (2008) ausdrücklich hin.

Daher erschien es im Rahmen dieses Projektes sinnvoll, orientiert an Inhalten der BildscharbV (2008) und der einschlägigen Literatur, zunächst eine Analyse der Belastungssituation und möglicher Gefährdungen der Arbeitsschutzziele an Arbeitsplätzen mit Bildschirmarbeit in Leitwarten durchzuführen, um eine Beschreibung des derzeitigen Ist-Gestaltungszustands ausgewählter Leitwarten zu ermöglichen. Diesen Ist-Zustand gilt es, mit einem Soll-Zustand, zumindest auf dem Niveau von Mindestanforderungen an die Gestaltung, zu vergleichen. Mögliche Abweichungen gegenüber dem Soll-Zustand sollten dabei sowohl in Bezug auf allgemeine als auch auf spezifische ergonomische Gestaltungsgrundsätze für diesen Bereich untersucht

werden. Die Analyse sollte sich auf folgende Gestaltungsaspekte beziehen (vgl. Nachreiner et al., 1993; Helander, 2006):

- Aufgaben (z. B. Grundsätze gut gestalteter Aufgaben, DIN EN 614-2:2008),
- Wartenraum,
- Arbeitsplatz,
- Arbeitsmittel
- Mensch-Maschine-Schnittstelle,
- Arbeitsumgebung,
- Arbeitsorganisation,
- Arbeitszeit und
- Folgen, z. B. Verantwortung für Sicherheit, Fehlhandlungen (Badke-Schaub et al., 2012; Nachreiner et al., 2012).

Für alle genannten Analysebereiche stehen bereits Grundsätze der ergonomischen Gestaltung zur Verfügung, allerdings meist verteilt über verschiedene Literaturquellen. Diese sind allerdings mitunter ebenfalls allgemein gehalten und daher auch nicht unmittelbar geeignet, kontextbezogene konkrete Anforderungen aus der BildscharbV (2008) zu operationalisieren. Ziel des Projektes musste es daher zunächst sein, aus der BildscharbV (2008) allgemeine Grundsätzen zu identifizieren und zu ermitteln, in welcher Form diese für die Bildschirmarbeit in Leitwarten anwendbar sind und welche der in Leitwarten möglichen Gestaltungsvarianten dadurch abgedeckt werden könnten. Darüber hinaus waren für die Bildschirmarbeit in Leitwarten spezifische und relevante Grundsätze ergonomischer Gestaltung zu identifizieren und Anforderungen zuzuordnen. Solche Zusammenstellungen standen bisher noch nicht zur Verfügung. Es konnte allerdings auf umfangreiche Vorarbeiten aus der Literatur und der Normung zurückgegriffen werden; darüber hinaus konnte auch auf einschlägige Vorgehensweisen zur Arbeitssystemgestaltung Bezug genommen werden (Windel et al., 1996; BG Chemie, 2003; DIN EN ISO 6385:2004; Nickel et al., 2004a; Ivergård & Hunt, 2009a).

Bezogen auf allgemeine Grundsätze und Prinzipien der ergonomischen Gestaltung zeigte sich allerdings, dass der darüber beschriebene Stand von Wissenschaft und Technik nicht direkt in alle Anwendungsbereiche übertragbar erscheint und für passende Lösungsmöglichkeiten erhebliche Übertragungsleistungen erforderlich sind. So wird z. B. im Rahmen der Funktionsallokation und der Aufgabengestaltung (vgl. DIN EN ISO 29241-2:1993, DIN EN 614-2:2008), d. h. bei der Zuweisung von Funktionen und Aufgaben zu Mensch oder Maschine, im Sinne eines dynamischen, humanzentrierten Gestaltungsansatzes gefordert, die Entscheidung über die Funktionszuweisung auch beim Menschen (in diesem Fall dem Operateur) zu belassen und nicht ein für alle Mal festzulegen. Dabei kann allerdings keine klare Orientierungshilfe gegeben werden, wann, in welchem Ausmaß und unter welchen Bedingungen dies, wie und wie umfangreich umgesetzt werden sollte. Das völlige Fehlen derartiger Freiheitsgrade widerspricht dagegen diesem Grundsatz.

Darüber hinaus gibt es auch den Hinweis, dass sich die Grundsätze der Dialoggestaltung nach DIN EN ISO 9241-110:2008 auf Bildschirmarbeit in Leitwarten prinzipiell anwenden lassen (NA 75:1997). In der aus dem Büro-Kontext entstandenen DIN EN ISO 9241-110:2008 wird aber beispielsweise für die Umsetzung des Dialoggrundsatzes „Steuerbarkeit“ die Verwendung einer "undo"-Funktion (dt.: rückgängig machen) empfohlen, die sich in dieser Form in Leitwarten zur Überwachung und Steuerung dynamischer Prozesse nicht realisieren lässt (Nickel et al., 2004a). Solche

Beispiele verdeutlichen, dass das Ziel des vorliegenden Projekts nicht nur in der einfachen Zuordnung und Konkretisierung von ergonomischen Gestaltungsgrundsätzen zu Bereichen der BildscharbV (2008) liegen konnte. Es sollten vielmehr auch Hinweise erarbeitet werden, welche Lücken und Unzulänglichkeiten für den Bereich „Bildschirmarbeit in Leitwarten“ noch vorhanden sind und wie mit diesen weiter zu verfahren war.

Am Anfang der Bearbeitung des Projektes bestand daher zunächst die Aufgabe, eine Strategie zu entwickeln, mit der Anforderungen aus der BildscharbV (2008) an die Gestaltung von Bildschirmarbeit in Leitwarten mittels aktuell verfügbarer Erkenntnisse möglichst klar umgesetzt und operationalisiert werden konnten. Damit waren zwei Ziele verbunden:

- Eine kontextbezogene Konkretisierung der BildscharbV (2008) durch Gestaltungsmerkmale, mit denen eine forderungsgerechte ergonomische Gestaltung zukünftiger Arbeitsplätze in Leitwarten mit Bildschirmarbeit angestrebt werden kann.
- Schaffung der Voraussetzung für die im Projekt durchzuführenden Analysen zur Erfassung des Ist-Zustandes der Gestaltung von Bildschirmarbeit in Leitwarten. Das schließt folgendes ein: (1) Die Klärung, was, wo, wann, wie und unter welchen Bedingungen gemessen werden muss. (2) Die Beurteilung, inwieweit die operationalisierten Gestaltungsmerkmale über alle Analysen oder nur bei besonderen Gruppen von Analysen oder nur in Einzelfällen erfüllt sein sollten, weil sie in bestimmten Kontexten nicht anwendbar oder relevant sind.

Bei Bildschirmarbeit in Leitwarten handelt es sich um ein ausgesprochen heterogenes Anwendungsgebiet (Wickens & Hollands, 2000). Unterschiede offenbaren sich u. a. in Zielen und Aufgabenstellungen (z. B. Überwachung und Steuerung des Verkehrsaufkommens oder eines hochdynamischen chemischen Prozesses), in Prozessarten (z. B. kontinuierlicher oder diskontinuierlicher Betrieb) oder in den mit Störungen verbundenen Risiken und Konsequenzen für das Unternehmen, für die direkt Betroffenen und für die unmittelbare Umwelt (z. B. der Störfall-Verordnung unterliegende versus ihr nicht unterliegende Anlagen). Die aus solchen Dimensionen sich ergebende Komplexität macht deutlich, dass ein systematischer Untersuchungsansatz, der alle Anwendungsfelder abdeckt, mit einem überschaubaren Einsatz von Ressourcen nicht umsetzbar erscheint und sich die Untersuchungen im Rahmen dieses Projekts daher nur exemplarisch auf ausgewählte Leitwarten unterschiedlicher Branchen (Prozess- und Anlagensteuerung, Energie, Verkehr, Sicherheitsdienstleistungen, Telekommunikation und Medien) beziehen konnten. So bestand die Möglichkeit neben allgemeinen auch für die unterschiedlichen Branchen und Kontexte spezielle Anforderungen an die Bildschirmarbeit in Leitwarten aufzuzeigen. Des Weiteren haben sich viele der Softwaresysteme zur Prozessvisualisierung und -steuerung in Leitwarten mittlerweile auf branchenspezifische Besonderheiten ausgerichtet bzw. fördern diese. Mit der Untersuchung eines heterogenen Anwendungsgebietes sind daher in diesem Fall einige entscheidende Vorteile verbunden:

- Es kann eruiert werden, ob und auf welcher Ebene für verfügbare ergonomische Gestaltungsgrundsätze ggf. eine Branchendifferenzierung notwendig ist.

- Eine solche Branchendifferenzierung könnte es ggf. ermöglichen, in der Untersuchung identifizierte positive Gestaltungslösungen eines bestimmten Anwendungsfeldes – sofern übertragbar – auch für andere Anwendungsfelder nutzbar zu machen.
- Dieses Vorgehen erscheint auch potenziell geeignet, um zu einer Klassifizierung von vorzufindenden Arbeitsplätzen nach systematischer Analyse der Arbeitsbedingungen und Arbeitsmittel zu gelangen.

Nach der BildscharbV (2008) ist auch eine Beurteilung der Arbeitsbedingungen geboten, die sich auf die Analyse der Belastungssituation und möglicher dadurch ausgelöster Gefährdungen bezieht (Gefährdungsbeurteilung). Im Wesentlichen handelt es sich dabei um Untersuchungen zum zeitlichen Arbeitsablauf, Untersuchungen der Augen und des Sehvermögens sowie um die im Anhang der BildscharbV (2008) spezifizierte Anforderungen zur Gestaltung von Bildschirm und Tastatur, sonstigen Arbeitsmittel, Arbeitsumgebung und dem Zusammenwirken von Mensch und Arbeitsmittel (vgl. auch DIN EN ISO 6385:2004). Eine speziell für Leitwarten entwickelte Gefährdungsbeurteilung steht aktuell nicht zur Verfügung und eine Übertragung von Gefährdungsbeurteilungen, wie sie z. B. in der chemischen Industrie für Bildschirmarbeitsplätze entwickelt wurden, weisen explizit darauf hin, dass Wartungen und Leitstände in diesem Zusammenhang nicht betrachtet werden (BG Chemie, 2008). Es erschien daher sinnvoll, ein Instrument für die Ist-Analysen zu entwickeln, das auch die für Leitwarten spezifisch relevanten Themenfelder und Fragenkomplexe im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung abdecken kann. Eine Orientierung erfolgte dabei an bereits vorhandenen Instrumenten zur Gefährdungsbeurteilung nach der BildscharbV, thematisch naheliegende Forschungsarbeiten (z. B. Sust et al., 2008, 2010) sowie relevante spezifische Normen (z. B. DIN EN ISO 11064 Teil 1 bis 7). Als hilfreich haben sich insbesondere auch Materialien erwiesen, die spezifisch in diesem Kontext entwickelt wurden (z. B. Windel et al., 1996; BG Chemie, 2003; Bockelmann, 2009).

Für eine umfassende Gefährdungsbeurteilung nach der BildscharbV (2008) wären im Prinzip umfangreiche mehrschichtige Arbeitsablaufstudien in den einzelnen Leitwarten erforderlich gewesen. Da dies den verfügbaren Rahmen des Projekts gesprengt hätte, konnte es sich bei den durchgeführten Studien nur um orientierende Untersuchungen handeln. Neben den konkreten Ergebnissen für die untersuchten Leitwarten sollten sie auch Hinweise auf Verbesserungsmöglichkeiten des Untersuchungsinstrumentariums sowie im Rahmen der Untersuchung identifizierter kritischer Untersuchungsbereiche liefern. Es war zu vermuten, dass sich die Branchenvielfalt, bei den in die Untersuchungen einbezogenen Leitwarten, auch in der Analyse der Aufgaben und Ausführungsbedingungen widerspiegelt. Als Grundlage zur Aufgabenanalyse erschien daher ein aus Literaturempfehlungen entwickeltes und in der Prozessindustrie empirisch validiertes Aufgabenmodell (Nickel & Nachreiner, 2005) geeignet. Aus den dort berichteten Untersuchungen hatte sich bereits bei einer eher homogenen Auswahl von Leitwarten verschiedener Unternehmen gezeigt, dass sich die Aufgaben nach Inhalten und Vielfalt stark unterscheiden können und die Vergleichbarkeit der Aufgabenbearbeitung nur auf höherer Ebene anzusiedeln ist. So konnte gezeigt werden, dass die sich aus den unterschiedlichen Betriebszuständen ergebenden Anforderungen an die Auslegung und Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen sehr vielfältig sind. Dies konnte insbesondere auch in laborexperimentellen Studien, in denen Betriebszustände und Gestaltungsbedingungen systematisch variiert wurden, detailliert dokumentiert werden (Meyer, 2006). Da es sich bei Betriebszustän-

den, die vom bestimmungsgemäßen Betrieb abweichen, um seltene, unerwünschte Ereignisse mit z. T. gravierenden Konsequenzen handelt, war es im Rahmen des vorliegenden Projekts nicht möglich, auch eine für solche Situationen angemessene Gestaltung in die Untersuchungen mit einzubeziehen. Dazu wären wohl nur Untersuchungen am Simulator geeignet, da das Eintreten nicht bestimmungsgemäßer Betriebszustände und der damit verbundenen Risiken grundsätzlich vom Operateur verhindert werden soll. Darüber hinaus sind diese seltenen Ereignisse nicht vorhersehbar und deren Untersuchung somit nicht planbar. Die Untersuchungen waren daher auf den bestimmungsgemäßen Betrieb zu beschränken. Inwieweit daraus Rückschlüsse auf andere Betriebszustände zulässig sind, muss an dieser Stelle offen bleiben.

3 Methodisches Vorgehen

Das methodische Vorgehen zur Erreichung der Projektziele gliederte sich in die folgenden Arbeitsschritte:

- Literaturstudien,
- Erstellung eines Wissensspeichers,
- Extraktion und Auswahl der Beurteilungsmerkmale,
- Entwicklung einer Checkliste,
- Akquisition der Partnerunternehmen,
- Voruntersuchung,
- Revision der Checkliste,
- Durchführung der Hauptuntersuchung,
- Auswertung der Daten und
- Erfahrungsrückfluss.

Diese Arbeitsschritte werden im Folgenden beschrieben. Der Erfahrungsrückfluss lief auch nach Ende des Projekts noch weiter.

3.1 Literaturstudien

3.1.1 Vorgehensweise der Literaturrecherchen

Die Literaturrecherchen sollten mehrere Anliegen im Rahmen des Forschungsprojekts unterstützen. Dazu zählen das:

- Identifizieren möglicher methodischer Vorgehensweisen zur Bearbeitung des Projekts und der Fragestellungen;
- Ermitteln, ob bereits Instrumentarien zur Untersuchung des Gestaltungszustands von Bildschirmarbeit in Leitwarten verfügbar und diese für eine angemessene Bearbeitung des Forschungsprojekts geeignet sind;
- Zusammenstellen von Erkenntnissen zur Beschreibung eines Soll-Zustands, der als Grundlage zur Erfassung des Ist-Zustands der ergonomischen Gestaltung für Bildschirmarbeit in Leitwarten dient, sofern keine angemessenen Verfahren verfügbar sind und
- Zusammenstellen von Informationen zur Entwicklung von geeigneten Gestaltungsempfehlungen zur Verbesserung der Bildschirmarbeit in Leitwarten.

Die Literaturrecherchen wurden in mehreren lokal ansässigen Bibliotheken, im Zentralen Informationssystem der Gesetzlichen Unfallversicherungen (ZIGUV) und in Literatur-Datenbanken der GAWO e.V. durchgeführt. Darüber hinaus konnten Zugänge zu Datenbanken weiterer nationaler und internationaler Bibliotheken, Forschungseinrichtungen und Verbände (z. B. GBV, DBIS, KVK, FIZ, HFES) sowie fachbezogene Datenbanken (z. B. PsycInfo, Psyn dex) in die Recherchen einbezogen werden. Ergänzend wurden auch Recherchen über Internetportale vorgenommen. Die Recherchen wurden mit verschiedenen und sukzessive erweiterten Stichworten (z. B. Bildschirmarbeit, ergonomische Gestaltung, Mensch-System-Interaktion, Mensch-

Maschine-Schnittstelle, Prozessleitsystem, Leitwarte, Leitzentrale, Prozesssteuerung, Simulation) mehrsprachig durchgeführt und die Ergebnisse auf Relevanz für das Forschungsvorhaben überprüft.

3.1.2 Informationen aus den Literaturrecherchen

Mithilfe der Literaturrecherchen konnte für mögliche methodische Vorgehensweisen der Projektbearbeitung einschlägige arbeitswissenschaftliche und insbesondere arbeitspsychologische Literatur identifiziert werden, die sich als erste Grundlage anbot (z. B. Schmidtke, 1989; Wickens & Hollands, 2000; Wilson & Corlett, 2005; Helander, 2006; Ivergård & Hunt, 2009a; Stanton et al., 2010). Durch die Recherchen wurde deutlich, dass Informationsmaterialien nicht nur zur Gestaltung von Bildschirmarbeit in Büro und Verwaltung (vgl. z. B. Baber, 2005; Lips et al., 2003; BGI 650:2012), sondern auch für andere Bereiche mit Bildschirmarbeit bereits verfügbar sind (z. B. Sust et al., 2008; Sust et al., 2010; BGI/GUV 5048-1:2010; BGI/GUV 5048-2:2010). Allerdings bietet die sehr umfangreiche Literatur zum Thema Bildschirmarbeit relativ weniger verwertbares Material, das sich spezifisch auf den Kontext Leitwarten bezieht. Daher erschien eine nicht zu spezifisch angesetzte Recherche nach ergonomischen Erkenntnissen zur Gestaltung von Bildschirmarbeit sinnvoll und machte zweierlei deutlich: Nicht alle Erkenntnisse zur ergonomischen Gestaltung von Bildschirmarbeit dürfen verallgemeinert werden, da sie nicht in jedem Fall auf die Arbeit in Leitwarten übertragbar sind und nicht alle für Leitwarten relevanten Erkenntnisse finden sich bei den allgemeinen Gestaltungsempfehlungen für Bildschirmarbeit (vgl. Nickel et al., 2004a).

Es war daher notwendig, die Ergebnisse dieser weniger spezifischen Literaturrecherche nach folgenden Kriterien zu bewerten:

- spezifische Merkmale von Arbeitstätigkeiten in Leitwarten und
- Erfahrung der Autoren aus Beratungen zur Gestaltung von Arbeitsprozessen in Leitwarten.

Bereits in einem frühen Stadium der Literaturrecherchen zeichnete sich ab, dass aktuell kein Instrumentarium verfügbar ist, mit dem die Ziele und Fragestellungen des vorliegenden Projekts zur Bildschirmarbeit in Leitwarten bearbeitet werden können. Es ergab sich somit die Notwendigkeit, ein dafür geeignetes Instrumentarium zu entwickeln und die Literaturrecherchen gleichzeitig dazu zu nutzen, geeignete Informationen zusammenzustellen.

Die arbeitswissenschaftliche Literatur war grundsätzlich auch für die Zusammenstellung von Erkenntnissen zur Beschreibung eines Soll- und zur Erfassung des Ist-Zustands der ergonomischen Gestaltung dienlich. Wegen der teilweise besonderen Arbeitsbedingungen in Leitwarten (vgl. Kap. 1 und 2, sowie z. B. Nickel & Nachreiner, 2005) und der spezifischen Anforderungen im Betrieb, waren die Informationen und Erkenntnisse anzupassen und um die Besonderheiten für Leitwarten zu ergänzen. Dazu waren insbesondere die Erfahrungen der Autoren in diesem Arbeitsbereich dienlich.

Da die inhaltliche Orientierung für Anforderungen an eine ergonomische Gestaltung durch die BildscharbV (2008) bestimmt wird, war zunächst die BildscharbV (2008) und grundsätzlich auch das ebenfalls gültige Arbeitsschutzrecht relevant (vgl. Abb. 3.1; Rentrop, 2011). Die in der Abbildung dargestellte Systematik war hilfreich für eine strukturierte Recherche nach spezifischeren und weiterführenden Informationen

bezogen auf die allgemein gehaltenen Anforderungen aus der BildscharbV (2008). Die Struktur der Dokumente in Abbildung 3.1 verweist von oben nach unten auf detailliertere und konkretere Inhalte des Arbeitsschutzrechts. Hierüber eröffnete sich eine weitere Möglichkeit, relevante Merkmale für eine Beurteilung des Gestaltungszustands abzuleiten. Solche Dokumente enthalten Informationen, die je nach Kennzeichnung für alle Arbeitsbereiche oder nur unter bestimmten Bedingungen gültig sind. Auch an dieser Stelle musste mittels arbeitswissenschaftlichen Fachwissens die Relevanz der jeweiligen Einzelinformationen beurteilt werden, bevor sie für die Bearbeitung des Projekts zur Bildschirmarbeit in Leitwarten verwendet werden konnten.

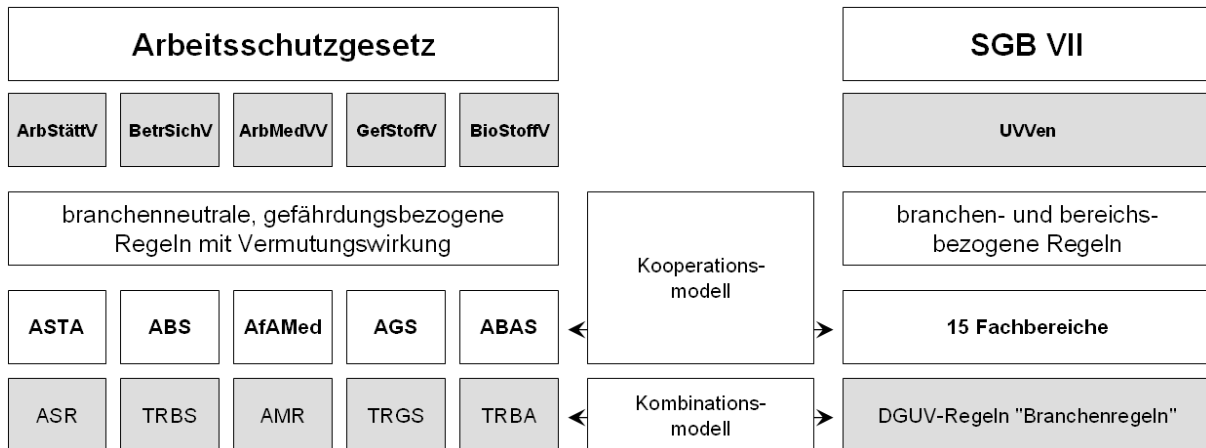


Abb. 3.1 Staatlicher und autonomer Arbeitsschutz sowie nachgeordnete, rechtlich verbindliche Vorschriften, Verordnungen und Regeln (vgl. Rentrop, 2011, 24)

Die dem Arbeitsschutzrecht zugeordneten Gesetze, Verordnungen und Vorschriften (vgl. Abb. 3.1) konnten aus dem Internet abgerufen und gesichtet werden (z. B. www.gesetze-im-internet.de, www.gaa.baden-wuerttemberg.de, www.baua.de, www.dguv.de/publikationen). Als ein Beispiel daraus sei auf die Arbeitsstätten-Richtlinie ASR 6/1,3 (2001) (Raumtemperaturen) verwiesen, die Mindestwerte für die Raumtemperaturen in Arbeitsräumen festlegt. Als weiteres Beispiel liefert eine DGUV-Regel wie die BGR 131-1 (2008) (Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten) konkrete Vorgaben für Beleuchtungsstärken für Arbeits-, Umgebungs- und Verkehrsbereiche in Innenräumen.

Aktuell verstärkt sich die Tendenz, dass konkret umsetzbare Anforderungen aus Richtlinien, Gesetzen oder dem nachgeordneten staatlichen und autonomen Arbeitsschutzrecht herausgenommen werden und durch allgemein formulierte Ziele, Grundsätze und Prinzipien ersetzt werden. Das hat den Vorteil, dass der Anwendungsbereich umfassender wird und Änderungen auf nachgeordneten Ebenen erfolgen können. Es hat aber auch den Nachteil, dass die betriebliche Praxis aus diesen Dokumenten nicht mehr in dem bisherigen Umfang durch konkrete Vorgaben unterstützt wird. Durch Normungsaktivitäten in den Bereichen Sicherheitstechnik und Ergonomie wird versucht, möglichen Nachteilen einer Deregulierung auf gesetzlicher Ebene entgegenzutreten.

Von der EU-Kommission wurde zwar kein Mandat zur Ausfüllung der Bildschirmrichtlinie durch Normen erlassen (Schäfer et al., 1997), dennoch kann zumindest auf die für die Ergonomie und insbesondere für Bildschirmarbeit relevanten Normen auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene (z. B. DIN, CENELECT, ISO) zu-

rückgegriffen werden. In einigen dieser Normen finden sich für die betriebliche Praxis konkret nutzbare Vorgaben und Anforderungen, die für eine Bewertung des Gestaltungszustands von Bildschirmarbeit in Leitwarten herangezogen werden können. Als besonders relevant seien hier die 7-teilige Normenreihe der DIN EN ISO 11064:2001ff. (Ergonomische Gestaltung von Leitwarten) sowie die 3-teilige Normenreihe der DIN EN ISO 10075:2000ff. (Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung; s. insb. Teil 2: Gestaltungsgrundsätze) hervorgehoben. Als weitere für die Projektbearbeitung nutzbare Quellen verwiesen die Literaturrecherchen auf grundsätzlich relevante Informationsschriften der Unfallversicherungsträger aus Deutschland (wie z. B. die BGI 852-1:2003; BGI 852-2:2003; BGI 852-3:2003; BGI 852-4:2003; Nickel et al., 2004b; BGI 650:2012), aus der Schweiz (wie z. B. Lips et al., 2003) und aus Österreich (wie z. B. AUVA, 2003). Verwertbare Informationen ergaben sich auch aus VDI-Richtlinien (z. B. VDI/VDE 3699:2005 zur Prozessführung mit Bildschirmen) und Namur-Arbeitsblättern (z. B. NA 76:2003, als NAMUR-Checkliste für Messwarten und Leitstände). In einem so genannten Bewertungsinstrument zur menschengerechten Gestaltung von Leitwarten (Windel et al., 1996) wurden viele Empfehlungen zusammengestellt, die für eine ergonomische Gestaltung in Leitwarten geeignet erschienen. Die Literaturrecherche erbrachte keine Ergebnisse für den Einsatz dieses Instruments für eine Bewertung der Gestaltung von Leitwarten. Allerdings ergaben sich aus dieser und auch aus anderen Quellen Hinweise zur Ergänzung eines Wissensspeichers zur vorliegenden Projektarbeit. Schließlich konnte auch Informationsmaterial aus Broschüren zur Unterstützung der Gefährdungsbeurteilung (z. B. BG Chemie, 2008: "TA 044/044a Bildschirmarbeit und Checkliste") und zur Aufgabengestaltung in Leitwarten (BG Chemie, 2003) zu Rate gezogen werden.

Auf ausschließlich im Internet oder in Internet-Portalen präsentierte Inhalte wurde selbst dann nicht zurückgegriffen, wenn sie einen offenkundigen inhaltlichen Bezug zum Thema Ergonomie oder Bildschirmarbeit aufwiesen. Ein ausschlaggebender Grund dafür war, dass sich dort häufig fehlerhafte, missverständliche, unzureichende oder gar unzutreffende Informationen oder Erläuterungen finden ließen. Sofern dort überhaupt auf Quellen verwiesen wird, sind sie häufig flüchtig bzw. nach kurzer Zeit nicht mehr nachvollziehbar. Den dort präsentierten Inhalten mangelt es häufig an fachlichen Erläuterungen, und es fehlen zu einzelnen Empfehlungen oder Vorgaben Referenzen, die die wissenschaftliche Belastbarkeit der Aussagen belegen könnten. Auch bei der Entwicklung von geeigneten Gestaltungsempfehlungen für Bildschirmarbeit in Leitwarten konnten die Literaturrecherchen unterstützen. So finden sich in der arbeitswissenschaftlichen Literatur leicht nachvollziehbare und einfach umsetzbare Hinweise und Empfehlungen. Ebenso bieten die bereits genannten Quellen einen großen Fundus für die Dokumentation von Gestaltungsempfehlungen. Darüber hinaus konnte umfangreich Informationsmaterial recherchiert werden, das z. B. auch von der DGUV oder von der BAuA angeboten wird (vgl. www.dguv.de/publikationen, www.baua.de). Auf einen Überblick über Ergebnisse der Literaturrecherchen für diesen Zweck wird hier verzichtet und auf die Verweise im Kapitel zu Gestaltungsempfehlungen (vgl. Kap. 5) verwiesen.

Die Ergebnisse der Literaturrecherche bildeten somit eine gute Basis:

- zur Planung und Durchführung der Evaluationsstudien in Leitwarten,
- zum Abgleich von Ergebnissen aus dem vorliegenden Projekt mit bereits verfügbaren Erkenntnissen aus der Literatur und

- zum Aufbau eines Wissensspeichers für die Extraktion von Beurteilungsmerkmalen.

Auf die jeweils relevanten Teile der verwendeten Literatur wird an den entsprechenden Stellen in diesem Bericht verwiesen.

3.1.3 Aufbau eines Wissensspeichers

Die Gestaltungsanforderungen aus der BildscharbV (2008) lassen sich im Wesentlichen durch die – interagierenden – Subsysteme von Arbeitssystemen nach DIN EN ISO 6385:2004 ordnen. Danach umfasst ein Arbeitssystem das "Zusammenwirken eines einzelnen oder mehrerer Arbeitender/Benutzer mit den Arbeitsmitteln [...], um die Funktion des Systems innerhalb des Arbeitsraumes und der Arbeitsumgebung unter den durch die Arbeitsaufgaben vorgegebenen Bedingungen zu erfüllen" (DIN EN ISO 6385:2004, 8). Darüber hinaus sind die Gestaltungsanforderungen aus der BildscharbV (2008) auch teilweise in der Normenreihe der DIN EN ISO 11064 (2001ff.) aufgegriffen, die sich nach ihrem Anwendungsbereich in ihren einzelnen Teilen zunächst auf Wartenräume und nachfolgend auf Arbeitsplätze, Anzeigen und Stellteile sowie die Arbeitsumgebungen darin bezieht.

Auf der Basis der Vorgaben der BildscharbV (2008) und der o. g. Normen wurde die folgende allgemein gültige, d. h. wahrscheinlich in allen betroffenen Betrieben und Branchen nutzbare Struktur für Kategorien eines Wissensspeichers entwickelt, welche die Sammlung einzelner Merkmale zur weiteren Operationalisierung erlaubte:

- Wartenraum,
- Arbeitsplatz,
- Arbeitsmittel,
- Mensch-Maschine-Kommunikation,
- Umgebungsbedingungen,
- Arbeitsorganisation und
- sonstige Arbeitsbedingungen.

Die Hinweise aus den Literaturrecherchen auf eine an ergonomischen Kriterien orientierte Gestaltung der Bildschirmarbeit in Leitwarten wurden thematisch entsprechend strukturiert und in einem Wissensspeicher abgelegt. Dabei ergaben sich häufig mehrere und z. T. nicht komplett übereinstimmende bzw. sogar inkonsistente Vorgaben. Diese wurden auf ihre jeweilige Belastbarkeit untersucht und schließlich auf dem Hintergrund der ergonomischen Expertise der Autoren bewertet und für die weitere Verwendung spezifiziert.

3.2 Entwicklung einer Checkliste

3.2.1 Ziele der Checkliste

Die Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale der Checkliste sollen die Gestaltungsanforderungen der BildscharbV (2008) möglichst umfassend abdecken. Eine vollständige Abdeckung aller Anforderungen durch Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale mithilfe einer Checkliste ist jedoch nicht möglich. Das liegt im Wesentlichen

daran, dass die jeweiligen Anforderungsbereiche mit ihren Interaktionsprozessen wissenschaftlich bisher nicht erschöpfend beschrieben sind. Somit konnte und sollte das hier für den Gebrauch im Projekt zu entwickelnde Verfahren nicht zur summativen Evaluation des Gestaltungszustands eingesetzt werden (Nickel & Nachreiner, 2010). Ein späterer Einsatz zur formativen Evaluation (Shadish et al., 2002; Nickel & Nachreiner, 2010) scheint jedoch durchaus denkbar.

Mithilfe der zu entwickelnden Checkliste sollte der Ist-Zustand der Umsetzung von Anforderungen aus der BildscharbV (2008) an Bildschirmarbeitsplätzen in Leitwarten möglichst umfassend erfasst und dokumentiert werden. Die Checkliste sollte ausschließlich im Rahmen des Projekts in ausgewählten Betrieben unterschiedlicher Branchen (vgl. Kap. 3.4 zur Hauptuntersuchung) eingesetzt werden können. Die einzelnen Merkmale mussten daher so generiert werden, dass sie auf die unterschiedlichen Gegebenheiten der verschiedenen Betriebe bzw. Branchen anwendbar waren. Besondere Gestaltungsbedingungen, die sich durch sehr spezielle Anforderungen des Arbeitsbereichs ergeben konnten, sollten, soweit wie möglich und vorauszusehen, berücksichtigt werden. Eine Beschreibung des Ist-Zustands liefert jedoch noch keine Aussage darüber, inwieweit gegen Anforderungen aus der BildscharbV (2008) verstoßen wird oder nicht. Dazu bedarf es der Beschreibung des Gestaltungsziels, d. h. des Soll-Zustands, auch auf der Ebene einzelner Beurteilungsmerkmale.

Deshalb war ein weiteres Ziel der Checkliste, die erfassten Daten hinsichtlich ihrer Zielerreichung, d. h. bezogen auf Gestaltungsanforderungen aus der BildscharbV (2008) und der ihr nachgeordneten normativen Vorgaben, zu bewerten. Informationen zu Gestaltungsanforderungen aus dem Wissensspeicher mussten daher so aufbereitet werden, dass sie in Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale umgesetzt werden konnten. Die Merkmale sollten also einen Soll-Zustand benennen, gegen den sich ein Ist-Zustand konkret erfassen lassen sollte. Aus der Differenz zwischen Soll und Ist sollten sich darüber hinaus Gestaltungsempfehlungen ergeben bzw. ableiten lassen. Ein weiterer Anspruch des Verfahrens war somit schließlich die Feststellung des Gestaltungsbedarfs, d. h. die Identifizierung von Gestaltungsbereichen, in denen Verbesserungen erforderlich sind, um daraus Handlungshilfen ableiten zu können.

Die Checkliste zielt damit vorrangig auf eine objektive, vom jeweiligen Operateur unabhängige Erfassung der tatsächlichen Ausprägung von Arbeitsbedingungen ab. Sie zielt nicht auf die Erfassung der subjektiv erlebten Wahrnehmung oder des subjektiven Empfindens von Arbeitsbedingungen durch den Leitwartenoperateur. Dieser Fokus ist deshalb bedeutsam, weil die BildscharbV (2008) tatsächliche und nicht von den Betroffenen empfundene Anforderungen an Bildschirmarbeit vorgibt. Dabei geht es auch um Anforderungen, die unabhängig von der Aufgabenbearbeitung durch einen bestimmten, individuellen Operateur definiert sind. Insofern sollte ein Beurteilungs- und Gestaltungszustand hauptsächlich über Beobachtungs- und Messverfahren erfasst werden.

Vereinzelt sind Aspekte der Bildschirmarbeit in Leitwarten allerdings einer direkten Beobachtung nicht oder zumindest nicht im für die Erhebung vorausgesehenen Zeitraum zugänglich. Sie sollten daher durch gezieltes Nachfragen bei möglichst mehreren Operateuren bzw. bei Führungskräften erfasst werden. Diese Aussagen sind dann jedoch mit beobachtbaren Bedingungen in der Leitwarte abzugleichen und vom Beobachter zu bewerten. Zielgerichtetes und systematisches Beobachten, Messen und Befragen ist somit eine notwendige Voraussetzung zur Anwendung der Checkliste. Die Anwendung der Checkliste ist allerdings von spezifisch geschulten Human Factors-/Ergonomie-Experten durchzuführen und erfordert Expertise in den nachfolgend beschriebenen Aspekten:

- professionelles in Augenschein nehmen und systematisches Beobachten von Bedingungen,
- Messen von physikalischen Größen mithilfe spezieller Messgeräte,
- systematisches Befragen von Leitwartenoperatoren sowie Schicht- und Betriebsleitern und
- Bewerten der erhaltenen Ergebnisse vor dem Hintergrund der vorgegebenen Beurteilungsskala und den damit verbundenen Konzepten einer Gestaltung nach ergonomischen Prinzipien und Grundsätzen.

Zur Erleichterung der Erfassung der Beobachtungs- und Messdaten und zum Einbau von Sprungfunktionen, mit denen nicht relevante oder nicht vorhandene Merkmale von der Bearbeitung ausgeschlossen werden sollten, wurde die Checkliste von der GAWO e.V. ergänzend zum vorliegenden Projekt im Format einer Internet-Befragung mit dem Softwareprogramm LimeSurvey® realisiert. Damit sollten gleichzeitig eine manuelle Datenübertragung und dadurch ggf. ausgelöste Fehler vermieden werden. Gleichzeitig konnte so sichergestellt werden, dass alle freien Kommentare auch nach Abschluss der Erhebungsarbeiten eindeutig les- und interpretierbar waren.

3.2.2 Extraktion und Aufbereitung von Merkmalen

Da einerseits eine Auswahl von nur wenigen und vereinzelt Merkmalen dem Anspruch der BildscharbV (2008) nicht gerecht werden würde und andererseits eine vollständige Abdeckung der Anforderungen durch Merkmale nicht möglich ist (vgl. Kap. 3.2.1), war das Ziel des vorliegenden Forschungsprojekts, eine repräsentative, angemessene Auswahl von Gestaltungsmerkmalen zusammenzustellen. Da keine umfassende Abdeckung aller Anforderungen möglich ist, muss damit gleichzeitig billigend in Kauf genommen werden, dass selbst bei einer positiven Beurteilung aller in den Wissensspeicher aufgenommenen Merkmale letztlich keine einhundertprozentige Erfüllung aller Anforderungen der BildscharbV (2008) bescheinigt werden könnte. Der Umfang der ins Verfahren aufgenommenen Merkmale wird im vorliegenden Forschungsprojekt durch die Kriterien „Verfügbarkeit“, „Messbarkeit“ und „Relevanz“ von Merkmalen sowie Art und Dauer der Erhebung im Betrieb pragmatisch begrenzt, mit der Vorgabe, die Anforderungen der BildscharbV (2008) möglichst repräsentativ abzudecken. Es konnten also nur solche Merkmale in die Checkliste aufgenommen werden, für die bereits belastbare und konkrete Anforderungen formuliert wurden (Kriterium „Verfügbarkeit“). Merkmale mussten in der Checkliste so formuliert werden, dass sie eindeutig und konkret beurteilt werden konnten (Kriterium „Messbarkeit“). Merkmale mussten auch für Bildschirmarbeit in Leitwarten relevant sein (Kriterium „Relevanz“). Dazu wurde der Wissensspeicher auf relevante, messbare und operationalisierbare Informationen und Merkmale untersucht sowie abschließend aus dem Erfahrungsschatz der Autoren aus thematisch ähnlichen Beratungsprojekten ergänzt.

Zur Erläuterung werden im Folgenden Beispiele für die einzelnen Merkmalsbereiche der Checkliste vorgestellt:

- Im Merkmalsbereich "Wartenraum" wurden Merkmale z. B. zur Fläche je fest eingerichteten Arbeitsplatz, Raumhöhe und freien Bewegungsfläche für Leitwartenoperatoren zusammengestellt.

- Im Merkmalsbereich "Arbeitsplatz" wurden Merkmale z. B. zum Abstand des Leitwartenoperators zum Bildschirm, zur Anordnung des Bildschirmgerätes zum Fenster und zum Platz auf der Arbeitsfläche für Arbeitsmittel zusammengestellt.
- Im Merkmalsbereich "Arbeitsmittel" wurden Merkmale z. B. zur Größe der Arbeitsfläche vor dem Bildschirmgerät, zur Anzahl der Bildschirmgeräte und zur Farbe der Tastaturen zusammengestellt.
- Im Merkmalsbereich "Mensch-Maschine-Kommunikation" wurden Merkmale z. B. zu Leuchtdichtekontrasten auf dem Bildschirm, zu Zeichenhöhen und zum Zugriff auf Übersichtsdarstellungen zusammengestellt.
- Im Merkmalsbereich "Umgebungsbedingungen" wurden Merkmale z. B. zur Lufttemperatur, zu Leuchtdichtekontrasten im Sehfeld und zum Schallbeurteilungspegel zusammengestellt.
- Im Merkmalsbereich "Arbeitsorganisation" wurden Merkmale z. B. zur Schichtdauer, Unterweisung zur Bildschirmarbeit und zum Tätigkeitswechsel der Leitwartenoperatoren zusammengestellt.
- Im Merkmalsbereich "Sonstige Arbeitsbedingungen" wurden Merkmale z. B. zur Beteiligung des Leitwartenoperators bei der Gestaltung und zu arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen zusammengestellt.

Für die Entwicklung der Checkliste war jedes einzelne Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmal so aufzubereiten, dass geschulte Human Factors-/Ergonomie-Experten eine Bewertung des Merkmals während einer Untersuchung in einer Leitwarte durchführen konnten. Zur Erfassung des Gestaltungszustandes wurde jedes Merkmal zunächst in eine verständliche Frage umgewandelt (vgl. Abb. 3.2 und 3.3). Durch eine Beantwortung auf eine Frage wurde in der Regel nicht allein ein Ist-Zustand erfasst, sondern dieser gleichzeitig gegenüber einer formulierten Soll-Vorgabe bewertet. Im Falle des Merkmals aus Abbildung 3.2 wäre die mit der Frage operationalisierte Anforderung bei einer Ja-Antwort erfüllt und bei einer Nein-Antwort nicht erfüllt. Fragen mit Ja/Nein-Kategorien (vgl. Abb. 3.2) dienten in manchen Fällen als Filterfragen, die dem Beurteiler im Falle einer Ja-Antwort weitere Fragen zur Spezifizierung des Merkmals eröffnete. Mit Filterfragen konnten nicht zutreffende Merkmale ausgeblendet werden, um unnötige Erfassung und Codierung nicht relevanter Merkmale auszuschließen. Zur leichteren Handhabbarkeit wurden Merkmale mit reiner Filterfunktion in die Checkliste integriert. So z. B. die Frage nach dem Vorhandensein von „gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen“ (vgl. DIN EN ISO 11064-5:2008). Die auf solche gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen bezogenen Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale wurden also dem Beurteiler nur dann dargeboten, wenn solche Anzeigeeinrichtungen in der spezifischen Leitwarte tatsächlich vorhanden waren. Andernfalls wurden diese Merkmale gefiltert, d. h. übersprungen.

Sind Bildschirmgeräte/Video-Monitore ausschließlich auf **einer** Ebene angeordnet (nicht übereinander)?

Ja
 Nein

Bitte geben Sie hier Ihren Kommentar ein.:

?

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[Bild: © GAWO e.V.]

Abb. 3.2 Beispiel eines Beurteilungsmerkmals der Checkliste mit Ja/Nein-Kategorie

Meist wurden geschlossene Fragen (mit Antwortvorgaben) in die Checkliste aufgenommen. Zur leichteren Beantwortung und Auswertung der vorgegebenen Antworten wurden die Fragen grundsätzlich so formuliert, dass eine positive Antwort eine positive Bewertung und eine negative Antwort eine negative Bewertung beinhaltete (mit Ausnahme von neutralen Ja/Nein-Fragen und Filterfragen). Daher enthalten die meisten Beurteilungsmerkmale Ja/Nein-Fragen auf Nominalskalenniveau (vgl. Abb. 3.2). Wenn ein Merkmal sowohl auf einem bekannten Mindest-Niveau, als auch auf einem darüber hinausgehenden, bekannten Empfehlungs-Niveau bewertet werden konnte, war dafür eine weitere, dritte Antwortkategorie vorhanden. In diesem Fall ergab sich für das Beurteilungsmerkmal eine Ampel-Codierung mit Ordinalskalenniveau (vgl. Abb. 3.3).

Beträgt die Zeichenhöhe unbunter lateinischer Zeichen auf Bildschirmen mindestens 15 Winkelminuten?

Zur Beantwortung dieser Frage schauen Sie bitte in die hier verlinkte Tabelle!

Anmerkung:
 (1) Empfohlen werden jedoch 18 bis 20 Winkelminuten.
 (2) Die Zeichenhöhe ist gegeben durch die Höhe von Großbuchstaben und Ziffern des kleinsten auf dem Bildschirm benutzten Zeichenformats.

■ 18 bis 20 Winkelminuten
 ■ 15 bis 18 Winkelminuten
 ■ < 15 Winkelminuten

Bitte geben Sie hier Ihren Kommentar ein.:

?

Art der Erfassung: Messung (Metermaß), Ablesen in Tabelle

[Bild: © GAWO e.V.]

Abb. 3.3 Beispiel eines Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmals der Checkliste mit Ampel-Kategorisierung

Es wurde

- "Grün" gewählt, wenn die Anforderung auf Empfehlungs-Niveau und damit (vollständig) erfüllt war,
- "Gelb" gewählt, wenn die Anforderung auf Mindest-Niveau und damit teilweise erfüllt war und
- "Rot" gewählt, wenn die Anforderung nicht erfüllt war.

In der späteren Ergebnisdarstellung (vgl. Kap. 4) wird auf die Erfüllung der Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale (erfüllt, teilweise erfüllt, nicht erfüllt) verwiesen. Von einem Verstoß gegen eine Anforderung wird dann ausgegangen, wenn die Kategorie "Rot" (= nicht erfüllt) gewählt wurde.

Neben der Ja/Nein- oder der Ampel-Codierung konnte ein Merkmal zusätzlich die Antwortkategorie "nicht anwendbar" enthalten, wenn bereits während der Entwicklung der Checkliste offensichtlich war, dass dieses Merkmal bei einigen spezifischen Leitwarten nicht herangezogen werden kann. Wie bei allen anderen Merkmalen handelte es sich auch hier um Merkmale, die für die Bewertung des Gestaltungszustandes der Bildschirmarbeit in Leitwarten sehr wichtig sind und die in Leitwarten deshalb grundsätzlich relevant erscheinen. Eine weitergehende Darstellung zu den Fragenkategorien findet sich in Kapitel 4.1.2.

Für jedes Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmal wurde eine Messanweisung (vgl. "Art der Erfassung" in Abb. 3.2 und 3.3) entwickelt. In den meisten Fällen konnte davon ausgegangen werden, dass eine objektive und zuverlässige Bewertung mithilfe der Wahrnehmung eines geschulten Human Factors-/Ergonomie-Experten möglich ist und somit eine Sichtprüfung ausreicht. Zusätzlich wurden bei physikalischen Messungen spezifische Hinweise zur Messung gegeben (z. B. Messung mit einem Metermaß aus Abb. 3.3), die für eine objektive und zuverlässige Bewertung verpflichtend zu beachten waren.

Für jedes Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmal stand außerdem ein Kommentarfeld (vgl. "Bitte geben Sie hier Ihren Kommentar ein." aus Abb. 3.2 und 3.3) zur Verfügung, das für Notizen während des Einsatzes der Checkliste im Betrieb genutzt werden sollte. Wurden numerische Messwerte erhoben, sollten diese, falls nicht in einem besonderen Antwortfeld vorgesehen, ebenfalls im Kommentarfeld abgelegt werden. Damit konnten Ergebnisse der Auswertungen bei Bedarf weiter qualifiziert werden und ebenso eine Plausibilitätsbetrachtung der Merkmalsbewertung vorgenommen werden.

Bei zahlreichen Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmalen wurden zur weiteren Erläuterung Anmerkungen (vgl. "Anmerkung" in Abb. 3.3) und bei Bedarf auch Tabellen und Graphiken (vgl. "verlinkte Tabelle" in Abb. 3.3) bereit gestellt. Darüber sollte gewährleistet werden, dass immer ausreichend Informationen zur gewissenhaften Beurteilung eines Gestaltungsmerkmals zur Verfügung stehen.

Der notwendige Einsatz weiterer Hilfsmittel für die Beurteilung von Merkmalen war jeweils unter den Hinweisen zur Messung vermerkt. Dazu zählten verschiedene Instrumente zur Messung von physikalischen Größen (z. B. mithilfe eines Metermaßes) und zur Messung von Umgebungsbedingungen, die von den Beurteilern jeweils zu den Untersuchungen mitgeführt wurden. Im Einzelnen handelte es sich dabei um Messgeräte zur:

- Leuchtdichte-Messung mit dem Tektronix Digital Photometer J16, ausgestattet mit einem Tektronix 1° Narrow Angle Luminance Probe J6523;
- Leuchtdichte-Messung mit dem Tektronix Digital Photometer J16, ausgestattet mit einem Tektronix 8° Narrow Angle Luminance Probe J6503;
- Leuchtstärke-Messung mit dem Tektronix Digital Photometer J16, ausgestattet mit einem Tektronix Illuminance Probe J6511;
- Luftgeschwindigkeits-Messung mit dem Testo-454-Datalogger, ausgestattet mit einer Strömungssonde;
- Lufttemperatur-Messung mit dem Testo-454-Datalogger, ausgestattet mit einem Temperaturfühler;

- Luftfeuchtigkeits-Messung mit dem Testo-454-Datalogger, ausgestattet mit einem Feuchtefühler und
- Schalldruckpegel-Messung mit dem Neutrik Cortex Instruments NC 10.

3.3 Erprobung der Checkliste im Nutzungskontext

3.3.1 Zur Gebrauchstauglichkeit der Checkliste mittels Expertenbewertung

Auf der Basis der Informationen im Wissensspeicher wurde eine erste Version der Checkliste erstellt. Vor dem Einsatz dieser Checkliste musste diese Version noch auf ihre Gebrauchstauglichkeit überprüft und ggf. verbessert werden. Dazu wurde in einer ersten Phase eine Gruppe von sechs Human Factors-/Ergonomie-Experten gebeten, eine Bewertung der Merkmale im Rahmen einer Expertendiskussion vorzunehmen. Den Experten war u. a. gemeinsam, dass sie ein Studium der Psychologie mit arbeitspsychologischer Vertiefung abgeschlossen hatten, beruflich in den vergangenen Jahren im Bereich von Human Factors und Ergonomie tätig waren sowie bereits arbeitswissenschaftliche Analysen in Betrieben durchgeführt hatten. Darüber hinaus wurden sie umfangreich in den Einsatzzweck der Checkliste und in die Ziele des vorliegenden Forschungsprojektes eingewiesen. Die Experten bewerteten

- die formal korrekte Zuordnung von Merkmalen zu Kategorien des Wissensspeichers (vgl. Kap. 3.1.3),
- die konsistente Umsetzung der formalen Struktur aller Komponenten eines jeden Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmals (vgl. Kap. 3.2.2),
- die verständliche und eindeutige Formulierung der Frage zu jedem Merkmal,
- die Vermeidung von inhaltlichen Überschneidungen zwischen verschiedenen Merkmalen,
- die ausreichende Abdeckung von inhaltlichen Gestaltungsbereichen über konkrete Merkmale,
- die inhaltlich korrekte Umsetzung von Erkenntnissen der ergonomischen Gestaltung in Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale und
- die voraussichtliche praktische Anwendbarkeit des Verfahrens im Rahmen einer ganzschichtigen Beobachtungsstudie im Betrieb bzw. in einer Leitwarte.

Die Bewertungen und Verbesserungsvorschläge der Expertengruppe wurden gesammelt. Im Falle von unterschiedlichen Bewertungsergebnissen wurden innerhalb der Expertengruppe Lösungen durch eine gemeinsame Diskussion erarbeitet. Auf dieser Grundlage wurde das Verfahren vollständig überarbeitet und die neue Version der Expertengruppe zur erneuten Einsicht und ggf. Kommentierung vorgelegt. Anschließend kam es zu einer weiteren editoriiellen Überarbeitung. Damit stand die Checkliste für die zweite Phase der Überprüfung, die Überprüfung im zukünftigen Nutzungskontext, zur Verfügung.

3.3.2 Zur Gebrauchstauglichkeit der Checkliste im Nutzungskontext

In einer zweiten Phase der Entwicklung der Checkliste sollte deren Gebrauchstauglichkeit im betriebspraktischen Einsatz in einer Pilotstudie zur Bildschirmarbeit in Leitwarten untersucht werden. Die praktische Anwendung sollte in solchen Leitwarten erprobt werden, die potenziell auch in die Hauptuntersuchung des Forschungsprojektes hätten einbezogen werden können. Durch diese Pilotstudie sollten folgende Informationen gewonnen werden:

- die Anwendbarkeit des Verfahrens im Rahmen einer Beobachtungsstudie,
- die verständliche und eindeutige Formulierung der Merkmale,
- die Anwendbarkeit der vorgegebenen Antwortkategorien für Gestaltungsvarianten, die in Leitwarten erwartet werden können;
- die Anwendbarkeit zusätzlicher Informationen in Tabelle oder Graphiken,
- die Vermeidung von inhaltlichen Überschneidungen zwischen verschiedenen Merkmalen,
- die Anwendbarkeit der Art der Erfassung und der Möglichkeiten der zuverlässigen Datendokumentation, wenn Nachfragen in der Leitwarte erforderlich sind;
- die Identifikation ggf. fehlender Merkmale bzw. inhaltlicher Gestaltungsbereiche, die noch über Merkmale abgedeckt werden müssten;
- zeitlicher Bedarf zur Durchführung der Beobachtungsstudie mithilfe des Verfahrens in einer Leitwarte und
- notwendiges Vorgehen zur Aufbereitung und Auswertung der erhobenen Daten.

Für die Teilnahme an einer Pilotstudie konnten zwei Leitwarten der Branche „Prozess- und Anlagensteuerung“ gewonnen werden. Die Beobachtungsstudien in beiden Leitwarten wurden tagsüber im Zeitraum von 08:00 Uhr bis 17:00 Uhr durchgeführt. Die Beurteiler konnten sich so im Rahmen der Inspektionen und Beobachtungen einen umfassenden Überblick über den Prozesszustand verschaffen. Außerdem stand ausreichend Zeit zur Verfügung, um bei der Anwendung der Checkliste die Arbeit der Operateure in der Leitwarte nicht zu stark zu beeinträchtigen. Insgesamt führten fünf Experten die Pilotstudie durch. In der ersten Leitwarte beurteilten drei Experten drei unterschiedliche Arbeitsplätze. In der zweiten Leitwarte wurden zwei unterschiedliche Arbeitsplätzen von den beiden übrigen Experten beobachtet und bewertet.

Die Auswertung der Pilotstudie bezog sich auf die Durchführung der Studie selbst sowie auf die Bewertung der Leitwarten und Arbeitsplätze mithilfe der Checkliste und den damit gewinnbaren Daten. Für den Ablauf der geplanten Hauptuntersuchungen in den Leitwarten ergab sich kein wesentlicher Veränderungsbedarf. Auch die anfänglichen Schätzungen zum notwendigen zeitlichen Bedarf für die Beobachtungen und Erhebungen im Betrieb bestätigten sich. Allerdings wurden noch verschiedene Vorschläge für Veränderungen an der Checkliste angeregt und für die Erstellung einer Endversion der Checkliste umgesetzt:

- Merkmale wurden entnommen, da sich bisher übersehene inhaltliche Überlappungen zwischen Merkmalen offenbarten;
- Merkmale wurden hinzugefügt, da einzelne Merkmale geteilt wurden, um sie klarer im Nutzungskontext bewerten zu können;

- Merkmale wurden (z. B. bzgl. Fragestellung, Anmerkungen, Art der Erfassung) präzisiert, kontextspezifischer formuliert oder auf eine praktische Arbeitssituation in der Leitwarte abgestimmt;
- Merkmale wurden in ihrer Reihenfolge innerhalb der Checkliste umgestellt, z. B. von einer eher theoretisch geleiteten Struktur (vom Allgemeinen zum Speziellen) zu einer für die Hauptuntersuchung praktisch anwendbaren Struktur (vom Speziellen zum Allgemeinen) und
- Datenauswertungen bezogen auf die Pilotstudie konnten probeweise vorbereitet und anhand der ersten fünf Datensätze durchgeführt werden. Dies erlaubte eine erste Abschätzung des mit der Datenauswertung verbundenen Aufwands.

Diese Veränderungen führten zu einer Endversion der Checkliste mit insgesamt 276 Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmalen aus den o. a. sieben Merkmalsbereichen, die für die Inspektions- und Beobachtungsstudien im Rahmen des Forschungsprojekts eingesetzt werden konnten.

3.4 Einsatz der Checkliste im Rahmen der Hauptuntersuchung

3.4.1 Auswahl der Stichprobe für die Hauptuntersuchung

Insgesamt sollten für die Hauptstudie 20 bis 25 Leitwarten mit ca. 100 Leitplätzen aus unterschiedlichen Branchen einbezogen werden. Dabei versteht man unter einer Leitwarte bzw. Leitzentrale nach DIN EN ISO 11064-1:2001, 4 die "Zusammenfassung aus Wartenräumen, Nebenräumen und örtlichen Leitständen, die funktionell in Wechselwirkung stehen und sich am selben Einsatzort befinden." Nach DIN EN ISO 11064-5:2008, 7 allerdings ist eine Leitwarte bzw. Leitzentrale eine "funktionelle Kerneinheit und deren zugehöriger physikalischer Aufbau, in der sich Operatoren aufhalten, die zentralisierte Steuerungs-, Überwachungs- und Leitungsverantwortlichkeiten ausüben." Da die Anzahl der Leitwartenoperateure in einer Leitwarte abhängig von der Branche und von der Art der Aufgabenstellung und des Betriebes stark variiert, kann über eine Vorgabe der Anzahl von Leitwarten und Leitplätzen allerdings nicht direkt auf die Anzahl der potenziell betroffenen Leitwartenoperateure geschlossen werden. Nach DIN EN ISO 11064-5:2008, 7 handelt es sich bei einem Leitwarten- bzw. Leitzentralenoperator um eine "Person, die sich üblicherweise an einem Arbeitsplatz zur Prozessführung aufhält und deren primäre Aufgaben sich auf die Ausführung von Überwachungs- und Steuerungsfunktionen beziehen, entweder selbstständig oder in Verbindung mit weiterem Personal, das sich innerhalb oder außerhalb des Wartenraums aufhält." Um die im Rahmen der Untersuchungen einbezogenen Leit- oder Arbeitsplätze zu ermitteln, wurde auf die DIN EN ISO 11064-5:2008, 7 zurückgegriffen. Danach ist ein Leitplatz eine "Einzel- oder Mehrfacharbeitsstelle, einschließlich sämtlicher Ausrüstungen, wie Rechner, Kommunikationseinrichtungen und Möbel, an der Steuerungs- und Überwachungsfunktionen ausgeführt werden".

Eine Recherche nach einer Übersicht, wie viele Leitwarten mit wie vielen Operateuren es in Deutschland gibt, blieb ohne Ergebnis. Die Ziehung einer repräsentativen Stichprobe war somit nicht möglich. Unabhängig davon sollte allerdings eine möglichst breite Vielfalt an Leitwarten und Branchen in die Untersuchung einbezogen werden, die als "typisch" für Leitwarten mit Bildschirmarbeit gelten können.

Als Vorgaben für die Auswahl der Leitwarten galten die Branchen „Prozess- und Anlagensteuerung“, „Energie“, „Verkehr“, „Sicherheitsdienstleistungen“, „Medien“ sowie „Telekommunikation“. Die Branche „Energiegewinnung aus Kernkraft“ und die Branche „Verkehr zur Fernsteuerung von Schifffahrts-Schleusen und Hebeeinrichtungen“ wurden im Projekt bewusst nicht berücksichtigt. Die Leitwarten der Anlagen zur Energiegewinnung aus Kernkraft sind so ausgelegt, dass eine Überwachung und Steuerung der Prozesse über fest verdrahtete Anzeigen und Stellteile erfolgt. Zwar finden sich dort ebenfalls Bildschirmgeräte, jedoch dienen diese dort lediglich der Unterstützung der Prozessführung durch die fest verdrahteten Einrichtungen. Sie stellen damit keine Bildschirmarbeit im oben genannten Sinne dar, da die Arbeit am Bildschirmgerät nicht wesentlich für die Erfüllung der Arbeitsaufgaben ist. Die Leitwarten zur Fernsteuerung von Schifffahrtsschleusen und Hebeeinrichtungen blieben unberücksichtigt, um geplante Untersuchungen zu etwas anders gelagerten Fragestellungen im Auftrag der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV), die von der BAuA begleitet werden (Jeschke, 2011), nicht zu beeinflussen.

Die Untersuchungen im Rahmen des Forschungsprojekts beziehen sich somit auf eine selektierte Stichprobe von Leitwarten. Formal sind damit keine Generalisierungen möglich.

Die Akquisition der Unternehmen wurde – bei ansonst durchaus großem Interesse – durch eine z. T. zurückhaltende Bereitschaft einiger Unternehmen mitbestimmt, Untersuchungen in ihren Leitwarten durchführen zu lassen. Es kann davon ausgegangen werden, dass Unternehmen, die nach ihrer eigenen Einschätzung Probleme mit der Umsetzung von Vorgaben nach der Bildschirmarbeitsverordnung (2008) vermuteten, eher nicht zu einer Mitarbeit gewonnen werden konnten. Insofern muss bei den Ergebnissen dieser Studie von einer deutlichen Verzerrung in Richtung positiver Gestaltungszustände ausgegangen werden. Weitere Gründe, warum einige Unternehmen die Teilnahme an der Untersuchung ablehnten, waren z. B. andere bereits zugesagte oder laufende Studien in den Leitwarten, Umbauarbeiten in den Leitwarten oder auch eine befürchtete Gefährdung des Betriebsfriedens durch eine Beteiligung an einem Forschungsprojekt zu Bildschirmarbeit in Leitwarten.

Bei der Akquisition wurde den an einer Teilnahme interessierten Unternehmen zunächst in einer Kurzpräsentation das Projekt mit Informationen zur Zielstellung und Durchführung der Untersuchungen vorgestellt. In diesem Rahmen erfolgte auch eine Erörterung von Fragen mit den beteiligten Betriebsleitern, Interessenvertretern und/oder Fachkräften für Arbeitssicherheit (z. B. zur zeitlichen Inanspruchnahme der Untersuchung, zum Vorrang eines ungestörten Arbeitsablaufs während der Untersuchung, zur Anonymisierung der Datenerhebung). Eine Begehung der Leitwarten fand ebenfalls während dieser Zusammenkünfte statt. Die während dieser Begehung und im Vorgespräch aufgenommenen Informationen wurden dokumentiert und dienten, im Falle einer Zusage des Unternehmens, der Auswahl des Leitplatzes, an dem die Hauptuntersuchung durchgeführt werden sollte. Nach Zusage zur Teilnahme seitens eines Unternehmens wurden Zeiträume für die Durchführung der Untersuchungen abgestimmt und Informationsmaterial in Form einer weiteren Kurzpräsentation zur Verfügung gestellt. Die Betriebsleitungen wurden gebeten, die Operateure über die bevorstehende Untersuchung zu informieren. Im Gegenzug zur Teilnahme an der Untersuchung wurde den Unternehmen – als Teil des Erfahrungsrückflusses – eine betriebsspezifische Auswertung der Erhebungen ihrer jeweiligen Leitwarte zugesagt. So war es möglich, die Ergebnisse des Forschungsprojektes insgesamt in die Unternehmen zurückzumelden sowie spezifische Handlungshilfen in Form konkreter und praktisch nutzbarer Möglichkeiten und Grenzen zur verbesserten Gestaltung der be-

troffenen Leitwarten anzubieten und zu diskutieren. Die Ergebnisse dieses Erfahrungsrückflusses können im vorliegenden Bericht nicht dokumentiert werden.

3.4.2 Beschreibung der Stichprobe

Insgesamt konnten 26 Leitwarten aus 15 Unternehmen aus Deutschland gewonnen werden, wovon 2 Leitwarten für die Durchführung der Voruntersuchungen und 24 für die Durchführung der Hauptuntersuchung herangezogen wurden. Eine Übersicht über die Branchen der 24 Leitwarten für die Hauptuntersuchung und die Anzahl der Leitwarten je Branche zeigt Abbildung 3.4.

Die nachfolgende Übersicht gibt eine Erläuterung zu den verschiedenen Branchen. Die hier genannten Einsatzgebiete und Aufgaben dienen als Beispiele zur Veranschaulichung:

- Branche: Prozess- und Anlagensteuerung
 - Einsatzgebiet: Klassische verfahrenstechnische Anlagen z. B. der chemischen, Stahl- und Pharma-Industrie, Reststoffverwertung
 - Aufgabe/Tätigkeit: Steuerung und Überwachung von Produktionsprozessen
- Branche: Energie
 - Einsatzgebiete: Energieerzeugung, -verteilung, Netzüberwachung, Störungsmanagement
 - Aufgabe/Tätigkeit: Überwachung und Steuerung von Prozessen
- Branche: Verkehr
 - Einsatzgebiete: öffentliche Verkehrsbetriebe (Straßenbahn und Bus), Verkehrslenk- und Ampelanlagen
 - Aufgabe/Tätigkeit: Überwachung verkehrstechnischer Anlagen und Prozesse
- Branche: Sicherheitsdienstleistungen
 - Einsatzgebiete: unternehmenseigene oder unabhängige Sicherheitszentrale
 - Aufgabe/Tätigkeit: Überwachung von Anlagen und Objekten
- Branche: Telekommunikation
 - Einsatzgebiete: Betreiber fester und mobiler, unternehmensinterner und -externer Daten- und Telefonnetze
 - Aufgabe/Tätigkeit: Überwachung der Netze und Störungsmanagement
- Branche: Medien
 - Einsatzgebiete: Rundfunk- und Fernsehsender
 - Aufgaben/Tätigkeit: Überwachung und Steuerung von Sendungen

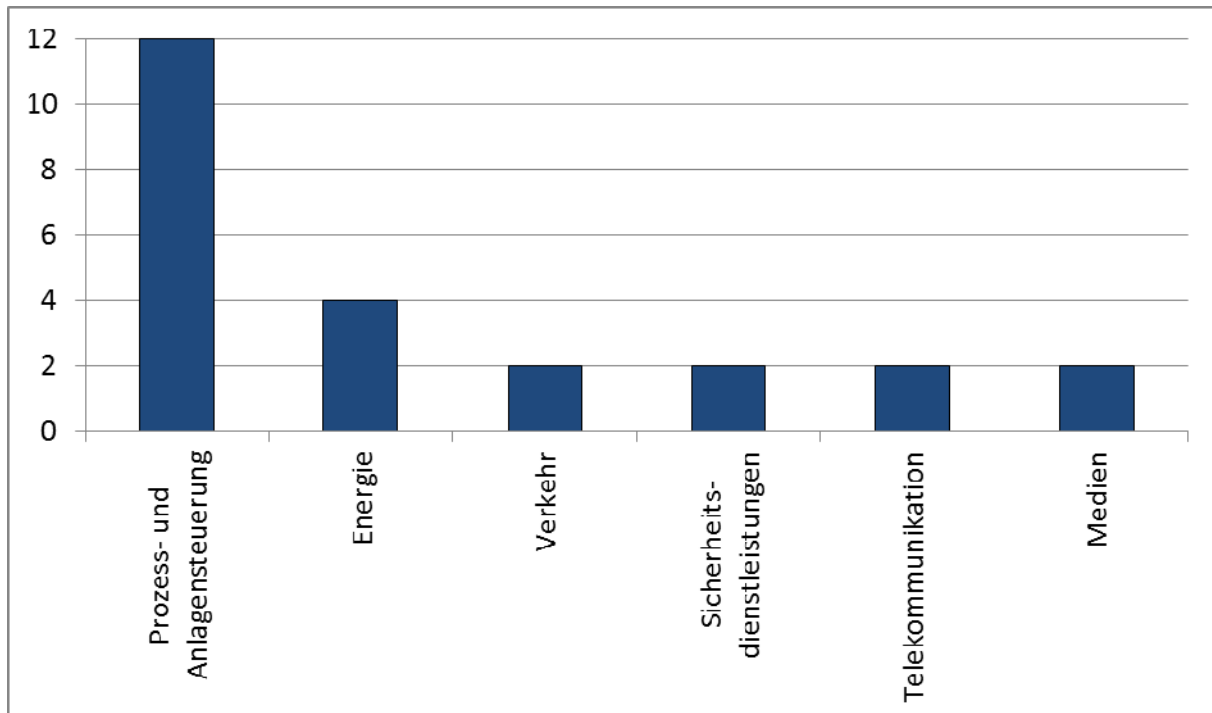


Abb. 3.4 Anzahl der Leitwarten je Branche, die in die Untersuchungen einbezogen wurden

Eine Zuordnung der untersuchten Leitwarten zu den genannten Branchen zeigt Tabelle 3.4.

Dem Projektziel, eine Auswahl von Leitwarten aus verschiedenen Branchen zu untersuchen, konnte durch die Zusammensetzung der Stichprobe in dieser Form entsprochen werden. Die höhere Anzahl an Leitwarten in der Prozess- und Anlagensteuerung (vgl. Abb. 4.5) bildet das dort tendenziell grundsätzlich höhere Aufkommen an Leitwarten ab. Durch Abdeckung der übrigen Branchen mit jeweils mindestens zwei Leitwarten konnte gewährleistet werden, dass eine mögliche Verzerrung durch eine einzige eher untypische Leitwarte einer Branche minimiert wird. Die (notwendige) Beschränkung auf mindestens zwei Leitwarten je Branche dürfte jedoch von vornherein nur begrenzt branchenspezifische Auswertungen erlauben.

Beschränkt man die obige Aufteilung von Branchen auf eine grobe Kategorisierung nach "Dienstleistung" und "Produktion", so zeigt sich nach Abbildung 3.5 eine leichte Unterzahl an Leitwarten aus dem Bereich der Dienstleistung. Zukünftig dürfte allerdings die Anzahl an Leitwarten im Dienstleistungsbereich eher zunehmen, z. B. im Bereich der Finanzmärkte, die in dieser Untersuchung noch nicht vertreten sind.

Tab. 3.1 Übersicht Leitwarten/Branche

Leitwarte	Branche
A	Prozess- und Anlagensteuerung
B	Prozess- und Anlagensteuerung
C	Energie
D	Energie
E	Prozess- und Anlagensteuerung
F	Prozess- und Anlagensteuerung
G	Prozess- und Anlagensteuerung
H	Verkehr
I	Prozess- und Anlagensteuerung
J	Sicherheitsdienstleistungen
K	Prozess- und Anlagensteuerung
L	Medien
M	Medien
N	Prozess- und Anlagensteuerung
O	Prozess- und Anlagensteuerung
P	Energie
Q	Energie
R	Telekommunikation
S	Sicherheitsdienstleistungen
T	Prozess- und Anlagensteuerung
U	Prozess- und Anlagensteuerung
V	Prozess- und Anlagensteuerung
W	Telekommunikation
X	Verkehr

Auffällig sind branchenspezifische Unterschiede in der Anzahl der Leitplätze innerhalb einer Leitwarte (vgl. Abb. 3.6). Die Anzahl eingerichteter Leitplätze der im Projekt beteiligten Leitwarten unterschieden sich je Branche. Mit einer hohen Anzahl an Arbeitsplätzen (mit bis zu 38 Leitplätzen pro Leitwarte) stach besonders die Branche "Telekommunikation" hervor, gefolgt von der Branche „Energie“ mit 3 bis 10 Leitplätzen pro Leitwarte. Eine vergleichsweise geringere Zahl von Arbeitsplätzen fand sich dagegen in den Leitwarten der Branchen „Sicherheitsdienstleistungen“ (5 bis 6 Leitplätze), „Medien“ (2 bis 5 Leitplätze), "Prozess- und Anlagensteuerung" (1 bis 5 Leitplätze) sowie „Verkehr“ (4 Leitplätze). Für die Berechnung der Leitplätze im vorliegenden Forschungsprojekt wurden solche berücksichtigt, die während eines hohen Arbeitsaufkommens und während arbeitsaufwendiger Betriebsarten (vgl. DIN EN ISO 11064-1:2001) besetzt sind. Damit war allerdings davon auszugehen, dass diese hohe Anzahl an maximal besetzten Leitplätzen während der Durchführung der Hauptuntersuchung nicht immer gegeben ist. Von dieser Zählung ausgenommen blieben Arbeitsplätze, die nicht für Operateure eingerichtet waren, sondern z. B. für

Schichtleiter, Schichtmeister, Koordinatoren bzw. für Arbeiten z. B. zur PLS-Programmierung oder Stammdatenpflege vorgesehen waren.

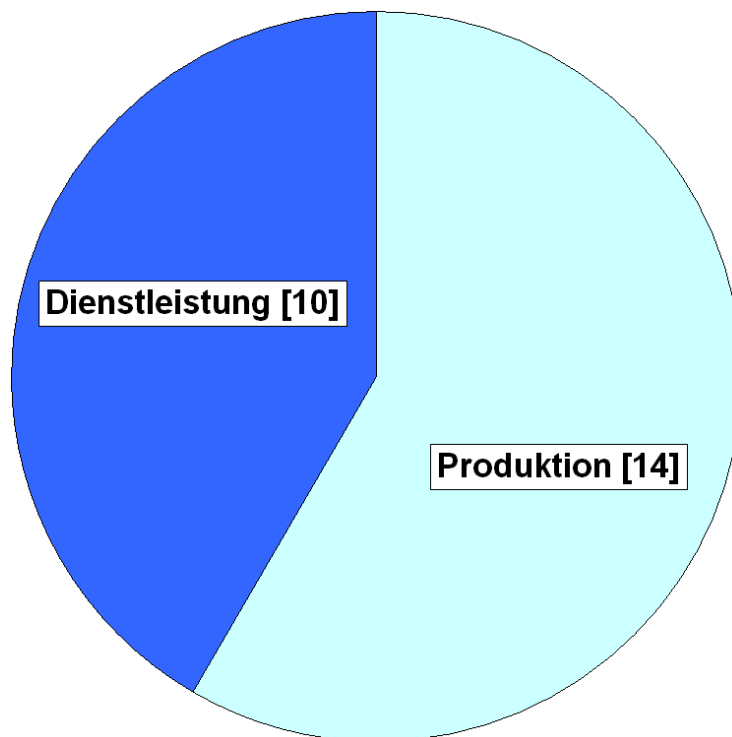


Abb. 3.5 Zuordnung der Leitwarten, die in die Untersuchungen einbezogen wurden, zu den Bereichen Dienstleistung und Produktion

Die ungleiche Verteilung von Leitwarten oder Leitplätzen über Branchen im Rahmen dieses Projektes muss bei der Dokumentation und Interpretation von Analyseergebnissen berücksichtigt werden. Potenzielle Auswirkungen dieser unterschiedlichen Verteilungen werden an entsprechender Stelle behandelt (vgl. Kap. 4.10).

Eine Differenzierung der Leitwarten nach vorrangigen Tätigkeiten, wie sie in der Klassifikation anhand von Überwachungs-, Steuerungs- und Kontrolltätigkeiten bereits von Schmidtke (1966) oder Singer et al. (1970; vgl. auch Nachreiner, 2009) vorgestellt wurde, lässt sich in der gewählten Stichprobe ebenfalls umsetzen. Entsprechende Beschreibungen finden sich oben in der Übersicht zu den Branchen unter Aufgaben/Tätigkeiten. Reine oder vorwiegende Kontrolltätigkeiten können erwartungsgemäß in keiner der in das Forschungsprojekt einbezogenen Leitwarten gefunden werden. In den meisten Leitwarten aus der Branche „Prozess- und Anlagensteuerung“ dominiert der Anteil an Überwachungstätigkeiten mit einem noch relativ hohen Anteil an Steuerungsaktivitäten. In den Leitwarten aus den Branchen „Sicherheitsdienstleistungen“ und „Verkehr“ überwiegen deutlich die Überwachungstätigkeiten bei nur gering ausgeprägten Steuerungsaktivitäten. In den übrigen Branchen können je nach den zu überwachenden und/oder zu steuernden Anlagen entsprechende Tätigkeiten dominieren. Damit scheinen solche Zuordnungen auch für das vorliegende Forschungsprojekt Gültigkeit beanspruchen zu können.

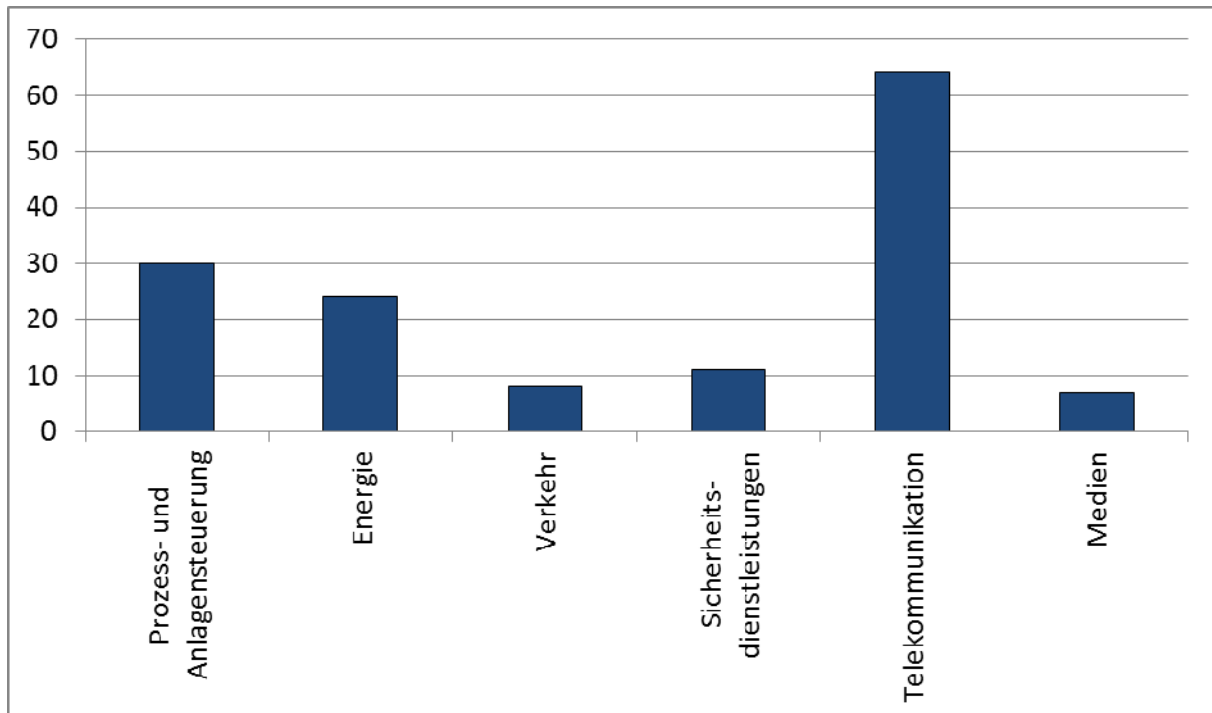


Abb. 3.6 Anzahl der Leitwartenarbeitsplätze je Branche aus den Leitwarten, die in die Untersuchung einbezogen wurden

Die Altersverteilung der untersuchten Leitwarten deckt einen Zeitraum von den siebziger Jahren bis heute ab, mit einem Schwerpunkt bei den jüngeren Leitwarten. Die älteste betrachtete Leitwarte wurde in den 1970er Jahren aufgebaut und seit dem zwar ständig ergänzt und erweitert, allerdings nie grundlegend den aktuellen Gestaltungsanforderungen angepasst. Die jüngste Leitwarte der Stichprobe wurde hingegen 2010 in Betrieb genommen. Eine andere, die bereits seit 2009 in Betrieb ist, wurde stets, auch während des Untersuchungszeitraumes, durch weitere Anlagenteile erweitert.

Da sich die Prozesse oder ihre verfahrenstechnische Umsetzung über die Jahre ändern, ergeben sich bedingt durch solche technologischen Entwicklungen auch für die untersuchten Leitwarten die Notwendigkeiten zur Veränderung. In vielen Fällen wird versucht, diesen Notwendigkeiten durch Ergänzungen (z. B. zusätzlicher Bildschirmgeräte) nachzukommen. In der Übergangszeit finden sich dann in solchen Leitwarten oft Prozessleitsysteme unterschiedlicher Entwicklungsstufen.

3.4.3 Durchführung der Hauptuntersuchung

Im Rahmen der Hauptuntersuchung sollte ebenfalls geklärt werden, inwieweit die Checkliste eine objektive und damit benutzerunabhängige Bewertung des Gestaltungszustands ermöglicht. Dazu wurden fünf Untersuchungen in Form von Doppelanalysen mit zwei Human Factors-/Ergonomie-Experten durchgeführt. Beide Experten nutzten dieselbe Version der Checkliste in denselben Leitwarten, führten jedoch die Erhebungen an unterschiedlichen Tagen unabhängig voneinander durch. Eine hohe Übereinstimmung der Ergebnisse beider Experten würde darauf hindeuten, dass die Ergebnisse nicht oder nur in geringem Umfang von der Person des Experten und/oder der konkreten Untersuchungssituation beeinflusst werden.

Je Leitwarte wurde eine Untersuchungsdauer von mindestens der Dauer einer ganzen Schicht (ca. 8 Stunden) vorgesehen, die darüber hinaus einen Schichtwechsel beinhalten sollte. So sollte sichergestellt werden, dass die Experten ausreichend Zeit für die Anwendung des Verfahrens hatten und ihre Inspektionen, Beobachtungen und Messungen unabhängig von den jeweiligen Operateuren machen konnten. Außerdem sollte durch diese relativ langen Beobachtungszeiten die Vielfalt der anfallenden Arbeitsprozesse und Arbeitstätigkeiten in der Leitwarte berücksichtigt werden. Da durch den Schichtwechsel zwei Schichtbelegschaften abgedeckt wurden, konnten die Arbeitsprozesse unter mindestens zwei Leitwartenoperatoren beobachtet werden. Dies erlaubte eine stärker bedingungsbezogene Analyse und Bewertung des Gestaltungszustandes, d. h. eine größere Unabhängigkeit der Bewertung vom einzelnen beobachteten Operateur und seinen individuellen Arbeitsweisen.

Obwohl sich in den meisten Leitwarten mehrere Leitplätze befanden, wurde für die Hauptuntersuchung meist nur einer oder zwei dieser Leitplätze zur detaillierten Beurteilung ausgewählt. Zwei Leitplätze wurden jeweils nur dann untersucht, wenn in einer Leitwarte hinreichend verschiedene Leitplätze vorgefunden wurden, deren Erhebung keine Duplikation der Ergebnisse erwarten ließ. Bei der Medienbranche wären nach diesem Prinzip nahezu alle Arbeitsplätze zu untersuchen gewesen. Dies war aus zeitlichen und personellen Gründen nicht möglich. Daher wurde hier nur je ein Arbeitsplatz in zwei sehr unterschiedlichen Leitwarten untersucht. Die zur Beurteilung ausgewählten Leitplätze sollten dabei möglichst prototypisch für die Gesamtheit oder Untergruppen der in einer Leitwarte vorhandenen Arbeitsplätze sein. Dadurch konnte zum einen der zeitliche Aufwand für die Durchführung des Projekts in den vorgegebenen Grenzen gehalten werden. Zum anderen würde eine Einbeziehung aller in einer Leitwarte vorhandenen Arbeitsplätze voraussichtlich ein verzerrtes Bild der Gesamtsituation liefern, da Warten mit vielen Arbeitsplätzen aufgrund gleicher oder zumindest überwiegend gleicher Merkmale die Verteilung verzerren würden.

Die Hauptuntersuchung wurde in insgesamt 24 Leitwarten an insgesamt 27 unterschiedlichen Leitplätzen im Zeitraum von Oktober 2010 bis Januar 2011 in verschiedenen Bundesländern Deutschlands durchgeführt. Die erforderliche Schulung der beiden beteiligten Beurteiler im Einsatz des Verfahrens erfolgte bereits vor und während ihrer Teilnahme an den Voruntersuchungen. Um die Vergleichbarkeit der Untersuchungen zu gewährleisten, wurden alle Daten für die Hauptuntersuchungen vom selben Human Factors-/Ergonomie-Experten erhoben. Dieser Experte war an der Entwicklung des Verfahrens beteiligt und nahm bereits an den Voruntersuchungen teil. Zur Durchführung der fünf Doppelanalysen wurde ein weiterer Experte hinzugezogen, der ebenfalls bereits an den Voruntersuchungen zur Entwicklung der Checkliste beteiligt war. Die von diesem Experten erhobenen Daten wurden jedoch – mit Ausnahme der Überprüfung der Inter-Rater-Reliabilität – nicht in die Ergebnisdarstellung einbezogen.

Zu Beginn einer Untersuchung mit der Checkliste in einer Leitwarte gab der Beurteiler einleitende Informationen an die Schichtgruppe und den Schichtleiter und stimmte das dann folgende Vorgehen zur Durchführung der Analysen mit den Beteiligten ab. Anschließend wurden Apparaturen zur Klima-, Licht- und Lärmmessung in der Leitwarte aufgebaut und mit den Analysen und der Bewertung des Gestaltungszustandes mithilfe der Checkliste begonnen. Jede Beurteilung eines Leitwartenarbeitsplatzes erforderte in der Regel eine Untersuchungsdauer von ca. 8 Stunden. Lediglich in besonders großen Leitwarten mit einer hohen Anzahl von Leitplätzen wurden 2 Tage für die Beobachtungen angesetzt. Die Untersuchungen in den Leitwarten der Medien-Branche wurden aus betrieblichen Gründen während der Nachtstunden durch-

geführt. In allen anderen Leitwarten begannen die Untersuchungen während der Frühschicht und dehnten sich in die Abendstunden der Spätschicht aus. Sofern die Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale an die Durchführung von Arbeitsprozessen in der Leitwarte gebunden waren, lagen diesen somit in den meisten Untersuchungen Beobachtungen in einem Teil der Früh- und einem der Spätschicht zugrunde.

3.5 Statistische Analysen

3.5.1 Datenaufbereitung

Zur Vorbereitung der Auswertung der Erhebungen in den Leitwarten mithilfe der Checkliste wurden die qualitativen und die quantitativen Daten für eine rechnergestützte Auswertung aufbereitet. Dokumentationen und Notizen zu den einzelnen Leitwarten wurden zusammengetragen.

Auf der Basis der vorhandenen Ergebnisse aus den Untersuchungen mit der Checkliste wurden z. B. nachfolgende Auswertungen durchgeführt:

- statistische Analysen der Beobachterübereinstimmung für die Doppelanalysen (vgl. Kap. 3.5.2),
- Identifikation von Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmalen, die insgesamt über alle Untersuchungen nicht, teilweise oder vollständig erfüllt wurden (vgl. Kap. 4.2);
- branchenbezogene, arbeitsplatzbezogene sowie merkmalsbezogene Auswertung der Ergebnisse (vgl. Kap. 4.3 bis 4.9),
- Hochrechnung der Untersuchungsergebnisse auf die maximal vorhandene Anzahl an Arbeitsplätzen (vgl. Kap. 4.10),
- Varianzanalysen zur Prüfung von Unterschieden bzw. Zusammenhängen mit der Gestaltungsgüte (vgl. Kap. 4.11.2) und
- Cluster- und Faktorenanalysen zur Prüfung von Ähnlichkeiten der untersuchten Arbeitsplätze (vgl. Kap. 4.11.3).

Nicht dargestellt werden leitwartenspezifische Auswertungen, die den beteiligten Unternehmen vorbehalten und hier nicht dokumentiert werden. Auch spezifische Leitwartentypen, Hersteller, Betreiber, die möglicherweise eine systematische Variation in den Merkmalen hervorrufen (bezogen auf Einzelmerkmale oder Gruppen von Merkmalen), werden hier nicht dokumentiert. Dabei handelt es sich etwa um spezifische Eigenheiten eingesetzter Software zur Überwachung und Steuerung der Prozessleitsysteme (z. B. keine Positivdarstellung, nadeldünne Linienstrichstärken).

Detaillierte Hinweise zu den Auswertungen werden an den entsprechenden Stellen in den nachfolgenden Kapiteln gegeben. Die Originaldaten wurden in Programme zur Tabellenkalkulation (z. B. MS-Excel®) oder zur statistischen Analyse (z. B. SPSS®) eingelesen und mithilfe dieser Programme ausgewertet.

3.5.2 Datenauswertung zur Beurteilerübereinstimmung

Zur Abschätzung der Übereinstimmung zwischen den beiden Experten in der Beurteilung der Leitwarten mithilfe der Checkliste wurde deren Inter-Rater-Reliabilität berechnet. Als statistische Maße wurden Kontingenzkoeffizienten (vgl. auch Bortz & Lienert, 2008; Bortz & Schuster, 2010) und Cohens Kappa (κ , für dichotome Merkmale; Cohen, 1960) ermittelt. Zur Berechnung von κ finden sich weitere Informationen auch bei Greve & Wentura (1997), Bortz et al. (2000), Wirtz & Caspar (2002) und Bortz & Schuster (2010). Der Kontingenzkoeffizient kann ähnlich einem Korrelationskoeffizienten Werte zwischen 0 und 1 annehmen, wobei 0 das Fehlen jeglicher Übereinstimmung kennzeichnet und 1 auf eine hohe Übereinstimmung der Beurteilungen hindeutet. Die Doppelanalysen ergaben Kontingenzkoeffizienten von 0,89 bis 0,90 (vgl. Tab. 3.2). Daher kann von einer relativ hohen Konkordanz der Beurteilungen ausgegangen werden.

Da Kappa die konservativere Prüfung der Übereinstimmung darstellt, wurde darüber hinaus der Kappa-Koeffizient als Maß der Übereinstimmung berechnet. Zum Vergleich von Ergebnissen zur Schätzung der Inter-Rater-Reliabilität werden verschiedene Kategorisierungen für das κ -Maß genutzt, nach denen Ergebnisse der statistischen Analysen in qualitative Aussagen umgesetzt werden. Einer Systematik nach Greve und Wentura (1997) zu Folge kann eine Inter-Rater-Reliabilität mit einem κ zwischen 0,40 und 0,60 als noch annehmbar gelten und ab über 0,75 als gut bezeichnet werden. Anders gehen Landis und Koch (1977) vor, die den Wertebereich gleichmäßig aufteilen und qualitativ beschreiben. Danach gelten negative Werte als "schlechte Übereinstimmung", positive Werte bis 0,20 gelten als geringe bzw. "etwas Übereinstimmung", Werte bis 0,40 gelten als "ausreichende Übereinstimmung", Werte bis 0,60 gelten als "mittelmäßige Übereinstimmung", Werte bis 0,80 gelten als "beachtliche Übereinstimmung" und Werte bis zum Maximum von 1,00 gelten als "vollkommene Übereinstimmung". Die durchgeführten statistischen Analysen legen über beide Indikatoren eine hohe Übereinstimmung zwischen den beiden Beurteilern nahe (s. Tab. 3.2).

Tab. 3.2 Inter-Rater-Reliabilitäten zur Beschreibung der Beurteilerübereinstimmung für die Analyse und Bewertung von fünf Leitwarten durch zwei Beurteiler (alle Merkmale, aber ohne Merkmale der Kategorie 9 wegen Ausfall eines Messgerätes und Merkmale zur Erfragung absoluter Zahlen; $n = 263 - 267$ Messwerte je Leitwarte/Arbeitsplatz)

Arbeitsplatz	Branche	Kontingenzkoeffizient	Kappa
B	Prozess- und Anlagensteuerung	0,891	0,629
G	Prozess- und Anlagensteuerung	0,898	0,705
H	Verkehr	0,891	0,711
M	Medien	0,898	0,746
P	Energie	0,895	0,767

Die deskriptive Analyse der Daten aus den Doppelanalysen machten deutlich, dass zwei Merkmale (AP04 „primäre Anzeigenzone“ und UB20 „mittlere Leuchtdichte von Leuchten oder hellen Raumflächen“, vgl. Kap. 4.4 bzw. 4.7) in den weiteren Analysen nicht berücksichtigt werden konnten, da diese Merkmale missverständlich formuliert

waren. Die nachfolgenden Analysen beziehen sich somit auf eine maximale Anzahl von 274 Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmalen.

Wie die ermittelten Ergebnisse zeigen, sind die mit der Checkliste erhobenen Daten nur in sehr geringem Umfang von den Beurteilern bzw. der konkreten Beurteilungssituation abhängig. Die Beschränkung auf einen Beobachter für die Untersuchungen erscheint nach den Ergebnissen zu Inter-Rater-Reliabilitäten akzeptabel. Die Ergebnisse können daher als Kennwerte für die untersuchten Arbeitsplätze betrachtet werden.

4 Ergebnisse

4.1 Allgemeine Erläuterungen

4.1.1 Struktur der Ergebnisdarstellung

Bei der Darstellung der Ergebnisse wird in Kapitel 4.2 zunächst ein Überblick gegeben. Die Ausführungen beziehen sich auf folgende drei Aspekte.

- Erfüllungsgrad über alle Beurteilungsmerkmale und über alle untersuchten Arbeitsplätze,
- Erfüllungsgrad je Merkmalsbereich über alle untersuchten Arbeitsplätze und
- Erfüllungsgrad je untersuchtem Arbeitsplatz über alle Beurteilungsmerkmale.

Im Anschluss wird in den Kapiteln 4.3 bis 4.9 jeweils auf die sieben Merkmalsbereiche genauer eingegangen. Dabei erfolgt eine Differenzierung nach Branchen, untersuchten Arbeitsplätzen und Einzelmerkmalen. Bei der merkmalsbezogenen Auswertung wird insbesondere auf auffällige Abweichungen einzelner Merkmale eingegangen: erfüllt (= "Grün") z. B. bei mehr als 75 % oder nicht erfüllt (= "Rot") z. B. bei mehr als 50 %.

Am Ende des Ergebnisteils erfolgt in Kapitel 4.10 eine Hochrechnung der vorliegenden Ergebnisse der untersuchten Arbeitsplätze auf die Anzahl der vorhandenen Arbeitsplätze in den Leitwarten. Abschließend werden im Kapitel 4.11 Analyseergebnisse zu möglichen Zusammenhängen zwischen Branchen, Merkmalsbereichen und Arbeitsplätzen vorgestellt.

4.1.2 Darstellung der Ergebnisse

In der Checkliste kamen – neben Eingabefeldern – folgende beiden Antwortkategorisierungen zur Anwendung (s. Kap. 3.2.2):

- Ampel-Codierung und
- Ja/Nein.

Die in Abbildung 4.1 dargestellte Legende enthält die Beschreibung der Ampel-Codierung für die Antwortkategorien „guter Gestaltungszustand“ (= „Grün“/erfüllt), „akzeptabler, aber verbesserungswürdiger Zustand“ (= „Gelb“/teilweise erfüllt) und „mangelhafter Gestaltungszustand“ (= „Rot“/nicht erfüllt). Diese Farbcodierung und Beschreibung liegt den nachfolgenden Graphiken des Kapitels 4 zugrunde.

Bei nicht wertfreien Ja/Nein-Fragen (pass/fail-Entscheidungen), wurden positive Urteile (= „Ja“) der Kategorie „guter Gestaltungszustand“ und negative Urteile (= „Nein“) der Kategorie „mangelhafter Gestaltungszustand“ zugeordnet.

Nicht alle Beurteilungsmerkmale der Checkliste waren an allen untersuchten Arbeitsplätzen anwendbar. Wenn z. B. Großbildtechnik im Wartenraum nicht eingesetzt wurde, dann konnten die auf Großbildtechnik bezogenen Merkmale nicht bei allen 27 Arbeitsplätzen, sondern nur für eine entsprechend geringere Anzahl von Arbeitsplätzen ($n < 27$) beantwortet werden.

In den graphischen Abbildungen wurde auf die Darstellung folgender Kategorien verzichtet:

- nicht anwendbar/trifft nicht zu,
- unterdrückte Fragen aufgrund entsprechender Beantwortung von Filterfragen (= für den entsprechenden Arbeitsplatz nicht relevant),
- neutrales Ja (= wertfreie Antwort/Filterfrage),
- neutrales Nein (= wertfreie Antwort/Filterfrage) und
- Messgerät ausgefallen.

Die Ergebnisse der drei Kategorien „Grün“, „Gelb“ und „Rot“ wurden in den Darstellungen jeweils auf 100 % hochgerechnet. Der Erfüllungsgrad bezieht sich dabei auf den Anteil an Beurteilungsmerkmalen, welche als „erfüllt“ (= „Grün“) eingestuft wurden.

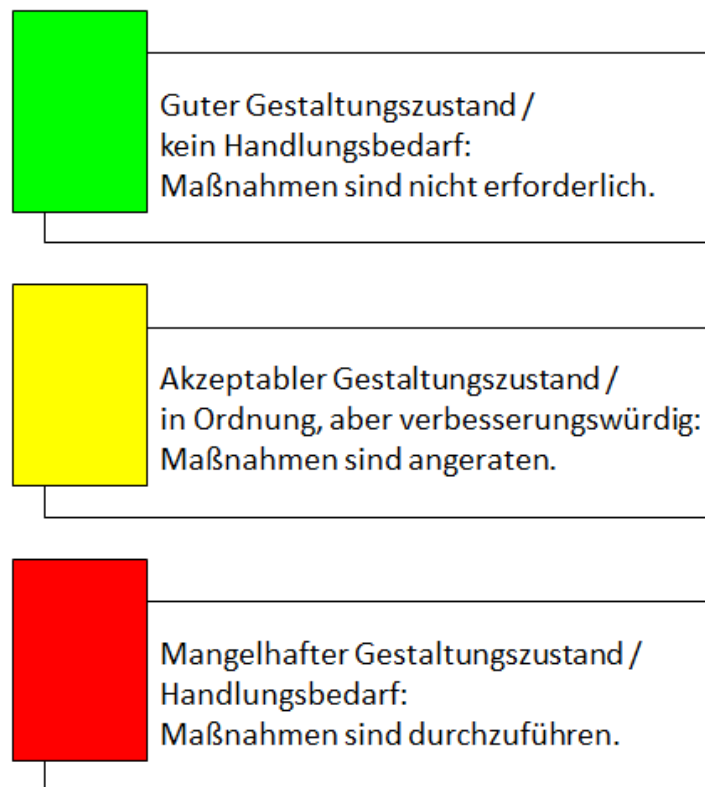


Abb. 4.1 Legende für nachfolgende Graphiken zur Darstellung der Erfüllungsgrade

In den nachfolgenden Tabellen zur Darstellung der prozentualen Häufigkeiten je Beurteilungsmerkmal kennzeichnen grauunterlegte Zellen die Antwortkategorie, die bei dem jeweiligen Merkmal nicht zur Verfügung stand (s. Kap. 4.3 bis 4.9).

4.2 Überblick

Ein Ziel des Forschungsprojektes war es, zu ermitteln, in welchem Umfang die Anforderungen aus der BildscharbV (2008) zur Gestaltung von Bildschirmarbeit in der betrieblichen Praxis umgesetzt sind. Einen ersten Gesamteindruck über die Ergebnisse der Erhebungen in 24 Leitwarten mittels der entwickelten Checkliste bietet Abbildung 4.2.

In dieser Abbildung ist der Erfüllungsgrad über alle Beurteilungsmerkmale und über alle untersuchten 27 Leitwartenarbeitsplätze dargestellt. Im Mittel wurden 33,8 % der Beurteilungsmerkmale als „nicht erfüllt“ beurteilt. Dies bedeutet, dass in gut einem Drittel aller untersuchten und anwendbaren Fälle gestalterische Maßnahmen als notwendig angesehen wurden. Bei weiteren durchschnittlich 5,9 % waren – trotz akzeptablem Gestaltungszustand – Maßnahmen angeraten. Auch wenn im Mittel 60,3 % der Merkmale als „erfüllt“ (= „guter Gestaltungszustand“) eingestuft wurden, darf diese Zahl nicht darüber hinweg täuschen, dass die untersuchten Arbeitsplätze der Leitwartenoperateure in Bezug auf die Gestaltung der Bildschirmarbeit einen erheblichen Verbesserungsbedarf aufwiesen.

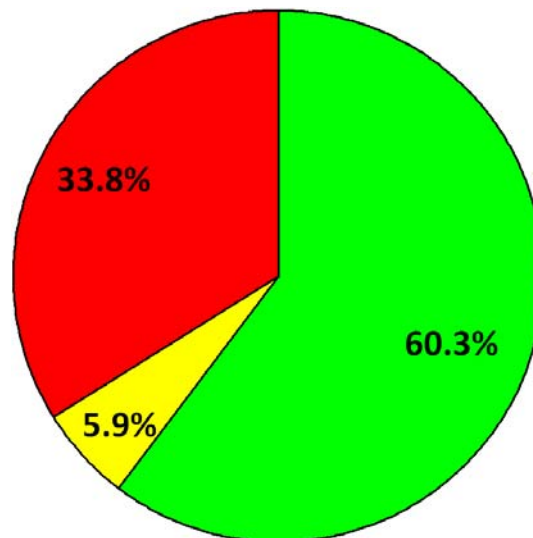


Abb. 4.2 Erfüllungsgrad über alle Beurteilungsmerkmale und über alle untersuchten Arbeitsplätze

Die insgesamt 274 Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale der Checkliste sind verschiedenen Merkmalsbereichen zugeordnet und beziehen sich dabei auf unterschiedliche Komponenten eines Arbeitssystems (DIN EN ISO 6385:2004, vgl. Kap. 3.1.3). Die nachfolgende Auswertung berücksichtigt die Daten aller 24 Leitwarten bzw. 27 Arbeitsplätze.

Zwischen den einzelnen Merkmalsbereichen bestanden graduelle Unterschiede in der Erfüllung der jeweils zugehörigen Merkmale (vgl. Abb. 4.3). Dabei wiesen die arbeitsorganisatorischen Merkmale den geringsten Erfüllungsgrad auf mit einem guten Gestaltungszustand bei durchschnittlich 45,1 % der Merkmale. Für die Gestaltung der Mensch-Maschine-Kommunikation ergaben sich durchschnittlich 57,7 % gut gestalteter Merkmale. In den übrigen Merkmalsbereichen wurden Erfüllungsgrade zwischen 61,8 % und 67,1 % gefunden.

Schwachpunkte der Gestaltung waren damit die Arbeitsorganisation und die Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktions-Schnittstellen. Hier bestand nach den gefundenen Ergebnissen der größte Handlungsbedarf.

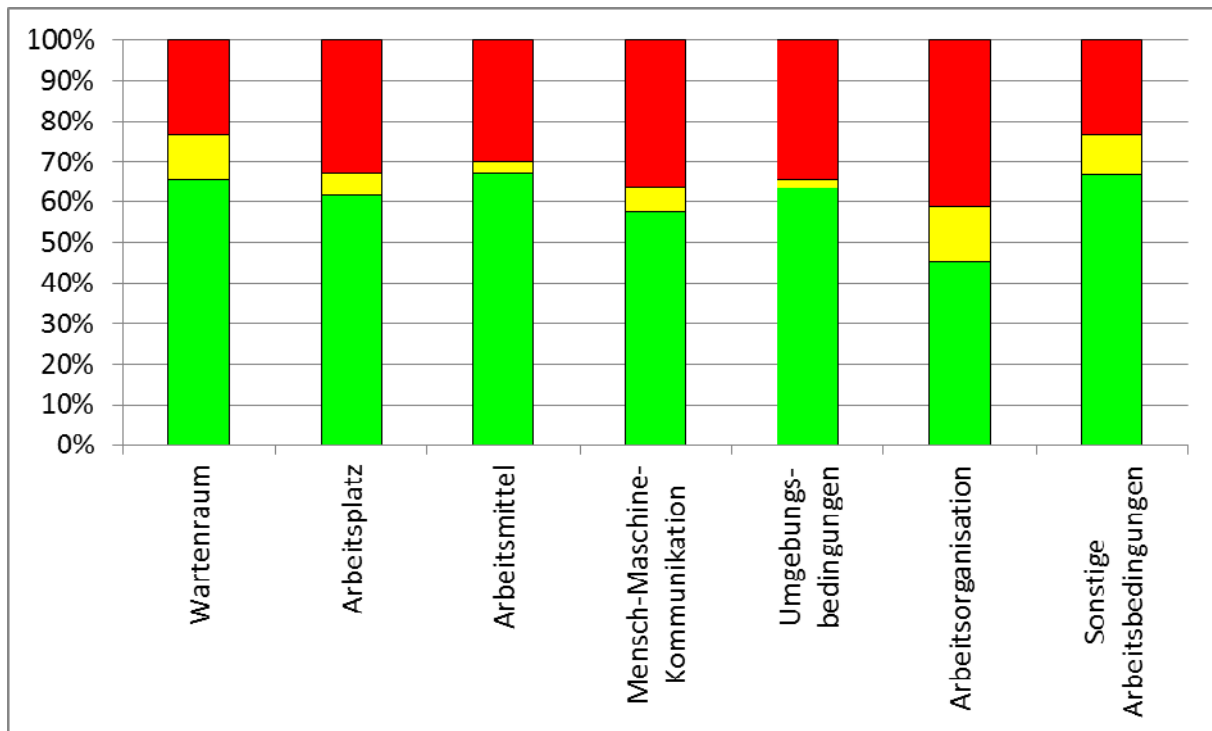


Abb. 4.3 Erfüllungsgrad je Merkmalsbereich über alle untersuchten Arbeitsplätze

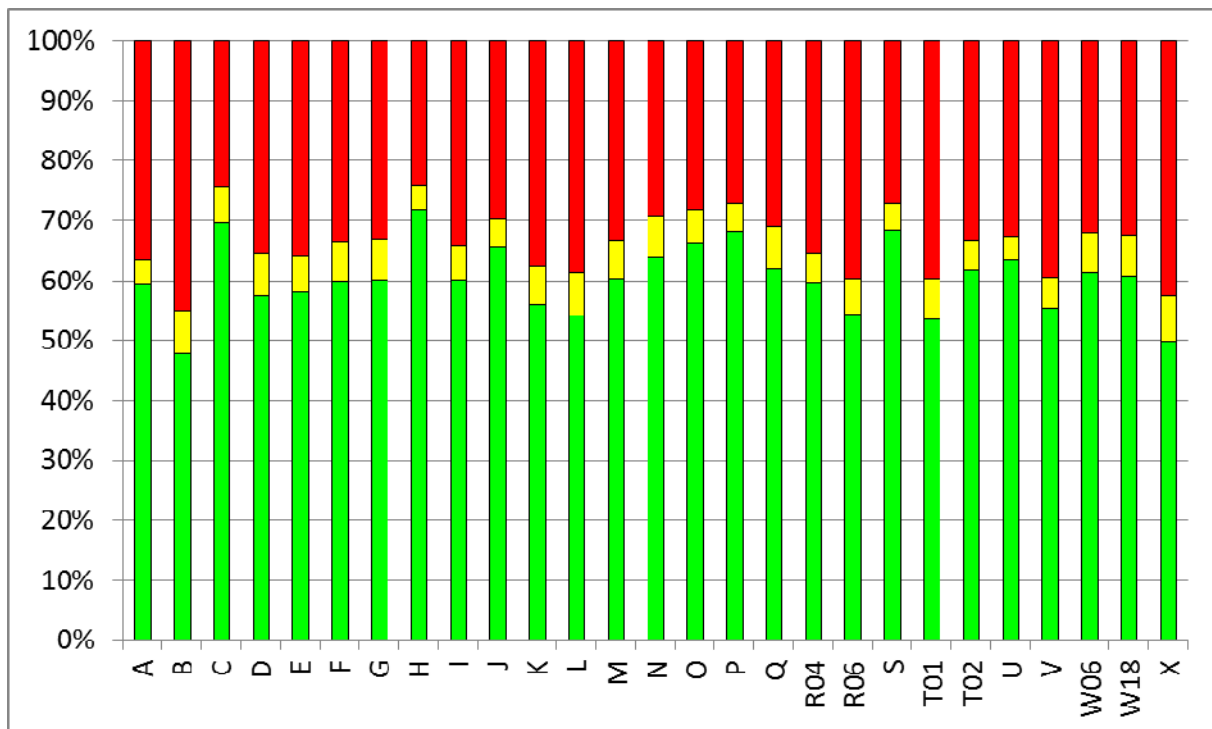


Abb. 4.4 Erfüllungsgrad je untersuchtem Arbeitsplatz über alle Beurteilungsmerkmale

Deutliche Unterschiede in der Erfüllung der Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale der Checkliste ergaben sich nach Abbildung 4.4 zwischen den einzelnen untersuchten Arbeitsplätzen. Den größten Gestaltungsbedarf wiesen der Arbeitsplatz „B“ („Rot“ = 45,1 %) und der Arbeitsplatz „X“ („Rot“ = 42,6 %) auf. Beide Leitwarten wurden inzwischen neu gestaltet. Im Gegensatz zu den genannten Arbeitsplätzen waren die Gestaltungsdefizite bei Arbeitsplatz „C“ („Rot“ = 24,4 %) und Arbeitsplatz „H“ („Rot“ = 24,1 %) deutlich geringer. Bei allen anderen Arbeitsplätzen lag der prozentuale Anteil nicht erfüllter Merkmale (= „Rot“) im Bereich von 27,0 % bis 39,7 %.

Diese Ergebnisse machen deutlich, dass alle untersuchten Arbeitsplätze Gestaltungsdefizite erkennen ließen und somit Handlungsbedarf aufwiesen. Keiner der untersuchten Arbeitsplätze erfüllte alle in der Checkliste enthaltenen Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale.

4.3 Merkmalsbereich Wartenraum

Der Merkmalsbereich „Wartenraum“ beschäftigt sich mit ergonomischen Aspekten für ortsfeste Wartenräume, in denen Operateure ihre Überwachungs- und Steuerungstätigkeiten ausüben. Vor Ort, d. h. in der Anlage befindliche Steuerstände oder Nebenräume, wie z. B. Rechner- bzw. Elektroräume (Empfehlungen dazu finden sich u. a. in DIN EN ISO 11064-2:2001), waren nicht Gegenstand der Untersuchungen.

In der Checkliste wurden in diesem Merkmalsbereich insgesamt zwanzig Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale zusammengestellt. Neben drei Merkmalen zur Erfassung absoluter Zahlen erfolgte bei siebzehn Beurteilungsmerkmalen eine Beurteilung des Gestaltungszustandes nach abgestuften Kategorien (Ja/Nein-Fragen $n = 10$, Ampel $n = 7$). Zu den Merkmalen des Merkmalsbereichs "Wartenraum" zählten z. B. solche zu Raummaßen, zur Raumausstattung, zu Ein- und Ausgängen sowie Verkehrs- und Verbindungswegen zum Arbeitsplatz, zur Anordnung der Arbeitsplätze im Raum bzw. zueinander und zur Nutzung der Arbeitsplätze.

Die Anzahl von fest eingerichteten und im Regelfall besetzten Arbeitsplätzen für Operateure in einer Leitwarte reichte je Leitwarte von einem Arbeitsplatz bis zu 30 Arbeitsplätzen. Je nach Betriebszustand (z. B. stationärer Betrieb, An-/Abfahren der gesamten Anlage bzw. von Anlagenteilen, Havarien) oder Auslastung (z. B. Schicht, Wochentag) konnten – bei entsprechender Auslegung der Leitwarte – weitere Arbeitsplätze besetzt werden. In einigen Leitwarten standen, neben den bereits genannten Arbeitsplätzen für Leitwartenoperateure, weitere Arbeitsplätze u. a. für Schichtleiter oder -meister, Koordinatoren, Projektierer, Engineering-Personal, Redakteure oder Regisseure zur Verfügung; diese wurden in den Untersuchungen jedoch nicht berücksichtigt.

Die Raumflächen der im Rahmen des Projektes untersuchten Leitwarten waren zwischen etwa 12 m² und 230 m² groß. Damit umfasste die Stichprobe in Bezug auf die Raummaße eine große Spannbreite von Wartenräumen. Ein Gesamtüberblick über den Erfüllungsgrad über alle Merkmale und alle Arbeitsplätze für den Merkmalsbereich „Wartenraum“ findet sich in Abbildung 4.3 des Kapitels 4.2.

4.3.1 Branchenbezogene Auswertung

Die graduelle Erfüllung der Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Wartenraum“ für die verschiedenen Branchen wird in Abbildung 4.5 dargestellt. Die Streuung über die verschiedenen Branchen ist hoch und reicht von einem Erfüllungsgrad von 74,2 % in der Branche „Energie“ bis zu dem sehr niedrigen Erfüllungsgrad von 41,5 % in der Branche „Telekommunikation“. Dieser niedrige Erfüllungsgrad der Branche „Telekommunikation“ fällt besonders ins Auge: 44,6 % der Beurteilungsmerkmale wurden als „nicht erfüllt“ eingestuft, während diese Kategorie in den übrigen Branchen in 17,7 % bis 23,5 % der Fälle vergeben wurde.

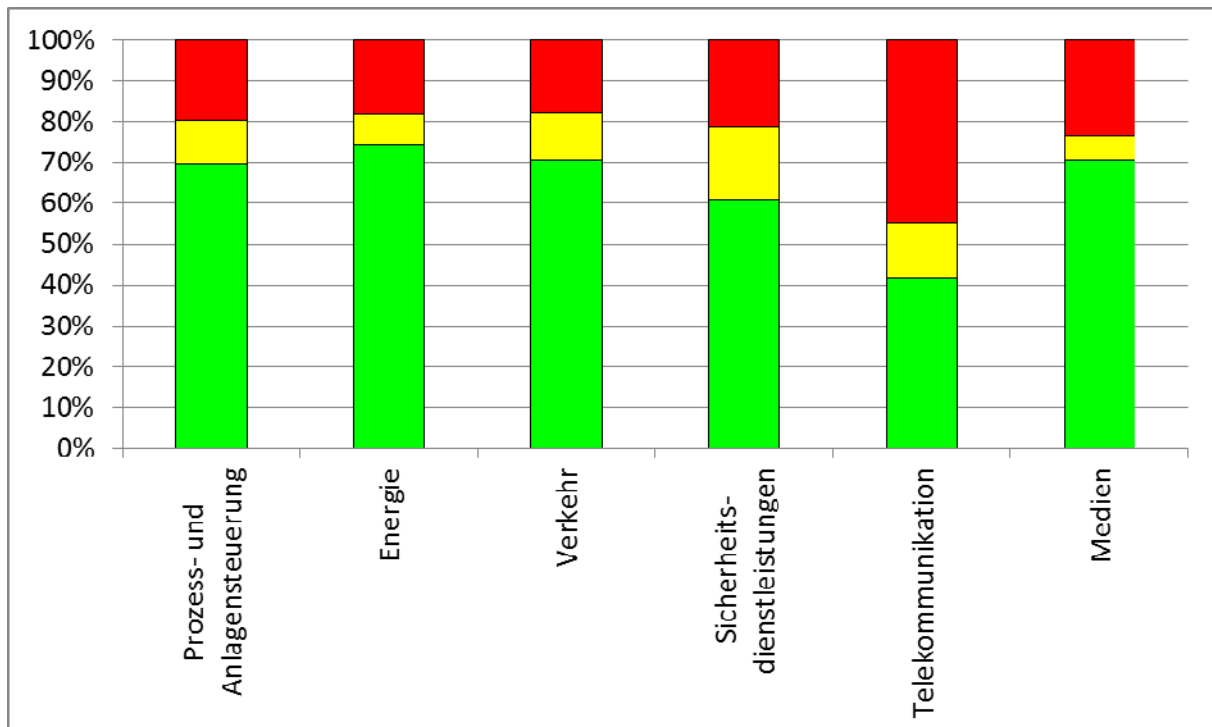


Abb. 4.5 Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Wartenraum“ aufgliedert nach Branchen

Dies dürfte dem Umstand geschuldet sein, dass es sich bei den Leitwarten im Bereich „Telekommunikation“ um Wartenräume handelte, in denen vergleichsweise viele Operateure arbeiteten. Es kann vermutet werden, dass sich die hohe Anzahl von Operateuren in einem Raum – ähnlich einem Callcenter – negativ auf die Ausprägung der Merkmale zu den räumlichen Bedingungen niederschlug. Große Leitwarten haben die Tendenz, dass der verfügbare Platz pro Mitarbeiter geringer ausfällt. So arbeiteten z. B. in der Leitwarte „W“ auf ca. 230 m² bis zu 38 Leitwartenoperateure und in der Leitwarte „R“ auf ca. 180 m² bis zu 26 Leitwartenoperateure. Verbunden damit waren auch weitere Aspekte, wie z. B. keine ausreichenden Flächen für zusätzliches Personal, Störungen aufgrund der Vielzahl der Arbeitsplätze, Operateure, die im Nahbereich des anderen saßen. Auf diese Aspekte wird weiter unten eingegangen (Kap. 4.3.3). Hohe Erfüllungsgrade der Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale zeigten sich für die Branche „Energie“ (74,2 % erfüllte Merkmale) und die Branchen "Prozess- und Anlagensteuerung" (69,9 % erfüllte Merkmale) sowie "Verkehr" und "Medien" (jeweils 70,6 % erfüllte Merkmale). Die Branche "Sicherheitsdienstleis-

tungen" lag mit 60,6 % als "erfüllt" beurteilten Merkmalen auf einem niedrigeren Niveau.

4.3.2 Arbeitsplatzbezogene Auswertung

Fasst man die Ergebnisse für die Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale des Merkmalsbereichs "Wartenraum" der Checkliste jeweils für die einzelnen Arbeitsplätze zusammen, lassen sich erhebliche Schwankungen in den Erfüllungsgraden für die verschiedenen Arbeitsplätze ausmachen (s. Abb. 4.6).

Während Arbeitsplatz "U" (vgl. Tab. 3.1) alle Merkmale des Merkmalsbereichs "Wartenraum" erfüllte, lag der Erfüllungsgrad bei Arbeitsplatz "B" bei lediglich 35,7 %. Die Erfüllungsgrade der anderen untersuchten Arbeitsplätze lagen im Bereich zwischen 37,5 % und 88,2 %.

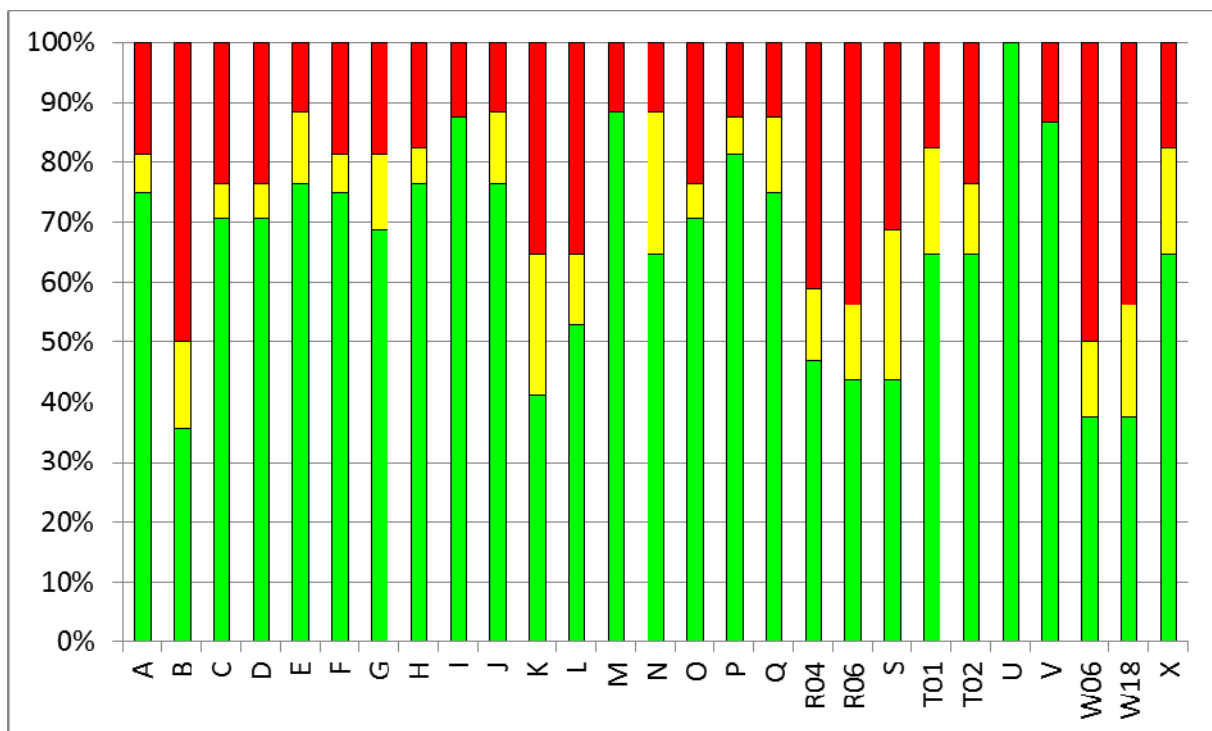


Abb. 4.6 Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Wartenraum“ je untersuchtem Arbeitsplatz (vgl. Tab. 3.1)

Wird zum Vergleich der durchschnittliche Erfüllungsgrad von 65,8 % der Merkmale über alle untersuchten Arbeitsplätze herangezogen, so zeigte sich für 12 der 27 Arbeitsplätze („B“, „K“, „L“, „N“, „R04“, „R06“, „S“, „T01“, „T02“, „W06“, „W18“, „X“) eine unterdurchschnittliche Erfüllung der Merkmale des Merkmalsbereichs „Wartenraum“ mit z. T. auffällig geringeren Erfüllungsgraden. Sowohl beim Arbeitsplatz "B" als auch beim Arbeitsplatz "W06" wurde die Hälfte der Einzelmerkmale als „nicht erfüllt“ beurteilt. Arbeitsplatz "B" befand sich in der kleinsten untersuchten Leitwarte (ca. 12 m²). In dieser Leitwarte war ein Arbeitsplatz für einen Leitwartenoperator vorgesehen, jedoch diente die Warte zusätzlich auch als Pausenraum für die Schichtkollegen. Arbeitsplatz "W06" gehörte hingegen zur größten untersuchten Leitwarte (ca. 230 m²). Die Größe der Leitwarte allein spielte für die Erfüllung der Merkmale also offensichtlich keine grundsätzliche Rolle. Die anderen 10 dieser 12 Arbeitsplätze wiesen eben-

falls z. T. erhebliche Defizite in der Gestaltung des Wartenraums auf (zwischen 11,8 % und 43,8 % nicht erfüllter Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale).

Der Arbeitsplatz "U", der einen Erfüllungsgrad von 100 % für den Merkmalsbereich „Wartenraum“ aufwies, befand sich in einer recht großzügig bemessenen Leitwarte (ca. 30 m²), in der zusätzlich zum einzigen Leitwartenarbeitsplatz noch ein PC-Arbeitsplatz zum Abrufen von E-Mails und für Schreibarbeiten vorhanden war. In oben genannter Auflistung der Arbeitsplätze mit auffällig unterdurchschnittlichen Erfüllungsgraden sind alle vier untersuchten Arbeitsplätze der Branche „Telekommunikation“ („R04“, „R06“, „W06“ und „W18“) enthalten. Die hier untersuchten vier Arbeitsplätze stellten zwar nur eine kleine und nicht repräsentative Auswahl der Gesamtheit aller Arbeitsplätze der Telekommunikationsbranche dar. Jedoch zeigte sich für diese kleine Stichprobe ein konsistentes Ergebnis, so dass der in Kapitel 4.3.1 genannte hohe Anteil nicht erfüllter Merkmale für die Branche „Telekommunikation“ nicht auf einer besonders negativen Beurteilung eines einzelnen Arbeitsplatzes beruhte. Die übrigen acht Arbeitsplätze mit unterdurchschnittlichen Erfüllungsgraden machten jedoch jeweils nur einen Teil der untersuchten Arbeitsplätze der jeweiligen Branche aus (Prozess- und Anlagensteuerung: Arbeitsplätze „B“, „K“, „N“, „T01“ und „T02“, Verkehr: Arbeitsplatz „X“, Sicherheitsdienstleistungen: Arbeitsplatz „S“, Medienbranche: Arbeitsplatz „L“). Damit wird auch deutlich, dass die Gestaltungsvarianten von Wartenräumen innerhalb der Branchen „Prozess- und Anlagensteuerung“, „Verkehr“, „Sicherheitsdienstleistungen“ sowie „Medien“ vielfältig waren; zumindest in Hinblick auf die Qualität der Gestaltung.

Für die Branche „Verkehr“ (Arbeitsplätze „H“ und „X“) sah es vergleichsweise gut aus: Lediglich 17,7 % der Einzelmerkmale wurden hier jeweils als „nicht erfüllt“ eingestuft. In einem ähnlichen Bereich bewegte sich der Gestaltungszustand der Arbeitsplätze aus dem Bereich „Energie“ („C“, „D“, „P“ und „Q“), 12,5 % bis 23,5 % der Beurteilungsmerkmale wurden als „nicht erfüllt“ eingestuft.

Wie sich Abbildung 4.6 entnehmen lässt, war die graduelle Erfüllung der Einzelmerkmale bei zwei untersuchten Arbeitsplätzen derselben Leitwarte jeweils annähernd gleich (vgl. „R04“ und „R06“, „T01“ und „T02“ sowie „W06“ und „W18“). Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Wartenraum“ räumliche Bedingungen der Warte erfassten und somit von der Gestaltung der einzelnen Arbeitsplätze relativ unabhängig waren.

4.3.3 Merkmalsbezogene Auswertung

Einen generellen Überblick über die Erfüllungsgrade der Einzelmerkmale des Merkmalsbereichs "Wartenraum" gibt Abbildung 4.7. Wie dieser Abbildung zu entnehmen ist, war die Streuung der Erfüllungsgrade über die einzelnen Merkmale hoch.

Zwei der Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale (WR08 „Raumform“ und WR20 „Leitwartenplatz nur für Leitwartenoperatore“) waren in allen Leitwarten erfüllt. Drei weitere Items (WR07 „freie Bewegungsfläche“, WR09 „keine unnötigen Stufen und Podeste“ und WR14 „Verbindungswege zum persönlich zugewiesenen Arbeitsplatz“) wurden in 96,3 % der untersuchten Arbeitsplätze als "erfüllt" eingestuft.

Den niedrigsten Erfüllungsgrad wies Merkmal WR12 („Beobachtung eintretender Personen“) auf. In lediglich 25,9 % der Fälle wurde dieses Merkmal als „erfüllt“ eingestuft. Darüber hinaus wiesen die Merkmale WR06 („Raumhöhe“, 51,9 %) und WR17 („nicht-aufgabenbedingten Störungen, Aufrechterhaltung der Konzentration und Sprachverständlichkeit“, n = 26, 53,9 %) in mehr als der Hälfte der Fälle einen mangelhaften Gestaltungszustand auf.

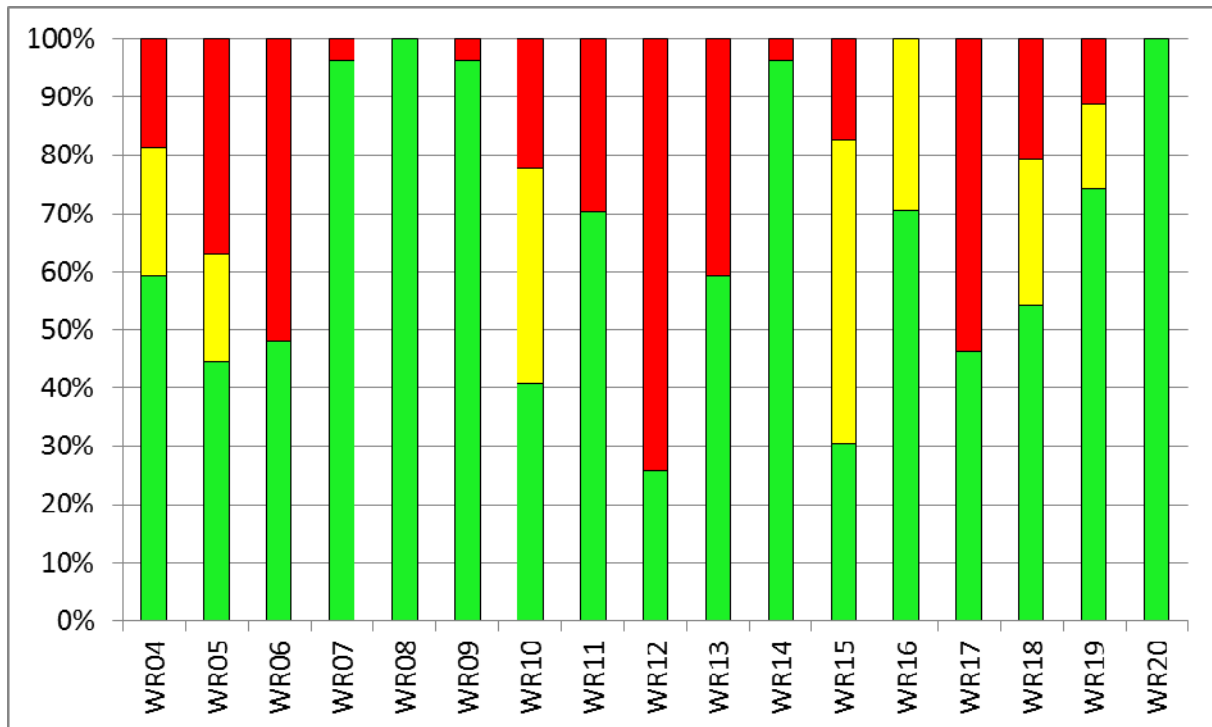


Abb. 4.7 Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal des Merkmalsbereichs „Wartenraum“ über alle untersuchten Arbeitsplätze

Auf die prozentualen Häufigkeiten der Erfüllung für die Merkmale des Merkmalsbereichs „Wartenraum“ wird im Folgenden detailliert eingegangen. Hierbei wurde eine weitere Unterteilung dieser Merkmale in drei Gruppen vorgenommen:

- Raummaße, -form, -ausstattung (WR04 - WR11),
- Eingänge, Ausgänge und Verkehrswege (WR12 - WR14) und
- Anordnung und Nutzung der Arbeitsplätze (WR15 - WR20).

Die Merkmale WR01 bis WR03 waren Merkmale zur Erfassung absoluter Werte, für welche sich keine prozentualen Häufigkeiten errechnen ließen.

In der Gruppe der Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale „Raummaße, -form, -ausstattung“ (vgl. Tab. 4.1) war auffallend, dass die Raumhöhe lediglich in etwa der Hälfte der Leitwarten als ausreichend angesehen wurde (WR06). Detaillierte Informationen über erforderliche Raumhöhen fanden sich in älteren Ausgaben der Arbeitsstättenverordnung, die allerdings in der aktuellen Ausgabe dieser Verordnung (ArbstättV, 2010) nicht mehr enthalten sind.

Tab. 4.1 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Wartenraum“ – Raummaße, -form, -ausstattung

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		
		erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt
WR04: Fläche je fest eingerichteten Arbeitsplatz	27	59,3	22,2	18,5
WR05: Fläche für zusätzliches Personal	27	44,4	18,5	37,0
WR06: Raumhöhe	27	48,1		51,9
WR07: freie Bewegungsfläche	27	96,3		3,7
WR08: Raumform	27	100,0		0,0
WR09: keine unnötigen Stufen und Podeste	27	96,3		3,7
WR10: % der Raumfläche als Sichtverbindung nach außen	27	40,7	37,0	22,2
WR11: Stauraum bzw. Aufbewahrungsfläche	27	70,4		29,6

An 96,3 % der Arbeitsplätze stand ein hinreichend großer Bewegungsraum zur Verfügung, so dass ausreichend Platz für wechselnde Körperhaltungen vorhanden war und Bewegungsabläufe nicht eingeschränkt wurden (WR07).

Mit dem Merkmal zur Raumform war bei den zu untersuchenden Leitwarten zu beurteilen, ob der Wartenraum nach seiner Form als funktional und der Aufgabe angemessen eingestuft werden konnte (WR08). Der Erfüllungsgrad für dieses Merkmal lag bei 100 %, da lange enge oder stark verwinkelte Raumflächen im Rahmen dieser Untersuchung nicht vorgefunden wurden. Nach unseren gewonnenen Erfahrungen aus anderen Projekten kommen dysfunktionale Raumformen jedoch durchaus gelegentlich vor.

Ebenso wurde in den meisten Leitwarten auf unnötige Stufen und Podeste verzichtet (WR09, 96,3 % erfüllt). Stufen und Podeste dienen häufig dazu, Operateuren und/oder Vorgesetzten die Sicht auf getrennt angeordnete Anzeigen oder vordere Bildschirmgeräte (z. B. von Kollegen) zu ermöglichen. In Gesprächen berichteten einige Leitwartenoperatoren, dass sie Stufen oder Podeste im Wartenraum als nicht notwendig erachten bzw. sich dadurch kontrolliert fühlen.

Die Ergebnisse der Merkmalsgruppe „Eingänge, Ausgänge und Verkehrswege“ (vgl. Tab. 4.2) zeigten, dass an fast allen Arbeitsplätzen die Verbindungswege zum persönlichen Arbeitsplatz ausreichend dimensioniert waren (WR14, 96,3 %).

Ein häufiges Problem stellten dagegen die Ein- und Ausgänge der Leitwarten dar (WR12, 74,1 % nicht erfüllt). Sie befanden sich oftmals im Rücken der Operateure, so dass die Beobachtung eintretender Personen aus der üblichen Arbeitsposition und mit minimaler Ablenkung von der Tätigkeit nicht möglich war. Dieser Umstand kann sich darüber hinaus negativ auf das Wohlbefinden des Operateurs auswirken.

Auch führten in 40,7 % der Fälle allgemeine Verkehrswege durch den Wartenraum, z. B. zu anliegenden Büros, Rechnerräumen, Pausenräumen/Küchen, Konferenzräumen, Besucherräumen (WR13). Dadurch bestand die Gefahr, die Sprachverständlichkeit, die Konzentration und das Wohlbefinden der Leitwartenoperatoren zu stören. In der Leitwarte „S“ war ein Durchgang durch den Wartenraum beabsichtigt,

da die Leitwarte hier als Sicherheitsschleuse fungierte und die Eingangskontrolle vom Wartenraum erfolgte. Da allerdings auch in diesem Fall mit dysfunktionalen Konsequenzen für die Prozessführung bzw. für die Abläufe zu rechnen war, wurde auch für diese Leitwarte das Beurteilungsmerkmal als „nicht erfüllt“ eingestuft. In anderen Fällen gab es zwar einen weiteren Zugang zu den angrenzenden Räumen, dieser wurde jedoch nicht grundsätzlich genutzt.

Tab. 4.2 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Wartenraum“ – Eingänge, Ausgänge und Verkehrswege

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		
		erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt
WR12: Beobachtung eintretender Personen	27	25,9		74,1
WR13: keine allgemeinen Verkehrswege durch den Wartenraum	27	59,3		40,7
WR14: Verbindungswege zum persönlich zugewiesenen Arbeitsplatz	27	96,3		3,7

Tab. 4.3 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Wartenraum“ – Anordnung und Nutzung der Arbeitsplätze

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		
		erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt
WR15: Blickkontakt zwischen den Leitwartenoperatoren aus der üblichen Arbeitsposition	23	30,4	52,2	17,4
WR16: Prozess/Prozessabschnitt – ungehinderte Sichtkontrolle oder Videokontrolle	17	70,6	29,4	0,0
WR17: keine nicht-aufgabenbedingten Störungen, Aufrechterhaltung der Konzentration und Sprachverständlichkeit	26	46,2		53,8
WR18: keine Personen im Nahbereich des Leitwartenoperators	24	54,2	25,0	20,8
WR19: Teamarbeit und Kommunikation zwischen den Operateuren bzw. zwischen Operateur/en und Führungskraft	27	74,1	14,8	11,1
WR20: Leitwartenarbeitsplatz nur für Leitwartenoperatoren	27	100,0		0,0

Die Ergebnisse der Merkmalsgruppe „Anordnung und Nutzung der Arbeitsplätze“ (vgl. Tab. 4.3) ließen erkennen, dass alle untersuchten Leitwartenarbeitsplätze ausschließlich den Operateuren zur Verfügung standen (WR20). Die Engineering-Mitarbeiter verfügten über einige Arbeitsplätze. Sie nutzten nur in Ausnahmefällen kurz die Bildschirme der Leitwartenoperateure, z. B. um sich Sachverhalte vor Ort anzusehen oder zu testen, ob die Fließbilder lesbar waren.

Wo erforderlich sollte Blickkontakt zwischen den Operateuren aus der üblichen Arbeitsposition heraus möglich sein (WR 15, n = 23). Dies war in 52,2 % der untersuchten Arbeitsplätze nur eingeschränkt der Fall, da aus der üblichen Arbeitsposition zwar Blickkontakt zu den meisten (= „Gelb“), nicht jedoch zu allen Arbeitsplätzen möglich war. Mitunter musste der Operateur aufstehen, um seine Kollegen zu sehen bzw. durch den Raum laufen oder auch rufen.

Des Weiteren kam es bei mehr als der Hälfte der untersuchten Arbeitsplätze zu nicht-aufgabenbezogenen Störungen bzw. zu Schwierigkeiten, die Konzentration und die Sprachverständlichkeit aufrecht zu erhalten (WR17, n = 26, 53,8 % nicht erfüllt). Besagte Störungen und Schwierigkeiten waren u. a. bedingt durch:

- An- und Abmelden von Fremdfirmen oder anlageninternem Instandsetzungspersonal,
- Ausweisausgabe,
- Einweisung von Fremdfirmen,
- Ausstellen von Arbeitserlaubnisscheinen,
- Gespräche oder Telefonate der anwesenden Kollegen, insbesondere wenn im Wartenraum viele Arbeitsplätze vorhanden waren;
- Besuchergruppen und
- Hintergrundgeräusche aufgrund der technischen Ausrüstung.

Häufig fungierte die Leitwarte als zentrale Anlaufstelle. Zum Teil gehörten das An- und Abmelden, die Ausweisausgabe und das Ausstellen von Arbeitserlaubnisscheinen mit zum Tätigkeitsfeld des Leitwartenoperators bzw. er führte diese Tätigkeit während der Abwesenheit des Schichtleiters/-meisters aus. Alle diese Funktionen können jedoch die Hauptaufgabe der Leitwartenoperateure, die Prozessführung, deutlich beeinträchtigen.

Zusammenfassend ließ sich festhalten, dass bezogen auf die Merkmale des Merkmalsbereichs „Wartenraum“ Gestaltungsbedarf bestand, vor allem in Bezug auf:

- die Anordnung der Ein- und Ausgänge im Blickbereich der Operateure,
- eine ausreichende Raumhöhe und
- die Reduzierung nicht-aufgabenbezogener Störungen.

Hierauf sollte daher insbesondere bei der Neukonzeption von Wartenräumen geachtet werden.

4.4 Merkmalsbereich Arbeitsplatz

In der Auswertung des Merkmalsbereichs „Arbeitsplatz“ wurden insgesamt 25 Beurteilungsmerkmale berücksichtigt. Ursprünglich waren es 26 Merkmale. Das Merkmal AP04 („primäre Anzeigezone“) wurde jedoch im Verlauf der Untersuchungen wegen nicht eindeutiger Formulierung ausgeschlossen. Bei den verbliebenen 25 Beurteilungsmerkmalen handelte es sich in einem Fall um ein Merkmal zur Erfassung absoluter Größen (Anzahl der Bildschirmreihen im Falle übereinander angeordneter Bildschirmgeräte). Zwanzig Beurteilungsmerkmale dieses Merkmalsbereichs dienten der qualitativen Bewertung des Gestaltungszustandes (Ja/Nein-Fragen $n = 15$, Ampel $n = 5$). Vier weitere Ja/Nein-Merkmale wurden als „neutral“ (AP13, AP15, AP21 und AP23; vgl. Kap. 3.2.2) eingestuft, d. h. die Auswertung dieser Merkmale wich von den übrigen ab, da es sich nicht um notwendige Gestaltungskomponenten handelte. Waren sie allerdings vorhanden, dann wurden über Unterfragen weitere erforderliche Gestaltungsaspekte erfasst.

Zu den Beurteilungsmerkmalen des Merkmalsbereichs „Arbeitsplatz“ zählten Merkmale zur Anordnung von Bildschirmgeräten bzw. von gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen, von Eingabe- und sonstigen Arbeitsmitteln sowie zur Verkabelung.

Unter gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen waren Anzeigeeinrichtungen zu verstehen, die sich nicht direkt am Arbeitsplatz befanden. Dazu zählten u. a. Großbildschirmgeräte, Kombinationen von Großbildschirmgeräten, Monitorwände, Tafeln mit Fließbildern.

Ein Gesamtüberblick über den Erfüllungsgrad über alle Merkmale und alle Arbeitsplätze für den Merkmalsbereich „Arbeitsplatz“ findet sich in Abbildung 4.3 des Kapitels 4.2.

4.4.1 Branchenbezogene Auswertung

Die graduelle Erfüllung aller Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Arbeitsplatz“ für die verschiedenen Branchen wird in Abbildung 4.8 dargestellt.

Insgesamt zeigte sich über die verschiedenen Branchen eine recht hohe Streuung der Erfüllungsgrade, welche sich im Bereich von 53,6 % für die Branche "Sicherheitsdienstleistungen" bis 76,8 % für die Branche „Telekommunikation“ bewegten. Neben der Branche „Telekommunikation“ wies auch die Branche „Energie“ einen relativ hohen Erfüllungsgrad (69,8 %) auf, jedoch wurden hier mit 30,2 % auch verhältnismäßig viele Merkmale als „nicht erfüllt“ angesehen. Die meisten Gestaltungsdefizite ließ allerdings die Branche „Sicherheitsdienstleistungen“ erkennen („Rot“ = 42,9 %); gefolgt von der Branche „Prozess- und Anlagensteuerung“ mit 37,1 % nicht erfüllter Merkmale.

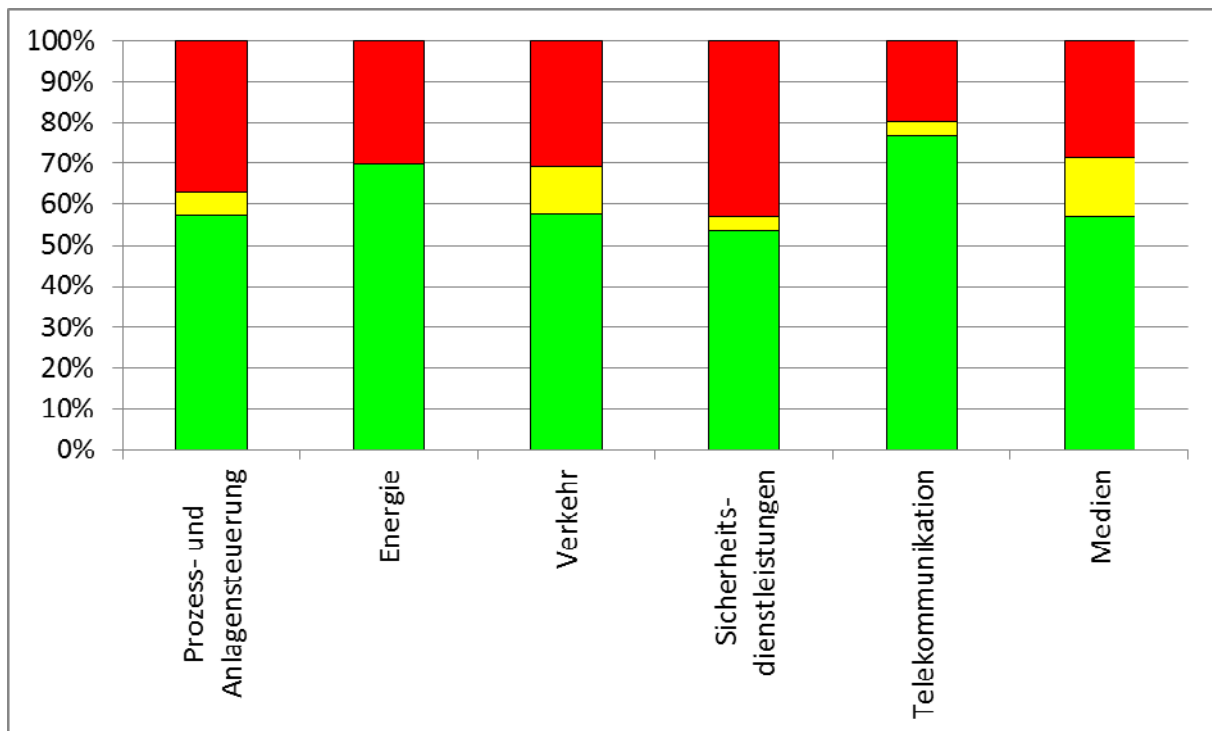


Abb. 4.8 Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Arbeitsplatz“ aufgliedert nach Branchen

4.4.2 Arbeitsplatzbezogene Auswertung

Werden die Ergebnisse für den Merkmalsbereich "Arbeitsplatz" der Checkliste jeweils für die einzelnen Arbeitsplätze zusammengefasst, zeigen sich erhebliche Unterschiede in den Erfüllungsgraden (s. Abb. 4.9).

Den höchsten Erfüllungsgrad erreichte Arbeitsplatz „R04“ („Grün“ = 93,3 %). Fünf Arbeitsplätze („H“, „O“, „Q“, „T02“ und „W06“) erfüllten mindestens drei Viertel der Anforderungen (75,0 % bis 78,6 %). Die Ergebnisse zeigten, dass der Arbeitsplatz „B“ den geringsten Erfüllungsgrad bzw. den größten Gestaltungsbedarf aufwies, da hier lediglich 25,0 % der Merkmale als „erfüllt“ und 75,0 % als „nicht erfüllt“ eingestuft wurden. Dieser Arbeitsplatz war ein Paradebeispiel für einen sogenannten „gewachsenen“ Arbeitsplatz. Er wurde in den 1970er Jahren gebaut und über die Jahrzehnte immer wieder nachgerüstet, jedoch stets ohne sich das Arbeitssystem als Ganzes anzuschauen und zu optimieren. Als Konsequenz ergab sich u. a. eine Mischung unterschiedlichster Technologien für die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle (z. B. von der direkten Manipulation von Objekten über klassische Stellteile bis zur indirekten Steuerung und Regelung mittels bildschirmrepräsentierter Steuerungsinstrumente). Sechs weitere Arbeitsplätze („A“, „F“, „G“, „K“, „S“ und „X“) wiesen ebenfalls einen niedrigen Erfüllungsgrad auf. Bei diesen Arbeitsplätzen wurden lediglich 42,9 % bis 50,0 % der Merkmale als „erfüllt“ eingestuft.

An dieser Stelle muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass aufgrund nicht zutreffender Merkmale (Filtermerkmale bzw. nicht anwendbare Merkmale) bei 7 der 27 Arbeitsplätze lediglich 12 der 25 verbliebenen Beurteilungsmerkmale in die Berechnung eingeflossen sind.

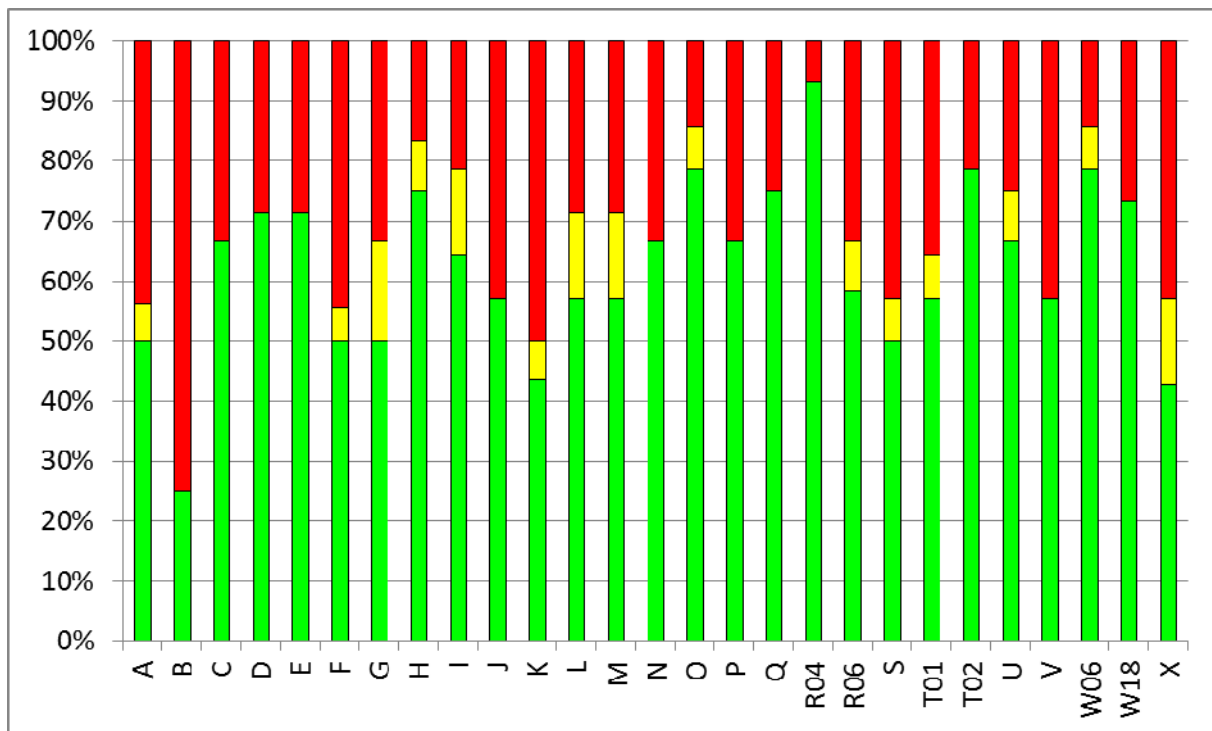


Abb. 4.9 Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Arbeitsplatz“ je untersuchtem Arbeitsplatz

Insgesamt deutete sich z. T. erheblicher Handlungsbedarf an. Auffallend war auch, dass sich in Unternehmen, in denen mehrere Arbeitsplätze untersucht wurden, für diese Arbeitsplätze im Merkmalsbereich „Arbeitsplatz“ unterschiedliche Erfüllungsgrade zeigten. Offensichtlich spielten firmenspezifische Standards für die Gestaltung der Arbeitsplätze keine Rolle.

4.4.3 Merkmalsbezogene Auswertung

Einen generellen Überblick über die Erfüllungsgrade der Einzelmerkmale des Merkmalsbereichs "Arbeitsplatz" über alle untersuchten Arbeitsplätze gibt Abbildung 4.10. Ausprägungen der Erfüllungsgrade variierten hier stark und reichten von 0 % bis 100 %.

Die Beurteilungsmerkmale AP16 („Gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen: bei primären Informationen in Hauptblickrichtung“, n = 5) und AP17 („Gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen: bei sekundären Informationen aus der üblichen Position durch eine leichte Drehung des Arbeitsstuhles“, n = 12) wurden an allen Arbeitsplätzen, an denen diese Merkmale prüfbar waren, als „erfüllt“ eingestuft. Werden die prozentualen Häufigkeiten des guten Gestaltungszustandes („Grün“) und des grundsätzlich in Ordnung, aber verbesserungsfähigen Gestaltungszustandes („Gelb“) addiert, ergab sich für die Merkmale AP01 („Entfernung zum Bildschirm“) und AP12 („Übereinander angeordnete Bildschirmgeräte: Betrachtungszeit der oberen Bildschirmgeräte, n = 4) jeweils 100 %. Dabei sollte jedoch beachtet werden, dass AP12 nur für vier Arbeitsplätze relevant war. Fünf weitere Merkmale (AP07 „Bildschirmgeräte auf einer Ebene“, AP19 „Platz für Eingabemittel und andere Arbeitsmittel“, AP22 „Fläche vor der Tastatur“, AP24

„Fläche für Maus“ und AP25 „Stellteile/Bedienelemente innerhalb der Greifräume“) wurden an mehr als 80 % der Arbeitsplätze als „erfüllt“ angesehen.

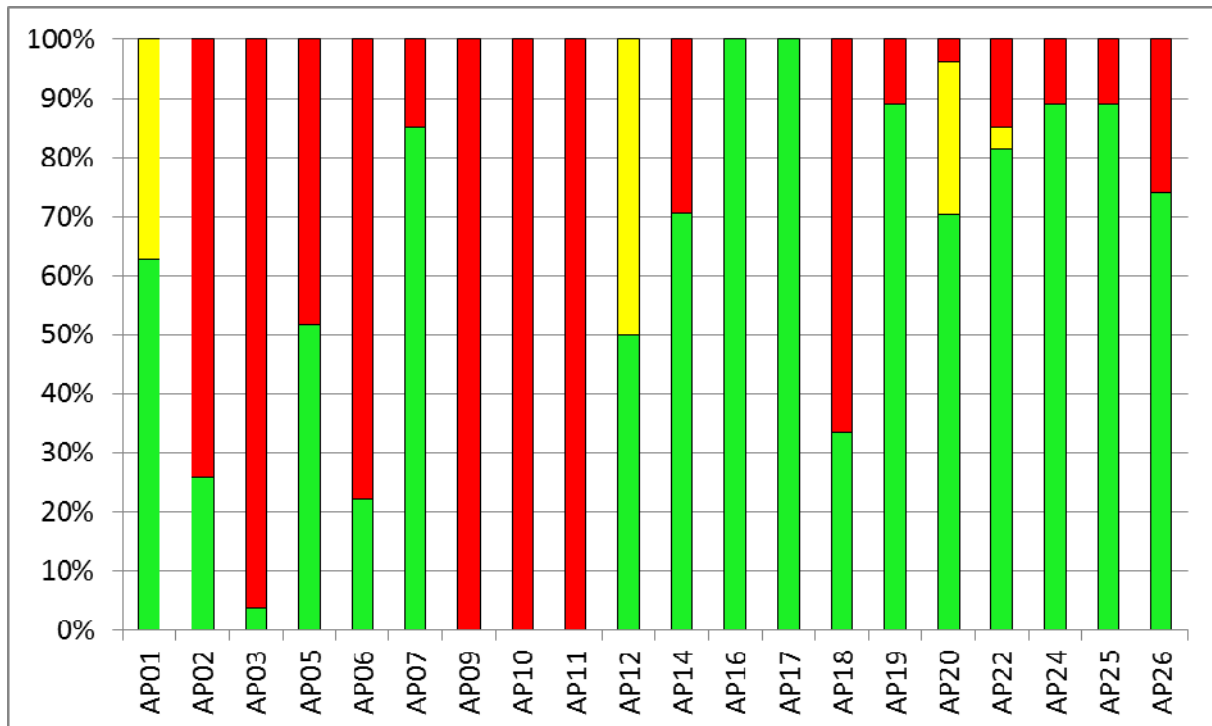


Abb. 4.10 Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal „Arbeitsplatz“ über alle untersuchten Arbeitsplätze

Bei drei Beurteilungsmerkmalen (bei übereinander angeordneten Bildschirmgeräten, $n = 4$: AP09 „Höhe der Bildschirmgeräte“, AP10 „gleiche Sehabstände“ und AP11 „Betrachtungshäufigkeit der oberen Bildschirme“) wurde ausschließlich die Kategorie „nicht erfüllt“ vergeben. Hier muss berücksichtigt werden, dass sich auch diese Merkmale jeweils nur auf vier Arbeitsplätze anwenden ließen.

Das Merkmal AP03 („Blicklinie auf Bildschirme“) wies abgesehen von den drei eben erwähnten Merkmalen den niedrigsten Erfüllungsgrad auf: Es wurde an 26 der 27 untersuchten Arbeitsplätze (96,3 %) als nicht erfüllt bewertet. Bei drei weiteren Merkmalen (AP02 „gleiche Sehabstände“, AP06 „Entfernung zum Fenster“ und AP18 „Gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen: Bei Kombinationen von mehreren Anzeigemodulen keine Lücken, Versatz und Überlappen von Elementen“, $n = 3$) wurde der Gestaltungszustand in mehr als 50 % der untersuchten Arbeitsplätze (66,7 % bis 77,8 %) als „nicht erfüllt“ eingestuft. Das Merkmal AP18 kam jedoch lediglich bei drei Arbeitsplätzen zur Anwendung.

Da bei „neutralen“ Ja/Nein-Fragen (AP13 „Gemeinsam genutzte getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen?“, AP15 „Gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen: primäre Info?“, AP21 „Tastatur?“ und AP23 „Maus?“) keine Bewertung erfolgte, finden sie in Abbildung 4.10 keine Berücksichtigung. Auf diese vier Merkmale wird jedoch nachfolgend eingegangen.

Auf die prozentualen bzw. absoluten Häufigkeiten der Erfüllung für die Merkmale des Merkmalsbereichs „Arbeitsplatz“ wird im Folgenden detailliert eingegangen. Hierbei wurde eine weitere Unterteilung dieser Merkmale in fünf Gruppen vorgenommen:

- Anordnung von Bildschirmgeräten (AP01 - AP03, AP05, AP06),
- übereinander angeordnete Bildschirmgeräte (AP07, AP09 - AP12),
- Anordnung von gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen (AP13 - AP18),
- Anordnung von Eingabemitteln, Dokumenten usw. (AP19 - AP25) und
- Verkabelung (AP26).

Das Merkmal AP04 („primäre Anzeigzone“) wurde, wie bereits oben erwähnt, aus der Untersuchung ausgeschlossen. Beim Merkmal AP08 („Anzahl Bildschirmreihen übereinander“) handelte es sich um ein Eingabemittel zur Erfassung absoluter Werte, weshalb sich keine prozentuale oder absolute Häufigkeit errechnen ließ.

Tab. 4.4 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsplatz“ – Anordnung von Bildschirmgeräten

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		
		erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt
AP01: Entfernung zum Bildschirm	27	63,0	37,0	0,0
AP02: gleiche Sehabstände	27	25,9		74,1
AP03: Blicklinie auf Bildschirme	27	3,7		96,3
AP05: rechtwinklig zum Fenster	27	51,9		48,1
AP06: Entfernung Fenster	27	22,2		77,8

In der Gruppe der Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale „Anordnung von Bildschirmgeräten (vgl. Tab. 4.4) konnte die Entfernung des Leitwartenoperators zu den Bildschirmgeräten bei allen untersuchten Arbeitsplätzen als gut bzw. akzeptabel angesehen werden, da die Kategorie „nicht erfüllt“ (= „Rot“) in keinem Fall vergeben wurde (AP1).

Im Gegensatz dazu waren die Bildschirmgeräte an 26 der 27 untersuchten Arbeitsplätze zu hoch aufgestellt (AP03). Da die Sehachse des menschlichen Auges bei einer entspannten Körperhaltung etwa 35° aus der Horizontalen abgesenkt ist, sollten Bildschirmgeräte dementsprechend niedriger angeordnet werden, um Beschwerden im Schulter-Nacken-Bereich zu vermeiden. Dabei trifft die Sehachse idealerweise senkrecht (90°) auf die Anzeige. Unter bestimmten Umständen, wenn z. B. unter den konkret vorliegenden Bedingungen keine Lösung für eine entsprechende Anordnung der Bildschirmgeräte gefunden werden kann, erscheint eine Absenkung der Sehachse um 30° aus der Horizontalen noch akzeptabel.

Auch sollten die Sehabstände zu den Bildschirmgeräten – zumindest zu den häufig betrachteten Bildschirmgeräten – annähernd gleich sein (AP02). Dies war jedoch bei annähernd drei Viertel der Arbeitsplätze (74,1 %) ebenfalls nicht der Fall. Mitunter erfolgte die Anordnung der Bildschirmgeräte bereits in einem leichten Bogen, jedoch waren häufig so viele Monitore vorhanden, dass die Sehabstände zu den einzelnen Monitoren trotzdem noch sehr unterschiedlich ausfielen. Des Weiteren kam es vor,

dass die Abstände zwischen den Bildschirmgeräten sehr groß waren (bis zu 30 cm). Aufgrund dieser Lücken konnten – insbesondere bei Aufstellung in Reihe – ebenfalls keine annähernd gleichen Sehabstände zu den Bildschirmgeräten eingehalten werden. Damit war bei einem großen Teil der untersuchten Arbeitsplätze eine häufige Akkommodation der Augen erforderlich, die zur Ermüdung der Augenmuskeln bzw. zu unscharfer Abbildung der Anzeigen auf der Netzhaut führen kann.

Hinzu kam, dass die Anordnung des zentralen Bildschirmgerätes bzw. der zentralen Bildschirmgeräte in nahezu der Hälfte der Fälle (48,1 %) nicht rechtwinklig zum Fenster war (AP05). Befinden sich Fenster in Blickrichtung hinter den Bildschirmgeräten, ist Direktblendung wahrscheinlich und die Augen des Leitwartenoperators müssen ständig hohe Helligkeitsunterschiede verarbeiten (hohe Adaptationserfordernisse mit möglichen Problemen unscharfen Sehens). Um dies zu vermeiden, wurden Fensterflächen in Einzelfällen sogar mit Folie zur Abdunkelung beklebt. Sind die Fenster dagegen im Rücken der Operateure angeordnet, kann es zu Reflexblendungen kommen. Dann können sich z. B. die Fenster in der Bildschirmoberfläche spiegeln und dadurch (Farb-)Kontraste reduzieren bzw. die Erkennbarkeit der Anzeigeninhalte heruntersetzen. Die Entfernung zwischen Arbeitsplatz und links bzw. rechts angeordneten Fenstern sollte mindestens drei Meter betragen (Grundvoraussetzung: Bildschirmgeräte rechtwinklig zu Fenster). Werden auch die Arbeitsplätze einbezogen, bei denen sich Fenster vor oder hinter den Bildschirmgeräten befanden, so war bei einem Großteil der Arbeitsplätze dieser Abstand zu gering (AP06, 77,8 %).

Tab. 4.5 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsplatz“ – übereinander angeordnete Bildschirmgeräte

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		
		erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt
AP07: auf einer Ebene	27	85,2		14,8
AP09: Höhe Bildschirmgeräte	4	0,0		100,0
AP10: gleiche Sehabstände	4	0,0		100,0
AP11: Betrachtungshäufigkeit der oberen Bildschirme	4	0,0	0,0	100,0
AP12: Betrachtungszeit der oberen Bildschirme	4	50,0	50,0	0,0

Die Ergebnisse der Merkmalsgruppe „Übereinander angeordnete Bildschirmgeräte“ (vgl. Tab. 4.5) zeigten, dass an 23 der 27 untersuchten Arbeitsplätze die Bildschirmgeräte und Videomitore ausschließlich auf einer Ebene angeordnet waren (AP07). Lediglich in vier Fällen wurden Bildschirmgeräte auch übereinander angeordnet (in bis zu 3 Reihen). Dabei waren die Bildschirmgeräte durchgängig zu hoch angeordnet (AP09), die Sehabstände zu den Bildschirmen unterschiedlich (AP10) und die Betrachtungshäufigkeit der oberen Anzeigen hoch (AP11). In Bezug auf die Betrachtungsdauer (AP12) fiel das Urteil akzeptabel bis gut aus; nur in Ausnahmefällen wurden die oberen Bildschirme länger betrachtet. Das Ziel der arbeitsgestalterischen Maßnahmen sollte – wegen der abgesenkten Blicklinie bei einer entspannten Körperhaltung – auch hier sein, die Bildschirmgeräte (insgesamt) niedriger anzuordnen.

Tab. 4.6 Prozentuale bzw. absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsplatz“ – Anordnung von gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		absolute Häufigkeiten	
		erfüllt	nicht erfüllt	neutrales Ja	neutrales Nein
AP13: gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen	27			17	10
AP14: Anordnung nicht neben Fenstern oder im selben Blickfeld in Richtung Fenster	17	70,6	29,4		
AP15: primäre Informationen?	17			5	12
AP16: primäre Informationen: in Hauptblickrichtung	5	100,0	0,0		
AP17: sekundäre Informationen: aus üblicher Position durch eine leichte Drehung des Arbeitsstuhles	12	100,0	0,0		
AP18: Kombinationen von mehreren Anzeigemodulen: keine Lücken, Versatz und Überlappen von Elementen der Anzeigeeinrichtung	3	33,3	66,7		

Wie die Untersuchungen zu der Merkmalsgruppe „Anordnung von gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen“ (vgl. Tab. 4.6) zeigten, befanden sich an 17 der untersuchten 27 Arbeitsplätze (63,0 %) gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen (z. B. Großbildschirmgeräte, Monitorwände, AP13). Während bei einem Großteil der Arbeitsplätze (12 von 17) diese Anzeigeeinrichtungen nicht neben Fenstern oder in deren Blickrichtung angeordnet waren (AP14), wurden z. B. als Notlösung in einer Leitwarte vorhandene Fenster (in derselben Blickrichtung wie die Anzeigen) vollständig mit Folie abgedunkelt, um eine bessere Erkennbarkeit der Anzeigen zu ermöglichen (vgl. Abb. 4.11).



[Bild: © Anonymus]

Abb. 4.11 Anordnung der Großbildschirmgeräte in Blickrichtung der Fenster, Abdunklungsfolie als Notlösung für bessere Erkennbarkeit der Anzeigen

Nur auf wenigen (5 von 17) dieser gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen wurden primäre Informationen dargeboten (AP15). Die Anzeigeeinrichtungen befanden sich alle in Hauptblickrichtung des Leitwartenoperators, so dass die Informationen ohne Körperdrehung zu erfassen waren (AP16). Wurden auf den gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen sekundäre Informationen angezeigt (12 von 17), waren die Anzeigeeinrichtungen allesamt entweder aus der üblichen Arbeitsposition heraus mittels einer leichten Körperdrehung einsehbar oder sie befanden sich in Hauptblickrichtung des Leitwartenoperators (AP17).

Drei dieser gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen bestanden aus Kombinationen mehrerer Anzeigemodule (AP 18). In zwei dieser Fälle (66,7 %) kam es dadurch allerdings zu dysfunktionalen Lücken, Versatz oder Überlappungen von dargestellten Informationen.

Nach den Ergebnissen der Merkmalsgruppe „Anordnung von Eingabemitteln, sonstigen Arbeitsmitteln, Dokumenten usw.“ (vgl. Tab. 4.7) zeigte sich, dass an den meisten Arbeitsplätzen (88,9 %) auf der Arbeitsfläche ausreichend Platz für Eingabemittel (z. B. Tastatur, Maus) und sonstige Arbeitsmittel (z. B. Telefon, Handbücher, Schichtbücher) vorgesehen war (AP19). Jedoch gab es auch defizitäre Lösungen: An manchen Arbeitsplätzen war die gesamte Arbeitsfläche so zugebaut, dass Dokumente über eingebaute Tastaturen und andere Eingabemittel gelegt werden mussten.

Tab. 4.7 Prozentuale bzw. absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsplatz“ – Anordnung von Eingabemitteln, sonstigen Arbeitsmitteln, Dokumenten usw.

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten			absolute Häufigkeiten	
		erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt	neutrales Ja	neutrales Nein
AP19: Platz für Eingabemittel und andere Arbeitsmittel	27	88,9		11,1		
AP20: flexible Anordnung und Bewegbarkeit	27	70,4	25,9	3,7		
AP21: Tastatur	27				27	0
AP22: Fläche vor Tastatur	27	81,5	3,7	14,8		
AP23: Maus	27				27	0
AP24: Fläche für Maus	27	88,9		11,1		
AP25: Stellteile/Bedienelemente innerhalb der Greifräume	27	88,9		11,1		

An allen Arbeitsplätzen wurde sowohl mit Tastatur (AP21) als auch mit Maus (AP23) gearbeitet. Dabei war in der Regel ausreichend Fläche vor der Tastatur (AP22, 81,5 %) und vor der Maus (AP24, 88,9 %) zum Auflegen der Hände bzw. der Unterarme vorhanden. Rollbälle wurden an keinem der untersuchten Arbeitsplätze gefunden.

Auch waren die Stellteile in den meisten Fällen (88,9 %) entsprechend ihrer Benutzungshäufigkeit angemessen innerhalb der entsprechenden Greifräume angeordnet (AP25).

Tab. 4.8 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsplatz“ – Verkabelung

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten	
		erfüllt	nicht erfüllt
AP26: Stolperstellen durch Kabel	27	74,1	25,9

In Bezug auf die Verkabelung (vgl. Tab. 4.8) zeigte sich, dass durch die Verwendung von kabelführenden Schächten und Kanälen sowie angemessenen Kabellängen an den meisten Arbeitsplätzen (74,1 %) Stolperstellen durch herunterhängende Kabel vermieden wurden (AP26). Auch wenn die Verkabelung nicht unmittelbar Stolpergefahren darstellte, hingen mitunter Kabel hinter und unter den Arbeitstischen herunter oder aus Kabelkanälen/-schächten heraus.

Zusammenfassend ergab sich aus den Merkmalen des Merkmalsbereichs „Arbeitsplatz“ besonders in folgenden Bereichen Handlungsbedarf:

- ausreichende Entfernung zwischen Arbeitsplatz und Fenstern,
- Anordnung der Bildschirmgeräte rechtwinklig zu Fenstern,
- bei einreihig angeordneten Bildschirmgeräten:
 - Anordnung der Bildschirmgeräte nicht zu hoch,
 - annähernd gleiche Sehabstände;
- übereinander angeordnete Bildschirmgeräte:
 - Anordnung der Bildschirmgeräte nicht zu hoch,
 - annähernd gleiche Sehabstände,
 - Änderung der Anordnung oder Belegung der Bildschirmgeräte unter Berücksichtigung der Betrachtungshäufigkeit;
- gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen:
 - Vermeidung von Lücken, Versatz und Überlappungen von Informationen bei Kombination mehrerer Anzeigemodule.

4.5 Merkmalsbereich Arbeitsmittel

Die Gestaltung der Arbeitsmittel soll dazu beitragen, die menschlichen Informationsverarbeitungsprozesse möglichst optimal zu gestalten sowie die Voraussetzung schaffen, während der Ausübung der Leitwartentätigkeit aus ergonomischer Sicht anzustrebende Körperhaltungen einnehmen zu können. Die Berücksichtigung anthropometrischer Aspekte spielt z. B. eine große Rolle. Arbeitsmittel sollten so beschaffen sein, dass Operateure mit unterschiedlichem Körperbau/-maßen die Arbeitsmittel beeinträchtigungsfrei nutzen können.

Der Merkmalsbereich „Arbeitsmittel“ aus der Checkliste umfasste insgesamt 47 Beurteilungsmerkmale. Diese Merkmale bezogen sich auf die Teilbereiche „Arbeitsstuhl“, „Arbeitstisch/Arbeitsfläche“, „Bildschirmgeräte“, „Tastaturen“, „sonstige Eingabemittel bzw. Zeigegeräte“ und „Funktionswände“ (wie z. B. Instrumententafel, Blindschaltbild).

Von den insgesamt 47 Beurteilungsmerkmalen dienten drei Fragen der Erfassung absoluter Werte, drei Fragen waren „neutrale“ Ja/Nein-Fragen und mittels 41 Fragen erfolgte eine Einstufung des Gestaltungszustandes der Arbeitsmittel (Ja/Nein-Fragen n = 38, Ampel n = 3).

Ein Gesamtüberblick über den Erfüllungsgrad über alle Merkmale und alle Arbeitsplätze für den Merkmalsbereich „Arbeitsmittel“ findet sich in Abbildung 4.3 des Kapitels 4.2.

4.5.1 Branchenbezogene Auswertung

Für die verschiedenen Branchen wird eine Übersicht der Erfüllungsgrade der Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Arbeitsmittel“ in Abbildung 4.12 gezeigt.

Wie der Abbildung entnommen werden kann, erreichte die Branche „Telekommunikation“ den höchsten Erfüllungsgrad (82,5 %), während die Erfüllungsgrade der anderen Branchen im Bereich zwischen 62,6 % und 68,5 % lagen. Die Gestaltungsgüte der Arbeitsmittel war damit im Bereich der Telekommunikation eine deutlich höher als in den übrigen untersuchten Bereichen. Dabei muss allerdings wieder darauf hingewiesen werden, dass Branchenvergleiche auf Grund der geringen Besetzungszahlen nur bedingt aussagekräftig sind.

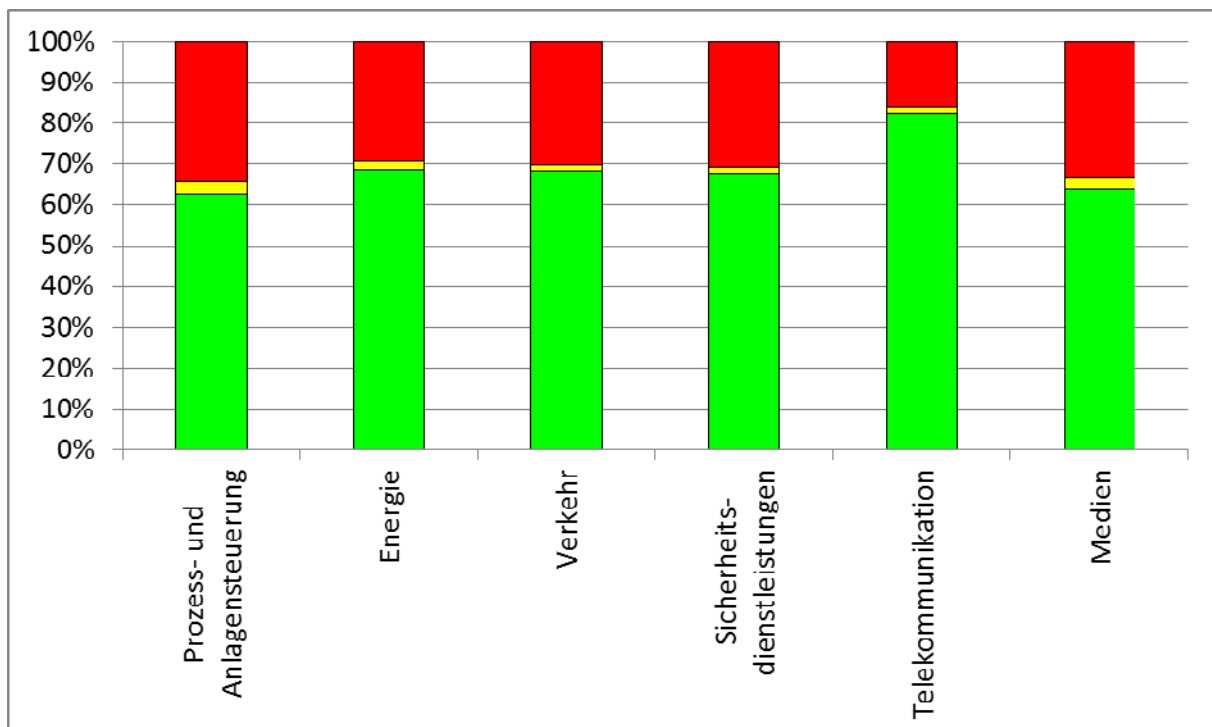


Abb. 4.12 Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Arbeitsmittel“ aufgedieert nach Branchen

4.5.2 Arbeitsplatzbezogene Auswertung

Die Abbildung 4.13 zeigt die Erfüllungsgrade der Merkmale des Merkmalsbereichs „Arbeitsmittel“ über die verschiedenen Arbeitsplätze. Die Streuung war hier recht hoch und reichte von einem niedrigen Erfüllungsgrad von 51,5 % (Arbeitsplatz „B“) bis zu einem hohen Erfüllungsgrad von 90,0 % (Arbeitsplätze „W06“ und „W18“). Den Ergebnissen zufolge scheint das Unternehmen aus der Branche „Telekommunikation“, in dem sich die untersuchten Arbeitsplätze „W06“ und „W18“ befanden, viel Wert auf die Gestaltung der Arbeitsmittel gelegt zu haben. Auch der Erfüllungsgrad am Arbeitsplatz „H“ (Branche „Verkehr“) war mit 84,4 % als „erfüllt“ beurteilter Merkmale relativ hoch. Anders an den Arbeitsplätzen „A“, „B“, „E“, „F“, „K“, „T01“, „V“ (alle „Prozess- und Anlagensteuerung“) sowie „L“ („Medien“) und „X“ („Verkehr“); hier fielen lediglich 51,5 % bis 59,4 % der Urteile positiv aus.

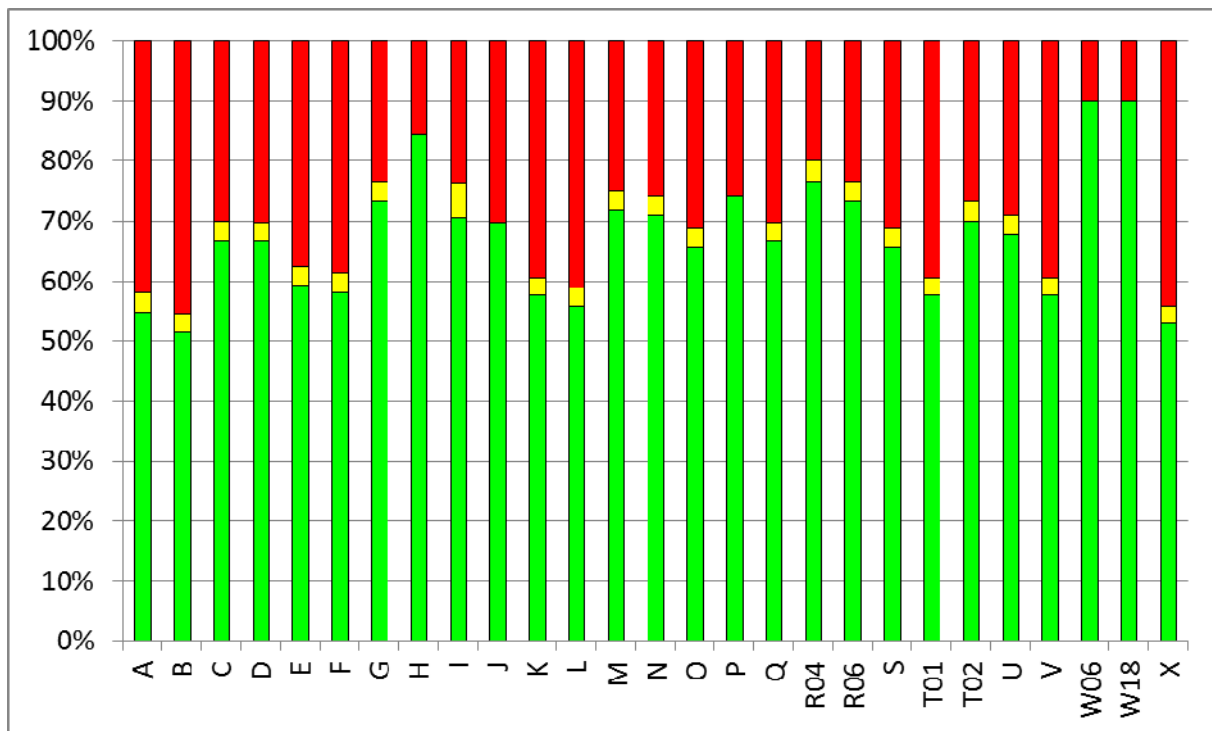


Abb. 4.13 Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Arbeitsmittel“ je untersuchten Arbeitsplatz

4.5.3 Merkmalsbezogene Auswertung

In einer nach Einzelmerkmalen des Merkmalsbereichs differenzierten Betrachtung fielen die Ergebnisse sehr unterschiedlich aus (vgl. Abb. 4.14). Der Erfüllungsgrad variierte zwischen 0 % und 100 %.

Neun Merkmale wurden an den untersuchten Arbeitsplätzen als „zu 100 % erfüllt“ angesehen: AM04 („Arbeitsstuhl, Neigung der Rückenlehne“), AM07 („Arbeitsstuhl, Standsicherheit“), AM17 („Stabilität der Arbeitsfläche“), AM20 („Arbeitsmittel, Anpassbarkeit an Erfordernisse eines Steharbeitsplatz“, n = 5), AM26 („Bildschirmgerät, Kipp- und Standsicherheit“), AM30 („Tastatur vom Bildschirmgerät getrennt“), AM36 („Tastatur, Mittenabstand zwischen Tasten“), AM39 („Tastaturbeschriftung: Größe der Schriftzeichen“) und AM44 („Sonstige Eingabemittel bzw. Zeigegeräte, Mehrfachzuordnung: Cursor Bildschirm“, n = 21). Die graduelle Erfüllung fiel auch bei den Merkmalen AM16 („Tiefe der Arbeitsfläche“, 92,6 %), AM25 („Einnahme einer weiteren Arbeitsposition möglich“, 93,3 %, n = 15), AM35 („Tastatur, konkave Tastenflächen“, 96,3 %) sowie AM41 („Tastatur, keine Mehrfachbelegungen“, 93,3 %, n = 15) sehr hoch aus. Sieben weitere Beurteilungsmerkmale (AM05 „Arbeitsstuhl, Höhe der Rückenlehne“, AM08 „Arbeitsstuhl, dynamisches Sitzen“, AM32 „Tastatur, Neigung“, AM33 „Tastatur, Höhe“, AM34 „Tastatur, deutscher Zeichensatz“, AM37 „Tastatur, Tastenweg und Druckpunkt“, AM38 „Tastaturbeschriftung: Kontrast“) wiesen mit 77,8 % bis 88,9 % ebenfalls einen recht hohen Erfüllungsgrad auf.

Aus der Frage nach der Art des Arbeitsplatzes (AM09) ging hervor, dass keine reinen Steharbeitsplätze (= „Rot“) vorgefunden wurden. Auch beim Merkmal AM47 („Funktionswände, Erkennbarkeit von Informationen“, n = 3) wurde der Gestaltungszustand

entweder als „gut“ oder „akzeptabel, aber verbesserungswürdig“ eingestuft, ein negatives Urteil (= „Rot“) wurde nicht gefällt.

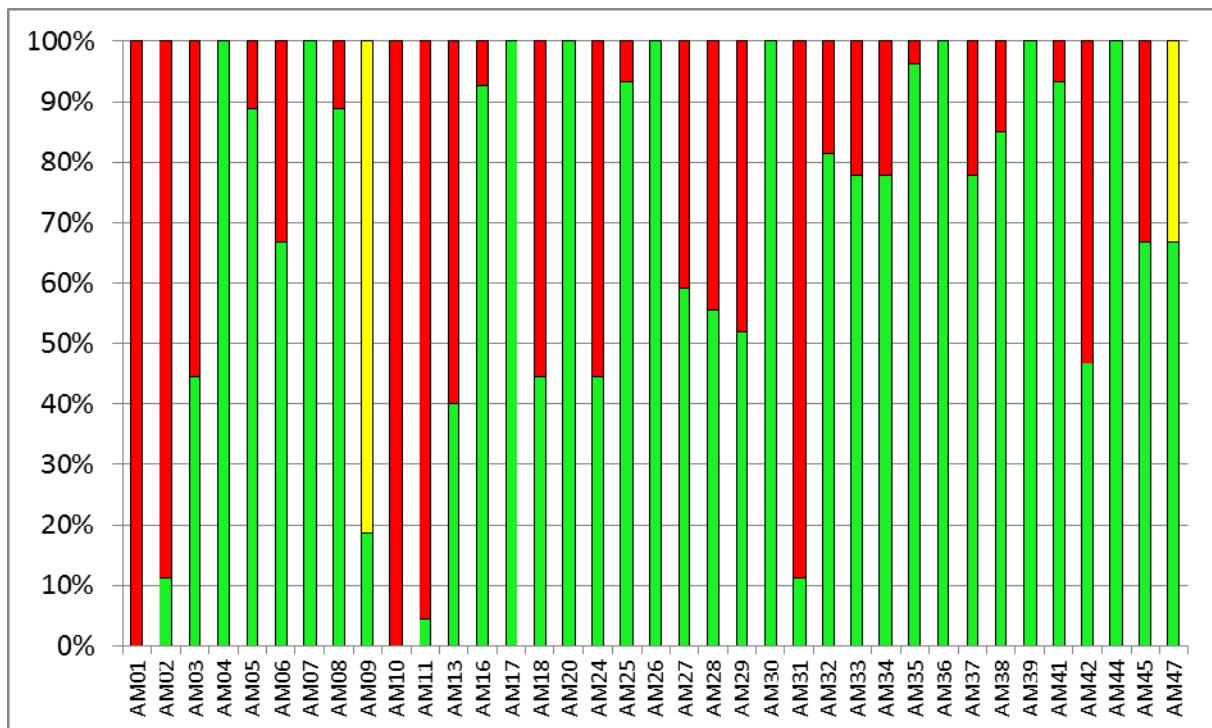


Abb. 4.14 Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal des Merkmalsbereichs „Arbeitsmittel“ über alle untersuchten Arbeitsplätze

Zwei Merkmale waren an allen Arbeitsplätzen bzw. an den Arbeitsplätzen, an denen sie angewendet werden konnten, zu 100 % „nicht erfüllt“: AM01 („Stuhlhöhe“) und AM10 („Arbeitsfläche, Höhenverstellbarkeit“, $n = 22$). Auch die Erfüllungsgrade der Merkmale AM02 („Arbeitsstuhl, Sitztiefe“, 11,1 %), AM11 („reiner Sitzarbeitsplatz, nicht höhenverstellbarer Tisch, Arbeitshöhe“, 4,5 %, $n = 22$) sowie AM31 („Tastatur, helle, reflexionsarme Oberfläche und dunkle Schriftzeichen“, 11,1 %) fielen sehr gering aus.

Aufgrund der Beantwortung der Filterfragen (AM09 „Art des Arbeitsplatzes, reiner Steh-, reiner Sitz- oder Sitz-Steh-Arbeitsplatz?“ und AM10 „Arbeitsfläche, Höhenverstellbarkeit?“) waren die Merkmale AM12 („reiner Sitzarbeitsplatz, höhenverstellbarer Tisch, Bereich der Höhenverstellung“), AM14 („reiner Steharbeitsplatz, nicht höhenverstellbarer Tisch, Arbeitshöhe“), AM15 („reiner Steharbeitsplatz, höhenverstellbarer Tisch, Bereich der Höhenverstellung“) und AM19 („reiner Steharbeitsplatz, Fußfreiraum“) an keinem der untersuchten Arbeitsplätze anwendbar.

Da es sich bei den Merkmalen AM21 („Anzahl Videomonitore“), AM22 („Anzahl Einzelbilder insgesamt“) und AM23 („Anzahl Computerbildschirme am Arbeitsplatz“) um Merkmale zur Erfassung absoluter Werte und bei den Merkmalen AM40 („Tastatur, separate Funktionstaturen bzw. fest eingebaute Funktionstasten?“), AM43 („sonstige Eingabemittel bzw. Zeigeegeräte, Mehrfachzuordnung von Bildschirmgeräten und Eingabemittel?“) sowie AM46 („Funktionswände?“) um „neutrale“ Ja-/Nein-Fragen handelte, bei denen keine Bewertung des Gestaltungszustandes erfolgte, fanden sie in der Abbildung 4.14 keine Berücksichtigung; auch auf diese in der Abbildung nicht enthaltenen Merkmale wird weiter unten Bezug genommen.

Auf die prozentualen bzw. absoluten Häufigkeiten der Erfüllung für die Merkmale des Merkmalsbereichs „Arbeitsmittel“ wird im Folgenden detailliert eingegangen. Hierbei wurde eine weitere Unterteilung dieser Merkmale in sechs Gruppen vorgenommen:

- Arbeitsstuhl (AM01 - AM08),
- Arbeitstisch/Arbeitsfläche (AM09 - AM20),
- Bildschirmgerät (AM24 - AM29),
- Tastatur (AM30 - AM42),
- sonstige Eingabemittel bzw. Zeigeegeräte (AM43 - AM45) und
- Funktionswände – Instrumententafel, Blindschaltbild etc. (AM46, AM47).

Die Merkmale AM21-AM23 waren, wie bereits oben erwähnt, Eingabeitems zur Erfassung absoluter Werte, weshalb sich für sie keine prozentualen oder absoluten Häufigkeit errechnen ließen.

Tab. 4.9 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsmittel“ – Arbeitsstuhl

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten	
		erfüllt	nicht erfüllt
AM01: Stuhlhöhe	27	0,0	100,0
AM02: Sitztiefe	27	11,1	88,9
AM03: Sitzbreite	27	44,4	55,6
AM04: Neigung der Rückenlehne	27	100,0	0,0
AM05: Höhe der Rückenlehne	27	88,9	11,1
AM06: höhenverstellbare Armlehnen	27	66,7	33,3
AM07: Standsicherheit	27	100,0	0,0
AM08: dynamisches Sitzen	27	88,9	11,1

Arbeitsstühle sind in Leitwarten im Vergleich zum klassischen Büro- und Verwaltungsbereich einer besonderen Belastung ausgesetzt. Sie sind in der Regel 24 Stunden am Tag und 7 Tage die Woche im Einsatz. Hinzu kommt, dass sich die Operateure, die sich ein und denselben Stuhl teilen, hinsichtlich Größe und Gewicht stark unterscheiden können, so dass Anpassbarkeit und Robustheit wichtige Eigenschaften der Arbeitsstühle in der Leitwarte sind. Die Ergebnisse der Merkmalsgruppe „Arbeitsstuhl“ (vgl. Tab. 4.9) zeigten, dass die Arbeitsstühle aller untersuchten Arbeitsplätze standsicher waren (AM07) und sich die Neigung der Rückenlehne einstellen ließ (AM04). Auch reichte die Rückenlehne der meisten Arbeitsstühle bis in den Bereich der Schulterblätter der Leitwartenoperateure oder sogar darüber hinaus (AM05, 88,9 %). Ein Großteil der untersuchten Arbeitsstühle verfügte über die Funktion des „dynamischen Sitzens“ (AM08, 88,9 %), d. h. ein Wechsel zwischen unterschiedlichen Sitzhaltungen wurde unterstützt. Die Leitwartenoperateure nutzten diese Funktion jedoch selten, sondern stellten die Rückenlehnen stattdessen fest, so dass

Zwangshaltungen die Folge waren. Ein Grund für die seltene Nutzung dieser Funktion war, dass die Rückenlehne mancher Arbeitsstühle – wenn das dynamische Sitzen aktiviert war – sehr leicht extrem weit nach hinten ging, so dass das unangenehme Gefühl des freien Fallens entstand.

Als Maßgabe für die Höhe der Arbeitsstühle war ein Einstellbereich zwischen 400 mm und mindestens 510 mm vorgegeben. Zur Bestimmung von Stuhlmaßen sollten sogenannte Gesäßattrappen verwendet werden. Mangels tragbaren Gewichts (64 kg) wurden die Messungen jedoch ohne Gesäßattrappe durchgeführt. Es zeigte sich, dass unter diesen Bedingungen keiner der vorgefundenen Arbeitsstühle über eine ausreichende Höhenverstellbarkeit verfügte (AM01). Die Höhe der Stühle ließ sich nicht auf die vorgegebenen 400 mm für den unteren Einstellbereich verringern. An einigen Arbeitsplätzen waren die Abweichungen gering, so dass zu vermuten ist, dass die Vorgaben für den Verstellbereich bei Messungen mit Gesäßattrappen erreicht worden wären. Auch ließ sich bei manchen Stühlen die Höhe überhaupt nicht einstellen, da der entsprechende Hebel entweder defekt oder abgebrochen war. Neben der Sitztiefe (AM02, „Rot“ = 88,9 %) war in vielen Fällen auch die Sitzbreite (AM03, „Rot“ = 55,6 %) zu bemängeln.

Insgesamt betrachtet war der Zustand der untersuchten Arbeitsstühle sehr unterschiedlich und reichte von sehr gut bis völlig unzureichend. Es war keine Seltenheit, in einer Leitwarten eine Sammlung recht unterschiedlicher Arbeitsstühle vorzufinden. Mitunter wurden auch alte und für die Aufgabe völlig ungeeignete Arbeitsstühle aus den Büros in die Leitwarten „entsorgt“.

Die Ergebnisse der Merkmalsgruppe „Arbeitstisch/Arbeitsfläche“ (vgl. Tab. 4.13) ließen erkennen, dass es sich bei den untersuchten Arbeitsplätzen um 22 reine Sitzarbeitsplätze (= „Gelb“) und fünf Sitz- und Steharbeitsplätze (= „Grün“), die einen Bewegungs-/Haltungswechsel ermöglichten, handelte. Ein reiner Steharbeitsplatz (= „Rot“) wurde nicht vorgefunden, wodurch die Merkmale AM14 („reiner Steharbeitsplatz, Arbeitshöhe bei nicht höhenverstellbaren Tischen“), AM15 („reiner Steharbeitsplatz, höhenverstellbarer Tisch, Bereich der Höhenverstellung“) und AM19 („reiner Steharbeitsplatz, Fußfreiraum“) auf keinen der untersuchten Arbeitsplätze anwendbar waren.

Alle Arbeitstische der reinen Sitzarbeitsplätze (n = 22) ließen sich nicht in der Höhe verstellen (AM10), so dass eine Anpassung an die unterschiedlichen Körpergrößen der jeweiligen Leitwartenoperatoren nicht möglich war. Die Arbeitshöhe dieser nicht höhenverstellbaren Tische (AM11) war an 21 der 22 Arbeitsplätze (95,5 %) zu hoch. Da es keine Arbeitsplätze mit höhenverstellbaren Tischen gab, kam auch das Merkmal AM12 („reiner Sitzarbeitsplatz, höhenverstellbarer Tisch, Bereich der Höhenverstellung“) in der Untersuchung nicht zur Anwendung.

Zwar erlaubten 5 von 27 Arbeitsplätzen den Leitwartenoperatoren prinzipiell ihre Arbeit entweder im Sitzen oder im Stehen auszuführen, jedoch war bei 3 der 5 Arbeitsplätze der Bereich der Höhenverstellbarkeit (AM13) gemäß vorliegender Empfehlungen nicht ausreichend. An allen Sitz- und Steharbeitsplätzen erschien es grundsätzlich möglich, die Arbeitsmittel auch an die Erfordernisse eines Steharbeitsplatzes anzupassen (AM20, n = 5).

Tab. 4.10 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsmittel“ – Arbeitstisch/Arbeitsfläche

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		
		erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt
AM09: Art des Arbeitsplatzes (reiner Steh-, reiner Sitz- oder Sitz-Steh-Arbeitsplatz)	27	18,5	81,5	0,0
AM10: Höhenverstellbarkeit der Arbeitsfläche	22	0,0		100,0
AM11: Arbeitshöhe (nicht höhenverstellbarer Tisch; reiner Sitzarbeitsplatz)	22	4,5		95,5
AM12: Arbeitshöhe (höhenverstellbarer Tisch; reiner Sitzarbeitsplatz): Bereich der Höhenverstellung	0			
AM13: Arbeitshöhe (Steh- und Sitzarbeitsplatz): Bereich der Höhenverstellung	5	40,0		60,0
AM14: Arbeitshöhe (nicht höhenverstellbarer Tisch; reiner Steharbeitsplatz)	0			
AM15: Arbeitshöhe (höhenverstellbarer Tisch; reiner Steharbeitsplatz): Bereich der Höhenverstellung	0			
AM16: Tiefe der Arbeitsfläche	27	92,6		7,4
AM17: Stabilität der Arbeitsfläche	27	100,0		0,0
AM18: Beinraum	27	44,4		55,6
AM19: Fußfreiraum (reiner Steharbeitsplatz)	0			
AM20: Arbeitsmittel, Anpassbarkeit an Erfordernisse eines Steharbeitsplatzes	5	100,0	0,0	0,0

Ausreichende Stabilität der Arbeitsfläche war an allen 27 Arbeitsplätzen gegeben (AM17). Darüber hinaus verfügten nahezu alle Arbeitstische (92,6 %) über eine ausreichend tiefe Arbeitsfläche für die Ausübung der Arbeitsaufgaben in der Leitwarte (AM16). Jedoch war der Beinraum bei mehr als der Hälfte der untersuchten Arbeitsplätze (55,6 %) unzureichend bzw. durch herunter hängende Kabel, Rechner, Stützen oder Unterbauten verstellt und damit nur begrenzt nutzbar (AM18).

In Bezug auf die Merkmalsgruppe „Bildschirmgerät“ (vgl. Tab. 4.11) zeigte sich, dass sich die Anzahl der Videomonitore (AM21) an den verschiedenen Arbeitsplätzen zwischen 0 und 9 bewegte. An den Arbeitsplätzen mit Videomonitoren mussten die Leitwartenoperatoren zwischen 1 und 32 Einzelbilder (AM22) im Auge behalten. Die Anzahl der PLS- bzw. Computer-Bildschirmgeräte, die sich direkt an den untersuchten Arbeitsplätzen befanden, betrug zwischen 3 und 10 (AM23). In einer der Leitwarten wurde für Schreibtätigkeiten sogar ein Notebook eingesetzt, obwohl ein Notebook allein nach grundlegenden ergonomischen Gesichtspunkten für den Dauereinsatz zur Bearbeitung solcher Aufgaben ungeeignet ist.

Tab. 4.11 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsmittel“ – Bildschirmgerät

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten	
		erfüllt	nicht erfüllt
AM24: höchstens 4 Anzeigeeinrichtungen	27	44,4	55,6
AM25: Einnahme einer weiteren Arbeitsposition möglich	15	93,3	6,7
AM26: Kipp- und Standsicherheit	27	100,0	0,0
AM27: Dreh- und Neigbarkeit	27	59,3	40,7
AM28: Höhenverstellbarkeit	27	55,6	44,4
AM29: Farbe der Bildschirmgehäuse	27	51,9	48,1

Obwohl nicht mehr als vier Anzeigeeinrichtungen zur Überwachung und Steuerung genutzt werden sollten (AM24), waren an 55,6 % der Arbeitsplätze mehr Anzeigeeinrichtungen im Einsatz (vgl. Tab. 4.12). Die Einnahme einer weiteren Arbeitsposition, um sich mittig vor der jeweils zu betrachtenden Anzeigeeinrichtung platzieren zu können, war hier in 93,3 % der Fälle möglich (AM25, n = 15). Dadurch wurden ergonomisch ungünstige Körperhaltungen vermieden.

Die erforderliche Kipp- und Standsicherheit war bei allen Bildschirmgeräten gegeben (AM26), wohingegen nur gut die Hälfte der Bildschirmgeräte (55,6 %) auf einfache Art und Weise höhenverstellbar war (AM28). Dieses Beurteilungsmerkmal bezog sich lediglich auf die Möglichkeit, Bildschirmgeräte leicht in der Höhe zu verstellen. So war in einigen Fällen zwar eine Höhenverstellbarkeit der Bildschirmgeräte gegeben, jedoch wäre es unmöglich gewesen, die Höhe der Bildschirmgeräte entsprechend einschlägiger Empfehlungen einzustellen (vgl. AP03 aus Kap. 4.4.3 sowie Kap. 5.3.1). In anderen Fällen war eine Höhenverstellbarkeit der Bildschirmgeräte durch den Leitwartenoperator nicht möglich, da diese an einer Halterung befestigt waren und für eine Verstellung spezielles Werkzeug erforderlich gewesen wäre.

An 48,1 % der untersuchten Arbeitsplätze waren Bildschirmgeräte mit schwarzem oder anthrazitfarbenem Gehäuse im Einsatz (= „Rot“, AM29). Um unnötige Kontraste zu vermeiden, sollten generell Bildschirmgeräte mit hellem Gehäuse eingesetzt werden.

In Bezug auf den Merkmalsgruppe „Tastatur“ (vgl. Tab. 4.12) zeigten sich insgesamt betrachtet relativ hohe Erfüllungsgrade: An allen untersuchten Arbeitsplätzen waren die Tastaturen von den Bildschirmgeräten getrennt (AM30), der Mittenabstand zwischen den Tasten (AM36) entsprach den Empfehlungen und die Größe der Schriftzeichen auf den Tastaturen (AM39) war ausreichend. An nahezu allen Arbeitsplätzen hatten die Tasten der Tastatur konkave Tastenflächen (AM35, 96,3 %). Bei der Mehrzahl der Tastaturen konnten diese gegenüber der Horizontalen bis zu einem gewissen Maße geneigt werden (AM32, 81,5 %) und die Höhe der Tastaturen betrug maximal 30 mm in der C-Reihe (beginnend mit „ASDF“, AM33, 77,8 %). Des Weiteren wurden an vielen Arbeitsplätzen ausschließlich Tastaturen mit deutschem Zeichensatz („QWERTZ“) verwendet (AM34, 77,8 %). Zumeist waren auch ein ausreichender Tastenweg mit einem deutlich wahrnehmbaren Druckpunkt (AM37, 77,8 %)

sowie ein ausreichender Kontrast zwischen Tastaturbeschriftung und Untergrund vorhanden (AM38, 85,2 %). Jedoch fanden sich in vielen Leitwarten (88,9 %) Tastaturen mit Negativdarstellung, d. h. mit einer dunklen Oberfläche und hellen Schriftzeichen (AM31). Daher kam es zu unnötigen und dysfunktionalen Kontrasten zwischen Tastaturen und Arbeitsflächen (bzw. anderen Arbeitsmitteln).

Tab. 4.12 Prozentuale bzw. absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsmittel“ – Tastatur

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		absolute Häufigkeiten	
		erfüllt	nicht erfüllt	neutrales Ja	neutrales Nein
AM30: vom Bildschirmgerät getrennt	27	100,0	0,0		
AM31: helle, reflexionsarme Oberfläche und dunkle Schriftzeichen	27	11,1	88,9		
AM32: Neigung	27	81,5	18,5		
AM33: Höhe	27	77,8	22,2		
AM34: deutscher Zeichensatz	27	77,8	22,2		
AM35: konkave Tastenflächen	27	96,3	3,7		
AM36: Mittenabstand zwischen Tasten	27	100,0	0,0		
AM37: Tastenweg und Druckpunkt	27	77,8	22,2		
AM38: Tastaturbeschriftung: Kontrast	27	85,2	14,8		
AM39: Tastaturbeschriftung: Größe der Schriftzeichen	27	100,0	0,0		
AM40: separate Funktionstastaturen bzw. fest eingebaute Funktionstasten	27			15	12
AM41: keine Mehrfachbelegungen	15	93,3	6,7		
AM42: Tastaturkürzel selbsterklärend	15	46,7	53,3		

Der Grund für den hohen Erfüllungsgrad vieler Merkmale in diesem Bereich lag möglicherweise daran, dass größtenteils handelsübliche Tastaturen verwendet wurden, bei denen ergonomische Anforderungen bereits als Standard umgesetzt waren. Insgesamt betrachtet fand sich in den Leitwarten allerdings häufig ein Sammelsurium von verschiedenen Tastaturen unterschiedlicher Hersteller, unterschiedlicher Farben und Polaritäten (vgl. Abb. 4.15). Mitunter lag auch eine Mischung von Tastaturen mit englischem und mit deutschem Schriftsatz vor; ohne Berücksichtigung der damit ausgelösten Inkompatibilitäten und der daraus zu erwartenden Folgen.



[Bild: © Anonymus]

Abb. 4.15 Mischung verschiedener Tastaturen

An 15 der 27 Arbeitsplätze waren separate Funktionstastaturen bzw. fest eingebaute Funktionstasten (AM40) vorhanden. In 93,3 % dieser Fälle wurde hier eine Mehrfachbelegung der Funktionstasten (AM41) vermieden. Die Tastaturkürzel waren hingegen in nur 46,7 % der Fälle selbsterklärend (AM42).

Tab. 4.13 Prozentuale bzw. absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsmittel“ – sonstige Eingabemittel bzw. Zeigegeräte (Maus, Rollkugel etc.)

Beurteilungsmerkmale (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		absolute Häufigkeiten	
		erfüllt	nicht erfüllt	neutrales Ja	neutrales Nein
AM43: Mehrfachzuordnung von Bildschirmgeräten und Eingabemittel	27			21	6
AM44: Mehrfachzuordnung: Cursor Bildschirm	21	100,0	0,0		
AM45: feste Zuordnung: eindeutiger Bezug zwischen Stellteil und Anzeige	6	66,7	33,3		

Die Ergebnisse der Merkmalsgruppe „Sonstige Eingabemittel bzw. Zeigegeräte (Maus, Rollkugel etc.)“ (vgl. Tab. 4.13) ergaben, dass bei 21 der 27 Arbeitsplätze mit einer Tastatur bzw. einer Maus mehrere Bildschirme bedient wurden (AM43). Inwiefern dies günstig oder ungünstig ist, hängt von den jeweiligen Aufgaben ab. Bei Mehrfachzuordnung von Eingabemitteln zu Bildschirmgeräten war für den Leitwartenoperator stets erkennbar, auf welchem Bildschirm er sich mit dem Cursor befand (AM44, n = 21). Dagegen ließ sich bei der 1:1-Zuordnungen an 2 von 6 Arbeitsplätze nicht unmittelbar ein eindeutiger Bezug zwischen Stellteil und dazugehöriger Anzeige ausmachen (AM45).

Tab. 4.14 Prozentuale bzw. absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsmittel“ – Funktionswände (Instrumententafel, Blindschaltbild etc.)

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten			absolute Häufigkeiten	
		erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt	neutrales Ja	neutrales Nein
AM46: Funktionswände	27				3	24
AM47: Erkennbarkeit von Informationen	3	66,7	33,3	0,0		

In Bezug auf die Merkmalsgruppe „Funktionswände (Instrumententafel, Blindschaltbild etc.)“ (vgl. Tab. 4.14) zeigte sich, dass es an 3 von 27 Arbeitsplätzen Funktionswände, in die Bildschirmgeräte eingebaut waren, gab (AM46). Bei 2 von diesen 3 Arbeitsplätzen waren die an den Funktionswänden dargebotenen Informationen aus der üblichen Arbeitsposition des Leitwartenoperators heraus erkennbar (AM47).

Zusammenfassend ergab sich, dass vor allem Handlungsbedarf in Bezug auf folgende Merkmale des Merkmalsbereichs „Arbeitsmittel“ bestand:

- Arbeitsstuhl:
 - ausreichende Höhenverstellbarkeit,
 - ausreichende Sitztiefe,
 - ausreichende Sitzbreite;
- Arbeitstisch/Arbeitsfläche:
 - Höhenverstellbarkeit der Arbeitstische (reiner Sitzarbeitsplatz),
 - angemessene Arbeitshöhe bei nicht höhenverstellbaren Tischen (reiner Sitzarbeitsplatz),
 - ausreichende Höhenverstellbarkeit bei kombiniertem Steh- und Sitzarbeitsplatz,
 - ausreichender Beinraum;
- Bildschirmgeräte:
 - möglichst maximal 4 Anzeigeeinrichtungen je Arbeitsplatz (→ Anzahl der Anzeigeeinheiten je Arbeitsplatz ist auf Basis einer Aufgabenanalyse zu treffen),
 - helle Bildschirmgehäuse;
 - helle Tastatur mit dunklen Schriftzeichen und
 - Funktionstastaturen/-tasten: Tastaturkürzel selbsterklärend.

4.6 Merkmalsbereich Mensch-Maschine-Kommunikation

Die Berücksichtigung ergonomischer Prinzipien bei der Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion soll es dem Leitwartenoperator ermöglichen, Prozessabweichungen möglichst frühzeitig zu erkennen, Situationen richtig einzuschätzen und

dementsprechend angemessen zu reagieren. Das soll dazu führen, dass beeinträchtigte Folgen psychischer Beanspruchung (z. B. psychische Ermüdung, Monotonie, Sättigung) der Operateure möglichst vermieden werden, ihre Leistungsfähigkeit steigt und Fehlentscheidungen sowie Fehlhandlungen abnehmen. Eine nach ergonomischen Gesichtspunkten gestaltete Mensch-Maschine-Schnittstelle trägt daher zu einer höheren Effektivität, Effizienz und Bedien- bzw. Systemsicherheit des Gesamtsystems bei.

Der Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation“ der Checkliste war in drei Teilbereiche unterteilt:

- anzeigenbezogene Merkmale (n = 77 Merkmale),
- stellteilbezogene Merkmale (n = 22 Merkmale) und
- allgemeine Merkmale/Dialogführung (n = 32 Merkmale).

Im Teilbereich "Anzeigenbezogene Merkmale" waren Merkmale zusammengefasst, die sich auf die Darstellung und Organisation von Informationen sowie Codierverfahren bezogen. Entsprechend beinhaltete der Teilbereich "Stellteilbezogene Merkmale" Merkmale, die sich u. a. auf die Beschaffenheit von Stellteilen, die Betätigung und Sicherung von Stellteilen und die Zuordnung von Stellteilen zu Anzeigen bezogen. Der Teilbereich „Allgemeine Merkmale/Dialogführung“ umfasste Merkmale z. B. zu allgemeinen Grundsätzen der Dialogführung und zum Alarmmanagement.

Der Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation“ enthielt damit insgesamt 131 Beurteilungsmerkmale. Bei acht dieser Merkmale handelte es sich um sogenannte „neutrale“ Ja/Nein-Merkmale, mit denen zunächst das Vorhandensein bestimmter Gestaltungsaspekte geprüft werden sollte. Waren sie vorhanden, wurden über Unterfragen weitere erforderliche Gestaltungsaspekte erfasst. Mithilfe der übrigen 123 Merkmale erfolgte eine Bewertung des Gestaltungszustandes der Mensch-Maschine-Interaktion am Prozessleitsystem (Ja/Nein n = 106, Ampel n = 17).

Für die branchenbezogene und arbeitsplatzbezogene Auswertung der Beurteilungsmerkmale (vgl. Kap. 4.6.1 und 4.6.2) wurde nicht zwischen den drei oben genannten Merkmalsgruppen differenziert. Eine differenzierte Betrachtung dieser Teilbereiche (vgl. Kap.4.6-3) erfolgte vor der merkmalsbezogenen Auswertung (vgl. Kap. 4.6.4).

Ein Gesamtüberblick über den Erfüllungsgrad über alle Merkmale und alle Arbeitsplätze für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation“ findet sich in Abbildung 4.3 des Kapitels 4.2.

4.6.1 Branchenbezogene Auswertung

Für die verschiedenen Branchen bewegte sich die graduelle Erfüllung aller Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Mensch-Maschine-Kommunikation“ zwischen 52,5 % für die Branche „Telekommunikation“ und 70,8 % für die Branche „Sicherheitsdienstleistungen“; die Streuung der Erfüllungsgrade über die Branchen war somit recht groß (vgl. Abb. 4.16). Im Vergleich dazu, lagen die Erfüllungsgrade der Merkmale dieses Merkmalsbereichs für die anderen Branchen zwischen 55,1 % und 62,4 %.

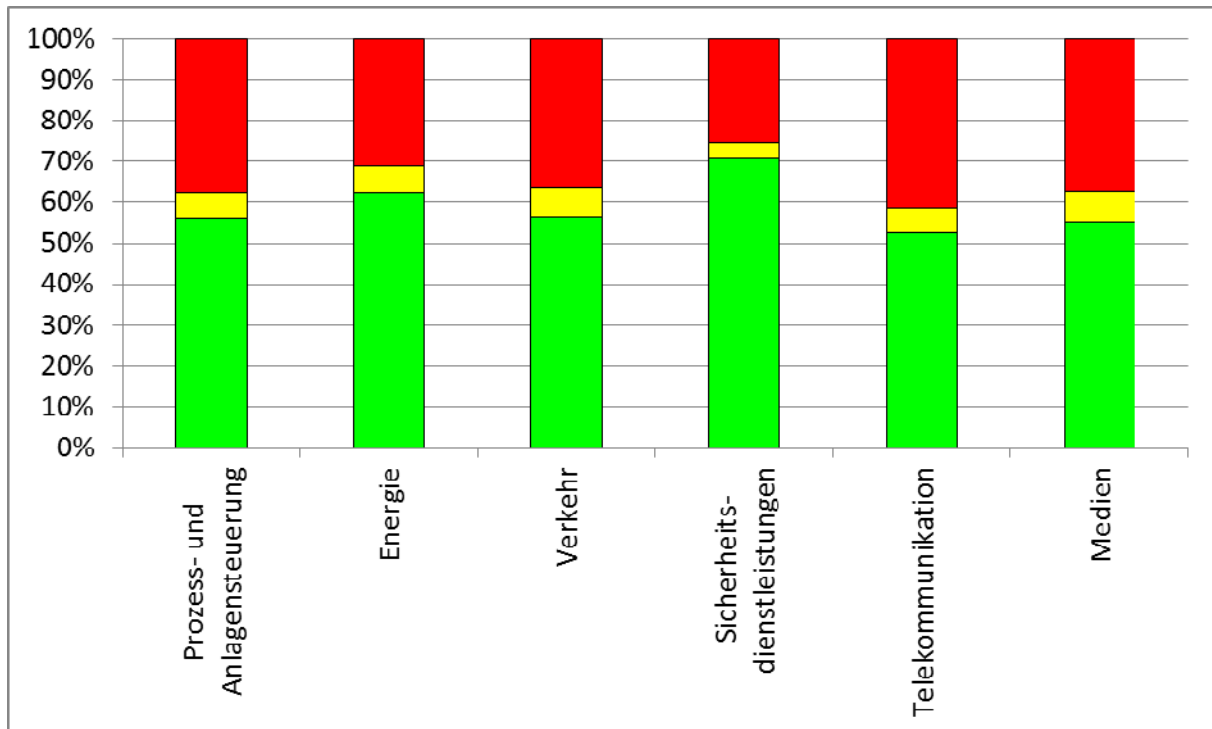


Abb. 4.16 Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Mensch-Maschine-Kommunikation“ aufgegliedert nach Branchen

4.6.2 Arbeitsplatzbezogene Auswertung

Für die verschiedenen Arbeitsplätze schwankte der Grad der Erfüllung aller Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Mensch-Maschine-Kommunikation“ zwischen 75,3 % und 42,1 % (vgl. Abb. 4.17). Damit ließ der Gestaltungszustand der Mensch-Maschine-Kommunikation an allen untersuchten Arbeitsplätzen einen erheblichen Gestaltungsbedarf erkennen. Den höchsten Erfüllungsgrad mit drei Viertel der Beurteilungsmerkmale (75,3 %) wies Arbeitsplatz „S“ auf. Einen vergleichbaren Erfüllungsgrad erreichten nur noch die Arbeitsplätze „C“ mit 70,0 % und „H“ mit 71,3 %. Demgegenüber lag bei Arbeitsplatz „X“ der Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale bei lediglich bei 42,1 %. Auch an den Arbeitsplätzen „B“ (47,6 %), „R06“ (46,3 %), „T01“ (48,6 %) und „V“ (48,6 %) waren die Erfüllungsgrade nur unerheblich höher. Somit zeigte sich, dass an fünf Arbeitsplätzen nicht einmal die Hälfte der Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale erfüllt waren. Hier bestand somit der größte Handlungsbedarf.

Dass die Gestaltung der Mensch-Maschine-Kommunikation trotz gleichem Prozessleitsystem recht unterschiedlich sein kann, macht folgendes Beispiel deutlich: In einer Leitwarte, in der zwei unterschiedliche Mitarbeiter für die Gestaltung der Prozessbilder zuständig waren, zeigten sich deutliche Unterschiede in der Darstellung und der Organisation der Informationen. Die entworfenen Fließbilder des einen Mitarbeiters waren z. B. übersichtlicher und die Systemkomponenten detailtreuer und leichter identifizierbar.

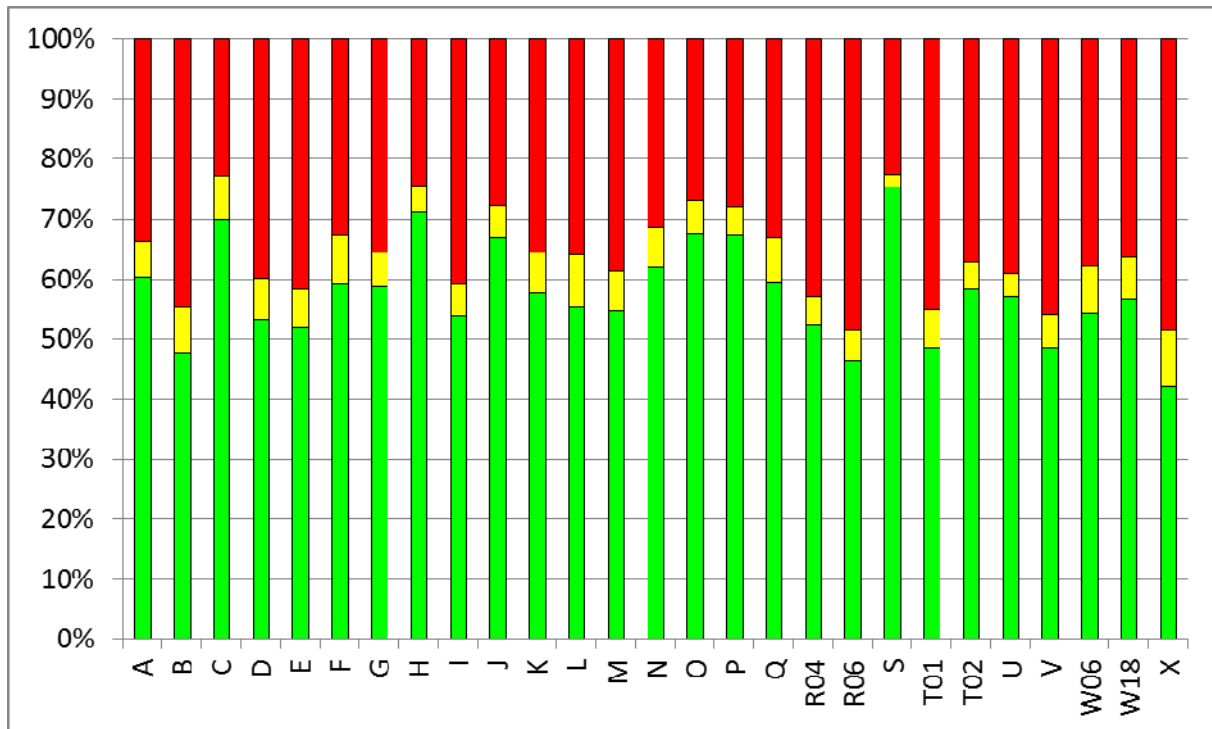


Abb. 4.17 Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Mensch-Maschine-Kommunikation“ je untersuchtem Arbeitsplatz

4.6.3 Vergleich der Teilbereiche anzeigenbezogene Merkmale, stellteilbezogene Merkmale und allgemeine Merkmale/Dialogführung

Da der Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation“ sehr umfangreich war, erfolgte eine Aufteilung in anzeigenbezogene Merkmale, stellteilbezogene Merkmale und allgemeine Merkmale/Dialogführung.

Ein Vergleich der Beurteilungen für die Merkmale der Teilbereiche zur Mensch-Maschine-Kommunikation zeigte, dass die größten Defizite im Bereich der allgemeinen Gestaltungsgrundsätze zur Mensch-Maschine-Kommunikation bzw. der Dialogführung zu finden waren (vgl. Abb. 4.18). Über alle untersuchten Arbeitsplätze wurden hier im Mittel 53,1 % der Beurteilungsmerkmale als „nicht erfüllt“ eingestuft. Bei den beiden anderen Teilbereichen lag der Anteil negativer Urteile bei 28,8 % bzw. 30,2 %. Von einer umfassenden Erfüllung der Anforderungen der BildscharbV (2008) in Bezug auf die Informationsverarbeitung durch den Menschen kann damit nicht gesprochen werden, vielmehr zeigten sich hier erhebliche Mängel. Dies mag u. a. daran liegen, dass Leitwartenarbeitsplätze bisher nicht in vollem Umfang als Arbeitsplätze mit Bildschirmarbeit anerkannt wurden. Daher wurde die Umsetzung der Erkenntnisse zur Informationsverarbeitung durch den Menschen an diesen Arbeitsplätzen – wenn überhaupt – nicht prioritär betrieben.

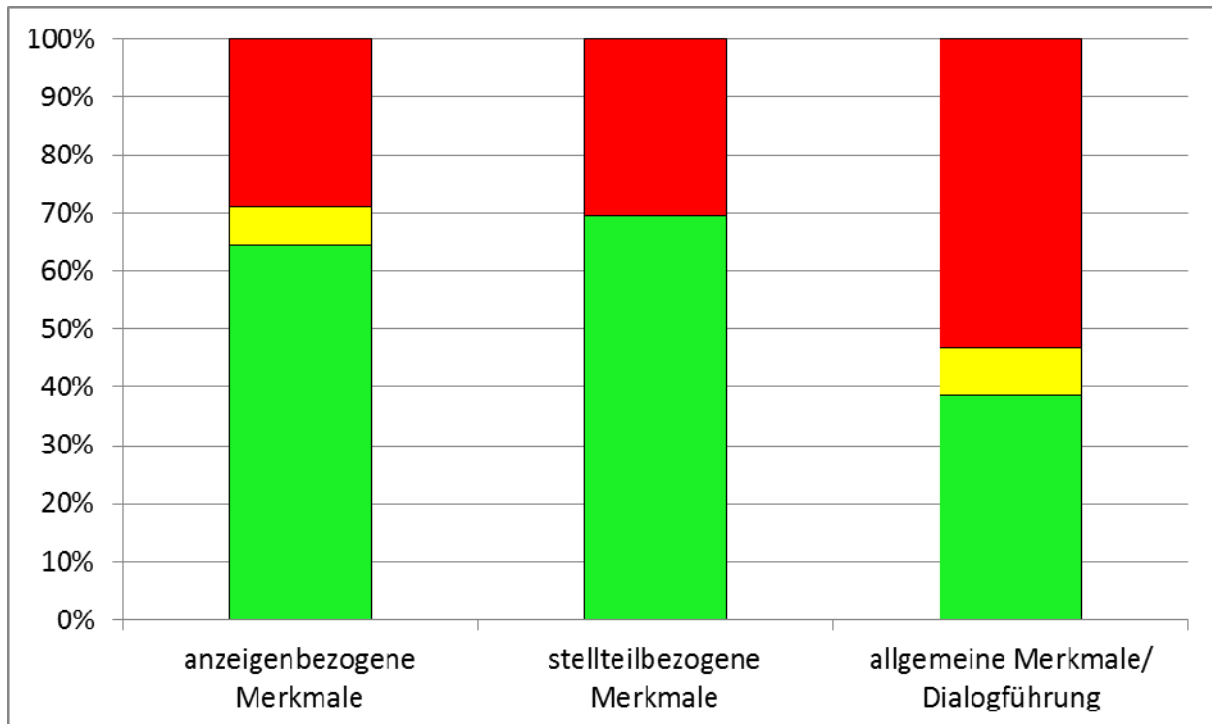


Abb. 4.18 Erfüllungsgrad je Teilbereich des Merkmalsbereichs „Mensch-Maschine-Kommunikation“ über alle untersuchten Arbeitsplätze

4.6.4 Merkmalsbezogene Auswertung

4.6.4.1 Anzeigenbezogene Merkmale

Der Teilbereich „anzeigenbezogene Merkmale“ wurde in drei Gruppen untergliedert:

- Darstellung von Informationen (MM01 - MM49),
- Organisation von Informationen (MM50 - MM61) und
- Codierverfahren (MM62 - MM77).

4.6.4.1.1 Darstellung von Informationen

Die Bandbreite der Erfüllungsgrade für die Beurteilungsmerkmale aus der Gruppe zur Darstellung von Informationen variierte stark und bewegte sich zwischen 0 % und 100 % (vgl. Abb. 4.19).

Sechs Beurteilungsmerkmale waren an allen Arbeitsplätzen erfüllt. Dabei handelte es sich im Einzelnen um MM15 („arbeitsplatzbezogene Anzeigeeinrichtungen, Zeichen verwechslungssicher“), MM20 („arbeitsplatzbezogene Anzeigeeinrichtungen, Anzahl Textzeilen“, n = 9), MM31 („Trenddarstellungen, längerfristige Trends“, n = 20), MM36 („Datenfeld optisch hervorgehoben“), MM47 („Karten, leichte Navigation“, n = 6) und MM48 („Videoüberwachungsbilder, Erkennbarkeit der Informationen“, n = 13). Vier dieser Merkmale (MM20, MM31, MM47 und MM48) waren nicht an allen Arbeitsplätzen anwendbar.

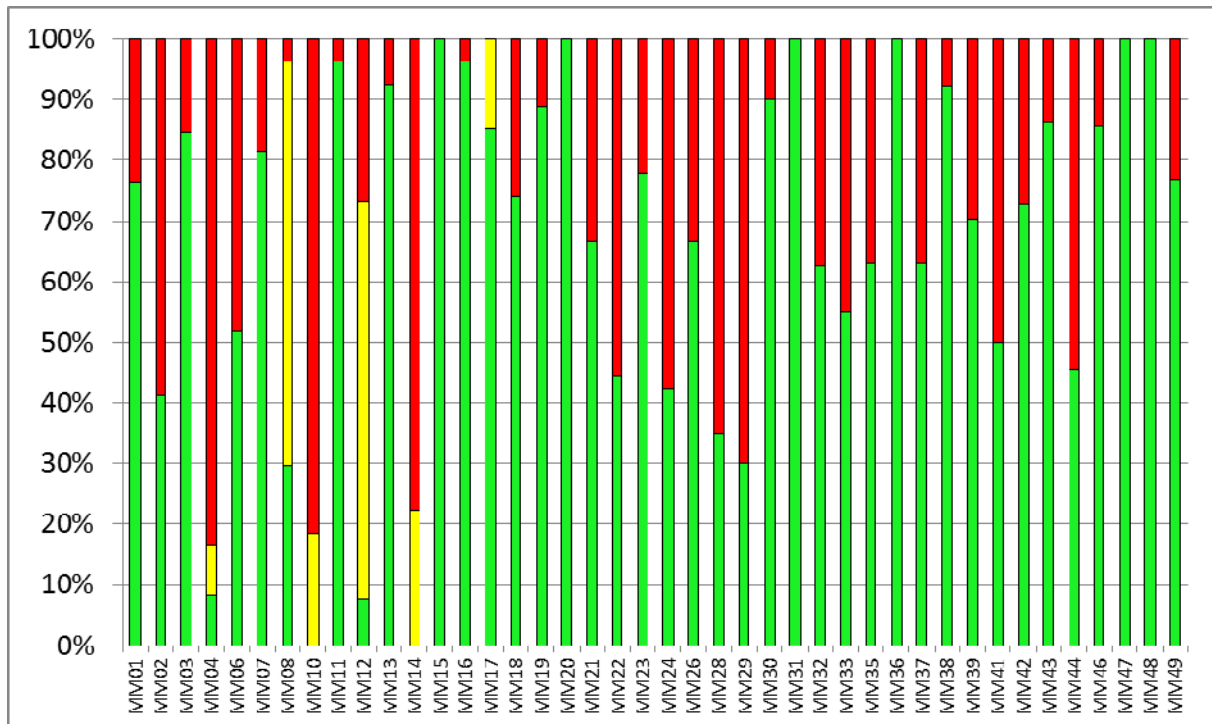


Abb. 4.19 Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal des Merkmalsbereichs „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – Ausschnitt: Darstellung von Informationen des Teilbereichs „Anzeigebezogene Merkmale“ über alle untersuchten Arbeitsplätze

Für fünf weitere Merkmale war der Erfüllungsgrad mit mehr als 90 % ebenfalls relativ hoch. Es handelte sich um die Beurteilungsmerkmale MM11 („arbeitsplatzbezogene Anzeigeeinrichtungen, Einstellbarkeit von Helligkeit und Kontrast“, 96,3 % erfüllt), MM13 („arbeitsplatzbezogene Anzeigeeinrichtungen, frei von Unschärfen/ ausfransenden Zeichen“, 92,6 % erfüllt), MM16 („arbeitsplatzbezogene Anzeigeeinrichtungen, Anzahl verwendeter Farben max. 6“, 96,3 % erfüllt), MM30 („Trends, Graphen, Liniendiagramme und Funktionsdarstellungen, Zeitintervalle“, n = 20, 90,0 % erfüllt) sowie MM38 („Datenfelder und Datenformulare, Eingabe- und Anzeigefelder visuell unterscheidbar“, n = 26, 92,3 % erfüllt).

Bei Beurteilungsmerkmal MM17 („arbeitsplatzbezogene Anzeigeeinrichtungen, Textausrichtung“) lag der Erfüllungsgrad bei 85,2 %. Da der Gestaltungszustand bei den übrigen 14,8 % immerhin noch als akzeptabel eingestuft wurde, gab es bei diesem Beurteilungsmerkmal für keinen Arbeitsplatz eine negative Beurteilung.

Erfüllungsgrade von mindestens 75 % zeigten sich darüber hinaus noch für die Merkmale MM01 („gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen, frei von Schäden“, n = 17, 76,5 %), MM03 („gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen, frei von Unschärfen/ausfransenden Zeichen“, n = 13, 84,6 %), MM07 („arbeitsplatzbezogene Anzeigeeinrichtungen, Bild stabil und frei von Verzerrungen und Flimmern“, 81,5 %), MM19 („arbeitsplatzbezogene Anzeigeeinrichtungen, konsistente Schriftarten“, 88,9 %), MM23 („arbeitsplatzbezogene Anzeigeeinrichtungen, geringe Anzahl von Bildschirmen, max. 4“, 77,8 %), MM43 („Funktionsbilder und Schaltpläne, Anfangs-/Endpunkte sämtlicher Flussrichtungslinien“, n = 22, 86,4 %), MM46 („Karten, einheitliche Ausrichtung“, n = 7, 85,7 %) und MM49 („Videoüberwachungsbilder, konsistente Darstellung“, n = 13, 76,9 %).

Die Beurteilungsmerkmale MM10 („arbeitsplatzbezogene Anzeigeeinrichtungen, Kontrast“) und MM14 („arbeitsplatzbezogene Anzeigeeinrichtungen, Zeichenhöhe“) wurden hingegen an keinem der untersuchten Arbeitsplätze als „erfüllt“ angesehen, so dass sich für diese Merkmale ein Erfüllungsgrad von 0 % ergab. Lediglich in 18,5 % bzw. 22,2 % der insgesamt 27 Arbeitsplätze konnten diese Merkmale noch als akzeptabel angesehen werden.

Acht weitere Merkmale wiesen ebenfalls auf erhebliche Gestaltungsdefizite hin; so wurde für die folgenden Merkmale bei mindestens jeden zweiten Arbeitsplatz Handlungsbedarf gesehen: MM02 („gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen, Bild stabil und frei von Verzerrungen und Flimmern“, n = 17, 58,8 % nicht erfüllt), MM04 („gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen, Zeichenhöhe“, n = 12, 83,3 % nicht erfüllt), M22 („arbeitsplatzbezogene Anzeigeeinrichtungen, wichtige Informationen gegen die Verdeckung durch Fenster geschützt“, 55,6 % nicht erfüllt), MM24 („arbeitsplatzbezogene Anzeigeeinrichtungen, fest zugeordnete Anzeigeeinrichtungen“, n = 26, 57,7 % nicht erfüllt), MM28 („Trends, Graphen, Liniendiagramme und Funktionsdarstellungen, Verlaufslinien“, n = 20, 65,0 % nicht erfüllt), MM29 („Trends, Graphen, Liniendiagramme und Funktionsdarstellungen, Farben“, n = 20, 70,0 % nicht erfüllt), MM41 („Funktionsbilder und Schaltpläne, Übersichtlichkeit“, n = 22, 50,0 % nicht erfüllt) sowie MM44 („Funktionsbilder und Schaltpläne, Fließrichtung“, n = 22, 54,5 % nicht erfüllt).

Da bei den „neutralen“ Ja/Nein-Codierungen der Merkmale MM05 („heller Raum (Tageslicht, Kunstlicht)?“), MM25 („Balkendiagramme/Histogramme?“), MM27 („Trends, Graphen, Liniendiagramme und/oder Funktionsdarstellungen?“), MM34 („Datenfelder und/oder Datenformulare?“), MM40 („Funktionsbilder/Schaltpläne?“) und MM45 („Kartendarstellungen?“) keine Beurteilung erfolgte und das Beurteilungsmerkmal MM09 („arbeitsplatzbezogene Anzeigeeinrichtungen, bei Dunkelraum Negativdarstellung“) an keinem der untersuchten Arbeitsplätze relevant war, fanden diese Merkmale in der Abbildung 4.19 keine Berücksichtigung. Auf diese Merkmale wird jedoch nachfolgend auch eingegangen.

Auf die prozentualen bzw. absoluten Häufigkeiten der Erfüllung für die Merkmale zur Darstellung von Informationen des Teilbereichs „Anzeigenbezogenen Merkmale“ der Mensch-Maschine-Kommunikation wird im Folgenden detailliert eingegangen. Hierbei wurde eine weitere Unterteilung dieser Merkmale in acht Gruppen vorgenommen:

- gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen (MM01 - MM04),
- arbeitsplatzbezogene Anzeigeeinrichtungen (MM05 - MM24),
- Balkendiagramme/Histogramme (MM25, MM26),
- Trends, Graphen, Liniendiagramme und Funktionsdarstellungen (MM27 - MM33),
- Datenfelder und Datenformulare (MM34 - MM39),
- Funktionsbilder und Schaltpläne (MM40 - MM44),
- Karten (MM45 - MM47) und
- Videoüberwachungsbilder (MM48, MM49).

Tab. 4.15 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		
		erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt
MM01: frei von Schäden	17	76,5		23,5
MM02: Bild stabil und frei von Verzerrungen und Flimmern	17	41,2		58,8
MM03: frei von Unschärfen/ausfransenden Zeichen	13	84,6		15,4
MM04: Zeichenhöhe	12	8,3	8,3	83,3

Die Ergebnisse zur Merkmalsgruppe „gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen“ (vgl. Tab. 4.15) zeigten, dass an den 17 Arbeitsplätzen, an denen es getrennt angeordnete, gemeinsam genutzte Anzeigeeinrichtungen gab, die Bildschirme der Bildschirmgeräte und Monitore an drei Viertel der Arbeitsplätze frei von Schäden (z. B. Pixelschäden, Schatten, Grünstich, eingebrannte Zeichen; MM01, n = 17, 76,5 % erfüllt) waren. Bei mehr als der Hälfte der Arbeitsplätze ließen sich bei den Bildschirmen jedoch Verzerrungen bzw. Flimmern ausmachen, so dass die Bilddarstellung instabil war (MM02, n = 17, 58,8 % nicht erfüllt).

Was die Erfüllungsgrade der Beurteilungsmerkmale für die Darstellung von alphanumerischen Zeichen anging, so war die Darstellung in 84,6 % frei von wahrnehmbaren Unschärfen und ausfransenden Zeichen (MM03, n = 13). Die Zeichenhöhe der unbunten alphanumerischen Zeichen war jedoch sehr häufig – unter Berücksichtigung des Sehabstandes – zu gering (MM04, n = 12, 83,3 %). Dies dürfte u. a. daran liegen, dass bereits vorhandene Darstellungen auf die Großbildschirmanzeigen übernommen wurden, ohne die veränderten Sehabstände oder die unterschiedliche Funktionalität der Anzeigen zu berücksichtigen. An einigen Arbeitsplätzen, an denen es getrennt angeordnete, gemeinsam genutzte Anzeigeeinrichtungen ausschließlich in Form von Videodarstellungen gab, waren diese Merkmale aufgrund nicht vorhandener alphanumerischer bzw. grafischer Informationen nicht anwendbar.

Wie die Ergebnisse der Merkmalsgruppe „Arbeitsplatzbezogene Anzeigeeinrichtungen“ (vgl. Tab. 4.16) ergaben, erfolgte die Ausübung der Leitwartentätigkeit in allen Leitwarten im Hellbereich (Tageslicht oder künstliches Licht, MM05). In der Leitwarte „M“ (Medien) war ein Teil der Leitwarte zur besseren Erkennbarkeit der Darstellungen auf den Videomonitoren abgedunkelt. Die in beleuchteten Räumen empfohlene Positivdarstellung (dunkle Zeichen auf hellem Untergrund) wurde nur an 29,6 % der Arbeitsplätze – als ausschließlich verwendete Positivdarstellungen – vorgefunden (MM08). An der Mehrheit der Arbeitsplätze wurde dagegen eine Mischung aus positiver und negativer Darstellung verwendet (66,7 %). Da die Ausübung der Tätigkeit in keiner Leitwarte bei sehr niedrigen Umgebungsleuchtdichten erfolgte, war das Merkmal MM09 in dieser Untersuchung bei keiner Leitwarte relevant.

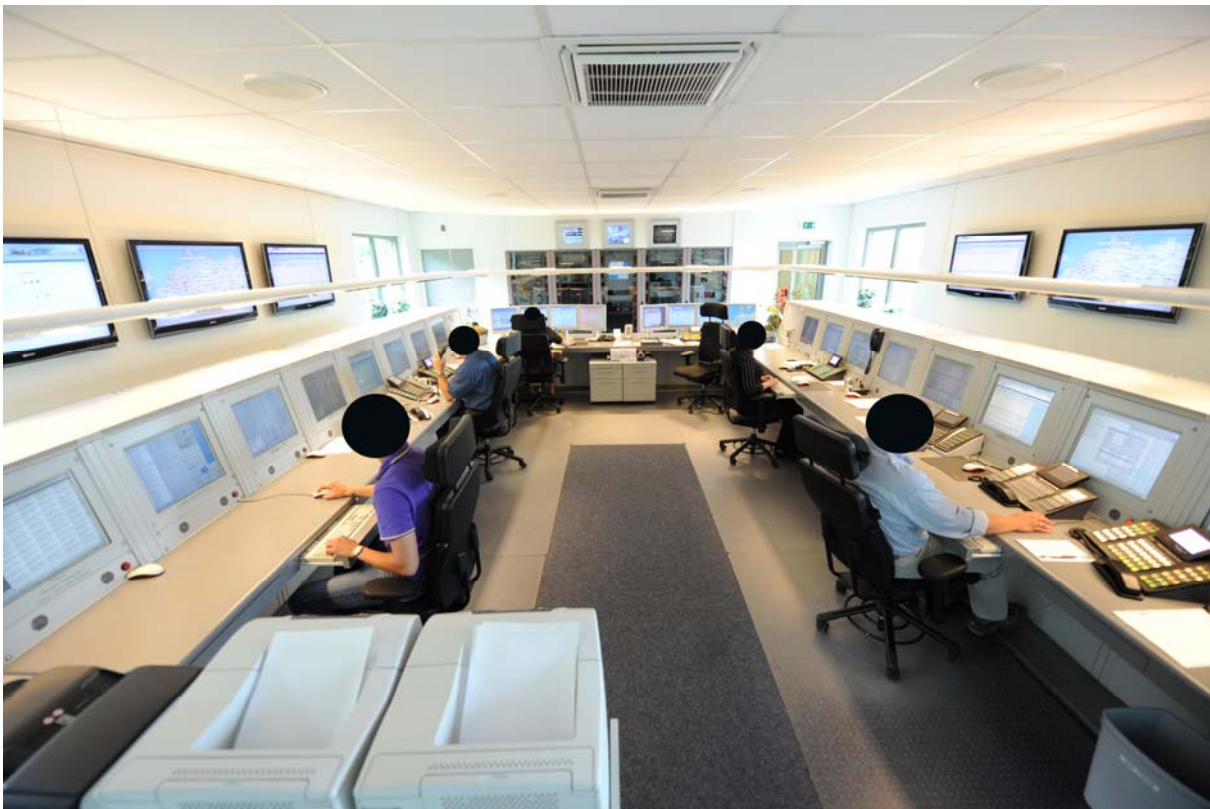
Tab. 4.16 Prozentuale und absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – arbeitsplatzbezogene Anzeigeeinrichtungen

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten			absolute Häufigkeiten	
		erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt	neutrales Ja	neutrales Nein
MM05: heller Raum (Tageslicht, Kunstlicht)	27				27	0
MM06: frei von Schäden sowie eingebrannten Zeichen und/oder Symbolen	27	51,9		48,1		
MM07: Bild stabil und frei von Verzerrungen und Flimmern	27	81,5		18,5		
MM08: bei hellem Raum Positivdarstellung	27	29,6	66,7	3,7		
MM09: bei Dunkelraum Negativdarstellung	0					
MM10: Kontrast	27	0,0	18,5	81,5		
MM11: Einstellbarkeit von Helligkeit und Kontrast	27	96,3		3,7		
MM12: Positivdarstellung: mittlere Leuchtdichte auf dem Bildschirm	26	7,7	65,4	26,9		
MM13: frei von Unschärfen/ausfransenden Zeichen	27	92,6		7,4		
MM14: Zeichenhöhe	27	0,0	22,2	77,8		
MM15: Zeichen verwechslungssicher	27	100,0		0,0		
MM16: Anzahl verwendeter Farben (max. 6)	27	96,3		3,7		
MM17: Textausrichtung	27	85,2	14,8	0,0		
MM18: Groß- und Kleinschreibung	27	74,1		25,9		
MM19: konsistente Schriftarten	27	88,9		11,1		
MM20: Anzahl Textzeilen	9	100,0		0,0		
MM21: gleiche Informationen → gleiche Darstellung	27	66,7		33,3		
MM22: wichtige Informationen gegen die Verdeckung durch Fenster geschützt	27	44,4		55,6		
MM23: geringe Anzahl von Bildschirmen (max. 4)	27	77,8		22,2		
MM24: fest zugeordnete Anzeigeeinrichtungen	26	42,3		57,7		

Auf den Bildschirmen, die sich direkt an den untersuchten Arbeitsplätzen befanden, waren nahezu an jedem zweiten Arbeitsplatz Schäden (z. B. Schatten, Farbstich) bzw. eingebrannte Zeichen, Symbole oder Linien auszumachen (MM06, 48,1 %). Somit traten auch bei den Flachbildschirmen ähnliche Probleme auf, wie sie bereits aus Zeiten der Kathodenstrahlbildschirmgeräte bekannt sind. Flimmern oder Verzerrungen auf den Bildschirmen wurden dagegen an einem Großteil der Arbeitsplätze

nicht beobachtet (MM07, 81,5 % erfüllt). Wurde Flackern bei den Videomonitoren festgestellt (18,5 %), könnte dies, außer an den Monitoren selbst, auch an den Kameras, an der Datenübertragung in die Leitwarte oder an den Witterungs- und Beleuchtungsbedingungen während der Aufnahme gelegen haben.

Die Messung des Kontrastes auf den Bilddarstellungen (Verhältnis zwischen höheren und niedrigeren Leuchtdichten) zeigte, dass an keinem der untersuchten Arbeitsplätze ein Kontrast von größer 3:1 für alle Darstellungen vorgefunden wurde (MM10). Lediglich in 18,5 % der 27 Arbeitsplätze wurde der erforderliche Mindestwert von 3:1 gemessen. In den meisten Fällen (81,5 %) wurden jedoch geringere Kontraste gemessen. Zu geringe Kontraste ergaben sich häufig bei Farbkombinationen wie z. B. Gelb auf Grau, Dunkelblau auf Schwarz oder Weiß auf Grau. Abgesehen von einer Ausnahme war es den Operateuren möglich, die Helligkeit der Bildschirmanzeige und den Kontrast zwischen den Zeichen und dem Untergrund einzustellen (MM11, 96,3 %) und sie den jeweiligen Beleuchtungsbedingungen am Arbeitsplatz anzupassen. In dem Fall, in dem dies nicht möglich war, gab es Verkleidungen um die Bildschirmgeräte, so dass die Operateure die entsprechenden Stellräder nicht bedienen konnten (vgl. Abb. 4.20).



[Bild: © Anonymus]

Abb. 4.20 Arbeitsplätze mit festeingebauten Bildschirmgeräten, keine Einstellmöglichkeiten

Auf jedem Bildschirm mit Positivdarstellung wurde die mittlere Leuchtdichte gemessen (MM12, $n = 26$). Der anzustrebende Wert von größer 100 cd/m^2 wurde selten (7,7 %) auf allen Bildschirmen eines Arbeitsplatzes erreicht; vielmehr lagen häufig Werte zwischen 35 cd/m^2 und 100 cd/m^2 vor (= „Gelb“, 65,4 %), bei oft deutlichen Unterschieden zwischen den einzelnen Bildschirmgeräten (im Sinne einer Engpassbetrachtung diente das Bildschirmgerät mit der geringsten Leuchtdichte als Bewer-

tungsgrundlage). In manchen Fällen handelte es sich um eine ausgesprochen kontrastarme Positivdarstellung, wie z. B. bei Darstellungen dunkelgrauer Zeichen auf mittelgrauem Untergrund.

Wahrnehmbare Unschärfen und ausfransende Zeichen waren an den Bildschirmen direkt an den Arbeitsplätzen dagegen selten; der Erfüllungsgrad dieses Merkmals (MM13) lag bei 92,6 %. Auch wenn die verwendeten Zeichen überall als verwechslungssicher angesehen wurden (MM15), war die Höhe der unbunten lateinischen Zeichen auf den Darstellungen – unter Berücksichtigung des vorgefundenen Sehabstands – an vielen Arbeitsplätzen deutlich zu gering (MM14, 77,8 %). An keinem einzigen Arbeitsplatz wurden durchgängig die anzustrebenden 18 bis 20 Winkelminuten erreicht. Lediglich an 22,2 % der Arbeitsplätze ergaben sich akzeptable Werte für die Zeichenhöhe. Hier scheint in der Praxis immer noch die Beurteilung/Gestaltung nach der Zeichenhöhe allein und ohne Berücksichtigung der Sehabstände vorzuherrschen. Abgesehen von „Schwarz“ und „Weiß“ wurden für die Darstellung alphanumerischer Zeichen an fast allen Arbeitsplätzen höchstens sechs unterschiedliche Farben verwendet (MM16, 96,3 %).

An 85,2 % der Arbeitsplätze war die Schrift – hiesigen Konventionen folgend – von links nach rechts und nicht senkrecht angeordnet (MM17). Darüber hinaus wurden auch größtenteils konsequent Groß- und Kleinschreibung (MM18, 74,1 %) sowie konsistente Schriftarten über die verschiedenen Seiten innerhalb einer Anwendung (MM19, 88,9 %) verwendet. Lediglich an neun Arbeitsplätzen hatten die Operateure längere fortlaufende Texte am Bildschirm zu lesen. Dann wurden grundsätzlich auch mindestens 4 Textzeilen gleichzeitig dargeboten (MM20, n = 9).

An 55,6 % der Arbeitsplätze wurde die Gefahr gesehen, dass durch das Öffnen von Fenstern in den Anwendungen wichtige Informationen, wie z. B. sicherheitsrelevante Informationen oder Alarmer verdeckt werden könnten (MM22); auch wenn die Position der Fenster im Prinzip beliebig verschiebbar war. Für sicherheitsrelevante Informationen (z. B. Alarmer, Trends) waren nur an 42,3 % der Arbeitsplätze fest zugeordnete Bildschirme vorgesehen (MM24, n = 26). An 77,8 % der Arbeitsplätze waren die wichtigen Informationen auf maximal vier Anzeigeeinrichtungen konzentriert (MM23). Es wäre zu überlegen, ob die Hinzunahme weiterer Bildschirme für den o. g. Zweck (fest zugeordnete Anzeigen zur Darstellung sicherheitsrelevanter Informationen), die nicht ständig beobachtet werden müssen, eine sinnvolle Abhilfe schaffen könnte oder ob dies auch durch eine geänderte Belegung der Bildschirme erreicht werden könnte. Hilfreich könnte hier auch ein automatisiertes "pop-up" von Alarmen oder Alarmlisten an fest definierten Positionen auf den verfügbaren Bildschirmen sein, wobei darauf zu achten wäre, dass damit keine kritischen Prozessbilder überdeckt würden.

In Bezug auf die Merkmalsgruppe „Balkendiagramme/Histogramme“ (vgl. Tab. 4.17) zeigte sich, dass es lediglich an sechs Arbeitsplätzen Balkendiagramme bzw. Histogramme gab (z. B. bei der Darstellung der Emissionswerte, beim Berichtswesen – Ertragsauswertung/Verfügbarkeit; MM25). Das Beurteilungsmerkmal MM26 wurde an 66,7 % der sechs Arbeitsplätze als „erfüllt“ angesehen, da die einzelnen Balken eindeutig gekennzeichnet waren.

Tab. 4.17 Prozentuale und absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – Balkendiagramme/Histogramme

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		absolute Häufigkeiten	
		erfüllt	nicht erfüllt	neutrales Ja	neutrales Nein
MM25: Balkendiagramme/Histogramme	27			6	21
MM26: eindeutige Kennzeichnung	6	66,7	33,3		

Tab. 4.18 Prozentuale und absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – Trends, Graphen, Liniendiagramme und Funktionsdarstellungen

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		absolute Häufigkeiten	
		erfüllt	nicht erfüllt	neutrales Ja	neutrales Nein
MM27: Trends, Graphen, Liniendiagramme und/oder Funktionsdarstellungen	27			20	7
MM28: Verlaufslinien	20	35,0	65,0		
MM29: Farben	20	30,0	70,0		
MM30: Zeitintervalle	20	90,0	10,0		
MM31: längerfristige Trends	20	100,0	0,0		
MM32: Trends mit Soll-Werten oder extrapolierten Daten und Trends mit Ist-Werten unterscheidbar	8	62,5	37,5		
MM33: Darstellung selbstbeschreibend	20	55,0	45,0		

Die Ergebnisse der Merkmalsgruppe „Trends, Graphen, Liniendiagramme und Funktionsdarstellungen“ (vgl. Tab. 4.18) zeigten, dass die Operateure an 20 der 27 Arbeitsplätze zumindest gelegentlich mit Trends, Graphen, Liniendiagrammen o. ä. arbeiteten (MM27). Bei der Darstellung von Trends hob sich die Strichstärke der Verlaufslinien selten deutlich genug von den Linien des Hintergrundrasters bzw. der Skalengrundlinien ab (MM28, n = 20, 35,0 % erfüllt). Ein weiteres Problem war, dass nur an 30,0 % der Arbeitsplätze alle für die Anzeigendarstellung verwendeten Farben prägnant voneinander bzw. vom Hintergrund unterscheidbar waren (MM29, n = 20). So wurden z. B. blaue Trendlinien auf schwarzem Hintergrund, hellgrüne Linien auf Grau oder gelbe Verläufe auf weißem Untergrund verwendet. Auch war beispielsweise eine türkisfarbene Trendlinie von einer grünen (auf grauem Untergrund) kaum unterscheidbar. Nicht selten konnten die Operateure die Farben der Trendlinien zwar ändern, jedoch war die Anzahl der zur Verfügung stehenden Farben begrenzt.

Darüber hinaus waren die dargestellten Werte an nur 55,0 % der Arbeitsplätze ohne zusätzliche Informationen interpretierbar (MM33, n = 20). So waren z. B. Skalen nicht beschriftet, Maßeinheiten fehlten, Abkürzungen waren schwer verständlich oder die Beschreibung war nicht ausreichend. Mitunter konnten allerdings Informationen zu den Trends durch weitere Klicks abgerufen werden.

Die Operateure hatten fast immer die Möglichkeit, die x-Achsen der Graphiken auf unterschiedliche Zeitintervalle zu skalieren (MM30, n = 20, 90,0 % erfüllt). So war es z. B. möglich, sich wahlweise den Temperaturverlauf einer Messstelle der letzten halben Stunde, der letzten 4 Stunden oder der letzten 24 Stunden anzeigen zu lassen – je nachdem, was die jeweilige Situation erforderte. Vorausgesetzt, dass eine geeignete Skalierung des Zeitintervalls durch die Operateure vorgenommen worden war, ließen die Trendanzeigen an allen Arbeitsplätzen längerfristige Trends erkennen und eine Überbewertung kurzfristiger, irrelevanter Schwankungen wurde vermieden (MM31, n = 20).

Tab. 4.19 Prozentuale und absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – Datenfelder und Datenformulare

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		absolute Häufigkeiten	
		erfüllt	nicht erfüllt	neutrales Ja	neutrales Nein
MM34: Datenfelder und/oder Datenformulare	27			27	0
MM35: konsistente Datenfelder	27	63,0	37,0		
MM36: Datenfeld optisch hervorgehoben	27	100,0	0,0		
MM37: Feldbezeichnungen nachvollziehbar abgekürzt	27	63,0	37,0		
MM38: Eingabe- und Anzeigefelder visuell unterscheidbar	26	92,3	7,7		
MM39: Format für das Eingabefeld deutlich	27	70,4	29,6		

Die Ergebnisse zur Merkmalsgruppe „Datenfelder und Datenformulare“ (vgl. Tab. 4.19) ergaben, dass an allen Arbeitsplätzen Datenfelder und/oder Datenformulare genutzt wurden (MM34). Art und Umfang der erforderlichen Eingaben waren an den verschiedenen Arbeitsplätzen jedoch sehr unterschiedlich:

- Anklicken von Schaltflächen (z. B. starten/stoppen, plus/minus zur Erhöhung/Verringerung von Werten),
- Listen mit Auswahlalternativen (z. B. "Dropdown"-Listen),
- Eingabe von Werten (z. B. Regelgrößen, Sollwerte),
- Auswählen von Textbausteinen und
- Eingabe von Freitexten.

Die aktiven Datenfelder waren grundsätzlich optisch hervorgehoben (MM36), beispielsweise durch Umrandung, Farbe, Farbänderung, Tiefendarstellung oder Blinken

des Cursors. Darüber hinaus war die Unterscheidung zwischen Eingabe- und Anzeigefeldern, z. B. durch Beschriftung oder Farbe, meist gewährleistet (MM38, n = 26, 92,3 % erfüllt). Für den Fall, dass ein Dateneingabefeld ein bestimmtes Format erforderte, war dies in den meisten Fällen im Eingabefeld deutlich angegeben, z. B. in Form von Schaltflächen, Dropdown-Listen, Maßeinheiten neben den Eingabefeldern oder Feldbezeichnungen (MM39, 70,4 % erfüllt).

Tab. 4.20 Prozentuale und absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – Funktionsbilder und Schaltpläne

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		absolute Häufigkeiten	
		erfüllt	nicht erfüllt	neutrales Ja	neutrales Nein
MM40: Funktionsbilder/Schaltpläne	27			22	5
MM41: Übersichtlichkeit	22	50,0	50,0		
MM42: Identifizierung von Systemkomponenten	22	72,7	27,3		
MM43: Anfangs-/Endpunkte sämtlicher Flussrichtungslinien	22	86,4	13,6		
MM44: Fließrichtung	22	45,5	54,5		

Für die Merkmalsgruppe „Funktionsbilder und Schaltpläne“ (vgl. Tab. 4.20) zeigte sich, dass es an 22 der 27 Arbeitsplätze auf Bildschirmen dargestellte Fließbilder oder Schaltpläne gab (MM40). Diese schematischen Darstellungen mit alphanumerischen Zeichen dienten zur Veranschaulichung von Beziehungen oder Verläufen in Prozessen bzw. Systemen. In den schematischen Darstellungen waren größtenteils die Anfangs- und Endpunkte der Flussrichtungslinien (z. B. Produkt-, Energie- oder Informationsfluss) eindeutig gekennzeichnet und begannen bzw. endeten an den jeweiligen Systemkomponenten (MM43, n = 22, 86,4 %). Die Fließrichtung war jedoch nur an 45,5 % der Arbeitsplätze durchgängig auf allen vorhandenen Fließbildern erkennbar (MM44, n = 22). In Fällen, in denen dies nicht der Fall war, mussten die Operateure entweder die Fließrichtung wissen oder den Verlauf über eine längere Strecke nachverfolgen. An jedem zweiten Arbeitsplatz wurde die Übersichtlichkeit mancher Fließbilder/Schaltpläne bemängelt (MM41, n = 22). Mitunter waren diese sehr bunt, mit Zahlen überladen oder die Systemkomponenten bzw. die Beziehung der dargestellten Komponenten zueinander waren nicht dargestellt.

Die Ergebnisse der Merkmalsgruppe „Karten“ (vgl. Tab. 4.21) ergaben, dass Kartendarstellungen (MM45), wie z. B. Lagepläne, Netzübersichtskarten, Ortskarten oder Landkarten, an 10 der 27 Arbeitsplätze mehr oder minder regelmäßig verwendet wurden. In den sechs Fällen, in denen eine Karte den Inhalt/Platz einer (Bildschirm-)Seite überschritt, war es den Operateuren möglich, leicht zwischen den einzelnen (Bildschirm-)Seiten zu navigieren sowie ihre aktuelle Position auszumachen (MM47, n = 6). Darüber hinaus waren – im Falle der Verwendung mehrerer Karten – diese überwiegend einheitlich ausgerichtet, z. B. genordet (MM46, n = 7, 85,7 %).

Tab. 4.21 Prozentuale und absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – Karten

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		absolute Häufigkeiten	
		erfüllt	nicht erfüllt	neutrales Ja	neutrales Nein
MM45: Kartendarstellungen	27			10	17
MM46: einheitliche Ausrichtung	7	85,7	14,3		
MM47: leichte Navigation	6	100,0	0,0		

Tab. 4.22 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – Videoüberwachungsbilder

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten	
		erfüllt	nicht erfüllt
MM48: Videoüberwachungsbilder: Erkennbarkeit der Informationen	13	100,0	0,0
MM49: Videoüberwachungsbilder: konsistente Darstellung	13	76,9	23,1

Für die Merkmalsgruppe „Videoüberwachungsbilder“ (vgl. Tab. 4.22) konnte vermerkt werden, dass an allen 13 der 27 Arbeitsplätze, an denen Videoüberwachungsbilder verwendet wurden, die Erkennbarkeit der entsprechenden Informationen sichergestellt war (MM48, n = 13). Dabei ging es z. B. bei Personenkontrollen um die Erkennbarkeit der Gesichter und bei Prozesskontrollen um die Kontrolle der Farbe einer Flamme oder die Funktionsfähigkeit von Schneckenextrudern, Filtern oder Sieben. Häufig war die Darstellung auf den Videoüberwachungsbildern konsistent (MM49, n = 13, 76,9 %); das bedeutet, die Bewegungsdarstellungen entsprachen der Realität bzw. es lagen keine widersprüchlichen Bewegungsrichtungen auf zwei Monitoren vor. An einigen Arbeitsplätzen entsprach die Bewegungsdarstellung mitunter jedoch nicht der Realität (z. B. spiegelverkehrte Darstellungen) und konnte daher zu Inkompatibilitäten in der Wahrnehmung und Beurteilung der dargestellten Inhalte führen.

4.6.4.1.2 Organisation von Informationen

Im Bereich der Organisation der Information wiesen die Erfüllungsgrade der einzelnen Beurteilungsmerkmale ebenfalls eine recht große Streuung auf. Während die Merkmale MM58 („gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen, Differenzierung von Informationsbereichen“, n = 14) und MM60 („gemeinsam

genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen, zur allgemeinen Überwachung“, n = 17) vollständig umgesetzt bzw. erfüllt waren, zeigten sich bei anderen Merkmalen erhebliche Probleme (vgl. Abb. 4.21). Vier Einzelmerkmale hatten noch relativ hohe Erfüllungsgrade zwischen 74,1 % bis 82,4 %: MM53 („parallel benötigte Informationen auch parallel darstellbar“), MM54 („Fenster, eindeutig identifizierbar“), MM59 („gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen, kein häufiger Blickwechsel“, n = 17) und MM61 („gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen: Regeln für die Änderung von Informationsdarstellungen“, n = 17). Dabei wurde das Beurteilungsmerkmal MM53 an keinem Arbeitsplatz als „nicht erfüllt“ eingestuft (guter Gestaltungszustand: 74,1 %, akzeptabler Gestaltungszustand: 25,9 %). Der niedrigste Erfüllungsgrad ergab sich für Merkmal MM52 („Beziehung der Seiten zueinander“, n = 23) mit 26,1 %.

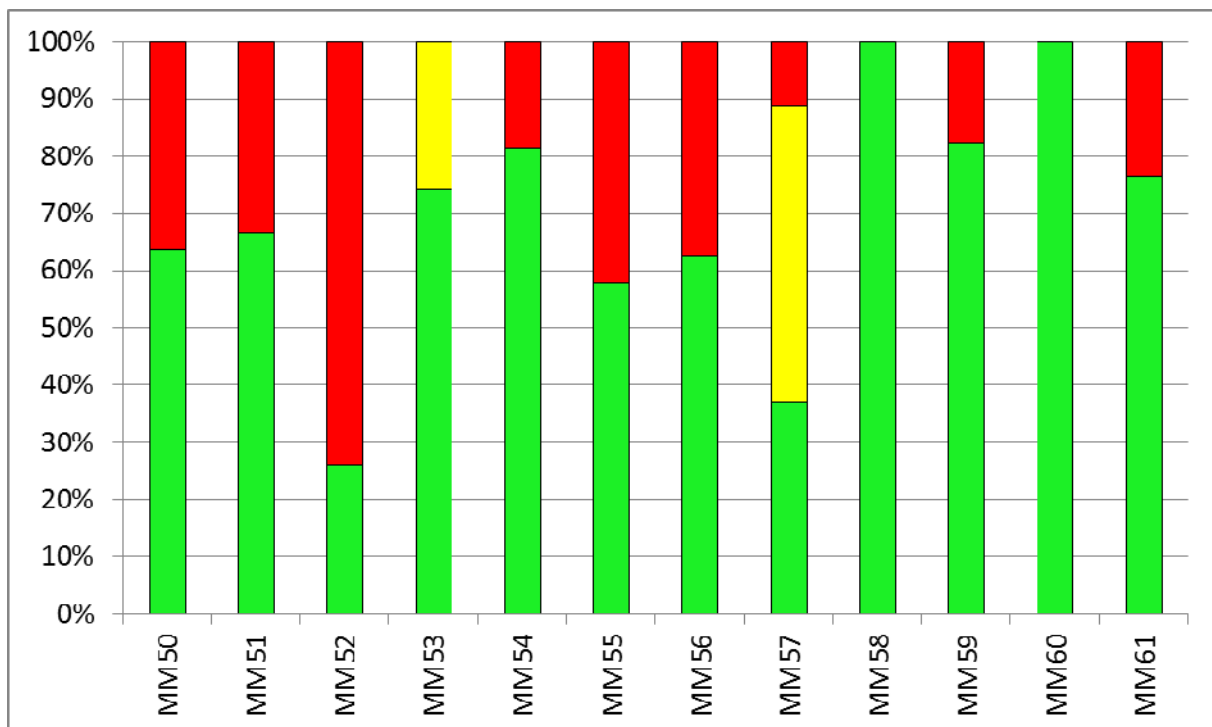


Abb. 4.21 Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal des Merkmalsbereichs „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – Ausschnitt: Organisation von Informationen des Teilbereichs „Anzeigenbezogene Merkmale“ über alle untersuchten Arbeitsplätze

Auf die prozentualen bzw. absoluten Häufigkeiten der Erfüllung für die Merkmale zur Organisation von Informationen des Teilbereichs „Anzeigenbezogene Merkmale“ der Mensch-Maschine-Kommunikation wird im Folgenden detailliert eingegangen.

Tab. 4.23 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation – Organisation von Informationen“

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		
		erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt
MM50: Prozessseite: Sprungfunktionen zu Übersichtsanzeige bzw. vor- oder nachgeschalteten Prozessseiten	22	63,6		36,4
MM51: jede Seite: einmaliger/eindeutiger Identifikationsname	27	66,7		33,3
MM52: Beziehung der Seiten zueinander	23	26,1		73,9
MM53: parallel benötigte Informationen auch parallel darstellbar	27	74,1	25,9	0,0
MM54: Fenster: eindeutig identifizierbar	27	81,5		18,5
MM55: Bildelemente: Kennzeichnung	26	57,7		42,3
MM56: Maßeinheiten: Beschriftung	24	62,5		37,5
MM57: jeder Bildschirm: Darstellung von Informationen aller Kategorien	27	37,0	51,9	11,1
MM58: gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen: Differenzierung von Informationsbereichen	14	100,0		0,0
MM59: gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen: kein häufiger Blickwechsel	17	82,4		17,6
MM60: gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen: zur allgemeinen Überwachung	17	100,0		0,0
MM61: gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen: Regeln für die Änderung von Informationsdarstellungen	17	76,5		23,5

Die Ergebnisse der Merkmalsgruppe „Organisation von Informationen“ (vgl. Tab. 4.23) zeigten, dass für das Beurteilungsmerkmal MM52 ($n = 23$) an 73,9 % der Arbeitsplätze nicht oder nicht durchgängig erkennbar war, in welcher Beziehung eine aufgerufene Prozessseite zu anderen Seiten stand. Somit waren die Operateure auf ihr gedächtnisrepräsentiertes Wissen über den Prozessablauf angewiesen, wenn sie erkennen wollten, welches das vor- bzw. nachgeschaltete Prozessbild ist. Benötigten die Operateure zu einem Zeitpunkt mehrere Informationen gleichzeitig, so war es ihnen häufig möglich, sich diese Informationen parallel und mit annähernd gleichem Sehabstand anzeigen zu lassen (MM53, 74,1 % erfüllt). In rund einem Viertel der Fälle war die Information zwar parallel abrufbar, erforderte aber aufgrund unterschiedlicher Sehentfernungen eine Akkommodationsleistung. Der Fall, dass parallel benötigte Informationen nur sequentiell angezeigt werden konnten (= „Rot“), wurde nicht vorgefunden.

Die auf den Bildschirmen dargestellten Fenster waren an 81,5 % der Arbeitsplätze eindeutig identifizierbar (MM54). Durch Fensterbezeichnungen wurden z. B. Kenn-

zeichnungen der Anlagenkomponente (z. B. Tagnummer), Messort oder sonstige Beschreibungen angegeben.

An nur etwa einem Drittel der Arbeitsplätze konnten sämtliche Informationen auf allen Bildschirmen angezeigt werden, um notfalls Ersatz für einen ausgefallenen Monitor zu schaffen oder Anzeigen miteinander kombinieren zu können (MM57, 37,0 %). Bei jedem zweiten Arbeitsplatz (51,9 %) waren zumindest die meisten Bildschirme (= „Gelb“) in der Lage, sämtliche Informationen anzeigen zu können. Die Tatsache, dass nicht alle Bildschirmgeräte in der Lage waren, andere zu ersetzen, lag zum Teil an unterschiedlichen Signalarten, dem Anschluss an unterschiedliche Netze oder an unterschiedlichen Softwareprogrammen für die Überwachung und Steuerung der Prozesse. Hier wären Umrüstungen oder Umstellungen auf angemessenere Technologien empfehlenswert.

Die an 17 der 27 Arbeitsplätzen vorhandenen gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen dienten ausschließlich der allgemeinen Überwachung, während Steuerungsaufgaben an den Bildschirmen am Arbeitsplatz der Operateure bearbeitet wurden (MM60, n = 17). Darüber hinaus konnte ein häufiger Blickwechsel zwischen den getrennt angeordneten und den direkt am Arbeitsplatz befindlichen Anzeigen weitestgehend (82,4 % der Arbeitsplätze) vermieden werden (MM59, n = 17). Die auf den gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen abgebildeten einzelnen Informationsbereiche waren durchgängig gut voneinander zu unterscheiden (MM58, n = 14); häufig wurde pro Monitor sogar nur ein einziger Informationsbereich dargestellt. Regeln, nach denen die auf den gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigen dargestellten Informationen geändert werden durften, gab es an ca. drei Viertel der Arbeitsplätze (MM61, n = 17, 76,5 % erfüllt). In einigen Leitwarten war eindeutig festgelegt, was auf den Bildschirmen dargestellt werden sollte. In anderen Leitwarten gab es solche festen Zuordnungen nur für bestimmte Bildschirme, so dass die Operateure entscheiden konnten, welche Informationen sie auf die anderen Bildschirme legen wollten. Darüber hinaus gab es mitunter auch unterschiedliche Grundeinstellungen, die je nach Situation von den Operateuren geladen werden konnten; z. B. „Hauptzeit“ oder „Nacht“, „Normalbetrieb“ oder „Havarie“; wobei im Falle der Havarie für gewöhnlich der Vorgesetzte entschied, was auf den Anzeigen abgebildet wurde.

4.6.4.1.3 Codierverfahren

Die Beurteilungsmerkmale der Gruppe „Codierverfahren“ zeigten die volle Schwankungsbreite für Erfüllungsgrade zwischen 0 % und 100 % (vgl. Abb. 4.22). Beurteilungsmerkmale mit einem Erfüllungsgrad von 100 % waren MM69 („Unterschiede Linienart bzw. Linienstärke erkennbar“, n = 22) und MM72 („Farben in unterscheidbaren Graustufen auf monochromen Bildschirmgeräten“, n = 1). Auch die Beurteilungsmerkmale MM62 („Status von grafischen Objekten“, 96,3 %), MM64 („Codes nach etablierten Standards oder konventionellen Bedeutungen“, n = 26, 96,2 %) und MM74 („keine Farben hoher Sättigung mit spektral sehr unterschiedlichen Wellenlängen nebeneinander“, 92,6 %) wiesen hohe Erfüllungsgrade auf. Die Merkmale MM63 („Bedeutung der Codes“, 11,1 %), MM73 („Farben unterscheidbar/vom Untergrund abgehoben“, 22,2 %) und MM76 („Farben für Farbfehlsichtige als Graustufen erkennbar“, n = 1, 0 %) waren dagegen Merkmale, die nie oder nur selten erfüllt wurden. Das Beurteilungsmerkmal MM76 konnte allerdings auch nur an einem Arbeitsplatz überprüft werden an welchem es als „nicht erfüllt“ beurteilt wurde. Die Ergebnisse sprachen weniger für eine insgesamt unangemessene Berücksichtigung von

Codierungsproblemen als vielmehr für die mangelnde Berücksichtigung spezifischer Gestaltungsaspekte.

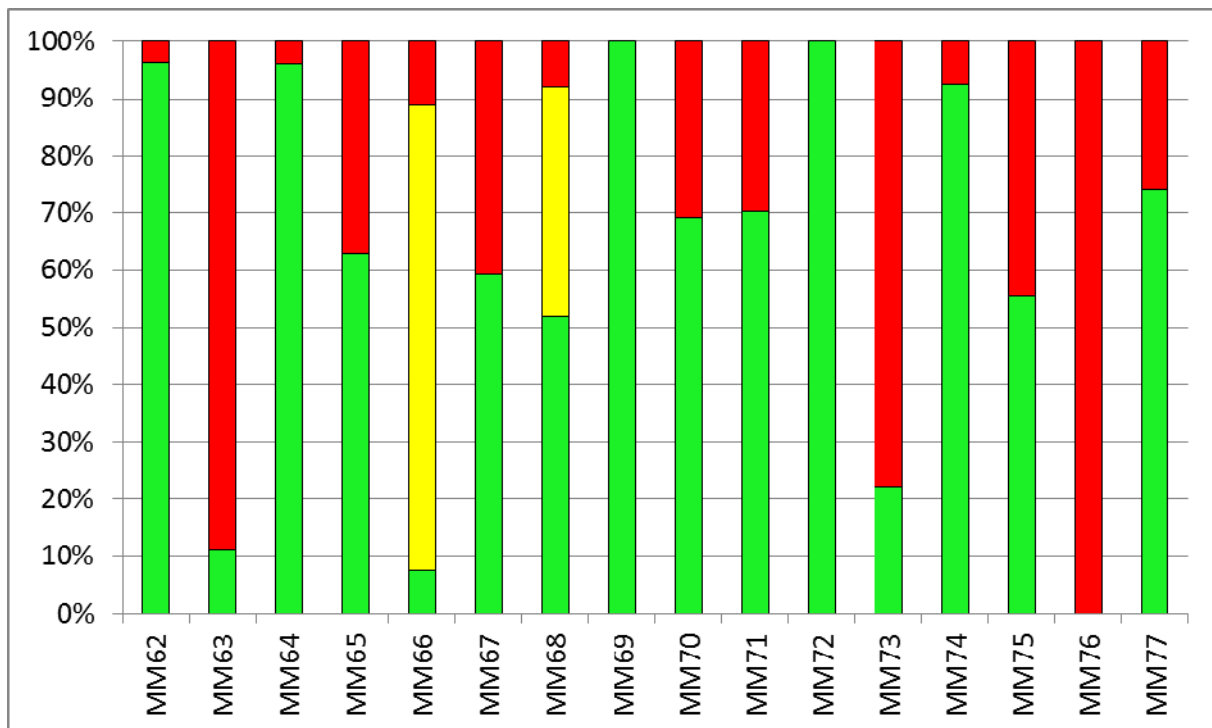


Abb. 4.22 Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal des Merkmalsbereichs „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – Ausschnitt: Codierverfahren des Teilbereichs „Anzeigenbezogene Merkmale“ über alle untersuchten Arbeitsplätze

Auf die prozentualen bzw. absoluten Häufigkeiten der Erfüllung für die Merkmale zu Codierverfahren des Teilbereichs „Anzeigenbezogene Merkmale“ der Mensch-Maschine-Kommunikation (MM62 – MM77) wird im Folgenden detailliert eingegangen.

In Bezug auf die Merkmalsgruppe „Codierverfahren“ (vgl. Tab. 4.24) ließ sich feststellen, dass Codierungen an den meisten Arbeitsplätzen dazu verwendet wurden, den unterschiedlichen Status von graphischen Objekten anzuzeigen (MM62, 96,3 % erfüllt). Darüber hinaus erfolgte in der Regel die Festlegung der Codes nach etablierten Standards und gängigen Konventionen (MM64, n = 26, 96,2 %). Dazu zählten Beispiele wie die Zunahme eines Wertes (z. B. der Temperatur oder des Öffnungsgrads eines Ventils) nach gängiger Erwartungshaltung von unten nach oben bzw. von links nach rechts.

Informationen über die Bedeutung von Codes waren jedoch nur selten leicht zugänglich (MM63, 11,1 %). Informationen sind dann leicht zugänglich, wenn sie z. B. in der Software hinterlegt und abrufbar sind. Die Bedeutung von Abkürzungen bei alphanumerischen Codes (MM66) war nur an 7,4 % der Arbeitsplätze leicht verständlich und interpretierbar. In der Regel waren dieses Merkmal jedoch zumindest teilweise erfüllt (= „Gelb“, 81,5 %).

Tab. 4.24 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation – Codierverfahren“

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		
		erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt
MM62: Status von grafischen Objekten	27	96,3		3,7
MM63: Bedeutung der Codes	27	11,1		88,9
MM64: Codes nach etablierten Standards oder konventionellen Bedeutungen	26	96,2		3,8
MM65: alphanumerischen Codes: kurz	27	63,0		37,0
MM66: alphanumerischen Codes: Bedeutung von Abkürzungen	27	7,4	81,5	11,1
MM67: alphanumerische Codes: konsistent	27	59,3		40,7
MM68: Bildschirmsymbole unterscheidbar, interpretierbar/klar verständlich	25	52,0	40,0	8,0
MM69: Unterschiede Linienart bzw. Linienstärke erkennbar	22	100,0		0,0
MM70: Farbcodierung: nach gebräuchlichen Konventionen	26	69,2		30,8
MM71: Farbcodierung: konsistent	27	70,4		29,6
MM72: Farben in unterscheidbaren Graustufen (monochrome Bildschirmgeräte)	1	100,0		0,0
MM73: Farben unterscheidbar, vom Untergrund abgehoben	27	22,2		77,8
MM74: keine Farben hoher Sättigung mit spektral sehr unterschiedlichen Wellenlängen nebeneinander	27	92,6		7,4
MM75: keine Farben hoher Sättigung und helles Weiß als Hintergrundfarbe	27	55,6		44,4
MM76: Farben für Farbfehlsichtige als Graustufen erkennbar	1	0,0		100,0
MM77: Blinken als Codierung für die Erregung von Aufmerksamkeit	27	74,1		25,9

Sofern unterschiedliche Linienarten (z. B. durchgezogen oder gestrichelt) oder Linienstärke (normal oder fett) verwendet wurden, waren diese Unterschiede auf den Fließbildern überall gut auszumachen (MM69, n = 22). Jedoch musste festgestellt werden, dass nur bei 22,2 % der Arbeitsplätze die Farben von Linien, Symbolen oder Zeichen deutlich voneinander unterscheidbar waren bzw. sich ausreichend von Untergrund abhoben (MM73). Die Verwendung der Farben (z. B. Dunkelgrün auf Schwarz, Hellblau oder Hellgrau auf Grau, Weiß auf Rosa oder Hellblau) legte nahe, dass auf ausreichende Farbkontraste häufig nicht geachtet wurde. Im Allgemeinen wurde auf die Verwendung von Farben hoher Sättigung mit spektral sehr unterschiedlichen Wellenlängen nebeneinander (z. B. rote Schrift auf blauem Untergrund) verzichtet (MM74, 92,6 % erfüllt). In einigen Leitwarten entsprachen die Farbcodierungen der dargestellten Informationen allerdings nicht den einschlägigen arbeitswissenschaftlichen Empfehlungen (vgl. Kap. 5.5) (MM70, n = 26, 30,8 %). So wurde

z. B. „Rot“ für stehende, aber störungsfreie oder gar für in Betrieb befindliche Anlagenkomponenten verwendet. Dies entspricht nicht der gängigen Erwartung nach der „Rot“ Störungen oder Handlungsbedarf signalisiert. Aus solchen Inkompatibilitäten können Fehlhandlungen entstehen, auch wenn einige Unternehmen darauf hingewiesen haben, dass dies ein firmenspezifischer Standard sei.

Monochrome Bildschirmgeräte kamen nur noch in einer Leitwarte zum Einsatz; die darauf dargebotenen Zeichen und Symbole waren als unterschiedliche Graustufen gut erkennbar (MM72, n = 1). Die Frage, ob die verwendeten Farben auf den Bildschirmdarstellungen für Fehlsichtige als Graustufen erkennbar sind (MM76, n = 1), konnte in 26 Fällen nicht empirisch überprüft werden. In einer Leitwarte befand sich allerdings ein Operateur mit Fehlsichtigkeit. Er berichtete, dass er das Orangebraun, welches eine Störung bzw. Verriegelung kennzeichnete, als „Grün“ wahrnehme.

In vielen Leitwarten wurde darüber hinaus Blinken als Codierung verwendet (MM77, 74,1 % erfüllt), um dadurch zusätzlich die Aufmerksamkeit der Operateure zu erregen. Als Beispiele gelten hier neu auflaufende, unquittierte Alarmer oder Anlagenkomponenten, die sich in Störung befinden bzw. deren Zustand sich ändert.

4.6.4.2 Stellteilbezogene Merkmale

Von den Beurteilungsmerkmalen zum Teilbereich „Stellteilbezogene Merkmale“ konnten einzelne Merkmale über alle Arbeitsplätze als „erfüllt“ beurteilt werden und ein anderes Merkmal wiederum lediglich bei 14,8 % der Arbeitsplätze. Die Streuung der Erfüllungsgrade war somit auch hier beachtlich (vgl. Abb. 4.23). Die vier Beurteilungsmerkmale MM80 („Maus, Joystick, Rollball etc., schnelle/genauere Positionierung“), MM81 („Cursor, Positionierungsgenauigkeit“, n = 1), MM83 („Tastbildschirme, kein Bewegen und Halten des Armes über längere Zeitspannen“, n = 3) und MM98 („Schnittstellengestaltung entspricht Ausbildungsniveau“) waren an allen untersuchten Arbeitsplätzen erfüllt. Zu beachten ist dabei allerdings, dass das Beurteilungsmerkmal MM81 lediglich in einem und das Merkmal MM83 nur in drei Fällen anwendbar war. Darüber hinaus erreichten die Merkmale MM79 („Erkennbarkeit Cursor“, 96,3 %), MM 91 („Anzeige, wenn System belegt ‚busy‘ oder außer Betrieb“, 96,3 %) und MM99 („keine Ausnahmen von Grundregeln der Interaktion“, n = 25, 92,0 %) hohe Erfüllungsgrade. Eine ebenfalls relativ hohe graduelle Erfüllung konnte bei den Merkmalen MM87 („nächste Seite/nächstes Fenster, max. 2 Sek.“, 81,5 %), MM88 („Fehlerrückmeldung, max. 2 Sek.“, 88,9 %), MM92 („Folge von Aktionen“, 88,9 %) und MM94 („Stellteile, keine unbeabsichtigte Betätigungen“, n = 20, 75,0 %) beobachtet werden. Demgegenüber deutete das Merkmal MM86 („Eingriff mit schwerwiegenden Konsequenzen“) mit einem Erfüllungsgrad von nur 14,8 % auf erheblichen Gestaltungsbedarf hin.

Da bei „neutralen“ Ja/Nein-Antworten der Merkmale (MM78 „Cursor?“ und MM82 „Tastbildschirme?“) lediglich das Vorhandensein eines Gestaltungsaspekts abgefragt wurde, aber keine Bewertung erfolgte, fanden beide Merkmale in der Abbildung 4.23 keine Berücksichtigung. Auf diese Merkmale wird jedoch nachfolgend auch eingegangen.

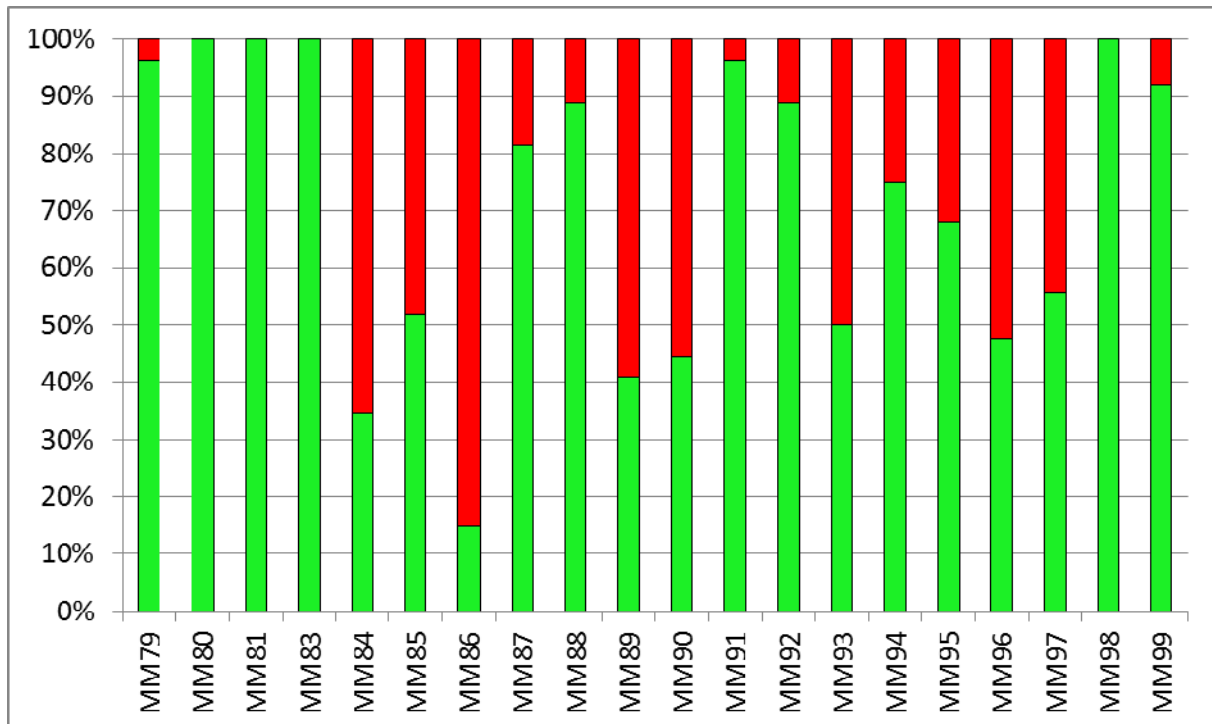


Abb. 4.23 Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation – Teilbereich „Stellteilbezogene Merkmale“ über alle untersuchten Arbeitsplätze

Die prozentualen bzw. absoluten Häufigkeiten der Erfüllung für die Merkmale des Teilbereichs „Stellteilbezogene Merkmale“ der Mensch-Maschine-Kommunikation (MM78 - MM99) werden im Folgenden ebenfalls detailliert behandelt.

Die Ergebnisse der Merkmalsgruppe „Stellteilbezogene Merkmale“ (vgl. Tab. 4.25) ergaben, dass an allen untersuchten Arbeitsplätzen auf den Bildschirmen mit Cursor (MM78) gearbeitet wurde und diese Cursor in der Regel gut erkennbar waren (MM79, 96,3 % erfüllt). Im Allgemeinen wäre es aber dennoch wünschenswert, wenn die Größe und die Form der Cursor individuell einstellbar wären. Mit den an den Arbeitsplätzen vorhandenen Positionierungselementen war in allen Fällen eine schnelle und genaue Positionierung möglich (MM80). An einem Arbeitsplatz, an welchem eine sehr hohe Positionierungsgenauigkeit des Cursors in grafischen Interaktionen gefordert war, gab es eine entsprechende Einrichtung zur Bestimmung seiner genauen Position (MM81, n = 1). Als Beispiele gelten hier Pfeil, Fadenkreuz oder V-Form.

Tastbildschirme wurden ausgesprochen selten und nur im Zusammenhang mit Telefonanlagen verwendet (MM82, n = 3); zur Prozesssteuerung dagegen überhaupt nicht mehr. Hier hat also eine Abkehr von früheren Gestaltungslösungen stattgefunden. Bei der Aufgabenerledigung mithilfe dieser Tastbildschirme (z. B. Kundengespräche, interne Kommunikation, Alarmdurchsagen, Abspielen von Sprachaufnahmen) wurde das Bewegen und Halten der Arme über längere Zeitspannen vermieden (MM83, n = 3).

Bei regelmäßig wiederkehrenden Eingriffen standen den Operateuren nur an circa einem Drittel der Arbeitsplätze Tastaturkürzel, sogenannte „shortcuts“, zur Verfügung (MM84, n = 26, 34,6 % erfüllt). Standen solche Tastaturkürzel nicht zur Verfügung, war eine automatische Ausführung der notwendigen und sich wiederholenden Schritte nicht möglich.

Tab. 4.25 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation – stellteilbezogene Merkmale“

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		absolute Häufigkeiten	
		erfüllt	nicht erfüllt	neutrales Ja	neutrales Nein
MM78: Cursor	27			27	0
MM79: Erkennbarkeit Cursor	27	96,3	3,7		
MM80: Maus, Joystick, Rollball etc.: schnelle/ genaue Positionierung	27	100,0	0,0		
MM81: Cursor: Positionierungsgenauigkeit	1	100,0	0,0		
MM82: Tastbildschirme ("touchscreen")	27			3	24
MM83: Tastbildschirme: kein Bewegen und Halten des Armes über längere Zeitspannen	3	100,0	0,0		
MM84: Tastaturkürzel ("shortcuts")	26	34,6	65,4		
MM85: Manipulation von Objekten	27	51,9	48,1		
MM86: Eingriff mit schwerwiegenden Konsequenzen	27	14,8	85,2		
MM87: nächste Seite/nächstes Fenster: 2 Sek.	27	81,5	18,5		
MM88: Fehlerrückmeldung: 2 Sek.	27	88,9	11,1		
MM89: Anzeige, wenn Ausführung eines Befehls länger als 2 Sek.	22	40,9	59,1		
MM90: Verständlichkeit der Systemrückmeldungen	27	44,4	55,6		
MM91: Anzeige, wenn System belegt ("busy") oder außer Betrieb	27	96,3	3,7		
MM92: Folge von Aktionen	27	88,9	11,1		
MM93: Kennzeichnung von Stellteilen	6	50,0	50,0		
MM94: Stellteile: keine unbeabsichtigte Betätigungen	20	75,0	25,0		
MM95: keine Möglichkeit, (sicherheits-)kritische Systeme zu übergehen	22	68,2	31,8		
MM96: keine Konflikte zwischen Eingriffen von mehreren Leitwartenoperatoren	21	47,6	52,4		
MM97: redundante Systeme	27	55,6	44,4		
MM98: Schnittstellengestaltung entspricht Ausbildungsniveau	27	100,0	0,0		
MM99: keine Ausnahmen von Grundregeln der Interaktion	25	92,0	8,0		

In nahezu der Hälfte der Fälle war es den Operateuren möglich, Eingriffe wie z. B. das Starten oder Stoppen von Anlagenkomponenten vorzunehmen, ohne dass das entsprechende Objekt sowie dessen Beziehung zu anderen Anlagenkomponenten auf dem Bildschirm dargestellt war und die Auswirkungen der Eingriffe unmittelbar

verfolgbar waren (= „Rot“, MM85, 48,1 %). So ließen sich faceplates einfrieren und das dazugehörige Fließbild schließen, aber dennoch Eingriffe vornehmen. Bei Eingriffen mit schwerwiegenden Konsequenzen sollte das System die Operateure deutlich über diese Konsequenzen informieren und vor der Ausführung eine weitere Bestätigung von den Operateuren fordern. Dies war jedoch an 85,2 % der untersuchten Arbeitsplätze nicht der Fall (MM86). Häufig erfolgte allerdings zumindest eine Sicherheitsabfrage, welche bestätigt werden musste, jedoch ohne weitere Informationen zu den Folgen des Eingriffs zu geben. Im Prinzip entstanden dadurch deutliche, aber vermeidbare Risiken für die Systemsicherheit.

Wenn von den Operateuren eine neue Seite oder ein neues Fenster aufgerufen wurde, so erfolgte die Anzeige meist innerhalb von ca. zwei Sekunden (MM87, 81,5 % erfüllt). Auch Fehlermeldungen nach Beendigung von Eingaben ins System erschienen größtenteils innerhalb von etwa zwei Sekunden auf dem Bildschirmen (MM88, 88,9 %). Bei fehlerhaften Eingaben kam es jedoch auch vor, dass das System ohne entsprechende Fehlermeldung die Aktion einfach nicht ausführte und der Eingriff (ohne Rückmeldung) unwirksam blieb. Rückmeldungen des Systems waren darüber hinaus für die Operateure nicht immer verständlich bzw. teilweise nur mit langer Erfahrung interpretierbar (MM90, 55,6 %).

Anzeigen, die die Operateure bei umfassenden Eingriffen darüber informierten, dass ein Eingriff zwar bereits ausgeführt werde, die Ausführung jedoch länger dauere (z. B. Fortschrittsbalken, Schrittablaufketten, Restzeitanzeigen), gab es an 59,1 % der Arbeitsplätze nicht (MM89, n = 22). In der Regel war es für den Operateur aber ersichtlich, ob das System arbeitete („busy“) oder außer Betrieb war (MM91, 96,3 %) bzw. wann eine Folge von Aktionen abgeschlossen war (MM92, 88,9 %). Dies wurde beispielsweise durch Rückmeldungen in Textform (z. B. in der Meldeliste oder auf dem Fließbild) bzw. durch Veränderungen der Anlagenkomponenten in Form von Farbwechsel, Blinken (bis Aktion abgeschlossen), Bewegung/Stillstand der Symbole oder Einblenden zusätzlicher Symbole (wie z. B. Pfeile) signalisiert. Neben Standardeingabemitteln, wie Maus und Tastatur, wurde an sechs Arbeitsplätzen noch mit weiteren Stellteilen (z. B. Joystick) gearbeitet. Jedoch waren diese Stellteile an jedem zweiten Arbeitsplatz nicht bzw. nicht durchgängig eindeutig gekennzeichnet (Funktion, MM93, n = 6, 50,0 %). Die Sicherung von sicherheitsbezogenen Stellteilen und Notsteuerungseinrichtungen gegen unbeabsichtigte Betätigung – z. B. durch ihre Lage, Tastensperren, Absperrungen oder Sicherheitsabfragen – war lediglich an drei Vierteln der Arbeitsplätze gewährleistet (MM94, n = 20, 75,0 % erfüllt).

Wenn in Leitwarten Eingriffe in das System von mehreren Arbeitsplätzen im Warterraum möglich waren, bestand in 52,4 % der Fälle die Gefahr von Konflikten zwischen Eingriffen verschiedener Operateure, da seitens des Systems die Beschränkung eines Eingriffs auf einen Operateur zur selben Zeit nicht gewährleistet war (MM96, n = 21). Um derartige Situationen möglichst zu vermeiden, erfolgten in diesen Leitwarten meist Aufgabenaufteilungen sowie Absprachen zwischen den Operateuren. Eine derartige Lösung mag zwar praktikabel und ad hoc umsetzbar sein, aber einen zuverlässigen Schutz wird sie nicht gewährleisten können.

Die Gestaltung der Interaktionsschnittstelle (z. B. Interaktionslogik und -grundsätze) entsprach an allen Arbeitsplätzen in etwa den Ausbildungsniveaus der Operateure (MM98). Während es früher keine Seltenheit war, dass Handwerker sämtlicher Gewerke angelernt wurden, arbeiten an den Leitwartenarbeitsplätzen heutzutage – je nach Branche – überwiegend Chemiefacharbeiter, Chemikanten, Mechatroniker, Elektroniker, Verfahrensmechaniker, Kommunikationstechniker/-elektriker, Beleuch-

ter und Tontechniker. Die Mitarbeiter bringen dabei zum Teil Erfahrungen aus dem Außendienst oder Zusatzqualifikationen mit.

Abweichungen von den üblichen Regeln der Interaktion waren im Allgemeinen nicht gestattet (MM99, n = 25, 92,0 % erfüllt). Das bedeutete, dass z. B. beim Anfahren der Anlage Abkürzungen und Umgehungen der üblichen Regeln nicht erlaubt waren.

4.6.4.3 Allgemeine Merkmale/Dialogführung

In einer nach Einzelmerkmalen des Teilbereichs „Allgemeine Merkmale/ Dialogführung“ differenzierten Betrachtung fielen die Erfüllungsgrade ebenfalls sehr unterschiedlich aus. Sie lagen im Bereich zwischen 3,7 % und 91,7 % (vgl. Abb. 4.24). Insgesamt zeigte sich in diesem Teilbereich der Mensch-Maschine-Kommunikation der geringste Erfüllungsgrad der Merkmale über alle untersuchten Arbeitsplätze (vgl. Abb. 4.18).



Abb. 4.24 Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal des Merkmalsbereichs „Mensch-Maschine-Kommunikation – Teilbereich „Allgemeine Merkmale/Dialogführung“ über alle untersuchten Arbeitsplätze

Den höchsten Erfüllungsgrad wies Merkmal MM111 („Prozessbilder, Vorstellungen über den Ablauf des Prozesses“, n = 24, 91,7 %) auf. Bei fünf weiteren Merkmalen war der Erfüllungsgrad noch verhältnismäßig hoch: MM100 („unterschiedliche Softwaresysteme, keine Mehrfacheingaben“, n = 24, 75,0 %), MM113 („Steuerung bei der Bearbeitung gleichartiger Prozesse in gleicher Weise“, 77,8 %), MM114 („Plausibilitätsprüfungen“, 85,2 %), MM123 („Systembefugnis, manuell/automatisiert“, n = 21, 81,0 %) und MM131 („Fehler- und Alarmmeldungen, Signalfarben und starke Kontraste“, 81,5 %).

In Bezug auf das Merkmal MM105 („Sprachgebrauch des Leitwartenoperators berücksichtigt“) wurde der Gestaltungszustand an keinem Arbeitsplatz als „nicht erfüllt“ eingestuft, sondern an allen als „akzeptabel (63,0 %) bis „gut“ (37,0 %).

Der größte Handlungsbedarf (96,3 % nicht erfüllt) bestand dagegen bei den Merkmalen MM117 („Dialogführung, Erfahrungsniveau wählbar“), MM120 („Lernprogramm“) und MM130 („Alarmer, unterschiedliche Schalldruckpegel“). Auch sieben weitere Merkmale wiesen auf erheblichen Handlungsbedarf hin: MM107 („Hilfefunktionen vorhanden“, 81,5 %), MM108 („Hilfefunktionen leicht abrufbar“, 81,5 %), MM109 („Hilfefunktionen, konkrete Lösungsvorschläge oder Beispiele“, 88,9 %), MM116 („Fehlermeldung, konkrete Korrekturmöglichkeiten“, 88,9 %), MM124 („anlagenweite Alarmstrategie“, 88,9 %), MM125 („kontinuierlicher Alarm-Management-Prozess“, 81,5 %) und MM129 („Alarmer, unterschiedliche Frequenzen“, 85,2 %).

Auf die prozentualen bzw. absoluten Häufigkeiten der Erfüllung für die Merkmale des Teilbereichs „Allgemeine Merkmale/Dialogführung“ der Mensch-Maschine Kommunikation wird im Folgenden detailliert eingegangen. Hierbei wurde eine weitere Unterteilung dieser Merkmale in drei Gruppen vorgenommen:

- Dialogführung (MM100 - MM121),
- Systembefugnis (MM122, MM123) und
- Alarmmanagement (MM124 - MM131).

In der Merkmalsgruppe „Dialogführung“ (vgl. Tab. 4.26) wurde festgestellt, dass Mehrfacheingaben meist vermieden werden konnten, selbst wenn in den Leitwarten unterschiedliche Softwaresysteme zum Einsatz kamen. Die manuelle Übertragung von Daten war häufig nicht notwendig, da die Systeme entweder miteinander kommunizierten oder aber völlig unabhängig voneinander waren (MM100, n = 24, 75,0 %). Das Merkmal zur Vermeidung unnötiger Arbeits- bzw. Dialogschritte wurde bei 29,6 % der Arbeitsplätze als „erfüllt“ und bei nahezu der Hälfte der Arbeitsplätze (48,1 %) als „teilweise erfüllt“ eingestuft; „teilweise erfüllt“, da mitunter z. B. umständliche oder zusätzliche Eingaben erforderlich waren (MM101).

An 64,0 % der Arbeitsplätze stand den Operateuren keine Gesamtübersicht des Systems, für das sie verantwortlich waren, zur Verfügung (MM104, n = 25). Stattdessen gab es tabellarische Übersichten, Übersichten für einzelne Teilbereiche oder Einzelprozessbilder sowie Gesamtübersichten in Papierform, die sich die Operateure jedoch bei Bedarf erst aus Ordnern hätten heraussuchen müssen. Eine Gesamtübersicht sollte jederzeit ohne großen Aufwand verfügbar sein (ggf. als gemeinsam genutzte Anzeige). Eine solche Gesamtübersicht als Bildschirmdarstellung gibt den Operateuren einen besseren, ständig einsehbaren Einblick in das Gesamtsystem, unterstützt sie beim Aufbau eines mentalen Modells des Prozesses und hilft bei der Lokalisation von Ereignissen. Die auf den Bildschirmen verwendeten Begriffe, Bezeichnungen und Abkürzungen entsprachen an 63,0 % der Arbeitsplätze nur zum Teil dem Sprachgebrauch der Operateure (MM105). An den übrigen Arbeitsplätzen wurde das Merkmal als „erfüllt“ beurteilt. So waren beispielsweise System- und Fehlermeldungen sowie Bezeichnungen auf Prozessbildern bzw. Bezeichnungen und Meldungen in den Alarmlisten teilweise in Englisch oder „Denglisch“ (einer – oft inkompatiblen – Mischung aus Deutsch und Englisch).

Tab. 4.26 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation – Dialogführung“

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		
		erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt
MM100: unterschiedliche Softwaresysteme: keine Mehrfacheingaben	24	75,0		25,0
MM101: vermeidbare Arbeitsschritte/Dialogschritte ausgeschlossen	27	29,6	48,1	22,2
MM102: Automatisierung von Routinedialogen	26	57,7		42,3
MM103: Erkennbarkeit, an welcher Stelle im System sich der Operateur befindet	27	63,0		37,0
MM104: Übersicht über das gesamte System	25	36,0		64,0
MM105: Sprachgebrauch des Leitwartenoperators berücksichtigt	27	37,0	63,0	0,0
MM106: Fehlermeldungen verständlich, selbsterklärend und eindeutig	27	14,8	70,4	14,8
MM107: Hilfefunktionen: vorhanden	27	18,5		81,5
MM108: Hilfefunktionen: leicht abrufbar	27	18,5		81,5
MM109: Hilfefunktionen: konkrete Lösungsvorschläge oder Beispiele	27	11,1		88,9
MM110: Steuerbarkeit der Geschwindigkeit des Ablaufes oder von Art und Umfang der Ein- und Ausgaben	27	48,1		51,9
MM111: Prozessbilder: Vorstellungen über den Ablauf des Prozesses	24	91,7		8,3
MM112: keine unterschiedlichen Software-Systeme	27	44,4		55,6
MM113: Steuerung bei der Bearbeitung gleichartiger Prozesse in gleicher Weise	27	77,8		22,2
MM114: Plausibilitätsprüfungen	27	85,2		14,8
MM115: Plausibilität in Abhängigkeit vom Systemstatus	17	35,3		64,7
MM116: Fehlermeldung: konkrete Korrekturmöglichkeiten	27	3,7	7,4	88,9
MM117: Dialogführung: Erfahrungsniveau wählbar	27	3,7		96,3
MM118: individuelle Einstellungen	27	25,9		74,1
MM119: individuelle Einstellung von Informationen	27	22,2	63,0	14,8
MM120: Lernprogramm	27	3,7		96,3
MM121: nicht viele Details/Codes merken	27	40,7		59,3

Auch die Fehlermeldungen waren an 70,4 % der Arbeitsplätze nicht immer, sondern lediglich „meistens“ verständlich, selbsterklärend und eindeutig (MM106). In 14,8 % der Fälle wurde dieses Merkmal als „erfüllt“ angesehen. Nur an wenigen Arbeitsplätzen gab es anlagen- bzw. prozessspezifische Hilfefunktionen (MM107, 18,5 % erfüllt). Die von den Herstellern von Software und Prozessleitsystemen zur Verfügung gestellten technischen Handbücher waren zu unspezifisch und halfen den Operateu-

ren bei der konkreten Ausübung ihrer Tätigkeit wenig weiter. Mit einer Verletzung des Merkmals MM107 („Rot“ = 81,5 %) ergab sich automatisch auch eine Verletzung der Folgemerkmale MM108 und MM109. Entsprechend existierten in diesen Fällen auch keine leicht abrufbaren Hilfen (MM108, 81,5 % nicht erfüllt); das bedeutet, dass an den Arbeitsplätzen, an denen dagegen Hilfsfunktionen vorhanden waren, diese auch leicht zugänglich waren (18,5 %). Hinweise auf potenzielle Ursachen von Prozessabweichungen sowie Beschreibungen passender Beispiele, konkreter Lösungen und möglicher Konsequenzen gab es jedoch äußerst selten (MM109, „Grün“ = 11,1 %). Damit wird der software-ergonomische Grundsatz der Selbsterklärungsfähigkeit eines Systems in gravierendem Umfang verletzt.

Die Möglichkeiten der Einflussnahme durch Operateure auf die Geschwindigkeit des Ablaufes oder auf die Art und den Umfang der Ein- und Ausgaben auf dem Bildschirm (Aspekt des Grundsatzes der Steuerbarkeit) wurden lediglich in knapp der Hälfte der Fälle (48,1 %) gesehen (MM110).

Die Prozessdarstellungen auf den Fließbildern entsprachen größtenteils den (jetzigen) Vorstellungen der Operateure über den Ablauf des Prozesses (M111, n = 24, 91,7 %). Allerdings ist dabei unklar, ob die Prozess-Abbildungen des Prozessleitsystems das mentale Abbild der Operateure geprägt hat, oder ob die Abbildungen im Prozessleitsystem auf den Vorstellungen der Operateure über den Prozess beruhten. An 55,6 % der Arbeitsplätze wurde mit unterschiedlichen Softwaresystemen gearbeitet (MM112); im Allgemeinen mit Softwaresystemen unterschiedlicher Hersteller. Insbesondere im Bereich der Telekommunikation kam eine sehr hohe Anzahl von unterschiedlichen Systemen zum Einsatz.

Die Steuerung bei der Bearbeitung gleichartiger Prozesse erfolgte häufig über alle Aufgaben eines Prozessabschnittes in gleicher Weise – sowohl innerhalb einer Software als auch über unterschiedliche Arten von Software hinweg (MM113, 77,8 % erfüllt).

Plausibilitätsprüfungen von Systemeingaben durch das System (als Aspekt des Grundsatzes der Fehlertoleranz) gab es häufig (MM114, 85,2 % erfüllt). So wurden unrealistische Werte beispielsweise nicht angenommen; allerdings hatte das Ablehnen bestimmter Eingaben durch das System an einigen Arbeitsplätzen keine Fehlermeldung zur Folge. Es war aber durchaus möglich, Werte einzugeben, die theoretisch möglich gewesen wären, aber vom Regelverhalten keinen Sinn gemacht hätten. Eine Überprüfung der Plausibilität spezifischer Eingaben in Abhängigkeit vom gegenwärtigen Zustand des Systems erfolgte nur bei ca. einem Drittel der Fälle (MM115, n = 17, 35,3 %). Bei auflaufenden Fehlermeldungen wurden den Operateuren in vielen Fällen gar nicht oder selten konkrete Korrekturmaßnahmen aufgezeigt (MM116, 88,9 % nicht erfüllt).

Die Möglichkeit, die Dialogführung einem bestimmten Erfahrungsniveau anzupassen (Aspekt des Grundsatzes der Individualisierbarkeit), hatten die Operateure fast nie (MM117, 3,7 % erfüllt). Erforderlich wäre hier z. B., dass sich weniger erfahrene Operateure zusätzliche Erklärungen zur Unterstützung bei der Aufgabenbearbeitung aufrufen könnten, während erfahrene Operateure die Möglichkeit hätten, auf weitergehende Erläuterungen und Hilfen zu verzichten. Auch die Anpassbarkeit der Darstellungen an die persönliche, individuelle Aufgabenbearbeitung war in 74,1 % der Fälle nicht gegeben (MM118). Dass dies grundsätzlich möglich wäre, belegt die Tatsache, dass bei rund einem Viertel der Arbeitsplätze (25,9 %) solche Individualisierungsmöglichkeiten bestanden. Individuelle Profile könnten zu Schichtbeginn z. B. leicht mittels persönlicher Anmeldung ins System, Makros oder Datenträgern geladen werden. Darüber hinaus war es den Operateuren häufig nur bei einigen der dargestellten

Informationen (= „Gelb“) möglich, diese individuell zu konfigurieren (MM119, 63,0 %). Sie konnten z. B. Trends kombinieren. Auch dies belegt, dass Individualisierbarkeit umsetzbar ist. Trotzdem war die Informationsdarstellung in 14,8 % der Fälle fest vorgegeben.

Lernprogramme, mit denen Erfahrungen mit dem Prozess und dem System gesammelt sowie Eingriffe gefahrlos ausprobiert und geübt werden können, z. B. über Simulatoren, gab es nur bei einem der untersuchten Arbeitsplätze (MM120, 3,7 %). Außerdem mussten sich die Operateure, um mit den verwendeten Softwaresystemen arbeiten zu können, vielfach (59,3 %) zahlreiche Details bzw. Codes merken (MM121, 59,3 % nicht erfüllt).

Tab. 4.27 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation – Systembefugnis“

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		
		erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt
MM122: Grenzen der Voralarme individuell anpassbar	17	23,5	5,9	70,6
MM123: manuell/automatisiert	21	81,0		19,0

Auffällig in der Merkmalsgruppe „Systembefugnis“ (vgl. Tab. 4.27) war, dass die Operateure in 70,6 % der Fälle selten bzw. gar nicht die Möglichkeit hatten, Voralarme individuell anzupassen (MM122, n = 17). Die Möglichkeit, die Anlage während des bestimmungsgemäßen Betriebes stärker manuell zu fahren, war dagegen häufig gegeben (MM123, n = 21, 81,0 % erfüllt). An einigen Arbeitsplätzen war es theoretisch möglich, den Prozess stärker manuell zu fahren, jedoch widersprach dies der Anlagenphilosophie einer automatischen Fahrweise (z. B. Pharmaindustrie). Lernmöglichkeiten durch konkretes Üben und Erproben (Aspekt des Grundsatzes der Lernförderlichkeit) wurden dadurch vertan. Hier wurden offensichtlich noch recht häufig die Ironien der Automatisierung (Bainbridge, 1983) in Kauf genommen.

Für die Merkmalsgruppe „Alarmmanagement“ (vgl. Tab. 4.28) zeigte sich, dass eine schriftlich fixierte anlagenweite Alarmstrategie nur selten vorlag (MM124, 11,1 %). Diese sollte neben Definitionen und Zielsetzungen vor allem auch anzuwendende Strategien bzw. Fahrweisen für unterschiedliche Betriebszustände sowie Zuständigkeiten (sowohl für unterschiedliche Betriebszustände als auch für Änderungen im System) beinhalten. Auch war bisher erst in wenigen Leitwarten ein aktiver Alarmmanagement-Prozess etabliert, um die Leistung des Alarmsystems kontinuierlich und proaktiv zu überwachen und zu verbessern (MM125, 18,5 %). In einigen der untersuchten Leitwarten befand sich ein solcher Alarmmanagement-Prozess gerade im Aufbau. Häufig wurden jedoch Verbesserungen lediglich reaktiv vorgenommen; z. B. aufgrund von Hinweisen der Operateure oder nach Ereignissen.

Tab. 4.28 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation – Alarmmanagement“

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten	
		erfüllt	nicht erfüllt
MM124: anlagenweite Alarmstrategie	27	11,1	88,9
MM125: kontinuierlicher Alarm-Management-Prozess	27	18,5	81,5
MM126: Aufgaben und Zuständigkeiten	27	63,0	37,0
MM127: Alarmer: Priorisierung	27	40,7	59,3
MM128: akustisches Signal bei Ereignissen, die schnelle Reaktion erfordern	27	66,7	33,3
MM129: Alarmer: unterschiedliche Frequenzen	27	14,8	85,2
MM130: Alarmer: unterschiedliche Schalldruckpegel	27	3,7	96,3
MM131: Fehler- und Alarmmeldungen: Signalfarben und starke Kontraste	27	81,5	18,5

Des Weiteren wurden die angezeigten Ereignisse in vielen Fällen nicht entsprechend ihrer Wichtigkeit und Dringlichkeit priorisiert (MM127, 59,3 %). Stattdessen hatten die Operateure aufgrund ihrer Erfahrung und ihres Wissens zu entscheiden, welche Alarmer vorrangig zu bearbeiten seien bzw. welche Alarmer Folgealarmer wären. In einigen Fällen erfolgte zwar eine Unterscheidung in Vor- und Hauptalarm oder Meldung und Alarm, aber eine eigentliche Priorisierung der Alarmer lag nicht vor. Zwar wurde an zwei Dritteln der Arbeitsplätze auf Ereignisse, die eine dringende Reaktion des Operateurs erfordern, zusätzlich durch ein akustisches Signal aufmerksam gemacht (MM128, 66,7 %), doch es wurden nur selten unterschiedliche Frequenzen (MM129, 14,8 %) oder Schalldruckpegel (M130, 3,7 %) verwendet, um eine Unterscheidung zwischen verschiedenen Alarmprioritäten oder -quellen zu ermöglichen. Bei der visuellen Darstellung von Fehler- und Alarmmeldungen wurden dagegen oftmals Signalfarben (z. B. Rot oder Gelb) und starke Kontraste verwendet (MM131, 81,5 %), um schnell die Aufmerksamkeit der Operateure zu wecken. In 18,5 % der untersuchten Leitwarten wurde darauf allerdings verzichtet.

Zusammenfassend bestand bezogen auf die verschiedenen Merkmale des Merkmalsbereichs „Mensch-Maschine-Kommunikation“ insbesondere folgender Handlungsbedarf:

Anzeigenbezogene Merkmale:

- gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen:
 - Bild/Bildschirmdarstellung stabil bzw. frei von Verzerrungen und Flimmern,
 - ausreichende Zeichenhöhe;
- Bildschirmgeräte am Arbeitsplatz:
 - frei von Schäden (z. B. Pixelfehlern, Schatten) oder eingebrannten Zeichen/Symbolen,
 - ausreichender Kontrast zwischen Zeichen/Symbolen und Hintergrund für eine scharfe Darstellung,
 - ausreichende Zeichenhöhe,
 - keine Verdeckung wichtiger Informationen durch Fenster,
 - fest zugeordnete Anzeigeeinrichtungen für Anzeigen von sicherheitsbezogenen Informationen;
- Trends, Graphen, Liniendiagramme und Funktionsdarstellungen:
 - angemessene Strichstärken der Verlaufslinien im Vergleich zu den Linien des Hintergrundrasters und den Skalengrundlinien,
 - Unterscheidbarkeit der Linienfarben voneinander und ausreichender Kontrast aller Linienfarben zum Hintergrund;
- Funktionsbilder und Schaltpläne:
 - übersichtliche und klare Darstellung,
 - Erkennbarkeit der Fließrichtung;
- Erkennbarkeit der Beziehung zwischen der aufgerufenen Seite und anderen Seiten,
- leichte Abrufbarkeit der Information über die Bedeutung von Codes,
- unterscheidbare Farben und Abhebung vom Untergrund und
- Erkennbarkeit der Farben als unterscheidbare Graustufen für Farbfehlsichtige.

Stellteilbezogene Merkmale:

- Tastaturkürzel („shortcuts“) für regelmäßige Eingriffe,
- Eingriffe nur möglich, wenn entsprechendes Objekt sowie dessen Beziehung zu anderen Anlagenkomponenten auf dem Bildschirm dargestellt;
- bei Eingriffen mit schwerwiegenden Konsequenzen vor Ausführung Informationen über Konsequenzen und zusätzliche Bestätigung;
- Anzeige, wenn Ausführung des Systems länger als 2 Sekunden dauert;
- verständliche Systemrückmeldungen,
- eindeutige Kennzeichnung der Stellteile und
- keine Konflikte zwischen Eingriffen, wenn Eingriffsmöglichkeit von mehreren Leitwartenarbeitsplätzen.

Allgemeine Merkmale/Dialogführung:

- Übersicht über das gesamte System,
- Hilfefunktionen:
 - leichte Abrufbarkeit,
 - konkret passende Lösungen, Beispiele bzw. situationsspezifische Erklärungen;
- Beeinflussbarkeit der Geschwindigkeit des Ablaufes oder Art und Umfangs der Ein- und Ausgaben seitens der Leitwartenoperateure,
- Vermeidung unterschiedlicher Softwaresysteme,
- Plausibilitätsprüfungen in Abhängigkeit vom Systemstatus,
- konkrete Korrekturmöglichkeiten in Fehlermeldungen,
- Anpassbarkeit der Dialogführung an unterschiedliche Erfahrungsniveaus,
- Möglichkeit individueller Einstellungen durch Leitwartenoperateure,
- Vorhandensein eines Lernprogramms,
- keine Notwendigkeit, sich viele Details/Codes zu merken,
- individuelle Anpassbarkeit der Grenzen der Voralarme,
- Vorhandensein einer anlagenweiten Alarmstrategie,
- Etablierung eines kontinuierlichen Alarm-Management-Prozesses,
- Priorisierung von Ereignissen,
- Alarmprioritäten/Alarmquellen:
 - unterschiedliche Frequenzen und
 - unterschiedliche Schalldruckpegel.

4.7 Merkmalsbereich Umgebungsbedingungen

In Leitwarten können sich besondere Schwierigkeiten bei der Gestaltung der Arbeitsumgebung ergeben, da einerseits verschiedene Personen auf denselben Arbeitsplätzen im Schichtdienst arbeiten und sich andererseits im selben Wartenraum häufig mehrere Arbeitsplätze befinden. An den klimatischen Bedingungen kann das verdeutlicht werden: Ziel ist es, thermische Behaglichkeit zu erzeugen. Das Behaglichkeitsempfinden variiert jedoch von Mensch zu Mensch, so dass es nahezu unmöglich ist, ein optimales Klima für alle anwesenden Leitwartenoperateure zu erzeugen; insbesondere auch dann, wenn diese auf verschiedenen Ebenen und auf unterschiedlicher Raumhöhe arbeiten. Auch bei der Lautstärke kann es leicht zu Problemen kommen, da mit der Größe des Wartenraums und der Anzahl der dort arbeitenden Personen auch der Schalldruckpegel ansteigt, so dass der Leitwartenoperator durch den „Lärm“ der anderen Kollegen gestört wird.

Der Merkmalsbereich „Umgebungsbedingungen“ der Checkliste umfasste Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale zu den Teilbereichen „Klima und Luftqualität“, „Beleuchtung“, „Blendungen, Spiegelungen und Reflexionen“, „Akustik“, „Vibrationen“, „Strahlung“ sowie „Raumgestaltung und Ästhetik“.

In der Auswertung des Merkmalsbereichs „Umgebungsbedingungen“ wurden insgesamt 33 Beurteilungsmerkmale berücksichtigt. Ursprünglich waren es 34 Merkmale. Das Merkmal UB20 („mittlere Leuchtdichte von Leuchten oder hellen Raumbooberflächen“) wurde jedoch im Verlauf der Untersuchungen wegen nicht eindeutiger Formulierung ausgeschlossen. Bei den verbliebenen 33 Beurteilungsmerkmalen erfolgte die Einschätzung des Gestaltungszustandes bei 31 Merkmalen in Form von pass/fail-

Entscheidungen (Ja/Nein-Fragen) und bei zwei Merkmalen in Form der Ampelkategorisierung.

Die Einstufung der Akustik-, Klima- und Beleuchtungsverhältnisse beruhte auf den Ergebnissen physikalischer Messungen. Somit erfolgte die Beurteilung der Merkmale nicht auf der Grundlage von Einschätzungen der Beurteiler oder der Leitwartenoperatoren.

Ein Gesamtüberblick über den Erfüllungsgrad über alle Merkmale und alle Arbeitsplätze für den Merkmalsbereich „Umgebungsbedingungen“ findet sich in Abbildung 4.3 des Kapitels 4.2.

4.7.1 Branchenbezogene Auswertung

Die Erfüllungsgrade über die verschiedenen Branchen wiesen im Merkmalsbereich „Umgebungsbedingungen“ eine weniger hohe Streuung auf als in den anderen Merkmalsbereichen; sie reichten von einem Erfüllungsgrad von 59,7 % in der Branche „Medien“ bis zu einem Erfüllungsgrad von 68,3 % in der Branche „Energie“ (vgl. Abb. 4.25). Insgesamt waren in allen Branchen bei rund einem Drittel der Beurteilungsmerkmale arbeitsgestalterische Maßnahmen angezeigt („Rot“ = 28,6 % bis 38,7 %), wobei der Handlungsbedarf bei den Branchen „Prozess- und Anlagensteuerung“ und „Medien“ vergleichsweise am größten war.

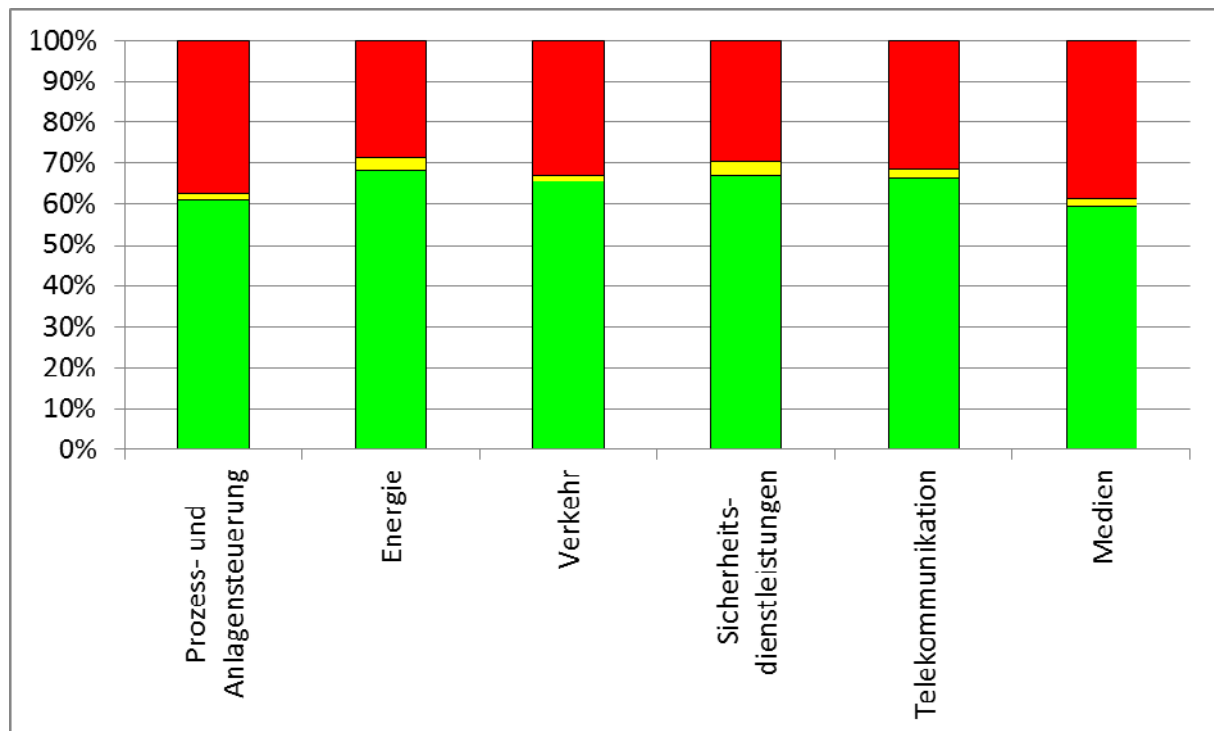


Abb. 4.25 Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Umgebungsbedingungen“ aufgegliedert nach Branchen

4.7.2 Arbeitsplatzbezogene Auswertung

Die Erfüllungsgrade der Merkmale des Merkmalsbereichs „Umgebungsbedingungen“ für die verschiedenen Arbeitsplätze wird in Abbildung 4.7.2 dargestellt. Der Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale je Arbeitsplatz schwankte deutlich mit Werten zwischen 46,7 % und 78,1 %.

Ungefähr drei Viertel der Einzelmerkmale wurden bei den Arbeitsplätzen „C“ (Branche „Energie“, 78,1 %) und „S“ (Branche „Sicherheitsdienstleistungen“, 76,7 %) als „erfüllt“ eingestuft. Diese Arbeitsplätze wiesen die höchsten Erfüllungsgrade auf. Der niedrigste Erfüllungsgrad fand sich hingegen mit 46,7 % erfüllter Merkmale bei Arbeitsplatz „A“ (Branche „Prozess- und Anlagensteuerung“). Die Erfüllungsgrade für die anderen untersuchten Arbeitsplätze lag zwischen 54,8 % und 71,9 % der Beurteilungsmerkmale.

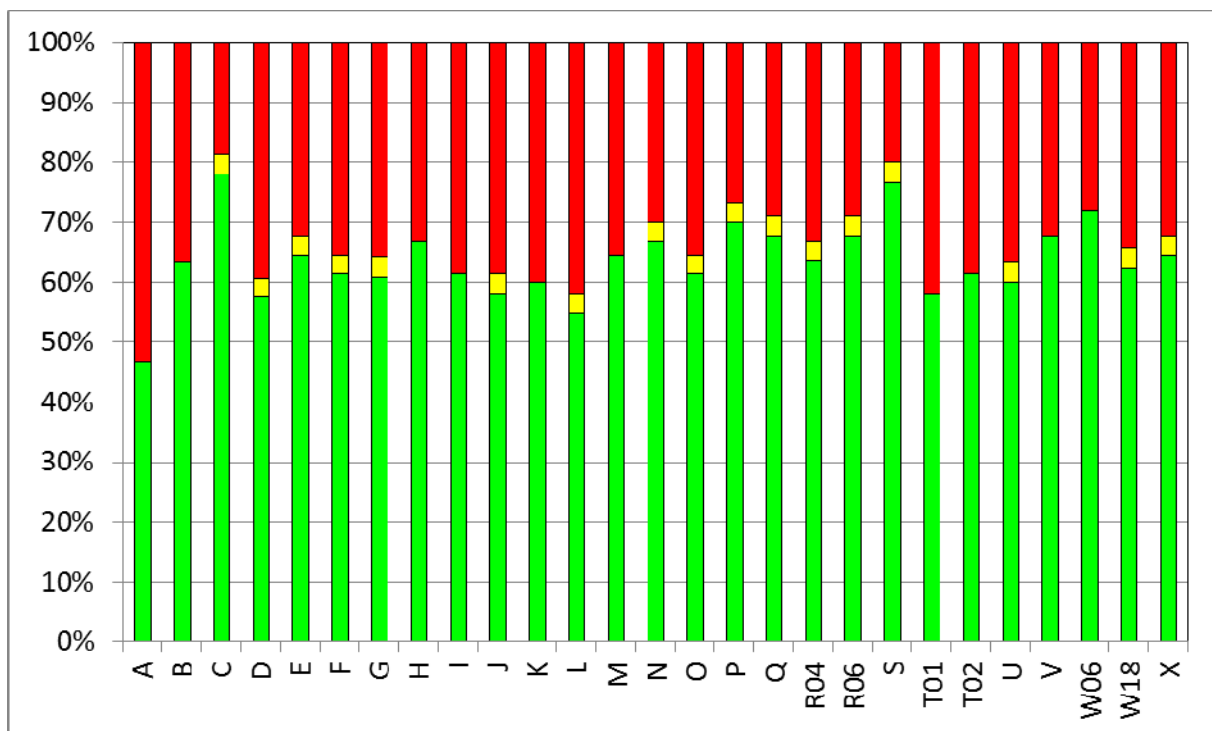


Abb. 4.26 Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Umgebungsbedingungen“ je untersuchtem Arbeitsplatz

4.7.3 Merkmalsbezogene Auswertung

Zwischen den einzelnen Beurteilungsmerkmalen ließen sich wiederum große Schwankungen in der graduellen Erfüllung ausmachen (vgl. Abb. 4.27).

7 der 33 Einzelmerkmale wurden an allen Arbeitsplätzen als „erfüllt“ beurteilt: UB01 („Heizungs-, Lüftungs- bzw. Klimaanlage“), UB04 („Lufttemperatur“), UB05 („vertikaler Unterschied der Lufttemperatur“), UB07 („mittlere Luftgeschwindigkeit“, n = 26), UB13 („blendfreie Leuchten“), UB21 („mittlere Leuchtdichte der Decke oder weiterer direkt beleuchteter Oberflächen bei indirekter Beleuchtung“, n = 4) und UB33 („Farben, Strukturen und Materialien der Arbeitsumgebung“).

Weitere 5 der 33 Einzelmerkmalen wiesen mit einem Erfüllungsgrad von mehr als 90 % auf eine recht gute Umsetzung hin: UB12 („Mindestlufttraum je Beschäftigtem“, 96,3 %), UB14 („flimmer- und flackerfreie Leuchten“, 96,3 %), UB16 („Allgemeinbeleuchtung anpassbar“, 92,6 %), UB24 („keine Lichtquellen hinter den Bildschirmgeräten“, 96,3 %) und UB25 („gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen, frei von Direktblendungen und Reflexblendungen“, n = 17, 94,1 %).

Das Merkmal UB10 („Verunreinigung der Raumluft durch externe Quellen“) wurde an 23 von 27 Arbeitsplätzen als „erfüllt“ beurteilt.

Einige Beurteilungsmerkmale waren dagegen an den untersuchten Arbeitsplätzen nur selten erfüllt, wie UB02 („Heizungs- bzw. Klimaanlage angepasst an Tagesrhythmus“, 7,4 %), UB23 („Oberfläche der Arbeitsfläche frei von Reflexionen und Spiegelungen“, 18,5 %) und UB29 („Beurteilungspegel“, 3,7 %) und deuteten damit auf dringenden Handlungsbedarf hin.

Die Antwortkategorie „guter Gestaltungszustand“ (= „Grün“) wurde beim Beurteilungsmerkmal UB15 („horizontale Beleuchtungsstärke auf der Arbeitsfläche“) an keinem untersuchten Arbeitsplatz vergeben. In 25,9 % der Fälle wurde der Gestaltungszustand zumindest als „akzeptabel, aber verbesserungswürdig“ (= „Gelb“) und in 74,1 % der Fälle jedoch als „mangelhaft“ (= „Rot“) eingestuft.

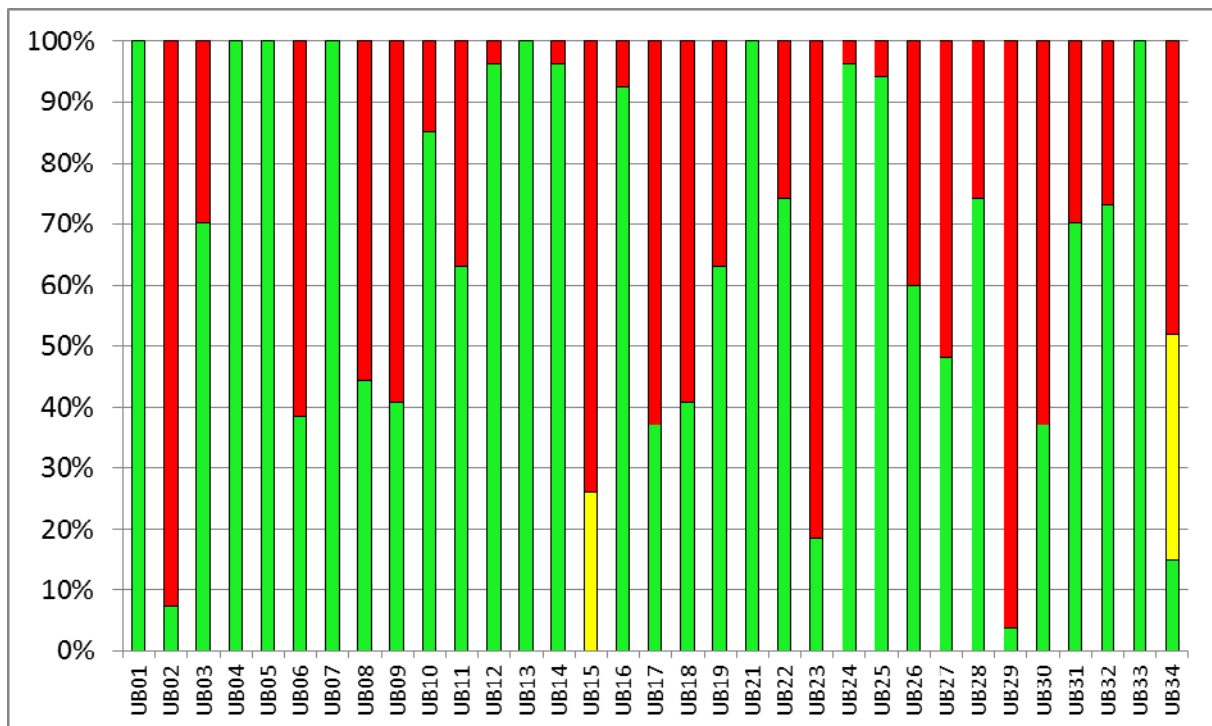


Abb. 4.27 Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal des Merkmalsbereichs „Umgebungsbedingungen“ über alle untersuchten Arbeitsplätze

Auf die prozentualen bzw. absoluten Häufigkeiten der Erfüllung für die Merkmale des Merkmalsbereichs „Umgebungsbedingungen“ wird im Folgenden detailliert eingegangen. Hierbei wurde eine weitere Unterteilung dieser Merkmale in sechs Gruppen vorgenommen:

- Klima und Luftqualität (UB01 - UB12),
- Beleuchtung (UB13 - UB19, UB21),
- Blendungen, Spiegelungen und Reflexionen (UB22 - UB28),
- Akustik (UB29, UB30),
- Vibrationen/Strahlung (UB31, UB32) und
- Raumgestaltung und Ästhetik (UB33, UB34).

Das Item UB20 wurde wegen einer unscharfen Formulierung nachträglich aus der Auswertung der Untersuchung ausgeschlossen.

Tab. 4.29 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Umgebungsbedingungen“ – Klima und Luftqualität

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten	
		erfüllt	nicht erfüllt
UB01: Heizungs-, Lüftungs- bzw. Klimaanlage	27	100,0	0,0
UB02: Heizungs- bzw. Klimaanlage Tagesrhythmus	27	7,4	92,6
UB03: Temperaturen einstellbar	27	70,4	29,6
UB04: Lufttemperatur	27	100,0	0,0
UB05: vertikaler Unterschied der Lufttemperatur	27	100,0	0,0
UB06: relative Luftfeuchtigkeit	26	38,5	61,5
UB07: mittlere Luftgeschwindigkeit	26	100,0	0,0
UB08: frei von Zugluft	27	44,4	55,6
UB09: Arbeitsmittel (Wärmestrahlung)	27	40,7	59,3
UB10: Verunreinigung der Raumluft durch externe Quellen	27	85,2	14,8
UB11: Arbeitsmittel frei von Verschmutzungen	27	63,0	37,0
UB12: Mindestluftraum je Beschäftigtem	27	96,3	3,7

In der Merkmalsgruppe „Klima und Luftqualität“ (vgl. Tab. 4.29) zeigte sich, dass in allen Leitwarten Heizungs-, Lüftungs- bzw. Klimaanlage vorhanden waren, um unabhängig von den äußeren klimatischen Bedingungen das Klima im Wartenraum einstellen zu können (UB01). Eine automatisch an den Tagesgang der Temperatur angepasste Temperaturregelung war in den Leitwarten nur selten umgesetzt (UB02, 7,4 %). Im Allgemeinen war die Klimaanlage auf eine feste Temperatur eingestellt und eine Steuerung zumeist nur manuell möglich.

Die Empfehlungen hinsichtlich der Lufttemperatur (UB04), dem vertikalen Unterschied der Lufttemperatur (UB05) und der mittleren Luftgeschwindigkeit (UB07, n = 26) wurden an allen Arbeitsplätzen eingehalten. Trotz der Einhaltung der Richtwerte für die mittlere Luftgeschwindigkeit waren nur 12 der 27 Arbeitsplätze frei von Zugluft (UB08, 44,4 %). Viele Operateure führten dies auf die Art zurück, wie die Klimaanlage betrieben wurde. Zugluft am Arbeitsplatz mindert das Wohlbefinden der Operateure und erhöht das Erkrankungsrisiko. Die relative Luftfeuchte war nur an 38,5 % der

Arbeitsplätze ausreichend hoch (UB06, n = 26). Die Messungen für die relative Feuchte ergaben z. T. Werte unter 20 %. Derartig niedrige Werte führen zum Austrocknen der Schleimhäute und der Augen. Es liegt die Vermutung nahe, dass eine Ursache in den raumluftechnische Anlagen zu suchen ist, die aufgrund der Anforderungen der technischen Ausrüstung auf einem so geringen Wert für die relative Feuchte betrieben wurden. Aufgrund eines Defektes des Messgerätes konnten an Arbeitsplatz „G“ die relative Luftfeuchte und die mittlere Luftgeschwindigkeit nicht gemessen werden.

In mehr als der Hälfte der Fälle (59,3 %) befanden sich Rechner im Wartenraum, die nicht zwingend in der Leitwarte untergebracht werden müssten. Durch eine Unterbringung außerhalb der Leitwarte könnte die von Geräten ausgehende Wärmefreisetzung (UB09) im Wartenraum reduziert werden. In einigen Fällen wurde durch eine Luftkühlung der vorhandenen Rechner versucht, der Wärmeabgabe in die Leitwarte entgegenzuwirken.

Der empfohlene Mindestluftstrom je dauernd in der Leitwarte anwesenden Beschäftigten war, mit einer Ausnahme, in allen Leitwarten ausreichend dimensioniert (UB12, 96,3 %). Darüber hinaus lag in den meisten Fällen keine Verunreinigung der Raumluft durch Stäube o. ä. vor (UB10, 85,2 % erfüllt).

Tab. 4.30 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Umgebungsbedingungen“ – Beleuchtung

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		
		erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt
UB13: blendfreie Leuchten	27	100,0		0,0
UB14: flimmer- und flackerfreie Leuchten	27	96,3		3,7
UB15: horizontale Beleuchtungsstärke auf der Arbeitsfläche	27	0,0	25,9	74,1
UB16: Allgemeinbeleuchtung anpassbar	27	92,6		7,4
UB17: direkte Arbeitsplatzbeleuchtung	27	37,0		63,0
UB18: Kontrastverhältnis von selbstleuchtender Ausrüstung zur unmittelbaren Umgebung	27	40,7		59,3
UB19: Kontrastverhältnis von selbstleuchtender Ausrüstung zu den Randbereichen des Sehfeldes	27	63,0		37,0
UB21: mittlere Leuchtdichte der Decke oder weiterer direkt beleuchteter Oberflächen bei indirekter Beleuchtung	4	100,0		0,0

Die Ergebnisse der Merkmalsgruppe „Beleuchtung“ (vgl. Tab. 4.30) zeigten, dass in allen Leitwarten blendfreie Leuchten verwendet wurden (UB13). Diese Leuchten waren mit einer Ausnahme in jeder Leitwarte flimmer- und flackerfrei (UB14, 96,3 %). Allerdings gab es in den Leitwarten teilweise auch defekte Leuchtmittel. Die Allgemeinbeleuchtung konnte in fast allen Leitwarten durch die Operateure angepasst werden (UB16, 92,6 % erfüllt). Die Messung der horizontalen Beleuchtungsstärke auf der Arbeitsfläche zwischen Bildschirmgerät und Leitwartenoperateur (UB15) ergab, dass die Beleuchtungsstärke an 74,1 % der Arbeitsplätze unzureichend war (= „Rot“)

und an 25,9 % der Arbeitsplätze ein zwar akzeptables, aber verbesserungswürdiges Niveau erreichte. Im Rahmen der Untersuchungen erfolgten pro Arbeitsplatz zwei Messungen der Beleuchtungsstärke. Einmal wurde in der Leitwarte die Beleuchtungssituation so gemessen, wie sie vorgefunden wurde. Das andere Mal wurde die maximal mögliche Beleuchtungsstärke in der Leitwarte eingestellt und gemessen. Bei einigen Leitwarten konnte trotz Volleistung der Leuchten keine angemessene Beleuchtungsstärke erreicht werden. In anderen Leitwarten wäre eine ausreichende Beleuchtung möglich gewesen, jedoch arbeiteten die Operateure bei selbst gewähltem Dämmerlicht. Dies ist aus ergonomischer Sicht nicht zu empfehlen, da unzureichende Beleuchtungsstärken zu Überanstrengung und Ermüdung der Augen führen können und die zuverlässige Wahrnehmung der Informationsdarstellung auf den Bildschirmgeräten beeinträchtigt werden kann. Die Möglichkeit, die Allgemeinbeleuchtung durch individuell einstellbare Einzelplatzbeleuchtung zu ergänzen, war nur an einem guten Drittel der Arbeitsplätze vorhanden (UB17, 37,0 % erfüllt). Indirekte Beleuchtung gab es lediglich an vier Arbeitsplätzen; die mittlere Leuchtdichte der Decke bzw. beleuchteter Oberflächen überstieg dann den Richtwert in keiner dieser Leitwarten (UB21, n = 4).

Tab. 4.31 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Umgebungsbedingungen“ – Blendungen, Spiegelungen und Reflexionen

Beurteilungsmerkmale (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten	
		erfüllt	nicht erfüllt
UB22: Bildschirme frei von Direktblendungen, Spiegelungen und Reflexblendungen	27	74,1	25,9
UB23: Oberfläche der Arbeitsfläche frei von Reflexionen und Spiegelungen	27	18,5	81,5
UB24: keine Lichtquellen hinter den Bildschirmgeräten	27	96,3	3,7
UB25: gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen frei von Direktblendungen und Reflexblendungen	17	94,1	5,9
UB26: Oberflächen von gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen gleich beschaffen	5	60,0	40,0
UB27: Lichtschutzvorrichtung	27	48,1	51,9
UB28: Decke heller als die Wände und Wände heller als der Fußboden	27	74,1	25,9

Das Kontrastverhältnis zwischen der selbstleuchtenden Ausrüstung (z. B. Bildschirmgeräte) und den Randbereichen des Sehfeldes (z. B. Fenster, Wände) überschritt bei mehr als der Hälfte der Arbeitsplätze den empfohlenen Wert von kleiner 10:1 (UB18, 59,3 % nicht erfüllt). Ein zu hoher Kontrast hat zur Folge, dass die Augen ständig Adaptationsleistungen (Hell-Dunkel-Anpassung) vollbringen müssen und dies zur Ermüdung der Augen führt. Für die zuverlässige Aufgabenbearbeitung der

Leitwartenoperateure sind zu hohe Kontraste insbesondere deshalb kritisch, da während dieser Adaptationsprozesse nur eine eingeschränkte Wahrnehmung möglich ist. In Bezug auf die Merkmalsgruppe „Blendungen, Spiegelungen und Reflexionen“ (vgl. Tab. 4.7-3) zeigte sich, dass die Bildschirme an den meisten Arbeitsplätzen frei von Direktblendung, Spiegelung und Reflexblendung durch Fenster, Leuchten o. ä. waren (UB22, 74,1 %). In der Regel wurde auf Lichtquellen hinter den Bildschirmgeräten verzichtet (UB24, 96,3 %). Auch auf den gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen gab es meist keine Direkt- und Reflexblendung (UB25, n = 17, 94,1 %).

Bei vielen Arbeitstischen/Arbeitsflächen traten jedoch aufgrund ihrer Oberflächenbeschaffenheit Reflexionen und Spiegelungen auf (UB23, 81,5 %). In einer Leitwarte bestand die Oberfläche der Arbeitstische aus Edelstahl (vgl. Abb. 4.28). Dies führte nicht nur zu störenden Reflexionen, sondern auch dazu, dass das Auflegen der Unterarme als kalt und sehr unangenehm empfunden wurde.



[Bild: © Anonymus]

Abb. 4.28 Stark reflektierende Arbeitsfläche aus Edelstahl

Geeignete verstellbare Lichtschutzvorrichtungen für Innen- und Außenfenster, Oberlichter etc. waren oftmals nicht vorhanden (UB27, 51,9 % nicht erfüllt). In der Regel

waren lediglich geeignete Lichtschutzvorrichtungen, wie z. B. Jalousien, Vorhänge oder Lamellenstores, an den Außenfenstern angebracht.

Der Farbton und die Leuchtdichte der Decke waren häufig entsprechend den ergonomischen Vorgaben heller als die Wände und diese wiederum heller als der Fußboden (UB28, 74,1 % erfüllt).

Besonders auffällig in der Merkmalsgruppe „Akustik“ (vgl. Tab. 4.32) war, dass nur an einem Arbeitsplatz der empfohlene Beurteilungspegel nicht überschritten wurde (UB29, 3,7 % erfüllt). An allen anderen Arbeitsplätzen war es zu laut. Als eine Ursache dafür kann die Unterbringung von Arbeitsmitteln mit einem hohen Geräuschpegel, wie z. B. Rechner oder Drucker, im Wartenraum angesehen werden (UB30, 63,0 % nicht erfüllt). Weitere Lärmquellen waren:

- Grundrauschen durch Klimaanlage,
- Intercom-Durchsagen oder Telefonate bzw. Gespräche der Kollegen und
- Radio.

Durch einen zu hohen Beurteilungspegel werden die Sprachverständlichkeit im Wartenraum und die Konzentration der Operateure gestört, was zu dysfunktionalen Konsequenzen für die Sicherheit der Prozessführung führen kann.

In Bezug auf die Merkmalsgruppe „Vibrationen/Strahlung“ (vgl. Tab. 4.33) zeigte sich, dass Vibrationen durch externe Quellen an vielen Arbeitsplätzen nicht wahrnehmbar waren (UB31, 70,4 % erfüllt).

Die Bildschirmgeräte vieler Arbeitsplätze waren mit Prüfsiegeln (z. B. MPR-II oder TCO-Standard) versehen, so dass sie als strahlungsarm und ihre Auswirkung auf die Gesundheit der Operateure als unerheblich angesehen werden konnten (UB32, n = 26, 73,1 % erfüllt). In einer Leitwarte konnte dieses Merkmal nicht geprüft werden, da alle Bildschirmgeräte mit einer Verkleidung versehen waren, um – nach Aussagen der Operateure – individuelle Einstellungen durch die Operateure zu verhindern.

Tab. 4.32 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Umgebungsbedingungen“ – Akustik

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten	
		erfüllt	nicht erfüllt
UB29: Beurteilungspegel	27	3,7	96,3
UB30: Arbeitsmittel (hoher Geräuschpegel) außerhalb Wartenraum	27	37,0	63,0

Die Ergebnisse in Bezug auf die Merkmalsgruppe „Raumgestaltung und Ästhetik“ (vgl. Tab. 4.34) ergaben, dass die verwendeten Farben, Strukturen und Materialien in allen Leitwarten eine angenehme und beruhigende Arbeitsumgebung schafften (UB33), es jedoch nur an wenigen Arbeitsplätzen Abwechslung in der Arbeitsumgebung in Form von Bildern, Pflanzen o. ä. gab (UB34, 14,8 % erfüllt). An 37,0 % der Arbeitsplätze wurde dieses Merkmal zumindest als „teilweise erfüllt“ angesehen (= Gelb“).

Tab. 4.33 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Umgebungsbedingungen“ – Vibrationen/Strahlung

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten	
		erfüllt	nicht erfüllt
UB31: frei von wahrnehmbaren Vibrationen	27	70,4	29,6
UB32: unerhebliche Strahlung von Arbeitsmitteln	26	73,1	26,9

Tab. 4.34 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Umgebungsbedingungen“ – Raumgestaltung und Ästhetik

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		
		erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt
UB33: Farben, Strukturen und Materialien der Arbeitsumgebung	27	100,0		0,0
UB34: Abwechslung zur Struktur und Farbe der starren Geometrie im Wartenraum	27	14,8	37,0	48,1

Zusammenfassend bestand bezogen auf die verschiedenen Merkmale des Merkmalsbereichs „Umgebungsbedingungen“ folgender Handlungsbedarf:

- tagesgangabhängige Regelung der Heizungs-, Lüftung- bzw. Klimaanlage,
- ausreichende relative Luftfeuchte,
- Verhinderung von Zugluft,
- Unterbringung von Arbeitsmitteln mit hoher Wärmeabgabe bzw. hohem Geräuschpegel außerhalb des Wartenraums,
- ausreichende horizontale Beleuchtungsstärke,
- Verfügbarkeit einer direkten Arbeitsplatzbeleuchtung,
- Kontrastverhältnis zwischen selbstleuchtender Ausrüstung zu den Randbereichen des Sehfeldes kleiner 10:1,
- Reflexions- und spiegelungsfreie Oberflächen der Arbeitstische/-flächen,
- angemessene Lichtschutzvorrichtungen,
- Vermeidung eines zu hohen Schalldruckpegels und
- angenehme Raumgestaltung.

4.8 Merkmalsbereich Arbeitsorganisation

Eine nach arbeitswissenschaftlichen Grundsätzen und Prinzipien gestaltete Organisation der Arbeit leistet einen wichtigen Beitrag zur Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten sowie zur Effektivität, Effizienz, Verfügbarkeit und Sicherheit des Gesamtsystems. Es ist wichtig, dass Operateure bei der Ausführung ihrer Tätigkeit weder über- noch unterfordert werden. Die Gestaltung von Arbeitssystemen sollte die Kriterien „Ausführbarkeit“, „Schädigungslosigkeit“, „Beeinträchtigungsfreiheit“ und „Persönlichkeitsförderlichkeit“ berücksichtigen (Hacker & Richter, 1984). Das heißt konkret, dass Tätigkeiten so gestaltet werden sollten (Hacker, 1984), dass

- die Tätigkeit forderungsgerecht ausgeführt werden kann.
- die Tätigkeitsausübung über die gesamte Lebensarbeitszeit hinweg ohne irreversible Beeinträchtigungen oder Schäden möglich ist.
- reversible Beeinträchtigungen bei der Tätigkeitsausübung vermieden bzw. zumindest minimiert werden.
- die Tätigkeit zur Weiterentwicklung der Persönlichkeit beiträgt.

Demnach sind negative Beanspruchungsfolgen zu vermeiden und positive Beanspruchungsfolgen dagegen zu fördern (vgl. DIN EN ISO 6385:2004, DIN EN ISO 10075-1:2000).

Der Merkmalsbereich „Arbeitsorganisation“ umfasste Merkmale aus den Teilbereichen „Arbeitszeitgestaltung“, „Schulungen und Unterweisungen“ sowie „Merkmale der Tätigkeit der Operateure“ selbst. Dieser Bereich enthielt insgesamt zwölf Beurteilungsmerkmale, bei denen sieben Merkmale als pass/fail-Entscheidungen und fünf Beurteilungen mittels Ampelkategorisierung erfolgten.

Ein Gesamtüberblick über den Erfüllungsgrad über alle Merkmale und alle Arbeitsplätze für den Merkmalsbereich „Arbeitsorganisation“ findet sich in Abbildung 4.3 des Kapitels 4.2.

4.8.1 Branchenbezogene Auswertung

Der Merkmalsbereich „Arbeitsorganisation“ erreichte von allen Merkmalsbereichen den niedrigsten Erfüllungsgrad (vgl. Kap. 4.2). Dabei war die Streuung der Erfüllungsgrade über die Branchen nicht sonderlich groß und reichte von einem Erfüllungsgrad von 39,6 % für die Branche „Energie“ bis zu einem noch immer recht niedrigen Erfüllungsgrad von 50,0 % für die Branchen „Verkehr“ und „Medien“ (vgl. Abb. 4.29).

Mit dem Fokus auf nicht erfüllte Anforderungen wies die Branche „Sicherheitsdienstleistungen“ mit 50,0 % negativer Urteile den größten und die Medienbetriebe mit 33,3 % negativer Urteile den niedrigsten Handlungsbedarf auf; alle anderen Branchen lagen im Bereich von 39,5 % bis 45,8 % nicht erfüllter Anforderungen.

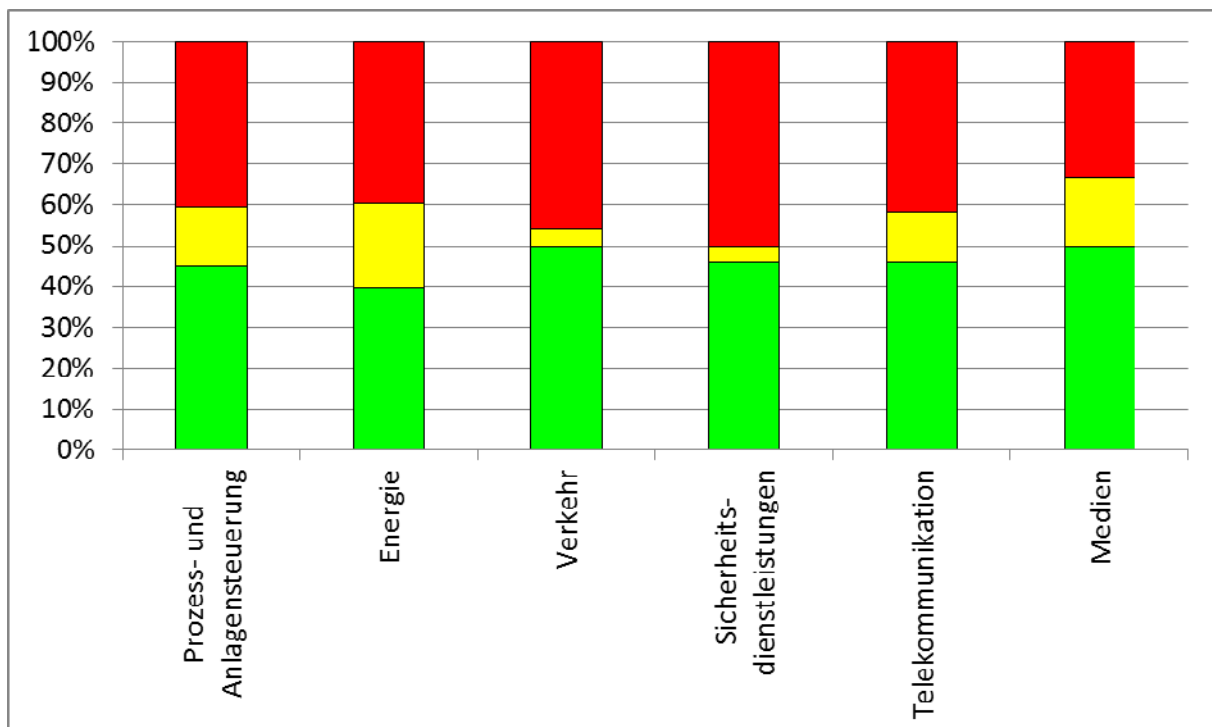


Abb. 4.29 Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Arbeitsorganisation“ aufgliedert nach Branchen

4.8.2 Arbeitsplatzbezogene Auswertung

Alle untersuchten Arbeitsplätze wiesen erhebliche Gestaltungsdefizite auf (vgl. Abb. 4.30). Die Erfüllungsgrade der einzelnen Arbeitsplätze schwankten dabei zwischen 33,3 % (insgesamt sieben Arbeitsplätze: „B“, „D“, „I“, „N“, „O“, „Q“ und „V“) und 66,7 % (Arbeitsplatz „A“). Offensichtlich resultierte die insgesamt niedrige Erfüllung der Merkmale dieses Bereichs also nicht aus einzelnen Ausreißern, die das Niveau der Beurteilungsergebnisse nach unten zogen, sondern stellte einen verallgemeinerbaren Befund dar.

An sieben Arbeitsplätzen („G“, „J“, „N“, „O“, „Q“, „S“ und „X“) wurde jeweils die Hälfte der Merkmale als „nicht erfüllt“ angesehen. Der Arbeitsplatz „A“ erreichte zwar den höchsten Erfüllungsgrad („Grün“ = 66,7 %), aber auch hier waren immerhin noch bei einem Drittel der Merkmale Maßnahmen erforderlich.

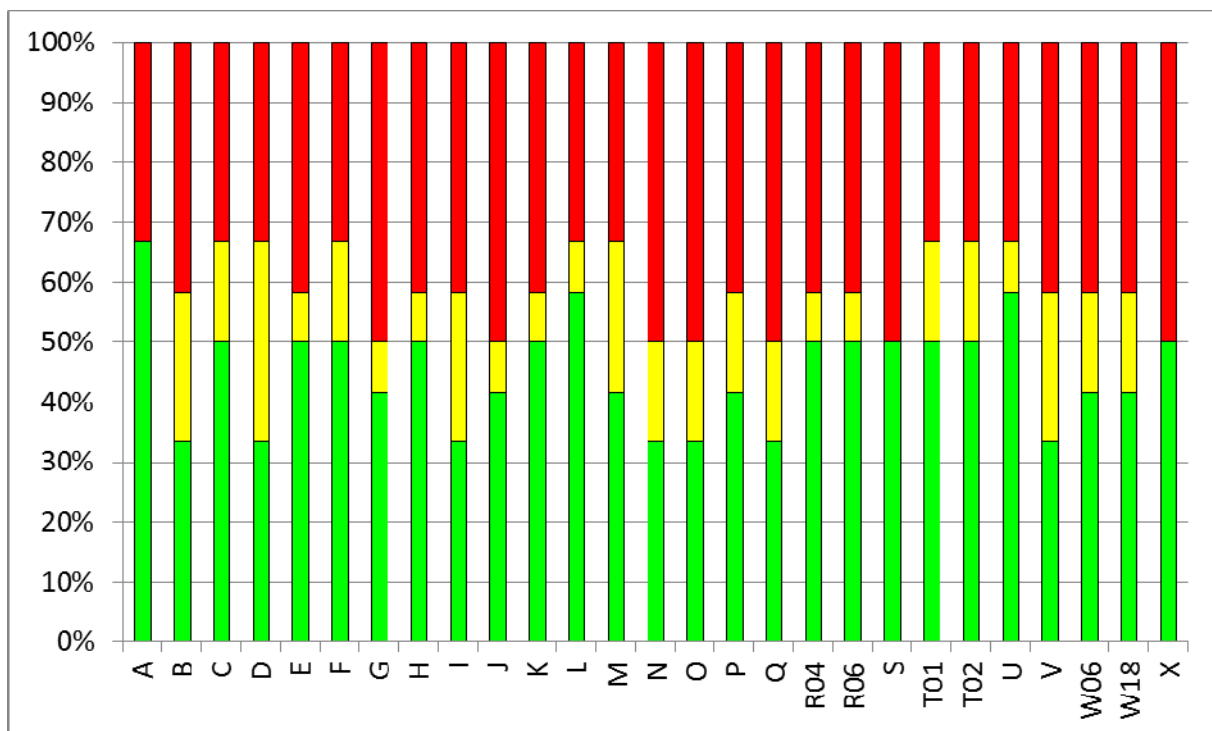


Abb. 4.30 Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Arbeitsorganisation“ je untersuchtem Arbeitsplatz

4.8.3 Merkmalsbezogene Auswertung

Die Erfüllungsgrade der Einzelmerkmale in diesem Bereich schwankten erheblich (vgl. Abb. 4.31). Die Merkmale AO02 („Ruhezeit zwischen 2 Schichten“) und AO10 („soziale Unterstützung durch Kollegen“) wurden in allen Leitwarten als „erfüllt“ angesehen. Auch die Merkmale AO05 („Einfluss auf temporäre Änderungen im Schichtplan“) und AO11 („regelmäßiger Tätigkeitswechsel“) erreichten mit 92,6 % einen hohen Erfüllungsgrad. Dagegen wiesen die Beurteilungsmerkmale AO06 („Unterweisungen zum Thema Bildschirmarbeit“) mit 88,9 % und AO04 („Einfluss auf die Gestaltung des Schichtplans“) mit 85,2 % negativer Urteile auf deutlichen Handlungsbedarf hin.

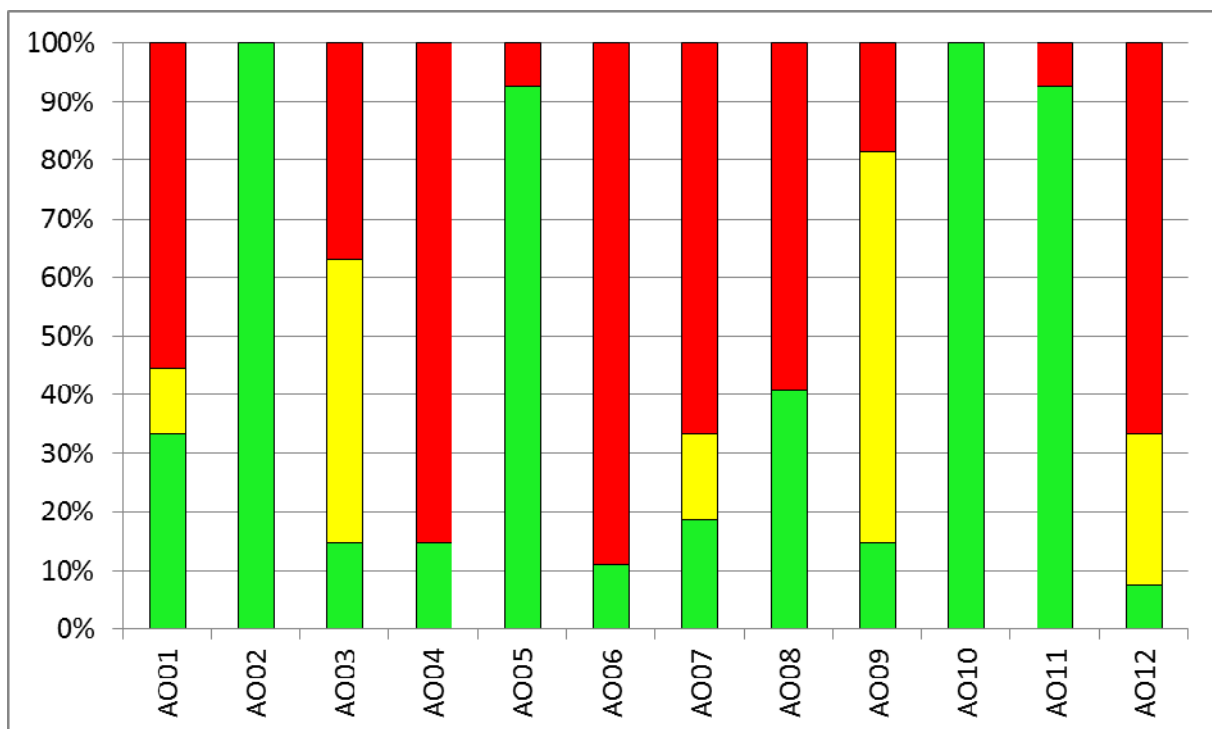


Abb. 4.31 Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal des Merkmalsbereichs „Arbeitsorganisation“ über alle untersuchten Arbeitsplätze

Auf die prozentualen bzw. absoluten Häufigkeiten der Erfüllung für die Merkmale des Merkmalsbereichs „Arbeitsorganisation“ wird im Folgenden detailliert eingegangen. Hierbei wurde eine weitere Unterteilung dieser Merkmale in drei Gruppen vorgenommen:

- Arbeitszeit (AO01 - AO05),
- Schulung/Unterweisung (AO06 - AO08) und
- Merkmale der Tätigkeit (AO09 - AO12).

Die Ergebnisse der Merkmalsgruppe „Arbeitszeit“ (vgl. Tab. 4.35) ergaben, dass in allen Leitwarten das Augenmerk auf die Einhaltung der Ruhezeit von mehr als 11 Stunden zwischen zwei Schichten gelegt wurde (AO02). In einem Unternehmen wurde berichtet, dass diese vorgeschriebene Ruhezeit bei freien Mitarbeitern jedoch mitunter auch unterschritten würde. Des Weiteren betrug die Schichtdauer (AO01) in

mehr als der Hälfte der Fälle (55,6 %) regelmäßig mehr als 10 Stunden. So war es keine Seltenheit, dass die Schichtdauer am Wochenende bzw. sonntags auf 12 Stunden ausgedehnt wurde. Vielfach entsprach dies auch den Wünschen der Operateure, da dadurch weniger Personen an den Wochenenden arbeiten mussten und so zusätzliche freie Wochenenden für die Operateure geschaffen werden konnten. In einer Leitwarten arbeiteten die Operateure seit einiger Zeit grundsätzlich 12 Stunden pro Schicht; allerdings berichteten sie hier auch von negativen Auswirkungen (z. B. Schlafstörungen) durch den geänderten Schichtplan. In einer anderen Leitwarte (Branche „Sicherheitsdienstleistungen“) gab es 24-Stunden-Dienste. Innerhalb dieser 24-Stunden-Schichten waren die Operateure im Wechsel jeweils 8 Stunden zur Arbeit, zum Bereitschaftsdienst und zur Ruhezeit eingeteilt. Auch Schichtsysteme mit unterschiedlichen Schichtlängen (Frühschicht: 7 Stunden – Spätschicht: 8 Stunden – Nachtschicht: 9 Stunden) wurden vorgefunden.

Tab. 4.35 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsorganisation“ – Arbeitszeit

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		
		erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt
AO01: Schichtdauer	27	33,3	11,1	55,6
AO02: Ruhezeit zwischen 2 Schichten	27	100,0		0,0
AO03: Schichtsystem nach gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen	27	14,8	48,1	37,0
AO04: Einfluss auf die Gestaltung des Schichtplans	27	14,8		85,2
AO05: Einfluss auf temporäre Änderungen im Schichtplan	27	92,6		7,4

Die Beurteilung der Schichtplangestaltung zeigte, dass diese häufig (48,1 %) nur teilweise den arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen entsprach und auch gravierende Verletzungen dieser Erkenntnisse keine Seltenheit (37,0 %) waren (AO03). So gab es beispielsweise Schichtpläne mit folgenden, den arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen widersprechenden Merkmalen:

- rückwärts (Nacht-Spät-Früh) statt vorwärts (Früh-Spät-Nacht) rotierende Schichtsysteme,
- lang- statt kurzrotierende Schichtfolgen (z. B. 6 statt 2 gleiche aufeinanderfolgende Schichten),
- mehr als drei aufeinanderfolgende Nachtschichten,
- nur ein arbeitsfreies Wochenende im Monat und
- Beginn der Frühschicht vor 6 Uhr.

In einer der Leitwarten erfolgte die Überwachung des Systems während der Nacht nicht durch eigene Mitarbeiter, sondern per Fernsteuerung durch Beschäftigte des Prozessleitsystemherstellers. Dadurch entfielen die Nachtschichten in dem Unternehmen, was aus arbeitswissenschaftlicher Sicht zu begrüßen ist. Inwieweit es je-

doch situationsadäquat und sicher ist, das System per Fernüberwachung durch Mitarbeiter des Prozessleitsystemherstellers überwachen zu lassen, ließ sich in Rahmen dieser Untersuchung nicht beurteilen.

Was den Einfluss der Operateure auf die Gestaltung des Schichtplans anging, so waren diese in Bezug auf die grundsätzliche Gestaltung relativ selten (AO04, 14,8 %), in Bezug auf temporäre Änderungen jedoch größtenteils gegeben (AO05, 92,6 %). Diese temporären Änderungen waren meist durch Tausch mit Kollegen einer anderen Schicht, kurzfristigen Urlaub oder Abfeiern von Überstunden möglich, sofern die Mindestbesetzung dabei nicht unterschritten wurde.

Auffällig in der Merkmalsgruppe „Schulung/Unterweisung“ (vgl. Tab. 4.36) war, dass Unterweisungen zum Thema „Bildschirmarbeit“ (AO06) sowie Schulungen bzw. Einweisungen bezüglich anzustrebender ergonomischer Arbeitshaltungen (AO07) eher die Ausnahme als die Regel waren: Informationen zum Thema „Bildschirmarbeit“ erhielten die Operateure in den meisten Fällen nie oder zumindest nicht regelmäßig (AO06, 88,9 %). Als positives Beispiel kann die in einer Leitwarte praktizierte Unterweisung mithilfe elektronischer Medien genannt werden. Die Schulung erfolgte via E-Learning mit anschließendem Test in Form von Verständnisfragen. Die Teilnahme der Beschäftigten war verpflichtend. Sie mussten sich mit einer eindeutigen Identifikation anmelden und das Lernprogramm absolvieren. In Bezug auf anzustrebende ergonomische Körperhaltungen bei der Tätigkeitsausübung war bei 66,7 % der Arbeitsplätze bisher keine Unterweisung der Operateure erfolgt (AO07). Gab es doch eine Einweisung, wurden den Operateuren Informationen in Form von Unterlagen in Papierform oder elektronisch zur Verfügung gestellt. In einem Fall wurde jedoch von einer Schulung durch Ergo- bzw. Physiotherapeuten berichtet.

Tab. 4.36 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsorganisation“ – Schulung/Unterweisung

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		
		erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt
AO06: Unterweisungen zum Thema "Bildschirmarbeit"	27	11,1		88,9
AO07: Schulung/Einweisung bezüglich anzustrebender ergonomischer Arbeitshaltungen	27	18,5	14,8	66,7
AO08: von Verstellbarkeit der Arbeitstische, -stühle etc. Gebrauch gemacht	27	40,7		59,3

Auch wenn die verwendeten Arbeitsmittel eine Anpassung an die unterschiedlichen Körpergrößen der Mitarbeiter theoretisch möglich gemacht hätten, konnte beobachtet werden, dass nur eine Minderheit der Operateure von dieser Verstellbarkeit tatsächlich Gebrauch machte (AO08, 40,7 %). Oftmals wurde bei Arbeitsbeginn lediglich die Höhe der Arbeitsstühle verstellt. Eine weitere Anpassung des Arbeitsstuhles oder anderer Arbeitsmittel (z. B. Bildschirmgeräte) fand nicht statt. Darüber hinaus entsprach die gewählte Einstellung der Sitzhöhe häufig nicht den arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen, so dass trotz Nutzung der Verstellbarkeit keine ergonomischen

Arbeitshaltungen eingenommen wurden. Diese Ergebnisse scheinen oberflächlich betrachtet die oft gehörte Meinung zu stützen, dass Verstellbarkeit nicht gebraucht werde, da sie von den Operateuren nicht genutzt würde. Dabei wird allerdings übersehen, dass eine einschlägige Schulung, die eine Voraussetzung für eine ergonomisch korrekte Einstellung der Arbeitsmittel (und der Arbeitsumgebung, s. o.) darstellt, in den meisten Betrieben nicht existiert.

Tab. 4.37 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsorganisation“ – Merkmale der Tätigkeit

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		
		erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt
AO09: Handlungsspielraum in Bezug auf die Ausführung der Arbeitstätigkeiten	27	14,8	66,7	18,5
AO10: soziale Unterstützung durch Kollegen	27	100,0		0,0
AO11: regelmäßiger Tätigkeitswechsel	27	92,6		7,4
AO12: Änderung der Körperhaltung bei der Aufgabebearbeitung	27	7,4	25,9	66,7

In Bezug auf die Merkmalsgruppe „Merkmale der Tätigkeit“ (vgl. Tab. 4.37) zeigte sich, dass die Möglichkeit der Operateure, ihre Arbeit im Rahmen der vorgegebenen Möglichkeiten selbstständig zu organisieren, meist als moderat („Gelb“ = 66,7 %) eingestuft wurde (AO09). Nur in 14,8 % der Fälle war dieses Kriterium vollständig erfüllt; in 18,5 % bestand hingegen überhaupt kein Handlungsspielraum. Die Operateure erhielten nach eigenen Angaben durchgehend soziale Unterstützung durch Kollegen (AO10).

Ein regelmäßiger Tätigkeitswechsel konnte an fast allen Arbeitsplätzen beobachtet werden (AO11, 92,6 %), so dass ausschließliche Bildschirmarbeit und die damit verbundenen spezifischen Belastungen als Dauerbelastung vermieden wurden. Die Organisation innerhalb der Leitwarten war in den einzelnen Unternehmen recht unterschiedlich; folgende Varianten wurden vorgefunden:

- Die Tätigkeit der Operateure bestand nur aus Leitwartentätigkeiten.
- Der Leitwartenoperator hielt sich den ganzen Tag in der Leitwarte auf, während die Kollegen die Arbeiten in der Anlage erledigten. An anderen Tagen wurden diese Aufgaben getauscht. [geregelter tageweiser Wechsel]
- Die Kollegen wechselten sich mit der Leitwartentätigkeit nach einem bestimmten Rhythmus ab, so dass sie innerhalb einer Schicht sowohl in der Leitwarte als auch in der Anlage tätig waren. [geregelter Wechsel innerhalb der Schicht]
- Jeder Operateur war in dem ihm zugeteilten Anlagenteil sowohl für die Leitwartentätigkeit als auch für die Außenarbeiten zuständig, wobei geregelt war, dass immer mindestens ein Operateur in der Leitwarte anwesend sein musste. [autonome Wechsel der Tätigkeiten]

Eine Änderung der Körperhaltung bei der Aufgabenbearbeitung gemäß Daumenregel „60 % Sitzen, 30 % Stehen und 10 % Gehen“ konnte vielfach nicht beobachtet werden (AO12, 66,7 %). Dadurch war von einer einseitigen Belastung (Haltungsarbeit) der Leitwartenoperateur auszugehen.

Zusammenfassend betrachtet, waren arbeitsgestalterische Maßnahmen in Bezug auf die Beurteilungsmerkmale des Bereichs „Arbeitsorganisation“ vor allem in folgenden Punkten angezeigt:

- angemessene Schichtdauer,
- Einflussmöglichkeit der Operateure auf Schichtplangestaltung,
- Unterweisungen zum Thema „Bildschirmarbeit“,
- Schulung/Einweisung bezüglich anzustrebender ergonomischer Arbeitshaltungen,
- Nutzung der Anpassbarkeit der Arbeitsmittel (Arbeitsstuhl, Arbeitstisch, Bildschirmgeräte etc.) und
- Möglichkeit der Änderung der Körperhaltung bei der Aufgabenerledigung.

4.9 Merkmalsbereich Sonstige Arbeitsbedingungen

Der Merkmalsbereich „Sonstige Arbeitsbedingungen“ beinhaltete sechs Beurteilungsmerkmale zur Neu- oder Umgestaltung der Leitwarte, zur Wartung und Pflege des Prozessleitsystems, zu arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen sowie zur Protokollierung von Eingaben des Leitwartenoperators ins System. Die Einstufung des Gestaltungszustandes erfolgte fünfmal als pass/fail-Entscheidung (Ja/Nein) und einmal in Form einer Ampelkategorisierung.

Ein Gesamtüberblick über den Erfüllungsgrad über alle Merkmale und alle Arbeitsplätze für den Merkmalsbereich „Sonstige Arbeitsbedingungen“ findet sich in Abbildung 4.3 des Kapitels 4.2.

4.9.1 Branchenbezogene Auswertung

Die Erfüllungsgrade für Merkmale des Merkmalsbereichs „Sonstige Arbeitsbedingungen“ wiesen über die verschiedenen Branchen eine sehr große Streuung auf (vgl. Abb. 4.32). Die Branche „Sicherheitsdienstleistungen“ erreichte mit durchschnittlich 90,9 % erfüllter Merkmale den höchsten Erfüllungsgrad, während in der Medienbranche lediglich 10,0 % der Beurteilungsmerkmale vollständig erfüllt waren.

Zu Bedenken ist jedoch, dass es sich bei den Medienbetrieben um zwei Leitwarten eines Unternehmens handelte, so dass die Ergebnisse auf keinen Fall repräsentativ für Medienbetriebe anzusehen sind.

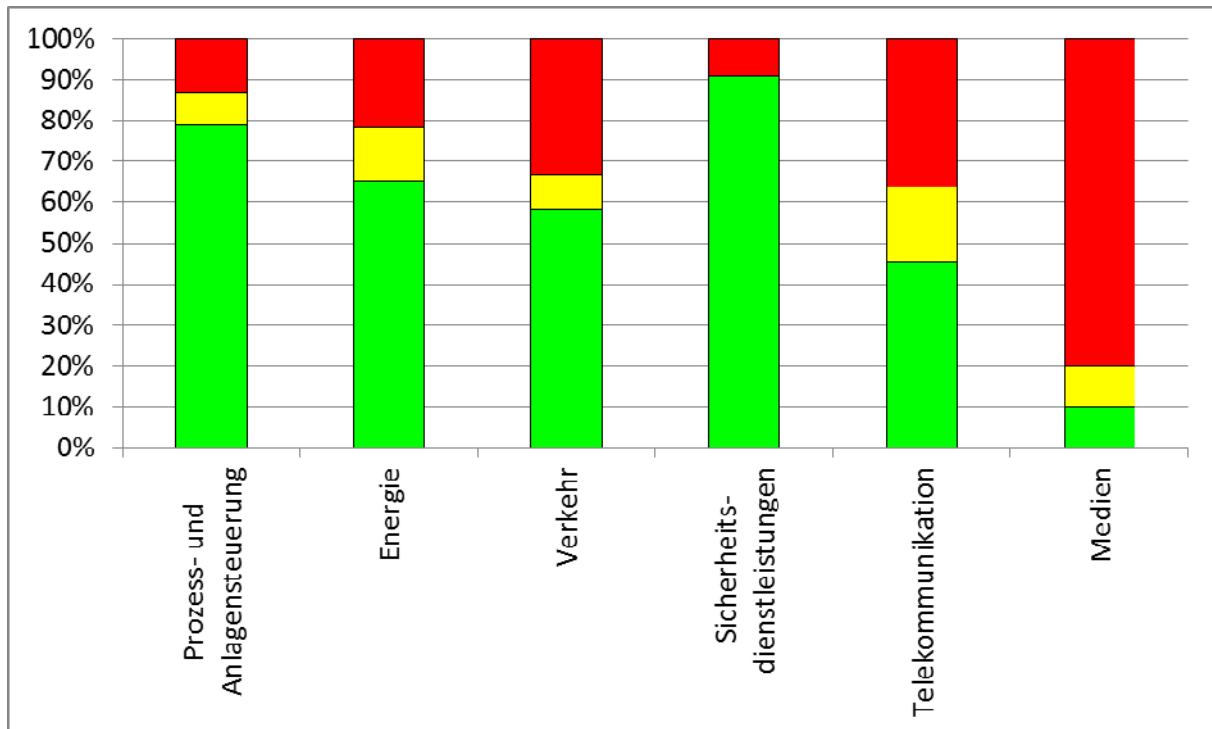


Abb. 4.32 Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Sonstige Arbeitsbedingungen“ aufgegliedert nach Branchen

4.9.2 Arbeitsplatzbezogene Auswertung

Über die einzelnen untersuchten Arbeitsplätze ergab sich eine breite Streuung für die Erfüllung der Merkmale des Merkmalsbereichs „Sonstige Arbeitsbedingungen“ (vgl. Abb. 4.33). In vier Leitwarten wurden alle sechs Merkmale als „erfüllt“ betrachtet: in der Leitwarte „A“, „N“ und „O“ der Branche „Prozess- und Anlagensteuerung“ sowie in der Leitwarte „J“ der Branche „Sicherheitsdienstleistungen“. Auch für Leitwarte „B“ (Branche „Prozess- und Anlagensteuerung“) wurde keines der Beurteilungsmerkmale negativ eingestuft, jedoch der Gestaltungszustand eines von fünf anwendbaren Merkmalen als „akzeptabel, aber verbesserungswürdig“ beurteilt. Darüber hinaus fielen die Erfüllungsgrade für die Leitwarten „C“ („Energie“), „F“, „I“ und „U“ (alle „Prozess- und Anlagensteuerung“) sowie „K“ und „S“ (beide „Sicherheitsdienstleistungen“) mit 80,0 % bis 83,3 % relativ hoch aus. Einzig bei Leitwarte „L“ („Medien“) wurden alle fünf anwendbaren Beurteilungsmerkmale als „nicht erfüllt“ eingestuft. Auch die Leitwarte „M“ (ebenfalls Medien) wies mit nur 20 % erfüllter Merkmale einen niedrigen Erfüllungsgrad auf. Es folgte Leitwarte „X“, an der bei der Hälfte der Merkmale Handlungsbedarf angezeigt war.

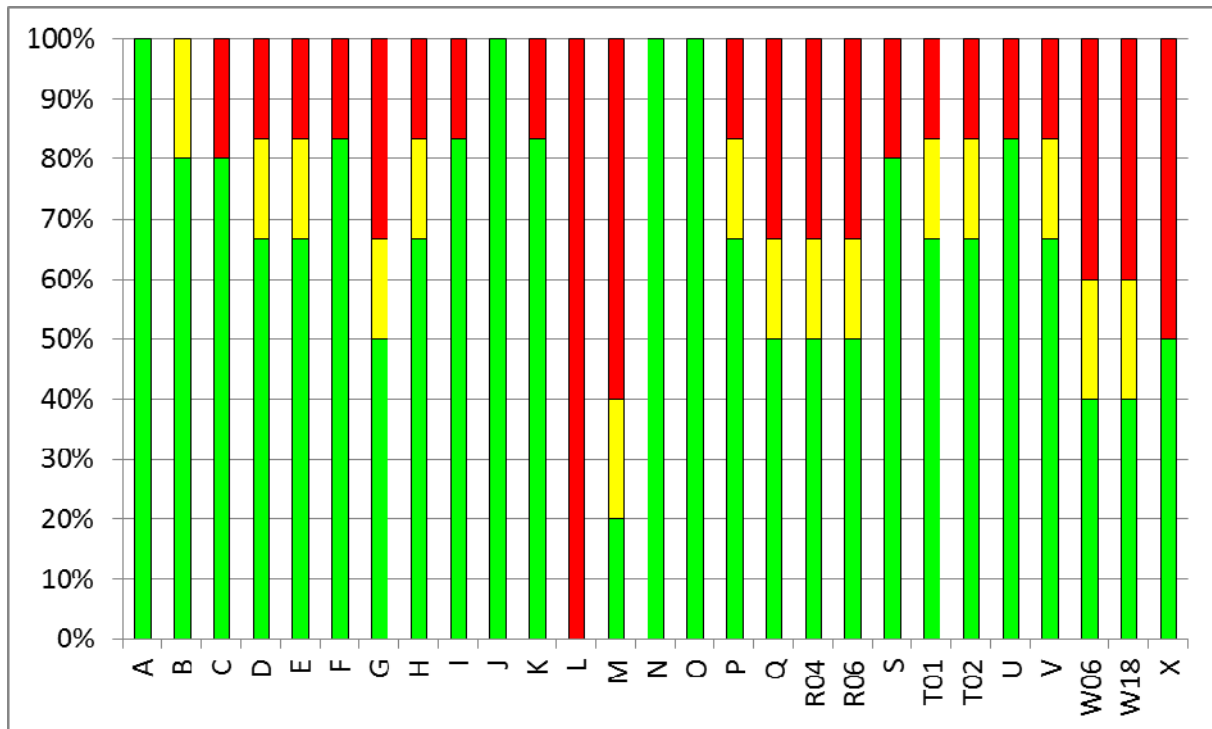


Abb. 4.33 Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Sonstige Arbeitsbedingungen“ je untersuchtem Arbeitsplatz

4.9.3 Merkmalsbezogene Auswertung

Die sechs Merkmale des Merkmalsbereichs "Sonstige Arbeitsbedingungen" zeigten unterschiedliche Ausprägungen. So schwankte der Erfüllungsgrad über die einzelnen Merkmale zwischen 33,3 % und 100 % (vgl. Abb. 4.34). Dass es lediglich bei Merkmal S02 („Partizipation bei der Wartung und Pflege des Prozessleitsystems sowie anderer Softwaresysteme“) zur teilweisen Erfüllung des Merkmals kam, lag daran, dass nur in diesem Fall eine Beurteilung nach einer dreistufigen Ampelskala möglich war.

Das Merkmal SO05 („Notwendige spezielle Brillen verfügbar“) war an allen 19 Arbeitsplätzen, an denen diese Frage überprüfbar war, positiv eingestuft worden. Auch das Beurteilungsmerkmal SO03 („Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung vor Aufnahme der Tätigkeit“) wurde in 92,6 % der Fälle positiv bewertet. An den meisten Arbeitsplätzen (85,2 %) wurde darüber hinaus das Einzelmerkmal SO06 („Kenntnis über Umfang und Art der Protokollierung der Eingriffe“) als erfüllt angesehen.

Das Merkmal SO01 („Partizipation bei Neu- oder Umgestaltung der Leitwarte“) wies hingegen mit lediglich 33,3 % einen recht niedrigen Erfüllungsgrad auf.

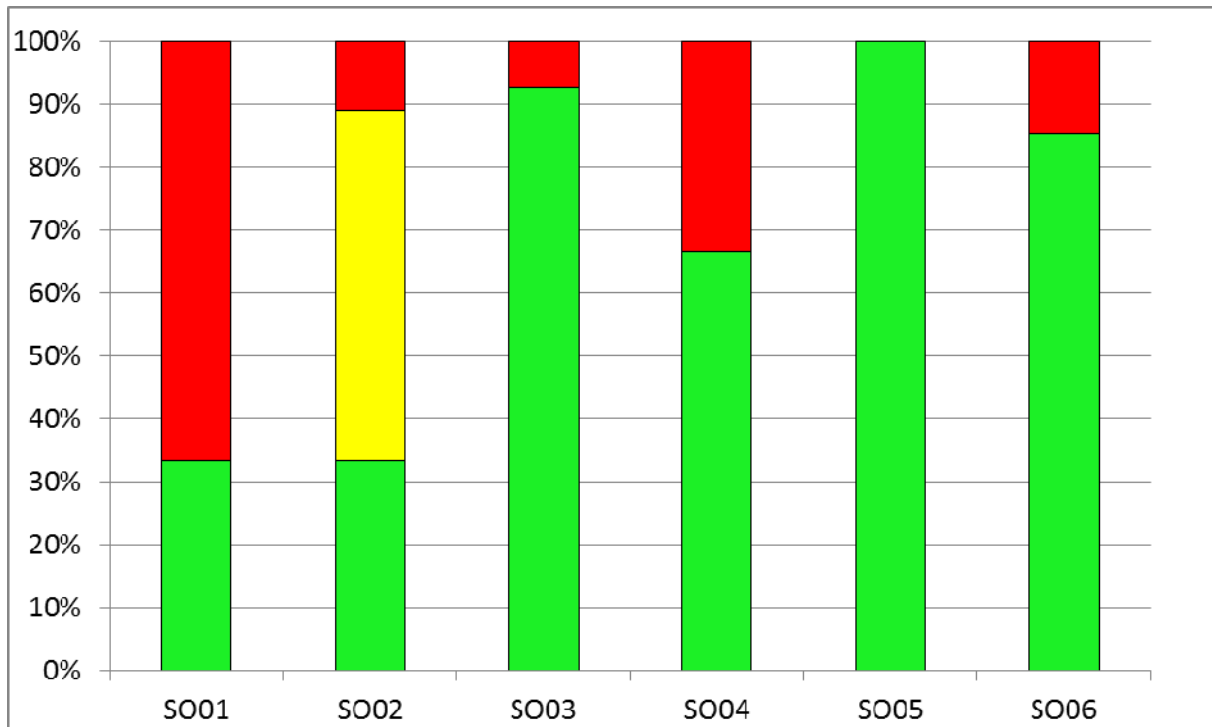


Abb. 4.34 Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal des Merkmalsbereichs „Sonstige Arbeitsbedingungen“ über alle untersuchten Arbeitsplätze

Auf die prozentualen Häufigkeiten der Erfüllung für die Merkmale des Merkmalsbereichs „Sonstige Arbeitsbedingungen“ wird im Folgenden detailliert eingegangen. Hierbei wurde eine weitere Unterteilung dieser Merkmale in drei Gruppen vorgenommen:

- Neu- und Umgestaltung der Leitwarte/Wartung und Pflege des Prozessleitsystems (SO01, SO02),
- arbeitsmedizinische Untersuchungen (SO03 - SO05) und
- Kontrolle (SO06).

Auffällig in der Merkmalsgruppe „Neu- und Umgestaltung der Leitwarte/Wartung und Pflege des Prozessleitsystems“ (vgl. Tab. 4.38) war, dass die Unternehmen bei der Neu- oder Umgestaltung der Leitwarte oder einzelner Arbeitsplätze nur in einem Drittel der Fälle auf das Wissen und die Erfahrung der Leitwartenoperateure zurückgriffen, d. h. sie am Gestaltungsprozess partizipieren ließen (SO01). Teilweise berichteten die Operateure, dass sie zwar Vorschläge machen könnten, diese jedoch selten realisiert würden. Häufig hätten auch die entstehenden Kosten einer Umsetzung entgegengestanden. In anderen Fällen durften die Operateure bei der Auswahl von Arbeitsmitteln (z. B. Arbeitsstühlen) mitentscheiden, hatten jedoch bei der Gestaltung der Leitwarte bzw. der Arbeitsplätze an sich keinen Einfluss.

Bei der Pflege und Optimierung des Prozessleitsystems (SO02) fanden die Ideen und Vorschläge der Operateure in einem Drittel der Fälle häufig und in über der Hälfte dieser Fälle (55,6 %) hin und wieder Berücksichtigung; während sie nur in Einzelfällen (11,1 %) gar nicht bis selten einbezogen wurden. In einigen Leitwarten berichteten die Operateure, dass ihre Vorschläge auf offene Ohren stießen und als wesentliche Quelle zur Optimierung des Systems gesehen würden. So wurde in einer Leit-

warte z. B. ein neues Prozessleitsystem eingeführt und die Leitwartenoperateure konnten es testen und Verbesserungsvorschläge einbringen, während das alte System noch in Betrieb war. In anderen Leitwarten standen der Umsetzung ihrer Vorschläge z. B. der damit verbundene Aufwand sowie die Kosten der Realisierung entgegen, gerade wenn es sich um tiefgreifende Eingriffe ins System handelte. Die grundsätzliche Möglichkeit der Einflussnahme war allerdings in der Branche „Telekommunikation“ erschwert. Hier wurden den Unternehmen die Softwaresysteme der verschiedenen Telefonhersteller zur Verfügung gestellt. Auf die Gestaltung dieser firmenexternen Systeme hatten die Operateure keine Einflussmöglichkeiten.

Tab. 4.38 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Sonstige Arbeitsbedingungen“ – Neu- und Umgestaltung der Leitwarte/Wartung und Pflege des Prozessleitsystems

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten		
		erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt
SO01: Partizipation bei Neu- und Umgestaltung einer Leitwarte	27	33,3		66,7
SO02: Partizipation bei der Wartung und Pflege des Prozessleitsystems sowie anderer Softwaresysteme	27	33,3	55,6	11,1

Die Ergebnisse in Bezug auf die Merkmalsgruppe „Arbeitsmedizinische Untersuchungen“ (vgl. Tab. 4,9-2) ergaben, dass vor Aufnahme der Tätigkeit meist eine arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung (Berufsgenossenschaftlicher Grundsatz G37 „Bildschirmarbeitsplätze“) durchgeführt wurde (SO03, 92,6 %). Dagegen fanden weitere Vorsorgeuntersuchungen, die während der Ausübung der Tätigkeit durchgeführt werden sollten (SO04), nur noch in 66,7 % der Fälle statt. In manchen Unternehmen fanden sie gar nicht bzw. nicht regelmäßig oder nur auf Drängen der Operateure statt. Mitunter berichteten die Operateure auch, dass die Möglichkeit einer Untersuchung zwar bestünde, die Teilnahme jedoch nicht verpflichtend sei.

Benötigten die Operateure zur Ausübung ihrer Tätigkeit an den Bildschirmgeräten spezifische Sehhilfen (sogenannte Bildschirmarbeitsplatzbrillen), so wurden diese den Operateuren zur Verfügung gestellt bzw. bezuschusst (SO05, n = 19). In acht Leitwarten ließ sich dieses Merkmal jedoch nicht beurteilen, da entweder eine Anschaffung bisher nicht erforderlich gewesen war oder keiner der Befragten diese Frage beantworten konnte.

Die Ergebnisse zur „Kontrolle“ (vgl. Tab. 4.40) zeigten, dass einem Großteil der Operateure (85,2 %) bekannt war, welche ihrer Eingaben in das System wie protokolliert wurden (SO06). Eingriffe der Operateure in das Prozessleitsystem wurden in der Regel mit Zeitstempel im System protokolliert – entweder anonym oder personenbezogen mittels persönlicher Identifikation. Mitunter wurde von den Operateuren jedoch auch Zweifel dahingehend geäußert, dass sie sich nicht sicher sein könnten, was noch alles im Hintergrund und ohne ihr Wissen gespeichert würde.

Tab. 4.39 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Sonstige Arbeitsbedingungen“ – arbeitsmedizinische Untersuchungen

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten	
		erfüllt	nicht erfüllt
SO03: arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung vor Aufnahme der Tätigkeit	27	92,6	7,4
SO04: arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen während der Ausübung der Tätigkeit	27	66,7	33,3
SO05: notwendige spezielle Brillen verfügbar	19	100,0	0,0

Tab. 4.40 Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Sonstige Arbeitsbedingungen“ – Kontrolle

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	Anzahl relevanter Beurteilungen	prozentuale Häufigkeiten	
		erfüllt	nicht erfüllt
SO06: Kenntnis über Umfang und Art der Protokollierung der Eingriffe	27	85,2	14,8

Zusammenfassend betrachtet, ließ die Auswertung des Merkmalsbereichs „Sonstige Arbeitsbedingungen“ vor allem Handlungsbedarf in Bezug auf folgendes Gestaltungsmerkmal erkennen:

- Partizipation der Operateure bei Neu- und Umgestaltung der Leitwarte.

4.10 Gewichtung der Untersuchungsergebnisse

An der Untersuchung nahmen 15 Unternehmen aus verschiedenen Branchen der Produktion und Dienstleistung teil, wobei auf eine möglichst breite Abdeckung verschiedener Branchen geachtet wurde. Es wurden 24 Leitwarten mit insgesamt 144 Arbeitsplätzen für Leitwartenoperateure in die Untersuchung einbezogen. Da die Untersuchung auf zeit- und ressourcenaufwendige Intensivstudien angelegt war, konnten hierbei jedoch nicht alle 144 Arbeitsplätze untersucht werden. Ausgehend von der Prämisse, dass sich die Arbeitsplätze innerhalb einer Leitwarte ähneln und somit auch vergleichbare Gestaltungsdefizite aufweisen dürften, wurden pro Leitwarte nur ein oder zwei Arbeitsplätze (insgesamt 27 Arbeitsplätze) untersucht.

Die Hochrechnung in diesem Kapitel dient der Gewichtung der Ergebnisse dergestalt, dass sie nicht mehr den Gestaltungszustand der 27 tatsächlich untersuchten Leitwartenarbeitsplätze anzeigen, sondern den Gestaltungszustand der Gesamtheit aller in diesen Leitwarten vorhandenen 144 Arbeitsplätze widerspiegeln sollen. Hierzu wurden die Einzelergebnisse des einen bzw. der zwei untersuchten Arbeitsplätze einer Leitwarte auf die Anzahl insgesamt vorhandener Arbeitsplätze der entsprechenden Leitwarte (je nach Leitwarte zwischen 1 und 38 Arbeitsplätze) hochgerechnet.

Bei der Interpretation der Hochrechnungsergebnisse sollte berücksichtigt werden, dass diese Vorgehensweise eine starke Vereinfachung darstellt. Es ist davon auszugehen, dass die oben genannte Prämisse der Ähnlichkeit und Vergleichbarkeit von in einer Leitwarte befindlichen Arbeitsplätzen in einigen Fällen nur teilweise zutrifft. So können sich die von den einzelnen Operateuren einer Leitwarte zu erledigenden Aufgaben durchaus stark unterscheiden; genauso wie es möglich ist, dass an den verschiedenen Arbeitsplätzen einer Leitwarte unterschiedliche Softwaresysteme verwendet werden. Als Beispiel seien hier Medienbetriebe genannt: In einer Regiezentrale arbeiten Operateure mit sehr unterschiedlichen Zuständigkeiten wie Beleuchtung, Bildtechnik oder Bildmischung. Auch durch die unterschiedliche Anordnung der Arbeitsplätze im Wartenraum bzw. zu Kollegen könnten an den einzelnen Leitwartenarbeitsplätzen unterschiedliche Bedingungen (z. B. Beleuchtung, Klima, Sprachverständigung mit Kollegen) vorgelegen haben. Trotz dieser bewusst in Kauf genommenen Vereinfachung in manchen Fällen, ermöglicht die Hochrechnung einen neuen Blickwinkel auf die Ergebnisse. Obwohl sich an den Merkmalsbeurteilungen selbst durch die Gewichtung der Ergebnisse nichts ändert, wird in der Hochrechnung die Anzahl der Leitwartenoperateure, welche unter den besagten Gestaltungsbedingungen einer Leitwarte arbeiten, berücksichtigt. Die Ergebnisse der hier präsentierten Hochrechnung können also als Annäherung betrachtet werden, da eine Vollerhebung aller Arbeitsplätze in allen Leitwarten aus den bereits genannten Gründen nicht möglich war.

In den Leitwarten „R“, „T“ und „W“ wurden jeweils zwei Arbeitsplätze untersucht, weshalb sich bei der Hochrechnung im Vergleich zu den anderen Leitwarten eine gesonderte Situation ergab. Die Operateure der Leitwarte „R“ („R04“ und „R06“) waren in zwei Teams aufgeteilt. Zum ersten Team gehörten fünf und zum zweiten 21 Arbeitsplätze. Aus jedem Team ist ein Arbeitsplatz untersucht worden. Die Untersuchungsergebnisse wurden in der Hochrechnung entsprechend gewichtet, d. h. die Ergebnisse des Arbeitsplatzes „R04“ wurden mit „5“ und die Ergebnisse des Arbeitsplatzes „R06“ mit „21“ multipliziert. In der Leitwarte „T“ befanden sich lediglich die beiden untersuchten Arbeitsplätze „T01“ und „T02“, weshalb hier zur Hochrechnung keine weitere Gewichtung der Ergebnisse vorgenommen werden musste. In der Leitwarte „W“ („W06“ und „W18“) befanden sich insgesamt 38 Arbeitsplätze. Dort ließ sich die Aufteilung der Arbeitsplätze nicht so leicht vornehmen wie in der Leitwarte „R“. Da sich die Beurteilungsergebnisse der beiden Leitwarten – insgesamt gesehen – nur gering unterschieden, wurden die Ergebnisse der beiden Leitwarten bei der Hochrechnung jeweils mit „19“ gewichtet.

Werden die Ergebnisse über alle 274 Beurteilungsmerkmale der Checkliste aus der Beurteilung der Leitwartenarbeitsplätze hochgerechnet auf die dort tatsächlich vorhandenen Arbeitsplätze, dann ergibt sich ein Erfüllungsgrad der Merkmale von 60,8 % ($n = 144$, vgl. Abb. 4.35, rechts). Vergleicht man nun dieses Ergebnis mit der Auswertung ohne Hochrechnung auf die repräsentierten Arbeitsplätze, so sind die Unterschiede sehr gering. Hier lag der Erfüllungsgrad über alle Merkmale und alle

untersuchten Arbeitsplätze bei durchschnittlich 60,3 % (n = 27, vgl. Abb. 4.35, links). Die Unterschiede bezogen auf die anderen Merkmalsausprägungen bleiben ebenso vergleichbar; „teilweise erfüllt“: 6,0 % (Hochrechnung) vs. 5,9 % (Rohdaten) und „nicht erfüllt“: 33,2 % (Hochrechnung) vs. 33,8 % (Rohdaten). Insgesamt zeigen sich also keine bedeutsamen Unterschiede zwischen Rohdatenauswertung und Hochrechnung auf die Zahl der vorhandenen Arbeitsplätze. Trotz der teilweise sehr unterschiedlichen Besetzung der einzelnen Leitwarten beschränken sich die Unterschiede zwischen Rohdatenauswertung und Hochrechnungsergebnissen auf den Nachkommastellenbereich.

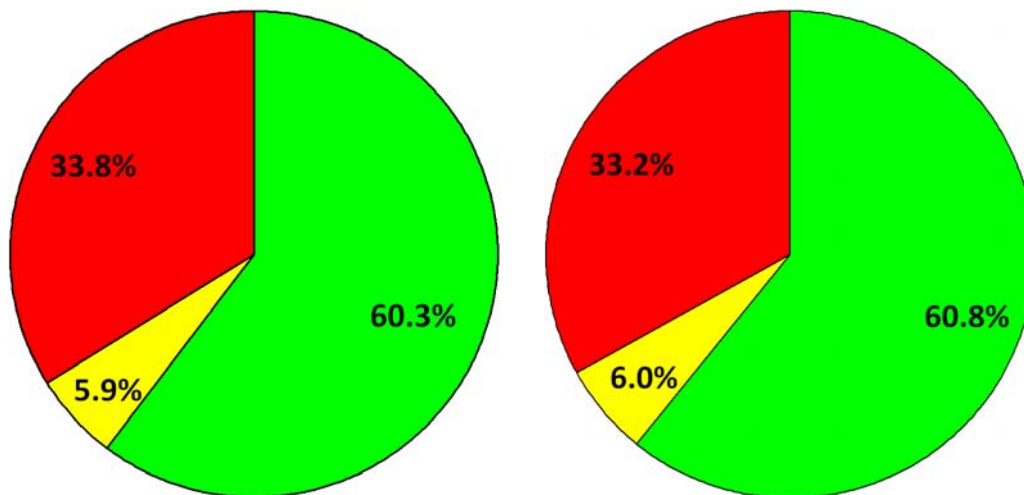


Abb. 4.35 Erfüllungsgrad über alle Merkmale und alle Arbeitsplätze (links: Rohdatenauswertung, n = 27; rechts: Hochrechnung auf die in den Unternehmen insgesamt vorhandene Anzahl von Arbeitsplätzen, n = 144)

Werden jedoch die Ergebnisse nach Merkmalsbereichen getrennt betrachtet (vgl. Abb. 4.36), so zeigen sich allerdings Unterschiede zwischen Rohdatenauswertung und Hochrechnung.

Die größten Unterschiede lassen sich in den Merkmalsbereichen „Wartenraum“ und „Sonstige Arbeitsbedingungen“ ausmachen (vgl. Abb. 4.36). Im Bereich „Wartenraum“ fällt durch die Hochrechnung der Anteil der Merkmalsausprägung „erfüllt“ um 9,3 % und der Anteil für die Ausprägung „nicht erfüllt“ steigt um 7,5 %. Nicht ganz so hohe Differenzen finden sich für den Bereich „Sonstige Arbeitsbedingungen“, wo durch die Hochrechnung der Anteil erfüllter Merkmale um 8,5 % fällt und für nicht erfüllte Merkmale um 5,8 % steigt. Eine wesentliche Ursache hierfür ist die starke Gewichtung der Ergebnisse der Branche „Telekommunikation“ und der hier im Branchenvergleich geringere Anteil erfüllter Merkmale in den Merkmalsbereichen (vgl. Kapitel 4.3 und 4.9). Durch die starke Gewichtung der Ergebnisse der Branche „Telekommunikation“ (Verhältnis 4:64), bedingt durch die hohe Anzahl an Arbeitsplätzen in einer Leitwarte, tritt dieser unterdurchschnittliche Erfüllungsgrad noch deutlicher hervor.

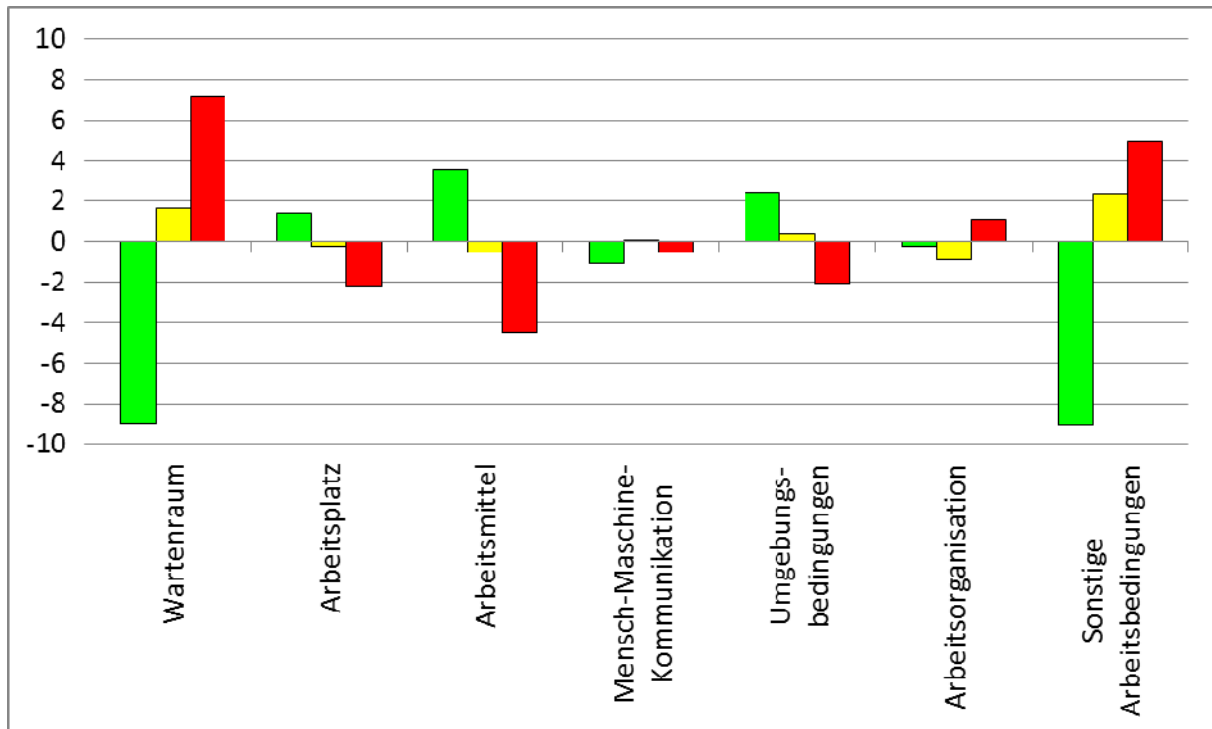


Abb. 4.36 Differenzprofil mit Abweichungen der prozentualen Häufigkeiten der Antwortkategorien je Fragebereich der Hochrechnung von den Untersuchungsergebnissen

Eine Erhöhung des Erfüllungsgrades ist vor allem im Merkmalsbereich „Arbeitsmittel“ auszumachen (vgl. Abb. 4.36). Der Anteil der Beurteilungskategorie „erfüllt“ erfährt einen Zuwachs von 6,5 %, während der Anteil der Beurteilungskategorie „nicht erfüllt“ um 5,7 % fällt. Wahrscheinlich sind diese Änderungen auch hier durch die höhere Gewichtung der Ergebnisse der Branche „Telekommunikation“ bedingt. Im Vergleich mit den anderen Branchen hatte die Branche „Telekommunikation“ im Bereich „Arbeitsmittel“ den höchsten Erfüllungsgrad (vgl. Kap. 4.5).

In den Merkmalsbereichen „Umgebungsbedingungen“ und „Arbeitsorganisation“ sowie im merkmalsbezogen umfassendsten Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation“ unterscheidet sich die Hochrechnung dagegen nur geringfügig von den Ergebnissen für die tatsächlich untersuchten Leitwartenarbeitsplätze.

Die insgesamt relativ geringen Unterschiede zwischen Roh- und hochgerechneten Daten deuten demnach darauf hin, dass eine veränderte Gewichtung, welche die Anzahl von Arbeitsplätzen in den Leitwarten berücksichtigt, nicht zu komplett anderen Ergebnissen führt.

4.11 Weitergehende Analysen

4.11.1 Allgemeine Vorbemerkungen

Die bisher vorgestellten Analysen sind vom Grundsatz her rein deskriptiv. Auch die Unterschiede zwischen den Branchen wurden bisher nicht auf Signifikanz getestet. Das liegt in der Tatsache begründet, dass es sich nicht um eine Zufallsauswahl von Leitwarten handelt, sondern um eine willkürliche Auswahl, mit dem Ziel, einen möglichst breiten Bereich an unterschiedlichen Leitwarten aus den verschiedensten Branchen abzudecken, wobei in manchen Branchen lediglich zwei Leitwarten untersucht wurden, die in einem Fall sogar im gleichen Unternehmen angesiedelt waren. Darüber hinaus wäre ggf. auch eine Konfundierung mit dem Alter der Leitwarten zu erwarten, so dass sich daraus Fehlschlüsse auf die Branche ergeben könnten.

Dennoch erschien es wünschenswert, die erhobenen Daten darauf zu prüfen, ob sich Abhängigkeiten oder Zusammenhänge mit dem Gestaltungszustand der untersuchten Arbeitsplätze abzeichnen. Die Hauptschwierigkeit bei der Untersuchung solcher Zusammenhänge besteht jedoch in der Anzahl und Struktur der zur Verfügung stehenden Daten. Untersucht wurden 27 Leitwartenarbeitsplätze, die auf 274 Merkmalen abgebildet wurden. Damit sind erheblich mehr Merkmale als Merkmalsträger vorhanden. Erschwerend kommt hinzu, dass bestimmte Merkmale nur an bestimmten Arbeitsplätzen relevant waren (z. B. Großbildtechnik), so dass die sich ergebende Datenmatrix zwangsläufig systematisch leere Felder enthalten musste, was bei der Berechnung multivariater Analysen schnell zu leeren Zellen oder nicht berechenbaren Korrelationen führen kann. Aus diesem Grunde wurde versucht, trotz möglicher Verletzungen der Grundannahmen, einige Analysen soweit zu rechnen, wie sich dies in Anbetracht der gegebenen Vorbehalte noch rechtfertigen ließ. Die nachfolgenden Ausführungen sind daher immer vor diesem Hintergrund zu betrachten und zu interpretieren. Die im vorigen Abschnitt vorgestellte Gewichtung der Leitwartenarbeitsplätze anhand ihrer Besetzungszahl wäre hier wenig hilfreich zur Lösung des Problems, weil damit die großen Leitwarten und deren Kovarianzen (da auf identischen Daten beruhend) übergewichtet würden und zu einem falschen Bild führen müssten. Dies war vor dem Hintergrund der unbekanntenen Grundgesamtheit der Leitwarten nicht zu rechtfertigen.

4.11.2 Umsetzung ergonomischer Anforderungen in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Leitwarten

Zunächst wurde über alle Merkmale, die keine Null-Varianz aufwiesen (d. h. nicht bei allen untersuchten Arbeitsplätze „erfüllt“ oder „nicht erfüllt“ waren) einfaktorielle Varianzanalysen mit dem (z. T. geschätzten und daher ungenauen) Jahr der Inbetriebnahme gerechnet. Damit sollte geprüft werden, ob ein Zusammenhang zwischen der Gestaltungsgüte eines Arbeitsplatzes und dem Jahr der Inbetriebnahme der Leitwarte besteht, indem sich hier etwa ein Trend zu einer besseren Erfüllung der Merkmale (oder auch nur bestimmter einzelner Merkmale) über den Verlauf der Zeit ergibt. Die Ergebnisse dieser Varianzanalysen (einige Jahre aus dem Zeitraum von ca. 1975 bis 2010 waren dabei nur einfach besetzt) haben jedoch keinen eindeutigen Trend erkennen lassen, mit Ausnahme der Merkmale der Größe des Wartenraums, auch bezogen auf die Anzahl der fest eingerichteten Arbeitsplätze. Anhand der verfügbaren Indikatoren deutet sich an, dass die Wartenräume über den Zeitraum, in dem die untersuchten Leitwarten in Betrieb genommen wurden, tendenziell größer ausgelegt

worden sind. Bei anderen Indikatoren gab es einige sehr wenige signifikante Ergebnisse (allerdings weniger als per Zufall zu erwarten wären), die aber keine Entsprechung in anderen Variablen zum gleichen thematischen Kontext erkennen ließen. Insofern ist davon auszugehen, dass mit Ausnahme der räumlichen Merkmale keine besonderen Merkmale einen deutlichen Trend zur Verbesserung des Erfüllungsgrades erkennen lassen (wobei eine zunehmende Raumgröße alleine noch keine Verbesserung darstellt, z. B. wenn dort mehr Arbeitsplätze eingerichtet sind). Dies mag auch darin begründet sein, dass das Jahr der Inbetriebnahme natürlich nicht den Stand der Dinge in einer Leitwarte darstellt, weil in den älteren Leitwarten, aber auch in den jüngeren, Nachrüstungen stattgefunden haben, so dass hier häufig auch keine Unterschiede zu erwarten waren. Dass die Raumgrößen davon abweichen, erscheint konsistent, da hier in der Regel keine baulichen Veränderungen vorgenommen wurden, die sich auf den erhobenen Merkmalen abbilden sollten – insofern macht der gefundene Unterschied bei diesen Merkmalen Sinn. Auch eine Gruppierung der Leitwarten in alt (Inbetriebnahme vor 1990), mittel (1990 bis 1999) und jung (ab 2000) hat keine substantiellen Änderungen ergeben, wobei sich gelegentlich Unterschiede bei den alten Leitwarten zeigten, jedoch auch hier nicht generalisierbar. Es kann daher nicht davon ausgegangen werden, dass bestimmte Merkmale in neueren Leitwarten grundsätzlich besser erfüllt sind als in alten – wenn von der Tendenz bei den räumlichen Bedingungen einmal abgesehen wird. Hier hätte man sich gewünscht, dass einige der alt bekannten ergonomischen Probleme in den neueren Leitwarten nicht mehr auftauchen. Davon kann aber offensichtlich nicht ausgegangen werden, wenn man einmal davon absieht, dass einige banale Anforderungen (z. B. Klimaanlage vorhanden oder Trennung von Bildschirm und Tastatur) inzwischen in allen Leitwarten erfüllt waren.

Anders sieht die Sache dagegen aus, wenn man den Erfüllungsgrad bzw. den Grad der Verletzung aller Merkmale einer Leitwarte in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Inbetriebnahme analysiert. Abbildung 4.37 zeigt die Erfüllungsgrade über alle relevanten Merkmale je untersuchtem Arbeitsplatz in Abhängigkeit vom Jahr der Inbetriebnahme der Leitwarte.

Wie dieser Abbildung zu entnehmen ist, zeigt sich hierbei eine Zunahme des Erfüllungsgrads über den Zeitraum der Inbetriebnahme der untersuchten Arbeitsplätze ($b = 0,31$). Insgesamt deutet sich damit eine Tendenz an, dass über alle Merkmale eine stärkere Berücksichtigung ergonomischer Anforderungen erfolgt, auch wenn sich das, wie oben gezeigt, nicht an einzelnen Merkmalen festmachen lässt.

Um zu überprüfen, ob es sich hierbei nicht um eine Verschiebung zwischen „Gelb“ (= „teilweise erfüllt“) und „Grün“ (= „erfüllt“) handelt, sondern um einen tatsächlichen Rückgang der Verletzungen, wurde auch die Gesamtzahl der Verstöße mit dem Jahr der Inbetriebnahme in Beziehung gesetzt. Die Ergebnisse zeigt Abbildung 4.38.

Auch hier ist ein deutlicher Trend erkennbar. Der Anteil an Verstößen gegen relevante Merkmale nimmt mit späterem Jahr der Inbetriebnahme ab, und zwar etwa im gleichem Umfang, wie die Zunahme der Erfüllungsgrade ($b = -0,29$). Der oben berichtete Trend zur Verbesserungen ist also nicht auf einen Rückgang einer akzeptablen Erfüllung, sondern sehr deutlich auf einen Rückgang bei den Verletzungen zurückzuführen. Dies dürfte insgesamt positiv zu beurteilen sein. Offensichtlich wird ergonomischen Anforderungen also in letzter Zeit eine etwas stärkere Beachtung geschenkt.

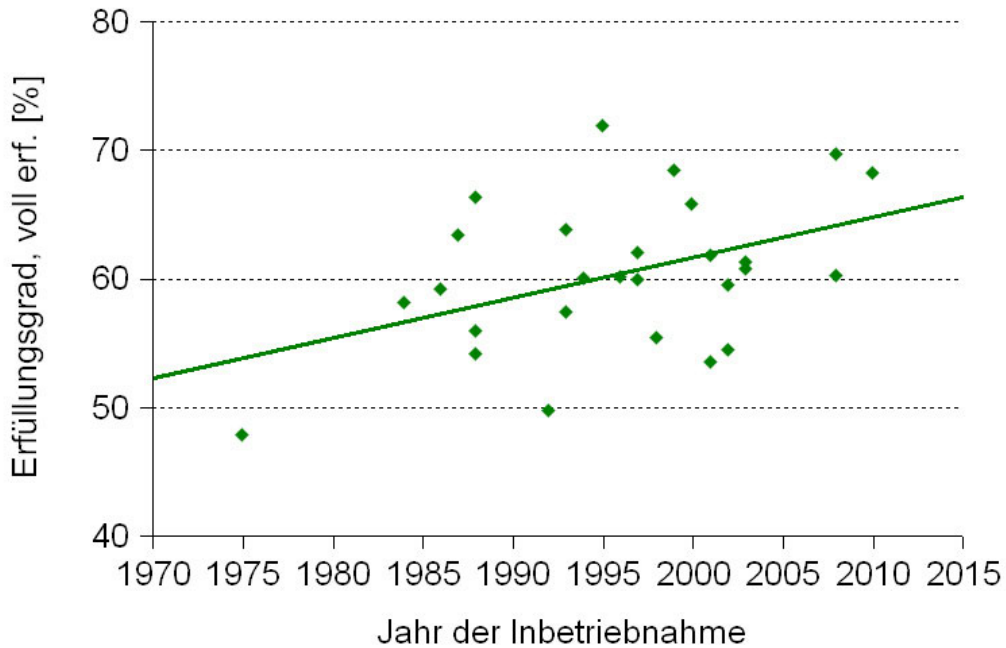


Abb. 4.37 Erfüllungsgrad über alle Merkmale je Arbeitsplatz nach dem Jahr der Inbetriebnahme der Leitwarte

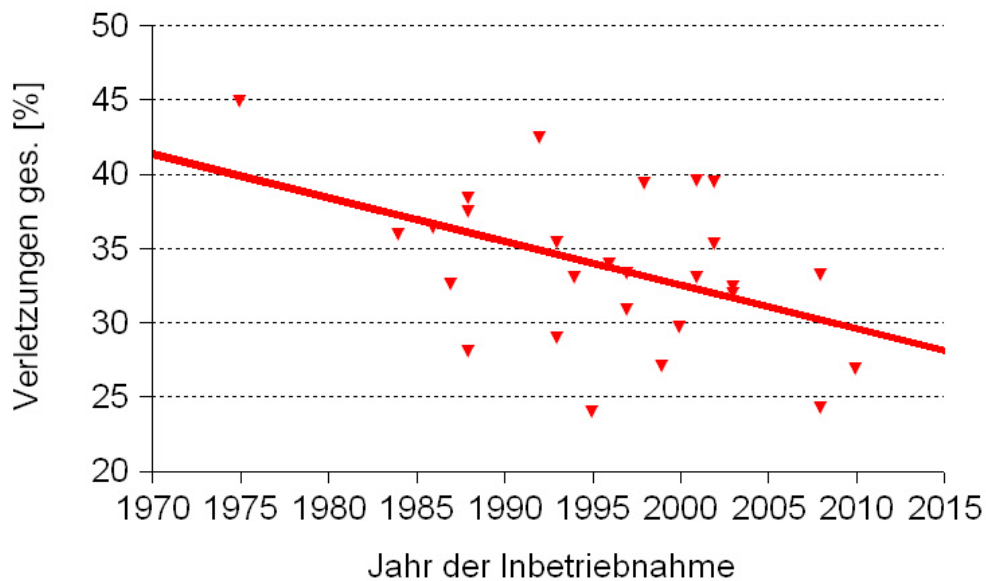


Abb. 4.38 Verletzungen der Merkmale insgesamt je Arbeitsplatz nach dem Jahr der Inbetriebnahme der Leitwarte

Interessant war daher herauszufinden, ob dieser Rückgang an Verletzungen ergonomischer Anforderungen auf bestimmte Bereiche der Merkmale zurückgeführt werden kann, oder ob sich auch hier, ähnlich wie bei den Einzelmerkmalen, keine systematischen Trends erkennen lassen.

Abbildung 4.39 zeigt daher den Anteil an Verletzungen relevanter Merkmale aufgliedert nach den Merkmalsbereichen der Checkliste. Es wird deutlich, dass der dabei zu beobachtende Trend recht unterschiedlich ist. Während für die „Sonstigen Ar-

beitsbedingungen“ sogar ein Anstieg der Verletzungen zu erkennen ist ($b = 0,54$), dem allerdings wegen der insgesamt geringen Anzahl von Merkmalen und der erheblichen Schwankungen (z. T. zwischen 0 % und 100 %) keine besondere Bedeutung beigemessen werden sollte, sinkt der Anteil von Merkmalen mit Verstößen für die Bereiche „Wartenraum“ und „Arbeitsorganisation“ (beide $b = -0,06$) nur leicht ab, während sich die deutlichsten Verbesserungen für die Bereichen „Arbeitsplatz“ und „Arbeitsmittel“ ($b = -0,67$) ergeben. Auch bei den „Umgebungsbedingungen“ ist eine Abnahme der Verletzungen beobachtbar ($b = -0,39$), während bei der Mensch-Maschine-Interaktion nur eine sehr geringe Abnahme der Verstöße zu beobachten ist ($b = -0,19$).

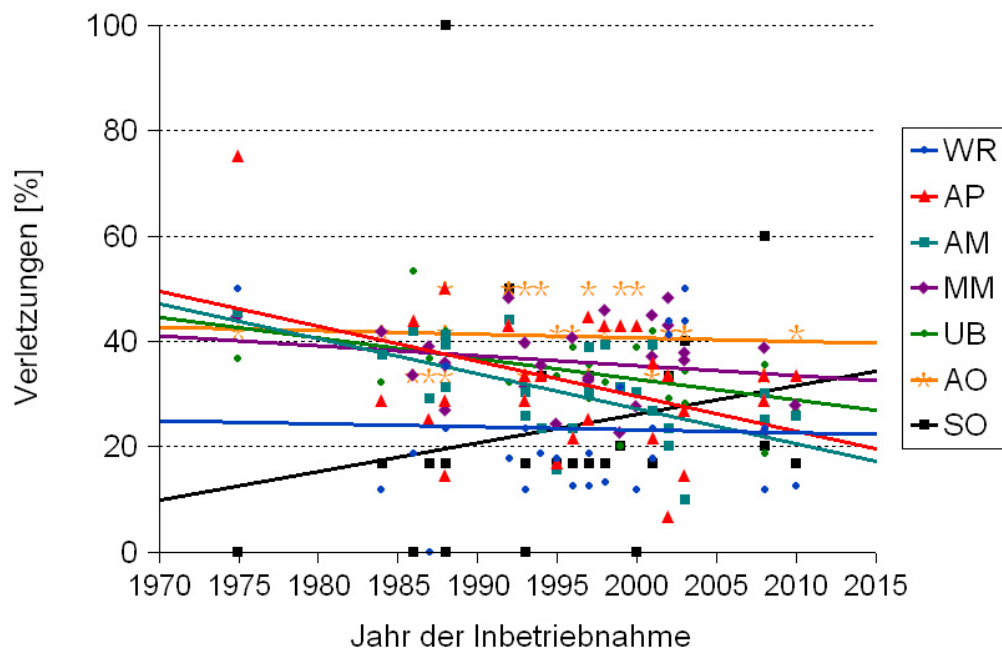


Abb. 4.39 Verletzungen von Merkmalen aus den unterschiedlichen thematischen Merkmalsbereichen je Arbeitsplatz nach dem Jahr der Inbetriebnahme der Leitwarte

(WR = Wartenraum, AP = Arbeitsplatz, AM = Arbeitsmittel, MM = Mensch-Maschine-Kommunikation, UB = Umgebungsbedingungen, AO = Arbeitsorganisation, SO = sonstige Arbeitsbedingungen)

Bei aller gebotenen Zurückhaltung bei der gegebenen Datenlage scheint sich damit anzudeuten, dass Merkmale aus dem Bereich der „klassischen“ Ergonomie (anthropometrische Gestaltung von Arbeitsplatz, Arbeitsmitteln und Arbeitsumgebung) im Laufe der Zeit besser umgesetzt werden als Merkmale aus dem Bereich der Mensch-Maschine-Kommunikation und der Arbeitsorganisation. So erfreulich das für die erstgenannten Bereiche auch sein mag, zeigt sich darin doch ein eher eingeschränktes Verständnis von Ergonomie und der (nach der BildscharbV) umzusetzenden Anforderungen. In der BildscharbV (2008) wird ausdrücklich auf die Grundsätze der Informationsverarbeitung durch den Menschen Bezug genommen; ein Bereich, in dem die ergonomischen Vorgaben offensichtlich am wenigsten (s. o.) und nur langsam umgesetzt werden – hier sind offensichtlich noch erhebliche Verbesserungen erforderlich, die zügig umgesetzt werden sollten. Dies kann u. U. auch daran liegen, dass sich in dem hier zur Diskussion stehenden Bereich der Gestaltung von Leitwarten,

bei Herstellern wie Betreibern, die Bedeutung dieses Bereichs der Ergonomie noch nicht hinreichend etabliert hat. Gelegentlich gewinnt man den Eindruck, dass Moderscheinungen wichtiger sind als gesicherte Erkenntnisse (z. B. in der Verbannung von Farbe, inkl. Farbcodierung von den Prozessleitbildern).

Auf der Basis der dargestellten Ergebnisse, zum Erfüllungsgrad wie zur zeitlichen Entwicklung des Erfüllungsgrads der Merkmale aus dem Bereich der Informationsverarbeitung, sollte daher hier einer der wichtigsten Ansatzpunkte für die Verbesserung des derzeitigen und zukünftigen Gestaltungszustands von Leitwarten liegen.

4.11.3 Gruppierung der untersuchten Leitwarten

Von Interesse bei den weiterführenden Untersuchungen war darüber hinaus, ob sich Ähnlichkeiten zwischen den untersuchten Leitwarten bzw. Arbeitsplätzen zeigen ließen, und zwar in Bezug auf die Erfüllung oder Verletzung der einzelnen oder gruppierten Merkmale.

Um eine solche Gruppierung empirie basiert vornehmen zu können und gleichzeitig eine Überprüfung der Dimensionalität der verwendeten Checkliste zu versuchen, sollte – trotz der gegebenen schwachen Datenstruktur für diese Zwecke (s. o.) – eine Faktorenanalyse durchgeführt werden. Ziel war zunächst die Reduktion auf eine möglichst überschaubare Anzahl von möglichst reinen Dimensionen, da die Checkliste selber deutliche Überlappungen zwischen den einzelnen Bereichen erkennen lässt. Insofern sollte versucht werden, möglichst reine, voneinander unabhängige Dimensionen zu finden, die bei einer möglichen späteren Überarbeitung der Checkliste ggf. durch eine geringere Anzahl möglichst hoch ladender Merkmale erfasst werden könnten. Auf der Basis der Faktorwerte auf diesen Dimensionen sollte anschließend der Versuch einer Gruppierung der Leitwarten vorgenommen werden.

Wie zu befürchten, erlaubt die vorhandene Datenmatrix (ein Beobachter, 27 Arbeitsplätze, 274 Merkmale, davon mehrere Zellen unbesetzt und einige mit einer Nullvarianz) keine vertretbare Berechnung einer Korrelationsmatrix. Auch nach Aussortieren aller Merkmale mit Null-Varianz (die keine Korrelationsberechnung ermöglichen und für eine Ähnlichkeitsberechnung irrelevant sind) sowie weiterer, weil irrelevanter, fehlender Merkmale (solche, die nur für einen Teil der Arbeitsplätze relevant waren), die ebenfalls zu Ausfällen bei der Korrelationsberechnung führten, ließ sich keine brauchbare Korrelationsmatrix ermitteln. Der Versuch über einen paarweisen Ausschluss von Arbeitsplätzen mit fehlenden Werten oder die Ersetzung fehlender Werte durch den Mittelwert der Variablen über die verbleibenden Arbeitsplätze führte zu keinen verwertbaren Ergebnissen; der paarweise Ausschluss führte zu nicht positiv definiten Determinanten der Matrix und der Ersatz fehlender Werte durch den Mittelwert führte zu sinnlosen, nicht interpretierbaren Lösungen. Der Versuch, die Merkmale zu faktorisieren oder eine Überprüfung der Dimensionalität der Checkliste vorzunehmen, musste daher aufgegeben werden. Auch für die einzelnen Merkmalsbereiche musste dieser Versuch aufgegeben werden, da mit Ausnahme der „Sonstigen Arbeitsbedingungen“ in keinem Bereich mehr Fälle als Variablen gegeben waren und sich damit immer wieder instabile Matrizen ergaben. Von daher war es nicht möglich, die Frage der Ein- oder Mehrdimensionalität der einzelnen Themenbereiche zu untersuchen. Vor diesem Hintergrund musste dann auch der Versuch, die Leitwarten anhand dieser Dimensionen zu klassifizieren, aufgegeben werden.

Zur Klassifizierung (der Ähnlichkeit) der Leitwarten sollte daher eine Clusteranalyse versucht werden, um auf diesem Wege Gruppen ähnlicher Leitwarten zu erhalten, auch wenn die Chancen dafür wegen der gegebenen Voraussetzungen ausgespro-

chen schlecht aussahen. Auch dieser Versuch musste jedoch aus den oben angeführten Problemen der Datenmatrix aufgegeben werden. Hier scheiterte, wie zu erwarten, die Berechnung der Ähnlichkeiten ebenfalls an den strukturellen Gegebenheiten der Datenmatrix.

In einem letzten Ansatz sollte daher der Versuch unternommen werden, die untersuchten Arbeitsplätze anhand einer Faktorenanalyse über die Arbeitsplätze (als Variablen) und den Merkmalen als Fällen (Q-Technik, Überla, 1971) zu gruppieren bzw. Ordnungsmuster zu gewinnen. Mit 27 Variablen (Arbeitsplätze) und 274 Fällen (Beurteilungsmerkmale) sollten damit zumindest von den Grundvoraussetzungen hinreichende Bedingungen gegeben sein (Fallzahl mindestens das Zwei- bzw. Dreifache der Variablenzahl). Aus diesem Grunde konnten auch alle Merkmale, die nicht bei allen untersuchten Arbeitsplätzen vorhanden waren bzw. Null-Varianzen aufwiesen, aus der Analyse ausgeschlossen werden (listenweiser Fallausschluss).

Da aus den vorhergehenden Versuchen zu erwarten war, dass parametrische Korrelationen (Pearson-Koeffizienten) nicht zum Erfolg führen würden und die Einzelmerkmale die erforderliche Skalenqualität nur in wenigen Fällen aufwiesen, erfolgte die Berechnung der Korrelationsmatrix als nichtparametrische Korrelation (Spearman-Koeffizienten) mit listenweisem Fallausschluss über die transformierte Datenmatrix. Die so berechnete Korrelationsmatrix wurde in die Faktorenanalyse eingelesen; auch wenn dies eine Verletzung der Voraussetzungen darstellt, da die Faktoren Linearkombinationen der Einzelvariablen darstellen sollen, was bei nichtparametrischen Korrelationen nicht-metrischer Daten prinzipiell nicht möglich ist. Immerhin sollte diese Vorgehensweise aber erlauben, einen Eindruck davon zu gewinnen, ob sich interpretierbare Faktoren finden lassen und ob sich ein Faktorenraum aufspannen lässt, in dem sich die untersuchten Arbeitsplätze (relativ zueinander) verorten lassen.

Die hier konservativ als Hauptachsenanalyse gerechnete Faktorenanalyse ergab zwei Faktoren mit Eigenwerten > 1 , bei einer großen Distanz zwischen dem ersten und dem zweiten Eigenwert, während der Rest der Eigenwerte < 1 war und auf einer Geraden lag. Lösungen mit mehr Dimensionen waren damit auch bei liberaleren Extraktionsmethoden nicht zu erzielen. Eine Varimax-Rotation der erhaltenen Lösung ergab die in Abbildung 4.40 dargestellte Struktur eines zweidimensionalen Raumes für die Lokalisierung der Arbeitsplätze.

Abbildung 4.41 lässt die zweidimensionale Struktur und Verteilung der Arbeitsplätze deutlich erkennen, wobei sich auf den ersten Blick eine negative Korrelation der Ladungen andeutet. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass es sich um zwei orthogonale Faktoren handelt. Kennzeichnet man die Arbeitsplätze mit ihrer Benennung, sieht man, dass Arbeitsplätze aus Leitwarten des Dienstleistungssektors (Telekommunikation, Energieverteilung, Medien, Verkehr) deutlich höhere Ladungen auf dem zweiten Faktor aufweisen, wohingegen Arbeitsplätze aus Produktionsleitwarten sich durch höhere Ladungen auf dem ersten Faktor auszeichnen (vgl. Abb. 4.41). Faktor 1 könnte demnach als Produktionskomponente, Faktor 2 als Dienstleistungs-komponente interpretiert werden.

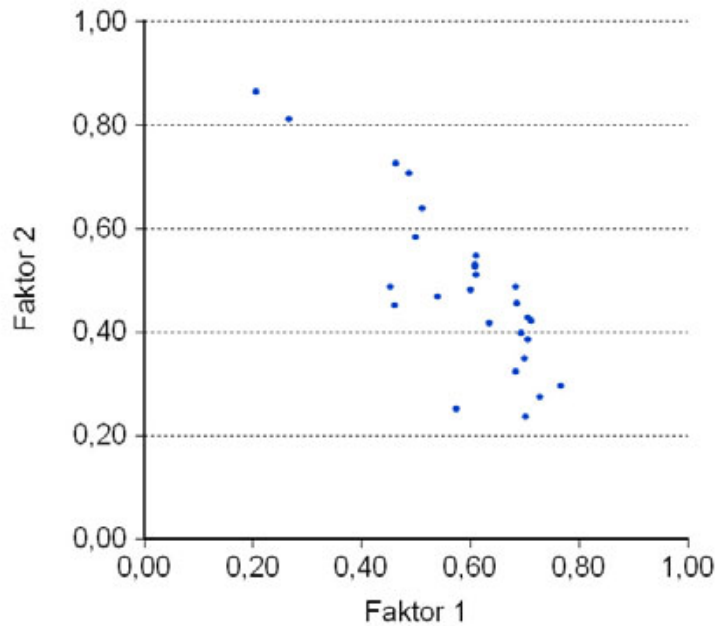


Abb. 4.40 Ergebnisse der Faktorenanalyse über die untersuchten Arbeitsplätze, rotierte Lösung

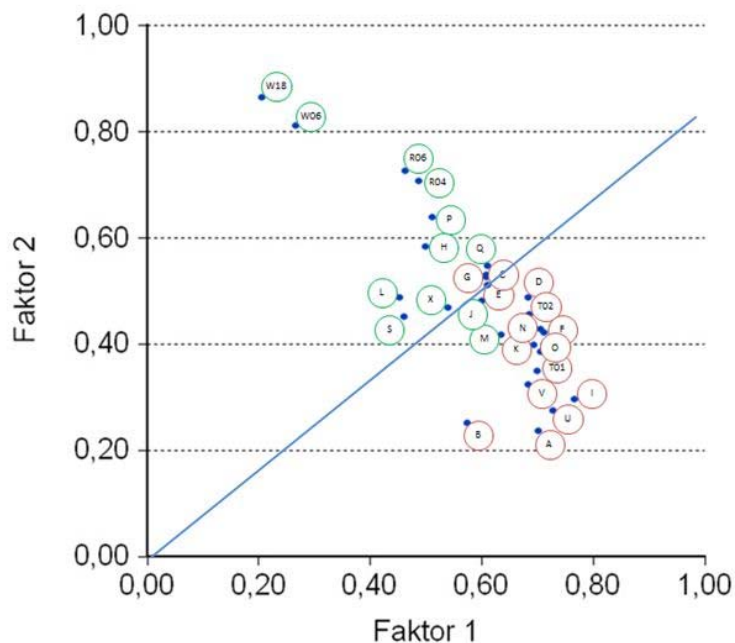


Abb. 4.41 Ergebnisse der Faktorenanalyse über die untersuchten Arbeitsplätze, rotierte Lösung, mit eingezeichneten Arbeitsplätzen und Bereichskennung
(rot = Produktion, grün = Dienstleistung, die blaue Linie stellt den Versuch einer näherungsweise Trennung des Produktions- und des Dienstleistungsbereichs dar)

Dieses Ergebnis erscheint nicht uninteressant. Tentativ könnte es so interpretiert werden, dass die Art der Aufgabenstellung mit bestimmten Merkmalen (oder deren Erfüllung) assoziiert ist, wobei es sich hier nicht um Einzelmerkmale, sondern um

Merkmalsstrukturen handeln dürfte, die in diesen Leitwarten realisiert sind. Dennoch könnte eine Analyse, welche Merkmale denn mit den beiden Faktoren korreliert sind, aufschlussreich für weitere Interpretationen sein.

Berechnet man zur Absicherung dieser Interpretation die Mittelwerte der Faktorenladungen der 27 Arbeitsplätze, so ergeben sich deutliche und hoch signifikante Unterschiede, insbesondere zwischen den Branchen „Telekommunikation“ und „Prozess- und Anlagensteuerung“. Dies würde die Interpretation als Produktions- vs. Dienstleistungskomponente stützen.

Um Hinweise zu erhalten, welche Merkmale mit dieser Aufgliederung verbunden sind, wurden Korrelationen (der Einfachheit halber Produkt-Moment Korrelationen) der Faktorenladungen der einzelnen Arbeitsplätze mit den Ausprägungen der Beurteilungsmerkmale berechnet. Tabelle 4.41 zeigt eine Auswahl der Merkmale (Auswahlkriterium $r > |.60|$), die mit den Faktoren korrelieren.

Tab. 4.41 Korrelationen ausgewählter Merkmale mit den Faktorenladungen der Arbeitsplätze auf den beiden Faktoren

Beurteilungsmerkmal (Kurzform)	F1	F2	n
Anzahl Arbeitsplätze für Operateure, die im Regelfall sind (*)	-0,81	0,83	27
Fläche des Wartenraums (*)	-0,68	0,79	27
Fläche je fest eingerichtetem Arbeitsplatz	-0,69		27
Stolperstellen durch Kabel	-0,71		27
Art des Arbeitsplatzes (reiner Steh-, reiner Sitz- oder Sitz-Steh-Arbeitsplatz)	0,61		27
Anzahl Videomonitore (*)		-0,60	27
Anzahl Computer-Bildschirmgeräte (*)		-0,60	27
gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen: frei von Schäden	-0,60		17
gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen: Bild stabil und frei von Verzerrungen und Flimmern		-0,61	17
Blinken als Codierung für die Erregung von Aufmerksamkeit	-0,67		27
Eingriff mit schwerwiegenden Konsequenzen	0,71		27
nächste Seite/nächstes Fenster: 2 Sek.		0,67	27
Anzeige, wenn Ausführung eines Befehls länger als 2 Sek.	-0,61		22
Steuerung bei der Bearbeitung gleichartiger Prozesse in gleicher Weise	-0,64	0,66	27
individuelle Einstellungen	0,60		27
individuelle Einstellung von Informationen		-0,70	27
anlagenweite Alarmstrategie	0,73		27
Abwechslung zur Struktur und Farbe der starren Geometrie im Wartenraum		-0,61	27
Von Verstellbarkeit der Arbeitstische, -stühle etc. Gebrauch gemacht	0,60	-0,66	27
Kenntnis über Umfang und Art der Protokollierung der Eingriffe?	-0,62		27

(*) numerische Werte, alle anderen: Ja/Nein- bzw. Ampel-Codierung

Auffallend ist bei diesen Korrelationen, dass die räumlichen Merkmale mit beiden Faktoren korrelieren. Im Dienstleistungsbereich sind die Leitwarten tendenziell größer und mit mehr Operateuren besetzt. Dadurch wird der erforderliche Platz pro Operateur tendenziell eher nicht erfüllt. Im Bereich der Produktion ist dies tendenziell gegenteilig. Negative Korrelationen bei den Merkmalen mit Ja/Nein- bzw. Ampel-Codierung deuten auf Erfüllung hin, positive auf Verletzung. So erhalten z. B. die

Operateure im Produktionsbereich bei Eingriffen mit gravierenden Konsequenzen eher keine Informationen über die Auswirkungen. Eine einheitliche Alarmstrategie der Anlage ist nicht vorhanden. Auch sind individuelle Einstellungen hier eher nicht möglich und von der Verstellbarkeit der Arbeitsmittel wird weniger Gebrauch gemacht. Dagegen wissen die Operateure, welche Eingriffe protokolliert werden und gleichartige Prozesse werden in gleichartiger Weise gesteuert. Dies ist offensichtlich bei Dienstleistungsleitwarte anders, hier ergibt sich eine positive Korrelation, was u. U. auf die Notwendigkeit der Nutzung unterschiedlicher Software-Systeme zurückgeführt werden kann. Auch wird die Vorgabe, dass die nächste Seite in weniger als 2 Sekunden aufgebaut sein sollte, hier tendenziell weniger erfüllt.

Im Prinzip deuten sich, bei aller gegebenen Vorsicht, einige Tendenzen an, in denen sich die beiden Bereiche zu unterscheiden scheinen. Dem sollte in aufbauenden Analysen weiter nachgegangen werden, um herauszufinden, warum hier eine unterschiedliche Umsetzung der Anforderungen erfolgt und welche Abhängigkeiten zu den Arbeitsaufgaben bestehen. Wünschenswert wäre dafür allerdings ein größerer Datensatz, der dem Einsatz der hier eingesetzten Analysetechniken angemessener wäre oder auch weitergehende Analysetechniken erlauben würde. An dieser Stelle müssen die Interpretationsversuche jedoch aufgrund der verfügbaren Datenlage auf Hinweise auf mögliche Tendenzen beschränkt bleiben.

5 Gestaltungsempfehlungen

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung lassen Gestaltungsbereiche erkennen, bei denen ergonomische Grundsätze und Prinzipien der Gestaltung umfangreich berücksichtigt wurden. Allerdings weisen viele Gestaltungsbereiche Defizite auf, die durch geeignete Maßnahmen verbessert werden sollten. Mangelhafte Gestaltungszustände können negative Auswirkungen auf die psychische Belastung, die Leistungsfähigkeit bzw. -bereitschaft, die Gesundheit und das Wohlbefinden der Leitwartenoperatoren haben und dadurch direkt sowie indirekt die Leistung und Sicherheit des Gesamtsystems verringern. Durch eine nach ergonomischen Gesichtspunkten gestaltete Bildschirmarbeit können dagegen sowohl Fehlentscheidungen und -handlungen als auch unnötige Kosten vermieden sowie die Verfügbarkeit und Bediensicherheit des Gesamtsystems erhöht werden.

Während sich einige Gestaltungsaspekte relativ schnell und kostengünstig verbessern lassen, sind andere mit tiefen Eingriffen in das System verbunden und können nur beim Neubau oder Umbau einer Leitwarte bzw. einer Revision angegangen werden.

Des Weiteren lassen sich manche Gestaltungsprobleme nicht so einfach lösen. Aufgrund von Wechselwirkungen kann das Lösen eines Problems Auswirkungen auf andere Gestaltungsaspekte haben, wie etwa die Anordnung der Arbeitsplätze auf deren Beleuchtung. Erschwerend kommt hinzu, dass sich, insbesondere bei Nachbesserungen, nicht immer alle Einzelaspekte optimal lösen lassen, sondern aufgrund vorliegender Gegebenheiten mitunter nur eine suboptimale, wenn auch verbesserte Lösung erreicht werden kann.

Im Kapitel 5.1 wird auf den Planungsprozess einer Neu- bzw. Umgestaltung einer Leitwarte eingegangen. Dort werden Hinweise gegeben zur Herangehensweise, zum Ablauf des Gestaltungsprozesses und zum Projektteam bei der Planung einer neuen oder bei einer Erweiterung bzw. Umgestaltung einer bestehenden Leitwarte.

In den nachfolgenden Kapiteln (vgl. Kap. 5.2 bis 5.7) werden einige wichtige Gestaltungsempfehlungen exemplarisch herausgegriffen und erläutert. Es wurden solche Empfehlungen ausgewählt, die nach den hier vorgelegten Ergebnissen einen möglichst breiten Nutzen für die Verbesserung der Gestaltungssituation in Leitwarten bewirken können. Die Beispiele sollen illustrieren, wie ausgewählte Gestaltungsaspekte umgesetzt werden können und was bei der Umsetzung von Gestaltungsaspekten zusätzlich zu berücksichtigen ist. Umfangreiche Erläuterungen zu allen Einzelaspekten sind im begrenzten Rahmen des vorliegenden Berichts nicht möglich und werden mit der zitierten Literatur zur Verfügung gestellt.

Die Darstellung der Gestaltungsempfehlungen orientiert sich dabei an folgender wiederkehrender Struktur:

- Gestaltungsempfehlung,
- Anlass für die Gestaltungsempfehlung,
- allgemeine und spezifische Gestaltungsempfehlungen,
- Wechselwirkungen mit anderen Gestaltungsmerkmalen,
- Handlungsempfehlungen,
- Umsetzbarkeit im Gestaltungsprozess und
- weiterführende Literatur.

5.1 Vorgehen bei der Neu- bzw. Umgestaltung einer Leitwarte

5.1.1 Gestaltungsempfehlung

Eine Neu- bzw. Umgestaltung von Leitwarten sollte nicht allein nach technischen, sondern auch nach ergonomischen Grundsätzen erfolgen.

5.1.2 Anlass für die Gestaltungsempfehlung

Für einen effektiven Gestaltungsprozess, bei dem auch ergonomische Grundsätze wirkungsvoll zum Tragen kommen, ist sowohl bei der Neugestaltung einer Leitwarte als auch bei der Erweiterung bzw. Umgestaltung einer bestehenden Leitwarte ein systematisches und planmäßiges Vorgehen erforderlich (vgl. auch DIN EN ISO 6385:2004; DIN EN ISO 26800:2011). Im Rahmen des Projekts wurde auf die Bedeutung dieses Prozesses auch im Rahmen eines BAuA-Workshops zum Projekt mit einer Kurzpräsentation (Nickel et al., 2011) und einer anschließenden Diskussion mit den am Workshop Beteiligten verwiesen.

5.1.3 Allgemeine und spezifische Gestaltungsempfehlungen

Der Gestaltungsprozess zur Neu- oder Umgestaltung ist zwar in einigen Gestaltungsmerkmalen für eine Leitwarte mit denen für andere Arbeitsbereiche aus Produktion und Verwaltung durchaus vergleichbar (vgl. Kap. 3). Allerdings zeigen sich bereits in frühen Prozessphasen Unterschiede, die auf andere Arten der Tätigkeiten in Leitwarten (z. B. Überwachung und Steuerung von eigen-dynamischen Prozessen) und andere Bedingungen zur Ausübung dieser Tätigkeiten (z. B. Mehrschichtbetrieb, Teamarbeit) zurückzuführen sind (vgl. auch Ivergård & Hunt 2009a, NA 76:2003). Zu Beginn dieses Gestaltungsprozesses stehen die Klärung des Projektzwecks (Grobziel) und der Projektziele (Feinziele, u. a. auch die Humanziele) sowie die Bestimmung der Randbedingungen bzw. Einschränkungen (z. B. zur Verfügung stehende Zeit, finanzielle Mittel, personelle Ressourcen) (vgl. DIN EN 61160:2006; Wolf et al., 2007). Auf Grundlage einer umfangreichen Funktionsanalyse erfolgt anschließend die Beschreibung der Leistungsanforderungen des Systems und die Allokation der Funktionen zwischen Mensch und Maschine – unter dem Gesichtspunkt, die festgelegten Ziele erreichen zu können (Edwards & Lees, 1973; DIN EN 614-2:2008; Ivergård & Hunt, 2009b). Bei dieser Zuweisung der Funktionen sind physische und psychische Eigenschaften, Fertigkeiten, Fähigkeiten, Wissen und theoretische Erfahrungen der (vorgesehenen) Operateure sowie soziale Gesichtspunkte und aufgabenbezogene Faktoren zu berücksichtigen. Daher ist auch eine ausführliche Aufgabenanalyse zur Bestimmung der Aufgabenanforderungen zwingend erforderlich; wobei sämtliche Betriebsarten in die Analyse einzubeziehen sind (Ab-/Anfahren, stationärer Betrieb, instationärer Normalbetrieb, Betrieb im Störfall/Notfall/ungewöhnlichen Zustand, Instandhaltung und Rückbau; DIN EN ISO 11064-1:2001). In einem ersten konzeptuellen Entwurf werden vorläufige Spezifikationen festgelegt. Erst nach dessen Beurteilung (z. B. durch Simulation, Durchsprechen oder Durchspielen), erfolgt ein ausführlicherer Entwurf mit detaillierten Spezifikationen für die unterschiedlichen Gestaltungsaspekte (z. B. Auslegung des Wartenraums und der Arbeitsplätze, Gestaltung der Arbeitsmittel, der Anzeigen und Stellteile, der Umgebungsbedingungen, der Arbeitsorganisation). Nach der Realisierung der Bedingungen sind die Projekter-

gebnisse im Hinblick auf die zuvor festgelegten Ziele zu beurteilen (Soll-Ist-Vergleich).

Zu beachten ist, dass es sich hierbei nicht um einen linearen Prozess handelt. Auf Basis ständiger Bewertungen fließen immer wieder neue Erkenntnisse in den Gestaltungsprozess ein. Diese Rückkopplungen (Iterationen) machen ständige Aktualisierungen der Planung erforderlich. Eine gründliche Analyse der Projektergebnisse sowie gewonnene Erfahrungen während des Betriebes liefern darüber hinaus auch wichtige Informationen für zukünftige Projekte.

Während des gesamten Gestaltungsprozesses sind alle Abläufe und Ergebnisse zu dokumentieren. Dies schafft einen transparenten und (auch von Nichtmitgliedern des Projektteams) nachvollziehbaren Gestaltungsprozess. Der Aufwand und Inhalt eines Projekts zur Neu- oder Umgestaltung einer Leitwarte kann jedoch – in Abhängigkeit von den Gestaltungszielen, dem Gestaltungsumfang und dem beigemessenen Stellenwert – variieren.

5.1.4 Beteiligte Personengruppen

Von großer Bedeutung in einem effektiven Gestaltungsprozess ist die Beteiligung von Fachleuten mit dem notwendigem Expertenwissen, u. a. auch aus dem Bereich der Ergonomie, von Anfang an (z. B. Wilson et al., 2005). Je weiter der Gestaltungsprozess fortgeschritten ist, desto geringer ist die Wirkung von Einfluss- und Änderungsmöglichkeiten und desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass notwendige Änderungen mit (erheblichen) zusätzlichen Kosten verbunden sind.

Mit der Neu- und Umgestaltung einer Leitwarte sollte ein interdisziplinäres Team betraut werden (vgl. Abb. 5.1). Angehören sollten diesem Team z. B. Planungsingenieure/Konstrukteure, System- und Prozesstechniker, Verfahrenstechniker, Operateure, Human Factors-/Ergonomie-Experten, Architekten, Verantwortliche des Arbeits- und Gesundheitsschutzes sowie Mitglieder des Betriebs- bzw. Personalrates (insbesondere bei mitbestimmungspflichtigen Themen wie etwa der Gestaltung der Arbeitsbedingungen). Je nach Umfang des Gesamtprojekts bzw. je nach Prozessphase kann die Zusammensetzung des Projektteams jedoch variieren (vgl. DIN EN ISO 11064-5:2008). Darüber hinaus stehen z. B. staatliche Institutionen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes, Unfallversicherungsträger und einschlägige Beratungsinstitute als externe Beratungsmöglichkeiten zur Verfügung.

Besonderes Augenmerk eines derartigen Planungsprojektes sollte jedoch auf die Beteiligung der Operateure gerichtet sein. Sie sind bei einschlägiger Vorerfahrung Experten für die von ihnen im Rahmen der Prozessführung auszuführenden Tätigkeiten. Sie wissen, wie sich die zu steuernden Prozesse verhalten, wie sie ihre Aufgaben dabei erfolgreich ausführen können und welche Informationen wann und in welcher Form dafür wichtig sind. Dieses Erfahrungswissen ist den Gestaltern oftmals nicht zugänglich und sollte auf keinen Fall unterschätzt oder vernachlässigt werden. Diese Erfahrung der Operateure ist auch dann relevant, wenn es sich um den Aufbau oder die Implementierung völlig neuer Systeme handelt, mit denen bisher keine konkreten Erfahrungen vorliegen. Die Nutzung der Erfahrung der Operateure mit bestehenden Systemen kann dabei helfen, vermeidbare Fehler auch tatsächlich zu vermeiden.

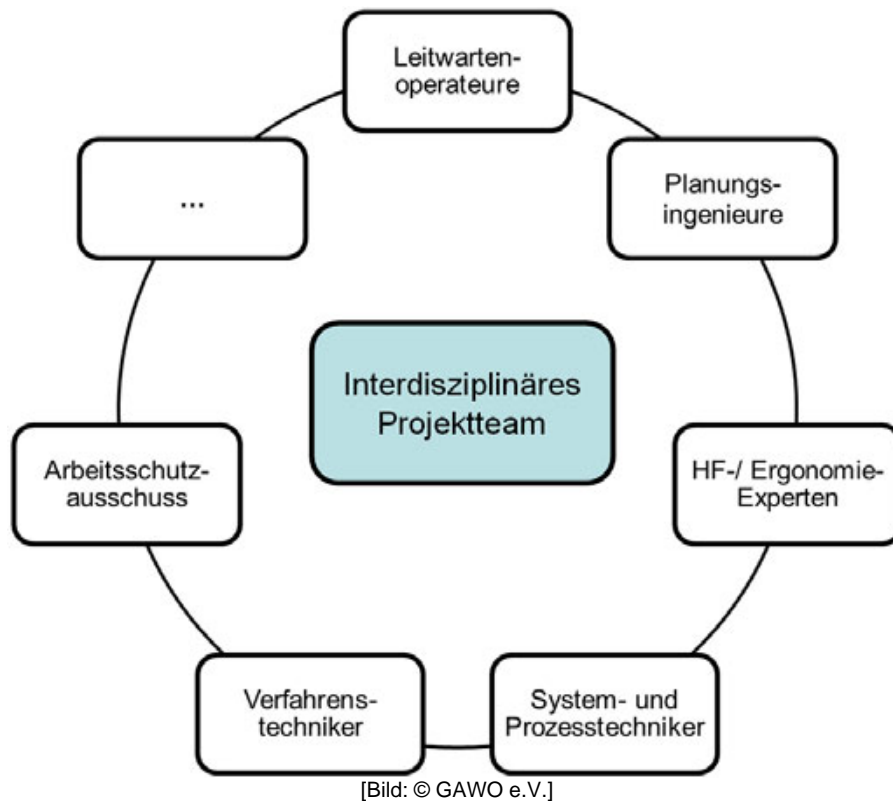


Abb. 5.1 Beteiligte Personengruppen im Gestaltungsprozess

Detaillierte Informationen zum Gestaltungsprozess sind der einschlägigen Literatur zu entnehmen.

5.1.5 Weiterführende Literatur

DIN EN 614-2: Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Gestaltungsgrundsätze - Teil 2: Wechselwirkungen zwischen der Gestaltung von Maschinen und den Arbeitsaufgaben. Berlin: Beuth 2008-12

DIN EN 61160: Entwicklungsbewertung. Berlin: Beuth 2006-06

DIN EN ISO 6385: Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen. Berlin: Beuth 2004-05

DIN EN ISO 10075-2: Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung. Teil 2: Gestaltungsgrundsätze. Berlin: Beuth 2000-06

DIN EN ISO 11064-1: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 1: Grundsätze für die Gestaltung von Leitzentralen. Berlin: Beuth 2001-08

DIN EN ISO 26800: Ergonomie – Genereller Ansatz, Prinzipien und Konzepte. Berlin: Beuth 2011-11

Edwards, E.; Lees, F.P.: Man and computer in process control. London: The Institution of Chemical Engineers 1973

Ivergård, T.; Hunt, B.: Handbook of control room design and ergonomics: A Perspective for the Future. Boca Raton: CRC Press 2009a

Ivergård, T.; Hunt, B.: System Design. An overview. In: Ivergård, T.; Hunt, B. (Eds.): Handbook of control room design and ergonomics: A perspective for the future. Boca Raton: CRC Press 2009b, 327-342

NA 76: NAMUR-Checkliste für Messwarten und Leitstände. Leverkusen: Normen-arbeitsgemeinschaft für Mess- und Regeltechnik in der chemischen Industrie (NAMUR) 2003

Nickel, P.; Bockelmann, M.; Nachreiner, F.: Neu-/Umgestaltung von Leitwarten: Hinweise zum Vorgehen. Präsentation auf dem BAuA-Workshop „Bildschirmarbeit in Leitwarten“, 25.10.2011, Dortmund [Internet, 31.03.2012, <http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2249-Workshop.html>]

Stanton, N.A.; Salmon, P.; Jenkins, D.; Walker, G.: Human factors in the design and evaluation of central control room operations. Boca Raton: CRC Press 2010

Wilson, J.; Haines, H.; Morris, W.: Participatory ergonomics. In: Wilson, J.R.; Corlett, N. (Eds.): Evaluation of human work. Boca Raton: Taylor & Francis 2005, 933-962

Wolf, C.; Genz, H.O.; Schambotski, H.; Kage-Wernicke, J.: Projektmanagement – eine Einführung. Hamburg: Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) 2007

5.2 Wartenraum

Die Nutzungsdauer einer Leitwarte beträgt in der Regel viele Jahre. Von daher sind bei der Festlegung der Dimensionierung des Wartenraums (z. B. nach Form, Fläche, Höhe) nicht nur die gegenwärtigen Anforderungen, sondern auch Überlegungen zu möglichen zukünftigen Entwicklungen zu berücksichtigen. Ein Beispiel für zukünftige Entwicklungen ist der zunehmende Einsatz von Großbildtechnik, für die ein Mehr an Raumfläche erforderlich ist und für die hinreichende räumliche Gegebenheiten vorhanden sein müssen.

5.2.1 Raumfläche

5.2.1.1 Gestaltungsempfehlung

Die Raumfläche des Wartenraums sollte angemessen ausgelegt werden.

5.2.1.2 Anlass für die Gestaltungsempfehlung

Die angemessene Raumfläche für Leitwarten sollten vor einem Neu- oder Umbau ermittelt werden, da die Raumfläche grundlegend und langfristig bindend ist.

5.2.1.3 Allgemeine und spezifische Gestaltungsempfehlungen

Im Wartenraum sollte ausreichend Platz zur Ausübung der Tätigkeiten und für Verkehrsflächen sein (zu den normativen Vorgaben vgl. DIN EN ISO 11064-3:2003; s. a. Ivergård & Hunt, 2009c). Gerade für Leitwarten mit mehr als einem Arbeitsplatz kann durch eine angemessene Auslegung der Raummaße ein reibungsloser Ablauf gewährleistet, nicht-aufgabenbedingte Störungen (z. B. Ablenkung durch Personen die den Wartenraum betreten) soweit wie möglich reduziert bzw. vermieden sowie die Sprachverständlichkeit und die Konzentration der Operateure länger aufrechterhalten werden. Aus diesen Gründen sollten auch keine allgemeinen Verkehrswege durch den Wartenraum führen.

Zur Bestimmung der benötigten Raumfläche für einen Wartenraum sollte eine Aufgabenanalyse und dabei insbesondere die Verteilung der Aufgaben auf einzelne Operateure sowie deren Zusammenwirken herangezogen werden (vgl. DIN EN ISO 11064-3:2003). Darüber hinaus sind weitere Anforderungen des Arbeitsschutzes, der Ergonomie und der Betriebsorganisation zu berücksichtigen, wie z. B. durch Rettungswege oder Umgebungsbedingungen und durch Sozialräume für den vollkontinuierlichen Betrieb (DIN EN ISO 11064-2:2001; NA 26:2006; Stanton et al., 2010). Überlegungen zu zukünftigen Entwicklungen sollten in die Planung einfließen und ggf. flexible Raumflächen ermöglichen, damit auch für potenzielle spätere Erweiterungen hinreichende Raumflächen zur Verfügung stehen (vgl. DIN EN ISO 11064-3:2003; Stanton et al., 2010; vgl. Abb. 5.2 a, b). Unsere Erfahrungen haben gezeigt, dass Leitwarten im Laufe der Zeit häufig zu klein werden. Insbesondere dann, wenn neue technologische Lösungen, wie z. B. Großbildschirmgeräte als gemeinsam genutzte Anzeigeeinrichtungen zur Unterstützung der Prozessführung eingesetzt werden sollen und dafür entsprechende räumliche Entfernungen verfügbar sein müssen. Bei mehr als einem Operateur sollte eine Fläche von 9 m² bis 15 m² je ständig besetztem Arbeitsplatz vorhanden sein (DIN EN ISO 11064-3:2003). Ausschlaggebend ist hierbei die Nutzfläche. Das bedeutet, dass von der Gesamtfläche die nicht nutzbaren Flächen abzuziehen sind. Dazu zählen z. B. nicht nutzbare Ecken und Winkel, die Bereiche um Stützpfeiler bzw. um die Ein- und Ausgänge. Bei Vorhandensein von getrennt angeordneten, gemeinsam genutzten Anzeigeeinrichtungen sollten gemäß dieser Norm je Arbeitsplatz zusätzliche Flächen vorgesehen werden.

Im Gegensatz zu den ansonsten im Büro- und Verwaltungsbereich erforderlichen 8 m² bis 10 m² empfiehlt die BGI 650:2012 für Großraumbüros, die mit Leitwarten, in denen mehrere Operateure arbeiten, vergleichbar sind, einen Platzbedarf von mindestens 12 m² bis 15 m² pro Arbeitsplatz.

In die Planung sollte auch der Platzbedarf für weiteres, nicht ständig anwesendes Personal einkalkuliert werden (BG Chemie, 2003; DIN EN ISO 11064-3:2003). Darunter fallen z. B. Personen, die während des bestimmungsgemäßen Betriebs, dem An- und Abfahren einer Anlage oder im nicht bestimmungsgemäßen Betrieb (z. B. bei Ereignissen bzw. Problemen), während der Schichtwechsel oder zu Arbeitsab-sprachen mit Außenoperateuren und Außenmitarbeitern zusätzlich im Wartenraum anwesend sind.

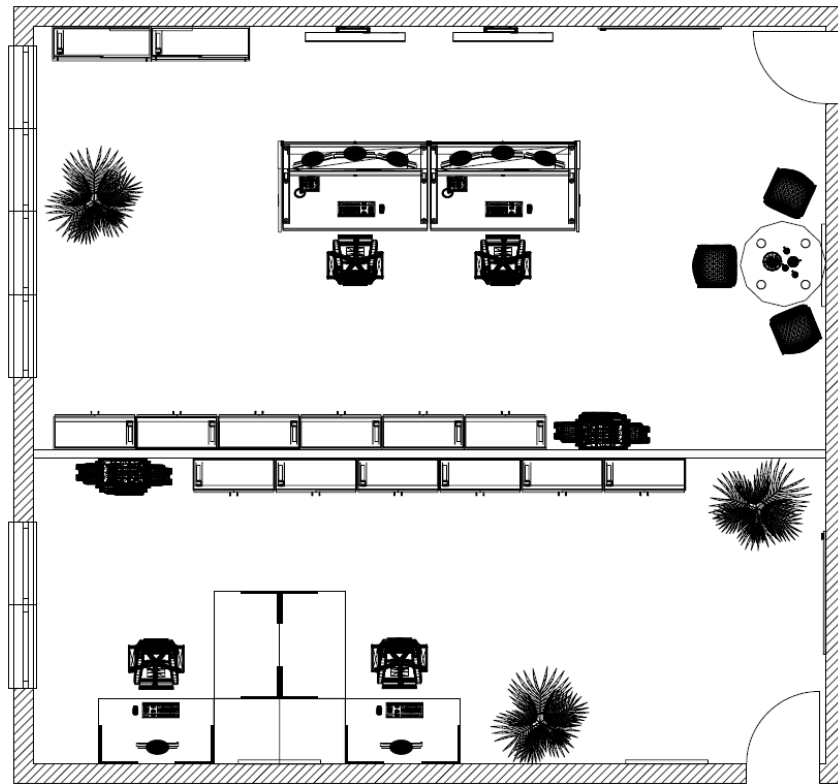


Abb. 5.2a Raumfläche durch flexibel einbaubare oder feste Trennwände für zukünftige Belange gestalten

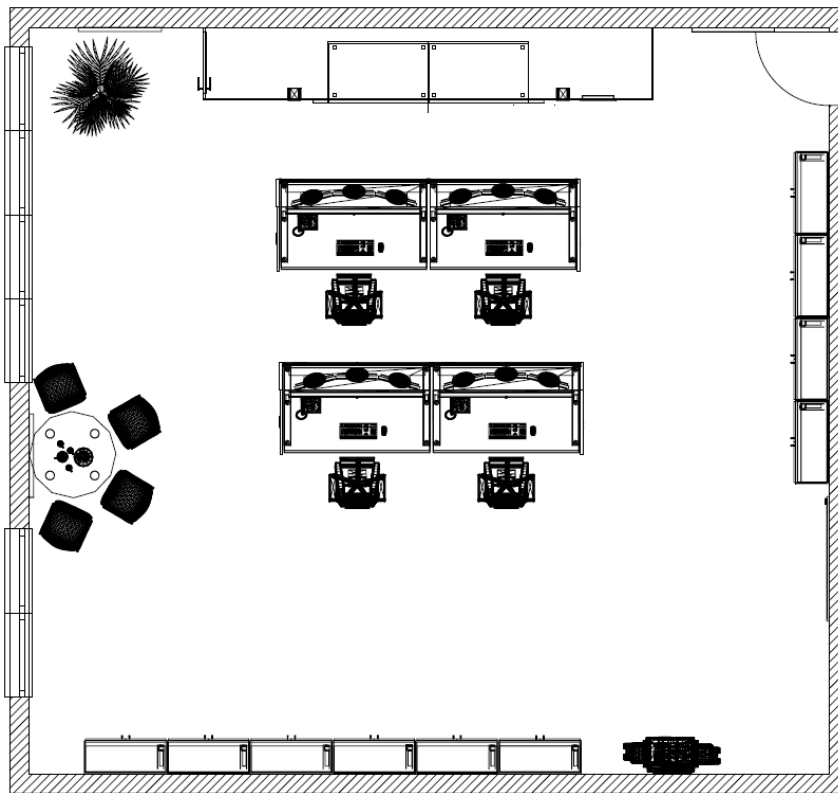


Abb. 5.2b Raumfläche durch flexibel einbaubare oder feste Trennwände für zukünftige Belange gestalten

5.2.1.4 Wechselwirkungen mit anderen Gestaltungsmerkmalen

Die Auslegung der Raumfläche einer Leitwarte sollte sich nicht allein an der Anzahl der Operateure im Raum orientieren, sondern auch Wechselwirkungen mit anderen Gestaltungsmerkmalen berücksichtigen (DIN EN ISO 11064-2:2001). So ist die erforderliche Raumhöhe abhängig von der Grundfläche des Raums (vgl. BGI 773:2011). Dadurch wird es möglich, dass Raumluft im Umfang von 12 m³ pro Mitarbeiter verfügbar wird und die Informationsdarstellung im Raum auch über weitere Distanzen ausreichend bemessen werden kann. Eine ausreichende Raumhöhe ist auch beim Einsatz gemeinsam genutzter, getrennt angeordneter Anzeigeeinrichtungen von Bedeutung, da diese in einer entsprechenden Höhe positioniert werden müssen, um den jeweiligen Operateuren eine uneingeschränkte Sicht auf die Anzeigen zu ermöglichen (DIN EN ISO 11064-3:2003). Des Weiteren sollte bei der Planung der Raumhöhe darauf geachtet werden, dass ggf. schalldämpfende Maßnahmen im Deckenbereich erforderlich sein können, welche wiederum entsprechende Bauhöhen voraussetzen (DIN EN ISO 11064-3:2003).

Die Auslegung der Fläche des Wartenraums hängt auch mit der Raumform zusammen. Dysfunktionale und aufgabenbeeinträchtigende Raumformen (z. B. lange enge oder verwinkelte Raumflächen) sollten vermieden werden, da sie die Möglichkeiten für die Anordnung funktionaler Gruppen stark einschränken (vgl. DIN EN ISO 11064-3:2003). Plätze für zusätzliches Personal (z. B. Engineering-Konsolen, Arbeitsplätze für Koordinatoren) können zumindest für begrenzte Zeit dann in abgewinkelten Bereichen des Raumes untergebracht werden, wenn keine direkte Interaktion mit den Operateuren in der Leitwarte erforderlich ist.

In Abhängigkeit von den Raumdimensionen sind auch unterschiedliche Konzepte für die Klimatisierung, Schallreduzierung und Beleuchtung angemessen (vgl. Hartmann, 1993; Schaefer, 1993; Wenzel, 1993; BGI 650:2012; Sonntag et al., 2012).

5.2.1.5 Handlungsempfehlungen

Die Planung der Auslegung der Raumfläche einer Leitwarte sollte langfristig und systematisch angelegt werden (vgl. DIN EN ISO 11064-3:2003), da

- mit dem Raum Rahmenbedingungen vorgegeben werden, die viele weitere Gestaltungsmerkmale aus Bereichen wie z. B. Arbeitsplatz, Arbeitsumgebung und Arbeitsorganisation in ihren Lösungsmöglichkeiten beeinflussen werden.
- mit Entscheidungen eine langfristige Nutzung von Räumlichkeiten verbunden ist.
- nachträgliche Änderungen nur sehr aufwendig möglich sind.
- zukünftige Entwicklungen in der Prozessführung von Anlagen antizipiert werden sollten.

Es erscheint aus den bisher genannten Gründen daher sinnvoll, die Flächen für den Wartenraum eher größer zu veranschlagen als normativ vorgegeben. Sollte dann tatsächlich eine Überdimensionierung bestehen, lässt sich diese durch variable Bauelemente reduzieren (vgl. Abb. 5.2 a, b). Diese nicht benötigten Flächen können dann vorübergehend anderweitig genutzt werden.

5.2.1.6 Umsetzbarkeit im Gestaltungsprozess

Ist ein Wartenraum einmal ausgewählt und ausgestattet, lassen sich an der Raumfläche kurzfristig weder grundlegende Änderungen noch solche mit einem relativ geringen Mitteleinsatz umsetzen. Notwendige Änderungen lassen sich weitestgehend nur beim Neubau oder Umbau der gesamten Leitwarte realisieren und sind dadurch mit größeren Kosten verbunden.

5.2.1.7 Weiterführende Literatur

ArbStättV: Verordnung über Arbeitsstätten (12.08.2004, BGBl. I, 2179, letzte Änderung 19.07.2010). BGBl. 2010, I, 960

BG Chemie: Mensch – Sicherheit – Technik. Gestern. Heute. Morgen. Heidelberg: Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie (BG Chemie) 2003

BGI 650: Bildschirm- und Büroarbeitsplätze. Leitfaden für die Gestaltung. Hamburg: Verwaltungsberufsgenossenschaft (VBG) 2012
[<http://www.vbg.de/apl/zh/z418/titel.htm>]

BGI 773: Call Center. Hilfen für Planung und Einrichtung. Hamburg: Verwaltungsberufsgenossenschaft (VBG) 2011
[<http://www.vbg.de/apl/zh/bgi773/titel.htm>]

DIN EN ISO 11064-1: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 1: Grundsätze für die Gestaltung von Leitzentralen. Berlin: Beuth 2001-08

DIN EN ISO 11064-2: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 2: Grundsätze für die Anordnung von Warten mit Nebenräumen. Berlin: Beuth 2001-08

DIN EN ISO 11064-3: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 3: Auslegung von Wartenräumen. Berlin: Beuth 2003-06

Hartmann, E.: Beleuchtung. In: Schmidtke, H. (Hrsg.): Ergonomie. München: Hanser 1993, 191-211

Ivergård, T.; Hunt, B.: Control room layout and design. In: Ivergård, T.; Hunt, B. (Eds.): Handbook of control room design and ergonomics: A perspective for the future. Boca Raton: CRC Press 2009c, 155-176

NA 26: PLT-Räume – Prozessleitwarten, Leitstände, Nebenräume – Planungshilfe für konstruktive Gestaltung. Leverkusen: Normenarbeitsgemeinschaft für Mess- und Regeltechnik in der chemischen Industrie (NAMUR) 2006

Schaefer, P.: Lärm. In: Schmidtke, H. (Hrsg.): Ergonomie. München: Hanser 1993, 211-257

Sonntag, K.; Frieling, E.; Stegmaier, R.: Lehrbuch Arbeitspsychologie. Bern: Huber 2012

Stanton, N.A.; Salmon, P.; Jenkins, D.; Walker, G.: Human factors in the design and evaluation of central control room operations. Boca Raton: CRC Press 2010

Wenzel, H.G.: Klima. In: Schmidtke, H. (Hrsg.): Ergonomie. München: Hanser 1993, 274-286

5.2.2 Anordnung der Arbeitsplätze

5.2.2.1 Gestaltungsempfehlung

Arbeitsplätze sollten innerhalb des Wartenraums aufgabenbezogen angeordnet werden.

5.2.2.2 Anlass für die Gestaltungsempfehlung

Die Anzahl von Arbeitsplätzen für Leitwartenoperatoren in Leitwarten variiert zwischen einem einzigen Leitplatz bis hin zu einer Vielzahl von einzelnen oder auch gruppierten Leitwartenarbeitsplätzen. Befinden sich in einer Leitwarte mehrere Arbeitsplätze, ist – neben den Anforderungen, die auch an Wartenräume mit nur einem Leitplatz gestellt werden – eine Vielzahl von weiteren Aspekten bei der Anordnung und Organisation der Arbeitsplätze im Raum zu berücksichtigen (DIN EN ISO 11064-2:2001).

Die Untersuchung in den Betrieben zeigte eine Vielzahl von verschiedenen Lösungen in Bezug auf die Anordnung von Arbeitsplätzen in Leitwarten. Während zwar die Bewertung der meisten Lösungen anhand der Beurteilungsmerkmale keine gravierenden Probleme offenbarte, waren es vielmehr andere, damit verbundene Beurteilungsmerkmale, die weniger häufig erfüllt werden konnten und dabei auch mit der Anordnung von Arbeitsplätzen verbunden waren.

Vorhandene Vorgaben und Empfehlungen zur Anordnung von Arbeitsplätzen in Leitwarten berücksichtigen die über die vergangenen Jahre gestiegene Bandbreite in der Anzahl von Arbeitsplätzen pro Leitwarte nicht ausreichend. Darüber hinaus soll hier insbesondere auch auf die notwendige Berücksichtigung von Wechselwirkungen mit anderen Gestaltungsaspekten hingewiesen werden.

5.2.2.3 Allgemeine und spezifische Gestaltungsempfehlungen

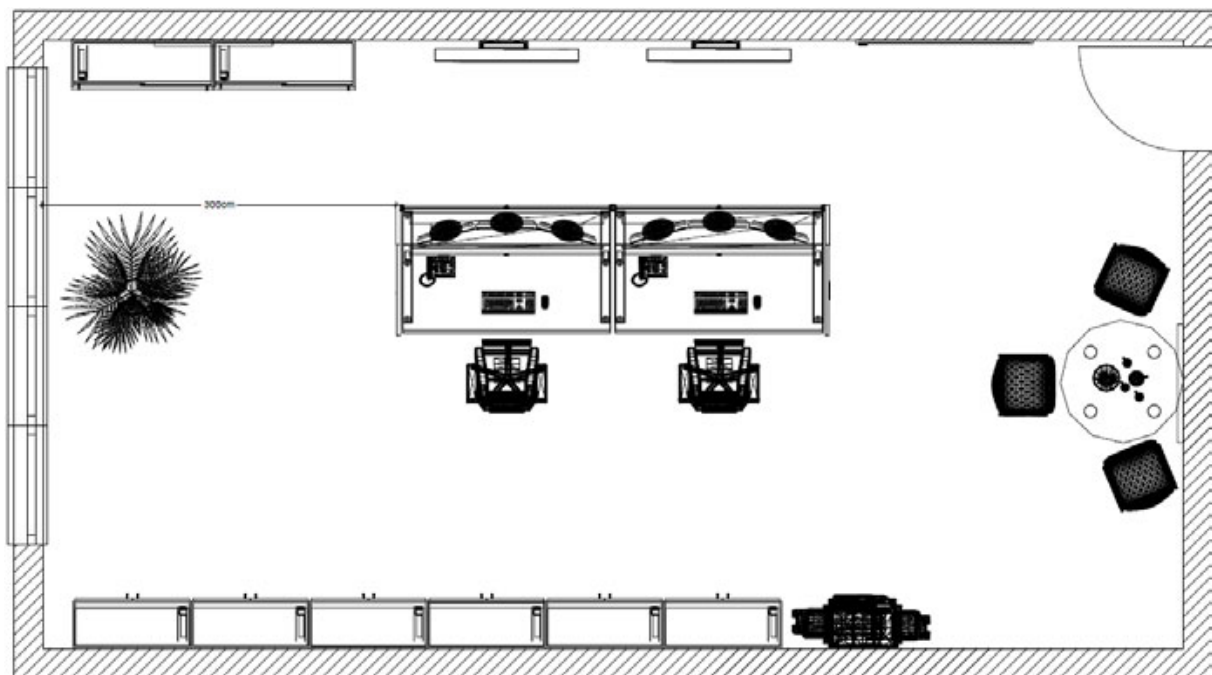
Vor der Entwicklung oder Wahl einer Anordnung von Arbeitsplätzen innerhalb eines Wartenraums, die die Bearbeitung von Arbeitsaufgaben auch in ihrem Arbeitsablauf unterstützen sollen, gilt es zunächst folgende Fragen zu klären:

- Gehören die einzelnen Arbeitsplätze zu unterschiedlichen funktionalen Gruppen?
- Wer muss mit wem innerhalb einer Arbeitsgruppe zusammenarbeiten und kommunizieren?
- Müssen die Operateure auch mit Operateuren einer anderen Gruppe im Wartenraum Informationen austauschen?

Zur Beantwortung dieser Fragen erscheinen Arbeitsablaufanalysen und Analysen der (kommunikativen) Zusammenarbeit unverzichtbare Bestandteile und sind damit erforderlich und sinnvoll zur Planung der Anordnung von Arbeitsplätzen in der Warte

(DIN EN ISO 11064-3:2003; Stanton et al., 2010). Wenn notwendige Erkenntnisse nicht aus existierenden Anlagen abgeleitet werden können, sind Simulationsmodelle empfehlenswert, um die Arbeitsstrukturen und -prozesse innerhalb der Leitwarte und nach extern offenzulegen (vgl. Ivergård & Hunt, 2009c). Die Antworten auf die oben genannten Fragen haben Konsequenzen für die Anordnung der Arbeitsplätze im Wartenraum, z. B. in Bezug auf die Gewährleistung eines ungestörten Kommunikationsflusses oder die Reduktion von Störgeräuschen. So sollten nicht-aufgabenbedingte Störungen, wie z. B. Besuchergruppen oder Bearbeitung von Arbeitsgenehmigungen, möglichst gering gehalten werden, um die Sprachverständlichkeit und die Konzentration der Operateure gewährleisten zu können.

Wenn Leitwartenarbeitsplätze einer funktionalen Gruppe angehören, sollten diese in unmittelbarer Nähe zueinander angeordnet werden, um eine reibungslose Kommunikation und Blickkontakt zwischen den Operateuren zu ermöglichen (vgl. Abb. 5.3 a, b). Bei der Anordnung benachbarter Arbeitsplätze ist jedoch trotzdem darauf zu achten, dass räumliche Distanz zwischen den Leitwartenoperatoren vorhanden ist, damit sie nicht im Nahbereich des anderen sitzen und somit eine gewisse Privatsphäre gewahrt bleibt (vgl. Osborne, 1996).



[Bild: © JST und GAWO e.V.]

Abb. 5.3a Anordnung von zwei Arbeitsplätzen zueinander und im Wartenraum

Einen Einblick in einige Formen zur Anordnung von Arbeitsplätzen in Leitwarten gibt DIN EN ISO 11064-3:2003. Darin werden auch verschiedene Merkmale genannt, die durch verschiedene Formen von Anordnungen besser oder schlechter erfüllt werden können. Zu den Merkmalen zählen:

- die gemeinsame Nutzung von Arbeitsmitteln,
- die gemeinsame Nutzung von getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen,
- der direkte Blickkontakt,
- die verbale Verständigung,
- die Höhe des Schalldruckpegels,

- der Austausch von Meldungen oder Dokumenten,
- die Unterstützung von Teamarbeit,
- die Notwendigkeit einer Gruppentrennung und
- der Zugriff auf Instandhaltungsausrüstungen.

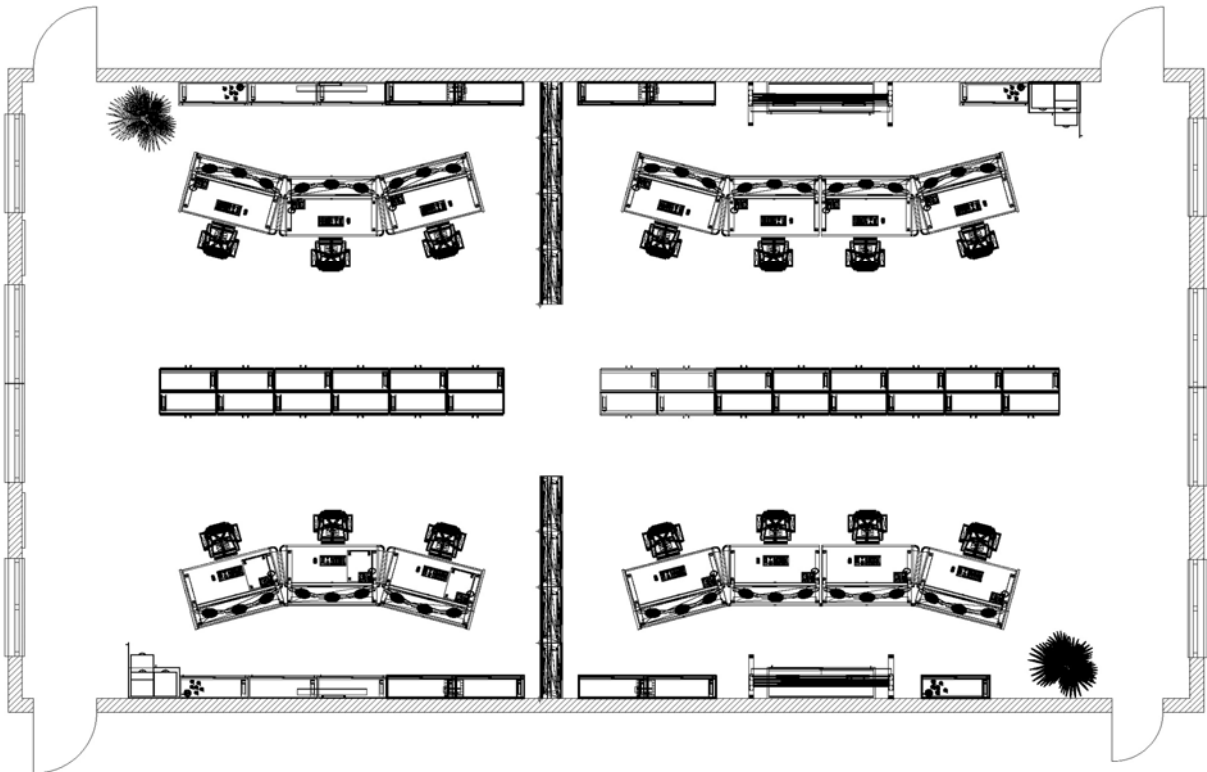


[Bild: © JST und GAWO e.V.]

Abb. 5.3b Anordnung von zwei Arbeitsplätzen zueinander und im Wartenraum

Wenn mehrere Leitwartenoperatoren miteinander interagieren müssen, kommt es durch Kommunikationsprozesse zwangsläufig – zusätzlich zur akustischen Alarmierung – zu einer hohen Geräuschkulisse. Generell ist daher zu beachten, dass Operatoren mit bestimmten hoch kommunikativen bzw. hoch aufmerksamkeitsfordernden Aufgaben nicht betraut werden sollten, wenn eine Vielzahl an Arbeitsplätzen im Wartenraum angeordnet sind. In solchen Fällen wären kleinere, funktional getrennte Wartenräume vorzuziehen.

In Wartenräumen mit vielen Arbeitsplätzen kann es durch eine geeignete Anordnung von Arbeitsplätzen gelingen, beeinträchtigende Konsequenzen durch hörbaren Informationsaustausch (z. B. Gespräch zwischen Operatoren) oder durch akustische Störungen (z. B. Maschinengeräusche von außerhalb) abzumildern. Neben der Verwendung schallreduzierender Materialien für Boden, Wände und Decke (DIN EN ISO 11064-3:2003), ermöglicht die Anordnung der Arbeitsplätze in funktionale Gruppen eine Art räumliche Trennung, so dass Gruppen von Operatoren besser voneinander getrennt sind und auch weniger Operatoren innerhalb einer Gruppe sich möglichst wenig gegenseitig stören. Bei Umgestaltungsmaßnahmen können auch schallschluckende Raumteiler positive Effekte bewirken (Hahn et al., 1995; vgl. Abb. 5.4 a, b). Selbstverständlich sollten sich Arbeitsmittel auch mit geringerem Geräuschpegel (z. B. Drucker, Rechner) außerhalb des Wartenraums befinden (DIN EN ISO 11064-2:2001).



[Bild: © JST und GAWO e.V.]

Abb. 5.4a Leitwarte mit vier Gruppen und einer getrennten Anordnung, die durch Trennwände verdeutlicht wurde



[Bild: © JST und GAWO e.V.]

Abb. 5.4b Leitwarte mit vier Gruppen und einer getrennten Anordnung, die durch Trennwände verdeutlicht wurde

Bei der aufgabenbezogenen Anordnung von Arbeitsplätzen in einer Leitwarte sollten auch mögliche weitere, nicht-aufgabenbezogene Störungen berücksichtigt werden, beispielsweise durch Besuchergruppen, Krisenstäbe oder indirekte Aufgaben der Operateure, wie z. B. das Ausfüllen von Arbeitserlaubnisscheinen oder Ausweisausgaben (DIN EN ISO 11064-2:2001; DIN EN ISO 11064-3:2003). Durch entsprechende bauliche Gestaltung lässt sich die Gefahr erhöhter Schalldruckpegel minimieren und darüber eine Beeinträchtigung der Sprachverständlichkeit und der Konzentration der Leitwartenoperateure abwenden (DIN EN ISO 11064-3:2003).

So stellt sich die Frage, ob sich Besuchergruppen oder Krisenstäbe überhaupt in der Leitwarte aufhalten müssen und ob Aufgaben, die mit der Prozessführung nicht unmittelbar zusammen hängen, überhaupt in der Leitwarte ausgeführt werden müssen. Eine Trennung von Besuchern und Arbeitsplätzen könnte so gestaltet werden, dass sich die Besucher in einem Raum aufhalten, der durch eine Sichtverbindung mit elektrisch schaltbarer Verglasung zur Steuerung der Sichtregulierung („elektrochromes Glas“) vom Wartenraum getrennt ist, aber bei Bedarf den Blick in die Warte ermöglicht (Abb. 5.5 a, b). Will man also die Sicht in den Raum erlauben, so kann die Scheibe per Knopfdruck transparent geschaltet werden. Dabei ist es allerdings erforderlich, dass diese Sichtfreigaben den Operateuren in der Leitwarte rechtzeitig im Voraus angezeigt werden und ggf. auch von ihnen, abhängig von den gerade anstehenden Aufgaben, blockiert werden können. Ebenso sollten Krisenstäbe in separaten Besprechungsräumen tagen, von wo aus mittels elektrochromem Glases Sichtkontakt in die Leitwarte möglich ist. Derartige Trennungen waren in einigen der von uns untersuchten Leitwarten bereits realisiert und entsprechen dem Stand der Technik.



[Bild: © Deutsche Telekom Technik GmbH]

Abb. 5.5a Elektrisch schaltbare Verglasung zur Sichtregulierung (opak)



[Bild: © Deutsche Telekom Technik GmbH]

Abb. 5.5b Elektrisch schaltbare Verglasung zur Sichtregulierung (transparent)

5.2.2.4 Wechselwirkungen mit anderen Gestaltungsmerkmalen

Die aufgabenbezogene Anordnung der Arbeitsplätze im Wartenraum hat vielseitige Verbindungen zu anderen Gestaltungsaspekten. Innerhalb einer Leitwarte bezieht sie sich nicht nur auf die räumliche Aufteilung mehrerer Arbeitsplätze im Raum. Mit der Anordnung können darüber hinaus z. B. Arbeitsprozesse zwischen Operateuren unterstützt (oder behindert) werden, die Nutzung gemeinsamer Arbeitsmittel ermöglicht (oder behindert) werden und der Schalldruckpegel in der Leitwarte gesenkt (oder erhöht) werden.

Wichtig erscheint in diesem Zusammenhang, neben den bereits oben aufgegriffenen Aspekten, eine überlegte, funktionale Anordnung der Ein- und Ausgänge (DIN EN ISO 11064-2:2001; DIN EN ISO 11064-3:2003). Den Operateuren sollte es möglich sein, die eintretenden Personen aus ihrer üblichen Arbeitsposition heraus und mit nur einer minimalen Ablenkung von ihrer Aufgabenbearbeitung zu beobachten. Gerade unter dem Sicherheitsaspekt ist es wichtig, dass die Operateure stets einen Überblick darüber haben, wer sich gerade in der Leitwarte befindet. Daher sollten sich Ein- und Ausgänge nicht im Rücken der Leitwartenoperateure befinden (vgl. Abb. 5.3).

Auch der Einsatz von Großbildtechnik hat Einfluss auf die Anordnung der Arbeitsplätze (DIN EN ISO 11064-3:2003). Die Arbeitsplätze und die Großbildschirme müssen so angeordnet werden, dass die entsprechenden Leitwartenoperateure eine uneingeschränkte Sicht auf die gemeinsam zu nutzenden Informationen haben (Schmidtke, 1993b).

Bei der Anordnung der Arbeitsplätze sind auch immer die Beleuchtungsverhältnisse einzubeziehen (s. Kap. 5.6.2) bzw. entsprechend zu planen (DIN EN ISO 11064-

2:2001). Um Störungen durch Lichteinfall von außen auf die Bildschirme zu minimieren, sollten die Bildschirmgeräte in einer Entfernung von mindestens 3 m (rechtwinklig) zum Fenster aufgestellt werden (BGI 650:2012; BG Chemie, 2003).

5.2.2.5 Handlungsempfehlungen

Bei der Anordnung von Arbeitsplätzen im Wartenraum müssen aufgabenbezogene Argumente deutliche Priorität vor technischen Argumenten (wie z. B. niedrigere Beleuchtungsstärken vor CRT-Monitoren, geringe Luftfeuchte zum Geräteschutz, Beleuchtungsinstallation unabhängig von der Raumnutzung, nicht gebrauchstaugliche Steuerungen für anthropometrische Einstellungen des Arbeitsplatzes) haben. Daher kann die Entscheidung für eine bestimmte Anordnung der Arbeitsplätze nur auf der Grundlage einer detaillierten Aufgabenanalyse erfolgen.

5.2.2.6 Umsetzbarkeit im Gestaltungsprozess

Planung oder Änderungen der Anordnung von Arbeitsplätzen im Wartenraum bedürfen einer Vorbereitung durch Aufgabenanalysen. Auch hat die Entscheidung, Arbeitsplätze in einem bestehenden Wartenraum (anders) anzuordnen, Einfluss auf andere Gestaltungsaspekte. So muss z. B. auch das Beleuchtungskonzept angepasst werden, um für optimale Lichtverhältnisse an den Arbeitsplätzen zu sorgen. Änderungen einmal umgesetzter Anordnungen lassen sich somit nicht kurzfristig umsetzen und können durch die damit verbundenen Konsequenzen für davon abhängige Gestaltungsbereiche kostenintensiv sein. Flexible Lösungen zur Raumflächennutzung erlauben allerdings, wenn rechtzeitig und weitsichtig eingeplant, eine schnellere Umsetzung alternativer Anordnungen, die dann auch relativ kostengünstig sein können.

5.2.2.7 Weiterführende Literatur

BG Chemie: Mensch – Sicherheit – Technik. Gestern. Heute. Morgen. Heidelberg: Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie (BG Chemie) 2003

BGI 650: Bildschirm- und Büroarbeitsplätze. Leitfaden für die Gestaltung. Hamburg: Verwaltungsberufsgenossenschaft (VBG) 2012
[<http://www.vbg.de/apl/zh/z418/titel.htm>]

DIN EN ISO 11064-2: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 2: Grundsätze für die Anordnung von Warten mit Nebenräumen. Berlin: Beuth 2001-08

DIN EN ISO 11064-3: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 3: Auslegung von Wartenräumen. Berlin: Beuth 2003-06

Hahn, H.; Köchling, A.; Krüger, D.; Lorenz, D.: Arbeitssystem Bildschirmarbeit. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW 1995 (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, FA 31)

Ivergård, T.; Hunt, B.: Control room layout and design. In: Ivergård, T.; Hunt, B. (Eds.): Handbook of control room design and ergonomics: A perspective for the future. Boca Raton: CRC Press 2009c, 155-176

Oborne, D.J.: Ergonomics at work. Human factors in design and development. Chichester: Wiley 1996

Schmidtke, H.: Arbeitsplatzgestaltung. In: Schmidtke, H. (Hrsg.), Ergonomie. München: Hanser 1993b, 502-520

Stanton, N.A.; Salmon, P.; Jenkins, D.; Walker, G.: Human factors in the design and evaluation of central control room operations. Boca Raton: CRC Press 2010

5.3 Arbeitsplatz

5.3.1 Positionierung der Bildschirmgeräte am Arbeitsplatz

5.3.1.1 Gestaltungsempfehlung

Die Bildschirmgeräte sind im Blickfeld des Leitwartenoperators angemessen zu positionieren.

5.3.1.2 Anlass für die Gestaltungsempfehlung

Die Bildschirmgeräte sind am Arbeitsplatz so aufzustellen, dass der Leitwartenoperator seine Arbeitsaufgabe sicher und fehlerfrei sowie ohne kurz- bzw. langfristige Beeinträchtigung seiner Gesundheit ausüben kann. Aus den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung wurde deutlich, dass die Bildschirmgeräte sehr häufig zu hoch angeordnet sind. Damit ist davon auszugehen, dass kurzfristig nicht alle aufgabenrelevanten Informationen im Blickfeld des Operators liegen und dass es mittel- und langfristig zu Beschwerden im Nacken-Schulter-Bereich kommen muss.

Darüber hinaus sollten für eine verbesserte Prozesssicherheit, aber auch für die Gesundheit der Operateure, die Sehabstände zwischen Operateur und Bildschirmgerät an die Eigenschaften des visuellen Systems angepasst werden. Das gelingt dann, wenn die Sehabstände den normativen Empfehlungen entsprechen. Darüber kann eine optimierte Erkennbarkeit der dargestellten Information gewährleistet und eine übermäßige Beanspruchung der Augen vermieden werden.

5.3.1.3 Allgemeine und spezifische Gestaltungsempfehlungen

Bildschirmgeräte sollten nicht in einer absoluten Höhe vom Boden oder von der Tischoberkante eingestellt werden, sondern grundsätzlich relativ zur individuellen Augenhöhe des Leitwartenoperators. Daher sollen Höheneinstellungen am Bildschirmgerät selbst und nicht über die Veränderung der Tischhöhe oder der Stuhlhöhe vorgenommen werden. In Untersuchungen konnten Zusammenhänge zwischen der Arbeitsleistung und Abweichungen von der optimalen Höhe der Bildschirmgeräte ermittelt werden (Stanton et al., 2010). Bei entspannter Körperhaltung ist die Blicklinie der Augen um etwa 35° aus der Waagerechten abgesenkt und sollte in einem annähernd rechten Winkel auf die Bildschirmoberfläche treffen. Dementsprechend wird empfohlen, die Bildschirmgeräte nicht in einem Winkel von 90° zur Tischoberfläche aufzustellen, sondern sie leicht nach hinten zu neigen (ca. 125°; vgl. Abb. 5.6; NE 66:1996; Schmidtke & Tietschert, 2001; DIN EN ISO 11064-4:2004). Unter bestimmten Umständen, wenn z. B. unter den konkret vorliegenden Bedingungen keine

Lösung für eine entsprechende Anordnung der Bildschirmgeräte gefunden werden kann, erscheint eine Absenkung der Sehachse um 30° aus der Horizontalen noch akzeptabel.

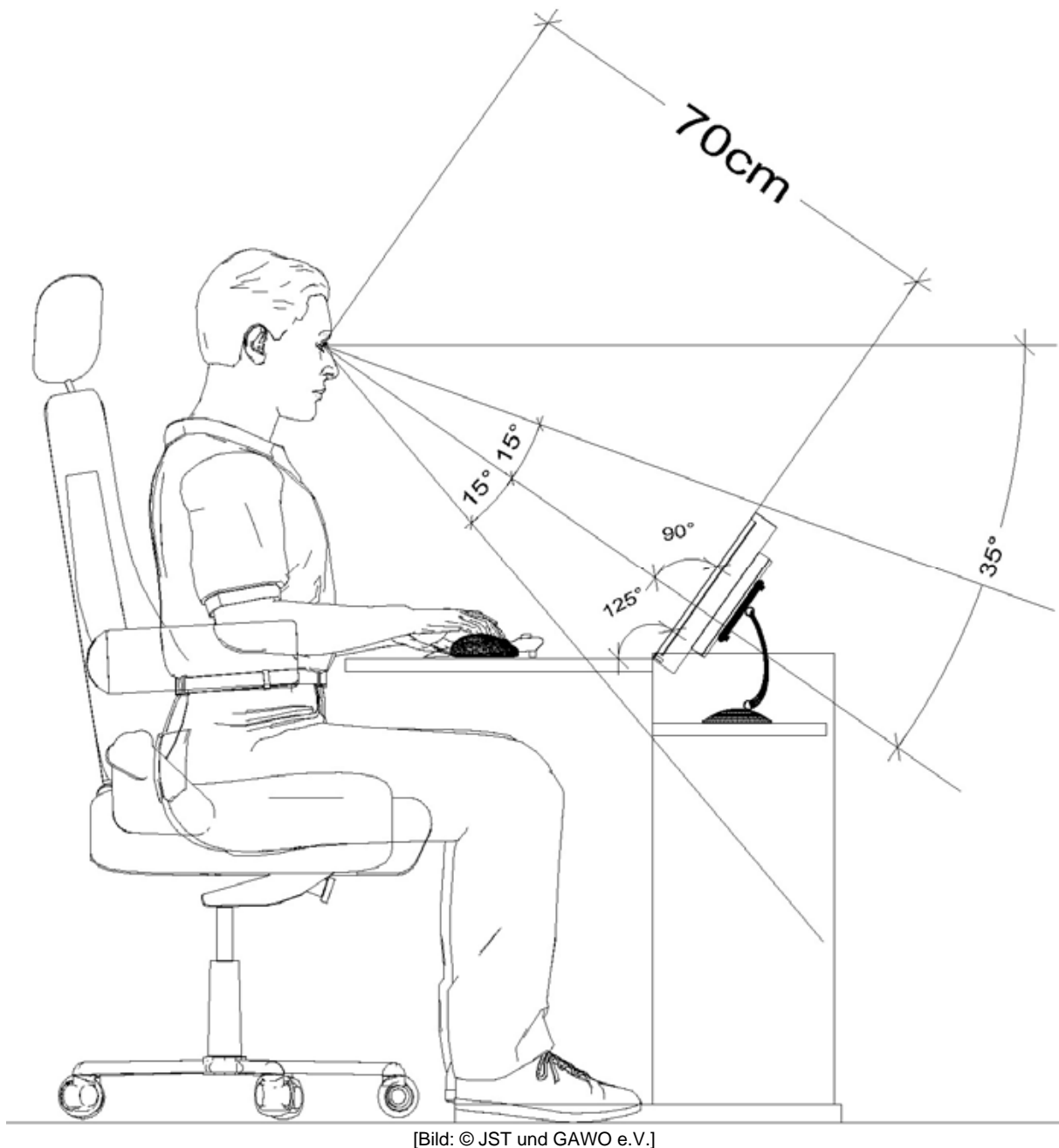


Abb. 5.6 Blicklinie auf Bildschirme

Darüber hinaus sollte der Sehabstand, d. h. die Entfernung zwischen den Augen eines Leitwartenoperators und dem Bildschirmgerät größer als 500 mm sein, wobei nach DIN EN ISO 11064-4:2004 Abstände von 700 mm oder mehr empfohlen werden, um die Belastung der Augen möglichst gering zu halten. Auf Hinweise zu Untersuchungen dazu verweisen Stanton et al. (2010). Ebenso wird der Standpunkt vertreten, dass solche in Zusammenhang mit Bildschirmarbeit aufgeworfenen Probleme nicht neu sind, sondern sich ähnlich bei der Anordnung verschiedener anderer Arbeitsmittel genauso stellen (Helander, 2006).

5.3.1.4 Wechselwirkungen mit anderen Gestaltungsmerkmalen

Für eine optimierte Bestimmung der Entfernung zum Bildschirmgerät sind die normativen Vorgaben und auch immer die Bildschirmgröße, die Sehaufgabe und die Zeichengröße in die Betrachtung einzubeziehen. Von diesen Empfehlungen bleiben allerdings Großbilddarstellungen an deutlich weiter entfernten Wänden unberührt (Hénique et al., 2009).

Sind Bildschirmgeräte über Halterungen unabhängig von der Tischplatte befestigt, verändert sich ihre Höhe bei Änderungen der Tischhöhe nicht und kann somit unabhängig von der Arbeitsfläche verstellt werden (vgl. Kap. 5.4.1). Sollen mehrere Bildschirmgeräte an einer Halterung unabhängig von der Tischplatte befestigt werden, ist ein schrittweiser Austausch der Bildschirmgeräte zwar theoretisch möglich, aber wegen der dadurch zwischenzeitlich resultierenden unterschiedlichen Höhen der Bildschirmgeräte nicht zu empfehlen.

Bei der Positionierung der Bildschirmgeräte am Arbeitsplatz ist nicht nur eine optimierte Ausrichtung zum Leitwartenoperator, sondern zusätzlich auch im Arbeitsraum zu beachten. So sollen Bildschirmgeräte rechtwinklig zum Fenster aufgestellt werden (DIN EN ISO 11064-3:2003). Das heißt Sichtverbindungen nach außen oder zum Prozess sollten sich weder in Blickrichtung (Ausnahme: Fenster dienen als primäre Informationsquelle) noch im Rücken der Leitwartenoperateure befinden, um hohe Leuchtdichteunterschiede, Direkt- und Reflexblendungen sowie Spiegelungen zu vermeiden. Darüber hinaus sollte der Abstand zwischen Arbeitsplatz und Fenster mindestens 3 m betragen (DIN EN ISO 11064-3:2003), um auch hier ungünstige Lichteinflüsse zu vermeiden (vgl. Abb. 5.3).

Mit der Entfernung zum Bildschirmgerät stehen weitere Gestaltungsaspekte im Zusammenhang. So sollte z. B. die Zeichenhöhe unbunter Buchstaben und Ziffern mindestens 16 Winkelminuten betragen, allerdings werden 20 bis 22 Winkelminuten gefordert (DIN EN ISO 9241-303:2012), um die Lesbarkeit der Zeichen sicherzustellen. Die Zeichenhöhe in Winkelminuten lässt sich aus einem aufgabenbezogenen maximalen Sehabstand in mm und einer gegebenen Zeichenhöhe in mm errechnen. Die Angabe in Winkelminuten erleichtert die Beurteilung, da in diesem Wert der Sehabstand bereits berücksichtigt ist. Vereinfachte Berechnungsformeln sind z. B. in BGI 650:2012 oder in DIN EN ISO 11064-4:2004 dargestellt.

5.3.1.5 Handlungsempfehlungen

Um ergonomische Körperhaltungen zu ermöglichen, ist die Höhe der Bildschirmgeräte an die individuelle Körperhaltung am Arbeitsplatz anzupassen. Dies setzt voraus, dass eine Anpassung der verwendeten Arbeitsmittel vorgenommen werden kann. Darüber hinaus stellen Unterweisungen zur ergonomisch korrekten Einstellung der Arbeitsmittel eine wichtige Voraussetzung dar, dass Arbeitsmittel auch einen Beitrag zur Gesunderhaltung der Leitwartenoperateure und zur Verbesserung von Leistung und Sicherheit am Arbeitsplatz leisten können.

5.3.1.6 Umsetzbarkeit im Gestaltungsprozess

Eine Änderung der Bildschirmhöhe ist in der Regel relativ schnell und leicht umsetzbar. Voraussetzung ist die Höhenverstellbarkeit des Bildschirmgeräts über einen Bereich.

5.3.1.7 Weiterführende Literatur

BGI 650: Bildschirm- und Büroarbeitsplätze. Leitfaden für die Gestaltung. Hamburg: Verwaltungsberufsgenossenschaft (VBG) 2012
[<http://www.vbg.de/apl/zh/z418/titel.htm>]

DIN EN ISO 9241-303: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 303: Anforderungen an elektronische optische Anzeigen. Berlin: Beuth 2012-03

DIN EN ISO 11064-3: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 3: Auslegung von Wartenzimmern. Berlin: Beuth 2003-06

DIN EN ISO 11064-4: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 4: Auslegung und Maße von Arbeitsplätzen. Berlin: Beuth 2004-10

Helander, M.: A guide to human factors and ergonomics. Boca Raton: CRC Press 2006

Hénique, E.; Lindegaard, S.; Hunt, B.: Design of large and complex display systems. In: Ivergård, T.; Hunt, B. (Eds.): Handbook of control room design and ergonomics: A perspective for the future. Boca Raton: CRC Press 2009, 83-132

NE 66: Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen in Messwarten und Leitständen. Leverkusen: Normenarbeitsgemeinschaft für Mess- und Regeltechnik in der chemischen Industrie (NAMUR) 1996

Schmidtke, H.; Tietschert, G.: Gestaltung von Bildschirmarbeitsplatz-Konsolen (BAP-Konsolen). In: Schmidtke, H. (Hrsg.), Handbuch der Ergonomie mit ergonomischen Konstruktionsrichtlinien und Methoden. Koblenz: Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung 2001, C-4.2.5

Stanton, N.A.; Salmon, P.; Jenkins, D.; Walker, G.: Human factors in the design and evaluation of central control room operations. Boca Raton: CRC Press 2010

5.3.2 Anordnung von mehreren Bildschirmgeräten

5.3.2.1 Gestaltungsempfehlung

Die Bildschirmgeräte sollten ergonomisch optimal angeordnet sein.

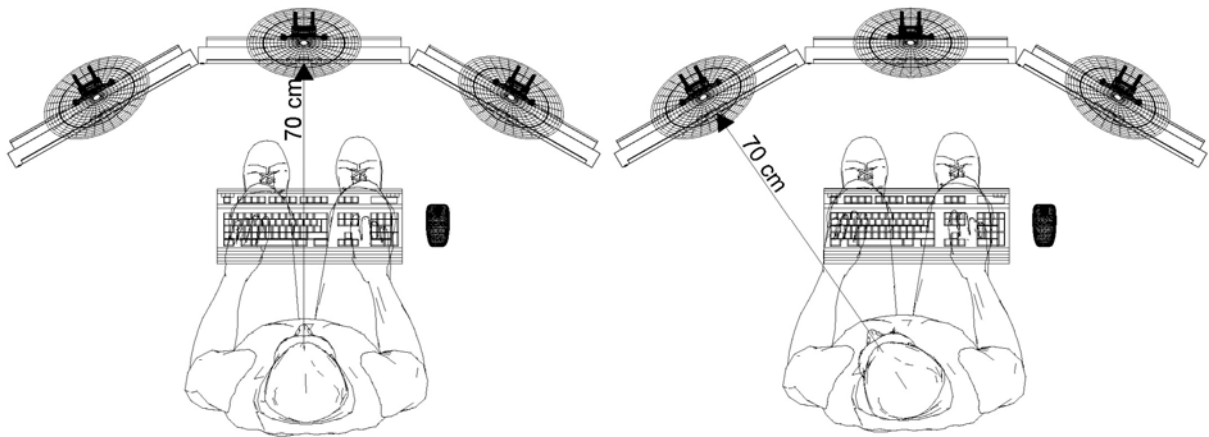
5.3.2.2 Anlass für die Gestaltungsempfehlung

Im Gegensatz zum klassischen Büro- oder Verwaltungsarbeitsplatz mit ein oder zwei Bildschirm-Einheiten finden sich an einem Arbeitsplatz einer Leitwarte in der Regel mehrere Bildschirmgeräte oder Bildschirm-Rechner-Einheiten zur Steuerung der Prozessführung. Jedem Einzelgerät oder jeder Gruppe von Bildschirmgeräten sind häufig auch Eingabe- und Positionierungsmittel (z. B. Tastatur, Maus, Rollball) zugeordnet. Neben üblichen Anforderungen (wie z. B. erforderliche Ablage- oder Aufstellfläche) sind beim Einsatz von mehreren Bildschirmgeräten und Eingabe- und Positionierungsmitteln in Leitwarten für deren Anordnung einige Besonderheiten zu beachten (DIN EN ISO 11064-4:2004).

5.3.2.3 Allgemeine und spezifische Gestaltungsempfehlungen

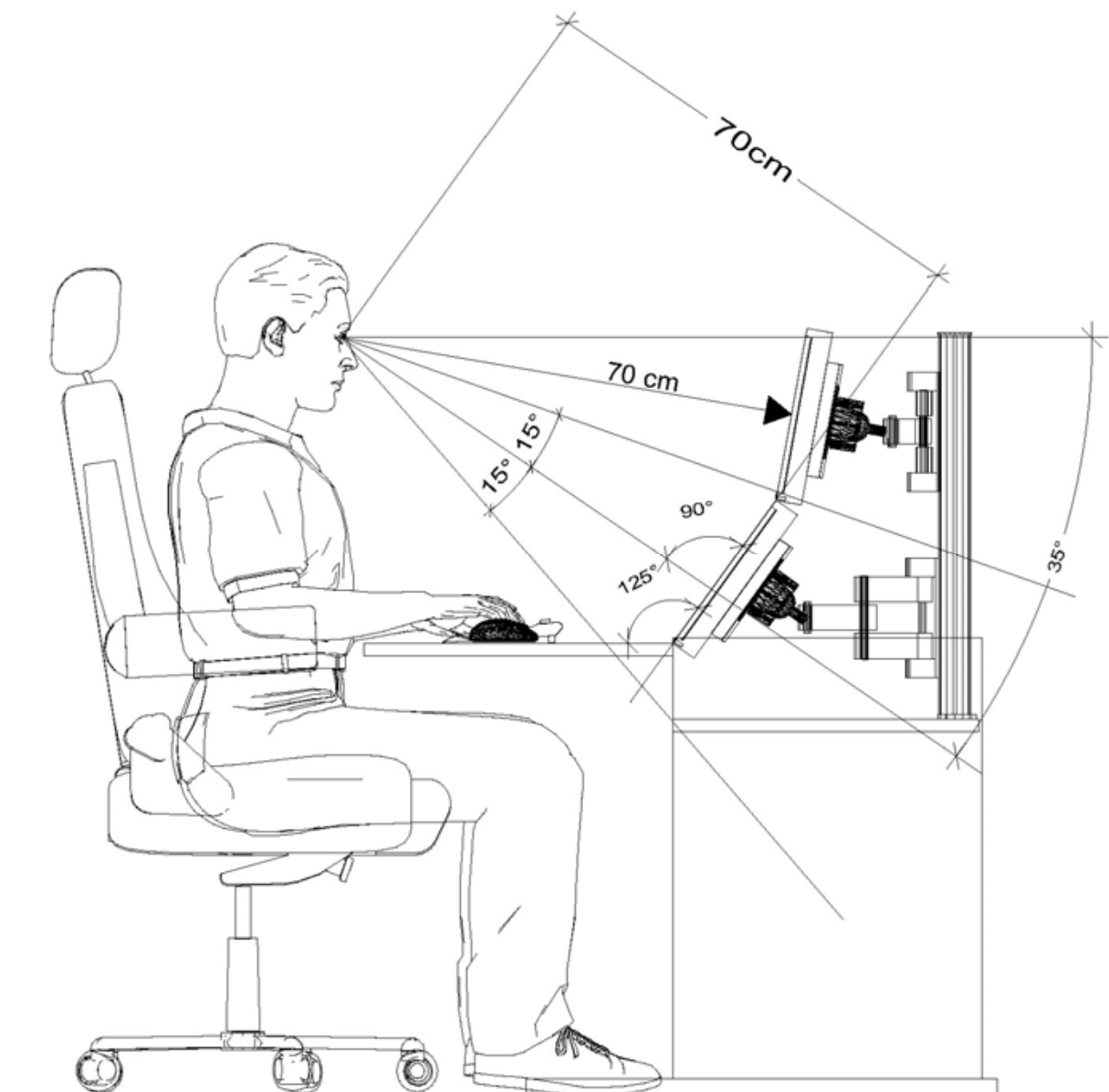
Bei der Positionierung von Bildschirmgeräten sind zunächst Empfehlungen für den Sehabstand und die Höhe der Bildschirmgeräte relativ zur Augenposition zu berücksichtigen (vgl. Kap. 5.3.1; DIN EN ISO 11064-4:2004; BGI 650:2012). Werden mehrere Bildschirmgeräte am Arbeitsplatz eingesetzt, sollten sie parabolisch angeordnet sein, um annähernd gleiche Sehabstände zu (häufig) betrachteten Anzeigen/Bildschirmen zu gewährleisten (vgl. DIN EN ISO 11064-4:2004). Annähernd gleiche Sehabstände bei drei Bildschirmgeräten können dadurch erreicht, dass diese um ca. 30° zueinander gedreht werden (vgl. Abb. 5.7). Die Winkelabweichungen von der Sehachse nach rechts oder links sind abhängig von der Breite der Bildschirmgeräte (vgl. DIN EN ISO 11064-4:2004). Relevant ist dabei, dass eine Sehachse bzw. Blicklinie bei gedrehtem Kopf oder gedrehter Körperposition im rechten Winkel auf die Bildschirmoberfläche trifft (vgl. Abb. 5.7). Durch diese Anordnung wird eine Veränderung der Akkommodation des Auges an jeweils unterschiedliche Entfernungen verschiedener Bildschirmgeräte verhindert. Damit ergibt sich auch eine einheitliche Entfernung für die Auslegung der Zeichenhöhe (vgl. Kap. 5.3.1).

Ob vier Bildschirmgeräte besser nebeneinander oder in einer 2x2-Anordnung übereinander angeordnet werden sollten, ist abhängig von den Arbeitsaufgaben, die am Arbeitsplatz bearbeitet werden sollen (DIN EN ISO 11064-4:2004). Sind für die Aufgaben große Bildschirmdiagonalen angemessen, dann empfiehlt sich eher eine 2x2-Anordnung als diese vier Bildschirmgeräte in gerader (oder auch parabolischer) Anordnung in einer Reihe nebeneinander aufzustellen. Bei Hochformaten, und damit einer zum Querformat relativ geringeren Breite der nebeneinander stehenden Bildschirmgeräte, mag eine einreihige Anordnung ggf. günstiger sein.



[Bild: © JST und GAWO e.V.]

Abb. 5.7 Annähernd gleiche Sehabstände bei drei Bildschirmgeräten (einreihig)



[Bild: © JST und GAWO e.V.]

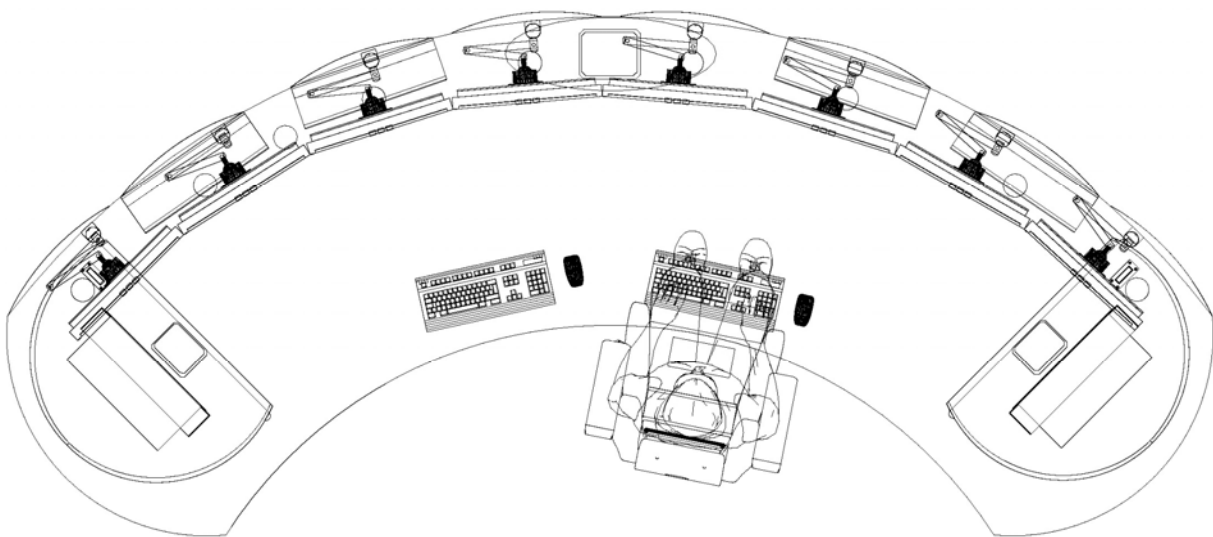
Abb. 5.8 Annähernd gleiche Sehabstände bei zweireihiger Anordnung von Bildschirmgeräten (Seitenansicht)

Generell gilt es, auch bei zweireihig übereinander angeordneten Bildschirmgeräten die obere Bildschirmreihe möglichst tief und unterhalb einer horizontalen Sehachse anzuordnen (vgl. Empfehlungen zur Höhe der Bildschirmgeräte in Kap. 5.3.1, s. a. BGI 650:2012; DIN EN ISO 11064-4:2004). Annähernd gleiche Sehabstände sowie eine aus der Waagerechten abgesenkte Blicklinie können auch bei einer zweireihigen Aufstellung erreicht werden, wenn eine Anordnung der Bildschirmgeräte ähnlich der Abbildung 5.8 gewählt wird.

Um bei einer Anordnung von mehreren Bildschirmgeräten in einer Reihe Randbereiche der Bildschirmoberfläche einsehen zu können, sind Kopfbewegungen erforderlich. Durch die Aufgabenbearbeitung sind ständige Bewegungen mit hoher Frequenz möglichst zu vermeiden. Welche Anzeigen auf welchem Bildschirm dargestellt werden, sollte in Abhängigkeit von der Betrachtungshäufigkeit und der Betrachtungsdauer sowie in Relation zu den Arbeitsaufgaben bestimmt werden.

Ist eine Anordnung der Bildschirmgeräte übereinander unter Einhaltung der aus der horizontalen Sehachse abgesenkten Höhe (vgl. Abb. 5.8) nicht möglich, so ist zu empfehlen, dass auf den Anzeigen der oberen Bildschirmgeräte nur Informationen dargestellt werden, die gelegentlich bis selten und nur kurz betrachtet werden müssen. Alle Informationen, auf die häufiger und länger zugegriffen werden sollen, sind auf Bildschirmgeräten der unteren Reihe darzustellen, die unterhalb der abgesenkten Sehachse liegen.

Je mehr Bildschirmgeräte sich am Arbeitsplatz eines Leitwartenoperators befinden, desto größer wird die Herausforderung, annähernd gleiche Sehabstände zu erreichen. Als Lösungen bieten sich in solchen Fällen parabolisch geformte Arbeitsflächen an, die beispielhaft in den Abbildungen 5.9 a,b und 5.10 dargestellt sind. Eine gerade Anordnung muss hingegen zu Problemen der Lesbarkeit und der Zeichenerkennung führen.



[Bild: © JST und GAWO e.V.]

Abb. 5.9a Parabolische Anordnung von zehn Bildschirmgeräten (zweireihig)



[Bild: © JST und GAWO e.V.]

Abb. 5.9b Parabolische Anordnung von zehn Bildschirmgeräten (zweireihig)

Bei der Anordnung mehrerer Bildschirmgeräte ist darüber hinaus zu beachten, dass die Bildschirmgeräte möglichst dicht nebeneinander stehen. Nur dadurch können Lücken zwischen den Bildschirmgeräten verringert werden. Die durch die Anordnung unvermeidbaren Lücken sollten gefüllt bzw. abgedeckt werden (Hénique et al., 2009). Dadurch werden Belastungen der Augen durch unnötige Leuchtdichteunterschiede (Kontraste) vermieden. Die Leuchtdichte und Farbgebung der Flächen hinter den Bildschirmgeräten sollte sich nicht allzu sehr von der Leuchtdichte und Farbgebung der Oberfläche der Anzeigen, der Bildschirmgehäuse und der Arbeitsflächen unterscheiden. Dieser Grundsatz der Gestaltung wird dann verletzt, wenn schwarze oder dunkle Bildschirmrahmen verwendet werden und wenn zwischen den Bildschirmgeräten Fenster oder Lampen sichtbar sind oder durchscheinen und die Lücken dann hohe Leuchtdichten aufweisen können, die zu dunklen oder auch hellen Bildschirmrahmen zu hohe Kontraste entstehen lassen können.

Wenn der Leitwartenoperator einige Anzeigen lediglich gelegentlich ansehen muss und es ihm darüber hinaus ohne größeren Aufwand möglich ist, eine andere Sitzposition einzunehmen, kann auch eine einreihige Anordnung mehrerer Bildschirmgeräte akzeptabel sein. Auch hier sollte die Anordnung der Anzeigen wieder unter Berücksichtigung der Aufgaben, der Benutzungshäufigkeit und -dauer erfolgen, d. h. unwichtigere oder selten benötigte Anzeigen sollten auf den äußeren Bildschirmgeräten dargestellt werden (s. a. DIN EN ISO 11064-4:2004).



[Bild: © JST und GAWO e.V.]

Abb. 5.10 Parabolische Anordnung von sechzehn Bildschirmgeräten (zweireihig)

5.3.2.4 Wechselwirkungen mit anderen Gestaltungsmerkmalen

Bei der Befestigung der Bildschirmgeräte ist zu beachten, dass die Bildschirmgeräte weiterhin höhenverstellbar sowie leicht dreh- und neigbar bleiben sollten, um sie an die interindividuellen Unterschiede in den Körpermaßen der Operateure anpassen zu können (Kroemer, 1997; Schmidtke & Tietschert, 2001). Günstig erweisen sich programmierbare und motorisch verstellbare Einstellungen. Manche solcher technisch unterstützten Einrichtungen bieten sogar die Möglichkeit, dass Einstellungen von unterschiedlichen Leitwartenoperatoren gespeichert und abgerufen werden können. Die Entscheidung über die erforderliche Anzahl an Bildschirmgeräten je Arbeitsplatz ist nur auf der Basis einer detaillierten Aufgabenanalyse zu treffen. Dabei ist von entscheidender Bedeutung, welche Informationen zu welchem Zeitpunkt parallel verfügbar sein müssen und aufgabenbedingt nicht sequentiell abrufbar sein dürfen. Darüber hinaus ist entscheidend, welche und wie viele Informationen auf einem Bildschirm gut erkennbar dargestellt werden. Es ist nach DIN EN ISO 11064-4:2004 allerdings davon auszugehen, dass durch einen Operateur nicht mehr als vier Anzeigeeinheiten zufriedenstellend überwacht und bedient werden können. Unsere Erfahrungen in der Praxis haben jedoch gezeigt, dass diese Leitlinie häufig nicht eingehalten wird. Auch beruht die Entscheidung über die Anzahl der Bildschirmgeräte in der Praxis in der Regel nicht auf einer Aufgabenanalyse, sondern auf (im günstigen Fall erfahrungsbedingten) Schätzungen, was alles angezeigt werden sollte oder könnte. Hier ergibt sich deutlicher Optimierungsbedarf (s. a. unten).

5.3.2.5 Handlungsempfehlungen

Die Planung der Anordnung von Bildschirmgeräten sollte systematisch angelegt werden (Stanton et al., 2010). Das heißt sie sollte auf der Grundlage einer umfassenden Aufgabenanalyse erfolgen. Dabei sind u. a. folgende Aspekte zu klären:

- Welche Informationen müssen parallel verfügbar sein? Welche Informationen können sequentiell abgerufen (und auf einem Bildschirmgerät angezeigt) werden?
- Wie viele Bildschirme sind notwendig?
- Welche Anzeigen müssen häufig/ständig beobachtet werden?
- Welche Anzeigen müssen längere Zeit beobachtet werden?
- Welche Anzeigen müssen nur gelegentlich und kurzzeitig beobachtet werden?

5.3.2.6 Umsetzbarkeit im Gestaltungsprozess

Die Festlegung, wie viele Bildschirmgeräte und wie diese aus ergonomischer Sicht optimal anzuordnen sind, bedarf einer detaillierten Aufgabenanalyse. Der Aufwand bzw. die Kosten der Umsetzung sind dann davon abhängig, welche Gegebenheiten bereits realisiert sind. Zu bedenken ist, dass bestimmte Formen der Anordnung ggf. nur mit Veränderungen der Arbeitsmittel (z. B. Arbeitstische, Halterungen für Bildschirmgeräte) realisierbar sind.

5.3.2.7 Weiterführende Literatur

BGI 650: Bildschirm- und Büroarbeitsplätze. Leitfaden für die Gestaltung. Hamburg: Verwaltungsberufsgenossenschaft (VBG) 2012
[<http://www.vbg.de/apl/zh/z418/titel.htm>]

DIN EN ISO 11064-4: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 4: Auslegung und Maße von Arbeitsplätzen. Berlin: Beuth 2004-10

Hénique, E.; Lindegaard, S.; Hunt, B.: Design of large and complex display systems. In: Ivergård, T.; Hunt, B. (Eds.): Handbook of control room design and ergonomics: A perspective for the future. Boca Raton: CRC Press 2009, 83-132

Kroemer, K.H.E.: Design of the computer workstation. In Helander, M.; Landauer, T.K.; Prabhu, P.V. (Eds.): Handbook of human-computer interaction. Amsterdam: Elsevier 1997, 1395-1414

Schmidtke, H.; Tietschert, G.: Gestaltung von Bildschirmarbeitsplatz-Konsolen (BAP-Konsolen). In: Schmidtke, H. (Hrsg.): Handbuch der Ergonomie mit ergonomischen Konstruktionsrichtlinien und Methoden. Koblenz: Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung 2001, C-4.2.5

Stanton, N.A.; Salmon, P.; Jenkins, D.; Walker, G.: Human factors in the design and evaluation of central control room operations. Boca Raton: CRC Press 2010

5.4 Arbeitsmittel

5.4.1 Arbeitsstuhl und Arbeitsfläche

5.4.1.1 Gestaltungsempfehlung

Die Arbeitsmittel sollen an die unterschiedlichen Körpermaße der Leitwartenoperateure anpassbar und für den 24-Stunden Einsatz robust ausgelegt sein.

5.4.1.2 Anlass für die Gestaltungsempfehlung

Die Arbeitsmittel sollen den Leitwartenoperateur dabei unterstützen, seine Arbeitsaufgabe effektiv, reibungslos, fehlerfrei, sicher und ohne kurz- bzw. langfristige Beeinträchtigung seiner Gesundheit oder seines Wohlbefindens ausüben zu können. Um diese Ziele erreichen zu können, sollten die zur Verfügung stehenden Arbeitsmittel an die unterschiedlichen Körpermaße der Leitwartenoperateure anpassbar sein, um aus ergonomischer Sicht anzustrebende Körperhaltungen zu ermöglichen (vgl. Kroemer, 1997; DIN EN ISO 11064-4:2004; Helander, 2006; Schmidtke, 2007b).

Die Ergebnisse aus der vorliegenden Untersuchung haben jedoch gezeigt, dass die Möglichkeit, die Arbeitsmittel den individuellen Unterschieden anzupassen, selten gegeben sind und die tatsächlich vorhandenen selten genutzt werden. Die Anpassung beschränkte sich häufig auf die Höhe des Arbeitsstuhles. Das Problem der Anpassbarkeit und der tatsächlich erfolgenden Anpassung ist insbesondere bei Arbeitsplätzen mit wechselnden Mitarbeitern relevant, wie dies in der Regel in Leitwarten der Fall ist (NA 76:2003). Bei Busfahrern z. B. gibt es mittlerweile Chipkarten, die die individuellen Grundeinstellungen speichern, so dass die Fahrer nicht jedes Mal jede Änderung der Einstellung per Hand vornehmen müssen (Bretschneider-Hagemes et al., 2012). Grundsätzlich ist eine derartige Lösung auch für Leitwartenarbeitsplätze denkbar.

5.4.1.3 Allgemeine und spezifische Gestaltungsempfehlungen

Arbeitsstühle in Leitwarten sind einer besonderen Belastung ausgesetzt. Anders als im Büro- oder Verwaltungsbereich sind sie in der Regel 24 Stunden am Tag und 7 Tage die Woche im Einsatz. Da dieser Zeitraum im Mehrschichtbetrieb abgedeckt wird, arbeiten verschiedene Leitwartenoperateure wechselnd am selben Arbeitsplatz und setzen dieselben Arbeitsmittel ein (vgl. NA 76:2003). Diese Leitwartenoperateure einer Leitwarte unterscheiden sich hinsichtlich Körpergröße und Körpergewicht erheblich. Dies bedeutet zunächst, dass die Arbeitsstühle äußerst robust sein und sich an die anthropometrischen Unterschiede anpassen lassen müssen. Als nicht praktikable Alternative zur Verstellbarkeit wären personenbezogene Arbeitsstühle denkbar. Dies dürfte aber aufgrund des zur Lagerung der Arbeitsstühle nötigen Platzbedarfs und der Gefahr, dass die Arbeitsstühle im Weg stehen, in den meisten Fällen – insbesondere bei einer Vielzahl von Leitwartenoperateuren – nicht praktikabel sein.

Eine wichtige Funktion ergonomisch günstiger Arbeitsstühle ist das Ermöglichen dynamischen Sitzens (Schmidtke, 1993b, 2007b). Sie dient der Unterstützung der einzelnen Bewegungen und der unterschiedlichen Arbeitshaltungen des Leitwartenoperateurs, z. B. bei unterschiedlichen Aufgaben wie Überwachen oder Steuerungseingriffen. Erfahrungen aus der vorliegenden Untersuchung zeigen jedoch, dass diese

Funktion häufig deaktiviert wird. Hier scheint daher eine gründliche Einführung in den Sinn und Zweck der korrekten Einstellung und Nutzung erforderlich.

Aufgrund der unterschiedlichen Körpermaße der Leitwartenoperateure sind nicht nur höhenverstellbare Arbeitsstühle, sondern auch höhenverstellbare Arbeitsflächen empfehlenswert, um ergonomische Sitz- bzw. Körperhaltungen zu ermöglichen (s. Abb. 5.6). In Bezug auf die Bewegungsergonomie sind, neben der Grundanpassbarkeit auf die jeweiligen Körperhöhen, insbesondere höhenverstellbare Tische wünschenswert, die es ermöglichen, die Aufgaben wahlweise im Sitzen oder Stehen zu erledigen.

5.4.1.4 Wechselwirkungen mit anderen Gestaltungsmerkmalen

Mit höhenverstellbaren Arbeitsflächen ließe sich zwar auch die Höhe der Bildschirmgeräte beeinflussen. Allerdings sollte eine Lösung unabhängig von höhenverstellbaren Arbeitsflächen gefunden werden, da ansonsten zu niedrige Arbeitsflächen z. B. zu ungünstigen Arbeitshaltungen am Arbeitstisch führen und die Beinfreiheit unangemessen beeinträchtigen könnten. Als Lösung bietet sich an, dass sich der hintere Teil von Arbeitstischen, auf denen Bildschirmgeräte platziert sind, unabhängig vom vorderen Teil von Arbeitstischen, auf denen mit anderen Arbeitsmitteln gearbeitet wird, verstellen lässt (DIN EN ISO 11064-3:2003; BG Chemie, 2008; Stanton et al., 2010). Durch eine voneinander unabhängige Höhenverstellbarkeit der Arbeitsfläche und der Bildschirmenebene (vgl. Abb. 5.11) sind noch bessere Anpassungen an individuelle Unterschiede und intraindividuell unterschiedliche Arbeitshaltungen möglich. Auch sind Arbeitstische verfügbar, bei denen sich über die Höhe hinaus auch der Neigungswinkel der Bildschirmgeräte (über einen Motor gesteuert) einstellen lässt.

Es soll hier darauf hingewiesen werden, dass diese Optionen nicht dem Luxus des Leitwartenoperators dienen, sondern dabei helfen sollen, die Belastung und Beanspruchung des Operateurs und damit gleichzeitig die Systemleistung zu optimieren. Um den Beinraum unter der Arbeitsfläche nicht unnötig zu verringern, sollte die Tischplatte nicht zu dick sein. Um ausreichende Möglichkeiten für einen Wechsel der Beinposition und auch der Arbeitsposition vor mehreren nebeneinander angeordneten Bildschirmgeräten zu bieten, sollte der Beinraum neben einer ausreichenden Größe auch frei von Rollcontainern, Rechnern, Unterbauten bzw. Stützen und herunterhängenden Kabeln sein (NE 66:1996; DIN EN ISO 11064-4:2004; BGI 650:2012). Die Arbeitsfläche sollte eine matte Oberfläche aufweisen, um Reflexionen und Spiegelungen zu vermeiden. Darüber hinaus sorgt eine helle Arbeitsfläche dafür, dass die Augen nicht ständig an unterschiedliche Leuchtdichten akkommodieren müssen. Andere Überlegungen, wie etwa firmenspezifische Farbwahlen im Sinne von „corporate identity“ (z. B. glänzende weiße Oberflächen mit schwarzen Kanten), sollten, wenn sie normativen Empfehlungen entgegenstehen, dagegen zurücktreten (vgl. KAN, 2011).



[Bild: © JST und GAWO e.V.]

Abb. 5.11 Arbeitstisch mit separater Höhenverstellbarkeit der Arbeitsfläche und der Bildschirmenebene

Darüber hinaus muss die Arbeitsfläche ausreichend Platz für Eingabemittel (Tastaturen, Mäuse, Rollbälle) sowie Unterlagen (z. B. Arbeitsanweisungen, Formulare, Listen, Notizblöcke) bieten (DIN EN ISO 11064-4:2004; BGI 650:2012).

Für ein angenehmes Sitzgefühl und eine angemessene Hygiene sollte das Polstermaterial der Arbeitsstühle aus leicht zu reinigenden Materialien, robust, rutschfest und vor allem atmungsaktiv sein, um einen Wärme- und Feuchtigkeitsstau zu verhindern.

5.4.1.5 Handlungsempfehlungen

Arbeitsstühle und Arbeitstische, die robust und an die unterschiedlichen Körpermaße der Leitwartenoperateure anpassbar sind, sind zur Verfügung zu stellen. Allerdings nützen die besten Arbeitsmittel nichts, wenn dem Operateur das Wissen fehlt, wie diese für ihn optimal einzustellen sind. Von daher sind entsprechende Unterweisungen vorzunehmen.

5.4.1.6 Umsetzbarkeit im Gestaltungsprozess

Arbeitsstühle, die eine Anpassung an die anthropometrischen Unterschiede der Leitwartenoperateure ermöglichen, lassen sich relativ schnell beschaffen und können sofort und ohne Beeinflussung anderer Gestaltungsbereiche umgesetzt werden. Bei der Planung einer neuen Leitwarte sollten die normativen Anforderungen und zusätzlich die zu erwartenden Körpermaße der Leitwartenoperateure bei der Wahl der Arbeitsmittel (hier insbesondere Arbeitsstühle und -tische) berücksichtigt werden.

Die Umrüstung einer Leitwarte mit anpassbaren Arbeitstischen kann dagegen aufwendiger sein. Ein Zusatzaufwand kann z. B. durch die zusätzliche Stromversorgung, durch die Anpassung der Höhe von Bildschirmgeräten oder durch Einschränkungen in der Einsicht auf Großbildprojektionen liegen. Sieht man von diesem Zusatzaufwand ab, so ist allein für den Erwerb anpassbarer Arbeitsmittel nicht mit erheblich höheren Kosten zu rechnen. Bei einer Vielzahl von umzurüstenden Arbeitsplätzen innerhalb eines kurzen Zeitraums summiert sich allerdings der Kostenaufwand. Eine schrittweise Anschaffung ist zwar möglich, kann allerdings, wenn nicht mit ausreichenden Informationen für die Mitarbeiter begleitet, zu Unmut in der Belegschaft führen.

5.4.1.7 Weiterführende Literatur

BG Chemie: Bildschirmarbeitsplätze. Heidelberg: Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie 2008 (Merkblätter der T-Reihe Sichere Technik, mit Gefährdungskatalog, T 044 und T 044a)

BGI 650: Bildschirm- und Büroarbeitsplätze. Leitfaden für die Gestaltung. Hamburg: Verwaltungsberufsgenossenschaft (VBG) 2012
[<http://www.vbg.de/apl/zh/z418/titel.htm>]

Bretschneider-Hagemes, M.; Brütting, M.; Flaspöler, E.; Nickel, P.: Bedienergonomie. In: Eichendorf, W.; Hedtmann, J. (Hrsg.): Praxishandbuch Verkehrsmedizin, Prävention – Sicherheit – Begutachtung. Wiesbaden: Universum Verlag 2012, 259-268

DIN EN ISO 11064-3: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 3: Auslegung von Wartenzimmern. Berlin: Beuth 2003-06

DIN EN ISO 11064-4: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 4: Auslegung und Maße von Arbeitsplätzen. Berlin: Beuth 2004-10

Helander, M.: A guide to human factors and ergonomics. Boca Raton: CRC Press 2006

KAN: Positionspapier der KAN zu Gehäuseglanzgraden an Bildschirmgehäusen (erarbeitet durch Arbeitsschutzexperten unter der Federführung der Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN)). Sankt Augustin: Verein zur Förderung der Arbeitssicherheit in Europa e.V. (VFA), 2011

Kroemer, K.H.E.: Design of the computer workstation. In Helander, M.; Landauer, T.K.; Prabhu, P.V. (Eds.): Handbook of human-computer interaction. Amsterdam: Elsevier 1997, 1395-1414

NA 76: NAMUR-Checkliste für Messwarten und Leitstände. Leverkusen: Normenarbeitsgemeinschaft für Mess- und Regeltechnik in der chemischen Industrie (NAMUR) 2003

NE 66: Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen in Messwarten und Leitständen. Leverkusen: Normenarbeitsgemeinschaft für Mess- und Regeltechnik in der chemischen Industrie (NAMUR) 1996

Schmidtke, H.: Arbeitsplatzgestaltung. In: Schmidtke, H. (Hrsg.): Ergonomie. München: Hanser 1993b

Schmidtke, H.: Konsole für dynamische Systeme. In: Schmidtke, H. (Hrsg.): Handbuch der Ergonomie mit ergonomischen Konstruktionsrichtlinien und Methoden. Koblenz: Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung 2007b, C-5.2.2

Stanton, N.A.; Salmon, P.; Jenkins, D.; Walker, G.: Human factors in the design and evaluation of central control room operations. Boca Raton: CRC Press 2010

5.4.2 Großbildtechnik

5.4.2.1 Gestaltungsempfehlung

Bei Informationsdarstellungen, die zeitweise, dauerhaft oder abhängig von verschiedenen Aufgabenstellungen und Betriebszuständen von mehreren Operateuren gemeinsam genutzt werden müssen, empfiehlt sich der Einsatz von Großbildtechnik.

5.4.2.2 Anlass für die Gestaltungsempfehlung

Großbildtechnik kommt in Leitwarten immer häufiger zum Einsatz. In neuen Leitwarten werden diese als vom Arbeitsplatz getrennt angeordneten, gemeinsam genutzten Anzeigeeinrichtungen von vornherein vorgesehen und in älteren Leitwarten häufig nachgerüstet (zu einigen Problemen bei der Nachrüstung s. Kap. 5.2.1). Als einer der Gründe für die Einführung von Großbildtechnik kann die erforderliche gemeinsame Nutzung bestimmter Informationen durch mehrere Operateure oder Gruppen von Operateuren gesehen werden. Die Großbildtechnik stellt in manchen Fällen auch einen Ersatz für die früher eher geläufige Übersichtsdarstellung auf höherem Abstraktionsniveau dar. Letztere wurden während des anfänglichen Einsatzes von arbeitsplatzbezogenen Bildschirmgeräten bzw. -anzeigen häufig nicht mehr umgesetzt, weil sie einen Bildschirm belegten und daher nur sequentiell aufgerufen werden konnten. In manchen Fällen erfolgt der Einsatz von Großbildtechnik allerdings auch nur aus dem Grund, weil es in den vergangenen Jahren modern geworden ist, diese Technologie einzusetzen. Erforderliche funktionale Grundüberlegungen, die über die Aufschaltung von bereits arbeitsplatzbezogen verfügbaren Anzeigen hinausgehen, sind aktuell noch nicht durchgängig zu finden.

5.4.2.3 Allgemeine und spezifische Gestaltungsempfehlungen

Die getrennt angeordneten, gemeinsam genutzten Anzeigeeinrichtungen sollten der allgemeinen Überwachung dienen. Sie sollten Gruppen von Leitwartenoperatoren mit z. B. Übersichtsbildern einen Überblick geben oder allgemeine Informationen z. B. zum Gesamtzustand der Anlage/des Systems zur Verfügung stellen. Sie dienen sozusagen als Lokalisations- und Indikatorsysteme. Um Konflikte zu vermeiden, sollte die Prozess- und Systemsteuerung dagegen nach wie vor direkt am Leitplatz erfolgen (vgl. DIN EN ISO 11064-3:2003; Rajan et al., 2005; Hénique et al., 2009).

Großbildsysteme haben darüber hinaus die Funktion, anderen Operateuren oder Personen einen schnellen Überblick über die für sie relevanten Systemparameter zu verschaffen, auch wenn diese nicht zu ihrem direkten Arbeitsbereich gehören. Die Nutzung der Großbildanzeige lediglich als zusätzlichen arbeitsplatzbezogenen Bildschirm (z. T. mit identischer Anzeigenbelegung wie eines der anderen Bildschirmgeräte) erscheint dagegen dysfunktional. Dadurch werden unterschiedliche Sehverhältnisse geschaffen, welche vermeidbare Akkommodations- und Adaptationsleistungen der Augen bedingen und so u. a. zu Fehlhandlungen führen können. Zur Kontrolle durch den Vorgesetzten, der sich über Großbildtechnik in der Leitwarte einen schnellen Überblick über die Anlage verschaffen möchte, erscheint die Lösung der Aufgabe wenig angemessen und effektivere Lösungen wie z. B. Multi-Consoling können zur besseren Unterstützung solcher Aufgaben eingesetzt werden.

Großbildtechnik kann eine sinnvolle, funktionale und hilfreiche Ergänzung darstellen, wenn sie die Anzeigen am Leitplatz funktional und aufgabenangemessen ergänzt und die Anzeigen am Leitplatz nicht ersetzt.

Im Bereich der Großbildtechnik werden zurzeit unterschiedliche Technologien eingesetzt (vgl. Hénique et al., 2009). Dazu zählen z. B.

- Beamertechnik (Beamerprojektion auf eine Leinwand als Großbildschirmersatz),
- LCD-Technik,
- LED-Technik und
- Cube-Rückprojektionstechnik.

Voraussetzung für den Einsatz von Großbildtechnik in einer Leitwarte ist, dass die Geräte über 24 Stunden an 7 Tagen pro Woche eingesetzt werden können und die Aufgabenbearbeitung in der Leitwarte nicht beeinträchtigen (z. B. durch wechselnde Leuchtdichten, Lüftergeräusche oder Wärmefreisetzung). Dies scheint bei der Beamertechnik eher nicht gegeben. Deren Verwendung ist vielmehr für einen zeitweiligen Einsatz denkbar. Hinzu kommt, dass – neben dem Tageslicht und der Raumbelichtung – der lange Strahlenweg einen großen Einfluss auf die Helligkeit und den Kontrast und damit die Lesbarkeit der Anzeigen hat. Auch eine zusätzliche Lärmentwicklung durch den Einsatz von Beamern kann die Aufgabenbearbeitung in der Leitwarte beeinträchtigen.

Auch wenn im Zuge der fortschreitenden technischen Möglichkeiten die Rahmenbreite der LC-Displays (s. Abb. 5.12) und insbesondere der LED-Displays zunehmend verringert wird, so sind die Stegbreiten bei Verwendung von Cubes (s. Abb. 5.13) im Vergleich noch wesentlich schmaler. Dies hat bei Kombination mehrerer Anzeigemodule den Vorteil, dass Lücken zwischen den einzelnen Anzeigeeinheiten geringer ausfallen und die Gefahr von Versatz oder Überlappungen von Informationen reduziert wird. Darüber hinaus bieten Cubes die Möglichkeit, verschiedene Anzeigen auf einer einheitlichen Anzeigefläche beliebig zu positionieren, zu vergrößern und zu verschieben, ohne dass dabei störende Trennungen zwischen den einzelnen Elementen ins Auge fallen. Allerdings sind der Anschaffungspreis von Cubes und der benötigte Platz für deren Anbringung höher als bei LC- oder LED-Displays.

Des Weiteren ist es heutzutage bereits möglich, LC-Displays, LED-Displays und Cubes in leicht gebogener Anordnung aufzustellen, so dass die Lesbarkeit der äußeren Anzeigen bei Kombination von einer Vielzahl an Anzeigemodulen erhöht wird.



[Bild: © JST und GAWO e.V.]

Abb. 5.12 Kombination aus Großbildschirmgeräten (LCD-Technik)



[Bild: © JST und GAWO e.V.]

Abb. 5.13 Kombination aus Cubes (Cube-Rückprojektionstechnik)

5.4.2.4 Wechselwirkungen mit anderen Gestaltungsmerkmalen

Sollen Großbildschirmgeräte oder ganze Kombinationen aus Großbildschirmen als gemeinsam genutzte Anzeigeeinrichtungen zur Unterstützung der Prozessführung eingesetzt werden, ist zusätzlicher Platz in der Leitwarte notwendig (DIN EN ISO 11064-3:2003). Bei Neubau einer Leitwarte ist der dafür zusätzlich benötigte Platz von vornherein bei der Auslegung des Wartenraums vorzusehen. In bestehenden Leitwarten muss überprüft werden, ob ausreichend Platz für die erforderlichen räumlichen Auslegungen verfügbar ist.

Generell gilt auch bei Einsatz von Großbildtechnik, dass die Anzeigemodule nicht neben Fenstern oder in deren Blickrichtung angebracht werden sollten, um Blendungen und unnötige Kontraste zu vermeiden und die Lesbarkeit der Anzeigen sicherzustellen. Möglichen Beeinträchtigungen durch Jalousien oder Abdunkelungsfolie abzumildern, ist eine schlechte Alternative beim Einsatz von Großbildtechnik, die aufgabenangemessen geplant und unter Berücksichtigung von damit in Wechselwirkung stehenden Gestaltungsmerkmalen eingesetzt wird. Bei zusammengesetzten Modulen für Großbildtechnik sind die Lücken zwischen den Modulen möglichst klein zu halten (Hénique et al., 2009).

5.4.2.5 Handlungsempfehlungen

Zunächst sind Überlegungen anzustellen, zu welchen Zwecken die Großbildtechnik eingesetzt werden soll und welche Informationen darauf dargeboten werden sollen (vgl. Rajan et al., 2005; Hénique et al., 2009). Wird der Ersatz von Großbildtechnik als sinnvoll angesehen, sind in neuen Leitwarten entsprechende Raummaße vorzusehen bzw. es muss geprüft werden, ob der bestehende Wartenraum über eine ausreichende Fläche zur Aufstellung/Anbringung von Großbildschirmen unter Berücksichtigung des erforderlichen Sehabstandes verfügt (vgl. DIN EN ISO 11064-3:2003). Entscheidungen über die auf Großbildtechnik dargestellten Inhalte und Strukturen sollten auf der Basis von Aufgabenanalysen und bisheriger Erfahrungen der Leitwartenoperatoren aus dem Prozess der Aufgabenbearbeitung gewonnen werden (vgl. Hénique et al., 2009).

5.4.2.6 Umsetzbarkeit im Gestaltungsprozess

Ist ausreichend Platz zur Aufstellung/Anbringung von Großbildschirmen vorhanden, ist – nach Auswahl der Technologie – eine relativ schnelle Umsetzung möglich. Die zu erwartenden Kosten sind von der gewählten Technologie und den erforderlichen Umbauten in der Leitwarte abhängig.

5.4.2.7 Weiterführende Literatur

DIN EN ISO 11064-3: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 3: Auslegung von Wartenräumen. Berlin: Beuth 2003-06

Hénique, E.; Lindegaard, S.; Hunt, B.: Design of large and complex display systems. In: Ivergård, T.; Hunt, B. (Eds.): Handbook of control room design and ergonomics: A perspective for the future. Boca Raton: CRC Press 2009, 83-132

Rajan, J.A.; Wilson, J.R.; Wood, J.: Control facilities design. In: Wilson, J.R.; Corlett, N. (Eds.): Evaluation of human work. Boca Raton: Taylor & Francis 2005, 389-425

Stanton, N.A.; Salmon, P.; Jenkins, D.; Walker, G.: Human factors in the design and evaluation of central control room operations. Boca Raton: CRC Press 2010

5.5 Mensch-Maschine-Kommunikation

Mensch-Maschine-Schnittstellen sind so zu gestalten, dass sie es dem Operateur ermöglichen, den Prozess proaktiv, effektiv und effizient zu steuern. Den Operateuren muss es möglich sein, selbst kleine Abweichungen von Sollzuständen frühzeitig zu erkennen, um schnell und adäquat darauf reagieren oder auch proaktiv agieren zu können.

Eine nach ergonomischen Gesichtspunkten gestaltete Mensch-Maschine-Schnittstelle trägt somit zur Optimierung der – insbesondere psychischen – Belastung und Beanspruchung der Leitwartenoperateure bei und fördert deren Wohlbefinden, Gesundheit sowie Leistungsfähigkeit und -bereitschaft. Dies wirkt sich – neben direkten Effekten auf die Effektivität der Prozessführung – positiv auf das Gesamtsystem aus. Als Auswirkungen ist mit höherer Verfügbarkeit des Systems, höherer Produktivität, besserer Qualität und höherer Bediensicherheit zu rechnen. Dabei ermöglichen neuere technologische Entwicklungen dem Operateur einen besseren Überblick über und gleichzeitig auch einen tieferen Einblick in das System sowie dessen Reaktionen.

5.5.1 Auf Anzeigen bezogene Grundsätze

5.5.1.1 Gestaltungsempfehlung

Die Informationsdarstellung auf Anzeigen muss aufgabenangemessen erfolgen, so dass die dargestellten Informationen vom Leitwartenoperateur schnell und zuverlässig erfasst werden können und eindeutig identifizierbar sind.

5.5.1.2 Anlass für die Gestaltungsempfehlung

Leitwartenoperateure sollten in der Ausbildung mentaler Abbildsysteme (Hacker, 2005) zur Anlage, zum Prozess und zur Prozessführung unterstützt werden. Diese Empfehlung wird im Folgenden aufgegriffen und bezieht sich auch auf die im Kapitel 4.6 dargestellten Ergebnisse. Eine an ergonomischen Grundsätzen orientierte informationstechnische Gestaltung der Mensch-Maschine-Kommunikation sollte eine größere Bedeutung beigemessen werden, als dies zurzeit geschieht.

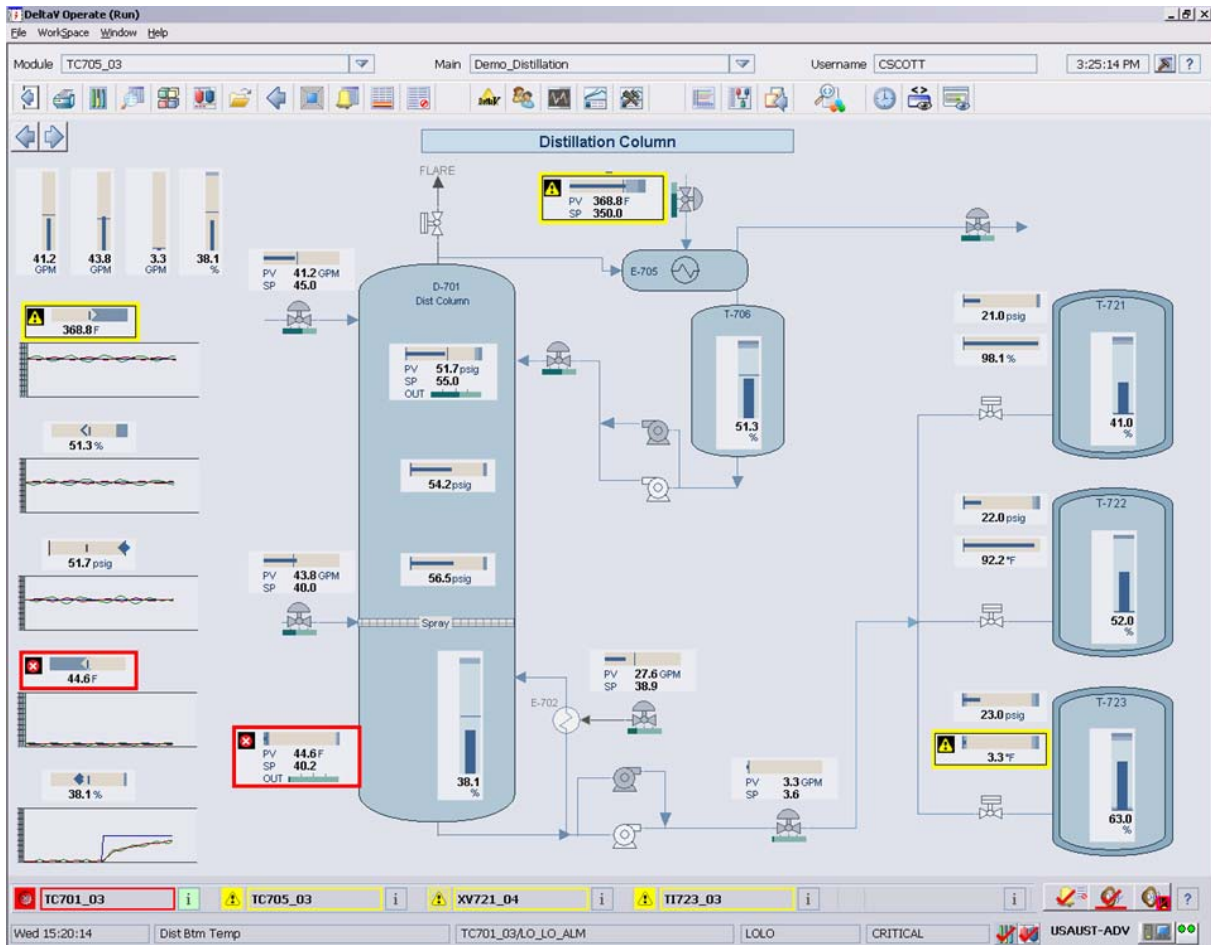
Früher gab es an den Wänden von Leitwarten häufig (detailreduzierte) Gesamtübersichten über den Prozess und die Darstellung der wichtigsten Prozessparameter (vgl. Woodson & Connover, 1966; Schmidtke & Rühmann, 1980; Sanders & McCormick, 1993). Diese sind im Laufe der Zeit und der Umstellung auf rechner- und bildschirmgestützte Fahrweisen mehr und mehr verschwunden. Die Operateure müssen sich daher die notwendigen Informationen häufig sequentiell und detailliert auf ihre Bildschirme holen. Diese Strategie ist jedoch nicht empfehlenswert, da den Operateuren bei einer solchen (erzwungenen) Fahrweise häufig der Überblick und der Gesamtzu-

sammenhang, insbesondere parallel betroffene Prozesse, verloren gehen (Meyer, 2006). Daher scheint es angeraten, dem Leitwartenoperateur eine derartige Gesamtübersicht der Prozesse oder der Teilprozesse, für die er verantwortlich ist, mit den Mitteln der jetzt verfügbaren Technologien zur Verfügung zu stellen. Heutzutage können dazu Großbildschirmdarstellungen gewählt werden, auf denen sich die Prozesse vom Überblick bis hin zu jeder gewünschten Detaillierungsstufe darstellen lassen (vgl. Kap. 5.4.2; Rajan et al., 2005; Hénique et al., 2009). Ein Überblick kann dem Operateur nicht nur bei der jeweils konkreten, aktuellen Prozessführungsaufgabe, sondern auch beim Aufbau eines mentalen Modells der Anlage/des Systems und seiner Dynamik helfen. Darüber hinaus wird der Leitwartenoperateur bei der Lokalisation und der Einschätzung von Situationen unterstützt (z. B. "Wo genau im Gesamtsystem befinde ich mich?", "Wie hängen die einzelnen Anlagenteile/Parameter zusammen?" "Welche zeitgleichen oder zeitversetzten Auswirkungen hat mein Eingriff an dieser Stelle auf andere Bereiche des Systems?").

5.5.1.3 Allgemeine und spezifische Gestaltungsempfehlungen

Bei der Gestaltung von Fließ- und Funktionsbildern, Schaltplänen und Grafikdarstellungen spielt u. a. die Farbcodierung eine wichtige Rolle (DIN EN ISO 9241-12:2000; Rajan et al., 2005; DIN EN ISO 11064-5:2008). Sind die grafischen Darstellungen „zu bunt“, können z. B. ungewöhnliche Zustände oder Abweichungen von Sollzuständen unter Umständen nicht rechtzeitig entdeckt werden oder fallen bei der gegebenen Farbvielfalt gar nicht auf.

Auf der anderen Seite sind zurzeit offenbar in Mode kommende Grau-in-Graudarstellungen und damit der Verzicht auf eine effektive Codierungsmöglichkeit zu eintönig. Insbesondere sind die dargestellten Informationen aufgrund unzureichender Kontraste nicht oder nur schwer erkennbar (vgl. NE 66:1996). Bei solchen Lösungen setzt die begrenzte Kontrastdarstellung deutliche Grenzen für die Wahrnehmbarkeit. Wichtig ist es daher, Darstellungsformen zu wählen, die dem Operateur die Erledigung seiner Aufgaben erleichtern. Der Einsatz von Farben ist deshalb mit Bedacht und unter Berücksichtigung ihrer Wechselwirkungen und gängiger Stereotypen zu wählen (Schmidtke & Rühmann, 1993; BG Chemie, 2003; DIN EN 894-1:2009). Diesen Empfehlungen sollte nachgekommen werden, auch wenn Farben als redundante Codierung zur Unterstützung der Identifizierbarkeit eingesetzt werden. Die Farbe „Rot“ sollte dabei ungewöhnlichen Zuständen, die schnelle Reaktionen des Operateurs erfordern, vorbehalten bleiben (s. Abb. 5.14). Dabei müssen sich die Zeichen und Linien deutlich vom Untergrund abheben (Kontrast mindestens 3:1), wobei auch die Strichstärke oder Zeichendarstellung eine Rolle spielen (DIN EN 894-2:2009; DIN EN ISO 9241-303:2012).

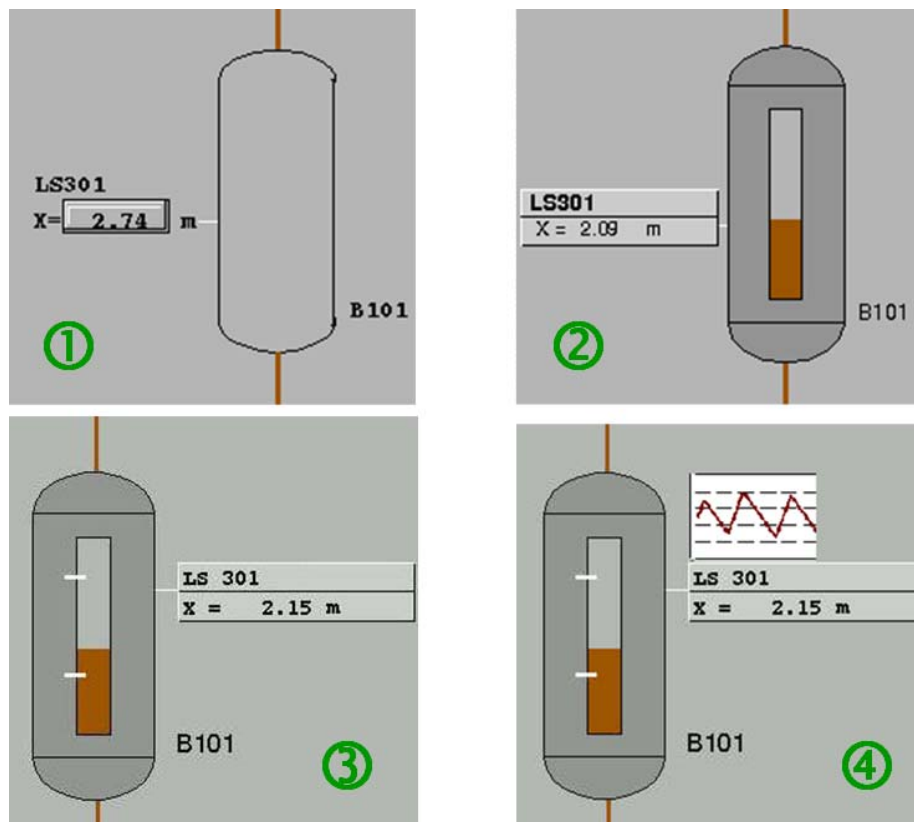


[Bild: © Emerson Process Management GmbH & Co. OHG]

Abb. 5.14 Beispiel eines Prozessbildes

Eine aufgabenangemessene Gestaltung der Anzeigen hilft den Operateuren, Zustände, Situationen und Veränderungen schnell zu erfassen, z. B. durch Mustererkennung. So sind in der Abbildung 5.14 auf der linken Seite die Verläufe mehrerer Parameter untereinander dargestellt, so dass sich aus den Mustern dieser Verläufe rasch erkennen lässt, an welcher Stelle es Abweichungen zu den Sollzuständen gibt. Die Gestaltung der Anzeigen ist daher nicht nach technischen Gesichtspunkten, sondern nach den Erfordernissen des Leitwartenoperators für die Steuerung der Anlage bzw. Führung des Prozesses vorzunehmen (vgl. Aufgabenangemessenheit, DIN EN ISO 9241-110:2008). Um dem Operateur eine aufgabenangemessene Darstellung bieten zu können, ist es wichtig zu wissen, welche Aufgaben der Operateur wie zu bewältigen hat und welche Information, wann, in welcher Form und zu welchem Zweck benötigt wird. Dies beinhaltet zwangsläufig Informationen über die tatsächliche (und nicht nur die im Design intendierte) Fahrweise der Operateure. Da diese Fahrweise sehr anlagenspezifisch sein kann, wird sehr schnell deutlich, dass einfache, etwa im Office-Bereich genutzte Regeln, in diesem Anwendungsfeld der Bildschirmarbeit in Leitwarten weniger hilfreich sind. Hier sind eher spezielle und spezifische Ausformungen bestimmter allgemeiner Prinzipien anzustreben. Ein Beispiel für eine konkrete Umsetzung des Prinzips der Aufgabenangemessenheit für die Darstellung des Füllstandes eines Zulauf-Behälters einer Benzol/Toluol-Destillationsanlage gibt Abbildung 5.15 (vgl. BG Chemie, 2003; Nickel et al., 2004a; Nickel et al., 2004c). Für den Operateur ist der (automatisch geregelte) Füllstand dieses

Behälters von Bedeutung. In Abschnitt 1 der Abbildung 5.15 wird der Füllstand lediglich als Digitalanzeige dargestellt. Für eine relative Einordnung des Wertes muss der Operateur eine abstrakte Verrechnung des Ist-Wertes mit den vorausgegangenen Werten bzw. dem gedächtnismäßig gespeicherten Soll-Wert vornehmen. Außerdem muss er die einzuhaltenden Grenzwerte wissen, wenn er nicht jedes Mal ein faceplate öffnen möchte, um diese Informationen zu erhalten. Das Hinzufügen einer analogen Füllstandanzeige (Abschnitt 2 der Abb. 5.15) erlaubt dem Leitwartenoperateur, den aktuellen Füllstand mit einem Blick zu erfassen. Fügt man auch noch die entsprechenden Grenzwerte hinzu (Abschnitt 3 der Abb. 5.15), kann der Operateur sofort einschätzen, ob bzw. wann ein Eingriff erforderlich wird. Mithilfe von Trends (Abschnitt 4 der Abb. 5.15) können auch hier wieder mittels Mustererkennung zeitliche Veränderungen leichter erkennbar gemacht werden. Der Operateur sieht sofort, ob der Füllstand steigt oder sinkt und wie lange es voraussichtlich dauern wird, bis sich der Wert kritischen, reaktionserfordernden Grenzen nähert. Der aktuelle Wert gibt im Gegensatz dazu über die Historie des Wertes keine Auskunft.



[Bild: © GAWO e.V.]

Abb. 5.15 Unterschiedliche Ausprägungen der Aufgabenangemessenheit bei der Darstellung eines Behälterfüllstandes

In Bezug auf die Darstellung von Informationen (vgl. DIN EN ISO 9241-12:2000) ist hervorzuheben, dass nicht alles, was technisch möglich ist, auch angezeigt werden sollte. Dies würde zu Informationsüberflutung und Unübersichtlichkeit führen. Vielmehr sollten nur die Informationen angezeigt werden, die der Leitwartenoperateur bei der jeweiligen Aufgabenausführung benötigt, und zwar in einer Form, die ihn bei der Erfüllung seiner Aufgaben unterstützt. Zu berücksichtigen ist dabei, dass die Operateure in der Regel keine diplomierten Ingenieure oder Verfahrenstechniker sind. Die

Darstellung der Information hat daher mit Bezug auf die intendierte Nutzergruppe zu erfolgen.

Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob die grafischen Darstellungen nicht auch anforderungsspezifisch gestaltet werden sollten. Damit ist gemeint, dass während des Normalbetriebes, während des Störbetriebes oder aber beim An- und Abfahren eines Systems unterschiedliche Informationen mit dem jeweils notwendigen Detaillierungsgrad erforderlich sein könnten, so dass eine situationsspezifische Gestaltung der Oberflächen sinnvoll erscheint. Dies erscheint aufgabenangemessener als eine für alle Aufgaben einheitliche Oberflächengestaltung (vgl. Meyer, 2006).

5.5.1.4 Wechselwirkungen mit anderen Gestaltungsmerkmalen

Bei der Farbdarstellung ist auch auf deren Unterscheidbarkeit (z. B. durch Farbfehl-sichtige) zu achten, so dass redundante Codierungen durch unterschiedliche Formen der Codierung (z. B. neben Farb- auch Helligkeits- oder Formcodierungen) angezeigt erscheinen (Rajan et al., 2005; Ivergård & Hunt, 2009d). Darüber hinaus spielen bei der Darstellung von Informationen neben der Farbgestaltung auch die Zeichengröße und die Strichstärke für deren Erkenn- bzw. Lesbarkeit eine bedeutende Rolle (vgl. DIN EN ISO 894-2:2009; BGI 650:2012).

Im Kontext der Individualisierung der Dialogführung (vgl. DIN EN ISO 9241-110:2008) kann darüber nachgedacht werden, ob es empfehlenswert ist, den Leitwartenoperatoren die Möglichkeit zu geben, individuelle Codierungen auszuwählen. Das Problem dabei ist jedoch, dass hier häufig ergonomisch suboptimale Lösungen gewählt werden könnten, wie dies etwa aus anderen Bereichen (z. B. im Office-Bereich) bekannt ist. Dabei kann überlegt werden, individualisierte Darstellungen, z. B. je nach Erfahrungsstand, abzuspeichern und per Tastendruck oder Anmeldung am System für den jeweiligen Operateur zu laden.

Bei Verwendung von Bildschirmen im Breitbildformat sollte erprobt werden, ob die damit zusätzlich gewonnene Darstellungsfläche für faceplates statt für eine Ausdehnung der Anzeige genutzt werden könnte. Dies böte den Vorteil, dass faceplates keine wichtigen Informationen mehr überdecken müssten. Darüber hinaus sollte erwogen werden, beim Öffnen eines faceplates dieses mit der entsprechenden Messstelle auf dem Fließbild durch einen Strich zu verbinden, damit der Operateur sofort sehen kann, zu welcher Messstelle das faceplate gehört. Der bisherige Einsatz in einigen Leitwarten wird von den Operateuren jedenfalls positiv bewertet, während die Überdeckung von Informationen als störend wirkt, insbesondere wenn sich die faceplates nicht auf dem Bildschirm verschieben lassen.

5.5.1.5 Handlungsempfehlungen

Eine aufgabenangemessene Gestaltung der Anzeigen erfordert eine detaillierte Aufgabenanalyse, und zwar für alle Betriebszustände. Wichtige Ergebnisse dieser Aufgabenanalyse sollten Informationen über die – ggf. kontextspezifische – Fahrweise sein. Dabei ist von Bedeutung, welche Informationen, wann in welcher Form und zu welchem Zweck vom Leitwartenoperateur benötigt werden und welche kontext- oder fahrweisenbezogen entfallen können.

5.5.1.6 Umsetzbarkeit im Gestaltungsprozess

Änderungen der Oberfläche, wie z. B. Änderungen der Farbgestaltung, Zeichenhöhe oder Strichstärke lassen sich – nach einer entsprechenden Abstimmung im Projektteam, Arbeitsgruppe, Abteilung/Anlage oder Unternehmen – schnell und ohne große Kosten umsetzen, da sie meist keine tiefen Eingriffe in das System erfordern. Dabei sollte gewährleistet werden, dass Änderungen systematisch und konsistent umgesetzt werden. Gleichzeitig sind alle von den Änderungen potenziell Betroffenen zu informieren und zur geänderten Handhabung anzuleiten (Nickel & Nachreiner, 2005). Eine aufgabenangemessene Gestaltung von Anzeigen erfordert dagegen eine umfangreiche Aufgabenanalyse. Für eine individualisierbare Gestaltung der Anzeigen sind Analysen der unterschiedlichen Fahrweisen, z. B. je nach Erfahrungsstand der Operateure, erforderlich.

5.5.1.7 Weiterführende Literatur

BG Chemie: Mensch – Sicherheit – Technik. Gestern. Heute. Morgen. Heidelberg: Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie (BG Chemie) 2003

BGI 650: Bildschirm- und Büroarbeitsplätze. Leitfaden für die Gestaltung. Hamburg: Verwaltungsberufsgenossenschaft (VBG) 2012
[<http://www.vbg.de/apl/zh/z418/titel.htm>]

DIN EN 894-1: Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen - Teil 1: Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen. Berlin: Beuth 2009-01

DIN EN 894-2: Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen - Teil 2: Anzeigen. Berlin: Beuth 2009-02

DIN EN ISO 9241-12: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeit mit Bildschirmgeräten - Teil 12: Informationsdarstellung. Berlin: Beuth 2000-08

DIN EN ISO 9241-110: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung. Berlin: Beuth 2008-09

DIN EN ISO 9241-303: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 303: Anforderungen an elektronische optische Anzeigen. Berlin: Beuth 2012-03

DIN EN ISO 11064-5: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 5: Anzeigen und Stellteile. Berlin: Beuth 2008-10

Hacker, W.: Allgemeine Arbeitspsychologie: Psychische Regulation von Wissens-, Denk- und körperlicher Arbeit. Bern: Huber 2005

Hénique, E.; Lindegaard, S.; Hunt, B.: Design of large and complex display systems. In: Ivergård, T.; Hunt, B. (Eds.): Handbook of control room design and ergonomics: A perspective for the future. Boca Raton: CRC Press 2009, 83-132

Ivergård, T.; Hunt, B.: Design of conventional information devices. In: Ivergård, T.; Hunt, B. (Eds.): Handbook of control room design and ergonomics: A perspective for the future. Boca Raton: CRC Press 2009d, 45-81

Meyer, I.: Effektivität der Prozessführung bei unterschiedlichen Oberflächen eines Prozessleitsystems. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW 2006 (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Forschungsbericht, Fb 1084)

NE 66: Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen in Messwarten und Leitständen. Leverkusen: Normenarbeitsgemeinschaft für Mess- und Regeltechnik in der chemischen Industrie (NAMUR) 1996

Nickel, P.; Nachreiner, F.: Anforderungen an Arbeitsunterlagen für die Prozessführung. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 2005 (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Fb 1053)

Nickel, P.; Nachreiner, F.; Meyer, I.: Möglichkeiten und Grenzen der Übertragbarkeit von (software-) ergonomischen Grundsätzen der Dialoggestaltung von Büro- auf Prozessleitsysteme. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (Hrsg.): Arbeit + Gesundheit in effizienten Arbeitssystemen. Dortmund: GfA-Press 2004a, 463-466

Nickel, P.; Nachreiner, F.; Meyer, I.: Aufgabenangemessenheit — Zur Übertragbarkeit eines ergonomischen Gestaltungsgrundsatzes von Büro- auf Prozessleitsysteme. In: Bungard, W.; Koop, B.; Liebig, C. (Hrsg.): Psychologie und Wirtschaft leben. Aktuelle Themen der Wirtschaftspsychologie in Forschung und Praxis. München: Hampp 2004c, 137-143

Rajan, J.A.; Wilson, J.R.; Wood, J.: Control facilities design. In: Wilson, J.R.; Corlett, N. (Eds.): Evaluation of human work. Boca Raton: Taylor & Francis 2005, 389-425

Sanders, M.S.; McCormick, E.J.: Human factors in engineering and design. New York: McGraw Hill 1993

Schmidtke, H.; Rühmann, H.: Ergonomische Gestaltung von Steuerständen. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW 1980 (BAU-Forschungsbericht Nr. 191)

Schmidtke, H.; Rühmann, H.: Betriebsmittelgestaltung. In: Schmidtke, H. (Hrsg.): Ergonomie. München: Hanser 1993, 521-554

Woodson, W.E.; Conover, D.E.: Human engineering guide for equipment designers (2nd edition). Berkeley: University of California Press 1966

5.5.2 Auf Stellteile bezogene Grundsätze

5.5.2.1 Gestaltungsempfehlung

Die Zuordnung von Stellteilen und Anzeigen muss eindeutig sein.

5.5.2.2 Anlass für die Gestaltungsempfehlung

In Leitwarten kann es durch eine Mehrzahl von Eingabemitteln, wie z. B. Tastaturen oder Mäuse, zu unklaren Zuordnungen der Eingabemittel zu Bildschirmgeräten und zu Einschränkungen in der nutzbaren Arbeitsfläche kommen. In diesem Zusammenhang ergeben sich dann Fragen, ob jedes Bildschirmgerät mit einer eigenen Tastatur oder Maus (feste Zuordnung) oder ob mehrere Bildschirmgeräte mit derselben Tastatur oder Maus (Mehrfachzuordnung) bedient werden sollen. Unklar bleibt dabei auch, wie eine Zuordnung gestaltet werden sollte, damit Verwechslungen oder langes Suchen durch den Leitwartenoperator vermieden werden können.

5.5.2.3 Allgemeine und spezifische Gestaltungsempfehlungen

Im Falle einer festen Zuordnung sollte ein eindeutiger Bezug zwischen Stellteil und der damit verbundenen Anzeige erkennbar sein (vgl. DIN EN ISO 11064-4:2004; DIN EN 894-1:2009). Häufig wird dies durch die Lage vor der entsprechenden Anzeigeeinrichtung erreicht (Ortskodierung). Mitunter ist es allerdings schwierig, wenn beispielsweise eine Vielzahl von PC-Mäusen auf der Arbeitsfläche liegt und der Operateur erst durch deren Bewegung erkennt, welchem Bildschirm sie jeweils zugeordnet sind. Ein solches Vorgehen nach dem Prinzip „Versuch und Irrtum“ kann in kritischen Situationen wertvolle Zeit in Anspruch nehmen. Ein derartiges Problem tritt vor allem beim Einsatz funkgesteuerter Eingabemittel auf. Für den Leitwartenoperator hilfreich und eine Unterstützung für die sichere und effektive Aufgabenbearbeitung ist eine deutliche, leicht erkennbare Codierung der Zugehörigkeit der Eingabemittel zu den Bildschirmgeräten. Dazu bieten sich z. B. die folgenden Lösungen an (s. a. Rajan et al., 2005; DIN EN ISO 11064-5:2008; Ivergård & Hunt, 2009d):

- Platzierung/Lage,
 - das Eingabemittel liegt vor dem jeweiligen Bildschirmgerät,
 - Einschränkungen ergeben sich durch Lage-Veränderungen (s. o.),
- farbliche Codierung,
 - farbiger Mauszeiger und farblich markierte Maus, farbige Punkte auf dem Bildschirmgehäuse und auf dem Eingabemittel;
 - zu vermeiden wäre eine Codierung von Bildschirmgehäuse und Eingabemittel in derselben Farbe (z. B. weiß/weiß und schwarz/schwarz), da sich dadurch Beeinträchtigungen durch hohe Kontraste ergeben können (Kap. 5.3.2) und
- einfache alphanumerische Codierung,
 - Codierungen z. B. über Symbole oder Zahlen auf Eingabemitteln und Bildschirmgeräten.

Neben der Wahl der Codierung beeinflusst auch die Art der Informationsdarstellung die jeweils erforderliche bzw. geeignete Codierung.

Auch bei Mehrfachzuordnungen sollte für den Operateur immer klar erkennbar sein, auf welchem Bildschirm er sich, z. B. mit der Maus, gerade befindet (vgl. DIN EN ISO 11064-4:2004; DIN EN 894-1:2009). Eine Codierung der Mehrfachzuordnung könnte beispielsweise durch visuelle Signale an den Bildschirmgeräten (z. B. Leuchtdioden im Geräterahmen) erfolgen oder aber durch eine deutlich verbesserte und offensichtliche Erkennbarkeit des Cursors. Eine Betätigung der Eingabemittel zur Lokalisation des Cursors ist zwar für den genannten Zweck weniger hilfreich, kann aber bei Codierung z. B. einer Taste mit der Funktion (vgl. Funktionalitäten z. B. im Betriebssystem Microsoft XP®) dennoch gute Dienste leisten.

5.5.2.4 Wechselwirkungen mit anderen Gestaltungsmerkmalen

Ein Nachteil einer festen Zuordnung besteht darin, dass sich die Eingabemittel mit der Anzahl der Bildschirmgeräte häufen und damit den Platz auf der Arbeitsfläche für andere Arbeitsmittel erheblich einschränken können. Platzierungen der Eingabemittel auf dem Bildschirmgerät oder in einer speziellen Schublade unter dem Arbeitstisch erlauben keinen schnellen Zugriff auf die Arbeitsmittel und führen zur Verschiebung des Gestaltungsproblems auf andere Bereiche. Darüber hinaus kann durch Überkreuzen von Kabeln schnell der Überblick verlorengehen, welches Eingabemittel welchem Bildschirm zugeordnet ist.

Bei einer Mehrfachzuordnung der Eingabemittel zu den Bildschirmgeräten sollte hingegen darauf geachtet werden, dass die Sehabstände zu den einzelnen Bildschirmgeräten von der üblichen Sitzposition des Leitwartenoperators annähernd gleich sind (s. Kap. 5.3.1.) oder sich die Eingabemittel problemlos zu anderen Sitzpositionen an der Arbeitsfläche „mitnehmen“ lassen.

Der farblichen Codierung der verschiedenen Eingabegeräte sind durch Anforderungen an die farbliche Gestaltung der Eingabemittel selbst Grenzen gesetzt. Tastaturen sollen, wie andere Eingabegeräte eine Positivdarstellung haben, d. h. auf einer hellen, reflexionsarmen Oberfläche einen dunklen Schriftsatz tragen, um zu günstigeren Kontrastverhältnissen zu gelangen. Eine Codierung der Zugehörigkeit über unterschiedlich farbige Tastaturen erscheint dagegen nicht zielführend (s. o.).

5.5.2.5 Handlungsempfehlungen

Die Wahl zwischen fester Zuordnung oder Mehrfachzuordnung zwischen Eingabemitteln und Bildschirmgeräten kann nur im konkreten Fall entschieden werden. Die Entscheidung sollte auf einer fundierten Aufgabenanalyse beruhen und z. B. auch die Häufigkeit und Dringlichkeit der Eingriffe ebenso berücksichtigen wie die Anordnung der Bildschirmgeräte.

5.5.2.6 Umsetzbarkeit im Gestaltungsprozess

Im Falle einer festen Zuordnung der jeweiligen Eingabemittel zu den unterschiedlichen Bildschirmgeräten lässt sich die deutliche Codierung der Zugehörigkeit (z. B. Lage, farbliche oder alphanumerische Codierung) sofort und kostengünstig umsetzen. Bei einer Mehrfachzuordnung ist eine bessere Erkennbarkeit, auf welchem Bildschirm sich der Cursor gerade befindet, mit mehr Aufwand verbunden (z. B. über Leuchtdioden, Codierung durch einen farbigen Rahmen um die Bildschirmdarstellung oder deutlichere Cursor).

5.5.2.7 Weiterführende Literatur

DIN EN 894-1: Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen - Teil 1: Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen. Berlin: Beuth 2009-01

DIN EN ISO 11064-4: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 4: Auslegung und Maße von Arbeitsplätzen. Berlin: Beuth 2004-10

DIN EN ISO 11064-5: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 5: Anzeigen und Stellteile. Berlin: Beuth 2008-10

Ivergård, T.; Hunt, B.: Design of conventional information devices. In: Ivergård, T.; Hunt, B. (Eds.): Handbook of control room design and ergonomics: A perspective for the future. Boca Raton: CRC Press 2009d, 45-81

Rajan, J.A.; Wilson, J.R.; Wood, J.: Control facilities design. In: Wilson, J.R.; Corlett, N. (Eds.): Evaluation of human work. Boca Raton: Taylor & Francis 2005, 389-425

5.5.3 **Allgemeine Grundsätze und Dialogführung**

5.5.3.1 Gestaltungsempfehlung

Der Leitwartenoperator soll durch geeignete Hilfesysteme und Lernprogramme bei der Ausübung seiner Tätigkeit unterstützt werden.

5.5.3.2 Anlass für die Gestaltungsempfehlung

Bei Überwachungs-, Kontroll- und Steuerungstätigkeiten ist es die Aufgabe des Leitwartenoperators zu entscheiden, ob und wann von ihm eine Handlung und wenn, welche Handlung erforderlich ist. Der Operator kann bei diesen Entscheidungen durch anlagenspezifische bzw. prozessspezifische Hilfen unterstützt werden, sofern solche Assistenz-, Hilfe- und Unterstützungssysteme in das Prozessleitsystem aufgabenangemessen integriert sind (vgl. DIN EN ISO 11064-5:2008). Die Assistenz-, Hilfe- und Unterstützungssysteme können bei geeigneter Gestaltung eine wichtige Funktion in der Beeinflussung der Prozesssicherheit einnehmen.

Als eine Vorstufe von Assistenz-, Hilfe-, Unterstützungs- und Simulationssystemen in Echtzeit können Lernprogramme angesehen werden, die das gefahrenlose Ausprobieren und Üben von Eingriffen und das Sammeln von Erfahrungen im Umgang mit unterschiedlichen Systemzuständen ermöglichen (Helander, 2006; Ivergård & Hunt, 2009e; Stanton et al., 2010). Der Aufbau von Handlungswissen und -erfahrung ist insbesondere in Zusammenhang mit seltenen Ereignissen (z. B. An- und Abfahren von Anlagen, nicht-bestimmungsgemäßer Betrieb, Havarien) relevant (Ludborz, 1989, 1996; Nickel & Nachreiner, 2005, 2010). Des Weiteren können Lernprogramme Leitwartenoperatoren dabei helfen, ein mentales Modell des Gesamtprozesses aufzubauen (Hacker, 2005). Gerade unter dem Aspekt der Systemsicherheit sind deshalb realitätsnahe Lernprogramme (möglichst mit Strukturtreue, Oberflächentreue) empfehlenswert. Aus den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchungen wurde deutlich, dass in den Leitwarten Lernprogramme selten eingesetzt werden und

damit Möglichkeiten einer Unterstützung der effektiven und sicheren Bearbeitung der Aufgaben der Leitwartenoperateure noch nicht ausgeschöpft werden.

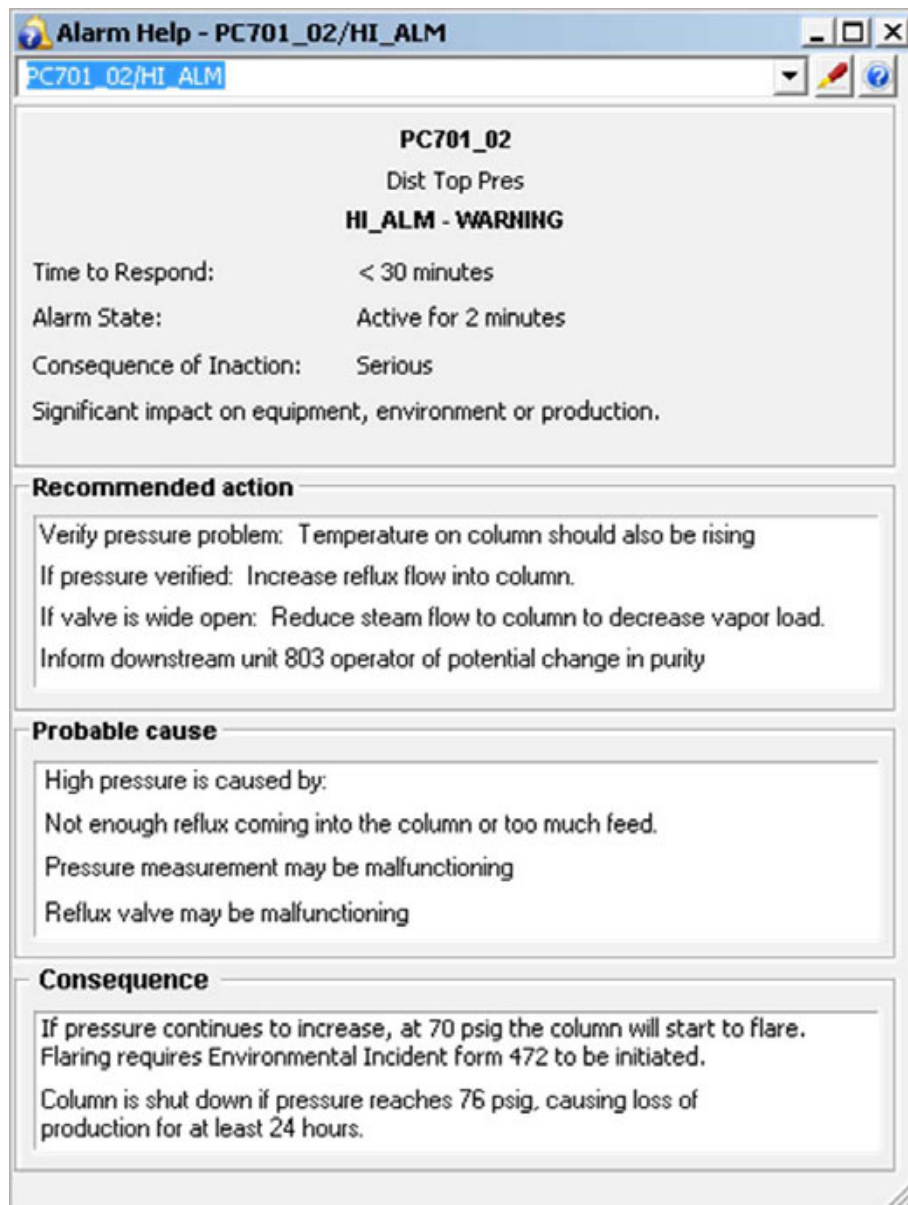
5.5.3.3 Allgemeine und spezifische Gestaltungsempfehlungen

Zur optimalen Unterstützung bei der Entscheidungsfindung und bei der Handlungsauswahl sollen Hilfsfunktionen kontextsensitiv, leicht abrufbar, verständlich und eindeutig sein (vgl. Grundsatz der Selbsterklärungsfähigkeit, DIN EN ISO 9241-110:2008). Hilfesysteme können je nach ihrer Ausgestaltung vor einem anstehenden Ereignis und auch unabhängig davon jederzeit abgerufen werden. Andere Hilfesysteme sind kontextsensitiv, überwachen den Systemzustand kontinuierlich und stellen Diagnosen zum aktuellen Zustand und zu möglichen Entwicklungen auf. Solche Hilfesysteme sind häufig an Alarm-Managementsysteme gekoppelt. Schließlich gibt es Hilfesysteme, die z. B. auf die Auswirkungen von Eingaben oder Eingriffen in das System aufmerksam machen und allgemeine Hinweise zu möglichen Konsequenzen geben.

Bei Eingriffen oder Eingaben in das System durch den Leitwartenoperator, die mit schwerwiegenden Konsequenzen verbunden sind, sollte der Operateur grundsätzlich vor Ausführung der Befehle deutlich über die möglichen Konsequenzen informiert werden. Zudem sollte das System eine zusätzliche Bestätigung, ob der Eingriff tatsächlich ausgeführt werden soll, fordern. Diese darf nicht automatisch auslösbar sein.

Spezifische Hilfsfunktionen sollten verschiedene Informationen enthalten (vgl. Abb. 5.16):

- Kennzeichnung der Situation,
- situationsspezifische Erklärungen,
- Dringlichkeit einer Antwort und verfügbare stehende Antwortzeit,
- Wichtigkeit mit Informationen, z. B. zur Schwere der Auswirkung und möglichen Konsequenzen;
- mögliche Ursachen und
- Handlungsanleitungen/empfohlene Maßnahmen mit konkret passenden Lösungen bzw. Beispielen.



[Bild: © Emerson Process Management GmbH & Co. OHG]

Abb. 5.16 Beispiel einer Hilfefunktion
(Anmerkung: Eine günstigere Anordnung wäre die Beschreibung der Ursachen vor den empfohlenen Maßnahmen)

5.5.3.4 Wechselwirkungen mit anderen Gestaltungsmerkmalen

Für den Einsatz von Hilfesystemen muss weitere Fläche auf den Bildschirmen verfügbar sein. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass sich öffnende Anzeigefenster mit anlagen- und prozessspezifischen Hilfen keine wichtigen oder sicherheitsrelevanten Informationen verdecken (DIN EN ISO 11064-5:2008). Die Darstellung von sicherheitsrelevanten Informationen sollte stets vor Verdeckung geschützt sein. Eine Platzierung auf einem separaten Alarmbildschirm oder analog der faceplates (s. o.) in einem bestimmten Bildschirmbereich kann dies unterstützen.

Anlagen- und prozessspezifische Lernprogramme sollten nicht nur zur Schulung neuer Mitarbeiter eingesetzt werden. Den Operateuren sollte die Möglichkeit eingeräumt werden, die Programme in regelmäßigen Abständen, während ihrer Arbeitszeit

zu nutzen. Dann können die Operateure neue Strategien ausprobieren und erlernen oder bestehende Strategien oder verwendete Routinen optimieren (vgl. Nickel & Nachreiner, 2010). Dafür erforderliche Zeitfenster sollten bei der Arbeitszeit- oder Auslastungsplanung berücksichtigt werden.

5.5.3.5 Handlungsempfehlungen

Dem Leitwartenoperateur sollten anlagen- und prozessspezifische Hilfesysteme zur Verfügung gestellt werden, die ihn während der Ausübung seiner Tätigkeit unterstützen. Solche Systeme sollten aufgebaut und kontinuierlich verbessert werden, in dem z. B. erfahrene Operateure und Ingenieure regelmäßig neue wichtige Informationen hinzufügen, damit unerfahrene Operateure aus dem Wissen erfahrener Operateure Nutzen ziehen können. Der Einsatz von unterschiedlichen Softwaresystemen, etwa für die Anlagen- und Prozesssteuerung und für die Hilfesysteme, sollte vermieden werden.

5.5.3.6 Umsetzbarkeit im Gestaltungsprozess

Verfügt die Software zur Anlagen- und Prozesssteuerung nicht über anlagen- und prozessspezifische Hilfen für den Leitwartenoperateur, so sollte nach möglichen Wegen zur Umsetzung gesucht werden. Meist lassen sich dafür notwendige Änderungen nur mit einer neueren Version der Software oder Neukauf einer anderen Software mit einer entsprechenden Anwendung realisieren. Damit können hohe Kosten verbunden sein. Der zeitliche Aufwand zum Aufbau von Hilfesystemen ist insbesondere am Anfang hoch.

Ist jedoch die Möglichkeit gegeben, entsprechende Hilfen aufzubauen, kann der Aufbau auch schrittweise und kontinuierlich erfolgen. Die Erstellung eines nützlichen Hilfesystems ist mit viel Arbeit verbunden und setzt umfangreiches Wissen sowie viel Erfahrung mit der Anlage/dem System voraus, ebenso mit der Strategie, wie dieses Wissen bei erfahrenen Operateuren abgerufen werden kann.

Auch die Entwicklung eines anlagen- bzw. prozessspezifischen Lernprogramms nimmt viel Zeit und Ressourcen in Anspruch. Der Aufwand ist dann hoch, wenn der Anspruch besteht, der Realität z. B. in Bezug auf die Oberflächengestaltung und das System- und Regelverhalten möglichst nahe zu kommen. Die Entwicklung von prozess- und anlagenspezifischen Simulationsprogrammen ist ausgesprochen aufwendig und wird wohl in der Regel nur bei der Neugestaltung einer Anlage in Frage kommen.

5.5.3.7 Weiterführende Literatur

DIN EN ISO 9241-110: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung. Berlin: Beuth 2008-09

DIN EN ISO 11064-5: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 5: Anzeigen und Stellteile. Berlin: Beuth 2008-10

Hacker, W.: Allgemeine Arbeitspsychologie: Psychische Regulation von Wissens-, Denk- und körperlicher Arbeit. Bern: Huber 2005

Helander, M.: A guide to human factors and ergonomics. Boca Raton: CRC Press 2006

Ivergård, T.; Hunt, B.: Learning and Creativity at Work. In: Ivergård, T.; Hunt, B. (Eds.): Handbook of control room design and ergonomics: A perspective for the future. Boca Raton: CRC Press 2009e, 291-309

Ludborzs, B.: Anforderungen an die Qualifikation des Operators. In: Internationale Vereinigung für Soziale Sicherheit (IVSS) (Hrsg.): Erziehung und Ausbildung zur Prävention (Berichtsheft des Internationalen IVSS-Kolloquiums). Heidelberg: Jedermann 1989, 211-214

Ludborzs, B.: Voraussetzungen für die menschliche Zuverlässigkeit und Konsequenzen für betriebliche Gestaltungs-, Kommunikations- und Qualifizierungskonzepte in der hochautomatisierten prozeßverarbeitenden Industrie. In: Becker, G.; Preuß, W. (Hrsg.), Einsatz neuer Informations- und Leitsysteme in Verkehr, Prozessführung, Fertigung (3. Internationaler Workshop Leitwarten, Köln, 17.-19.05.1994). Köln: Verlag TÜV Rheinland 1996, 245-258

Nickel, P.; Nachreiner, F.: Anforderungen an Arbeitsunterlagen für die Prozessführung. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 2005 (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Fb 1053)

Nickel, P.; Nachreiner, F.: Evaluation arbeitspsychologischer Interventionen. In: Kleinbeck, U.; Schmidt, K.-H. (Hrsg.): Arbeitspsychologie (Enzyklopädie der Psychologie, D-III-1). Göttingen: Hogrefe 2010, 1003-1038

Stanton, N.A.; Salmon, P.; Jenkins, D.; Walker, G.: Human factors in the design and evaluation of central control room operations. Boca Raton: CRC Press 2010

5.6 Umgebungsbedingungen

Die Umgebungsbedingungen, die während der Tätigkeit auf den Leitwartenoperateur einwirken, sollten auf die Arbeitsaufgabe abgestimmt sein und keine negativen Auswirkungen auf den Operateur haben. Das heißt die Gesundheit und das Wohlbefinden des Operateurs als auch seine Leistungsfähigkeit und sichere Verhaltensweisen sollen aufrecht erhalten bleiben.

5.6.1 Klima

5.6.1.1 Gestaltungsempfehlung

Bei der Gestaltung der klimatischen Bedingungen ist die thermische Behaglichkeit der Leitwartenoperateure zu berücksichtigen.

5.6.1.2 Anlass für die Gestaltungsempfehlung

Einen Zustand thermischer Behaglichkeit für einen möglichst großen Teil der Leitwartenoperateure zu schaffen, ist als Gestaltungsziel für Leitwarten eine große Heraus-

forderung. Entsprechend zeigten sich auch in den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung einige Merkmale zur Beurteilung des Klimas nicht vollständig erfüllt (vgl. Kap. 4.7).

Als thermische Behaglichkeit wird das subjektive Klimaempfinden bezeichnet. Dieses Empfinden beruht auf dem Zusammenwirken von Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftgeschwindigkeit und Wärmestrahlung. Die Temperaturempfindung hängt auch mit der Art der Tätigkeit (körpereigene Wärmeproduktion) sowie mit dem Alter, dem Geschlecht und der Bekleidung der Leitwartenoperateure zusammen. Da das Behaglichkeitsempfinden individuell stark variiert, scheint es nahezu unmöglich, für alle anwesenden Operateure gleichzeitig ein optimales Klima zu schaffen, und zwar umso mehr, je mehr Leitwartenoperateure in einer Leitwarte arbeiten.

5.6.1.3 Allgemeine und spezifische Gestaltungsempfehlungen

Das Behaglichkeitsempfinden wird durch die Klimafaktoren Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftgeschwindigkeit und Wärmestrahlung beeinflusst (Wenzel, 1993; NE 66:1996; DIN EN ISO 11064-6:2005; Nicholl, 2009; Sonntag et al., 2012). Die Gestaltung der Klimafaktoren für einen Zustand thermischer Behaglichkeit der Leitwartenoperateure sollte in zwei Stufen erfolgen. Zunächst sollte es über eine Regelung, Steuerung oder über manuelle Eingriffe möglich sein, die einzelnen Klimafaktoren auf Behaglichkeitsbereiche einzustellen. Darüber hinaus sollten Klimafaktoren wie z. B. die Temperatur in den Leitwarten durch die Operateure selbst einstellbar sein. Empfohlen werden kann, die raumluftechnischen Anlagen auf einen festen Wert – in Abhängigkeit von der Jahreszeit – einzustellen, der von den Leitwartenoperateuren in einem Bereich von +/- 3°C individuell bzw. in Absprache mit den anderen Leitwartenoperateuren reguliert werden kann.

Empfehlenswert sind auch raumluftechnische Anlagen mit einer Regelung, die von der Jahreszeit und vom Tagesgang abhängig ist (vgl. DIN EN ISO 11064-6:2005; Nicholl, 2009), um z. B. die Unterschiede zur Außentemperatur in engeren Grenzen zu halten. Des Weiteren sollten die Fenster mit geeigneten Sonnenschutzvorrichtungen inklusive Wärmeschutzfunktion versehen sein, um z. B. eine starke Aufheizung des Wartenraums zu vermeiden (BGI 827:2009; BGI 650:2012).

Die Ergebnisse aus den vorliegenden Untersuchungen weisen die Regulierung der relativen Luftfeuchte als besonderen Problembereich aus. In vielen Leitwarten lagen die Messergebnisse unterhalb der empfohlenen Grenzwerte. Als eine Ursache lassen sich die Anforderungen der jeweils vorhandenen technischen Ausrüstungen für die raumluftechnische Maßnahmen vermuten. Zur Erreichung von Mindestanforderungen an klimatische Bedingungen in Leitwarten scheinen andere Strategien der Gestaltung erforderlich. Die häufig beobachteten Reizungen der Augen lassen sich künftig vermeiden, wenn relative Luftfeuchten im Bereich zwischen 40 % bis 65 % realisiert werden (NE 66:1996; Nicholl, 2009). Ein Wert von etwa 50 % ist für den Klimafaktor Luftfeuchtigkeit als Beitrag zum Behaglichkeitsempfinden zu empfehlen (z. B. BG Chemie, 2008). Die Luftgeschwindigkeit sollte unterhalb 0,15 m/s liegen (DIN EN ISO 11064-6:2005).

5.6.1.4 Wechselwirkungen mit anderen Gestaltungsmerkmalen

Um für ein angemessenes Raumklima zu sorgen, müssen Lufttemperatur, Luftfeuchte und Luftgeschwindigkeit in einem angemessenen Verhältnis zueinander stehen (DIN EN ISO 11064-6:2005; BGI 523:2008; BGI 650:2012; Nicholl, 2009; Sonntag et

al., 2012). Die Aufheizung des Wartenraums durch Arbeitsmittel, wie z. B. Server oder Rechner- und Systemeinheiten, von denen eine hohe Wärmefreisetzung ausgeht, sollte vermieden werden. Solche Arbeitsmittel sollten außerhalb der Leitwarte in einem eigenen Serverraum oder aber hinter einer Verkleidung mit einer eigenen Luftversorgung und Luftkühlung untergebracht werden. Durch eine Auslagerung von Arbeitsmitteln kann gleichzeitig dazu beigetragen werden, den Schalldruckpegel im Wartenraum zu senken.

5.6.1.5 Handlungsempfehlungen

Die raumluftechnischen Anlagen sind so einzustellen, dass sie für ein angemessenes Raumklima, d. h. Lufttemperatur, Luftfeuchte und Luftgeschwindigkeit, im Behaglichkeitsbereich sorgen.

5.6.1.6 Umsetzbarkeit im Gestaltungsprozess

Lässt sich mit den vorhandenen raumluftechnischen Maßnahmen kein angemessenes Raumklima schaffen, so sind Umbauarbeiten und Neueinbauten erforderlich. Die Anschaffung einer neuen Klimaanlage ist mit hohen Kosten verbunden und sollte daher möglichst früh bei Um- und Neubauten berücksichtigt werden. Sind bereits Klima- und Heizungsanlagen vorhanden, mit denen sich die o. g. Anforderungen erfüllen lassen, bedarf es lediglich einer korrekten Einstellung, die zeitnah und kostengünstig umgesetzt werden kann.

5.6.1.7 Weiterführende Literatur

BG Chemie: Bildschirmarbeitsplätze. Heidelberg: Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie 2008 (Merkblätter der T-Reihe Sichere Technik, mit Gefährdungskatalog, T 044 und T 044a)

BGI 523: Mensch und Arbeitsplatz. Düsseldorf: Vereinigung der Metallberufsgenossenschaften (VMBG) 2008
[<http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bgi523.pdf>]

BGI 650: Bildschirm- und Büroarbeitsplätze. Leitfaden für die Gestaltung. Hamburg: Verwaltungsberufsgenossenschaft (VBG) 2012
[<http://www.vbg.de/apl/zh/z418/titel.htm>]

BGI 827: Sonnenschutz im Büro. Hilfen für die Auswahl von geeigneten Blend- und Wärmeschutzvorrichtungen an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen. Hamburg: Verwaltungsberufsgenossenschaft (VBG) 2009
[<http://www.vbg.de/apl/zh/bgi827/titel.htm>]

DIN EN ISO 11064-6: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 6: Umgebungsbezogenen Anforderungen an Leitzentralen. Berlin: Beuth 2005-10

NE 66: Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen in Messwarten und Leitständen. Leverkusen: Normenarbeitsgemeinschaft für Mess- und Regeltechnik in der chemischen Industrie (NAMUR) 1996

Nicholl, A.: Environmental factors in the control room. In: Ivergård, T.; Hunt, B. (Eds.): Handbook of control room design and ergonomics: A perspective for the future. Boca Raton: CRC Press 2009, 177-200

Sonntag, K.; Frieling, E.; Stegmaier, R.: Lehrbuch Arbeitspsychologie. Bern: Huber 2012

Wenzel, H.G.: Klima. In: Schmidtke, H. (Hrsg.): Ergonomie. München: Hanser 1993, 274-286

5.6.2 Beleuchtung

5.6.2.1 Gestaltungsempfehlung

Die Beleuchtungsbedingungen am Leitwartenarbeitsplatz müssen der Sehaufgabe angemessen sein.

5.6.2.2 Anlass für die Gestaltungsempfehlung

Die Beleuchtungsbedingungen sind die Voraussetzung für eine sichere Wahrnehmung und Informationsverarbeitung. Daher sind sie für die Sicherheit, die Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden der Operateure von großer Bedeutung.

Die Ergebnisse aus den vorliegenden Untersuchungen zeigten, dass die Leitwartenoperateure häufig bei (selbst gewähltem) Dämmerlicht arbeiten. Die Beleuchtungsbedingungen in der Leitwarte sind somit häufig operateurgesteuert suboptimal. Die Untersuchungen in den Leitwarten machten allerdings auch deutlich, dass die Auslegungen der Beleuchtungsanlagen meist auch keine ausreichenden Beleuchtungsstärken am Arbeitsplatz ermöglichten.

Bei den Ergebnissen fiel ebenfalls auf, dass die Verteilung der Beleuchtungsstärke und das erforderliche Niveau auf der Arbeitsfläche nur selten erreicht werden. So werden an einigen Arbeitsplätzen, entgegen ergonomischen Empfehlungen, die höchsten Beleuchtungsstärken unmittelbar an den Bildschirmgeräten und nicht auf den davor liegenden Arbeitsflächen gemessen.

5.6.2.3 Allgemeine und spezifische Gestaltungsempfehlungen

Die zu empfehlende horizontale Beleuchtungsstärke ist abhängig von der Art der Sehaufgabe. Arbeitsplätze allgemein und somit auch die in Leitwarten müssen mit einer Beleuchtungsstärke von mindestens 300 Lux ausgeleuchtet sein (ASR A3.4:2011). Für die speziellen Aufgaben und Arbeitsbedingungen in Leitwarten wird jedoch ein höheres Niveau der Beleuchtungsstärke von mindestens 500 Lux gefordert (vgl. NE 66: 1996; DIN EN ISO 11064-6:2005; ASR A3.4:2011), das nicht unterschritten werden sollte. Bei Schreib- und Lesetätigkeit sind jedoch an den dafür vorgesehenen Arbeitsflächen höhere Beleuchtungsstärken (500 bis 750 Lux) zu empfehlen (DIN EN ISO 11064-6:2005). Unmittelbar bei den Bildschirmen sollte die Beleuchtungsstärke etwas geringer sein (DIN EN ISO 11064-6:2005; Nicholl, 2009), insbesondere wenn CRT-Monitore verwendet werden und mit Negativdarstellung gearbeitet wird (abhängig von der Aufgabenstellung im Bereich von 300 bis 500 Lux), da zu hohe Leuchtdichten die visuelle Wahrnehmung auf den Bildschirmgeräten erschweren können.

Für angemessene Beleuchtungsbedingungen in Leitwarten trägt, neben der Ausleuchtung der Arbeitsflächen, auch die allgemeine Raumbeleuchtung bei. Bei indirekter Beleuchtung strahlt das von den Raumleuchten ausgehende Licht gegen die Decke oder die Wände und wird von diesen diffus reflektiert (Hartmann, 1993; BGI 856:2009; Nicholl, 2009; BGI 650:2012; Sonntag et al., 2012). Dadurch werden störende Spiegelungen und Blendungen auf hellen, glatten Oberflächen (z. B. Bildschirmen, Arbeitsflächen) vermieden. Diese Beleuchtung erlaubt dadurch eine flexiblere Anordnung der Arbeitsplätze im Wartenraum.

Die Ausleuchtung der Arbeitsplätze sollte durch Zusatzleuchten unterstützt werden. Das heißt die Allgemeinbeleuchtung sollte zweckmäßigerweise durch individuell einstellbare Leuchten direkt am Arbeitsplatz ergänzt werden, um eine gute und gezielte Ausleuchtung des Arbeitsplatzes zu erreichen und es dem Leitwartenoperator zu ermöglichen, die Beleuchtungsverhältnisse den eigenen Bedürfnissen besser anpassen zu können (DIN EN ISO 11064-6:2005), ohne dabei die Operateure an den benachbarten Arbeitsplätzen zu stören.

5.6.2.4 Wechselwirkungen mit anderen Gestaltungsmerkmalen

Für eine Gestaltung optimaler Beleuchtungsverhältnisse sind viele Faktoren relevant (Hartmann, 1993; BGI 523:2008; BGR 131-1:2008; BGI 856:2009). Dazu zählen u. a. die Allgemeinbeleuchtung, die arbeitsplatzbezogene Beleuchtung, das Tageslicht, die Lichtschutzeinrichtungen, die Bildschirmgeräte, die Oberflächenbeschaffenheit und Reflexionsgrade von Arbeitstischen, Arbeitsmitteln, Fußböden, Wände und Decken.

Bei der Auslegung der Beleuchtungsanlage ist auch das wechselnde Tageslicht zu berücksichtigen. So kann es tagsüber nötig sein, die Beleuchtungsstärken in Ffernähe aufgrund der Sonneneinstrahlung durch geeignete Lichtschutzeinrichtungen zu begrenzen (Hartmann, 1993; DIN EN ISO 11064-3:2003). Eine anpassbare Beleuchtung impliziert, dass Leuchten bzw. Lichtbänder getrennt schaltbar sein sollten. Bei direkter Allgemeinbeleuchtung sollten Leuchten so angeordnet werden, dass störende Reflexionen, Blendungen und Spiegelungen auf den Bildschirmen vermieden werden (DIN EN ISO 11064-6:2005; BGI 650:2012). Als eine grundsätzliche Voraussetzung sollten matte Oberflächen der Arbeitstische und Arbeitsmittel verwendet werden, da so störende Reflexionen und Spiegelungen zumindest reduziert werden

können (s. a. KAN, 2011). Bei der Anordnung von Leuchten sollte darauf geachtet werden, dass die Leuchten nicht direkt über den Arbeitsplätzen, sondern seitlich davon angebracht werden, damit der Lichteinfall seitlich von oben erfolgt. Zur Vermeidung von Direktblendung sollten Rasterleuchten verwendet werden, die den Blick auf die Leuchtmittel aus der Perspektive des Operateurs verhindern und für eine gleichmäßige Verteilung der Beleuchtung sorgen. Das macht deutlich, dass eine Änderung der Anordnung der Arbeitsplätze auch eine Änderung des Beleuchtungskonzeptes nach sich zieht. Die Anordnung der Leuchten muss sich daher immer an der Platzierung der Arbeitstische und Arbeitspositionen im Raum orientieren.

In Zusammenhang mit der Beleuchtung sind auch die Kontrastverhältnisse selbstleuchtender Ausrüstung (z. B. Bildschirmgeräte) zur unmittelbaren Umgebung (max. 3:1) sowie zu Randbereichen des Sehfeldes (max. 10:1) zu beachten. Die empfohlenen Maximalwerte sind einzuhalten, damit große Leuchtdichteunterschiede vermieden werden (vgl. Hartmann, 1993; NE 66:1996; DIN EN ISO 11064-6:2005).

Die Wahl zwischen Software mit Positivdarstellung oder Negativdarstellung (vgl. DIN EN ISO 9241-303:2012) sollte in Abhängigkeit von den Beleuchtungsverhältnissen in der Leitwarte erfolgen. In hellen Räumen ist Positivdarstellung erforderlich, um Spiegelungen und Reflexionen auf den Bildschirmoberflächen zu vermeiden. In abgedunkelten Räumen dagegen kann auch Negativdarstellung akzeptabel sein. Generell gilt es aber zu berücksichtigen, dass bei Positivdarstellung auf dem Bildschirmgerät höhere Leuchtdichten der Allgemeinbeleuchtung möglich sind und damit günstiger für Räume ist, in denen hohe Beleuchtungsstärken auftreten können. Das ist in allen Räumen mit natürlicher Außenbeleuchtung durch Fenster der Fall. Durch die Einstrahlung von Sonnenlicht können Leuchtstärken von mehreren 10.000 Lux auftreten. Ferner ist zu berücksichtigen, dass die Unterschiedsempfindlichkeit für Leuchtdichteunterschiede bei höheren Umgebungsleuchtdichten deutlich höher ist als bei niedrigeren. Damit sind mit Positivdarstellung deutlich günstigere Voraussetzungen für die Lesbarkeit der Anzeigen gegeben.

Selbst wenn die Beleuchtungsanlage optimal ausgelegt ist, besteht grundsätzlich die Gefahr, dass aufgrund der individuellen Einstellungen durch die Leitwartenoperateure die ergonomischen Empfehlungen zur horizontalen Beleuchtungsstärke am Arbeitsplatz nicht eingehalten werden. Daher ist es empfehlenswert, Einstellungen vorzunehmen, die es ermöglichen, die Beleuchtung lediglich innerhalb bestimmter Grenzen (s. o.) durch die Leitwartenoperateure selbst vornehmen zu lassen. Darüber hinaus sollte den Operateuren durch Schulungen oder Unterweisungen Kenntnisse über ergonomische und optimale Beleuchtungsbedingungen in der Leitwarte und mögliche Auswirkungen bei davon abweichenden Bedingungen vermittelt werden.

5.6.2.5 Handlungsempfehlungen

Bei der Planung und Einrichtung der Beleuchtungsanlagen ist die resultierende Lichtverteilung auf der Arbeitsfläche genauer zu analysieren und den Sehauflagen entsprechend zu gestalten. Bei der Beschaffung von Leuchten ist darauf zu achten, dass diese blendfrei sind. Des Weiteren sorgt eine regelmäßige Wartung der Leuchtmittel und Messung der Beleuchtungsbedingungen dafür, dass Leuchtmittel rechtzeitig ausgetauscht werden und Beleuchtungsstärken nicht unter die empfohlenen Grenzwerte sinken.

Bei unzureichender Auslegung der Beleuchtungsanlage sind allerdings dringend lichttechnische Maßnahmen erforderlich, die sich mit z. B. arbeitsplatzbezogenen

Leuchten nur kurzfristig und mit einem Umbau der Beleuchtungsanlage langfristig umsetzen lassen.

Die Operateure sollten mit Schulungen für unzureichende Beleuchtungsstärken sensibilisiert werden und Möglichkeiten zur Anpassung innerhalb von Grenzwerten einsetzen lernen.

5.6.2.6 Umsetzbarkeit im Gestaltungsprozess

Lichttechnische Maßnahmen können kurzfristig und kostengünstig durch Zusatzleuchten umgesetzt werden. Die Maßnahmen sollten allerdings langfristig greifen und Wechselwirkungen der Beleuchtungsbedingungen mit anderen Gestaltungsfaktoren im Wartenraum berücksichtigen. Dazu sind ggf. Vorarbeiten oder größere Umbauten erforderlich, die dann auch höhere Kosten verursachen können. Unterweisungen und Schulungen sollten diese Maßnahmen immer begleiten.

5.6.2.7 Weiterführende Literatur

ASR A3.4: Beleuchtung (Technische Regeln für Arbeitsstätten, Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.4 des Ausschusses für Arbeitsstätten, ASTA). Dortmund: BAuA 2011
[www.gaa.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16486/5_A3_04_3.pdf]

BGI 523: Mensch und Arbeitsplatz. Düsseldorf: Vereinigung der Metallberufsgenossenschaften (VMBG) 2008
[<http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bgi523.pdf>]

BGI 650: Bildschirm- und Büroarbeitsplätze. Leitfaden für die Gestaltung. Hamburg: Verwaltungsberufsgenossenschaft (VBG) 2012
[<http://www.vbg.de/apl/zh/z418/titel.htm>]

BGI 856: Beleuchtung im Büro. Hilfen für die Planung der künstlichen Beleuchtung in Büroräumen. Hamburg: Verwaltungsberufsgenossenschaft (VBG) 2009
[<http://www.vbg.de/apl/zh/bgi856/titel.htm>]

BGR 131-1: Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Handlungshilfen für den Unternehmer. Berlin: DGUV 2008
[publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bgr131-1.pdf]

DIN EN ISO 9241-303: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 303: Anforderungen an elektronische optische Anzeigen. Berlin: Beuth 2012-03

DIN EN ISO 11064-3: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 3: Auslegung von Wartenräumen. Berlin: Beuth 2003-06

DIN EN ISO 11064-6: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 6: Umgebungsbezogenen Anforderungen an Leitzentralen. Berlin: Beuth 2005-10

Hartmann, E.: Beleuchtung. In: Schmidtke, H. (Hrsg.): Ergonomie. München: Hanser 1993, 191-211

KAN: Positionspapier der KAN zu Gehäuseglanzgraden an Bildschirmgehäusen (erarbeitet durch Arbeitsschutzexperten unter der Federführung der Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN)). Sankt Augustin: Verein zur Förderung der Arbeitssicherheit in Europa e.V. (VFA), 2011

NE 66: Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen in Messwarten und Leitständen. Leverkusen: Normenarbeitsgemeinschaft für Mess- und Regeltechnik in der chemischen Industrie (NAMUR) 1996

Nicholl, A.: Environmental factors in the control room. In: Ivergård, T.; Hunt, B. (Eds.): Handbook of control room design and ergonomics: A perspective for the future. Boca Raton: CRC Press 2009, 177-200

Sonntag, K.; Frieling, E.; Stegmaier, R.: Lehrbuch Arbeitspsychologie. Bern: Huber 2012

5.7 Arbeitsorganisation

5.7.1 Arbeitszeitgestaltung

5.7.1.1 Gestaltungsempfehlung

Durch die Gestaltung der Arbeitszeit sollen kurz- und langfristige negative Beanspruchungsfolgen vermieden werden. Das betrifft die maximale Dauer der Arbeitszeit und Unterbrechung der Leitwartentätigkeit durch andere Tätigkeiten oder Pausen.

5.7.1.2 Anlass für die Gestaltungsempfehlung

Die Frage nach der maximalen Dauer der Arbeitszeit kann nur in Zusammenhang mit den auszuführenden Tätigkeiten (nach Art, Intensität und Dynamik) und der damit verbundenen physischen und psychischen Belastung beantwortet werden (Rutenfranz et al., 1993). Um sicherzustellen, dass die Arbeit über die gesamte Schicht ohne negative Folgen für den Leitwartenoperator ist, sind Arbeitsablaufanalysen notwendig, die den zeitlichen Verlauf der Belastung erfassen und auf Fehlbelastung im Sinne von negativen Beanspruchungsfolgen hinweisen können (Nachreiner et al., 2003). Aus Sicherheits- und Arbeitsschutzgründen kann daher u. U. eine Begrenzung der täglichen Arbeitszeit die Folge sein, so dass etwa auch 12-Stunden-Schichten am Wochenende nicht akzeptabel erscheinen (Rutenfranz et al., 1993; Nachreiner et al., 2010; Wirtz, 2010).

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass die Leitwartentätigkeit so organisiert sein sollte, dass die Bildschirmarbeit regelmäßig durch andere Tätigkeiten (ohne Bildschirmgeräte) oder Pausen unterbrochen wird (Rutenfranz et al., 1993). Dies soll einer Ermüdung, insbesondere der Augen, und anderen negativen Beanspruchungsfolgen vorbeugen. Empfehlungen zur Arbeitszeitgestaltung sollten sich auf eine nach ergonomischen Erkenntnissen optimierte Schichtplangestaltung stützen und ansonsten nur unter Rückgriff auf geeignete Belastungsverlaufsuntersuchungen abgeleitet werden, die sich ggf. über unterschiedliche Schichten und Wochentage erstrecken.

5.7.1.3 Allgemeine und spezifische Gestaltungsempfehlungen

In Bezug auf die maximale Schichtdauer gilt es zu berücksichtigen, dass 12-Stunden-Schichten unter Belastungs-Beanspruchungs-Gesichtspunkten und den damit verbundenen Sicherheitsaspekten nur dann vertretbar sind, wenn die gesamte Arbeitszeit hinreichende Ruhe- bzw. Bereitschaftsanteile enthält (vgl. Rutenfranz et al., 1993). Das ist dann der Fall, wenn etwa ein Drittel der Arbeitszeit als Bereitschaftsdienst charakterisiert werden kann, während dessen keine Aktivitäten von den Operateuren gefordert werden. Das lässt sich in der Regel durch ganzschichtige Arbeitsablaufstudien prüfen.

Die optimale Dauer und Lage von Pausen kann unter ergonomischen Gesichtspunkten nur nach der Art, der Intensität und der Dynamik des konkreten Belastungsverlaufes festgelegt werden (vgl. Rutenfranz et al., 1993). Als Faustregel gilt, dass Beeinträchtigungen eher durch frühzeitige Pausen vermieden werden sollten, anstatt bereits eingetretene Beeinträchtigungen durch Pausen zurückzubilden. Letzteres erfordert bekanntlich mehr Zeit und somit längere Pausen. Auch sollte während der Aufgabenerledigung eine Änderung der Körperhaltung möglich sein. Als Daumenregel werden als Zeitanteile 60 % für das Sitzen, 30 % für das Stehen und 10 % für das Gehen empfohlen (INQA-Büro, 2006).

5.7.1.4 Wechselwirkungen mit anderen Gestaltungsmerkmalen

Mit der empfohlenen Abwechslung in den Körperhaltungen (sitzen, stehen, gehen) im Laufe einer Arbeitsschicht werden auch geeignete Zeitanteile für diese Körperhaltungen empfohlen. Eine Abwechslung in den Tätigkeitsinhalten über eine Arbeitsschicht erscheint darüber hinaus empfehlenswert (Sonntag et al., 2012). Günstige Voraussetzungen für wechselnde Arbeitshaltungen können durch höhenverstellbare Tische (vgl. Kap. 5.3.1 und 5.4.1) oder andere Arbeitsmittel geschaffen werden (BGI 650:2012). Unter diesen Bedingungen können auch gleiche oder ähnliche Tätigkeiten im Wartenraum weitergeführt und dabei wechselnde Arbeitshaltungen eingenommen werden.

Mit der Dauer der Arbeitszeit ist auch die Dauer der Ruhezeiten zwischen den Schichten zu berücksichtigen. Bei Überlegungen zur Gestaltung können Aspekte der Wegezeiten von und zur Arbeit relevant sein, wenn es um die tatsächlichen Ruhezeiten und nicht nur die arbeitsfreie Zeit zwischen den Schichten geht. Dies ist verbunden mit der Gestaltung geeigneter Schichtsysteme, die sowohl die Leistungsfähigkeit der Operateure wie deren Gesundheit so gering wie möglich beeinträchtigen. Dazu liegen in der Zwischenzeit geeignete Handlungshilfen vor (vgl. Beermann, 2005; GAWO, 2008), die auf einer INQA Homepage (<http://inqa.gawo-ev.de/cms/> sowie <http://gawo.no-ip.org:8080/>) zusammengestellt sind. Dort finden sich auch weitere Beratungs- und Unterstützungsangebote für die Arbeitszeitgestaltung und die Planung von Schichtarbeit.

5.7.1.5 Handlungsempfehlungen

Die Auslegung einer maximalen Dauer der Arbeitszeit sollte von Ergebnissen aus ganzschichtigen Arbeitsablaufanalysen abhängig gemacht werden. Diese Analysen dienen dazu, konkrete Belastungsverläufe zu ermitteln. In solche Analysen können auch Informationen aus Analysen des Prozessverhaltens und aus Aufzeichnungen der Prozesseingriffe einbezogen werden, sofern vorher definiert ist, welche Analysen durchgeführt werden und das Vorgehen und die Datennutzung unter allen Betroffenen im Betrieb einvernehmlich abgestimmt ist.

Weisen die Ergebnisse solcher oder anderer Analysen auf negative Beanspruchungsfolgen hin, so ist in vielen Fällen eine geeignete Gestaltung des Arbeitszeit-Pausen-Verhältnisses anzugehen. Für die Pausenbedarfsermittlung sind die Schwere und Schwierigkeit der Tätigkeit sowie die ununterbrochene Dauer der Ausübung der Tätigkeit entscheidende Ansatzpunkte für Interventionen. Die Festlegung der Dauer und Lage von Pausen kann aus arbeitswissenschaftlicher Sicht bezogen auf die Art und die Intensität der vorliegenden Belastung und deren Verlauf über die Schicht hinweg erfolgen.

5.7.1.6 Umsetzbarkeit im Gestaltungsprozess

Änderungen der Dauer der Arbeitszeit oder der Pausen bzw. der Verteilung der Arbeitszeit sind nach dem Betriebsverfassungsgesetz (2009) mitbestimmungspflichtig und können nur mit Zustimmung des Betriebs- bzw. Personalrates erfolgen. Sofern sich aus der gesetzlich vorgegebenen Gefährdungsbeurteilung Hinweise auf eine Gefährdung der Arbeitsschutzziele sowie Hinweise auf eine Gefährdung der System-sicherheit durch die konkrete Arbeitszeitgestaltung ergeben, sollten Änderungen der Arbeitszeitgestaltung oder der Intensität der Belastung als notwendige Gestaltungsmaßnahmen in Betracht gezogen werden.

5.7.1.7 Weiterführende Literatur

Beermann, B.: Leitfaden zur Einführung und Gestaltung von Nacht- und Schichtarbeit. Dortmund: BAuA 2005

BetrVG: Betriebsverfassungsgesetz (vom 16.01.1972, BGBl I, 13, i. d. F. vom 25.09.2001, BGBl I, 2518, letzte Änderung 29.07.2009). Bundesgesetzesblatt 2009, I, 2424

BGI 650: Bildschirm- und Büroarbeitsplätze. Leitfaden für die Gestaltung. Hamburg: Verwaltungsberufsgenossenschaft (VBG) 2012
[<http://www.vbg.de/apl/zh/z418/titel.htm>]

GAWO: Positive Gestaltungsbeispiele der softwaregestützten Arbeitszeitgestaltung (erarbeitet durch A. Stier und C. Schomann der GAWO e.V.). Dortmund: BAuA 2008

INQA-Büro: Der Bürotipp 02 (INQA-Büro, Initiativkreis Neue Qualität der Büroarbeit). Sankt Augustin: BaSi 2006

Nachreiner, F.; Grzech-Šukalo, H.; Möhlmann, D.; Nickel, P.; Trauernicht, K.: Beteiligungsorientierte und sozialverträgliche Arbeitszeit- und Pausengestaltung im Stadt- und Regionalverkehr (SuRV) (2. Auflage). Berlin: ver.di Bundesvorstand 2003

Nachreiner, F.; Wirtz, A.; Dittmar, O.; Schomann, C.; Bockelmann, M.: Study on health and safety aspects of working time. In: Deloitte (Ed.): Study for the European Commission, DG for Employment, Social Affairs and Equal Opportunities, to support an Impact Assessment on further action at European level regarding Directive 2003/88/EC and the evolution of working time organisation. Diegem (Belgium): Deloitte 2010, annexe 1-4, A3-A49
[<http://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=6455&langId=en>]

Rutenfranz, J.; Knauth, P.; Nachreiner, F.: Arbeitszeitgestaltung. In: Schmidtke, H. (Hrsg.): Ergonomie. München: Hanser 1993, 459-599

Sonntag, K.; Frieling, E.; Stegmaier, R.: Lehrbuch Arbeitspsychologie. Bern: Huber 2012

Wirtz, A.: Gesundheitliche und soziale Auswirkungen langer Arbeitszeiten. Dortmund: BAuA 2010

5.7.2 Unterweisungen und Schulungen

5.7.2.1 Gestaltungsempfehlung

Unterweisungen und Schulungen sind durchzuführen, um die Operateure über ergonomisch anzustrebende Arbeitsbedingungen und Verhaltensweisen zu informieren und um negativen Beanspruchungsfolgen entgegen zu wirken.

5.7.2.2 Anlass für die Gestaltungsempfehlung

Um eine optimale Nutzung der Arbeitsmittel zu erreichen, sind Unterweisungen zum Thema „Bildschirmarbeit“ bzw. Schulungen bezüglich anzustrebender ergonomischer Arbeitshaltungen unabdingbar und in regelmäßigen Abständen durchzuführen. Die Ergebnisse aus den vorliegenden Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass Unterweisungen und Schulungen nur selten erfolgen oder dass die vermittelten Inhalte bei den Betroffenen selten ankommen.

5.7.2.3 Allgemeine und spezifische Gestaltungsempfehlungen

Zur Unterweisung oder zur Schulung der Leitwartenoperateure sind unterschiedliche Arten denkbar (BGI 527:2008; Ivergård & Hunt, 2009e; Stanton et al., 2010). So werden z. B. E-Learning, Eigenstudium anhand von Schulungsunterlagen und persönliche Unterweisung, Schulung bzw. Training voneinander unterschieden. Im ersten Fall wird dem Leitwartenoperateur das Schulungsmaterial elektronisch zur Verfügung gestellt. Es kann versucht werden, eine Aussage zum Lernerfolg über Verständnisfragen am Ende jeder Schulungseinheit und über das konkrete Verhalten der Operateure mithilfe von Beobachtungen durch Kollegen oder Führungskräfte abzuleiten. Diese Schulungsart hat den Vorteil, dass kein großer organisatorischer Aufwand bezogen auf Raum, Referent und Terminplanung erforderlich ist. Der Operateur kann

die Lerneinheit dann bearbeiten, wenn er Zeit dazu hat. Nachteile dieser Schulungsart sind allerdings, dass der Operateur in der Regel keine Möglichkeit hat, nachzufragen. Die Bearbeitung der üblichen Aufgaben in der Leitwarte erlaubt es dem Leitwartenoperateur nicht, E-Learning neben seiner Tätigkeit zu bearbeiten. Für ungestörte Bearbeitung der Lerninhalte sollte er einen Arbeitsplatz außerhalb der Leitwarte zur Verfügung haben, an dem das Lernprogramm genutzt werden kann.

Ein Eigenstudium mithilfe von Schulungsunterlagen vereint ähnliche Vor- und Nachteile auf sich, wie sie bereits zum E-Learning beschrieben wurden. Inwieweit die Schulungsinhalte beim Eigenstudium verstanden werden und umgesetzt werden können, lässt sich bei dieser Schulungsart schwieriger nachvollziehen. Persönliche oder schichtgruppenbezogene Unterweisungen, Schulungen bzw. Trainings erscheinen empfehlenswert, da sie dem Operateur die Möglichkeit bieten, Fragen zu stellen und ggf. das Erlernte unter Anleitung auszuprobieren.

5.7.2.4 Wechselwirkungen mit anderen Gestaltungsmerkmalen

Die Ergebnisse aus den vorliegenden Untersuchungen haben verdeutlicht, dass es umfangreichen Gestaltungsbedarf bei Bildschirmarbeit in Leitwarten gibt. Die meisten Empfehlungen für Veränderungen beziehen sich auf technisch noch unzureichende Gestaltungslösungen und -umsetzungen in den Leitwarten. Selbstverständlich müssen die davon betroffenen Leitwartenoperateure in diesen Gestaltungsprozess eingebunden werden (vgl. Kap. 5.1). Dazu zählt auch, dass die Leitwartenoperateure bei ihrer individuellen Wahl von Einstellbereichen (für z. B. Arbeitsmittel und Beleuchtung) unterstützt werden sollten (BGI 650:2012). Bevor die Ursachen von Mängeln abgestellt sind, sollten Leitwartenoperateure lernen, ergonomisch ungünstige Bedingungen (z. B. mangelnde Anpassung der Arbeitsmittel oder unzureichende, selbst gewählten Beleuchtungsbedingungen) entgegenzuwirken. Zu vermeiden sind ebenso Zeitmangel für die angemessene Einstellung von Arbeitsmitteln oder schlechte Vorbildfunktion. Eine Sensibilisierung der Operateure und Führungskräfte für diese Themen ist zu empfehlen, auch wenn vorhandene Probleme, wie sie sich in den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchungen abbilden, durch Unterweisung und Schulungen nur teilweise und kurzfristig aufgefangen werden können (BGI 852-2:2003; BGI 527:2008).

5.7.2.5 Handlungsempfehlungen

Unterweisungen zum Thema „Bildschirmarbeit“ und Schulungen bezüglich anzustrebender ergonomischer Arbeitshaltungen und Arbeitsweisen sind in regelmäßigen Abständen zielgruppenorientiert zu planen und durchzuführen.

5.7.2.6 Umsetzbarkeit im Gestaltungsprozess

Die Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Unterweisungen und Schulungen bedürfen einigen organisatorischen Aufwands und personeller Ressourcen.

5.7.2.7 Weiterführende Literatur

BGI 527: Unterweisung – Bestandteil des betrieblichen Arbeitsschutzes (fachliche Unterstützung durch E. Jonischkeit, T. Köppen, S. Stillger). Düsseldorf: Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften 2008
[publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bgi527.pdf]

BGI 650: Bildschirm- und Büroarbeitsplätze. Leitfaden für die Gestaltung. Hamburg: Verwaltungsberufsgenossenschaft (VBG) 2012
[<http://www.vbg.de/apl/zh/z418/titel.htm>]

BGI 852-2: Management und Software. Arbeitshilfen zur Erhöhung der Nutzungsqualität von Software im Arbeitssystem (fachliche Unterstützung durch O. Cernavin, I. Meyer & P. Nickel). Wiesbaden: BC Verlags- und Mediengesellschaft 2003 (Schriftenreihe Prävention der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft, SP 2.11/2)
[publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bgi852-2.pdf]

Ivergård, T.; Hunt, B.: Learning and Creativity at Work. In: Ivergård, T.; Hunt, B. (Eds.): Handbook of control room design and ergonomics: A perspective for the future. Boca Raton: CRC Press 2009e, 291-309

Stanton, N.A.; Salmon, P.; Jenkins, D.; Walker, G.: Human factors in the design and evaluation of central control room operations. Boca Raton: CRC Press 2010

6 Diskussion

6.1 Allgemeine Aspekte

Wie die hier vorgelegten Ergebnisse deutlich belegen, bestehen bei der Umsetzung der BildscharbV (2008) in den untersuchten Leitwarten erhebliche Gestaltungsdefizite. Auch wenn rund zwei Drittel der geprüften Merkmale bereits befriedigend umgesetzt sind, kann das nicht darüber hinwegtäuschen, dass damit rund ein Drittel der untersuchten jeweils relevanten Merkmale nicht erfüllt waren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich dabei nicht um luxurierende Anforderungen handelt, deren Erfüllung lediglich erwünscht sein mag. Es handelt sich dabei vielmehr um Mindestanforderungen, die auf jeden Fall erfüllt sein sollten.

Das bedeutet nicht, dass die Nichterfüllung bestimmter Beurteilungsmerkmale oder Anforderungen zwangsläufig und auf direktem Wege unmittelbar zu Schäden im Prozessablauf oder zu Beeinträchtigungen der Operateure führt. Es bedeutet aber sehr wohl, dass suboptimale Bedingungen realisiert sind. Diese Bedingungen beeinflussen kurz- oder langfristig die Leistungsfähigkeit und die Leistungsbereitschaft der Operateure, ebenso wie deren physische und psychische, insbesondere auch mentale, Belastung und Beanspruchung, die wiederum zu negativen temporären wie chronischen Beanspruchungsfolgen bei den Operateuren und damit zu einer verminderten Gesamt-Systemleistung führen sollte. Insgesamt wird durch die Nicht- oder nur unzureichende Erfüllung der aus der BildscharbV (2008) abgeleiteten Anforderungen die potenzielle Gefährdung der dort genannten Schutzziele indiziert, so dass hier Handlungsbedarf gegeben ist.

Eine risikobezogene Bewertung oder Gewichtung der einzelnen Anforderungen wurde in der vorliegenden Studie nicht vorgenommen. Dies hätte einen erheblich größeren Aufwand erfordert, als in der Laufzeit des Projektes hätte realisiert werden können. Es muss daher hier genügen darauf hinzuweisen, dass die ausgewählten und überprüften Merkmale sich alle auf Vorgaben der BildscharbV (2008) beziehen und über untersetzende Vorgaben, wie etwa Normen oder andere Regelwerke, oder relevante Literatur zur Spezifikation der Anforderungen abgeleitet wurden.

Für neu zu errichtende Leitwarten sollten daher die hier aus der BildscharbV (2008) abgeleiteten und konkretisierten relevanten Anforderungen auf jeden Fall erfüllt werden. Die Betonung liegt dabei, wie auch bei den Analyseergebnissen, auf den jeweils relevanten Anforderungen. Wo keine Großbildtechnik eingesetzt wird – und auch später nicht eingesetzt werden soll – sind die darauf bezogenen Anforderungen gegenstandslos. Können Änderungen im Laufe der Jahre und bedingt durch den Einsatz neuer Technologien nicht ausgeschlossen werden, sind etwa, um im Beispiel zu bleiben, größere räumliche Verhältnisse vorzusehen, um nicht später Verletzungen der dann relevanten Anforderungen zu riskieren (z. B. die Einhaltung von Sehabständen und Seh winkeln, oder auch Anforderungen in Verbindung mit der Gestaltung der Raumbelichtung). Dies trifft insbesondere für später nur schwer korrigierbare Gestaltungsmerkmale oder -aspekte zu.

Für eine sachgerechte Bewertung, insbesondere bei der Beurteilung und Umgestaltung bestehender Anlagen, aber auch bei der Planung neuer Anlagen, ist auch zu beachten, in welcher Form die zur Zeit, oder ggf. später, nicht hinreichend erfüllten Anforderungen durch korrektive Maßnahmen entsprochen werden können. So sind etwa bestimmte Formen der Mensch-Maschine-Interaktion an Voraussetzungen im Prozessleitsystem gekoppelt. Der auftragsbedingte und nicht vermeidbare Einsatz

mehrerer unterschiedlicher Prozessleitsysteme mit unterschiedlichen Interaktionsschnittstellen – der bereits eine Verletzung der Anforderungen darstellt, weil damit eine erhöhte Belastung für die Operateure realisiert wird – kann im Prinzip nur durch die Zwischenschaltung einer weiteren technischen Steuerungsebene, die die unterschiedlichen Prozessleitsysteme in eine gemeinsame, für beide Systeme gleiche Interaktionsschnittstelle einbindet, kompensiert oder gelöst werden. Dies kann mit erheblichen finanziellen Aufwendungen verbunden sein. Andererseits sollte dieser Aufwand allerdings mit den finanziellen Folgen – und ggf. auch denen für das Image des Unternehmens – durch die Vermeidung einer Schnellabschaltung auf Grund inkompatibler Schnittstellengestaltung in Beziehung gesetzt werden. In der Regel dürfen sich solche Eingriffe dann schnell rechnen.

Andererseits sind bei bestehenden Anlagen tiefe Eingriffe in ein laufendes System z. T. mit unwägbareren Nebeneffekten, aber immer mit relativ hohen Kosten verbunden. Hier ist abzuwägen, ob sich ein derartiger Eingriff im Hinblick auf die kalkulierte Laufzeit der Anlage noch rechnet, oder ob hier andere Maßnahmen zur Kompensation ergriffen werden können.

Anders sieht der Fall bei Verletzungen von Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmalen aus, die sich mit relativ geringem (technischem wie finanziellem) Aufwand beheben lassen. Der Umbau einer Schnittstelle von Negativ- auf Positivdarstellung stellt (im Wesentlichen wegen der damit erreichbaren besseren und besser kontrollierbaren Sehbedingungen im Wartenraum und an den Arbeitsplätzen) schon einen größeren Eingriff darstellt, weil hier alle Prozessbilder umgebaut werden müssen. Dagegen ist die Veränderung der Zeichenhöhe oder der Strichstärke auf den Prozessbildern, um deren Erkenn- bzw. Lesbarkeit sicherzustellen, durch simple Programmierungseingriffe leicht zu bewerkstelligen.

Wichtig für solche Eingriffe sind ein gewisses ergonomisches Grundverständnis und die auch von der Bildschirmarbeit geforderte Berücksichtigung der Erkenntnisse zur menschlichen Informationsverarbeitung. Es ist also nicht damit getan, sklavisch Punkt für Punkt einer Checkliste abzuarbeiten, auch nicht die im Rahmen dieses Projektes eingesetzte. Es muss vielmehr jeweils eine kontext- und aufgabenbezogene Lösung gefunden werden, die eine Optimierung für den konkret gegebenen und nicht veränderbaren bzw. den zu erwartenden Kontext darstellt.

Auch die hier verwendete Checkliste war nicht erschöpfend. Sie konnte es bei der Menge der zu bewertenden Einzelaspekte unter praktischen Gesichtspunkten auch gar nicht sein. Die Verwendung einer noch detaillierteren Checkliste, z. B. im Bereich der Dialogführung mit dem System, hätte bei der bereits hier untersuchten breiten Palette unterschiedlicher Leitwarten mit unterschiedlichen Aufgabenstellungen und -anforderungen zu einer noch größeren Zahl leerer Zellen geführt, weil damit spezifischere und nicht in allen Fällen anwendbare Merkmale geprüft worden wären.

Es muss daher darauf ankommen, für eine neu- oder umzugestaltende Leitwarte ein ergonomisches Gesamtkonzept zu entwerfen, in der die jeweils relevanten Anforderungen kontextspezifisch spezifiziert und auf Erfüllung bzw. Erfüllbarkeit geprüft werden. Dabei kann die im Rahmen dieses Projektes entwickelte und eingesetzte Checkliste durchaus hilfreich sein, sie sollte aber im konkreten Gestaltungsfall passgenau erweitert, oder aber auch reduziert werden.

Auch der Sachverhalt, dass Zusammenhänge zwischen verschiedenen Merkmalen die Erfüllung oder Verletzung eines anderen Merkmals bedingen, wie beispielsweise eine nicht vorhandene Priorisierung von Alarmen, die zwangsläufig zu Verletzungen bei anderen, damit verbundenen Merkmalen führen muss, ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen. Auch im Rahmen der hier durchgeführten Analy-

sen sind immer wieder solche Folgeprobleme aufgetreten. Tatsache bleibt, dass die Merkmale bei den untersuchten Arbeitsplätzen nicht erfüllt waren – aus welchem Grund auch immer. Tatsache bleibt auch, dass bei der Um- und insbesondere der Neugestaltung von Leitwarten solche Verletzungen der Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmale (mit ganz wenigen Ausnahmen wegen kontextueller Abhängigkeiten) vermeidbar sind. Dies sollte das klare Ziel bei der Neu- und Umgestaltung von Leitwarten sein.

6.2 Methodische Aspekte

6.2.1 Zur Konstruktion und Bewährung der Checkliste

Die in diesem Projekt eingesetzte Checkliste wurde entwickelt, um mit ihrer Hilfe die spezifischen Aufgaben dieses Forschungsprojektes durch im Bereich der Ergonomie erfahrene und für die Erhebung einschlägig vorbereitete Arbeitspsychologen bearbeiten zu können. Die auf einem virtuellen PC hinterlegte Checkliste war praktisch der Notizblock für die Beobachter, der ihnen die Arbeit erleichtern sollte. Wie die Ergebnisse gezeigt haben, hat die Checkliste diese Funktion im Rahmen des Projektes gut erfüllt. Damit steht ein sehr spezifisches Verfahren zur Verfügung, das für genau diesen, aber nicht für einen anderen Anwendungszweck und -kontext entwickelt wurde. Über das Projekt hinausgehende Fragestellungen, wie etwa der Einsatz als Hilfsmittel bei einer formativen Evaluation bei der Gestaltung einer Leitwarte, können daher mithilfe der Checkliste nur begrenzt beantwortet werden. Darüber hinaus ergaben und ergeben sich Möglichkeiten und Grenzen des Verfahrens, die sich aus der Methode selbst, dem Einsatz dieser Methode im Betrieb oder durch die Personengruppe, die dieses Verfahren nutzt, verbunden sein können.

Die Checkliste diente der Bestandsaufnahme, es sollte damit eine möglichst allgemeingültige Klassifizierung des Gestaltungszustands der einzelnen Arbeitsplätze in vorgegeben Kategorien erfolgen. Es ging nicht darum zu bewerten, ob ein spezifischer Gestaltungszustand unter den gegebenen Umständen (noch) tolerierbar ist oder nicht.

Darüber hinaus konnten nur Betriebszustände und Aufgabenkonstellationen berücksichtigt und in die Beurteilung einbezogen werden, die während der Beobachtungszeit auftraten. Obwohl die Beobachtung der Leitwartenoperateure bei der Aufgabebearbeitung in der Regel über ca. acht Stunden erfolgte, einen Schichtwechsel und damit auch einen Wechsel der Operateure beinhaltete, kann nicht ausgeschlossen werden, dass wichtige Konstellationen von Arbeitsbedingungen oder -aufgaben nicht beobachtet werden konnten.

Bereits oben wurde angemerkt, dass die Zusammenstellung der Merkmale für die Checkliste nicht vollständig oder erschöpfend sein konnte, dafür ist der Wissensspeicher zu umfangreich und zu diversifiziert. Die hier getroffene Auswahl der Merkmale wurde unter theoretischen und untersuchungspraktischen Gesichtspunkten zusammengestellt, wobei die beiden oben genannten Einschränkungen berücksichtigt wurden (z. B. keine Abdeckung von Störfällen, keine Abdeckung von besonderen Aufgaben). Dies schien für die hier vorgestellten Untersuchungen vertretbar. Für die Analyse, den Entwurf und die Gestaltung einer einzelnen Leitwarte mögen dagegen andere Merkmale bedeutsamer sein. Wie die Ergebnisse jedoch demonstrieren, ist es gelungen, zwischen unterschiedlichen und unterschiedlich gestalteten Arbeitsplätzen zu differenzieren und die relevanten Felder hinreichend bzw. prototypisch abzude-

cken. Damit erscheint die Auswahl der verwendeten Anforderungsmerkmale aufgabenangemessen. Es ist daher auch nicht zu erwarten, dass Modifikationen der Checkliste zu grundsätzlich anderen Ergebnissen geführt hätten, zumal die Erfüllungsgrade je thematischem Bereich oder Branche immer auf die relevanten Merkmale bezogen wurden.

Auch die Schwerpunktsetzung im Bereich der Mensch-Maschine-Kommunikation, mit nahezu der Hälfte der Beurteilungsmerkmale, hat daher nicht zu der stärkeren Ausprägung der Defizite in diesem Bereich beigetragen, da diese auf die Anzahl der relevanten Merkmale relativiert wurden. Die Schwerpunktsetzung in diesem Bereich lag darin begründet, dass hier genauer, d. h. mit größerer Auflösung, gemessen werden sollte, da dieser Bereich eine Vielzahl von Facetten aufweist, die zumindest annähernd mit prototypischen Merkmalen abgedeckt werden sollten.

Dabei zeigten sich allerdings auch wieder die bereits aus dem Versuch der Überprüfung normativer Vorgaben zur Software-Ergonomie bekannten Probleme (Nachreiner et al., 2004). Die Normen zu diesem Bereich benennen weder klare Kriterien, wann eine Vorgabe als erfüllt gelten kann (während Verletzungen in der Regel leicht zu belegen sind), noch spezifizieren sie Art und Umfang der erforderlichen Überprüfung. Aus diesem Grund wurden zur Beurteilung der Einhaltung der Dialogprinzipien lediglich generalisierende Merkmale verwendet, ohne hier in die im Prinzip notwendige umfangreichere Prüfung anhand kontextspezifischer Einzelmerkmale einzusteigen. Eine weitere Aufgliederung dieser Prinzipien hätte wegen der unterschiedlichen Aufgabenstellungen in den verschiedenen Leitwarten allerdings auch kaum zu generalisierbaren Aussagen geführt.

Was sich bei der Konstruktion der Checkliste in diesem Bereich allerdings erneut andeutete, war, dass z. B. auch die normativen Anforderungen an die Gestaltung von Leitwarten bisher offensichtlich noch nicht ausreichend reflektiert bzw. kontextadaptiert aus anderen Bereichen (z. B. Büro und Verwaltung) übertragen wurden. Hier scheint erheblicher Umsetzungsbedarf der bekannten Prinzipien in kontextspezifische Vorgaben zu bestehen, der Herstellern und Betreibern von Prozessleitsystemen die Umsetzung dieser Prinzipien in der konkreten Gestaltung und im Einsatz von Prozessleitsystemen erlauben oder zumindest erleichtern würde. Bei einer Revision der DIN EN ISO 9241-10:1996, die inzwischen als DIN EN ISO 9241-110:2008 auch für den Non-Office-Bereich Gültigkeit beansprucht bzw. zugesprochen wird, sollte darauf geachtet werden, dass hier konkretere Angaben auch für die Gestaltung von Leitwarten erarbeitet und eingefügt werden bzw. vorhandene Angaben auch für diesen Bereich relevant und anwendbar sind.

Ein weiteres Problem der Checkliste wurde erst im praktischen Einsatz bemerkt. Da sich die Leitwarten in den einzelnen Branchen oder Sektoren offensichtlich sehr stark unterscheiden, wie die Ergebnisse zeigen, ließ sich die Checkliste in einigen Branchen (z. B. der Medien) in Bezug auf die Gestaltung der Anzeigeeinrichtungen bzw. der Mensch-Maschine-Interaktion weniger gut anwenden. Bedingt durch die überwiegende Anzahl von Videodarstellungen, also situationsanalogen Anzeigen, waren einige der Anforderungen der in der Regel auf die Darstellung codierter Informationen ausgerichteten Checkliste (in Übereinstimmung mit den „üblicherweise“ zu untersuchenden Leitwarten) in der Medien-Branche, nicht oder nur begrenzt anwendbar (vgl. z. B. Anforderungen an die Darstellung und Organisation alphanumerischer oder bildhafter Informationen). Dies lässt darüber nachdenken, ob für weitere Untersuchungen oder konkrete Einzeluntersuchungen nicht branchen- oder bereichsspezifischere Checklisten (oder Varianten) sinnvoll sein könnten. Auf die unterschiedliche Relevanz bestimmter Merkmale für verschiedene Bereiche wurde bereits oben hin-

gewiesen. Auch die sich in den Ergebnissen der Faktorenanalyse andeutende Aufgliederung in eher produktions- und eher dienstleistungstypische Leitwarten unterstützt diese Argumentation. Andererseits ließe eine Aufteilung in verschiedene Varianten keine Vergleiche zwischen den einzelnen Bereichen oder Sektoren mehr zu. Sinnvoll erschiene daher eine Checkliste mit universell anwendbaren Beurteilungsmerkmalen, die durch jeweils branchenspezifische Teile ergänzt werden sollte. Dabei sollte soweit wie möglich versucht werden, konzeptionell gleiche Dimensionen, aber eben unterschiedlicher, kontextspezifischer Operationalisierungen zu verwenden. Dies würde neben dem direkten Vergleich der Arbeitsplätze auf den Kernmerkmalen auch einen Vergleich auf der Ebene von Konstrukten erlauben.

Insgesamt kann jedoch festgestellt werden, dass sich die für die Untersuchung entwickelte Checkliste bewährt hat. Unter Usability-Gesichtspunkten kann festgehalten werden, dass der Einsatz der Checkliste effektiv, effizient und zufriedenstellend war (vgl. DIN EN ISO 9241-11:1999). Insofern kann ihr eine hohe Gebrauchstauglichkeit für die intendierte Nutzerpopulation attestiert werden.

Inwieweit das auch für andere Nutzerpopulationen und andere Aufgabenstellungen gilt, bliebe zu untersuchen. Während der Durchführung der Untersuchungen, während der Durchführung des BAuA-Workshops zur Präsentation der Ergebnisse und auch in den ersten Rückmeldegesprächen in den Betrieben hat sich jedenfalls gezeigt, dass die betrieblichen Praktiker vor Ort ein deutliches Interesse an der Checkliste bekundet haben, weil damit eine Selbstprüfung und Verbesserung der eigenen Anlagen auf eigene Initiative, nach Wahl regelmäßig oder bei besonderem Bedarf, möglich wäre. Als besonderer Vorteil käme bei Nutzung dieser Checkliste hinzu, dass damit kontextspezifische und zielgruppengenaue Maßnahmen vorgeschlagen werden könnten.

6.2.2 Anlage der Untersuchung

Bei der gegebenen Ausgangslage, den Unklarheiten bezüglich des Vorkommens von Leitwarten oder gar unterschiedlicher Leitwartentypen in unterschiedlichen Branchen oder Sektoren des Produktions- und Dienstleistungsbereichs war an die Ziehung einer repräsentativen Stichprobe nicht zu denken. Daher hat sich die gewählte Vorgehensweise einer willkürlichen Stichprobe, die ein möglichst breites Feld derzeit vorhandener Leitwarten innerhalb des von den Ressourcen gegebenen Spielraumes abdecken sollte, bewährt. Wie die Ergebnisse zeigen, wird damit in der Tat ein breites Feld mit unterschiedlicher Umsetzung der Vorgaben der BildscharbV (2008) abgedeckt. Auch die Einbeziehung von Warten unterschiedlicher Inbetriebnahmezeitpunkte hat sich bewährt. Zwar war, wie zu erwarten, in den älteren Leitwarten in erheblichem Umfang nachgerüstet worden; insbesondere im Bereich neuer Informations- und Kommunikationstechnologien. Dennoch waren Unterschiede deutlich erkennbar und erwiesen sich bei den weiterführenden Analysen als belegbar, wobei interessanterweise genau dieser Bereich der Mensch-Maschine-Kommunikation nur eine geringe Abnahme der Verletzung der Vorgaben erkennen ließ. Dies mag tatsächlich den erfolgten Nachrüstungen geschuldet sein, erscheint aber unter Berücksichtigung des insgesamt geringen Erfüllungsgrades schnittstellenbezogener ergonomischer Vorgaben, auch und gerade beim Einsatz neuester Technologien, wenig wahrscheinlich. Eher scheint dies darin begründet zu sein, dass diese Grundsätze im hier zu diskutierenden Anwendungsfeld noch nicht hinreichend bekannt sind, nur pauschal und oberflächlich abgehandelt werden oder für irrelevant gehalten werden. Das mag z. T. auch dem Umstand geschuldet sein, dass die Vorstellung besteht,

diese Vorgaben seien nicht relevant, weil man mit Leitwarten nicht der BildscharbV (2008) unterliege.

Die Strategie, in den untersuchten Leitwarten jeweils nur einen prototypischen Leitplatz zu analysieren und nur bei erheblichen Unterschieden einen zweiten Leitplatz in die Analysen aufzunehmen, hat sich ebenfalls bewährt. Die Analyse mehrerer Leitplätze (oder gar aller) in einer Leitwarte hätte nur zur Vervielfachung der Ausprägung bestimmter Merkmale und deren Kovarianzen geführt, die unter der angestrebten Zielsetzung, einen möglichst breiten Überblick zu gewinnen, nicht zielführend gewesen wäre. Auch die Analysen, bei denen zwei Leitplätze innerhalb einer Warte untersucht wurden, lassen deutlich erkennen, dass diese Leitplätze doch eher homogen beurteilt werden und sich in der Regel nur in Spezifitäten unterscheiden. Die berichtete Hochrechnung der Ergebnisse (Gewichtung der Arbeitsplätze nach der Zahl der dadurch repräsentierten Arbeitsplätze) hat gezeigt, dass die Vervielfachung der Leitplätze durch weitere Leitplätze einer Anlage keinen substantiellen Vorteil der Analyse mehrerer Arbeitsplätze bietet. Die dabei erhaltenen Ergebnisse führen lediglich zu einer leichten Verzerrung der auf den Einzelfällen beruhenden Analysen zugunsten stärker besetzter Leitwarten (z. B. im Telekommunikationsbereich) und zu Ungunsten der für den Produktionsbereich typischeren Leitwarten mit jeweils wenigen Arbeitsplätzen. Ein bedeutsamer Zugewinn an Informationen wäre mit der Analyse aller Leitplätze einer Leitwarte also nicht zu erreichen gewesen, sondern hätte nur wertvolle Ressourcen gebunden.

Auch der Versuch der faktorenanalytischen Verortung der Leitwarten in einem zweidimensionalen Raum lässt bei aller gebotener Vorsicht erkennen, dass Leitplätze aus einer Warte in der Regel relativ nahe beieinander liegen, auch wenn die detaillierten Analysen unterschiedliche Erfüllungsgrade bei einzelnen oder auch gruppierten Merkmalen erkennen lassen. Insofern hat die breitere Abdeckung des Einsatzfeldes von Leitwarten zu einem höheren Erkenntnisgewinn, insbesondere auch über die Varianz in der Umsetzung der Vorgaben der BildscharbV (2008), geführt.

Der durchgängige Einsatz lediglich eines erfahrenen Beurteilers für die Durchführung erscheint vertretbar, da sich bei der Anwendung der Checkliste durch zwei erfahrene Beurteiler eine ausreichend hohe Inter-Rater-Reliabilität ergeben hatte. Sicherlich wäre einer Vollerhebung durch zwei Beurteiler der Vorzug zu geben gewesen, dies war allerdings auf der Basis der verfügbaren Ressourcen nicht realisierbar.

Wünschenswert wäre vom Design her eine Beobachtung und Erfassung der Leitwartenarbeitsplätze durch mehrere Beobachter zu unterschiedlichen Zeitpunkten und mit unterschiedlichen Belegschaften, in einem randomisierten Versuchsplan. Eine Untersuchung während unterschiedlicher Betriebszustände wäre zwar ebenfalls wünschenswert, ist aus den oben angeführten Gründen aber nicht möglich. Eine solche Untersuchungsanlage hätte dann Aufschlüsse darüber erlaubt, wie viel der Varianz in der Ausprägung der Beurteilungsmerkmale auf die Leitwarte, auf die Operateure, auf die jeweiligen Untersuchungssituationen und auf die Beobachter sowie auf die entsprechenden Interaktionen zwischen diesen Komponenten entfällt. Damit wäre eine zuverlässigere und validere Abschätzung möglich, wie viel der Varianz im Sinne der Fragestellung systematische Varianz ist, und wie viel Fehlervarianz. Bei dem Umfang der Untersuchung – immerhin mussten 274 Merkmale beobachtet (z. T. auch apparativ gemessen) und registriert werden um den gesamten Gestaltungsbereich abzudecken – waren so elaborierte Versuchsanlagen jedoch von vornherein nicht realisierbar. Auf der Basis der vorgelegten Ergebnisse mit Hinweisen über die Varianz der Messwerte ließe sich allerdings für zukünftige Untersuchungen eine solche Versuchsanlage entwerfen, die auch Chancen auf Umsetzung haben könnte.

Ein weiterer Punkt, der die Generalisierbarkeit der Ergebnisse auf Grund der Untersuchungsanlage begrenzt, ist die oben schon in anderem Kontext angesprochene willkürliche Auswahl der Unternehmen und Leitwarten. Es ist völlig klar und belegbar, dass die Unternehmen, die sich an der Untersuchung beteiligten, eine positive Auswahl aller möglichen und in Frage kommenden Unternehmen darstellen. Unternehmen, die gehäuft Schwachstellen als Ergebnis einer solchen Untersuchung zu erwarten hatten, haben sich nicht an der Untersuchung beteiligt. Das betrifft auch Großunternehmen, von denen aus informellen Kontakten bekannt war, dass die Ergebnisse hier weniger günstig ausfallen würden. Andere Unternehmen haben ihre Teilnahme mit der Argumentation verweigert, man wolle keine Diskussion über die Frage der Bildschirmarbeit im Betrieb aufkommen lassen, weil dies sozial- und betriebspolitische Konsequenzen haben könnte. Wenn allerdings die Vorgaben der BildscharbV (2008) in diesen Betrieben erfüllt wären, dürften daraus eigentlich keine solchen negativen Konsequenzen resultieren.

Auf der anderen Seite ließen jedoch die Betriebe, die zu einer Mitarbeit gewonnen werden konnten, ein hohes Interesse an der Mitarbeit und den Ergebnissen der Untersuchung erkennen. Dies ist auch aus den ersten Rückmeldegesprächen in den beteiligten Unternehmen erkennbar. Es soll an dieser Stelle auch noch einmal darauf hingewiesen werden, dass es aus Kapazitätsgründen nicht möglich war, alle interessierten Betriebe oder gar Leitwarten in den Betrieben zu berücksichtigen.

Insgesamt muss daher davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse wegen dieser (Selbst-)Selektion deutlich positiv verzerrt sind. Bei einer repräsentativen Erhebung, wie immer diese zu Stande kommen könnte, wäre daher ein weitaus geringerer Grad der Umsetzung der Vorgaben der BildscharbV (2008) zu erwarten. Wie groß diese Differenz ist, lässt sich allerdings nicht abschätzen. Wichtig erscheint nur darauf hinzuweisen, dass dieser Unterschied besteht.

Für die Untersuchung selbst stellt dies jedoch keine große Beeinträchtigung dar. Zunächst sind derartige Verzerrungen üblich und nicht auf diesen Fall beschränkt. Darüber hinaus ändert das nichts an der Tatsache, dass nach den Ergebnissen der hier vorgelegten Untersuchung ein erheblicher Handlungsbedarf bei der Umsetzung der Vorgaben der BildscharbV (2008) besteht, der unter Berücksichtigung des beschriebenen Selektionseffektes noch viel deutlicher sein dürfte, als unsere Ergebnisse dies nahelegen.

Da vergleichbare Untersuchungen unseres Wissens zurzeit nicht vorliegen, ist auch kein Vergleich, z. B. mit den Verhältnissen in anderen Mitgliedsstaaten der EU, in denen die Bildschirmrichtlinie ebenfalls implementiert sein muss, möglich.

6.3 Umsetzung der Bildschirmarbeitsverordnung

Wie mehrfach betont, ist der Stand der Umsetzung der BildscharbV (2008) nach den vorgelegten Ergebnissen nicht befriedigend. Während sich für die Gestaltung der Arbeitsplätze und der Arbeitsmittel über die letzten Jahre hinweg Verbesserungen andeuten (z. B. in Form abnehmender Verletzung der Vorgaben), sind solche Trends für andere Bereiche, insbesondere für die Arbeitsorganisation und die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle nicht zu beobachten. Dies deutet auf eine unterschiedliche Gewichtung oder einen unterschiedlichen Bekanntheitsgrad der Empfehlungen zur Gestaltung der verschiedenen Bereiche hin. Während sich im Bereich der „klassischen“ Ergonomie, also der Gestaltung des Arbeitsplatzes und der Arbeitsstation im Laufe der Zeit Verbesserungen andeuten, sind die „moderneren“ Ansätze und

Grundsätze der Gestaltung offensichtlich weniger bekannt und werden anscheinend auch für Leitwarten für weniger relevant erachtet.

Dass es sich dabei nicht nur um Effekte der Nachrüstung alter Leitwarten mit modernster Technologie handelt, ergibt eine genauere Betrachtung der vorgelegten Ergebnisse. Dabei fällt nämlich auf, dass Verletzungen der Vorgaben zur Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle und zur Dialogführung in den neuesten Warten nicht weniger häufig vorkommen als in den alten Leitwarten, auch wenn in alten Leitwarten trotz Nachrüstung nicht immer der neueste Stand der Technik realisiert ist. Neuere Leitwarten haben also nicht zwingend oder sogar regelmäßig weniger Verletzungen aufzuweisen als ältere, nachgerüstete Warten. Eine genauere Analyse lässt u. a. erkennen, dass in diesem defizitären Bereich der Gestaltung der Interaktionschnittstelle selbst wieder Unterschiede zwischen verschiedenen Teilbereichen gefunden werden können. So sind etwa anzeigenbezogene Vorgaben ebenso wie stelltenbezogene Vorgaben (also auch hier wieder die „klassischen Ansätze“ der Informationsgestaltung, in der Wahrnehmung wie in der Umsetzung von Informationen) trotz des insgesamt eher geringen Erfüllungsgrades besser umgesetzt als die allgemeinen Vorgaben zur Informationsverarbeitung und insbesondere zur Dialogführung.

Wichtige Grundsätze, wie sie etwa in DIN EN ISO 9241-110:2008 (und auch bereits in deren Vorläuferversionen DIN EN ISO 9241-10:1996 und DIN 66234-8:1988) seit den 80er Jahren vorgestellt werden, werden ganz offensichtlich nicht hinreichend berücksichtigt oder umgesetzt. Das mag verschiedene Gründe haben. Zum einen sind (oder erscheinen) die Vorgaben dieser Norm über die Grundsätze der Dialogführung, die ursprünglich aus dem Bürobereich stammt, nicht auf die Situation in Leitwarten anwendbar. Dafür spricht, dass diese mit Beispielen arbeitende Norm praktisch keine Beispiele aus dem hier zur Diskussion stehenden Bereich enthält. Darüber hinaus erscheinen manche Beispiele bei einfacher Übertragung auf diesen Bereich absurd, wie etwa die Implementierung einer undo-Funktion (s. o., Kap. 2). Wichtig wäre es daher, das Prinzip der Steuerbarkeit (und der Fehlertoleranz) mithilfe anderer Lösungen zu illustrieren, die einen direkten und nachvollziehbaren Bezug zu Leitwarten haben.

Unterstützt werden solche Fehlinterpretationen durch die Tatsache, dass einige Literaturquellen bzw. unterstützende Regelwerke eher kritiklos und unreflektiert die Übertragbarkeit der an Büroarbeitsplätzen orientierten und generierten Grundsätze (und Beispiele) auf den Wartebereich propagieren, während sich in anderen Quellen deutliche Warnhinweise finden, die einer direkten Übertragung entgegenstehen. Im Prinzip müssten daher durch untersetzende Regelungen oder eine andere Gestaltung der normativen Vorgaben die Spezifitäten dieses Bereichs (s. a. weiter oben, Kap. 1 und 2) besser berücksichtigt werden, ggf. auch durch eine eigene, auf Leitwarten bezogene Norm, z. B. als ergänzender Teil der Reihe der DIN EN ISO 11064. Ein weiterer Grund für die defizitäre Implementierung der Gestaltungsvorgaben der BildscharbV (2008) könnte darin begründet sein, dass die Tatsache, dass es sich um Bildschirmarbeit im Sinne der BildscharbV (2008) handelt, einfach nicht zur Kenntnis genommen oder negiert wird. Das erfolgt z. T. auch mit dem Hinweis, dass die BildscharbV (2008) mit ihren Vorgaben nur auf den Bürobereich bezogen ist und für den eigenen Bereich nicht gilt oder gelten kann. Hinzu kommt, dass in manchen Betrieben explizit (und z. T. gegen besseres Wissen) propagiert wird, dass es sich bei der Arbeit in Leitwarten nicht um der BildscharbV (2008) unterliegende Bildschirmarbeit handelt, um sozial- oder tarifpolitische Diskussionen über die damit verbundenen Konsequenzen zu vermeiden. Einige Betriebe haben aus genau diesem Grunde ex-

plizit die Teilnahme an der Untersuchung abgelehnt, obwohl sie an den Ergebnissen zur Gestaltung der Arbeitsplätze interessiert gewesen wären.

Hier ist daher dringend Aufklärung erforderlich, dass die Arbeit an Bildschirmgeräten in Leitwarten eben doch Bildschirmarbeit im Sinne der BildscharbV (2008) ist und die damit auch auf Arbeitsplätze mit Bildschirmgeräten in Leitwarten anzuwenden ist (s. o., Kap. 1 und 6.1). Hier könnten ggf. auch die zuständigen Aufsichtsorgane aufklärend wirken; auch wenn damit die Aufgabe der Überwachung der Einhaltung der Vorgaben der BildscharbV (2008) verbunden ist, was auf Grund des Fehlens der entsprechenden kontextspezifischen Vorgaben mit erhöhtem Aufwand verbunden sein dürfte. Aber zumindest der Hinweis, dass es sich um Bildschirmarbeit handelt und die BildscharbV (2008) mit ihren Schutzziele und Vorgaben gilt, könnte die Unternehmen überzeugen, dass die Vorgaben einzuhalten sind und damit zu einer effektiveren Umsetzung der BildscharbV (2008) und darüber zum Erreichen der Schutzziele beitragen.

Einen Beitrag zur Überprüfung und Umsetzung der Vorgaben im gegenseitigen Dialog könnte auch die in diesem Projekt benutzte Checkliste spielen. So wäre vorstellbar, dass sie den Aufsichtspersonen und den betrieblichen Vertretern, dem Management wie den Mitarbeitervertretungen, die bei der Gestaltung der Arbeitsbedingungen und deren Beurteilung – z. B. im Rahmen der Gefährdungsanalyse – mitbestimmungsberechtigt sind, ein Hilfsmittel an die Hand gibt, um die Vorgaben gemeinsam und so gut dies möglich ist zu beurteilen und die entsprechenden Maßnahmen zu entwickeln. Immerhin könnte ein derartiges Vorgehen zur Sensibilisierung für die Problemlage und zur Entwicklung geeigneter Lösungsstrategien beitragen.

Ein weiterer Schritt zur Umsetzung kann in den in Kapitel 5 vorgestellten Gestaltungsprioritäten und -empfehlungen gesehen werden. Im Rahmen eines solchen Forschungsberichtes kann es nicht die Aufgabe sein, ein Hand- oder Kochbuch der Gestaltung von Leitwarten nach BildscharbV (2008) zu erstellen. Aus diesem Grunde finden sich in Kapitel 5 lediglich ausgewählte Ansatzpunkte zur Gestaltung, basierend auf den im Rahmen dieser Untersuchungen entdeckten Defiziten innerhalb der einzelnen Merkmalsbereiche. Dabei fällt auf, dass auch längst als erledigt erhoffte Gestaltungsvorgaben, wie etwa die relative Luftfeuchte (die offensichtlich immer noch nach technischen Erfordernissen, nicht aber nach ergonomischen Grundsätzen erfolgt) oder die tageszeitliche Steuerung von Klimaanlage nicht immer umgesetzt sind. Ähnliches ergibt sich beim Schalldruckpegel (und hier sind nur einfache Messungen erfolgt) sowie bei der Beleuchtung. Gerade dieser Bereich sollte doch wegen der Affinität zur Konzentration bei der Erfüllung der Überwachungs- und Steuerungsaufgaben sowie zur Erledigung der Sehaufgaben endlich entsprechend der nicht ganz neuen Vorgaben gut umgesetzt sein. Tatsächlich finden sich immer noch gravierende Verletzungen der akustischen Bedingungen und der Beleuchtungs- und damit der Sehbedingungen.

Die Beschreibung der Gestaltungsvorschläge ist auch daran orientiert, wie die Umsetzungschancen im Rahmen von Umgestaltungsmaßnahmen von den Autoren beurteilt wurden und prioritär auf solche beschränkt, deren Umsetzungschancen als größer Null beurteilt wurden.

Für den Neuentwurf und die Neugestaltung von Leitarten gelten diese Restriktionen jedoch nicht. Hier sind im Prinzip alle relevanten Vorgaben zu erfüllen. Einige wenige Ausnahmen können sich durch Interdependenzen von Merkmalen ergeben. Diese Interdependenzen sind auch aus der Checkliste nicht unmittelbar erkennbar. Sie sind dort auch nicht explizit eingebaut worden, um die Erhebung nicht über Gebühr zu komplizieren. Aber auch hier können die beschriebenen Gestaltungsempfehlungen

neben der direkten Hilfestellung einen Beitrag zur Sensibilisierung für die verschiedenen ergonomischen Probleme in Verbindung mit der Gestaltung von Bildschirmarbeit in einer Leitwarte leisten.

Auffallen dürfte, dass auch in den Gestaltungsempfehlungen bei manchen Problem-bereichen keine klaren und präzisen Vorgaben erfolgen (können), wie etwa eine Vorgabe zu der beliebten aber nicht grundsätzlich beantwortbaren Frage nach der maximalen Anzahl von Bildschirmgeräten, die ein Operateur noch überwachen kann. Dass solche Angaben zur Anzahl maximal kontrollierbarer Bildschirme nicht geboten werden können, wird jedoch aus der Sicht eines Human Factors-/Ergonomie-Experten nicht weiter verwundern. Es handelt sich schließlich um eine im Kontext nicht relevante Frage. Relevant ist vielmehr die Frage, welche Aufgabe bearbeitet werden soll, welche Informationen dazu wann und wie dargestellt notwendig sind, ob sie für die Bearbeitung der Arbeitsaufgabe seriell oder parallel dargestellt werden können oder müssen und welche Aufmerksamkeitsleistungen damit verbunden sind. Die Aufmerksamkeitsleistungen werden wiederum davon beeinflusst, wie die Informationen dargestellt sind. Erst auf der Basis dieser Randbedingungen kann entschieden werden, welche Anzahl von Bildschirmen mindestens benötigt wird und mit welcher Anzahl sich eine Anlage oder ein Prozess optimal fahren lässt.

Wichtig für die Entscheidung bei dieser, aber auch bei einer Reihe weiterer Fragen, ist eine möglichst detaillierte Aufgabenanalyse und ihrer Randbedingungen. Nur so kann eine aufgabenangemessene Gestaltung der konkret zu erfüllenden Arbeitsaufgabe, der Arbeitsbedingungen – und dabei nicht nur der Dialogführung – erreicht werden. Nicht zuletzt aus diesem Grunde, dem sogenannten Primat der Aufgabe, weisen einschlägige Normen (z. B. DIN EN ISO 6385:2004; DIN EN ISO 10075-2:2000) darauf hin, dass die Aufgaben- und Funktionsanalyse am Beginn des Gestaltungsprozesses stehen sollte und dass dabei bereits ergonomische Kompetenz eingebunden sein sollte. Nur so lassen sich Gesamtlösungen entwickeln, die das Arbeitssystem – hier Leitwarten mit Prozessleitsystemen – als Gesamtsystem optimieren und sich nicht auf Kosten anderer Aspekte in Einzelaspekten verrennen. Wichtig ist eine solide ergonomische Gesamtkonzeption, die die Schutzziele und die dazu explizit oder implizit benannten Vorgaben der BildscharbV (2008) von Beginn an im Rahmen der Optimierung des Gesamtsystems erreichen lässt. Dies kann auch dazu führen, dass etwa einzelne der in der Checkliste aufgeführten Vorgaben verletzt werden. Dies kann jedoch hingenommen werden, sofern sich insgesamt und unter Bezug auf die Schutzziele durch die tolerierbare Verletzung eines Einzelmerkmals eine ergonomisch günstigere Gesamtlösung finden lässt.

Ein weiterer Punkt verdient Beachtung bei der Umsetzung der BildscharbV (2008). So deuten die bisher gefundenen Ergebnisse für einige Merkmale darauf hin, dass der Erfüllungsgrad von Anforderungen am tatsächlichen Arbeitsplatz teilweise auch von den Operateuren abhängt. So wurden z. B. Beleuchtungsbedingungen oder Einstellungen der Arbeitsstühle gefunden, die den ergonomischen Empfehlungen deutlich widersprachen, aber von den Operateuren im Rahmen der gegebenen Einstellmöglichkeiten selbst gewählt waren. Inwieweit das z. B. auf mangelnde Zeit, Bequemlichkeit, Informationsdefizite bezüglich der Gestaltung von Arbeitsplätzen mit Bildschirmarbeit, unzureichende Kompetenz bezogen auf die Möglichkeiten oder Notwendigkeiten der Anpassung von Arbeitsmitteln zurückzuführen ist, ist unklar. Die häufig fehlende Einweisung in die Probleme und ergonomischen Vorgaben der Bildschirmarbeit oder deren zu hinterfragende Effektivität lässt jedoch vermuten, dass hier noch erhebliche Potenziale für die Umsetzung und Einhaltung der Vorgaben zur Erreichung der Schutzziele liegen. So wurde etwa von den Operateuren das Fehlen

solcher Unterweisungen berichtet, während das Management in den Rückmeldegesprächen darauf verwies, dass diese ordnungsgemäß dokumentiert seien. Genau da scheint einer der Knackpunkte zu liegen. Manche Unternehmen führen Unterweisungen zum Thema Bildschirmarbeit durch (wobei die Inhalte nicht Gegenstand dieser Untersuchung waren), aber offensichtlich erreichen diese oft nicht die Empfänger, oder zumindest nicht im gewünschten Umfang. Insofern sollte evaluiert werden, in wie weit die vermittelten Informationen bei den Empfängern tatsächlich angekommen sind. Nur wenn die Zusammenhänge zwischen der konkreten Gestaltung der Arbeitsbedingungen und den zu erwartenden Folgen bekannt sind, kann erwartet werden, dass Leitwartenoperatoren die gegebenen Einstellmöglichkeiten auch im Sinne der Schutzziele nutzen.

Wichtig ist auch zu berücksichtigen, dass vorgetragenes Wissen nicht zwangsläufig zur Verhaltensänderung führt. Da bestimmte Effekte sich erst nach längerdauernder Einwirkung einstellen, z. B. Nackenschmerzen bei zu hoch angeordneten Bildschirmgeräten oder die Effekte unzureichender Beleuchtung, darf es nicht verwundern, wenn Operatoren (aber auch Vorgesetzte) aus ihrer eigenen, subjektiven Erfahrung heraus die Richtigkeit und Validität der Vorgaben anzweifeln. Insofern sollte sich durch eine umfassendere Sorgfalt und Beachtung dieser Themen durch die Vorgesetzten im Rahmen ihrer Aufsichts- und Führungsaufgaben ebenfalls ein Teil dieser Probleme auffangen lassen. Das setzt allerdings voraus, dass die Führungskräfte selbst hinreichend geschult und erfahren sind, was wiederum voraussetzt, dass dieses Thema ein Thema des Unternehmens ist. Bei den teilnehmenden Unternehmen war dies kein Problem. Andererseits muss an dieser Stelle aber noch einmal auf die Unternehmen verwiesen werden, die sich aus genau diesem Grunde nicht an der Untersuchung beteiligt haben.

Wichtig erscheint daher, das Thema Bildschirmarbeit – eben auch in Leitwarten – und die damit verbundenen Risiken bei unzureichender Umsetzung der Vorgaben und Schutzziele zum Thema in einem Unternehmen zu machen, und dieses Thema top down im Unternehmen per Organisationsentwicklungsmaßnahmen zu verankern. Erst dann kann damit gerechnet werden, dass auch individuelle Verletzungen der Vorgaben deutlich reduziert werden.

In diesem Zusammenhang sei auch auf die hier relevanten Probleme des demografischen Wandels hingewiesen. Einige der Betriebsleiter in den teilnehmenden Betrieben machten sich erhebliche Sorgen, ob die älter werdenden Leitwartenoperatoren, z. B. jenseits von 50 Jahren, den gegebenen Anforderungen in den bestehenden Leitwarten noch gewachsen sein werden. Dabei wurde im Wesentlichen mit nachlassender Leistungsfähigkeit mit zunehmendem Alter argumentiert. Die Diskussionsspanne reicht dabei von individuellen Hilfsmitteln (mit z. T. eigenen Problemen wie etwa bei Gleitsichtbrillen), über individueller Anpassungen (Anpassbarkeit der Arbeitsmittel) bis hin zu Fragen einer alternsgerechten Arbeitsgestaltung. Hier scheint uns ein weiterer Ansatzpunkt zur Umsetzung der Vorgaben der Bildschirmarbeitsverordnung zu liegen. Es muss deutlich werden, dass diese Vorgaben auch als präventive Maßnahmen zur Erreichung einer alternsgerechten Arbeitsgestaltung genutzt werden sollten.

6.4 In der Untersuchung gesammelte Erfahrungen

Eine der frühen Erfahrungen bei der Durchführung des Projektes war die Tatsache, dass sich einige der Vorgaben in den verschiedenen Regelwerken voneinander unterscheiden, so dass es zu widersprüchlichen Vorgaben kommt. Im Rahmen der Untersuchung wurde dort, wo gegeben, die Begründung angeschaut und nach dem eigenen ergonomischen Sachverstand entschieden, welche der Vorgaben im gegebenen Kontext die höchste Validität hat. Dies kann bei ergonomisch weniger erfahrenen Personen jedoch zu einer erheblichen Verunsicherung führen. Hier sollten dringend Vereinheitlichungen angestrebt bzw. einschlägige, kontextbezogene Vorgaben entwickelt werden. Auch dies kann zur Umsetzung der Vorgaben und zur Erreichung der Schutzziele beitragen.

Die Recherchen zur Vorbereitung der Checkliste haben darüber hinaus gezeigt, dass das Internet einen Raum mit blühenden Vorgaben darstellt, die z. T. abenteuerlich, zumindest aber mehr oder, in der Regel, minder gut belegt sind. Daher wurde für die Entwicklung der Checkliste sehr bald darauf verzichtet, sich auf Angaben aus dem Internet zu verlassen, weil hier viel zu häufig Nachjustierungen erforderlich waren. Dabei halfen allerdings auch seriöse Quellen nicht immer weiter, da auch hier, wie oben schon angemerkt, gelegentlich Differenzen in den Spezifikationen festzustellen waren. Im Internet findet man dabei häufig Versionen aus unterschiedlichen zeitlichen Epochen, die nicht immer durch aktuelle Versionen ersetzt werden, so dass man hier leicht in Fallen tappen kann.

Oft werden auch unreflektiert Vorgaben aus anderen Bereichen (z. B. Büroarbeit) übernommen, deren Übertragbarkeit nur sehr begrenzt bis gar nicht möglich ist. Vor solchen Quellen kann daher hier nur gewarnt werden.

Eine weitere wichtige Erfahrung war die doch recht weite Verbreitung von – oft nicht so genannten – Leitwarten im Dienstleistungsbereich, z. B. in den Finanz- und Kapitalmärkten. Diese mögen auf den ersten Blick den Eindruck von Büroarbeitsplätzen machen, ein genauerer Blick zeigt aber, dass es sich eindeutig um Aufgaben der Prozessüberwachung und -steuerung handelt. Solche Leitwarten waren leider nicht in die Untersuchung einbezogen worden. Nach den derzeitigen Erfahrungen sollten diese bei einer Weiterarbeit an diesem Thema auf jeden Fall in die Untersuchungen einbezogen werden.

Ebenfalls ist im Laufe der Untersuchungsdurchführung erst klar geworden, in welchem Umfang sich die Betriebspraktiker konkrete, kontextbezogene Vorgaben oder Richtlinien für die Gestaltung wünschen. Daher ergab sich immer wieder die Frage nach der Verfügbarkeit der Checkliste für die Arbeit im jeweiligen Unternehmen (s. o.). Die Recherchen nach verfügbaren Instrumenten hatten zwar deutlich erkennen lassen, dass solche Instrumente, insbesondere für Praktiker anwendbare Instrumente, nicht zur Verfügung standen. Erst die Untersuchung selbst hat aber erkennen lassen, wie stark das Interesse an geeigneten Hilfsmitteln ist. Da die Checkliste nicht für derartige Zwecke entwickelt worden ist, ist ihre Brauchbarkeit für eine solche Verwendung (z. B. Verständlichkeit der Vorgaben, Erkennbarkeit der Interaktionen zwischen den einzelnen Vorgaben durch Praktiker) nie geprüft worden.

Den beteiligten Unternehmen wird die Checkliste in einer Papier- und Bleistift Version zugänglich gemacht werden, die auch diesem Bericht als Anhang beigefügt ist. Da dieses Instrument der (rechnergestützte und mit Hilfsfunktionen versehene) Notizblock für die Beobachter war, fehlen dabei jegliche Quellenangaben. Diese finden sich bei den Gestaltungshinweisen wie im Gesamtliteraturverzeichnis dieses Berichts, ohne dass jedoch jede einzelne Quelle in der Checkliste selbst benannt ist.

Die Unternehmen bzw. Nutzer wurden gebeten, den Autoren Rückmeldungen über die Brauchbarkeit dieses Hilfsmittels zu geben; aber das kann eine systematische Evaluation der Checkliste für diesen Zweck nicht ersetzen. Der Einsatz der anhängenden Checkliste erfolgt daher auf eigene Verantwortung.

Was sich noch herausgestellt hat ist, dass für die Durchführung der Untersuchung mehr Zeit und mehr Personal wünschenswert gewesen wären. Bei der Variabilität und Vielschichtigkeit des Anwendungsfeldes wären weitere Untersuchungen an weiteren Leitwarten, nach Versuchsplänen, wie oben unter den methodischen Problemen (Kap. 6.2.2) skizziert, sicher geeignet gewesen, ein noch umfassenderes Bild von der Bildschirmarbeit in Leitwarten in Deutschland zu gewinnen. Andererseits kann aber davon ausgegangen werden, dass die hier vorgelegten Ergebnisse bereits einen relativ guten Einblick in das Problemfeld erlauben.

6.5 Umsetzung in Normen

Wie bereits mehrfach angesprochen, sollte erwogen werden, bei Revision der Normen der Normenreihe DIN EN ISO 11064 oder deren Aufnahme in die Normenreihe DIN EN ISO 9241, die Normen noch spezifischer auszugestalten. Insbesondere die Norm für die Prozessführung mit Bildschirmgeräten (DIN EN ISO 11064-5:2008) verdient dabei eine gründliche Überarbeitung, um die nach der vorliegenden Untersuchung als besonders defizitär ausgewiesenen Bereiche der Dialogführung besser abdecken zu können.

Eine Anpassung der DIN EN ISO 9241-110:2008 (oder anderer Teile dieser Norm) an die Problematik von industriellen oder dienstleistungsbezogenen Leitwarten mit stärkerer Berücksichtigung kontextbezogener Beispiele und Erläuterungen erscheint dagegen weniger zielführend. Dies mag zwar die Generalisierbarkeit der Konzepte belegen, dürfte den Herstellern und Betreibern von Leitwarten aber weniger nützen, da diese eher an konkreten, kontextbezogenen (statt verallgemeinerbaren) Vorgaben interessiert sind. Darüber hinaus könnte eine solche Norm, wenn sie denn auch die Probleme der Evaluation derartiger (leitlinienartiger) Vorgaben aufgreifen würde, deutlich gebrauchstauglicher für formative wie für summative (kontextbezogene) Evaluationsansätze in der Praxis werden. Aus den genannten Gründen ergibt sich für die Anpassung der Normenreihe DIN EN ISO 11064 oder ihrer Nachfolgerin eine gewisse Präferenz.

6.6 Ausblick und weitere Aktivitäten

Wie mehrfach berichtet, sind die Praktiker an handhabbaren Instrumenten für die Bewertung und Gestaltung der Bildschirmarbeit in Leitwarten interessiert. Aufgabe sollte es daher sein, ihnen ein derartiges, auf seine Brauchbarkeit geprüft Instrument zur Verfügung zu stellen.

Dies setzt jedoch weitere Entwicklungsarbeiten an der Checkliste voraus. Dazu zählt z. B. die Überprüfung der Sprachverständlichkeit durch Betriebspraktiker und der erforderlichen Hilfsmittel, um die Merkmale konzept- und kontextadäquat bearbeiten zu können. Der für die Untersuchungen im Rahmen des Projektes gewählte Ansatz einer rechnergestützten Checkliste mit abrufbaren Hilfsfunktionen und erläuternden Beispielen erscheint dafür durchaus geeignet und weiterentwickelbar.

Auch ließe sich überlegen, ob dabei eine risikobezogene Bewertung der Einzelmerkmale vorgenommen werden könnte und sollte, so dass sich ein stärkerer Bezug zur Gefährdungsbeurteilung herstellen ließe.

Interessant erschiene auch, eine Verbindung mit einem Datenbanksystem zu realisieren, in dem die eigene Leitwarte mit (anonymisierten) anderen Leitwarten verglichen werden könnte, um so die eigene Position in der Gestaltung der eigenen Leitwarten besser beurteilen zu können.

Zu empfehlen wäre auch eine Überprüfung der psychometrischen Gütekriterien der (Anwendung der) Checkliste, z. B. nach einem in DIN EN ISO 10075-3:2004 beschriebenen Vorgehen. Das wäre für den Fall der Verwendung der Checkliste im Kontext summativer Evaluationen zwingend erforderlich, um abschätzen zu können, wie sicher die erhaltenen Messwerte sind.

Darüber hinaus sind neuere Trends in der Gestaltung von Leitwarten zu beachten, wie etwa die der Übernahme von Gesichtspunkten der Gebrauchstauglichkeit (usability) und der Zugänglichkeit (accessibility) und deren sachgerechter Anwendung in diesem Anwendungsbereich. Accessibility-Aspekte konnten im Rahmen dieses Projektes nicht berücksichtigt werden, sie sollten jedoch, nach Erreichen eines befriedigenden Diskussionsstandes für diesen Anwendungsbereich, in weiterführende Diskussionen einbezogen werden.

Neue technologische Entwicklungen, wie sie etwa im Bereich der Konsumgüter entwickelt und auf die Leitwartengestaltung übertragen werden (sollen) (z. B. Positions- und Bewegungserkennung der Operateure, auch zur Steuerung der Prozessleitsysteme), sind ebenfalls zu berücksichtigen, auch wenn diese im Moment noch sehr futuristisch und zum Teil auch noch etwas abgehoben anmuten (vgl. Hollender & Doppelhamer, 2011).

Näher liegen da etwa Entwicklungen wie „multi-consoling“, mit dem alle Prozessbilder prinzipiell auf allen Arbeitsstationen wie auch auf Großbilddarstellungen dargestellt und interaktionsfähig geschaltet werden können und damit prinzipiell allen Operateuren zur Verfügung stehen. Das sollte die Zusammenarbeit zwischen mehreren Operateuren und ggf. den Schichtleitern (wo dies erforderlich ist) erleichtern. Auch pixel-detection, eine neuere Entwicklung zur Alarmerkennung auf Prozessleitbildern, und damit eine potenzielle Entlastung der Operateure stellen interessante Entwicklungen dar (vgl. etwa http://www.jungmann.de/0103_pixeldetection.htm bzw. http://www.jungmann.de/010501_grossbildsteuerung_multiconsoling.htm), die dabei helfen könnten, die Schutzziele der BildscharbV (2008) effektiver und vollständiger zu erreichen. Eine ergonomische Analyse und Bewertung solcher Produkte, ggf. auch auf einem Simulator, erscheinen daher höchst interessant.

Interessant und wichtig wäre auch eine valide Evaluation neuerer Designphilosophien, wie etwa des „ecological interface design“ (Vicente, 2002; Burns, 2006), um zu sehen, ob diese, auf anderen Grundüberlegungen der Informationsverarbeitung beruhenden Darstellung der für die Prozessführung wichtigen Informationen tatsächlich die erhofften Vorteile zeigt, und wie diese Grundüberlegungen in diesem Fall in Gestaltungsvorgaben übersetzt und prüfbar gemacht werden können.

7 Literatur

7.1 Literaturverzeichnis

ArbSchG: Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG, 07.08.1996, BGBl. I, 1246, letzte Änderung 05.02.2009). Bundesgesetzesblatt 2009, I, 160

Arbeitsschutz-Richtlinie 89/391/EWG: Richtlinie 89/391/EWG des Rates über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit (vom 12. Juni 1989, ABl. EG Nr. L 183, S. 1, zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 22. Oktober 2008, in Kraft getreten am 11. Dezember 2008). ABl. 2008, EG L 311, 1

ArbStättV: Verordnung über Arbeitsstätten (12.08.2004, BGBl. I, 2179, letzte Änderung 19.07.2010). BGBl. 2010, I, 960

ASR 6/1,3: Raumtemperatur (ArbStätt 5.006, 08.05.2001). BArbBI 6-7(2001), 94 [http://www.gaa.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16486/5_006.pdf]

ASR 17/1,2: Verkehrswege (ArbStätt 5.017.1,2, 06.11.2007). BArbBI 1(1988), 34 [http://www.gaa.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16486/5_017_1_2.pdf]

ASR A3.4: Beleuchtung (Technische Regeln für Arbeitsstätten, Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.4 des Ausschusses für Arbeitsstätten, ASTA). Dortmund: BAuA 2011 [www.gaa.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16486/5_A3_04_3.pdf]

AUVA: Büroarbeitsplätze. Wien: Allgemeine Unfallversicherungsanstalt 2003 (E 17: Evaluierung, Gefahren ermitteln und beseitigen)

Baber, C.: Evaluation in human-computer interaction. In: Wilson, J.R.; Corlett, N. (Eds.): Evaluation of human work. Boca Raton: CRC Press 2005, 357-388

Badke-Schaub, P.; Hofinger, G.; Lauche, K. (Hrsg.): Human Factors. Psychologie sicheren Handelns in Risikobranchen. Berlin: Springer 2012

Bainbridge, L.: Ironies of automation. Automatica 19 (1983), 6, 775-779

Beermann, B.: Leitfaden zur Einführung und Gestaltung von Nacht- und Schichtarbeit. Dortmund: BAuA 2005

BetrVG: Betriebsverfassungsgesetz (vom 16.01.1972, BGBl. I, 13, i. d. F. vom 25.09.2001, BGBl. I, 2518, letzte Änderung 29.07.2009). Bundesgesetzesblatt I(2009), 2424

BG Chemie: Mensch – Sicherheit – Technik. Gestern. Heute. Morgen. Heidelberg: Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie (BG Chemie) 2003

BG Chemie: Bildschirmarbeitsplätze. Heidelberg: Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie 2008 (Merkblätter der T-Reihe Sichere Technik, mit Gefährdungskatalog, T 044 und T 044a)

BGI 523: Mensch und Arbeitsplatz. Düsseldorf: Vereinigung der Metallberufsgenossenschaften (VMBG) 2008

[<http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bgi523.pdf>]

BGI 527: Unterweisung – Bestandteil des betrieblichen Arbeitsschutzes (fachliche Unterstützung durch E. Jonischkeit, T. Köppen, S. Stillger). Düsseldorf: Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften 2008

[publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bgi527.pdf]

BGI 650: Bildschirm- und Büroarbeitsplätze. Leitfaden für die Gestaltung. Hamburg: Verwaltungsberufsgenossenschaft (VBG) 2012

[<http://www.vbg.de/apl/zh/z418/titel.htm>]

BGI 773: Call Center. Hilfen für Planung und Einrichtung. Hamburg: Verwaltungsberufsgenossenschaft (VBG) 2011

[<http://www.vbg.de/apl/zh/bgi773/titel.htm>]

BGI 827: Sonnenschutz im Büro. Hilfen für die Auswahl von geeigneten Blend- und Wärmeschutzvorrichtungen an Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen. Hamburg: Verwaltungsberufsgenossenschaft (VBG) 2009

[<http://www.vbg.de/apl/zh/bgi827/titel.htm>]

BGI 852-1: Nutzungsqualität von Software. Grundlegende Informationen zum Einsatz von Software in Arbeitssystemen (fachliche Unterstützung durch O. Cernavin, I. Meyer & P. Nickel). Wiesbaden: BC Verlags- und Mediengesellschaft 2003 (Schriftenreihe Prävention der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft, SP 2.11/1)

[publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bgi852-1.pdf]

BGI 852-2: Management und Software. Arbeitshilfen zur Erhöhung der Nutzungsqualität von Software im Arbeitssystem (fachliche Unterstützung durch O. Cernavin, I. Meyer & P. Nickel). Wiesbaden: BC Verlags- und Mediengesellschaft 2003 (Schriftenreihe Prävention der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft, SP 2.11/2)

[publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bgi852-2.pdf]

BGI 852-3: Einrichten von Software. Leitfaden und Check für Benutzer (fachliche Unterstützung durch O. Cernavin, I. Meyer & P. Nickel). Wiesbaden: BC Verlags- und Mediengesellschaft 2003 (Schriftenreihe Prävention der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft, SP 2.11/3)

[publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bgi852-3.pdf]

BGI 852-4: Software-Kauf und Pflichtenheft. Leitfaden und Arbeitshilfen für Kauf, Entwicklung und Beurteilung von Software (fachliche Unterstützung durch O. Cernavin, I. Meyer & P. Nickel). Wiesbaden: BC Verlags- und Mediengesellschaft 2003 (Schriftenreihe Prävention der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft, SP 2.11/4)

[publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bgi852-4.pdf]

BGI 856: Beleuchtung im Büro. Hilfen für die Planung der künstlichen Beleuchtung in Büroräumen. Hamburg: Verwaltungsberufsgenossenschaft (VBG 2009
[<http://www.vbg.de/apl/zh/bgi856/titel.htm>]

BGI/GUV-I 5048-1: Ergonomische Maschinengestaltung von Werkzeugmaschinen der Metallverarbeitung - Checkliste und Auswertungsbogen. Berlin: DGUV 2010
[publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/i-5048-1.pdf]

BGI/GUV-I 5048-2: Ergonomische Maschinengestaltung von Werkzeugmaschinen der Metallbearbeitung (mit Informationen zur Checkliste). Berlin: DGUV 2010
[publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/i-5048-2.pdf]

BGR 131-1: Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Handlungshilfen für den Unternehmer. Berlin: DGUV 2008
[publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bgr131-1.pdf]

BGV A1: Unfallverhütungsvorschrift – Grundsätze der Prävention. Sankt Augustin: HVBG 2004
[publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/a1.pdf]

BildscharbV: Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit an Bildschirmgeräten (Bildschirmarbeitsverordnung – BildscharbV, 04.12.1996, BGBl. I, 1843, letzte Änderung 18.12.2008). Bundesgesetzesblatt 2008, I, 2768

Bleyer, T.; Henke, N.; Hold, U.; Rademacher, U.; Windel, A.: Technologien im Büro. Chancen und Risiken im Umgang mit PC, E-Mail & Co. Dortmund: BAuA 2011

Bockelmann, M.: Entwicklung und Überprüfung eines Prototyps eines Instrumentes zur Beurteilung und Optimierung des Gestaltungszustandes von Alarmsystemen – eine Machbarkeitsstudie. Unveröffentlichte Diplomarbeit. Oldenburg: Universität 2009

Bortz, J.; Lienert, G.: Kurzgefasste Statistik für die klinische Forschung: Leitfaden für die verteilungsfreie Analyse kleiner Stichproben. Berlin: Springer 2008

Bortz, J.; Schuster, C.: Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. Berlin: Springer 2010

Bortz J.; Lienert, G.A.; Boehnke, K.: Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik. Berlin: Springer 2000

Bretschneider-Hagemes, M.; Brütting, M.; Flaspöler, E.; Nickel, P.: Bedienergonomie. In: Eichendorf, W.; Hedtmann, J. (Hrsg.): Praxishandbuch Verkehrsmedizin, Prävention – Sicherheit – Begutachtung. Wiesbaden: Universum Verlag 2012, 259-268

Burns, C.: Towards proactive monitoring in the petrochemical industry. Safety Science 44 (2006), 27-36

Cohen, J.: A coefficient of agreement for nominal scales. In: Educational and Psychological Measurement 20(1960), 37-46

DIN 66234-8: Bildschirmarbeitsplätze. Teil 8: Grundsätze der Dialoggestaltung. Berlin: Beuth 1988-02

DIN EN 614-2: Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Gestaltungsgrundsätze - Teil 2: Wechselwirkungen zwischen der Gestaltung von Maschinen und den Arbeitsaufgaben. Berlin: Beuth 2008-12

DIN EN 894-1: Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen - Teil 1: Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen. Berlin: Beuth 2009-01

DIN EN 894-2: Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen - Teil 2: Anzeigen. Berlin: Beuth 2009-02

DIN EN 29241-2: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Teil 2: Anforderungen an die Arbeitsaufgaben. Berlin: Beuth 1993-06

DIN EN 61160: Entwicklungsbewertung. Berlin: Beuth 2006-06

DIN EN ISO 6385: Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen. Berlin: Beuth 2004-05

DIN EN ISO 9241-10: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten. Teil 10: Grundsätze der Dialoggestaltung. Berlin: Beuth 1996-07

DIN EN ISO 9241-11: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten - Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit. Berlin: Beuth 1999-01

DIN EN ISO 9241-12: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeit mit Bildschirmgeräten - Teil 12: Informationsdarstellung. Berlin: Beuth 2000-08

DIN EN ISO 9241-110: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung. Berlin: Beuth 2008-09

DIN EN ISO 9241-303: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 303: Anforderungen an elektronische optische Anzeigen. Berlin: Beuth 2012-03

DIN EN ISO 10075-1: Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 1: Allgemeines und Begriffe. Berlin: Beuth 2000-11

DIN EN ISO 10075-2: Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 2: Gestaltungsgrundsätze. Berlin: Beuth 2000-06

DIN EN ISO 10075-3: Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 3: Grundsätze und Anforderungen an Verfahren zur Messung und Erfassung psychischer Arbeitsbelastung. Berlin: Beuth 2004-12

DIN EN ISO 11064-1: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 1: Grundsätze für die Gestaltung von Leitzentralen. Berlin: Beuth 2001-08

- DIN EN ISO 11064-2:** Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 2: Grundsätze für die Anordnung von Warten mit Nebenräumen. Berlin: Beuth 2001-08
- DIN EN ISO 11064-3:** Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 3: Auslegung von Wartenräumen. Berlin: Beuth 2003-06
- DIN EN ISO 11064-4:** Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 4: Auslegung und Maße von Arbeitsplätzen. Berlin: Beuth 2004-10
- DIN EN ISO 11064-5:** Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 5: Anzeigen und Stellteile. Berlin: Beuth 2008-10
- DIN EN ISO 11064-6:** Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 6: Umgebungsbezogenen Anforderungen an Leitzentralen. Berlin: Beuth 2005-10
- DIN EN ISO 11064-7:** Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 7: Grundsätze für die Bewertung von Leitzentralen. Berlin: Beuth 2006-08
- DIN EN ISO 26800:** Ergonomie – Genereller Ansatz, Prinzipien und Konzepte. Berlin: Beuth 2011-11
- Edwards, E.; Lees, F.P.:** Man and computer in process control. London: The Institution of Chemical Engineers 1973
- GAWO:** Positive Gestaltungsbeispiele der softwaregestützten Arbeitszeitgestaltung (bearbeitet durch A. Stier und C. Schomann der Gesellschaft für Arbeits-, Wirtschafts- und Organisationspsychologische Forschung e.V. (GAWO)). Dortmund: BAuA 2008
- Greve, W.; Wentura, D.:** Wissenschaftliche Beobachtung: Eine Einführung. Weinheim: Beltz 1997
- Hacker, W.:** Psychologische Bewertung von Arbeitsgestaltungsmaßnahmen: Ziele und Bewertungsmaßstäbe (2., veränd. u. erg. Aufl.). Berlin: Springer 1984
- Hacker, W.:** Allgemeine Arbeitspsychologie: Psychische Regulation von Wissens-, Denk- und körperlicher Arbeit. Bern: Huber 2005
- Hacker, W.; Richter, P.:** Psychische Fehlbeanspruchung. Psychische Ermüdung, Monotonie, Sättigung und Streß (2., veränd. u. erg. Aufl.). Berlin. Springer 1984
- Hahn, H.; Köchling, A.; Krüger, D.; Lorenz, D.:** Arbeitssystem Bildschirmarbeit. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW 1995 (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, FA 31)
- Hartmann, E.:** Beleuchtung. In: Schmidtke, H. (Hrsg.): Ergonomie. München: Hanser 1993, 191-211
- HSE:** Besserer Umgang mit Alarmen. Chemische Industrie: Blatt Nr. 6. Sudbury: Health and Safety Executive Books 2000

Helander, M.: A guide to human factors and ergonomics. Boca Raton: CRC Press 2006

Hénique, E.; Lindegaard, S.; Hunt, B.: Design of large and complex display systems. In: Ivergård, T.; Hunt, B. (Eds.): Handbook of control room design and ergonomics: A perspective for the future. Boca Raton: CRC Press 2009, 83-132

Hollender, M., Doppelhamer, J.: Intelligente Leitwarten. Effiziente Prozessführung berücksichtigt den Faktor Mensch. atp edition 12(2011), 42-47

INQA-Büro: Der Bürotipp 02 (INQA-Büro, Initiativkreis Neue Qualität der Büroarbeit). Sankt Augustin: BaSi 2006

Ivergård, T.; Hunt, B.: Handbook of control room design and ergonomics: A Perspective for the Future. Boca Raton: CRC Press 2009a

Ivergård, T.; Hunt, B.: System design. An overview. In: Ivergård, T.; Hunt, B. (Eds.): Handbook of control room design and ergonomics: A perspective for the future. Boca Raton: CRC Press 2009b, 327-342

Ivergård, T.; Hunt, B.: Control room layout and design. In: Ivergård, T.; Hunt, B. (Eds.): Handbook of control room design and ergonomics: A perspective for the future. Boca Raton: CRC Press 2009c, 155-176

Ivergård, T.; Hunt, B.: Design of conventional information devices. In: Ivergård, T.; Hunt, B. (Eds.): Handbook of control room design and ergonomics: A perspective for the future. Boca Raton: CRC Press 2009d, 45-81

Ivergård, T.; Hunt, B.: Learning and creativity at work. In: Ivergård, T.; Hunt, B. (Eds.): Handbook of control room design and ergonomics: A perspective for the future. Boca Raton: CRC Press 2009e, 291-309

Jeschke, P.: Bildschirmarbeit in Leitzentralen der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung. Vortrag im Rahmen des Workshops "Bildschirmarbeit in Leitwarten. Handlungshilfen zur ergonomischen Gestaltung nach Bildschirmarbeitsverordnung" der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), 25.10.2011, Dortmund, 2011

[<http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2249-Workshop.html>]

Jeschke, P.; Lafrenz, B.: Computer-Arbeit in Leitwarten: Gilt die Bildschirmarbeitsverordnung? Sicher ist sicher. Arbeitsschutz aktuell 1(2012), 21-25

KAN: Positionspapier der KAN zu Gehäuseglanzgraden an Bildschirmgehäusen (erarbeitet durch Arbeitsschutzexperten unter der Federführung der Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN). Sankt Augustin: Verein zur Förderung der Arbeitssicherheit in Europa e.V. (VFA), 2011

Kroemer, K.H.E.: Design of the computer workstation. In Helander, M.; Landauer, T.K.; Prabhu, P.V. (Eds.): Handbook of human-computer interaction. Amsterdam: Elsevier 1997, 1395-1414

Landis, J.R.; Koch, G.G.: The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33(1977), 159-174

Lips, W.; Matzinger, C.; Krueger, H.; Schierz, C.: Die Arbeit am Bildschirm. Ausführliche Informationen für Fachleute und Interessierte. Luzern: Schweizerische Unfallversicherungsanstalt Gesundheitsschutz (SUVA) 2003

Ludborzs, B.: Anforderungen an die Qualifikation des Operators. In: Internationale Vereinigung für Soziale Sicherheit (IVSS) (Hrsg.): Erziehung und Ausbildung zur Prävention (Berichtsheft des Internationalen IVSS-Kolloquiums). Heidelberg: Jedermann 1989, 211-214

Ludborzs, B.: Voraussetzungen für die menschliche Zuverlässigkeit und Konsequenzen für betriebliche Gestaltungs-, Kommunikations- und Qualifizierungskonzepte in der hochautomatisierten prozeßverarbeitenden Industrie. In: Becker, G.; Preuß, W. (Hrsg.), Einsatz neuer Informations- und Leitsysteme in Verkehr, Prozessführung, Fertigung (3. Internationaler Workshop Leitwarten, Köln, 17.-19.05.1994). Köln: Verlag TÜV Rheinland 1996, 245-258

Meyer, I.: Effektivität der Prozessführung bei unterschiedlichen Oberflächen eines Prozessleitsystems. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW 2006 (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Forschungsbericht, Fb 1084)

Moray, N.: Human Factors in Process Control. In: G. Salvendy (Ed.): Handbook of Human Factors and Ergonomics. New York: Wiley 1997, 1944-1971

NA 26: PLT-Räume – Prozessleitwarten, Leitstände, Nebenräume – Planungshilfe für konstruktive Gestaltung. Leverkusen: Normenarbeitsgemeinschaft für Mess- und Regeltechnik in der chemischen Industrie (NAMUR) 2006

NA 75: Besonderheiten von Bildschirmarbeitsplätzen in Messwarten. Leverkusen: Normenarbeitsgemeinschaft für Mess- und Regeltechnik in der chemischen Industrie (NAMUR) 1997

NA 76: NAMUR-Checkliste für Messwarten und Leitstände. Leverkusen: Normenarbeitsgemeinschaft für Mess- und Regeltechnik in der chemischen Industrie (NAMUR) 2003

NA 102: Alarmmanagement. Leverkusen: Normenarbeitsgemeinschaft für Mess- und Regeltechnik in der chemischen Industrie (NAMUR) 2008

Nachreiner, F.: Psychische Belastung und Beanspruchung in Systemen mit komplexer Technikumgebung. In: Ludborzs, B.; Nold, H. (Hrsg.): Psychologie der Arbeitssicherheit und Gesundheit. Entwicklungen und Visionen 1980-2008-2020. Kröning: Asanger 2009, 173-191
Nachreiner, F.; Mesenholl, E.; Mehl, K.: Arbeitsgestaltung. Hagen: FUGH 1993

Nachreiner, F.; Grzech-Šukalo, H.; Möhlmann, D.; Nickel, P.; Trauernicht, K.: Beteiligungsorientierte und sozialverträgliche Arbeitszeit- und Pausengestaltung im Stadt- und Regionalverkehr (SuRV) (2. Auflage). Berlin: ver.di Bundesvorstand 2003

Nachreiner, F., Nickel, P., Meyer, I., Hartwig, R., Wiegmann, R., Harloff, J.: Software evaluation according to ISO standards: problems and pitfalls. Oral presentation on the Human Factors and Ergonomics Society Europe Chapter Annual Scientific Meeting 'Human Factors in Design, Safety, and Management', October 27-29 2004, Faculty of Industrial Design Engineering, Faculty of Technology, Policy and Management, Delft University, The Netherlands, 2004

Nachreiner, F.; Wirtz, A.; Dittmar, O.; Schomann, C.; Bockelmann, M.: Study on health and safety aspects of working time. In: Deloitte (Ed.): Study for the European Commission, DG for Employment, Social Affairs and Equal Opportunities, to support an Impact Assessment on further action at European level regarding Directive 2003/88/EC and the evolution of working time organisation. Diegem (Belgium): Deloitte 2010, annexe 1-4, A3-A49
[<http://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=6455&langId=en>]

Nachreiner, F.; Bockelmann, M.; Nickel, P.: Ergonomische Überlegungen zu Remote Operations Control Center (ROCC). In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (GfA) (Hrsg.): Gestaltung nachhaltiger Arbeitssysteme - Wege zur gesunden, effizienten und sicheren Arbeit. Dortmund: GfA-Press 2012, 585-589

NE 66: Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen in Messwarten und Leitständen. Leverkusen: Normenarbeitsgemeinschaft für Mess- und Regeltechnik in der chemischen Industrie (NAMUR) 1996

Nicholl, A.: Environmental factors in the control room. In: Ivergård, T.; Hunt, B. (Eds.): Handbook of control room design and ergonomics: A perspective for the future. Boca Raton: CRC Press 2009, 177-200

Nickel, P.; Nachreiner, F.: Anforderungen an Arbeitsunterlagen für die Prozessführung. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 2005 (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Fb 1053)

Nickel, P.; Nachreiner, F.: Evaluation arbeitspsychologischer Interventionen. In: Kleinbeck, U.; Schmidt, K.-H. (Hrsg.): Arbeitspsychologie (Enzyklopädie der Psychologie, D-III-1). Göttingen: Hogrefe 2010, 1003-1038

Nickel, P.; Nachreiner, F.; Meyer, I.: Möglichkeiten und Grenzen der Übertragbarkeit von (software-) ergonomischen Grundsätzen der Dialoggestaltung von Büro- auf Prozessleitsysteme. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (Hrsg.): Arbeit + Gesundheit in effizienten Arbeitssystemen. Dortmund: GfA-Press 2004a, 463-466

Nickel, P.; Meyer, I.; Nachreiner, F.: Ergonomische Arbeitshilfen für Büro-Software – Leitfäden für Kauf, Entwicklung, Beurteilung und Einrichtung. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (Hrsg.): Arbeit + Gesundheit in effizienten Arbeitssystemen. Dortmund: GfA-Press 2004b, 471-475

Nickel, P.; Nachreiner, F.; Meyer, I.: Aufgabenangemessenheit – Zur Übertragbarkeit eines ergonomischen Gestaltungsgrundsatzes von Büro- auf Prozessleitsysteme. In: Bungard, W.; Koop, B.; Liebig, C. (Hrsg.): Psychologie und Wirtschaft leben. Aktuelle Themen der Wirtschaftspsychologie in Forschung und Praxis. München: Hampp 2004c, 137-143

Nickel, P.; Bockelmann, M.; Nachreiner, F.: Neu-/ Umgestaltung von Leitwarten: Hinweise zum Vorgehen. Präsentation auf dem BAuA-Workshop „Bildschirmarbeit in Leitwarten“, 25.10.2011, Dortmund [Internet, 31.03.2012, <http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2249-Workshop.html>]

Noyes, J.; Bransby, M. (Eds.): People in control. Human factors in control room design. London: The Institution of Electrical Engineers (IEE) 2001

Oborne, D.J.: Ergonomics at work. Human factors in design and development. Chichester: Wiley 1996

Rajan, J.A.; Wilson, J.R.; Wood, J.: Control facilities design. In: Wilson, J.R.; Corlett, N. (Eds.): Evaluation of human work. Boca Raton: Taylor & Francis 2005, 389-425

Rentrop, M.: Kohärentes Vorschriften- und Regelwerk aus einem Guss. DGUV Forum 5(2011), 22-25
[http://www.dguv-forum.de/files/594/11-36-031_DGUV_Forum_5-2011.pdf]

Rutenfranz, J.; Knauth, P.; Nachreiner, F.: Arbeitszeitgestaltung. In: Schmidtke, H. (Hrsg.): Ergonomie. München: Hanser 1993, 459-599

Sanders, M.S.; McCormick, E.J.: Human factors in engineering and design. New York: McGraw Hill 1993

Schaefer, P.: Lärm. In: Schmidtke, H. (Hrsg.): Ergonomie. München: Hanser 1993, 211-257

Schäfer, P.; Wilke, O.; Çakir, A.; Çakir, G.: Normung im Bereich Bildschirmarbeit (Kommission Arbeitsschutz und Normung, KAN-Bericht 16). Sankt Augustin: KAN 1997

Schmidtke, H.: Überwachungs-, Kontroll- und Steuerungstätigkeiten (RKW Reihe Arbeitsphysiologie – Arbeitspsychologie, Hinweise für die Praxis). Berlin: Beuth-Vertrieb 1966

Schmidtke, H.: Ergonomische Prüfung, Daten und Methoden. München: Hanser 1989

Schmidtke, H. (Hrsg.): Ergonomie. München: Hanser 1993a

Schmidtke, H.: Arbeitsplatzgestaltung. In: Schmidtke, H. (Hrsg.), Ergonomie. München: Hanser 1993b, 502-520

Schmidtke, H. (Hrsg.): Handbuch der Ergonomie mit ergonomischen Konstruktionsrichtlinien und Methoden. Koblenz: Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung 2007a

Schmidtke, H.: Konsole für dynamische Systeme. In: Schmidtke, H. (Hrsg.): Handbuch der Ergonomie mit ergonomischen Konstruktionsrichtlinien und Methoden. Koblenz: Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung 2007b, C-5.2.2

Schmidtke, H.; Rühmann, H.: Ergonomische Gestaltung von Steuerständen. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW 1980 (BAU-Forschungsbericht Nr. 191)

Schmidtke, H.; Rühmann, H.: Betriebsmittelgestaltung. In: Schmidtke, H. (Hrsg.): Ergonomie. München: Hanser 1993, 521-554

Schmidtke, H.; Tietschert, G.: Gestaltung von Bildschirmarbeitsplatz-Konsolen (BAP-Konsolen). In: Schmidtke, H. (Hrsg.), Handbuch der Ergonomie mit ergonomischen Konstruktionsrichtlinien und Methoden. Koblenz: Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung 2001, C-4.2.5

Shadish, W.R.; Cook, T.D.; Campbell, D.T.: Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference. Boston: Houghton Mifflin Company 2002

Singer, R.; Rutenfranz, J.; Nachreiner, F.: Zur Beanspruchung des Menschen bei Überwachungs-, Kontroll- und Steuerungstätigkeiten in der Industrie. Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Arbeitshygiene 5(1970), 314-319

Sonntag, K.; Frieling, E.; Stegmaier, R.: Lehrbuch Arbeitspsychologie. Bern: Huber 2012

Stanton, N.A.; Salmon, P.; Jenkins, D.; Walker, G.: Human Factors in the Design and Evaluation of Central Control Room Operations. Boca Raton: CRC Press 2010

Sust, C.A.; Lorenz, D.; Windel, A.: Bildschirmarbeit in Kliniken und Praxen. Dortmund: BAuA 2008 (Projekt F 1801 im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, BAuA)

Sust, C.A.; Lorenz, D.; Völker, K.: Bildschirmarbeitsplätze in der Produktion. Dortmund: BAuA 2010 (Projekt F 1963 im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, BAuA)

Überla, K.: Faktorenanalyse. Berlin: Springer 1971

VDI/VDE 3699: Prozessführung mit Bildschirmen – Begriffe. Düsseldorf: VDI 2005

Vicente, K.J.: Ecological interface design: progress and challenges. Human Factors 44 (2002), 62–78.

Wenzel, H.G.: Klima. In: Schmidtke, H. (Hrsg.): Ergonomie. München: Hanser 1993, 274-286

Wickens, C.D.; Hollands, J.G.: Engineering psychology and human performance. Upper Saddle River: Prentice Hall 2000

Wilson, J.R.; Corlett, N. (Eds.): Evaluation of human work. Boca Raton: Taylor & Francis 2005

Wilson, J.; Haines, H.; Morris, W.: Participatory ergonomics. In: Wilson, J.R.; Corlett, N. (Eds.): Evaluation of human work. Boca Raton: Taylor & Francis 2005, 933-962

Windel, A.; Zimolong, B.; Gruhn, S.; Hohlweck, C.; Adolph, L.: Bewertungsinstrument zur menschengerechten Gestaltung von Leitwarten – BIGL –. In: Landesanstalt für Arbeitsschutz NRW (LafA) (Hrsg.): Sicherheit und menschengerechte Gestaltung von Leitwarten. Düsseldorf: LafA 1996, 15-139

Wirtz, A.: Gesundheitliche und soziale Auswirkungen langer Arbeitszeiten. Dortmund: BAuA 2010

Wirtz, M.; Caspar, F.: Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität. Göttingen: Hogrefe 2002

Wolf, C.; Genz, H.O.; Schambotski, H.; Kage-Wernicke, J.: Projektmanagement – eine Einführung. Hamburg: Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) 2007

Woodson, W.E.; Conover, D.E.: Human engineering guide for equipment designers (2nd edition). Berkeley: University of California Press 1966

7.2 Internetquellen

<http://gawo.no-ip.org:8080/>

<http://inqa.gawo-ev.de/cms/>

http://www.jungmann.de/0103_pixeldetection.htm

http://www.jungmann.de/010501_grossbildsteuerung_multiconsoling.htm

7.3 Projektpublikationen

7.3.1 Publikationen

Bockelmann, M.; Nickel, P.; Nachreiner, F.: Bildschirmarbeit in Leitwarten - Teil 1: Entwicklung einer Checkliste zur Überprüfung von ergonomischen Gestaltungsanforderungen. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft 65 (2/2011), 187-190

Bockelmann, M.; Nickel, P.; Nachreiner, F.: Bildschirmarbeit in Leitwarten - Teil 2: Untersuchungen zur Umsetzung von ergonomischen Gestaltungsanforderungen. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft 65 (2/2011), 190-192

Bockelmann, M.; Nickel, P.; Nachreiner, F.: Bildschirmarbeit in Leitwarten - Teil 2: Untersuchungen zur Umsetzung von ergonomischen Gestaltungsanforderungen. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (Hrsg.), Mensch, Technik, Organisation – Vernetzung im Produktentstehungs- und -herstellungsprozess (Nachtrag unter www.gfa-online.de). Dortmund: GfA-Press 2011

Bockelmann, M.; Nickel, P.; Nachreiner, F.: Bildschirmarbeit in Leitwarten - Teil 1: Entwicklung einer Checkliste zur Überprüfung von ergonomischen Gestaltungsanforderungen. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (Hrsg.): Mensch, Technik, Organisation – Vernetzung im Produktentstehungs- und -herstellungsprozess. Dortmund: GfA-Press 2011, 493-496

Bockelmann, M., Nickel, P.; Nachreiner, F.: Zur ergonomischen Qualität der Gestaltung von Bildschirmarbeit im Leitwarten. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (GfA) (Hrsg.): Gestaltung nachhaltiger Arbeitssysteme – Wege zur gesunden, effizienten und sicheren Arbeit. Dortmund: GfA-Press 2012, 105-108

Bockelmann, M., Nickel, P.; Nachreiner, F.: Bildschirmarbeit im Leitwarten: Untersuchungen zur Umsetzung ergonomischer Gestaltungsanforderungen. In: Athanassiou, G.; Schreiber-Costa, S.; Sträter, O. (Hrsg.): Sichere und gesunde Arbeit erfolgreich gestalten – Forschung und Umsetzung in der Praxis (17. Workshop Psychologie der Arbeitssicherheit und Gesundheit). Kröning: Asanger, 2012, 183-186

7.3.2 Präsentationen

Bockelmann, M.: F2249 Bildschirmarbeit in Leitwarten – Handlungshilfen zur ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplätzen nach der Bildschirmarbeitsverordnung. Präsentation auf dem Dresdner Treff, 11.05.2011, Dresden

Bockelmann, M., Nachreiner, F.; Nickel, P.: Bildschirmarbeit in Leitwarten – Untersuchungen zur Umsetzung von ergonomischen Gestaltungsanforderungen. Vortrag anlässlich der JST Community 2011 (Jungmann Systemtechnik Anwendertreffen), 29.09.2011, Bremen

Bockelmann, M., Nachreiner, F.; Nickel, P.: Bildschirmarbeit in Leitwarten (F2249) – Untersuchungen zur Umsetzung von ergonomischen Gestaltungsanforderungen. Vortrag im Rahmen des Workshops "Bildschirmarbeit in Leitwarten. Handlungshilfen zur ergonomischen Gestaltung nach Bildschirmarbeitsverordnung" der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), 25.10.2011, Dortmund [<http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2249-Workshop.html>]

Bockelmann, M.; Nickel, P.; Nachreiner, F.: Bildschirmarbeit in Leitwarten: Checkliste, Anwendung, Ergebnisse. Vortrag zum 57. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (GfA) "Mensch, Technik, Organisation – Vernetzung im Produktentstehungs- und -herstellungsprozess", 23.-25.03.2011, TU Chemnitz, Chemnitz

Bockelmann, M., Nickel, P.; Nachreiner, F.: Bildschirmarbeit im Non-Office-Bereich: Untersuchungen in Leitwarten zur Umsetzung von ergonomischen Gestaltungsanforderungen. Posterpräsentation auf dem 32. Internationalen Kongress für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (A+A) "Sicherheit, Gesundheit, Ergonomie", A+A2011, 18.-21.10.2011, Düsseldorf

Bockelmann, M., Nickel, P.; Nachreiner, F.: Zur ergonomischen Qualität der Gestaltung von Bildschirmarbeit im Leitwarten. Vortrag zum 58. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (GfA) "Gestaltung nachhaltiger Arbeitssysteme – Wege zur gesunden, effizienten und sicheren Arbeit", 22.-24.02.2012, Universität Kassel, Kassel

Bockelmann, M., Nickel, P.; Nachreiner, F.: Bildschirmarbeit im Leitwarten: Untersuchungen zur Umsetzung ergonomischer Gestaltungsanforderungen. Vortrag zum 17. Workshop Psychologie der Arbeitssicherheit und Gesundheit "Sichere und gesunde Arbeit erfolgreich gestalten - Forschung und Umsetzung in der Praxis", 14.-16.05.2012, BG RCI und Universität Kassel, Maikammer

Bockelmann, M.; Nickel, P.; Nachreiner, F.: Evaluation of the implementation of human factors and ergonomic design recommendation for VDU work in process control operations. Presentation on the 6th International Working on Safety Conference "Towards Safety through Advanced Solutions", September 11-14, 2012, Sopot, Poland

Nachreiner, F., Bockelmann, M.; Nickel, P.: Gestaltungsvorschläge: Ansatzpunkte und Tipps - ausgewählte Beispiele -. Vortrag im Rahmen des Workshops "Bildschirmarbeit in Leitwarten. Handlungshilfen zur ergonomischen Gestaltung nach Bildschirmarbeitsverordnung" der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), 25.10.2011, Dortmund
[<http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2249-Workshop.html>]

Nickel, P., Bockelmann, M.; Nachreiner, F.: Handlungshilfen zur Gestaltung von Bildschirmarbeit in Leitwarten – Gruppenarbeit –. Moderation der Gruppenarbeit im Rahmen des Workshops "Bildschirmarbeit in Leitwarten. Handlungshilfen zur ergonomischen Gestaltung nach Bildschirmarbeitsverordnung" der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), 25.10.2011, Dortmund
[<http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2249-Workshop.html>]

Nickel, P., Bockelmann, M.; Nachreiner, F.: Neu-/ Umgestaltung von Leitwarten: Hinweise zum Vorgehen. Vortrag im Rahmen des Workshops "Bildschirmarbeit in Leitwarten. Handlungshilfen zur ergonomischen Gestaltung nach Bildschirmarbeitsverordnung" der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), 25.10.2011, Dortmund
[<http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/F2249-Workshop.html>]

Abbildungsverzeichnis

Bildnachweise:

Alle Rechte liegen bei den Urhebern. Nachdruck nur mit Genehmigung der Urheber.

Anonymus

(Bilder sind urheberrechtlich geschützt und der Urheber bleibt hier unbenannt.)

(S. 61, 72, 82, 112)

Deutsche Telekom Technik GmbH, Bonn

(S. 152)

Emerson Process Management GmbH & Co. OHG, Haan

(S. 175, 184)

GAWO e.V. (Gesellschaft für Arbeits-, Wirtschafts- und Organisationspsychologische Forschung e.V.), Oldenburg

(S. 27, 142)

JST und GAWO e.V. (Jungmann Systemtechnik GmbH & Co. KG, Buxtehude, und GAWO e.V.)

(S. 145, 149, 150, 151, 156, 159, 160, 161, 162, 166, 171, 176)

Abb. 3.1	Staatlicher und autonomer Arbeitsschutz sowie nachgeordnete, rechtlich verbindliche Vorschriften, Verordnungen und Regeln (vgl. Rentrop, 2011, 24)	21
Abb. 3.2	Beispiel eines Beurteilungsmerkmals der Checkliste mit Ja/Nein-Kategorie	27
Abb. 3.3	Beispiel eines Beurteilungs- und Gestaltungsmerkmals der Checkliste mit Ampel-Kategorisierung	27
Abb. 3.4	Anzahl der Leitwarten je Branche, die in die Untersuchungen einbezogen wurden	34
Abb. 3.5	Zuordnung der Leitwarten, die in die Untersuchungen einbezogen wurden, zu den Bereichen Dienstleistung und Produktion	36
Abb. 3.6	Anzahl der Leitwartenarbeitsplätze je Branche aus den Leitwarten, die in die Untersuchung einbezogen wurden	37
Abb. 4.1	Legende für nachfolgende Graphiken zur Darstellung der Erfüllungsgrade	43
Abb. 4.2	Erfüllungsgrad über alle Beurteilungsmerkmale und über alle untersuchten Arbeitsplätze	44
Abb. 4.3	Erfüllungsgrad je Merkmalsbereich über alle untersuchten Arbeitsplätze	45
Abb. 4.4	Erfüllungsgrad je untersuchtem Arbeitsplatz über alle Beurteilungsmerkmale	45
Abb. 4.5	Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Wartenraum“ aufgegliedert nach Branchen	47
Abb. 4.6	Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Wartenraum“ je untersuchtem Arbeitsplatz (vgl. Tab. 3.1)	48

Abb. 4.7	Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal des Merkmalsbereichs „Wartenraum“ über alle untersuchten Arbeitsplätze	50
Abb. 4.8	Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Arbeitsplatz“ aufgegliedert nach Branchen	55
Abb. 4.9	Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Arbeitsplatz“ je untersuchtem Arbeitsplatz	56
Abb. 4.10	Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal „Arbeitsplatz“ über alle untersuchten Arbeitsplätze	57
Abb. 4.11	Anordnung der Großbildschirmgeräte in Blickrichtung der Fenster, Abdunklungsfolie als Notlösung für bessere Erkennbarkeit der Anzeigen	61
Abb. 4.12	Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Arbeitsmittel“ aufgegliedert nach Branchen	64
Abb. 4.13	Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Arbeitsmittel“ je untersuchten Arbeitsplatz	65
Abb. 4.14	Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal des Merkmalsbereichs „Arbeitsmittel“ über alle untersuchten Arbeitsplätze	66
Abb. 4.15	Mischung verschiedener Tastaturen	72
Abb. 4.16	Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Mensch-Maschine-Kommunikation“ aufgegliedert nach Branchen	75
Abb. 4.17	Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Mensch-Maschine-Kommunikation“ je untersuchtem Arbeitsplatz	76
Abb. 4.18	Erfüllungsgrad je Teilbereich des Merkmalsbereichs „Mensch-Maschine-Kommunikation“ über alle untersuchten Arbeitsplätze	77
Abb. 4.19	Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal des Merkmalsbereichs „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – Ausschnitt: Darstellung von Informationen des Teilbereichs „Anzeigenbezogene Merkmale“ über alle untersuchten Arbeitsplätze	78
Abb. 4.20	Arbeitsplätze mit festeingebauten Bildschirmgeräten, keine Einstellmöglichkeiten	82
Abb. 4.21	Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal des Merkmalsbereichs „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – Ausschnitt: Organisation von Informationen des Teilbereichs „Anzeigenbezogene Merkmale“ über alle untersuchten Arbeitsplätze	88
Abb. 4.22	Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal des Merkmalsbereichs „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – Ausschnitt: Codierverfahren des Teilbereichs „Anzeigenbezogene Merkmale“ über alle untersuchten Arbeitsplätze	91
Abb. 4.23	Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation – Teilbereich „Stellteilbezogene Merkmale“ über alle untersuchten Arbeitsplätze	94
Abb. 4.24	Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal des Merkmalsbereichs „Mensch-Maschine-Kommunikation – Teilbereich „Allgemeine Merkmale/Dialogführung“ über alle untersuchten Arbeitsplätze	97
Abb. 4.25	Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Umgebungsbedingungen“ aufgegliedert nach Branchen	105

Abb. 4.26	Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Umgebungsbedingungen“ je untersuchtem Arbeitsplatz	106
Abb. 4.27	Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal des Merkmalsbereichs „Umgebungsbedingungen“ über alle untersuchten Arbeitsplätze	107
Abb. 4.28	Stark reflektierende Arbeitsfläche aus Edelstahl	111
Abb. 4.29	Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Arbeitsorganisation“ aufgegliedert nach Branchen	115
Abb. 4.30	Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Arbeitsorganisation“ je untersuchtem Arbeitsplatz	116
Abb. 4.31	Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal des Merkmalsbereichs „Arbeitsorganisation“ über alle untersuchten Arbeitsplätze	117
Abb. 4.32	Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Sonstige Arbeitsbedingungen“ aufgegliedert nach Branchen	122
Abb. 4.33	Erfüllungsgrad der Beurteilungsmerkmale des Merkmalsbereichs „Sonstige Arbeitsbedingungen“ je untersuchtem Arbeitsplatz	123
Abb. 4.34	Erfüllungsgrad je Beurteilungsmerkmal des Merkmalsbereichs „Sonstige Arbeitsbedingungen“ über alle untersuchten Arbeitsplätze	124
Abb. 4.35	Erfüllungsgrad über alle Merkmale und alle Arbeitsplätze (links: Rohdatenauswertung, n = 27; rechts: Hochrechnung auf die in den Unternehmen insgesamt vorhandene Anzahl von Arbeitsplätzen, n = 144)	128
Abb. 4.36	Differenzprofil mit Abweichungen der prozentualen Häufigkeiten der Antwortkategorien je Fragebereich der Hochrechnung von den Untersuchungsergebnissen	129
Abb. 4.37	Erfüllungsgrad über alle Merkmale je Arbeitsplatz nach dem Jahr der Inbetriebnahme der Leitwarte	132
Abb. 4.38	Verletzungen der Merkmale insgesamt je Arbeitsplatz nach dem Jahr der Inbetriebnahme der Leitwarte	132
Abb. 4.39	Verletzungen von Merkmalen aus den unterschiedlichen thematischen Merkmalsbereichen je Arbeitsplatz nach dem Jahr der Inbetriebnahme der Leitwarte (WR = Wartenraum, AP = Arbeitsplatz, AM = Arbeitsmittel, MM = Mensch-Maschine-Kommunikation, UB = Umgebungsbedingungen, AO = Arbeitsorganisation, SO = sonstige Arbeitsbedingungen)	133
Abb. 4.40	Ergebnisse der Faktorenanalyse über die untersuchten Arbeitsplätze, rotierte Lösung	136
Abb. 4.41	Ergebnisse der Faktorenanalyse über die untersuchten Arbeitsplätze, rotierte Lösung, mit eingezeichneten Arbeitsplätzen und Bereichskennung (rot = Produktion, grün = Dienstleistung, die blaue Linie stellt den Versuch einer näherungsweise Trennung des Produktions- und des Dienstleistungsbereichs dar)	136
Abb. 5.1	Beteiligte Personengruppen im Gestaltungsprozess	142
Abb. 5.2a	Raumfläche durch flexibel einbaubare oder feste Trennwände für zukünftige Belange gestalten	145
Abb. 5.2b	Raumfläche durch flexibel einbaubare oder feste Trennwände für zukünftige Belange gestalten	145

Abb. 5.3a	Anordnung von zwei Arbeitsplätzen zueinander und im Wartenraum	149
Abb. 5.3b	Anordnung von zwei Arbeitsplätzen zueinander und im Wartenraum	150
Abb. 5.4a	Leitwarte mit vier Gruppen und einer getrennten Anordnung, die durch Trennwände verdeutlicht wurde	151
Abb. 5.4b	Leitwarte mit vier Gruppen und einer getrennten Anordnung, die durch Trennwände verdeutlicht wurde	151
Abb. 5.5a	Elektrisch schaltbare Verglasung zur Sichtregulierung (opak)	152
Abb. 5.5b	Elektrisch schaltbare Verglasung zur Sichtregulierung (transparent)	153
Abb. 5.6	Blicklinie auf Bildschirme	156
Abb. 5.7	Annähernd gleiche Sehabstände bei drei Bildschirmgeräten (einreihig)	160
Abb. 5.8	Annähernd gleiche Sehabstände bei zweireihiger Anordnung von Bildschirmgeräten (Seitenansicht)	160
Abb. 5.9a	Parabolische Anordnung von zehn Bildschirmgeräten (zweireihig)	161
Abb. 5.9b	Parabolische Anordnung von zehn Bildschirmgeräten (zweireihig)	162
Abb. 5.10	Parabolische Anordnung von sechzehn Bildschirmgeräten (zweireihig)	163
Abb. 5.11	Arbeitstisch mit separater Höhenverstellbarkeit der Arbeitsfläche und der Bildschirmebene	167
Abb. 5.12	Kombination aus Großbildschirmgeräten (LCD-Technik)	171
Abb. 5.13	Kombination aus Cubes (Cube-Rückprojektionstechnik)	171
Abb. 5.14	Beispiel eines Prozessbildes	175
Abb. 5.15	Unterschiedliche Ausprägungen der Aufgabenangemessenheit bei der Darstellung eines Behälterfüllstandes	176
Abb. 5.16	Beispiel einer Hilfefunktion (Anmerkung: Eine günstigere Anordnung wäre die Beschreibung der Ursachen vor den empfohlenen Maßnahmen)	184

Tabellenverzeichnis

Tab. 3.1	Übersicht Leitwarten/Branche	35
Tab. 3.2	Inter-Rater-Reliabilitäten zur Beschreibung der Beurteilerübereinstimmung für die Analyse und Bewertung von fünf Leitwarten durch zwei Beurteiler (alle Merkmale, aber ohne Merkmale der Kategorie 9 wegen Ausfall eines Messgerätes und Merkmale zur Erfragung absoluter Zahlen; n = 263 - 267 Messwerte je Leitwarte/Arbeitsplatz)	40
Tab. 4.1	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Wartenraum“ – Raummaße, -form, -ausstattung	51
Tab. 4.2	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Wartenraum“ – Eingänge, Ausgänge und Verkehrswege	52
Tab. 4.3	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Wartenraum“ – Anordnung und Nutzung der Arbeitsplätze	52
Tab. 4.4	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsplatz“ – Anordnung von Bildschirmgeräten	58
Tab. 4.5	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsplatz“ – übereinander angeordnete Bildschirmgeräte	59
Tab. 4.6	Prozentuale bzw. absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsplatz“ – Anordnung von gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen	60
Tab. 4.7	Prozentuale bzw. absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsplatz“ – Anordnung von Eingabemitteln, sonstigen Arbeitsmitteln, Dokumenten usw.	62
Tab. 4.8	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsplatz“ – Verkabelung	62
Tab. 4.9	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsmittel“ – Arbeitsstuhl	67
Tab. 4.10	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsmittel“ – Arbeitstisch/Arbeitsfläche	69
Tab. 4.11	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsmittel“ – Bildschirmgerät	70
Tab. 4.12	Prozentuale bzw. absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsmittel“ – Tastatur	71
Tab. 4.13	Prozentuale bzw. absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsmittel“ – sonstige Eingabemittel bzw. Zeigergeräte (Maus, Rollkugel etc.)	72
Tab. 4.14	Prozentuale bzw. absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsmittel“ – Funktionswände (Instrumententafel, Blindschaltbild etc.)	73

Tab. 4.15	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen	80
Tab. 4.16	Prozentuale und absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – arbeitsplatzbezogene Anzeigeeinrichtungen	81
Tab. 4.17	Prozentuale und absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – Balkendiagramme/Histogramme	84
Tab. 4.18	Prozentuale und absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – Trends, Graphen, Liniendiagramme und Funktionsdarstellungen	84
Tab. 4.19	Prozentuale und absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – Datenfelder und Datenformulare	85
Tab. 4.20	Prozentuale und absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – Funktionsbilder und Schaltpläne	86
Tab. 4.21	Prozentuale und absolute Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – Karten	87
Tab. 4.22	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation“ – Videoüberwachungsbilder	87
Tab. 4.23	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation – Organisation von Informationen“	89
Tab. 4.24	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation – Codierverfahren“	92
Tab. 4.25	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation – stellenteilbezogene Merkmale“	95
Tab. 4.26	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation – Dialogführung“	99
Tab. 4.27	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation – Systembefugnis“	101
Tab. 4.28	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Mensch-Maschine-Kommunikation – Alarmmanagement“	102
Tab. 4.29	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Umgebungsbedingungen“ – Klima und Luftqualität	108

Tab. 4.30	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Umgebungsbedingungen“ – Beleuchtung	109
Tab. 4.31	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Umgebungsbedingungen“ – Blendungen, Spiegelungen und Reflexionen	110
Tab. 4.32	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Umgebungsbedingungen“ – Akustik	112
Tab. 4.33	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Umgebungsbedingungen“ – Vibrationen/Strahlung	113
Tab. 4.34	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Umgebungsbedingungen“ – Raumgestaltung und Ästhetik	113
Tab. 4.35	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsorganisation“ – Arbeitszeit	118
Tab. 4.36	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsorganisation“ – Schulung/Unterweisung	119
Tab. 4.37	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Arbeitsorganisation“ – Merkmale der Tätigkeit	120
Tab. 4.38	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Sonstige Arbeitsbedingungen“ – Neu- und Umgestaltung der Leitwarte/Wartung und Pflege des Prozessleitsystems	125
Tab. 4.39	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Sonstige Arbeitsbedingungen“ – arbeitsmedizinische Untersuchungen	126
Tab. 4.40	Prozentuale Häufigkeiten der Antwortkategorien je Merkmal für den Merkmalsbereich „Sonstige Arbeitsbedingungen“ – Kontrolle	126
Tab. 4.41	Korrelationen ausgewählter Merkmale mit den Faktorenladungen der Arbeitsplätze auf den beiden Faktoren	137

Danksagung

Die Erarbeitung der hier vorgestellten Ergebnisse, war nur durch die Unterstützung einer Vielzahl am Projekt direkt oder indirekt beteiligter Personen möglich:

Unser Dank gilt daher insbesondere den an den Untersuchungen beteiligten Unternehmen, den dort beschäftigten (Leitwarten-)Operateuren, ihren Geschäftsleitungen und Betriebs- bzw. Personalräten. Ohne ihre Unterstützung wäre die Realisierung dieser Untersuchungen nicht möglich gewesen.

Des Weiteren gilt unser Dank Frau Dipl.-Psych. Eva Flug für ihre Unterstützung bei der Umsetzung des Wissensspeichers in eine Checkliste sowie bei der Durchführung der Untersuchungen und Frau Dipl.-Psych. Jana Greubel für ihre Unterstützung bei der Aufbereitung der Ergebnisse, insbesondere für die Vorbereitung der Rückmeldungen in den kooperierenden Unternehmen, sowie für viele hilfreiche Anregungen bei der Erstellung dieses Berichts.

Herrn Dr. Peter Schäfer (Verwaltungs-Berufsgenossenschaft) danken wir für hilfreiche Anregungen und ausführliche Diskussionen zur Anwendbarkeit und Umsetzung der Bildschirmarbeitsverordnung, insbesondere bei den hier zur Diskussion stehenden Arbeitsplätzen.

Der Firma JST - Jungmann Systemtechnik danken wir für die Unterstützung bei der Anfertigung der Skizzen für die Gestaltungsempfehlungen.

Martina Bockelmann
Peter Nickel
Friedhelm Nachreiner

Oldenburg, März 2012

Anhang

Checkliste "Bildschirmarbeit in Leitwarten"

Die Gesellschaft für Arbeits-, Wirtschafts- und Organisationspsychologische Forschung e.V. (GAWO e.V.) bearbeitete in den Jahren 2010 bis 2011 im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) das Forschungsprojekt F2249 "Bildschirmarbeit in Leitwarten – Handlungshilfen zur ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplätzen nach der Bildschirmarbeitsverordnung". Ein Ziel dieses Projekts war die Entwicklung von Empfehlungen für die ergonomische Gestaltung von Bildschirmarbeit in Leitwarten/Überwachungszentren/Steuerständen auf Grundlage einer fundierten Ist-Analyse in verschiedenen Bereichen von Industrie und Dienstleistung.

Die vorliegende Checkliste wurde von der GAWO e.V. als rechnergestütztes Instrument entwickelt, um eine Bestandsaufnahme der Arbeitsbedingungen der Bildschirmarbeit in unterschiedlichen Leitwarten zu unterstützen und die damit verbundenen Gefährdungen und Belastungen zu erfassen und zu beurteilen. Die Checkliste wurde ausschließlich für den projektinternen Gebrauch entwickelt, d.h. für Projektmitarbeiter, die als Human Factors/Ergonomie-Experten in der Nutzung der Checkliste geschult wurden und auch verschiedene Messgeräte zur Messung von z.B. Klima, Beleuchtung und Schalldruckpegel zur Merkmalsbeurteilung nutzen konnten. Die Checkliste war nicht für eine Veröffentlichung oder die Anwendung durch "Laien" auf dem Gebiet der Ergonomie konzipiert.

Die Unterscheidung zwischen Filtermerkmalen und Untermerkmalen ist in der vorliegenden Papier- bzw. pdf-Version der Checkliste möglicherweise nicht eindeutig ersichtlich. Auch können kontextbezogene "pop-up"-Menüs mit Hintergrundfunktionen (z.T. urheberrechtlich geschützte Inhalte) sowie die den Antwortschaltflächen hinterlegte Farbampel (Ampelkategorisierung) in dieser Darstellungsform nicht wiedergegeben werden.

Diese Checkliste enthält Textauszüge aus der Fachliteratur und aus DIN EN ISO Normen. Diese sind im Einzelnen nicht gekennzeichnet. Hinsichtlich der Literaturquellen wird auf das Literaturverzeichnis des o.g. Forschungsberichts verwiesen. Die Checkliste wurde im Jahre 2010 entwickelt. In der Zwischenzeit können sich Änderungen der normativen Vorgaben ergeben haben!

Wir weisen darauf hin, dass die Checkliste für eine abschließende oder summative Bewertung von Bildschirmarbeit in Leitwarten (ggf. sogar nach der Bildschirmarbeitsverordnung) nicht geeignet ist! Diese Checkliste ist kein nach psychometrischen Gütekriterien geprüfetes Instrument (vgl. etwa DIN EN ISO 10075-3)!

Anleitung:

Wenn Sie diese Checkliste für Ihre eigenen Zwecke trotzdem nutzen möchten, nehmen Sie sich bitte *Zeit* und *lesen* Sie diese Anleitung zur Handhabung der Checkliste *sorgfältig* und konsultieren Sie ggf. einschlägige Lehr- und Handbücher über Ergonomie sowie relevante Normen.

Struktur der Checkliste:

Die Checkliste besteht aus *7 Themenbereichen*:

1. Wartenraum
2. Arbeitsplatz
3. Arbeitsmittel
4. Mensch-Maschine-Kommunikation
5. Umgebungsbedingungen
6. Arbeitsorganisation
7. Sonstige Arbeitsbedingungen

Dauer und Ablauf:

Für die Beurteilung der Merkmale werden Sie ca. einen Tag benötigen – je nach Komplexität der Leitwarte und Ihrer Vertrautheit mit der Leitwarte und dieser Checkliste.

Informationen zur Beantwortung der Beurteilungsmerkmale:

Bitte *lesen Sie alle Merkmale und die dazugehörigen Hinweise* (z.B. Anmerkungen, Beispiele und Art der Erfassung) sehr sorgfältig. Viele Merkmale enthalten Feinheiten, die man leicht überlesen kann.

Die Checkliste enthält *Sprungfunktionen*. Dies bedeutet, dass - je nachdem wie Sie bestimmte Merkmale beurteilt haben - weitere Merkmale angezeigt werden oder auch nicht. Wenn Sie beispielsweise angegeben haben, dass in der Leitwarte keine gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen (z.B. Großbildschirme, Kombinationen von Großbildschirmen, Tafeln mit Fließbildern, Steuertafeln etc.) vorhanden sind, werden weitergehende Merkmale zu diesem Thema nicht mehr gestellt.

Zur Beurteilung der Merkmale stehen Ihnen (je nach Merkmal) *zwei Antwortmöglichkeiten (Ja/Nein)* bzw. *drei Antwortmöglichkeiten (Farbampel)* zur Verfügung. Bei einigen Merkmalen ist die Eingabe von Zahlen erforderlich.

Bei *Messungen* tragen Sie bitte - zusätzlich zur Beantwortung des Merkmals anhand der Antwortkategorien - die *Einzelmesswerte* in das

dazugehörige *Kommentarfeld* ein.

Die Antwortmöglichkeit „nicht anwendbar“ bedeutet, dass Voraussetzungen für die Anwendung dieses Merkmals nicht gegeben sind. Das Merkmal ist in dem zu beurteilenden System also nicht anwendbar.

WICHTIG!

Führen Sie keine Bewertung der Bewertung durch. Bitte beziehen Sie sich bei der Beurteilung der Merkmale nur auf den jeweiligen Inhalt des Merkmals. Nach Kompensationsmöglichkeiten (Verhaltensweisen, Erfahrung, Wissen der Operateure etc.) wird *nicht* gefragt. Sie sollten sie daher auch nicht in Ihre Antwort einbeziehen. Eine Bewertung einer Antwort, ob sie in dem von Ihnen beschriebenen System sinnvoll ist oder nicht, erfolgt erst nach der Beurteilung des Gestaltungszustands der Leitwarte.

Engpassbetrachtung:

Um einen möglichst großen Nutzen aus der Analyse ziehen zu können, sollte das schlechteste Beispiel, das gefunden wird, als Bewertungsgrundlage dienen.

Beispiel 1: Zur Bewertung des Kontrasts auf dem Bildschirm werden die Bereiche ausgewählt, die augenscheinlich die geringsten Leuchtdichteunterschiede aufweisen; z.B. schwarze Schrift auf dunkelgrünem Hintergrund.

Beispiel 2: Wenn die mittlere Leuchtdichte der Bildschirmgeräte unterschiedlich ist, dient zur Beurteilung des Merkmals der niedrigste Wert (= schlechtester Bildschirm).

Beispiel 3: Wenn bei 2 von 5 Tastaturen die Größe der Schriftzeichen nicht der geforderten Höhe entspricht, ist das Merkmal "Beträgt die Größe der Schriftzeichen auf der Tastatur mindestens 3 mm?" mit "Nein" zu beantworten.

Art der Erfassung:

Bei der Beurteilung des Gestaltungszustandes kommt ein Methodenmix zum Einsatz: Sichtprüfung bzw. Beobachtungsverfahren, physikalische Messungen, Befragungen sowie Sichtprüfung von Dokumenten und Unterlagen. Unter jedem Merkmal sind die jeweils anzuwendende(n) Methode(n) angegeben.

Bei "*Befragung Führungskraft*" kann es sich um unterschiedliche Personen handeln, je nachdem wie die Zuständigkeiten im jeweiligen Unternehmen geregelt sind. So kann beispielsweise die Führungskraft ein Schichtleiter, ein Produktionsingenieur, ein Systemingenieur oder auch ein Betriebsleiter sein.

Bei *Sichtprüfung von Unterlagen* müssen diese Unterlagen *vorliegen und eingesehen* werden.

1. Wartenraum

Beschreibung

[11]

1.1 Raummaße/-form

[WR01]Wie viele Arbeitsplätze für Leitwartenoperateur sind vorhanden?

Anmerkung:

Gemeint sind fest eingerichtete Arbeitsplätze für Leitwartenoperateur, die im Regelfall besetzt sind.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur, Sichtprüfung

[WR01_comment]Bitte geben Sie hier Ihren Kommentar ein:

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[WR02]Wie viele Arbeitsplätze (Schichtleiter, Engineering-Personal für Simulationszwecke etc.) sind im Wartenraum zusätzlich vorhanden?

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur, Sichtprüfung

[WR02_comment]Bitte geben Sie hier Ihren Kommentar ein:

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[WR03]Wie groß ist die Fläche des Wartenraumes in m²?

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

Art der Erfassung: Messung (Metermaß)

[WR03_comment]Bitte geben Sie hier Ihren Kommentar ein:

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[WR04]Wie groß ist die vorhandene Fläche je Arbeitsplatz (Arbeitsplätze für Leitwartenoperateure plus weitere fest eingerichtete Arbeitsplätze) im Wartenraum?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- > 15 m² je Arbeitsplatz
- 9-15 m² je Arbeitsplatz

< 9 m² je Arbeitsplatz

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Berechnung aus den Angaben zur Anzahl der Arbeitsplätze und der Raumfläche

[WR05] Steht ausreichend Fläche für zusätzliches Personal zur Verfügung?

Anmerkung:

Einige Situationen können die zeitweilige Anwesenheit von zusätzlichem Personal erforderlich machen (z.B. Schichtwechsel, nicht-bestimmungsgemäßer Betrieb, Ab- und Anfahren der Anlage, Arbeitsabsprachen mit Außenoperatoren etc.).

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- > 50 % der Mindestgrundfläche zusätzlich
- 30-50 % der Mindestgrundfläche zusätzlich
- < 30 % der Mindestgrundfläche zusätzlich

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Berechnung mittels Raumfläche und der Mindestfläche (= 9 m²) für die fest eingerichteten Arbeitsplätze (siehe Frage 4)

[WR06] Beträgt die lichte Raumhöhe bei einer Grundfläche von:

- a) bis zu 50 m²: 2,50 m
b) über 50 m²: 2,75 m
c) über 100 m²: 3,00 m
d) über 2000 m²: 3,25 m ?

Anmerkung:

Die „lichte Raumhöhe“ ist der Abstand von Fertigfußboden bis Unterkante Fertigdecke. Einzelne Bauteile, wie Balken oder Unterzüge schränken die sonst eingehaltene lichte Höhe nicht ein. Dies gilt jedoch nicht, wenn z.B. die gesamten Sparren oder Deckenbalken die erforderliche lichte Raumhöhe unterschreiten.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Metermaß)

[WR07] Beträgt die freie Bewegungsfläche mindestens 1,5 m² und ist sie an jeder Stelle mindestens 100 cm tief bzw. breit?**Anmerkung:**

Die freie Bewegungsfläche darf überlagert werden von:

- (1) Möbelfunktionsflächen, sofern es sich um Schubladen, Auszüge und Türen des Arbeitstisches handelt und keine Quetsch-, Scher- und Stoßstellen entstehen,
- (2) Verbindungswegen zum Arbeitsplatz,
- (3) Stellflächen des Arbeitsstuhles

Beispiele für einschränkende Bewegungsräume:

- (1) Während des Aufstehens stößt der Leitwartenoperateur beim Zurückrollen seines Arbeitsstuhles an Wände, Mobilar usw.
- (2) Der Leitwartenoperateur stößt beim Zurückrollen des Arbeitsstuhles und Drehen um die eigene Achse an Wände, Mobilar usw.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Metermaß)

[WR08]Ist die Raumform der Aufgabe angemessen?

Anmerkung:

Dysfunktionale oder funktionsbeeinträchtigende Raumformen sind z.B. lange enge oder verwinkelte Raumflächen.

Dahingegen sind z.B. quadratische/viereckige oder sechseckige Raumflächen für die Anordnung der funktionellen Gruppen vorzuziehen.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[12]

1.2 Raumausstattung

[WR09]Werden unnötige Stufen und Podeste vermieden?

Anmerkung:

Stufen und Podeste sind nicht sinnvoll, es sei denn, ein freier Blick auf bestimmte, nicht arbeitsplatzbezogene Anzeigeeinrichtungen etc. ist notwendig.

Ausgleichsstufen dürfen nur an übersichtlichen Stellen verlegt werden.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[WR10]Stehen mindestens 10 % der Raumfläche als Sichtverbindung nach außen zur Verfügung?

Anmerkung:

(1) Natürliche Bezüge - d.h. durch Außenfenster einfallendes Tageslicht, Ausblick aus dem Fenster ins Freie - sollten vorhanden sein, so dass das Wartpersonal eine Verbindung mit der Außenwelt aufrecht erhalten kann.

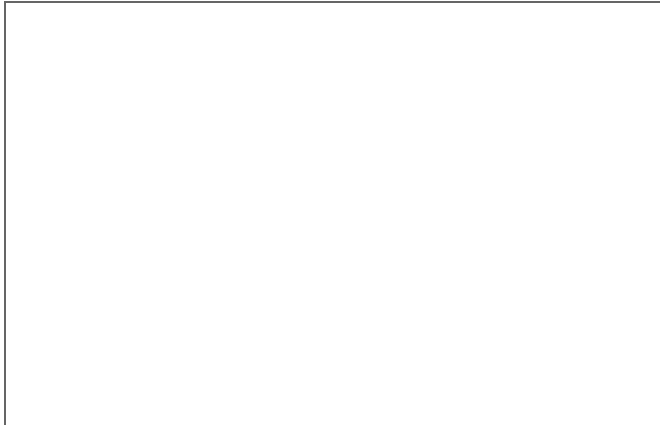
(2) Durchsichtig, durchscheinend nicht ausreichend,

(3) Eine leicht neutrale Tönung ist annehmbar, um die Helligkeit des Himmels zu verringern, jedoch lassen starke Tönungen die Außenwelt düster erscheinen.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- > 10 % der Raumfläche
 < 10 % der Raumfläche
 keine Sichtverbindung nach außen

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Messung (Metermaß), Berechnung aus Angaben zu Fenster- und Raumfläche

[WR11] Stehen dem Leitwartenoperator Stauraum bzw. Aufbewahrungsflächen (in Form von Regalen, Schränken, Containern etc.) für Arbeitsbücher, Schulungsunterlagen, Arbeitsmittel, Werkzeuge und persönliche Gegenstände im Wartenraum bzw. am Leitplatz zur Verfügung?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator

[13]

1.3 Eingänge, Ausgänge und Verkehrswege

[WR12]Ist es dem Leitwartenoperateur aus seiner üblichen Position und mit minimaler Ablenkung von der Aufgabenbearbeitung möglich, Personen zu beobachten, die den Wartenraum betreten?

Anmerkung:

Dies kann auch aus Sicherheitsgründen notwendig sein.

Hauptein- und Ausgänge sollten jedoch nicht in Arbeitssichtfeldern der Leitwartenoperateure liegen, wenn die Leitwartenoperateure nicht speziell für die Überprüfung der Ein-/Ausgänge verantwortlich sind.

Ein- und Ausgänge sowie Verkehrswege sollten sich auch nicht im Rücken des Leitwartenoperateurs befinden.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[WR13]Wird es vermieden, dass allgemeine Verkehrswege durch den Wartenraum führen?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung	

[WR14] Sind die Verbindungswege zum persönlich zugewiesenen Arbeitsplatz mindestens 60 cm breit?

Anmerkung:

Dies beinhaltet auch, dass die Verbindungswege hindernisfrei sind.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Metermaß)

[14]

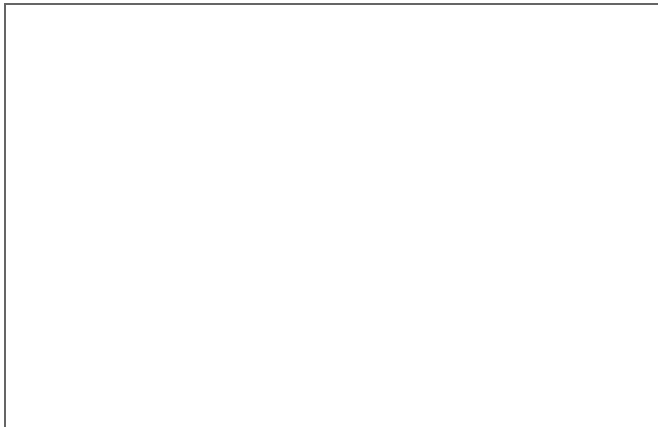
1.4 Anordnung und Nutzung der Arbeitsplätze

[WR15] Sind die Arbeitsplätze in der Warte so angeordnet, dass der Blickkontakt zwischen den Leitwartenoperatoren aus der üblichen Arbeitsposition, wo und wann erforderlich, möglich ist?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Zu allen Arbeitsplätzen
 Zu den meisten Arbeitsplätzen
 Zu keinem Arbeitsplatz

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



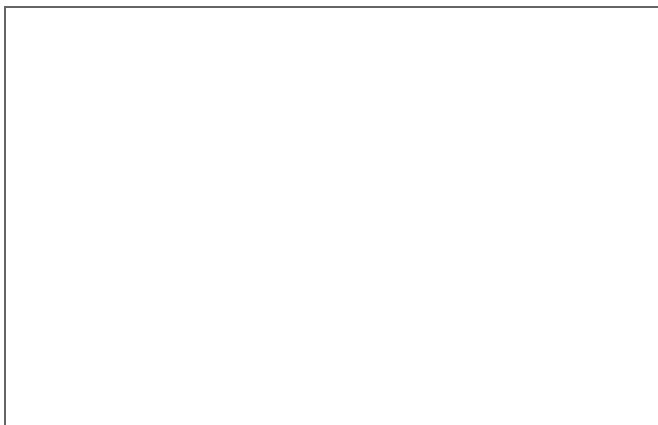
Art der Erfassung: Sichtprüfung

[WR16] Wenn ein Leitwartenoperator einen Prozess/Prozessabschnitt einsehen muss, ist dieser Arbeitsbereich so angeordnet, dass eine ungehinderte Sichtkontrolle oder Videokontrolle möglich ist?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Uneingeschränkt einsehbar
- Bedingt einsehbar
- Nicht bzw. kaum einsehbar
- Nicht anwendbar, da **kein** Prozess/ Prozessabschnitt eingesehen werden muss

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator, Sichtprüfung

[WR17] Werden nicht-aufgabenbedingte Störungen durch Besucher oder andere Arbeitsplätze im Wartenraum vermieden und bleiben Konzentration und Sprachverständlichkeit gewahrt?

Beispiele:

Geräusche, z.B. häufige Telefonate anderer Personen, stören die Konzentration des Leitwartenoperators sowie die evtl. notwendige sprachliche Kommunikation.

Potentielle Maßnahmen:

Abschirmung, separater Raum mit Glaswand etc.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein
- Nicht anwendbar, da **keine** weiteren Arbeitsplätze im Wartenraum vorhanden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Hörprobe, Beobachtung

[WR18] Wird durch eine entsprechende Anordnung der benachbarten Arbeitsplätze vermieden, dass Personen in den Nahbereich des Leitwartenoperators sitzen?

Anmerkung:

- (1) Es sollte ein Abstand von mindestens 1,50 m eingehalten werden.**
(2) Während gelegentlich eng benachbartes Arbeiten als akzeptable Arbeitspositionen angenommen werden kann, sollte dies für längere Perioden vermieden werden, damit die Operateure untereinander nicht in die Nahbereiche eindringen.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Bereiche sind klar voneinander getrennt
- Manchmal ist es zu eng, aber im Allgemeinen nicht
- Die Mindestabstände sind zu gering
- Nicht anwendbar, da **keine** weiteren Arbeitsplätze im Wartenraum vorhanden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung	

[WR19]Ermöglicht die Auslegung des Wartenraumes (z.B. Anordnung der Arbeitsplätze, Besprechungstisch) Teamarbeit und Kommunikation zwischen den Operateuren bzw. zwischen Operateur/en und Führungskraft, wo dies als bedeutend für die Durchführung der Primäraufgaben angesehen wird?

Beispiel:

Arbeitsplätze, die eine häufige mündliche Kommunikation unter Kollegen erforderlich machen, sind dicht beieinander angeordnet, so dass eine zwanglose Verständigung möglich ist.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Zwanglos möglich
- Nur mit Behinderung möglich
- Gar nicht möglich, aufgrund der räumlichen Gestaltung

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[WR20]Wird der Leitwartenarbeitsplatz ausschließlich von Leitwartenoperatoren genutzt?

Anmerkung:

Dies bedeutet, dass der Leitwartenoperator sich die Bildschirmgeräte nicht mit anderen Personen teilen muss.

Beispiel:

Die Engineering-Mitarbeiter verfügen über eigene Arbeitsplätze im Wartenraum bzw. ihre Arbeitsplätze sind in einem anderen Raum untergebracht.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

2. Arbeitsplatz

[21]

2.1 Anordnung von Bildschirmgeräten

[AP01]Wie groß ist die Entfernung des Leitwartenoperators vom Bildschirm?

Anmerkung:

Der Sehabstand zum Erkennen von Zeichen und Symbolen muss größer als 50 cm sein, denn viele Leitwartenoperatoren haben Schwierigkeiten, ihre Augen auf kürzere Entfernung zu akkomodieren. Um die Belastungen der Augen möglichst gering zu halten, sollte der Sehabstand jedoch 70 cm oder mehr betragen.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- > 70 cm
 50-70 cm
 < 50 cm

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Metermaß)

[AP02]Sind die Sehabstände zu allen bzw. zu häufig betrachteten Anzeigen/Bildschirmen eines Leitwartenoperators gleich?

Beispiele:

- (1) Der gemeinsame "Erkennraum" für 3 Bildschirme ist am größten, wenn diese um etwa 30° gedreht werden. Dadurch ergibt sich außerdem gleicher Sehabstand zu allen Bildschirmen sowie eine senkrechte Sicht auf die Mitte eines jeden Bildschirms.
(2) Bei 4 Bildschirmen ist eine 2x2-Anordnung zu empfehlen, anstatt die 4 Bildschirme in einer Reihe aufzustellen.

Anmerkung:

Dies betrifft nicht die [gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen](#).

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

**[AP03]Ist die Blicklinie auf die Bildschirme um etwa 35° aus der Waagerechten abgesenkt und bildet einen annähernd rechten Winkel mit der Bildschirmoberfläche?
Das bedeutet, dass die obere Zeile auf dem Bildschirm unter der Augenhöhe liegt.**

Quelle (modifiziert): <http://www.si.mahidol.ac.th/simi/hci/monitor-ergonomics.htm>

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AP04] Sind die Anzeigen, die häufiges oder sorgfältiges Überwachen erfordern vor dem Leitwartenoperator in der primären Anzeigezone angeordnet?

Anmerkung:

Die primäre Anzeigezone befindet sich in der vertikalen Ebene innerhalb eines Winkels von 40° oberhalb und unterhalb der normalen Sehachse, wenn diese nicht durch äußere Anforderungen der Arbeitsaufgabe beeinflusst wird. In der horizontalen Ebene erstreckt sich die primäre Anzeigezone etwa 35° links und rechts der für Überwachungsaufgaben ausgerichteten Sehachsen und noch darüber hinaus, wenn die Bewegung von Kopf und Körper berücksichtigt wird.

Quelle: <http://www.weissenstein-bs.de/index.html?produkte/aph/ergoempf/ergoap1.htm>

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung, Abschätzung

[AP05] Ist das zentrale Bildschirmgerät bzw. sind die zentralen Bildschirmgeräte rechtwinklig zum Fenster (Blickrichtung parallel zum Fenster) angeordnet?

Anmerkungen:

(1) Hier sind sowohl Fenster gemeint, die als Sichtverbindung nach außen dienen als auch Sichtverbindungen zu einem Prozess/Prozessabschnitt o.ä.
(2) Leitwartenoperatoren, die mit Sichtanzeigen arbeiten, sollten nicht direkt auf Fenster sehen, außer wenn diese Fenster eine primäre Informationsquelle darstellen. Auch sollte die Anordnung von Leitständen im Rücken des Leitwartenoperators vermieden werden.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein
 Keine Fenster vorhanden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AP06] Sind Fenster rechts und links vom Arbeitsplatz mindestens 3 m entfernt?

Anmerkung:

Hier sind sowohl Fenster gemeint, die als Sichtverbindung nach außen dienen als auch Sichtverbindungen zu einem Prozess/ Prozessabschnitt o.ä.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein
 Keine Fenster vorhanden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Metermaß)

[22]**2.2 Übereinander angeordnete Bildschirmgeräte****[AP07] Sind Bildschirmgeräte/Video-Monitore ausschließlich auf einer Ebene angeordnet (nicht übereinander)?**

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AP08] Wie viele Bildschirmreihen sind im Höchstfall übereinander angeordnet?

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[AP08_comment] Bitte geben Sie hier Ihren Kommentar ein:

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[AP09] Sind die Anzeigen bei übereinander angeordneten Bildschirmgeräten/Videomonitoren möglichst tief angeordnet?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Die oberste Zeile auf der oberen Bildschirmreihe liegt unterhalb der Augenhöhe
- Die untere Zeile auf der oberen Bildschirmreihe liegt oberhalb der Augenhöhe

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AP10] Sind die Sehabstände zu den einzelnen Bildschirmen bei übereinander angeordneten Bildschirmgeräten/Videomonitoren annähernd gleich?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Annähernd gleiche Sehabstände
- Unterschiedliche Sehabstände

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AP11]Wie häufig ist bei übereinander angeordneten Bildschirmgeräten/Videomonitoren die Betrachtung der oberen Bildschirme erforderlich?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Selten
 Gelegentlich
 Häufig

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator

[AP12]Welche Betrachtungszeit ist bei übereinander angeordneten Bildschirmgeräten/Videomonitoren für die oberen Anzeigen erforderlich?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- < 5 s
 5-30 s
 > 30 s

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur, Sichtprüfung	

[23]**2.3 Anordnung von gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen**

[AP13] Gibt es gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen, wie z.B. Großbildschirme, Tafeln mit Fließbildern, Steuertafeln usw.?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AP14] Wird die Anordnung von gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen neben Fenstern oder im selben Blickfeld in Richtung Fenster vermieden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung	

[AP15]Handelt es sich bei den Informationen, die auf getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen dargestellt werden um primäre Informationen?

Anmerkung:

(1) Informationen sind primär, wenn sie in regelmäßigen Abständen oder ständig benutzt werden.

(2) Informationen sind sekundär, wenn sie nicht in regelmäßigen Abständen oder ständig benutzt werden.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

[AP16]Befinden sich die getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen, die in regelmäßigen Abständen oder ständig benutzt werden, in der Hauptblickrichtung des Leitwartenoperators, so dass er die Information ohne Körperdrehung oder mit einer alleinigen Augenbewegung erfassen kann?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AP17] Können sekundäre Informationen, die auf getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen dargestellt werden, von der üblichen Position des Leitwartenoperators durch eine leichte Drehung des Arbeitsstuhles zuverlässig gesehen werden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AP18] Wenn getrennt angeordnete Übersichtsanzeigen durch Kombinationen von mehreren Anzeigemodulen zusammengesetzt werden, werden Lücken, Versatz und Überlappen von Elementen der

Anzeigeeinrichtung vermieden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein
- Nicht anwendbar, da keine Kombinationen aus Anzeigemodulen vorhanden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[24]

2.4 Anordnung von Eingabemitteln, sonstigen Arbeitsmitteln, Dokumenten usw.

[AP19]Ist für alle Eingabemittel (z.B. Stellteile, Tastatur, Maus) und andere Arbeitsmittel (Telefon, Handbücher, Schichtbücher usw.) ausreichend Platz auf der Arbeitsfläche?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung	

[AP20] Sind die Eingabemittel und andere Arbeitsmittel – mit Ausnahme der Bildschirmgeräte – flexibel auf der Arbeitsfläche anordbar und durch den Leitwartenoperator bewegbar?

Beispiele:

(1) Die Eingabemittel, wie Maus, Rollball etc. lassen sich links oder rechts platzieren.

(2) Die Arbeitsunterlagen können vor oder hinter der Tastatur plazieren.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Alles variabel anordbar
- Manches variabel
- Nichts variabel

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AP21] Werden PC-Tastaturen verwendet?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

--	--

[AP22]Ist vor der Tastatur eine Fläche in deren Breite und mindestens 150 mm Tiefe vorhanden, um das Auflegen der Hände bzw. der Unterarme zu ermöglichen?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- > 150 mm Tiefe
- 100 mm bis 150 mm Tiefe
- < 100 mm Tiefe

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Messung (Metermaß)

[AP23]Werden PC-Mäuse verwendet?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

--	--

[AP24]Ist für die Maus eine Fläche von 350 mm (T) x 240 mm (B) vorhanden?

Anmerkung:

Das ist die Fläche für die Mausunterlage (200 mm x 240 mm) plus die Fläche, die vor der Mausunterlage auf der Arbeitsfläche zur Verfügung stehen sollte (150 mm x 240 mm), um das Auflegen der Hände bzw. Unterarme zu ermöglichen.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Messung (Metermaß)

[AP25]Befinden sich Stellteile und Bedienelemente innerhalb der optimalen, normalen und maximalen Greifräume - in Abhängigkeit von der Benutzungshäufigkeit?

Anmerkung:

- a) optimaler Greifraum: Man legt die Oberarme am Körper und führt die Hände nach vorne zusammen. Bewegt man nun die Hände, ohne die Arme zu bewegen, ergibt sich der optimale Greifraum.
b) normaler Greifraum: Bewegt man noch zusätzlich die Unterarme (Oberarme hängen locker am Körper herunter), erhalten wir einen normalen Greifraum.
c) maximaler Greifraum: Bewegt man nun auch noch die Oberarme, so ergibt sich der maximale Greifraum.

Beispiel:

Häufig betätigte Stellteile befinden sich innerhalb des normalen Greifraumes.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[25]

2.5 Verkabelungen

[AP26] Sind Kabel so verlegt, dass Stolperstellen vermieden werden und der Leitwartenoperator bei der Ausübung seiner Tätigkeit nicht behindert wird?

Beispiele:

Keine herunterhängende Kabel im Beinraum, angemessene Kabellängen, Kabelbrücken, kabelführende Schächte und Kanäle usw.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung	

3. Arbeitsmittel

[31]

3.1 Arbeitsstuhl

[AM01]Ist der Arbeitsstuhl stufenlos von 400 mm bis mindestens 510 mm höhenverstellbar?

Anmerkung:

Werden am Arbeitsplatz mehrere Stühle vom Leitwartenoperator verwendet, jeweils den schlechtesten für die Bewertung auswählen.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung bis Oberkante Sitzfläche (Metermaß)

[AM02]Beträgt die Sitztiefe des Arbeitsstuhles 380 mm bis 440 mm?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Metermaß)	

[AM03]Beträgt die Sitzbreite 400 mm bis 480 mm?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Messung (Metermaß)

[AM04]Ist die Neigung der Rückenlehne verstellbar?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AM05]Reicht die Rückenlehne bis zu den Schulterblättern?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AM06]Sind höhenverstellbare Armlehnen vorhanden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AM07]Ist der Arbeitsstuhl standsicher (5 gleichartige Abstützpunkte oder gebremste Rollen im belasteten Zustand)?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Test

[AM08]Ermöglicht der Arbeitsstuhl dynamisches Sitzen? D. h.: Verfügt der Arbeitsstuhl über eine Synchronverstellung (gleichzeitige Verstellung der Rücken- und Sitzflächenneigung) bei Wechseln der Körperhaltung?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[32]

3.2 Arbeitstisch/Arbeitsfläche

[AM09] Welche Art von Arbeitsplatz liegt vor?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Sitz- und Steharbeitsplatz
- reiner Sitzarbeitsplatz
- reiner Steharbeitsplatz

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AM10] Ist der Arbeitstisch bzw. die Arbeitsfläche höhenverstellbar?

Anmerkung:

Der Leitwartenoperator kann mit wenig Aufwand Höhe z.B. mit Hilfe einer Kurbel oder einem Elektromotor verstellen.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung	

[AM11] Beträgt die Arbeitshöhe (einschließlich z.B. der Tastaturhöhe) bei nicht höhenverstellbaren Tischen (reiner Sitzarbeitsplatz) 720 bis 750 mm?

Anmerkung:

Die Arbeitshöhe (einschließlich z.B. der Tastaturhöhe) darf 750 mm nicht überschreiten.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Messung (Metermaß)

[AM12] Ist die Arbeitshöhe eines höhenverstellbaren Tisches (reiner Sitzarbeitsplatz) in einem Bereich von 680 mm bis 760 mm einstellbar?

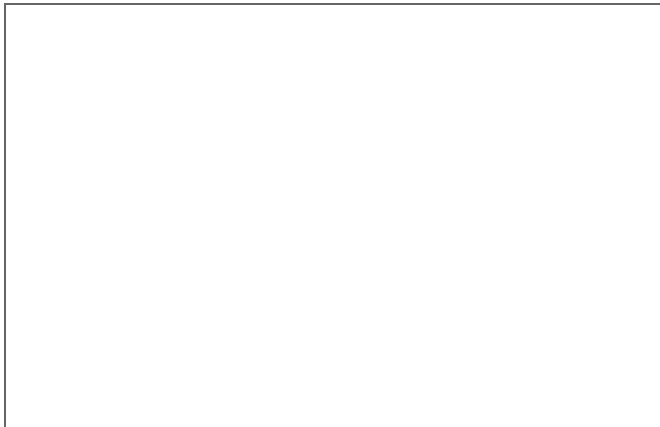
Anmerkung:

Bei einem größeren Höhenverstellbereich sollte eine Verstellbarkeit weiter nach unten angestrebt werden.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



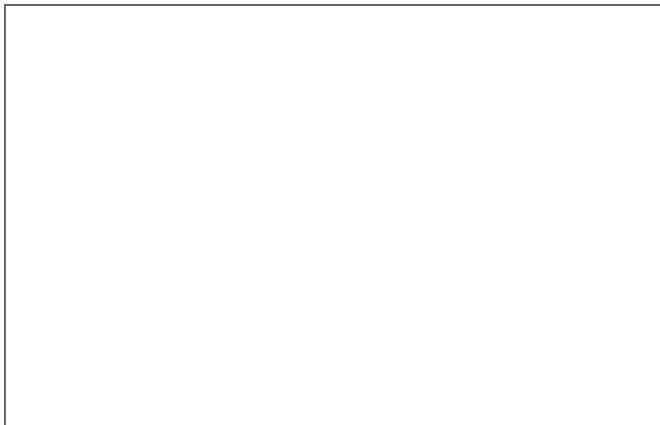
Art der Erfassung: Messung (Metermaß)

[AM13]Ist der Arbeitstisch bzw. die Arbeitsfläche (Steh- und Sitzarbeitsplatz) im Bereich von 680 mm bis 1180 mm höhenverstellbar, so dass der Leitwartenoperator seine Tätigkeit im Stehen und im Sitzen ausführen kann?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



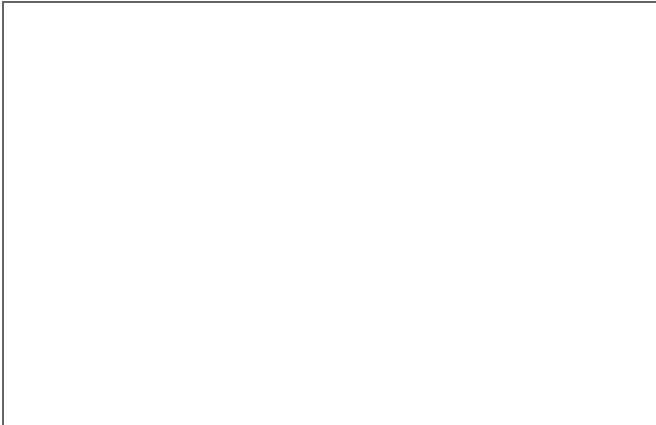
Art der Erfassung: Messung (Metermaß)

[AM14]Beträgt die Arbeitshöhe bei nicht höhenverstellbaren Tischen (reiner Steharbeitsplatz) 1030 bis 1060 mm?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



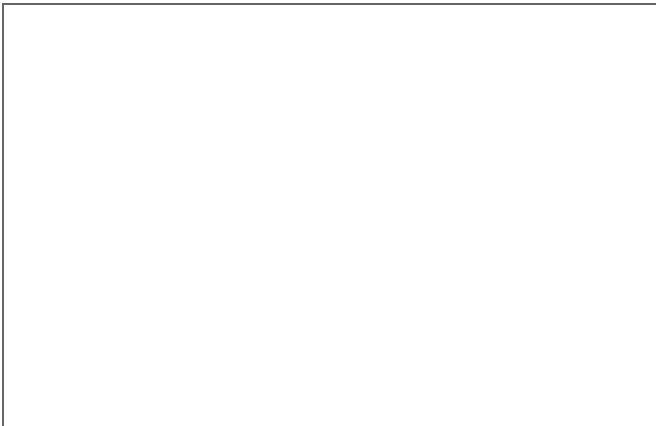
Art der Erfassung: Messung (Metermaß)

[AM15]Ist die Arbeitshöhe eines höhenverstellbaren Tisches (reiner Steharbeitsplatz) in einem Bereich von 950 mm bis 1180 mm einstellbar?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Messung (Metermaß)

[AM16]Ist die Arbeitsfläche zwischen Bildschirmgerät und vorderer Tischkante mindestens 600 mm tief?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja

Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Metermaß)

[AM17]Ist eine ausreichende Stabilität der Arbeitsflächen gewährleistet (= Standsicherheit, Steifigkeit und Vermeidung störender Schwingungen)?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

Ja

Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Test, Sichtprüfung

[AM18]Beträgt der Beinraum mindestens 650 mm (H) x 600 mm (B) x 600 mm (T) und ist er frei von Kabeln, Geräten, Stützen und Unterbauten?

Beispiel:

Der Leitwartenoperator stößt nicht an Tischfüße, Begrenzungen, Systemeinheiten,

Drucker o.ä.

Anmerkung:

(1) Größere Maße sind empfehlenswert, z.B. eine Beinraumhöhe von 690 mm.

(2) Bei höhenverstellbaren Tischen ist ein ausreichender Beinraum vorhanden, wenn bei einer Höhenverstellung von 720 mm die angegebenen Beinraummaße eingehalten sind.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Metermaß)

[AM19]Ist der Fußfreiraum bei einem reinen Steharbeitsplatz mindestens 120 mm hoch und 200 mm tief?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Metermaß)

[AM20] Sind die Arbeitsmittel an die Erfordernisse des Steharbeitsplatzes angepasst?

Beispiele:

- **Höhe der Anzeigeeinrichtungen oder Stellteile**
- **geeignete Ablagen**

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Einige ja, andere nein
- Wenige Arbeitsmittel sind angepasst

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[33]

3.3 Bildschirmgerät

[AM21] Wie viele Video-Monitore befinden sich am Arbeitsplatz des Leitwartenoperators?

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AM21_comment] Bitte geben Sie hier Ihren Kommentar ein:

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[AM22]Wie viele Einzelbilder gibt es auf den Video-Monitoren insgesamt?

Beispiel:

Sind auf einem Monitor 4 Einzelbilder abgebildet und gibt es noch einen zweiten Monitor mit einem Bild, wären das zusammen 5 Einzelbilder.

Modifiziert nach: <http://gartenueberwachung.blogspot.com/>

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[AM22_comment]Bitte geben Sie hier Ihren Kommentar ein:

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[AM23]Wie viele Computer-Bildschirmgeräte befinden sich direkt am Arbeitsplatz des Leitwartenoperators?

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AM23_comment]Bitte geben Sie hier Ihren Kommentar ein:

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

[AM24]Gibt es pro Leitplatz höchstens 4 Anzeigeeinrichtungen?

Anmerkung:

(1) Die maximale Anzahl von Anzeigeeinrichtungen je Leitplatz ist auf Grundlage einer Aufgabenanalyse zu treffen. Es ist generell davon auszugehen, dass mit heutiger Anzeigentechnologie von der für den Operator vorgesehenen Arbeitsposition aus höchstens 4 Anzeigeeinheiten (bis zu 25 Zoll diagonal) zufriedenstellend überwacht und bedient werden können.

(2) Für das nicht dauerhafte Überwachen der allgemeinen Situation können weitere Anzeigen einsehbar sein, wobei der Operator jedoch seine Position verändern muss.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AM25] Wenn mehr als 4 Bildschirme zu überwachen und zu bedienen sind, ist die Einnahme einer weiteren Arbeitsposition möglich?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

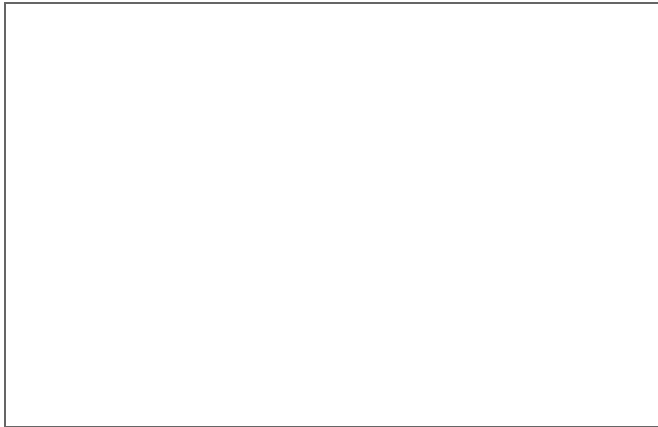
Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AM26] Sind die Bildschirmgeräte kipp- und standsicher?**Beispiel:****Die Bildschirmgeräte stehen stabil auf der Arbeitsfläche oder sind an einer Konstruktion montiert.**

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



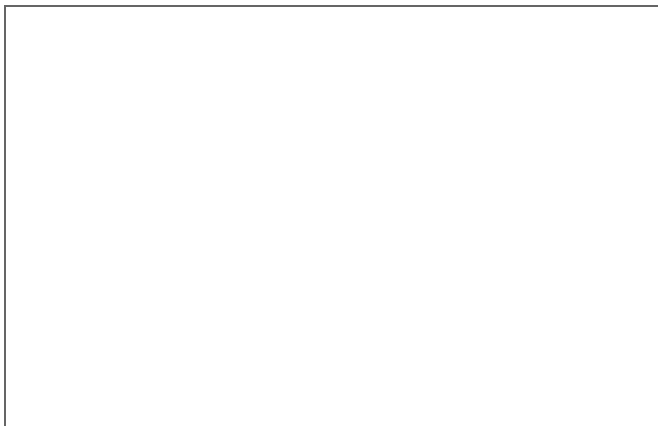
Art der Erfassung: Test, Sichtprüfung

[AM27] Sind die Bildschirmgeräte leicht dreh- und neigbar?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Test, Sichtprüfung

[AM28] Sind die Bildschirmgeräte höhenverstellbar?**Anmerkung:**

Jedes Bildschirmgerät ist einzeln höhenverstellbar oder alle Bildschirmgeräte können simultan höhenverstellt werden.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AM29] Ist die Farbe der Bildschirmgehäuse nicht zu hell und nicht zu dunkel?**Beispiel: beige, grau etc.**

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[34]

3.4 Tastatur

[AM30]Ist die Tastatur vom Bildschirmgerät getrennt?

Anmerkung:

Als getrennt vom Bildschirmgerät gelten Tastaturen, wenn diese über eine Kabelverbindung oder Funkverbindung mit dem Bildschirmgerät verbunden sind, aber nicht fest mit dem Bildschirmgerät verbaut sind.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AM31]Wird eine Tastatur mit einer hellen, reflexionsarmen Oberfläche und dunklen Schriftzeichen verwendet?

Anmerkung:

Bevorzugt werden sollten helle, beigefarbene bis kieselgraue Tastaturen mit matter, halbmatter/seidenmatter Oberfläche.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung	

[AM32] Kann die Tastatur gegenüber der Horizontalen um 5° bis 15° geneigt werden?

Anmerkung:

Stufenlose Neigbarkeit ist nicht erforderlich.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

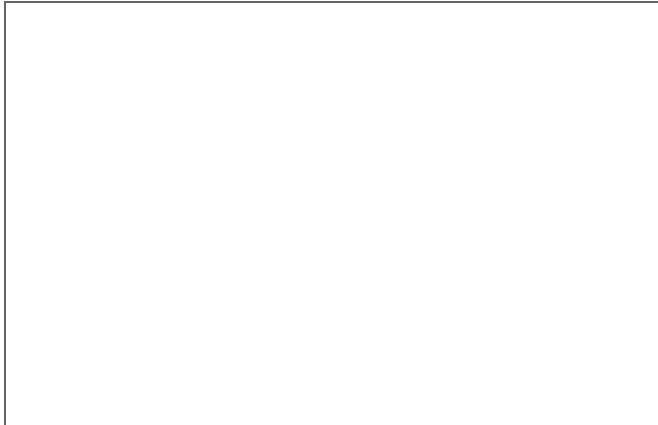
Art der Erfassung: Messung (Winkelmesser)

[AM33] Ist die Höhe der Tastatur (mittlere Buchstabenreihe; beginnend mit ASDF) über der Arbeitsfläche ≤ 30 mm?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Messung (Metermaß)

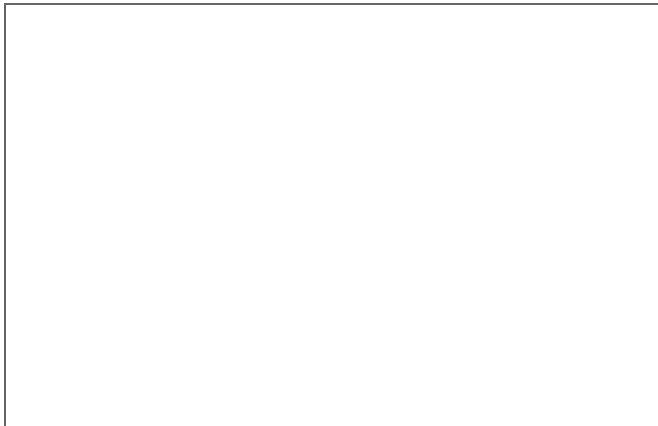
[AM34] Wird eine Tastatur mit deutschem Zeichensatz (QWERTZ) verwendet?

Quelle: <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/QWERTZ-Tatasurbelegung.html>

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AM35] Handelt es sich bei den Tasten um konkave Tastenflächen (= ausgehöhlt, einwärts gewölbt)?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja

Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AM36] Beträgt der Mittenabstand zwischen den Tasten 17 mm bis 19 mm?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

Ja

Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Metermaß)

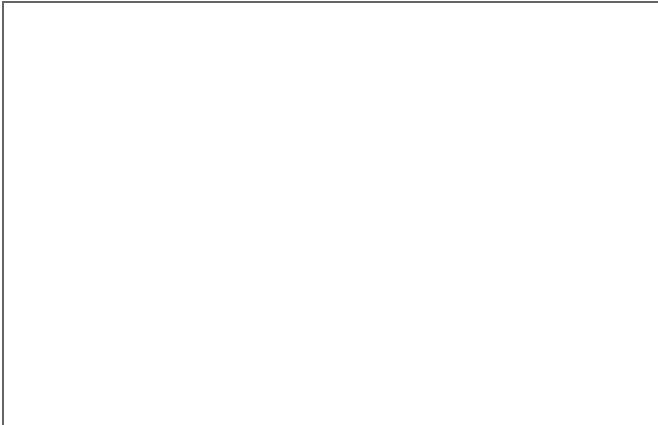
[AM37] Ist ein Tastenweg von 2 mm – 4 mm mit einem deutlich wahrnehmbaren Druckpunkt vorhanden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

Ja

Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Messung (Metermaß), Test

[AM38] Hebt sich die Tastaturbeschriftung deutlich vom Untergrund ab?

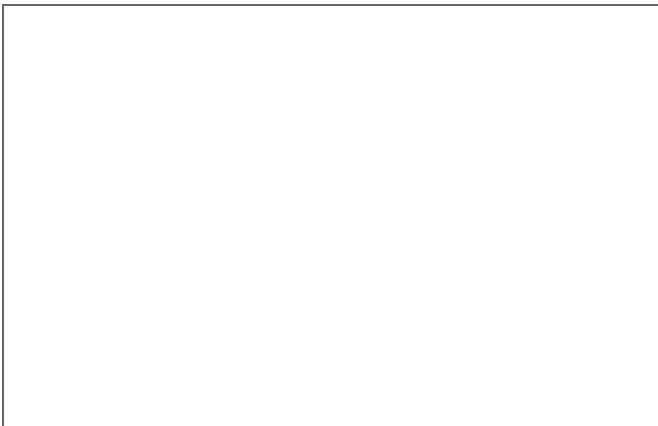
Anmerkung:

Der Kontrast sollte 3:1 betragen

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AM39] Beträgt die Größe der Schriftzeichen auf der Tastatur mindestens 3 mm?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja

Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Metermaß)

[AM40] Gibt es separate Funktionstastaturen bzw. fest eingebaute Funktionstasten?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

Ja

Nein

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AM41] Werden Mehrfachbelegungen von Funktionstasten vermieden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

Ja

Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AM42] Sind die Tastaturkürzel der Funktionstasten selbsterklärend?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator

[35]

3.5 Sonstige Eingabemittel bzw. Zeigegeräte (Maus, Rollkugel etc.)

[AM43] Ist eine Mehrfachzuordnung von Bildschirmgeräten und Eingabemittel gegeben?

Beispiel:

Eine Maus bzw. eine Tastatur für 3 Bildschirmgeräte

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator	

[AM44]Ist für den Leitwartenoperator bei Mehrfachbelegung klar erkennbar, auf welchem Bildschirm er sich mit dem Cursor befindet?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[AM45]Falls eine feste Zuordnung zwischen Eingabemittel und Bildschirmgerät erforderlich ist, besteht ein eindeutiger Bezug zwischen jedem Stellteil und der damit verbundenen Anzeige?

Beispiel:

Ist bei mehreren Eingabemitteln und mehreren Bildschirmgeräten ein eindeutiger Bezug zwischen jedem Stellteil und der damit verbundenen Anzeige erkennbar?

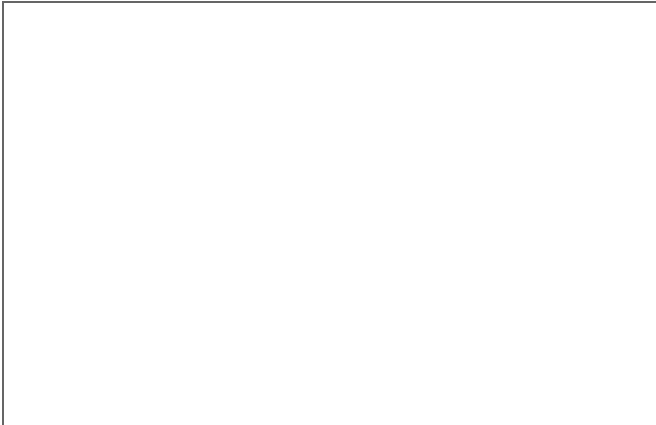
Negatives Beispiel:

Der Leitwartenoperator muss die Mäuse erst bewegen, um zu sehen zu welchem Bildschirmgerät sie gehören.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Sichtprüfung

[36]

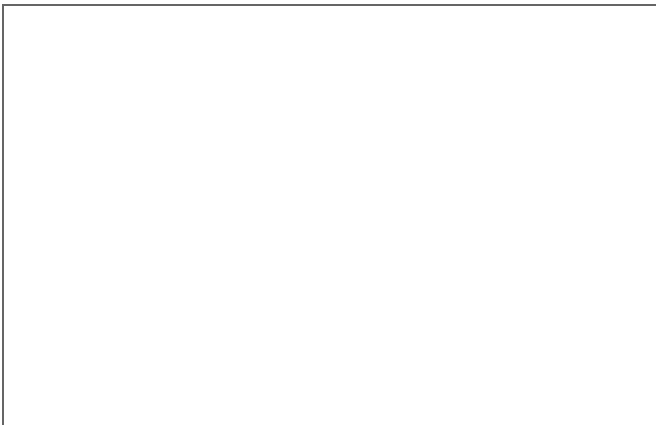
3.6 Funktionswände (z.B. Instrumententafel, Blindschaltbild etc.)

[AM46] Gibt es in der Leitwarte Funktionswände, in die Bildschirme eingebaut sind, die von der üblichen Position des Leitwartenoperators eingesehen werden müssen?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator

[AM47] Sind die auf dem Bildschirm (in der Funktionswand)

**dargestellten Informationen aus der üblichen Arbeitsposition
erkennbar?**

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Manche ja, manche nein
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

4. Mensch-Maschine-Kommunikation

[41]

4.1 Auf Anzeigen bezogene Grundsätze

[41a] Darstellung von Informationen

[MM01] Ist die Bildschirmdarstellung auf gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen frei von Schäden?

Beispiel:

Pixelfehler, Schatten etc.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM02] Ist das auf gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen dargestellte Bild stabil und frei von Verzerrungen und Flimmern, wenn man den Bildschirm aus den Augenwinkeln betrachtet?

Anmerkung:


Ein Blick auf dem Bildschirm zeigt, ob die Bildschirmdarstellung ruhig steht oder flimmert. Sehen Sie seitlich am Bildschirm vorbei und beurteilen Sie aus den Augenwinkeln die Flimmerfreiheit der Bildschirmdarstellung.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja

Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM03]Ist der Bildschirm von gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen frei von wahrnehmbaren Unschärfen und ausfransenden Zeichen?

Anmerkung:

- (1) Verwenden Sie als Testbuchstaben z.B. "e" und "m". Bei Schriftzeichen auf dem Papier sind die Konturen i.a. sehr scharf. Sie können als Vergleich dienen.**
- (2) Die Zeichen sollten auch in den Randbereichen des Bildschirms konturenscharf und verzerrungsfrei dargestellt sein.**
- (3) Zeilen und Spalten sollten überall senkrecht aufeinander stehen.**
- (4) Kreisen dürfen in den Ecken nicht zu Ellipsen werden.**

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

Ja

Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM04] Beträgt die Zeichenhöhe unbunter lateinischer Zeichen auf [gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen](#) mindestens 15 Winkelminuten?

[Zur Beantwortung dieser Frage schauen Sie bitte in die hier verlinkte Tabelle!](#)

Anmerkung:

(1) Empfohlen werden jedoch 18 bis 20 Winkelminuten.

(2) Die Zeichenhöhe ist gegeben durch die Höhe von Großbuchstaben und Ziffern des kleinsten auf dem Bildschirm benutzten Zeichenformats.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- 18 bis 20 Winkelminuten
- 15 bis 18 Winkelminuten
- < 15 Winkelminuten

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl


Art der Erfassung: Messung (Metermaß), Ablesen in Tabelle

[MM05] Erfolgt die Ausübung der Tätigkeit im hellen Raum (Tageslicht, Kunstlicht) oder im Dunkelraum?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Im hellen Raum
- Im Dunkelraum

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM06]Ist die Bildschirmdarstellung der Bildschirmgeräte, die sich direkt am Arbeitsplatz befinden frei von Schäden sowie frei von eingebrennten Zeichen und/oder Symbolen?

Beispiel:
Pixelfehler, Schatten etc.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Sichtprüfung


[MM07]Ist das auf dem Bildschirmgerät bzw. Videomonitoren dargestellte Bild stabil und frei von Verzerrungen und Flimmern, wenn man den Bildschirm aus den Augenwinkeln betrachtet?

Anmerkung:
Ein Blick auf dem Bildschirm zeigt, ob die Bildschirmdarstellung ruhig steht oder flimmert. Sehen Sie seitlich am Bildschirm vorbei und beurteilen Sie aus den Augenwinkeln die Flimmerfreiheit der Bildschirmdarstellung.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl


Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM08] Wird eine Positivdarstellung (dunkle Zeichen auf hellem Untergrund) verwendet?


Anmerkung:

In beleuchteten Räumen (Tageslicht, Kunstlicht) sollten dunkle Zeichenuntergründe vermieden werden.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Alle positiv
- Positive und negative Darstellungen
- Alle negativ

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM09] Wird eine Negativdarstellung (helle Zeichen auf dunklem Untergrund) verwendet?

Anmerkung:

Wenn eine geringe Umgebungsbeleuchtung vorhanden ist, sollten helle Zeichenuntergründe vermieden werden.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Alle negativ
- Positive und negative Darstellungen
- Alle positiv

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM10]Beträgt das Verhältnis zwischen den höheren und niedrigeren Leuchtdichten auf dem ganzen Bildschirm mindestens 3:1, um für eine scharfe Darstellung von Zeichen oder Graphiken auf dem Zeichenuntergrund zu sorgen?

Anmerkung:

(1) Der festgelegte Mindestkontrast gilt für die Leuchtdichteverhältnisse innerhalb von und zwischen Zeichen.

(2) Dies gilt auch für die farbige Darstellung, nicht jedoch für die Darstellung von Bildern und die Darstellung von aktuell nicht zu bearbeiteten Informationen.

Messanweisung:

Messgeräteaufsatz: 1°

Messabstand: mindestens 50 cm

Zunächst sollten auf dem Bildschirm Zeichen und Hintergrund identifiziert werden, deren Leuchtdichten sich ganz offensichtlich nur geringfügig voneinander unterscheiden (z.B. schwarze Schrift auf dunkelgrünem Hintergrund).

Falls die mit dem Messgerät erfasste Fläche größer ist als das Messobjekt, sucht man auf dem Bildschirm nach den gleichen Farben in großflächiger Darstellung (statt der schwarzen Schrift wählt man beispielsweise eine schwarze Fläche, eine dicke schwarze Linie o.ä.).

Auf diese Weise lassen sich Schwarz und Dunkelgrün miteinander ins Verhältnis setzen.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- > 3:1
- ungefähr 3:1
- < 3:1

Kein Messgerät vorhanden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Leuchtdichtemessgerät)

[MM11] Sind die Helligkeit der Bildschirmanzeige und der Kontrast zwischen Zeichen und Zeichenuntergrund am Bildschirmgerät einfach einstellbar, damit sie den Verhältnissen der Arbeitsumgebung angepasst werden können?

Anmerkung:

Individuelle Verstellmöglichkeiten von Farbgebung, Helligkeit und Kontrast dürfen die Erfüllung der grundsätzlichen Anforderungen jedoch nicht gefährden!

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM12] Liegt die mittlere Leuchtdichte auf dem Bildschirm bei

Positivdarstellung (dunkle Zeichen auf hellem Untergrund) in einer Größenordnung von 100 cd/m^2 , um gute Sehleistungen zu erreichen?

Messanweisung:

Messgeräteaufsatz: 8°

Messabstand: ca. 100 cm, je nach Größe des Bildschirms mehr oder weniger: Es sollte ca. die Hälfte des Bildschirms erfasst werden.

Das Messgerät in einem rechten Winkel (90°) auf die Mitte des Bildschirms ausrichten.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- $\geq 100 \text{ cd/m}^2$
- 35 bis 100 cd/m^2
- $< 35 \text{ cd/m}^2$
- Es gibt nur Bildschirme mit Negativdarstellungen
- Kein Messgerät vorhanden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Leuchtdichtemessgerät)

[MM13]Ist der Bildschirm frei von wahrnehmbaren Unschärfen und ausfransenden Zeichen?

Anmerkung:

(1) Verwenden Sie als Testbuchstaben z.B. "e" und "m". Bei Schriftzeichen auf dem Papier sind die Konturen i.a. sehr scharf. Sie können als Vergleich dienen.

(2) Die Zeichen sollten auch in den Randbereichen des Bildschirms konturenscharf und verzerrungsfrei dargestellt sein.

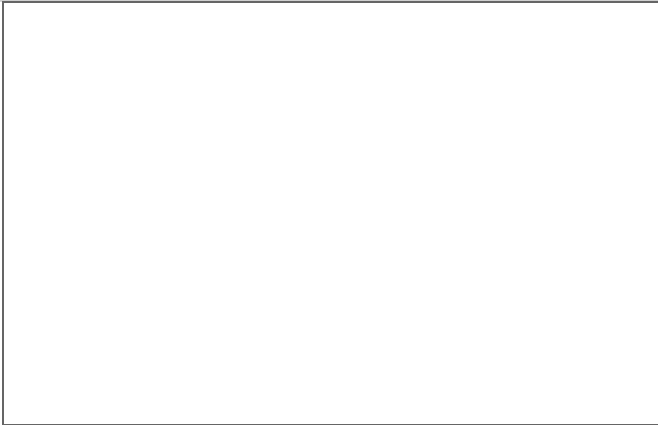
(3) Zeilen und Spalten sollten überall senkrecht aufeinander stehen.

(4) Kreisen dürfen in den Ecken nicht zu Ellipsen werden.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM14] Beträgt die Zeichenhöhe unbunter lateinischer Zeichen auf Bildschirmen mindestens 15 Winkelminuten?

[Zur Beantwortung dieser Frage schauen Sie bitte in die hier verlinkte Tabelle!](#)

Anmerkung:

(1) Empfohlen werden jedoch 18 bis 20 Winkelminuten.

(2) Die Zeichenhöhe ist gegeben durch die Höhe von Großbuchstaben und Ziffern des kleinsten auf dem Bildschirm benutzten Zeichenformats.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- 18 bis 20 Winkelminuten
- 15 bis 18 Winkelminuten
- < 15 Winkelminuten

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Metermaß), Ablesen in Tabelle

[MM15] Sind die Zeichen verwechslungssicher?

Anmerkung:

Testen Sie dies an folgenden Buchstaben:

- S und 5
- O und 0
- U und V
- Q und 0
- Z und 2
- B und 8

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

[MM16]Werden höchstens 6 Farben – außer Schwarz und Weiß – für die Darstellung alphanumerischer Zeichen verwendet?

Anmerkung:

(1) Die Farben sollten ausreichend unterscheidbar sein, d. h. deren Farborte sollten weit genug voneinander entfernt liegen.

(2) Dieser Höchstwert bezieht sich nicht auf Farben in Bildern oder grafischen Darstellungen, die zusätzlich auf dem Bildschirm angezeigt werden.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung	

[MM17] Wird Text von links nach rechts geschrieben?**Anmerkung:****Die senkrechte Anordnung der Schrift sollte vermieden werden.**

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- immer
- meistens
- selten

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM18] Werden Groß- und Kleinbuchstaben verwendet?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung	

[MM19] Werden Schriftarten konsistent über die verschiedenen Seiten hinweg verwendet?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM20] Wenn der Leitwartenoperator fortlaufenden Text zu lesen hat, werden dann mindestens 4 Textzeilen gleichzeitig angezeigt?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein
 Der Operateur muss keine umfassenden Texte auf Bildschirmen lesen

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung	

[MM21]Werden gleiche Informationen innerhalb einer Anwendung stets auf gleiche Art dargestellt?

Beispiel:

Bei Störungen werden die Symbole für Motoren, Ventile etc. immer in Rot dargestellt.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM22]Sind wichtige Informationen (z.B. sicherheitsrelevante Informationen, Alarme, Übersichtsanzeigen) gegen die Verdeckung durch Fenster geschützt?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperateur	

[MM23] Sind die wichtigen Informationen auf eine geringe Anzahl von Bildschirmen (max. 4) konzentriert?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM24] Gibt es für die Anzeige von sicherheitsbezogenen Informationen, wie z.B. Alarmen oder Trends, fest zugeordnete Anzeigeeinrichtungen (Bildschirmgerät am Arbeitsplatz oder Großbildschirm)?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung	

[41aa] Balkendiagramme/Histogramme**[MM25] Werden Balkendiagramme/Histogramme verwendet?**

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur

[MM26] Weist jeder Balken eine eindeutige Kennzeichnung auf?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung	

[41ab]Trends, Graphen, Liniendiagramme und Funktionsdarstellungen

[MM27]Sind Trends, Graphen, Liniendiagramme und/oder Funktionsdarstellungen vorhanden?

Anmerkung:

Graphen: z.B. Druck dargestellt als eine Funktion der Temperatur.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM28]Sind die Verlaufslinien mindestens doppelt so dick wie die dickste verwendete Linie des Hintergrundrasters und der Skalengrundlinien?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM29] Sind alle verwendeten Farben der unterschiedlichen Linien deutlich voneinander unterscheidbar, und heben sie sich deutlich vom Untergrund ab?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM30] Sind die Trendanzeigen in der Lage, Daten darzustellen, die in Zeitintervallen von unterschiedlicher Länge erfasst wurden?

Anmerkung:

X-Achsen sind durch den Leitwartenoperator auf unterschiedliche Zeitintervalle skalierbar, z.B. 30 min., 8 Stunden oder 24 Stunden.

Beispiel:

Der Operateur kann wählen, ob er sich in der Trendanzeige den Temperaturverlauf der letzten halben Stunde, 4 Stunden oder 12 Stunden anzeigen lassen will.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator

[MM31]Lassen Trendanzeigen vor allem längerfristige Trends erkennen, und wird eine Überbewertung kurzfristiger, irrelevanter Schwankungen vermieden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator

[MM32]Lassen sich Trends mit Soll-Werten oder extrapolierten Daten von Trends mit Ist-Werten deutlich unterscheiden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein
- Es sind keine Trendanzeigen mit Soll-Werten und extrapolierten Daten vorhanden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM33]Sind die Funktionsdarstellungen selbstbeschreibend? D.h. ist es möglich, die Daten ohne ergänzende Informationen zu interpretieren?

Beispiel:

Es ist z.B. möglich, mehrere Kurven eindeutig zu identifizieren, ohne auf einen separaten Text oder eine separate Legende zurückgreifen zu müssen.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator	

[41ac] Datenfelder und Datenformulare**[MM34] Sind Datenfelder und/oder Datenformulare vorhanden?****Anmerkung:**

Ein Datenfeld ist eine begrenzte Fläche, in die/der Daten eingegeben oder dargestellt werden und die üblicherweise aus einer festgelegten Anzahl von Schrift- oder Leerzeichen besteht.

Datenformulare sind Formate, die ein oder mehrere Datenfelder enthalten.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator

[MM35] Werden Datenfelder auf konsistente Weise dargestellt?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung	

[MM36] Wird das aktive Datenfeld optisch hervorgehoben?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM37] Sind die Feldbezeichnungen nachvollziehbar abgekürzt?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator	

[MM38] Sind die Eingabe- und Anzeigefelder visuell unterscheidbar, z.B. durch Beschriftung, Format, Form, Farbe?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM39] Wenn ein Dateneingabefeld ein bestimmtes Format erfordert, ist das Format für das Eingabefeld deutlich angegeben?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[41ad] Funktionsbilder und Schaltpläne

[MM40] Gibt es Funktionsbilder oder Schaltpläne, die auf Bildschirmen/Monitoren dargestellt werden?

Anmerkung:

Ein Funktionsbild ist ein Format, das graphische Darstellungen und alphanumerische Zeichen zur Integration von Systemkomponenten in funktionstechnisch ausgerichteten Schaltplänen kombiniert, um Beziehungen zwischen Komponenten wiederzugeben.

Beispiel:

Das Format eines Funktionsabbildes kann verwendet werden, um eine schematische Darstellung von Abwassersystemen oder von Gepäck-Förderband-Systemen in Flughäfen zur Verfügung zu stellen.

Anmerkung:

Ein Schaltplan ist eine besondere Form einer Bildseite, auf der Einzelheiten nur dann dargestellt werden, wenn sie für eine Arbeitsaufgabe notwendig sind.

Beispiel:

Der Plan der elektrischen Verdrahtung für ein Schienensystem zeigt die Verteilung der Elektrizität im Netzwerk an, nicht jedoch geographische Ordnungspunkte.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur

[MM41] Sind die Funktionsbilder übersichtlich dargestellt und klar erkennbar?**Anmerkung:****Ziel = Übersichtlichkeit.**

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM42] Ist die Identifizierung sämtlicher in einem Funktionsbild dargestellten Systemkomponenten leicht möglich?**Anmerkung:****Ziel = Identifizierung von Systemkomponenten**

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM43] Sind die Anfangs-/Endpunkte sämtlicher Flussrichtungslinien (Rohstoffe, Energie, Produkte, Informationen etc.) gekennzeichnet bzw. beginnen/enden sie an gekennzeichneten Komponenten?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM44] Ist die Fließrichtung (Rohstoffe, Energie, Produkte, Informationen etc.) erkennbar, z.B. durch entsprechende Pfeile?

Anmerkung:

Wenn z.B. sich überlappende Flussrichtungen nicht vermieden werden können, sollten sie eindeutig gekennzeichnet sein, damit sie nicht als Verbindungen erscheinen.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[41ae]Karten

[MM45]Werden Kartendarstellungen verwendet?

Beispiele:

Lagepläne, Ortskarten, Landkarten, Wetterkarten

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur

[MM46]Wenn mehrere unterschiedliche Karten angezeigt werden, sind sie einheitlich ausgerichtet, so dass das obere Ende jeder Karte immer dieselbe Richtung repräsentiert?

Beispiel:

Alle Karten sind genordet.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein
 Nur eine Karte vorhanden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl


	
Art der Erfassung: Sichtprüfung	

[MM47] Wenn eine Karte den Inhalt einer einzelnen Informationsseite überschreitet, ist eine leichte Navigation möglich, und stehen dem Leitwartenoperator geeignete Rückmeldungen hinsichtlich der aktuellen Position zur Verfügung?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein
- Keine der Karten überschreitet den Inhalt einer einzelnen Informationsseite

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Sichtprüfung

[41af] Videüberwachungsbilder

[MM48] Ist bei Videüberwachungsbildern – insbesondere auch bei geteilten Bildschirmen – die Erkennbarkeit der Informationen sichergestellt?

Beispiele:**(1) Bei Personenkontrolle: Ist eine Gesichtserkennung möglich?****(2) Bei Prozesskontrolle: Ist die Farbe der Flamme erkennbar?**

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM49] Sind die Darstellungen bei Videoüberwachungsbildern konsistent?**Negatives Beispiel:****Widersprüchliche Bewegungsrichtungen auf 2 Monitoren oder nicht der Realität entsprechende Bewegungsdarstellung, z.B. Das Schiff fährt in Wirklichkeit von links nach rechts durch die Schleuse, aber der Monitor zeigt eine Bewegung von rechts nach links.**

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

[41b]

Organisation der Informationen

[MM50] Kann der Leitwartenoperator von jeder Prozessseite zur Übersichtsanzeige und zu den vorgeschalteten bzw. nachgeschalteten Prozessseiten springen?

Beispiel:

Durch Eingeben eines Kurzcodes, Anklicken oder Drücken einer Schaltfläche etc.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM51] Ist jede Seite mit einem einmaligen und eindeutigen Identifikationsnamen (z.B. welche Prozesseinheit, welche Komponente, welcher Aspekt) versehen?

Anmerkung:

Der Identifikationsname befindet sich vorzugsweise am oberen Ende des Bildschirms oder durchweg an derselben Position und bringt den Anzeigehalt zum Ausdruck (z.B. ein bestimmter Reaktor oder Behälter).

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung	

[MM52]Ist erkennbar in welcher Beziehung die aufgerufene Seite zu anderen Seiten steht?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

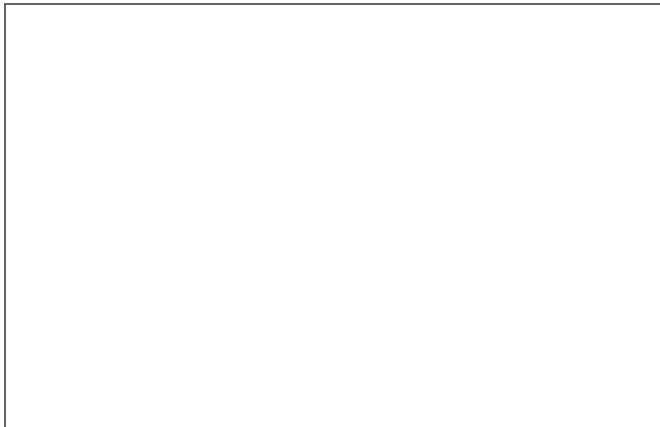
Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM53]Sind die bei der Durchführung einer bestimmten Arbeitsaufgabe parallel benötigten Informationen auch parallel darstellbar?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Parallel darstellbar bei (annähernd) gleichem Sehabstand
 Parallel darstellbar, aber nur durch Veränderung der Arbeitsposition bzw. mit unterschiedlichen Sehabständen einsehbar
 Nicht parallel, sondern nur sequentiell darstellbar

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



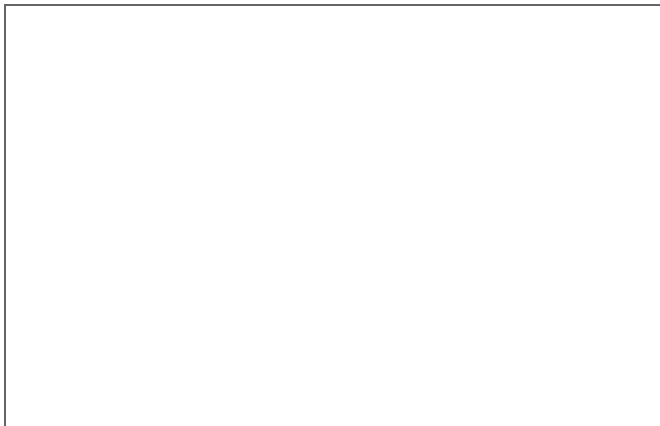
Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator

[MM54] Sind alle Fenster eindeutig identifizierbar (z.B. durch Fensterbezeichnung, Dateinamen oder Applikationsnamen)?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM55] Sind die Bildelemente (z.B. Felder, Elemente, Bildschirmsymbole und Grafiken) eindeutig gekennzeichnet?

Anmerkung:

Beschriftungen erklären Zweck und/oder Inhalt des bezeichneten Informationselementes.

Beispiel:

Der Buchstabe "V" kennzeichnet Ventile (z.B. V-103).

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM56] Sind die Maßeinheiten für die angezeigte Information entweder in der Beschriftung enthalten oder rechts vom Anzeige- oder Eingabefeld angeführt?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM57] Ist jeder Bildschirm in der Lage, Informationen aller Kategorien anzuzeigen, um (1) für einen ausgefallenen Monitor Ersatz zu schaffen oder (2) Anzeigen zu kombinieren (z.B. Trends für die Abstimmung mit zusätzlichen Überwachungs- und

Steuerungsanzeigen)?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Die meisten Bildschirme
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur

[MM58] Können unterschiedliche Informationsbereiche auf den gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen gut differenziert werden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM59] Wird ein häufiger Blickwechsel zwischen den Bildschirmen des Leitwartenoperators am Arbeitsplatz und den gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen vermieden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM60] Werden die gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen nur zur allgemeinen Überwachung verwendet, während die Steuerungsaufgaben an den Bildschirmen am Arbeitsplatz bearbeitet werden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur, Sichtprüfung

[MM61] Gibt es Regeln, nach denen auf gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen Informationsdarstellungen geändert werden dürfen?

Beispiele:

(1) Jeder Leitwartenoperateur darf nur den ihm zugewiesenen Bildschirm bzw. Anzeigebereich ändern.

(2) Nur der Schichtleiter darf Änderungen vornehmen.

(3) Beim Anfahren der Anlage dürfen andere Informationen aufgerufen werden, aber auch nur dann!

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur, Befragung Führungskraft

[41c]

Kodierverfahren

[MM62] Werden Kodierverfahren dazu verwendet, den unterschiedlichen Status von grafischen Objekten anzuzeigen?

Beispiele:

(1) Eine Ventilstörung wird durch ein rotes Ventilsymbol dargestellt, während ein sich im Betrieb befindenes Ventil in grün dargestellt wird.

(2) Das aktive Fenster wird durch eine andere Form der Fensterumrandung von anderen Fenstern visuell unterschieden.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM63] Sind Informationen über die Bedeutung der Codes leicht zugänglich?

Anmerkung:

Informationen sind leicht zugänglich, wenn sie z.B. in der Software hinterlegt sind.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator

[MM64] Sind die Codes nach etablierten Standards oder konventionellen Bedeutungen festgelegt?

Beispiel:

Bei einem waagerechten Schieberegler entspricht die Stellung ganz rechts dem Höchstwert.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator

[MM65] Sind die alphanumerischen Codes kurz – am besten sechs oder weniger Zeichen (unter Berücksichtigung von Sinnhaftigkeit, eindeutiger Kodierung und der Möglichkeit, zusätzliche Codes hinzuzufügen)?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM66] Ist die Bedeutung von Abkürzungen bei alphanumerischen Codes leicht verständlich und interpretierbar?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Teilweise
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator

[MM67]Werden alphanumerische Codes konsistent mit derselben Bedeutung oder derselben Funktion verwendet?

Negatives Beispiel:

Der Buchstabe "P" wird für Druck ("pressure") und Pumpe verwendet.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator

[MM68]Sind die Bildschirmsymbole eindeutig unterscheidbar und leicht interpretierbar bzw. klar verständlich?

Beispiel:

- **unterscheidbare geometrische Formen**
- **eindeutige Bedeutung**

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Teilweise
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator	

[MM69] Sind Unterschiede der Linienart (z.B. durchgezogen, gestrichelt, punktiert) und der Linienstärke (normal, fett) deutlich voneinander unterscheidbar?

Anmerkung:

Kodierungen mittels Linien kann z.B. in Landkarten und in Diagrammen verwendet werden.

Ungefähr acht Kombinationen von Linienart und Linienstärke sind unterscheidbar.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM70] Folgt die Farbkodierung gebräuchlichen Konventionen unter Berücksichtigung des Nutzungskontextes (dynamische Farbdarstellung des Zustands, z.B.:

**Rot = Gefahr, dringend,
Gelb = Vorsicht,
Grün = in Ordnung, verfügbar)?**

Negative Beispiele:

(1) Die Farbe Rot wird für ein geschlossenes Ventil verwendet.

(2) Die Dampfleitung wird in blau dargestellt und die Kühlwasserleitung in rot.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM71]Ist die Verwendung von Farben konsistent?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator

[MM72]Werden Farben auf einem monochromen Bildschirmgeräten in unterscheidbaren Graustufen angezeigt?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein
- Kein monochromes Bildschirmgerät vorhanden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM73]Sind die Farben deutlich unterscheidbar und heben sich vom Untergrund ab?

Beispiel:

Gesättigtes Blau für die Anzeige von Texten oder Symbolen auf einem dunklen Untergrund wird vermieden.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM74] Wird die Verwendung von Farben hoher Sättigung mit spektral sehr unterschiedlichen Wellenlängen – wie gesättigtes Blau und gesättigtes Rot – bei Leseaufgaben nebeneinander als Text oder Untergrund vermieden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM75] Werden Farben hoher Sättigung und helles Weiß als Hintergrundfarbe vermieden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM76] Sind die Farben für Farbfehlsichtige als Graustufen erkennbar?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein
 Nicht überprüfbar

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung (Graustufendarstellung einstellen)

[MM77] Wird Blinken als Kodierung für die Erregung von Aufmerksamkeit verwendet?**Beispiel:**

Die Alarmdarstellung (z.B. Durchlaufstörung eines Ventils) erfolgt durch Blinken des Symbols im schematischen Fließbild und kennzeichnet einen unquitierten Alarm.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator

[42]

4.2 Auf Stellteile bezogene Grundsätze

[MM78]Ist auf dem Bildschirm/den Bildschirmen ein Cursor vorhanden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM79]Ist der Cursor auf dem Bildschirm leicht erkennbar?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung	

[MM80]Ist mit den vorhandenen Positionierungselementen (z.B. Maus, Joystick, Rollball) eine schnelle und genaue Positionierung möglich?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein
- Keine Positionierungselemente (z.B. Maus, Joystick, Rollball) vorhanden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM81]Besitzt der Cursor in graphischen Interaktionen, in denen Positionierungsgenauigkeit gefragt ist, eine entsprechende Einrichtung zum Bestimmen seiner genauen Position (z.B. Pfeil, Fadenkreuz oder V-Form)?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein
- Keine Positioniergenauigkeit gefordert

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

<div data-bbox="242 190 906 465" style="border: 1px solid black; height: 123px;"></div>
Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM82] Gibt es Tastbildschirme ("touch screen")?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator

[MM83] Wird bei Tastbildschirmen das Bewegen und Halten des Armes zum Bildschirm über längere Zeitabschnitte vermieden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung	

[MM84] Stehen dem Leitwartenoperator bei regelmäßig auftretenden Eingriffen Tastaturkürzel ("shortcuts") zur Verfügung?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator

[MM85] Können nur die auf dem Bildschirm dargestellten Objekte manipuliert werden?

Negatives Beispiel:

Die Parameter für einen Batch sind in einem Makro zusammen gefasst. Der Leitwartenoperator befindet sich auf einer anderen Seite des schematischen Fließbildes und kann trotzdem über eine Tastenkombination den Makro starten.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator, Sichtprüfung	

[MM86] Falls sich aus einem Eingriff schwerwiegende Konsequenzen ergeben können (z.B. bei sicherheitsrelevanten oder unumkehrbaren Eingriffen), wird der Leitwartenoperator deutlich über die Konsequenzen informiert, und fordert das System vom Leitwartenoperator vor der Ausführung eine Bestätigung?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator, Sichtprüfung

[MM87] Wird die nächste Seite/das nächste Fenster, nachdem sie/es angefordert wurde, innerhalb von 2 Sekunden angezeigt?

Beispiel:

Beim graphischen Aufbau eines Fensters sollten keinen nennenswerte Verzögerungen der Systemantwort wahrnehmbar sein.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Einschätzung	

[MM88]Erfolgt die Fehlerrückmeldung (nach Beendigung der Eingabe) innerhalb von 2 Sekunden?

Beispiel:

Das System benachrichtigt den Leitwartenoperateur, dass eine Steuerungsaktion unwirksam ist.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Einschätzung

[MM89]Ist eine Anzeige vorhanden, die anzeigt, dass das System antwortet, wenn das System zur Ausführung eines Befehls länger als 2 Sekunden benötigt (z.B. Öffnen eines großen Ventils, Befüllen eines Tanks usw.)?

Beispiel:

Um den Leitwartenoperateur bei umfassenden Tätigkeiten/Eingriffen über Wartezeiten zu informieren, steht dem Leitwartenoperateur z.B. eine Anzeige der Zeitdauer zur

Verfügung, die zur Ausführung des gewählten Eingriffes noch erforderlich ist bzw. ihm wird angezeigt, wie viel Prozent (z.B. Fortschrittsbalken) bereits ausgeführt sind.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator, Sichtprüfung

[MM90] Sind die Systemrückmeldungen für den Leitwartenoperator verständlich?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator

[MM91] Ist eine Anzeige vorhanden, aus der ersichtlich wird, ob das

System belegt ("busy") oder außer Betrieb ist?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM92]Ist eine klare Anzeige vorhanden, aus der ersichtlich ist, dass eine Folge von Aktionen abgeschlossen wurde?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM93]Sind die Stellteile eindeutig gekennzeichnet?

Anmerkung:

In dieser Frage sind mit "Stellteile" nicht die Standardeingabemittel wie z.B. Maus, Tastatur etc. gemeint!

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein
- Keine weiteren Stellteile (außer Standardeingabemittel) vorhanden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM94] Sind sicherheitsbezogene Stellteile und Notsteuerungseinrichtungen gesichert, um unbeabsichtigte Betätigungen zu vermeiden?

Beispiel:

Besonders bedeutsame Tasten sind durch ihre Lage, Tastensperre, Zwang zu Beidhand- bzw. Mehrfingerauslösung oder Sicherheitsabfrage gesichert.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM95]Ist die Möglichkeit ausgeschlossen, dass (sicherheits-)kritische Systeme übergangen werden können?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator, Befragung Führungskraft

[MM96]Wenn Eingriffe in dasselbe System von mehreren Plätzen in einem Warterraum erfolgen können, ist sichergestellt, dass zwischen den Leitwartenoperatoren keine Konflikte entstehen?

Beispiel:

Beschränkung eines Eingriffs auf einen Leitwartenoperator zur Zeit.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein
 Zugriff auf dasselbe System von unterschiedlichen Leitwartenplätzen nicht möglich

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur	

[MM97] Sind redundante Systeme verfügbar, falls das softwarebasierte Steuerungssystem ausfällt?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur, Befragung Führungskraft

[MM98] Entspricht die Schnittstellengestaltung (Interaktionslogik, Verhaltensgrundsätze etc.) den Ausbildungsniveaus der Leitwartenoperateure?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur, Sichtprüfung	

[MM99]Werden Ausnahmen von den Grundregeln der Interaktion vermieden?

Negatives Beispiel:

Im nicht-bestimmungsgemäßen Betrieb werden Abkürzungen und Umgehungen der üblichen Regeln geduldet.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur, Befragung Führungskraft

[43]

4.3 Allgemeine Grundsätze

[43a]Aufgabenangemessenheit

[MM100]Sind unterschiedliche Softwaresysteme so miteinander vernetzt, dass Mehrfacheingaben vermieden werden?

Beispiel:

Manuelle Datenübertragung zwischen unterschiedlichen Systemen wird vermieden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein
- Es gibt keine unterschiedlichen Softwaresysteme

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur, Sichtprüfung

[MM101] Sind vermeidbare Arbeitsschritte/Dialogschritte ausgeschlossen?

Anmerkung:

Das System erlaubt die Bearbeitung aller Aufgaben ohne größere Umwege oder zusätzlichen Eingaben, z.B. zur Steuerung des Dialogs.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Mit einigen Einschränkungen
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur, Sichtprüfung

[MM102]Lassen sich Routinedialoge automatisieren?**Beispiel:**

Bei Batchfahrweise ist es möglich, zur Zusammenstellung der Parameter für einen Batch Makros zu erstellen, die dann durch eine Funktionstaste ausgelöst werden können.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator, Sichtprüfung

[43b]Selbstbeschreibungsfähigkeit**[MM103]Wird dem Leitwartenoperator jederzeit vermittelt, an welcher Stelle er sich im System befindet?**

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator, Sichtprüfung

[MM104] Steht dem Leitwartenoperator jederzeit eine Übersicht über das gesamte System, für das er verantwortlich ist, zur Verfügung, damit der Aufbau eines mentalen Modells unterstützt wird?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM105] Entsprechen die verwendeten Begriffe, Bezeichnungen, Symbole und Abkürzungen in den Masken und Menüs dem Sprachgebrauch des Leitwartenoperators?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Teilweise
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator	

[MM106] Sind Fehlermeldungen verständlich, selbsterklärend und eindeutig?**Anmerkung:**

Er erfolgt eine Beschreibung des Fehlers und es wird nicht nur ein Fehlercode dargestellt.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Immer
- Meistens
- Selten

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM107] Sind Hilfefunktionen vorhanden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator, Sichtprüfung	

[MM108] Sind die Hilfefunktionen leicht abrufbar?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM109] Sind in den Hilfefunktionen konkret passende Lösungen oder Beispiele beschrieben?**Anmerkung:**

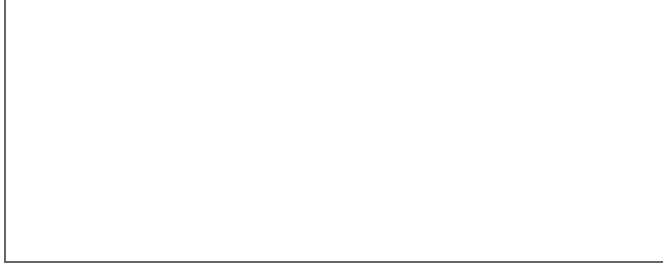
Die Software bietet situationsspezifische Erklärungen (an den Prozess- und Eingabezustand angepasst), die konkret weiterhelfen.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--



Art der Erfassung: Sichtprüfung

[43c] Steuerbarkeit

[MM110] Kann der Leitwartenoperator die Geschwindigkeit des Ablaufes oder Art und Umfang der Ein- und Ausgaben auf dem Bildschirm beeinflussen?

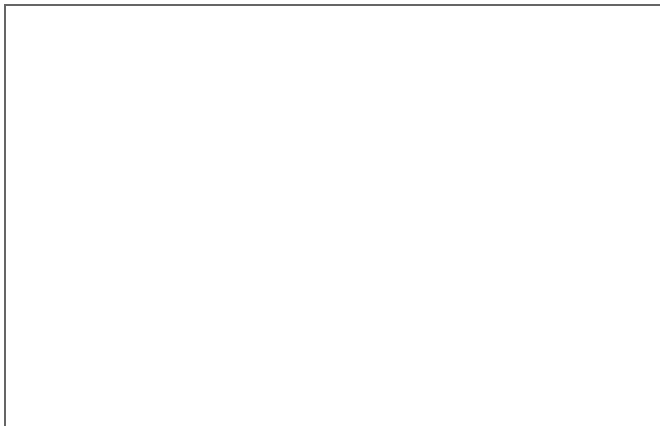
Anmerkung:

Im Störfall steuert unter Umständen die verfahrenstechnische Anlage den Bildschirm zur Information des Leitwartenoperators und erzwingt ggf. einen Dialog, der nicht beeinflusst werden kann.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator

[43d] Erwartungskonformität

[MM111] Berücksichtigt die Darstellung des Prozesses auf den Prozessbildern die Vorstellungen des Leitwartenoperators über den

Ablauf des Prozesses?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator

[MM112]Wird die Verwendung von unterschiedlichen Software-Systemen vermieden?**negative Beispiele:**

(1) Der Leitwartenoperator muss mit 2 unterschiedlichen Prozessleitsystemen arbeiten.

(2) Der Leitwartenoperator muss mit 2 unterschiedlichen Versionen eines Prozessleitsystems arbeiten.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator

[MM113]Erfolgt die Steuerung bei der Bearbeitung gleichartiger Prozesse über alle Aufgaben eines Prozessabschnittes in gleicher Weise?

Beispiel:

Es existiert ein einheitliches Prinzip zur Bedienung der Software – sowohl innerhalb einer Software als auch über verschiedene Arten von Software hinweg.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung, Befragung Leitwartenoperator

[43e]Fehlertoleranz

[MM114]Führt das System Plausibilitätsprüfungen durch? D.h. erzeugt das System bei eventuellen Handhabungsfehlern eine Fehlermeldung, z.B. wenn eine Eingabe offensichtlich falsch ist?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung	

[MM115] Wird die Plausibilität spezifischer Eingaben in Abhängigkeit vom gegenwärtigen Systemstatus geprüft?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator, Sichtprüfung

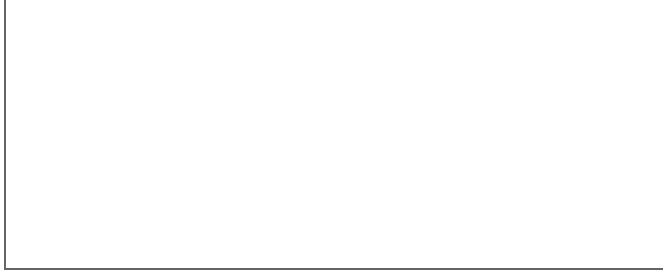
[MM116] Werden in der Fehlermeldung konkrete Korrekturmöglichkeiten aufgezeigt?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Immer
 Meistens
 Selten oder gar nicht

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--



Art der Erfassung: Sichtprüfung

[43f]Individualisierbarkeit**[MM117]Ist die Dialogführung auf bestimmte Erfahrungsniveaus wählbar?****Anmerkung:**

Die Software eignet sich für Anfänger und Experten gleichermaßen, weil der Leitwartenoperator sie leicht an seinen Kenntnisstand anpassen kann.

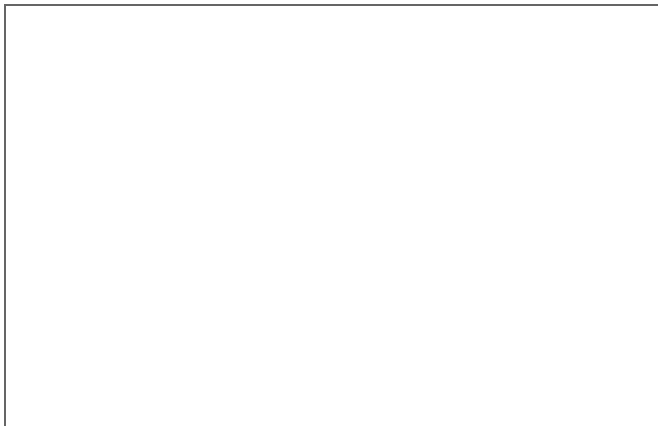
Beispiel:

Weniger erfahrene Leitwartenoperatoren können zusätzliche Erläuterungen zu den einzelnen Aufgabenteilen aufrufen, während erfahrene Leitwartenoperatoren die gewünschten Aufgabenteile durchführen, ohne die Erläuterungen lesen zu müssen.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator, Sichtprüfung

[MM118]Sind individuelle Einstellungen durch den Leitwartenoperator möglich?**Anmerkung:**

Die Software lässt sich gut an seine persönliche, individuelle Art der Arbeitserledigung anpassen.

Beispiel:

Die individuellen Einstellungen können z.B. beim Anmelden am PC zu Schichtbeginn, über persönliche Disketten und Makros geladen werden. → Öffnen von bestimmten Darstellungsformen, z.B. bestimmte Anzeigen, bestimmte Prozessbilder.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur

[MM119]Kann der Leitwartenoperateur individuell einstellen, wie und welche Informationen auf dem Bildschirm dargeboten werden?

Anmerkung:

Die Software ist so gestaltet, dass der Leitwartenoperateur die Bildschirmdarstellung gut an seine individuellen Wünsche anpassen kann.

Beispiel:

Kombinationen von Trends, unterschiedliche Fenster auf dem Bildschirm zusammen darstellen

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Er kann sich die dargestellten Informationen individuell konfigurieren
 Er kann nur einige der dargestellten Informationen individuell konfigurieren
 Die Informationsdarstellung ist fest vorgegeben

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator, Sichtprüfung

[43g]Lernförderlichkeit

[MM120]Existiert ein Lernprogramm?

Anmerkung:

Durch ein Lernprogramm in der Software (z.B. Simulator) wird vermittelt, welche Grundfunktionen wie zur Aufgabenbearbeitung eingesetzt werden können. Besonders gut ist es, wenn die erklärten Funktionen mit der Aufgabe gefahrlos ausprobiert werden können ("learning by doing").

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur

[MM121]Kann der Leitwartenoperator die Software verwenden, ohne dass er sich viele Details/Codes merken muss?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator, Sichtprüfung

[43h]

Systembefugnis

[MM122] Kann der Leitwartenoperator die Grenzen der Voralarme individuell anpassen?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Alle (bis auf sicherheitskritische)
- Die meisten
- Wenige/keine

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator

[MM123] Kann der Leitwartenoperator während des bestimmungsgemäßen Betriebs alle Teile des Prozesses stärker manuell bzw. weniger automatisiert fahren?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur

[43i]

Alarmmanagement

[MM124]Existiert eine anlagenweite Alarmstrategie?

Anmerkung:

Die Alarmstrategie sollte eine klare Definition und Zielsetzung für alle Alarme in der Anlage umfassen.

Außerdem sollte sie umfassen:

Eine Verpflichtung zu geeigneten Trainingsmaßnahmen, Festlegungen von Rollen und Zuständigkeiten für sämtliche Betriebszustände bzw. Änderungen von Alarmgrenzen und Überprüfungen.

Beispiele:

- **Definition eines Alarms (Unterscheidung Alarm/Meldung)**
- **Definition der Sicherheitsrolle des Alarmsystems**
- **Liste aller Alarme, die einen Sicherheitsnachweis nach sich ziehen**
- **Definition der Leistungszieles des Alarmsystems**
- **Begriffe und Abkürzungen, die in Alarmmeldungen verwendet werden**
- **Leitfaden für den Inhalt und die Struktur von Handlungsanweisungen**
- **Leitfaden zur Interpretation von Alarmmustern, deren Gruppierung, Ausblendung und Quittierung**
- **Ermittlung der Testdurchführungshäufigkeit von Alarmeinrichtungen**
- **Anforderungen an die Datensammlung und Speicherung von Alarmdaten**

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Führungskraft, Dokumentenprüfung

[MM125]Ist ein Alarm-Management-Prozess etabliert, um die Alarmsystemleistung und -vollständigkeit zu überwachen, aufrechtzuerhalten und zu verbessern?

Anmerkung:

Das Alarmmanagement sollte ein aktiver, kontinuierlicher Prozess sein mit spezifischen Verantwortlichkeiten bezüglich:

- **Überwachung von Kennzahlen ("key performance indicator" - KPI),**
- **Anzahl von Alarmen sowie der**
- **Einführung von Verbesserungen im Alarmmanagement.**

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Führungskraft

[MM126] Sind die Aufgaben und Zuständigkeiten im Normalbetrieb und in Störungssituationen klar und eindeutig geregelt?

Anmerkung:

Derartige Verfahren sollten sicherstellen, dass die Arbeit in Wartenräumen in kritischen Situationen effektiv und gut organisiert ist.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur, Dokumentenprüfung

[MM127]

Sind die dem Leitwartenoperateur angezeigten Ereignisse (z.B. Alarme) in Prioritäten entsprechend der Wichtigkeit (z.B. Schwere der Auswirkung bei Nichtbeachtung) und der Dringlichkeit der erforderlichen Reaktionen (zur Verfügung stehende Reaktionszeit) kategorisiert?

Beispiel 1 - "Prioritätsstufen":

4 Prioritäten: Notfall - hoch - mittel - niedrig

3 Prioritäten: hoch - mittel - niedrig oder 1 - 2 - 3

Beispiel 2 - "Potenzielle Auswirkung (Schwere)":

- Anlagenstillstand
- Produktqualitätsverlust
- Produktionsverzögerung

Beispiel 3 - "Dringlichkeit":

Zur Verfügung stehende Zeitspanne, um eingreifen zu können:

- < 5 Minuten

- 5 - 20 Minuten
- > 20 Minuten

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[MM128] Werden Ereignisse, die eine schnelle Reaktion des Operateurs erfordern, zusätzlich durch ein akustisches Signal angezeigt?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Hörprobe

[MM129] Werden unterschiedliche Frequenzen verwendet, um zwischen verschiedenen Alarmprioritäten und Alarmquellen unterscheiden zu können?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Hörprobe

[MM130] Werden unterschiedliche Lautstärkepegel verwendet, um zwischen verschiedenen Alarmprioritäten und Alarmquellen unterscheiden zu können?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Hörprobe

[MM131]Werden für Fehler- und Alarmmeldungen Signalfarben und starke Kontraste verwendet, damit sie schnell und eindeutig erkannt werden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

5. Umgebungsbedingungen

[51]

5.1 Klima und Luftqualität

[UB01] Gibt es Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage, um unabhängig von den äußeren klimatischen Bedingungen sowohl im Sommer als auch im Winter ein angemessenes Raumklima herzustellen?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur

[UB02] Berücksichtigt die Heizungs- bzw. Klimaanlage den Tagesrhythmus?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Führungskraft	

[UB03] Sind die Temperaturen durch den Leitwartenoperator entsprechend seiner Bedürfnisse einstellbar?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator, Sichtprüfung

**[UB04] Bei sitzender Tätigkeit im Winter: Liegt die Temperatur zwischen 20 °C und 24 °C?
Bei sitzender Tätigkeit im Sommer: Liegt die Temperatur zwischen 23 °C und 26 °C?**

Anmerkung:

- (1) Lufttemperatur ist die Temperatur der den Menschen umgebenden Luft ohne Einwirkung von Wärmestrahlung. Sie wird mit einem wärmestrahlungsgeschützten Thermometer in Grad Celsius (°C) mit einer Messgenauigkeit von $\pm 0,5$ °C gemessen.
(2) Die Bestimmung der Lufttemperatur allein reicht nicht aus, wenn Luftfeuchte, Luftgeschwindigkeit und/oder Wärmestrahlung erheblichen Einfluss auf das Klima ausüben. Dann sind diese Klimagrößen zusätzlich einzeln zu bewerten.

Messanweisung:

Messung der mittleren Temperatur über 15 Min. möglichst nahe am üblichen Aufenthaltsort des Leitwartenoperators (genauen Messort bitte im Kommentar angeben) am Arbeitsplatz in 0,60 m (Sitzarbeitsplatz) bzw. in 1,10 Höhe (Steharbeitsplatz) (→ Faustregel: Hüfthöhe) über dem Fußboden.

Auf merkliche (gefühlte!) Temperaturunterschiede zwischen Knöchel-, Hüft- und

Kopfhöhe sollte im Kommentar hingewiesen werden.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Thermometer)

[UB05] Beträgt der vertikale Unterschied der Lufttemperatur im Bereich zwischen 1,10 m und 0,10 m über dem Fußboden (zwischen Kopf und Fußgelenk) weniger als 3 °C?**Messanweisung:**

Messung der mittleren Temperatur über 15 Min. möglichst nahe am üblichen Aufenthaltsort des Leitwartenoperators (genauen Messort bitte im Kommentar angeben) am Arbeitsplatz in 0,10 m Höhe und in 1,10 m Höhe über dem Fußboden.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Thermometer)

[UB06] Liegt die relative Luftfeuchtigkeit in einem Bereich von 40 – 65 %?

Anmerkung:

Bei einer relativen Luftfeuchte von 50 % oder mehr werden auch elektrostatische Aufladungen vermieden.

Messanweisung:

Messung der mittleren relativen Luftfeuchte über 15 Min. möglichst nahe am üblichen Aufenthaltsort des Leitwartenoperators (genauen Messort bitte im Kommentar angeben) am Arbeitsplatz in 0,60 m (Sitzarbeitsplatz) bzw. in 1,10 m Höhe (Steharbeitsplatz) (→ Faustregel: Hüfthöhe) über dem Fußboden.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein
- Kein Messgerät vorhanden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Psychrometer)

[UB07] Liegt die mittlere Luftgeschwindigkeit unter 0,15 m/s?

Anmerkung:

Messung in Augen-, Sitz- und Bodenhöhe

Messanweisung:

Messung der Luftgeschwindigkeit über 15 Min. möglichst nahe am üblichen Aufenthaltsort des Leitwartenoperators (genauen Messort bitte im Kommentar angeben) am Arbeitsplatz in 0,60 m (Sitzarbeitsplatz) bzw. in 1,10 m Höhe (Steharbeitsplatz) (→ Faustregel: Hüfthöhe) über dem Fußbodenboden.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja

- Nein
 Kein Messgerät vorhanden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Anemometer)

[UB08]Ist der Arbeitsplatz des Leitwartenoperators frei von Zugluft?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator, Einschätzung

[UB09]Wird der Einsatz von Arbeitsmitteln, von denen eine bedeutende Wärmestrahlung ausgeht, innerhalb des Wartenraumes vermieden?

Beispiel:

Rechner befinden sich in einem separaten Rechnerraum.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[UB10] Wird eine Verunreinigung der Raumluft durch externe Quellen (z.B. durch Staub und toxische Substanzen) vermieden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur, Einschätzung

[UB11] Sind Anzeigeeinrichtungen, Tastaturen sowie die übrigen Arbeitsmittel frei von Verschmutzungen?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

**[UB12]Ist für jeden ständig anwesenden Beschäftigten im
Wartenraum der empfohlene Mindestluftraum vorhanden?**

Bei überwiegend sitzender Tätigkeit: 12 m³
Bei überwiegend nicht sitzender Tätigkeit: 15 m³

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Berechnung aus Grundfläche x lichter Raumhöhe und Personenzahl

[52]

5.2 Beleuchtung

[UB13] Werden blendfreie Leuchten (z.B. Spiegel-Raster-Leuchten, verspiegelte Prismaleuchten) verwendet?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[UB14] Sind die Leuchten flimmer- und flackerfrei?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[UB15] Beträgt die horizontale Beleuchtungsstärke auf der Arbeitsfläche zwischen Bildschirm und Leitwartenoperator mindestens 300 lux?**Messanweisung:**

Sensor an einen offensichtlich dunkleren Bereich der Arbeitsfläche an der üblichen Position des Leitwartenoperators stellen.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- ≥ 500 lux - 750 lux
 300 lux - 500 lux
 < 300 lux oder > 750 lux
 Kein Messgerät vorhanden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Beleuchtungsstärkemessgerät)

[UB16] Kann die Allgemeinbeleuchtung im Wartenraum vom Leitwartenoperator angepasst werden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator, Test

[UB17] Hat der Leitwartenoperator die Möglichkeit, die Allgemeinbeleuchtung durch direkte Arbeitsplatzbeleuchtung zu ergänzen?

Anmerkung:

Eine Allgemeinbeleuchtung ist grundsätzlich notwendig; ausschließliche Einzelplatzbeleuchtung ist nicht zulässig.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Sichtprüfung

[UB18]Ist das Kontrastverhältnis von selbstleuchtender Ausrüstung (z.B. Bildschirme) zur unmittelbaren Umgebung (z.B. Unterlagen, Tisch) kleiner als 3:1?

Messanweisung:

Messgeräteaufsatz: 8°

Messabstand: ca. 100 cm, je nach Größe des Bildschirms mehr oder weniger: Es sollte ca. die Hälfte des Bildschirms erfasst werden.

Das Messgerät in einem rechten Winkel (90°) auf die Mitte des Bildschirms ausrichten. Zum Vergleich eine Messung mit annähernd gleichem Abstand in einem rechten Winkel (90°) auf eine Fläche mit offensichtlich anderen Leuchtdichten durchführen (z.B. Arbeitsfläche vor dem Bildschirmgerät oder rechts/links neben dem Bildschirmgerät).

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein
- Kein Messgerät vorhanden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Leuchtdichtemessgerät)

[UB19]Ist das Kontrastverhältnis von selbstleuchtender Ausrüstung zu den Randbereichen des Sehfeldes (z.B. Fenster, Wand) kleiner als 10:1?

Messanweisung:

Messgeräteaufsatz: 8°

Messabstand (1) Bildschirm: ca. 100 cm, je nach Größe des Bildschirms mehr oder

weniger: Es sollte ca. die Hälfte des Bildschirms erfasst werden.
 Messabstand (2) Wand/Fenster: ca. 100 cm, abhängig von der Größe: Es sollten ca. 0,5 m² Fläche erfasst werden.

Messung im rechten Winkel (90°) auf den Bildschirmausschnitt.
 Zum Vergleich eine Messung im rechten Winkel (90°) auf eine Fläche mit offensichtlich anderen Leuchtdichten an Wand oder Fenster z.B. rechts oder links vom Arbeitsplatz durchführen.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein
 Kein Messgerät vorhanden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Leuchtdichtemessgerät)

[UB20]Liegt die mittlere Leuchtdichte von Leuchten oder hellen Raumflächen (Fenster und andere Öffnungen, Oberlichter, durchsichtige bzw. durchscheinende Wände etc.) unterhalb der empfohlenen Werte?

- a) Bei Bildschirmgeräten der Klassen I und II (moderne Monitore, TFT): max. 1000 cd/m².
 b) Bei Bildschirmgeräten der Klasse III (alte Monitore): max. 200 cd/m².

Messanweisung:

Messaufsatz 8° oder 1°(bei 1° mindestens 50 cm Abstand)

Messung ungefähr in Kopfhöhe im rechten Winkel (90°) auf das Messobjekt (Leuchten, helle Wandoberflächen, Deckenflächen).

Abhängig von der Heterogenität der Messfläche und der Entfernung zum Messobjekt muss ggf. mit unterschiedlichen Messgeräteaufsätzen (Messwinkel) gearbeitet werden.

Um festzustellen, welcher Messwinkel sinnvollerweise verwendet werden kann, betrachtet man das Messobjekt durch die verschiedenen Winkel. Je nach Größe des Objektes wählt man dann den entsprechenden Aufsatz (8° oder 1°).

Wenn zum Beispiel der 8°-Aufsatz über die Leuchte hinausgehende Flächen/Objekte erfasst, bitte den 1°-Aufsatz wählen.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein
 Kein Messgerät vorhanden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Leuchtdichtemessgerät)

[UB21]Liegt bei indirekter Beleuchtung die mittlere Leuchtdichte der Decke oder weiterer direkt beleuchteter Oberflächen maximal bei 500 cd/m^2 ?

Anmerkung:

Bei der indirekten Beleuchtung strahlt das Licht von Leuchten ausschließlich an die Decke oder an die Wandflächen und wird von diesen in den Raum reflektiert.

Messanweisung:

Messgeräteaufsatz: 8°

Es sollten ca. $0,5 \text{ m}^2$ Fläche erfasst werden.

Messung der Leuchtdichte auf möglichst homogener Fläche (z.B der Decke) von üblicher Position am Arbeitsplatz.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein
 Kein Messgerät vorhanden
 Keine indirekte Beleuchtung vorhanden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl


Art der Erfassung: Messung (Leuchtdichtemessgerät)

[53]

5.3 Blendungen, Spiegelungen und Reflexionen

[UB22] Sind die Bildschirme frei von Direktblendungen, Spiegelungen und Reflexblendungen?

Anmerkung:

Blendung darf weder durch Direktblendung (Tageslicht, Leuchten) noch durch Spiegelung hoher Leuchtdichten auf glänzenden Flächen (Reflexblendung) hervorgerufen werden.


Beispiele:

Keine Beleuchtungskörper, helle Fensterflächen oder andere helle Flächen sowie keine helle Bekleidung des Leitwartenoperators etc. auf dem Bildschirm sichtbar

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Sichtprüfung

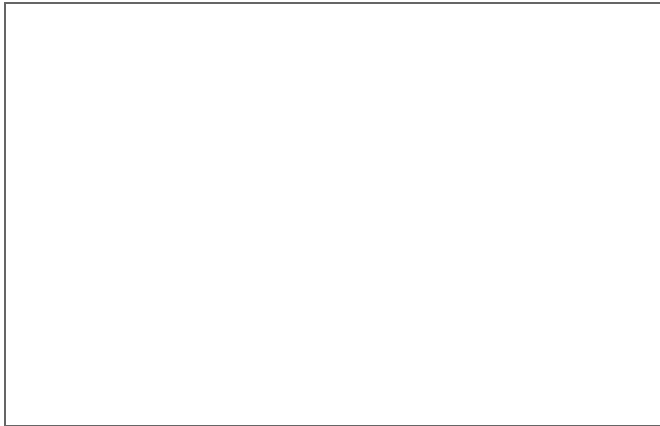
[UB23] Ist die Oberfläche der Arbeitsfläche frei von Reflexionen und Spiegelungen (=reflexionsarme Oberfläche)?

Anmerkung:**matte, halbmatte bis seidenmatte Oberfläche in hellen Farben (gebrochenes Weiß, Kieselgrau etc.)**

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



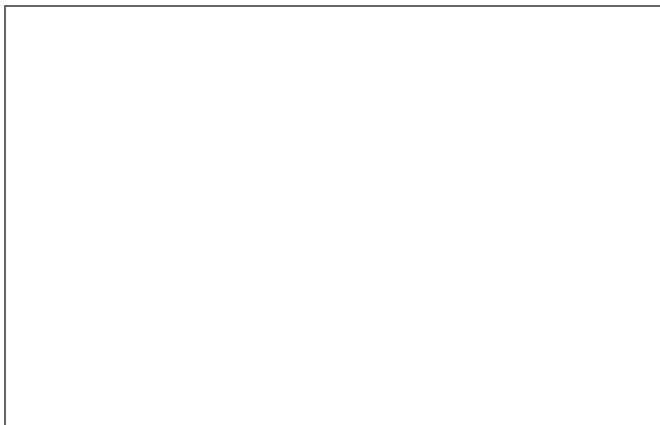
Art der Erfassung: Sichtprüfung

[UB24]Werden Lichtquellen hinter den Bildschirmgeräten vermieden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Sichtprüfung

[UB25] Sind gemeinsam genutzte, getrennt angeordnete Anzeigeeinrichtungen frei von Direktblendungen und Reflexblendungen?

Anmerkung:

1) Die Sichtbarkeit eines beliebigen Abschnitts der getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen mit gemeinsamer Nutzung sollte nicht beeinträchtigt sein.
(2) Blendung darf weder durch Direktblendung (Tageslicht, Leuchten) noch durch Spiegelung hoher Leuchtdichten auf glänzenden Flächen (Reflexblendung) hervorgerufen werden.

Beispiele:

Keine Beleuchtungskörper, helle Fensterflächen oder andere helle Flächen sowie keine helle Bekleidung des Leitwartenoperators etc. auf den Anzeigen sichtbar.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[UB26] Sind die Oberflächen von gemeinsam genutzten, getrennt angeordneten Anzeigeeinrichtungen gleich beschaffen, so dass die Sichtbarkeit von Teilen dieser Anzeigeeinrichtung nicht beeinträchtigt wird?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein
 Nur eine Anzeigeeinheit vorhanden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung	

[UB27] Sind die Innen- und Außenfenster, Oberlichter oder Glaswände mit einer geeigneten verstellbaren Lichtschutzvorrichtung ausgestattet?

Beispiele:

Vorhänge, Jalousien, Lamellenstores oder getönte Scheiben

Anmerkung:

Auf geeignete Lichtdurchlässigkeit (Transmission) der verwendeten Materialien achten!

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[UB28] Ist die Decke heller als die Wände und sind diese wiederum heller als der Fußboden?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung des subjektiven Helligkeitseindrucks (z.B. Farbton)

[54]

5.4 Akustik

[UB29]Ist der Beurteilungspegel – auch unter Berücksichtigung der von außen einwirkenden Geräusche – im Allgemeinen höchstens 55 dB(A) (= entspricht etwa Gesprächsgeräuschen)?

Messanweisung:

Höhe für sitzende Personen: 0,80 m über der Sitzfläche.

Höhe für stehende Personen: 1,55 m über dem Fußboden.

Messung des Mittelungspegels (L_{Aeq}) über 30 Min. als ortsfeste Messung in max. 0,10 m

bis 0,40 m Entfernung vom Ohr des Leitwartenoperators.

(Genauen Messort bitte im Kommentar angeben.)

Neben dem L_{Aeq} sollte auch der L_{A1eq} aufgezeichnet werden. Liegt der L_{A1eq} mehr als 10 dB(A) über dem L_{Aeq} , ist der L_{A1eq} zur Bewertung heranzuziehen.

Beide Messwerte bitte im Kommentar angeben.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein
- Kein Messgerät vorhanden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Messung (Schallpegelmessgerät)	

[UB30] Sind Arbeitsmittel mit hohem Geräuschpegel in separaten Räumen untergebracht oder mit einer Schallabschirmung versehen?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Hörprobe, Befragung Leitwartenoperator

[55]

5.5 Vibrationen

[UB31] Ist der Wartenraum frei von wahrnehmbaren Vibrationen?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Empfindung	

[56]**5.6 Strahlung**

[UB32]Ist die von Arbeitsmitteln ausgehende Strahlung am Arbeitsplatz so niedrig, dass sie für die Sicherheit und Gesundheit des Leitwartenoperators unerheblich ist?

Anmerkung:

(1) Die Strahlung gilt nach derzeitigem Kenntnisstand als unerheblich, wenn das Gerät die Anforderungen nach MPR-II, TCO-Standard (TCO '92, '95, '99, '03, '06) erfüllt.

(2) Die Arbeitsmittel sind auch strahlungsarm nach MPR-II, wenn sie das Prüfsiegel des TÜVs oder der LGA "Ergonomie geprüft" tragen.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--	--

Art der Erfassung: Sichtprüfung Kennzeichnung auf der Geräterückseite

[57]

5.7 Raumgestaltung und Ästhetik

[UB33] Sind Farben, Strukturen und Materialien so gewählt, dass eine angenehme Arbeitsumgebung und ein beruhigender Hintergrund zu den durchzuführenden Steuerungstätigkeiten geschaffen werden?

Beispiele:

(1) Der Farbton der Wände sollte eher gedämpft als leuchtend sein.

(2) Die Wände sollten eine strukturierte Oberfläche aufweisen.

(3) Übermäßig starke Muster im Hintergrund von Bildschirmgeräten oder sonstigen Steuervorrichtungen sind zu vermeiden.

(4) Teppiche enthalten ein zufälliges Muster mit einer leichten Farbvariation. Große Muster und geometrische Figuren sollten vermieden werden.

(5) Es sollten helle, einfarbige Vorhänge und Jalousien verwendet werden.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[UB34] Wird durch Pflanzen, Wandbilder o.ä. eine Abwechslung zur Struktur und Farbe der starren Geometrie von Arbeitsplätzen, Arbeitsmitteln und Deckenrastern geschaffen?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Teilweise
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

<p>Art der Erfassung: Sichtprüfung</p>	

6. Arbeitsorganisation

[61]

6.1 Arbeitszeit

[AO01]Wie lange dauert eine Schicht für gewöhnlich?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- ≤ 8 Stunden
- Mehr als 8 Stunden und bis zu 10 Stunden
- > 10 Stunden

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator, Dokumentenprüfung (Schichtplan)

[AO02]Wird eine Ruhezeit von mehr als 11 Stunden zwischen 2 Schichten eingehalten?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator, Dokumentenprüfung (Schichtplan)

[AO03] Entspricht die Art des Schichtsystems den gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen?

[Empfehlungen zur Gestaltung von Nacht- und Schichtarbeit \(§6 ArbZG\)](#)

Beispiele:

- vorwärts rotierend (F-S-N) besser als rückwärts rotierend (N-S-F)
- möglichst wenige (max. 3) aufeinander folgende Nachtschichten
- möglichst viele freie (zusammenhängende) Tage an Wochenenden
- mindestens 2 arbeitsfreie Wochenenden im Monat

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Im Wesentlichen
- Teilweise
- Gravierende Verletzungen

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Dokumentenprüfung (Schichtplan)

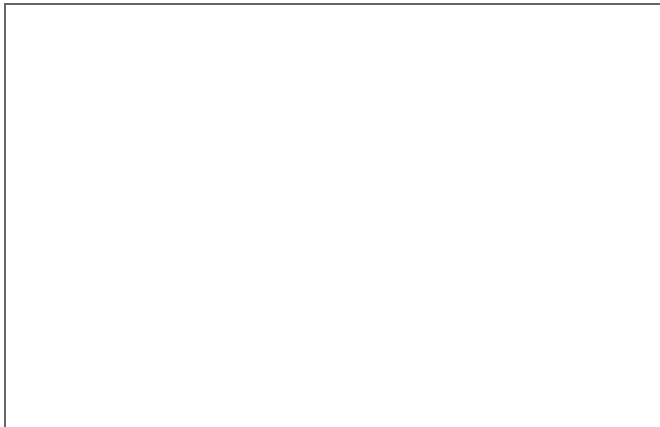
[AO04]

Haben die Leitwartenoperateure Einfluss auf die Gestaltung des Schichtplans?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator, Befragung Führungskraft

[AO05]Haben die Leitwartenoperateure Einfluss auf temporäre Änderungen im Schichtplan?

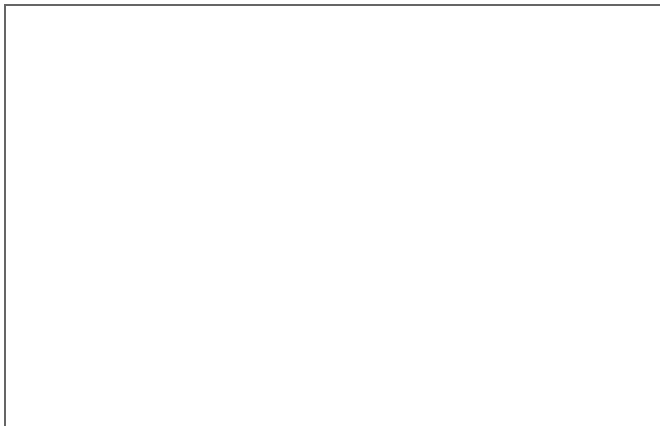
Beispiel:

Der Leitwartenoperator kann einzelne Schichten oder einzelne Schichttage tauschen.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl



[62]

6.2 Schulung/Unterweisung

[AO06]Finden in regelmäßigen Abständen (z.B. einmal pro Jahr) Unterweisungen zum Thema "Bildschirmarbeit" statt?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur, Dokumentenprüfung

[A007]Hat der Leitwartenoperateur eine Schulung/Einweisung bezüglich anzustrebender ergonomischer Arbeitshaltungen erhalten?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Innerhalb der letzten 12 Monate
 Irgendwann einmal
 Noch nie

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur, Dokumentenprüfung

[A008]Wird von der Verstellbarkeit der Arbeitstische, -stühle etc. Gebrauch gemacht (z.B. bei Schichtbeginn)?

Beispiele:

- Der Leitwartenoperator stellt die ganze Fußfläche auf dem Boden (ggf. Fußstütze) auf.
- Ober- und Unterschenkel bilden einen rechten Winkel.
- Die Arbeitshöhe sowohl bei Sitz- als auch bei Steharbeitsplätzen liegt bei locker herabhängenden Oberarmen in Höhe des Ellenbogens oder etwas tiefer (Ober- und Unterarme bilden einen rechten Winkel). **Anmerkung:** Dies impliziert, dass sich die Eingabegeräte, wie Tastatur, Maus, Rollball usw., in etwa auf bzw. unterhalb der Ellenbogenhöhe des sitzenden Leitwartenoperator befinden.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Sichtprüfung

[63]

6.3 Merkmale der Tätigkeit

[AO09] Hat der Leitwartenoperator im Rahmen der vorgegebenen Möglichkeiten Handlungsspielraum in Bezug auf die Ausführung seiner Arbeitstätigkeiten? D.h.: Hat er die Möglichkeit, seine Arbeit in gewissem Umfang selbstständig zu organisieren?

Beispiel:

Der Leitwartenoperator kann die Vorgehensweise bei der Lösung einer Aufgabe selbst bestimmen.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Er kann weitgehend selbst entscheiden, wie er vorgeht

- Moderat
- Gar nicht, bzw. in ganz begrenztem Umfang

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator

[AO10]Erhält der Leitwartenoperator soziale Unterstützung durch seine Kollegen?**Beispiele:**

- wertschätzendes Verhalten
- emotionale Unterstützung - Vertrauen
- informative Unterstützung (Rat geben)
- praktische Hilfen
- Zugehörigkeit zu einem sozialen Netzwerk und damit verbundenes Sicherheitsempfinden
- keine Isolation (Mobbing)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperator, Sichtprüfung

[AO11]Findet regelmäßig ein Tätigkeitswechsel statt?**Anmerkung:**

Ausschließliche Bildschirmarbeit sollte vermieden werden. Die Leitwartentätigkeit sollte so organisiert sein, dass die tägliche Arbeit an Bildschirmgeräten regelmäßig durch andere Tätigkeiten oder Pausen (5-10 Minuten Dauer in regelmäßigen Abständen, z.B. stündlich) unterbrochen wird.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur, Sichtprüfung	

[AO12]Ist eine Änderung der Körperhaltung (z. B: Haltungswechsel, Stehen, Sitzen, Gehen) bei der Aufgabenbearbeitung möglich?

Anmerkung:

Daumenregel: 60 % Sitzen, 30 % Stehen und 10 % Gehen.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Regelmäßig
- Hin und wieder
- Selten

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--	--

Art der Erfassung: Sichtprüfung

7. Sonstige Arbeitsbedingungen

[71]

7.1 Neu- und Umgestaltung der Leitwarte / Wartung und Pflege des Prozessleitsystems

[SO01] Werden die Leitwartenoperateure in den Prozess der Neu- und Umgestaltung einer Leitwarte mit einbezogen?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur

[SO02] Werden Vorschläge und Ideen der Operateure bei der Wartung und Pflege des Prozessleitsystems sowie anderer Softwaresysteme berücksichtigt?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Häufig
 Hin und wieder
 Selten oder gar nicht

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur	

[72]**7.2 Arbeitsmedizinische Untersuchungen**

[SO03]Erfolgte vor Aufnahme der Tätigkeit an Bildschirmarbeitsplätzen in der Leitwarte eine arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung nach dem berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G37 "Bildschirmarbeitsplätze"?

Untersuchungen:

Sehschärfe Ferne, Sehschärfe Nähe, Stereopsis (= räumliches Sehen), Phorie (= Stellung der Augen), Farbsinn, zentrales Gesichtsfeld

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--	--

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur

[SO04]Erfolgen während der weiteren Ausübung der Leitwartentätigkeit in regelmäßigen Abständen arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach dem berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G37 "Bildschirmarbeitsplätze"?

Anmerkung:

Normal ist ein Untersuchungsintervall von 3 oder 5 Jahren (je nach Alter). D.h. "regelmäßig" bedeutet hier z.B.

- a) bis 40 Jahre alle 5 Jahre und
b) ab 40 Jahre alle 3 Jahre.**

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur

[SO05] Werden notwendige spezielle Brillen zur Verfügung gestellt?**Anmerkung:**

Gemäß der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV; BGG1. I S. 2768) sind den Beschäftigten im erforderlichen Umfang spezielle Sehhilfen für ihre Arbeit an Bildschirmgeräten zur Verfügung zu stellen, wenn das Untersuchungsergebnis derart ist, dass spezielle Sehhilfen notwendig und normale Sehhilfen nicht geeignet sind.

Beispiel:

Bildschirmarbeitsplatzbrillen

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
 Nein
 Unbekannt bzw. bisher nicht erforderlich gewesen

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur, Befragung Führungskraft	

[73]**7.3 Kontrolle****[SO06] Weiß der Leitwartenoperateur, welche seiner Eingaben – auch prozessgebundenen Eingaben – wie protokolliert werden?**

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Bitte schreiben Sie einen Kommentar zu Ihrer Auswahl

--

Art der Erfassung: Befragung Leitwartenoperateur

8. Abschlussbemerkungen, Anregungen

**[AA01] Was wäre Ihnen noch wichtig?
Haben Sie noch Anregungen?**

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

