



Bildschirmarbeit in Leitwarten ergonomisch gestalten

Inhalt

1	Leitwarten ergonomisch gestalten	3
2	Systematisches Vorgehen bei der Planung von Neu- oder Umgestaltung	7
3	Praxisnahe Ansätze zur Umsetzung im Unternehmen	11
3.1	Wartenraum	11
3.2	Bildschirmgeräte	16
3.3	Arbeitsstuhl und Arbeitsfläche	23
3.4	Mensch-Maschine-Schnittstelle	25
3.5	Klima und Beleuchtung	30
3.6	Arbeitszeit	34
3.7	Unterweisungen und Schulungen	35
4	Resümee	37
	Literatur	38
	Impressum	40



1

Leitwarten ergonomisch gestalten

Beschäftigte brauchen optimale Arbeitsbedingungen, die sie in ihrem Alltag bei der Bewältigung ihrer Arbeitsaufgaben unterstützen. Dies gilt besonders, wenn sie verantwortungsvolle, sicherheitsrelevante Tätigkeiten ausüben, wie z. B. bei der Überwachung und Steuerung von Produktions- und Dienstleistungsprozessen in Leitwarten.

Die Bildschirmarbeitsverordnung gilt auch für Leitwarten

Die Arbeit an Bildschirmgeräten ist aus modernen Leitwarten oder Leitstellen, Leitzentralen, Überwachungs-, Kontroll- und Steuerungsräumen nicht mehr wegzudenken. Die dort beschäftigten Operateure überwachen und steuern Produktions- und Dienstleistungsprozesse mithilfe von meist mehreren Bildschirm-Rechner-Einheiten. Damit fallen diese Tätigkeiten in den Anwendungsbereich der Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV, 2008). In dieser Verordnung werden Anforderungen an die Gestaltung von Bildschirmarbeit und Bildschirmarbeitsplätzen beschrieben, um ein Mindestmaß an Arbeits- und Gesundheitsschutz für die Beschäftigten sicherzustellen.

Leitwarten unter der ergonomischen Lupe

In einem BAuA-Forschungsprojekt wurden die Belastungssituation und mögliche Gestaltungsdefizite an Bildschirmarbeitsplätzen in 24 Leitwarten aus den Bereichen Prozess- und Anlagensteuerung, Energie, Verkehr, Sicherheitsdienstleistung, Telekommunikation und Medien untersucht. Das Ergebnis: Keiner der untersuchten Arbeitsplätze genügte allen Anforderungen. Durchschnittlich wurden lediglich zirka 60 Prozent der Anforderungen hinreichend erfüllt, in rund 34 Prozent der Fälle war sogar deutlicher Handlungsbedarf gegeben. Selbst in neu gestalteten Leitwarten wurden einige Anforderungen aus der BildscharbV nicht vollständig umgesetzt.

Diese Bilanz (s. Bockelmann et al., 2012) beunruhigt, denn eine ergonomische Gestaltung der Arbeitsplätze in Leitwarten dient der Zuverlässigkeit und Gesundheit der dort arbeitenden Menschen wie auch der Prozesssicherheit. Durch Mängel in der Gestaltung bedingte Fehlentscheidungen und Fehlhandlungen können für die Beschäftigten, die Umgebung und die Umwelt mitunter folgenschwer sein – und auch die finanziellen Folgen für ein Unternehmen können gravierend ausfallen.

Unzureichende Umsetzung der Bildschirmarbeitsverordnung

Die BildscharbV wird vermutlich häufig aus folgenden Gründen in Leitwarten nicht umgesetzt:

- Manchen Unternehmen ist nicht bewusst, dass es sich bei der Tätigkeit der Operateure um Bildschirmarbeit im Sinne der BildscharbV handelt. Dadurch wird auch keine Notwendigkeit gesehen, die Anforderungen der BildscharbV zur Erreichung der dort genannten Schutzziele umzusetzen.
- Den Herstellern und den Betreibern von Anlagen zur Prozessführung sind die ergonomischen Grundlagen der Gestaltung und insbesondere die Möglichkeiten zur konkreten Umsetzung im jeweiligen Kontext nicht oder nur unzureichend bekannt.
- Um sozial- und tarifpolitischen Diskussionen aus dem Weg zu gehen, vertreten manche Unternehmen vor ihren Beschäftigten die Ansicht, dass es sich bei der Leitwartentätigkeit am Bildschirmgerät nicht um Bildschirmarbeit im Sinne der BildscharbV handelt.

Die Anforderungen der BildscharbV sind jedoch auch für die Tätigkeit an Bildschirmgeräten in Leitwarten zu erfüllen.

Bestehende Empfehlungen für die Gestaltung von Bildschirmarbeit

Für den klassischen Bürobereich liegen bereits einschlägige Empfehlungen für die Gestaltung von Arbeitsplätzen mit Bildschirmarbeit nach der BildscharbV vor (s. Literatur). Diese Empfehlungen lassen sich jedoch nicht ohne Weiteres auf Leit-

warten übertragen. Zu groß sind die Unterschiede in Bezug auf die spezifischen Arbeitsaufgaben, Arbeitsplätze und Arbeitsbedingungen. Daher sind in Leitwarten neue Ideen und Impulse zur Umsetzung der Vorgaben der BildscharbV gefragt.

Individuelle Lösungen sind gefragt

Bei Bildschirmarbeit in Leitwarten handelt es sich um ein ausgesprochen heterogenes Anwendungsfeld. Leitwarten unterscheiden sich in

- den dort zu bearbeiteten Aufgaben (z. B. Überwachung und Steuerung von hochdynamischen chemischen Prozessen, Steuerung von Verkehrsflüssen oder Überwachung von Netzen und Störungsmanagement),
- ihrer Betriebsart (kontinuierlicher versus diskontinuierlicher Betrieb) und
- den Risiken, die mit einer auftretenden Störung im Prozess verbunden sind.

Deshalb sind auch unterschiedliche Anforderungen an die Prozesssteuerung zu stellen. Von daher kann es keine Standardlösungen geben, die für alle Leitwarten passen, sondern nur an den jeweiligen Aufgaben ausgerichtete Lösungen für die jeweiligen Leitwarten. Dabei müssen die Gestaltungsgrundsätze jeweils spezifisch umgesetzt, konkretisiert und ergänzt werden.

Optimierte Gesamtlösungen anstreben

Die Berücksichtigung nur einzelner Gestaltungsaspekte wird dabei jedoch immer unvollkommen bleiben, da diese sich gegenseitig beeinflussen können. Aufgrund solcher Wechselwirkungen kann das Lösen eines Gestaltungsproblems

Auswirkungen auf die Umsetzung anderer Aspekte haben, z. B. die Gestaltung der Beleuchtung auf die Erkennbarkeit der Bildschirmdarstellung. Daher kann nur ein umfassender, systemischer Ansatz einen ergonomisch sinnvollen Beitrag zum Arbeits- und Gesundheitsschutz der Beschäftigten sowie zur Systemsicherheit leisten. Allerdings lassen sich nicht immer alle Einzelaspekte jeweils für sich optimal lösen. Manchmal sind im gegebenen Kontext nur suboptimale Lösungen für einzelne Gestaltungsaspekte möglich, die aber in ihrem Zusammenwirken eine Verbesserung des Gestaltungszustandes des Gesamtsystems darstellen können. Daher ist es ratsam, optimierte Gesamtlösungen anzustreben, anstatt sich auf die Lösung von Einzelaspekten zu fixieren.

Neue Ideen und Impulse

Ein Ziel dieser Broschüre ist es, Arbeitgeber, Arbeitnehmer, Betriebs- bzw. Personalräte sowie Konstrukteure und Hersteller von Anlagen für das Thema „Bildschirmarbeit in Leitwarten“ und die damit verbundenen Herausforderungen zu sensibilisieren. Diese Broschüre gibt daher einen ersten Einblick in eine systematische Vorgehensweise zur Neu- und Umgestaltung von Leitwarten. Beispielhaft werden Möglichkeiten zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen durch die Anwendung von ergonomischen Grundsätzen aufgezeigt. Die in dieser Broschüre dargestellten Gestaltungsempfehlungen sollen zu einer verbesserten Gestaltung von Bildschirmarbeit in diesem Bereich anregen. Einige Dinge mögen trivial erscheinen. Die Ergebnisse des Forschungsprojekts haben allerdings gezeigt, dass auch einige bekannte und z. T. leicht

umsetzbare Gestaltungsempfehlungen bisher leider noch nicht konsequent umgesetzt werden. Daher erscheint es notwendig, neben anderen Gestaltungsempfehlungen auch darauf noch einmal hinzuweisen.

Fachliche Grundlage der Broschüre

Diese Broschüre beruht auf dem BAuA-Forschungsbericht F 2249 „Bildschirmarbeit in Leitwarten – Handlungshilfen zur ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplätzen nach der Bildschirmarbeitsverordnung“ von Martina Bockelmann, Friedhelm Nachreiner (Gesellschaft für Arbeits-, Wirtschafts- und Organisationspsychologische Forschung e. V., GAWO) und Peter Nickel (Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, IFA). Der Forschungsbericht und die Broschüre bieten Lösungen zur Verbesserung der Bildschirmarbeit in Leitwarten und damit für eine altersgerechte Arbeits- und Systemgestaltung sowie für eine Optimierung der Systemleistung.



2

Systematisches Vorgehen bei der Planung von Neu- oder Umgestaltung

Für eine effektive Gestaltung der Arbeitsplätze in Leitwarten ist ein planmäßiges und systematisches Vorgehen erforderlich. Das gilt besonders, wenn eine neue Leitwarte gebaut oder eine bestehende umgebaut werden soll. Dabei sollte die Neu- oder Umgestaltung nicht allein unter technischen, sondern auch unter Gesichtspunkten der Ergonomie und des Arbeitsschutzes erfolgen.

Das Vorgehen sollte sich an folgenden Schritten orientieren:

1 Klärung

- Klärung des allgemeinen Projektzwecks
- Klärung der genauen Projektziele, u. a. auch in Bezug auf die Beschäftigten
- Bestimmung der Randbedingungen, z. B. der zur Verfügung stehenden Zeit, der finanziellen Mittel und personellen Ressourcen

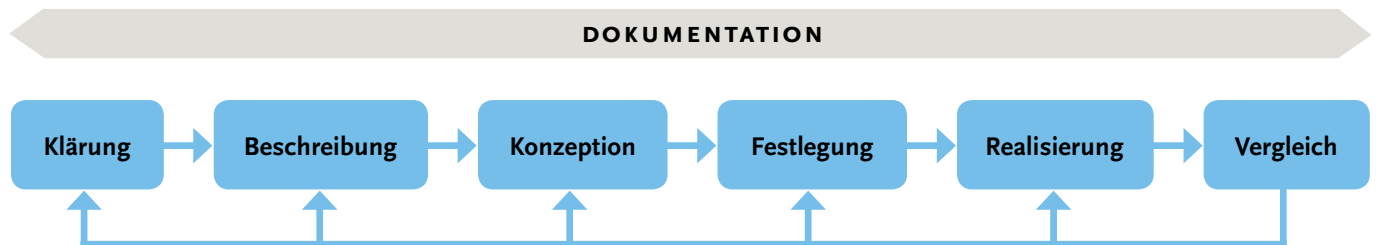


Abb. 1 Vorgehensweise bei der Neu- und Umgestaltung von Leitwarten

2 Beschreibung

- Beschreibung der Leistungsanforderung des Systems
- Beschreibung der Leistungsanforderungen an und durch die Beschäftigten
- Festlegung und Beschreibung der Funktions- teilung zwischen Mensch und Maschine auf der Grundlage einer Funktions- und Aufgaben- analyse. Dabei sind zu berücksichtigen:
 - die Merkmale gut gestalteter Arbeitsaufgaben,
 - die physischen und psychischen Eigenschaf- ten, Fertigkeiten und Fähigkeiten der Opera- teure,
 - das Wissen und die theoretischen Erfahrun- gen der Operateure,
 - Gesichtspunkte der Zusammenarbeit in Teams sowie
 - aufgabenbezogene Faktoren.

3 Konzeption

- Erarbeiten eines Konzepts und vorläufige Festlegung der Spezifikationen
- Beurteilung dieses Konzepts, z. B. durch Simu- lation, Durchsprechen oder Durchspielen

4 Festlegung

Ausführlicher Entwurf: Festlegung detaillierter Spezifikationen für die unterschiedlichen Gestal- tungsaspekte, wie z. B. die Arbeitsaufgaben der Operateure, Auslegung des Wartenraums und der Arbeitsplätze sowie die Gestaltung der Arbeits- mittel, der Anzeigen und Stellteile, der Umge- bungsbedingungen und der Arbeitsorganisation

5 Realisierung der Bedingungen

6 Soll/Ist-Vergleich der Projektergebnisse mit den zuvor festgelegten Zielen

7 Dokumentation sämtlicher Abläufe und Er- gebnisse während des gesamten Gestaltungs- prozesses

Auf der Basis ständiger Bewertungen muss die Planung des Gestaltungsprozesses laufend aktualisiert und gegebenenfalls korrigiert werden. Aufwand und Inhalt eines solchen Prozesses hän- gen insbesondere von den jeweiligen Gestaltungs- zielen und dem konkreten Gestaltungsumfang ab.

Expertenwissen einbinden

Für einen effektiven Gestaltungsprozess ist die Beteiligung von Fachleuten mit unterschiedlichem spezifischem Expertenwissen wichtig. Zu diesem interdisziplinärem Team gehören z. B.

- Operateure,
- Planungsingenieure/Konstrukteure,
- System- und Prozesstechniker,
- Verfahrenstechniker,
- Human Factors-/Ergonomie-Experten,
- Architekten,
- Verantwortliche des Arbeits- und Gesundheits- schutzes sowie
- Mitglieder des Betriebs- oder Personalrates.

Der Betriebs- oder Personalrat muss bei mit- bestimmungspflichtigen Themen, wie etwa der Gestaltung der konkreten Arbeitsbedingungen, einbezogen werden.

Wesentlich für den Erfolg ist auch die Beteiligung der Operateure. Sie sind Experten für die von ihnen auszuführenden Tätigkeiten: Sie wissen, wie sich die zu steuernden Prozesse verhalten, wie sie ihre Aufgaben erfolgreich ausführen können und welche Informationen wann und in welcher Form dafür wichtig sind. Diese Erfahrungen machen sich die Unternehmen jedoch noch zu wenig zunutze, da ihr Wert oft unterschätzt wird. Als Ergebnis entstehen dann häufig weniger gut geeignete Lösungen.

Ergonomische Aspekte von Anfang an berücksichtigen

Je nach Umfang des Gesamtprojektes und je nach Prozessphase kann die Zusammensetzung des Projektteams variieren. Bei Bedarf sollte es um externe Berater, z. B. aus staatlichen Institutionen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes, von Unfallversicherungsträgern oder aus einschlägigen Beratungsinstituten, erweitert werden.

Wichtig ist, dass ergonomische Aspekte von Anfang an bei der Planung berücksichtigt werden, da spätere Korrekturen oft nur schwer bzw. – wenn überhaupt – nur mit erhöhtem finanziellem Aufwand möglich sind.

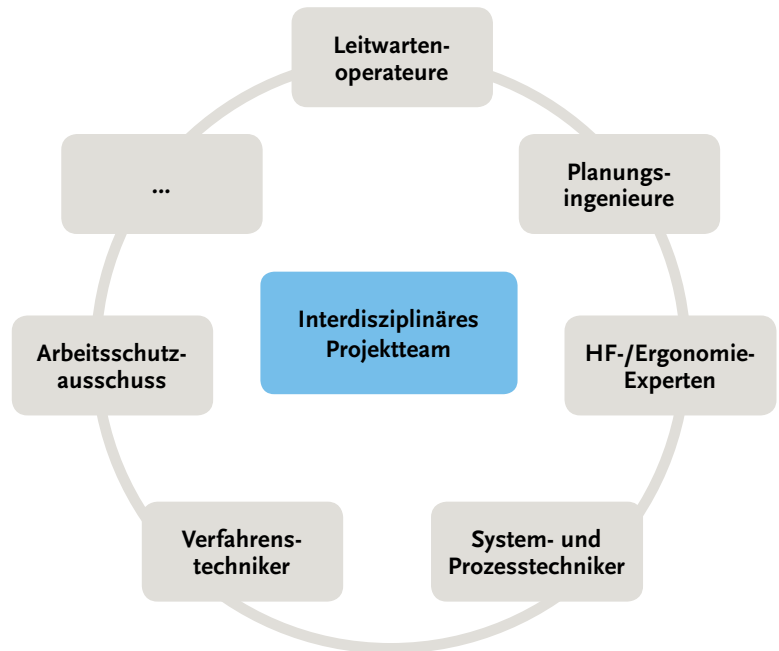


Abb. 2 Interdisziplinäres Projektteam



3

Praxisnahe Ansätze zur Umsetzung im Unternehmen

3.1 Wartenraum

Die Größe des Wartenraums sollte für die auszuführenden Tätigkeiten ausreichend sein, um einen reibungslosen Ablauf der täglichen Arbeit und eine effektive Überwachung und Steuerung der Prozesse zu ermöglichen. Dazu gehört auch genügend Platz für die Verkehrswege. Da Leitwarten in der Regel viele Jahre genutzt werden und später nicht oder nur mit großem finanziellem Aufwand umgebaut werden können, sind bei der Planung einer Leitwarte künftige Entwicklungen abzuschätzen und zu berücksichtigen.

Nutzfläche, Raumhöhe, Verkehrswege, Bewegungsraum

Für diese Parameter gelten folgende Richtwerte:

- Bei mehr als einem Mitarbeiter in einer Leitwarte sollte eine Nutzfläche von 9 m² bis 15 m² je ständig besetztem Arbeitsplatz vorgesehen werden. Dies bedeutet, dass von der Grundfläche die nicht nutzbaren Flächen abzuziehen sind. Dazu zählen z. B. die Bereiche um Stützpfeiler und um Ein- und Ausgänge oder nicht nutzbare Ecken und Winkel. Kommt auch Großbildtechnik zum Einsatz, sind weitere Flächen vorzusehen, um angemessene Sehbedingungen realisieren zu können.
- Ausreichende Flächen sollten auch für zusätzliches Personal, das nicht ständig in der Leitwarte anwesend ist, vorgesehen und eingeplant werden. So halten sich beispielsweise zum Schichtwechsel wesentlich mehr Operateure in der Leitwarte auf als während der Schicht. Auch Arbeitsabsprachen und unterschiedliche Betriebszustände (z. B. An-/Abfahren einer Anlage oder von Anlagenteilen, Havarien) machen meist die Anwesenheit weiterer Personen notwendig.
- Die erforderliche Raumhöhe ist abhängig von der Grundfläche. Auch der Einsatz von Großbildtechnik und der Einbau von schallreduzierenden Maßnahmen in der Decke und im Fußboden setzen entsprechende Raumhöhen voraus.
- Es sollten keine allgemeinen Verkehrswege durch den Wartenraum führen. Bei Durchgangsverkehr besteht die Gefahr, dass Tätigkeiten unterbrochen sowie die Sprachverständlichkeit, die Konzentration und das Wohlbefinden der Beschäftigten gestört werden.
- Der Verbindungsweg zum persönlichen Arbeitsplatz der Operateure sollte mindestens 60 cm breit sein.

- Für jeden Operateur sollte ein ausreichender Bewegungsraum für wechselnde Körperhaltungen und uneingeschränkte Bewegungsabläufe vorhanden sein. Er beträgt mindestens 1,5 m² und ist an jeder Stelle mindestens 100 cm tief bzw. breit.

Anordnung der Arbeitsplätze im Raum

Die Anzahl der Arbeitsplätze in einer Leitwarte variiert sehr stark. Durch eine angemessene Anordnung der Arbeitsplätze im Raum können Störwirkungen reduziert, der Kommunikationsfluss verbessert und die Operateure bei der Ausübung ihrer Tätigkeit unterstützt werden.

Die Entscheidung für eine bestimmte Anordnung sollte auf Basis von Analysen des Arbeitsablaufs und der (kommunikativen) Zusammenarbeit erfolgen. Dabei sind u. a. folgende Fragen zu klären:

- Gehören die einzelnen Arbeitsplätze zu unterschiedlichen funktionalen Gruppen?
Wenn ja, sollten die Arbeitsplätze solcher funktionaler Gruppen zusammen und von anderen Gruppen oder Arbeitsplätzen getrennt anordnet werden.
- Wer muss innerhalb einer funktionalen Gruppe mit wem kommunizieren? Die Arbeitsplätze sind so anzuordnen, dass diese Operateure leicht Blick- und Sprachkontakt aufnehmen können.
- Müssen die Operateure auch mit Operateuren einer anderen funktionalen Gruppe im Wartenraum Informationen austauschen? Auch hier gilt es, (Sicht- und Sprach-)Kontakt zu ermöglichen.

- Welche Arbeitsmittel werden gemeinsam genutzt? Hierfür sollten ein gemeinsamer Zugriff ermöglicht und die Arbeitsplätze entsprechend ausgerichtet werden.

Die Form folgt der Funktion – auch bei der Raumform

Die Anordnung von Arbeitsplätzen in funktionalen Gruppen stellt Anforderungen an die Form des Raumes. Stark verwinkelte und lange oder enge Raumformen können die Möglichkeiten der Anordnung funktionaler Gruppen erheblich einschränken. Deshalb sind rechteckige oder quadratische Raumformen zu bevorzugen. Bereits beim Entwurf des Wartenraums muss somit auf die Aufgabenstellungen, die Aufgabenabläufe und die daran ausgerichtete spätere Anordnung der Arbeitsplätze geachtet werden.

Distanz und Nähe

Wenn Arbeitsplätze in einer Leitwarte einer funktionalen Gruppe angehören, sollten sie sich in unmittelbarer Nähe zueinander befinden. Das ermöglicht eine reibungslose Kommunikation und Blickkontakt zwischen den Operateuren, wo dies erforderlich ist. Bei der Anordnung der Arbeitsplätze ist aber auch auf eine gewisse räumliche Distanz zwischen den Operateuren zu achten. Sie sollen nicht im Nahbereich ihrer Kollegen sitzen, so dass ein gewisses Maß an Privatsphäre gewahrt werden kann.

Die Ein- und Ausgänge sollten sich nicht im Rücken der Beschäftigten befinden. Es sollte für die Operateure möglich sein, aus ihrer üblichen

Arbeitsposition und mit nur minimaler Ablenkung von ihrer Aufgabenbearbeitung zu sehen, wer den Wartenraum betritt. Das trägt zum Wohlbefinden am Arbeitsplatz bei und verbessert die Sicherheit.

Gut sehen ist wichtig – auch bei der Anordnung der Arbeitsplätze

Bei der Anordnung der Arbeitsplätze sind optimale Sichtverhältnisse wichtig, um in Leitwarten gut und sicher arbeiten zu können. Besonders auf zwei Aspekte sollte daher geachtet werden:

- Das Beleuchtungskonzept ist der Anordnung der Arbeitsplätze anzupassen. Die Beleuchtungsplanung muss daher der Anordnung der Arbeitsplätze folgen.
- Beim Einsatz von Großbildtechnik müssen diese und die Arbeitsplätze so angeordnet sein, dass die Beschäftigten ungehindert auf die Bildschirme sehen können, ohne dabei ungünstige Arbeitshaltungen einnehmen zu müssen.

Geräusche dämpfen

Befinden sich mehrere Arbeitsplätze in einem Wartenraum, kann es zu einer hohen Geräuschkulisse kommen, z. B. durch Kommunikationsprozesse und akustische Alarmsignale. Dies kann durch verschiedene Maßnahmen abgemildert werden:

- Die Arbeitsplätze sollten in geeigneter Form angeordnet werden.
- Für Fußboden, Wände, Decken oder Raumteiler sollten schallreduzierende Materialien verwendet werden.

- Arbeitsmittel, die zu einem unnötigen Anstieg des Geräuschpegels führen (z. B. Rechner, Drucker), sollten in einem separaten Raum untergebracht werden.

Arbeitsplätze der Operateure, deren Tätigkeiten nichts miteinander zu tun haben, sollten sich nicht im selben Wartenraum befinden. Hier sind kleinere, funktional getrennte Leitwarten vorzuziehen.



Abb. 3 Anordnung der Arbeitsplätze mit Raumteilern

Die Konzentration auf das Wesentliche ermöglichen

Leider ist die Leitwarte oft eine zentrale Anlaufstelle in der Anlage oder der Abteilung, ohne dass dies von der Aufgabenstellung her erforderlich wäre. Solche indirekten Tätigkeiten und die Anwesenheit zusätzlicher Personen im Wartenraum stören und beeinträchtigen die Operateure bei der Ausführung ihrer Arbeit.

Störungen, die von den eigentlichen Aufgaben in einer Leitwarte ablenken, sollten vermieden bzw. so weit wie möglich reduziert werden. Dazu gehören z. B.

- das An- und Abmelden von Fremdfirmen oder internem Instandsetzungspersonal,
- die Ausweisausgabe,
- die Einweisung von Dienstleistern,
- das Ausstellen von Arbeitserlaubnisscheinen,
- der Geräuschpegel der technischen Ausrüstung im Wartenraum sowie
- die Anwesenheit von Besuchergruppen oder Krisenstäben.

Verglasung mit Sichtregulierung

Aufgaben, die nicht unmittelbar mit der Prozessführung zusammenhängen, müssen nicht in der Leitwarte ausgeführt werden. Auch Besuchergruppen oder Krisenstäbe sollten sich nicht direkt in der Leitwarte aufhalten. Die dadurch ausgelösten Störwirkungen lassen sich durch entsprechende bauliche Maßnahmen minimieren. Eine innovative Lösung ist beispielsweise ein separater Raum für Krisenstäbe und Besuchergruppen, der durch eine Sichtverbindung mit elektrisch schaltbarer Verglasung zur Steuerung der Sichtregulierung („elektrochromes Glas“) vom Wartenraum getrennt ist. Bei Bedarf wird dann per Knopfdruck die Scheibe transparent geschaltet und somit die Sicht in den Wartenraum ermöglicht. Diese Sichtfreigabe sollte jedoch von den Operateuren, insbesondere bei Besuchergruppen und abhängig von den gerade anstehenden Aufgaben, blockiert werden können.



Abb. 4 Elektrochromes Glas/Raum mit Blick auf Wartenraum

Das Wichtigste zum Wartenraum

Durch die richtige Gestaltung des Wartenraums können sich die Beschäftigten auf ihre Kernaufgabe konzentrieren: das Überwachen und Steuern von Produktions- und Dienstleistungsprozessen.

Folgende Parameter müssen dafür aufeinander abgestimmt werden:

- die Form und Größe (Grundfläche und Höhe) des Wartenraums
- die Anordnung der Verkehrswege im Wartenraum
- der Bewegungsraum und die Nutzfläche am einzelnen Arbeitsplatz
- die Anordnung der Arbeitsplätze zueinander; funktional aufeinander bezogene Arbeitsplätze müssen zusammen angeordnet werden.
- die Sichtbedingungen am Arbeitsplatz: Beleuchtung des Arbeitsplatzes und Position des Arbeitsplatzes in Bezug auf die Großbildschirme
- Weiterführende Maßnahmen: Es muss genug Nähe zwischen den Arbeitsplätzen bestehen, um gut im Team zu arbeiten. Andererseits dürfen die Beschäftigten nicht zu eng nebeneinander sitzen, um eine gewisse Privatsphäre zu gewährleisten.
- Personen, die nicht im Wartenraum arbeiten, sollten dort auch nicht anwesend sein.
- Tätigkeiten, die auch anderswo ausgeübt werden können, sollten nicht im Wartenraum erledigt werden; hierzu sollten separate Räume zur Verfügung stehen.
- Unnötige Geräuschentwicklung ist zu vermeiden; es empfiehlt sich der Einsatz schallreduzierender Materialien.

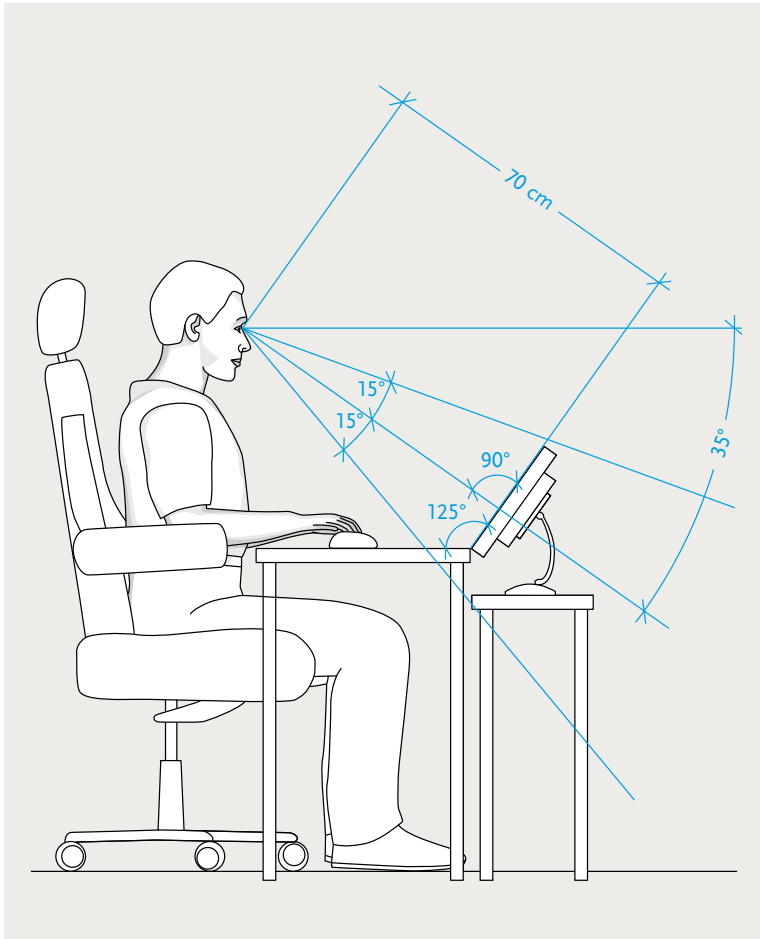


Abb. 5 Blicklinie auf Bildschirme

3.2 Bildschirmgeräte

Bildschirmgeräte sind am Arbeitsplatz so aufzustellen, dass der Leitwartenoperator seine Arbeitsaufgabe sicher (z. B. ohne Blendung), fehlerfrei (z. B. leserliche Zeichengröße) und ohne kurz- bzw. langfristige Beeinträchtigung seiner Gesundheit (z. B. Ermüdung der Augenmuskeln, Beschwerden im Schulter-Nacken-Bereich) ausüben kann. Alle Informationen, die für seine Aufgabe relevant sind, sollten in seinem zentralen Blickfeld liegen. Die Distanz zwischen ihm und dem Bildschirm muss an die Eigenschaften des visuellen Systems angepasst sein. Da verschiedene Operateure den Arbeitsplatz nutzen, sollte das Bildschirmgerät in seiner Höhe und Neigung verstellbar sein.

Sehachse und Anordnung der Bildschirmgeräte

Bei entspannter Körperhaltung ist die Blicklinie der Augen um etwa 35° aus der Waagerechten abgesenkt. Außerdem sollte sie in einem annähernd rechten Winkel auf die Mitte der Bildschirmoberfläche treffen. Das wird erreicht, indem der Monitor des Bildschirmgerätes um rund 125° leicht nach hinten geneigt wird.

Der Bildschirm und die Belastung der Augen

Die Entfernung zwischen den Augen des Operateurs und dem Bildschirm sollte mindestens 50 cm betragen. Um die Informationsaufnahme zu erleichtern, sind jedoch Entfernungen von 70 cm und mehr zu empfehlen. Die Bestimmung des optimalen Sehabstandes sollte immer in Abhängigkeit von der Aufgabe, der Bildschirmgröße und der Zeichendarstellung, wie z. B. der Zeichenhöhe und Strichstärke, erfolgen. Dabei ist eine Zeichenhöhe von Buchstaben und Ziffern von 18 bis 22 Winkelminuten empfehlenswert, um ihre Lesbarkeit sicherzustellen.

Um die Belastung der Augen durch unnötig starke Kontraste zu verringern, sollten die Leuchtdichte und Farbgebung der Flächen hinter den Bildschirmgeräten denen der Oberfläche der Anzeigen, der Gehäuse und der Arbeitsfläche ähneln, um die Belastung der Operateure bei der Informationsaufnahme nicht unnötig zu erhöhen. Bei einer parabolischen Anordnung mehrerer Bildschirmgeräte (s. Abb. 6) sollten auch die Lücken zwischen den Bildschirmen keine hohen Kontraste aufweisen.

Anordnung der Bildschirmgeräte zu den Fenstern

Bildschirmgeräte sollten rechtwinklig zum Fenster aufgestellt werden. Weder in Blickrichtung noch im Rücken der Operateure sollten sich Fenster nach außen oder Sichtverbindungen zum Prozess befinden (Ausnahme: Der Blick durch das Fenster auf den Prozess dient als primäre Informationsquelle). Dadurch können hohe Kontraste im Blickfeld sowie Blendung und Spiegelungen vermieden werden. Der Abstand zwischen Arbeitsplatz und Fenster sollte mindestens 3 m betragen. So werden ungünstige Lichteinflüsse vermieden.

Mehrere Bildschirmgeräte am Arbeitsplatz

In einer Leitwarte befinden sich in der Regel mehrere Bildschirmgeräte (genauer gesagt: Bildschirm-Rechner-Einheiten) zur Überwachung und Steuerung der Prozesse. Je mehr Bildschirmgeräte sich am Arbeitsplatz eines Operateurs befinden, desto größer wird die Herausforderung, annähernd gleiche Sehabstände zu den (insbesondere häufig) betrachteten Anzeigen zu erreichen. Als Lösungen bieten sich parabolisch geformte Arbeitsflächen und die parabolische Anordnung der Bildschirmgeräte an.

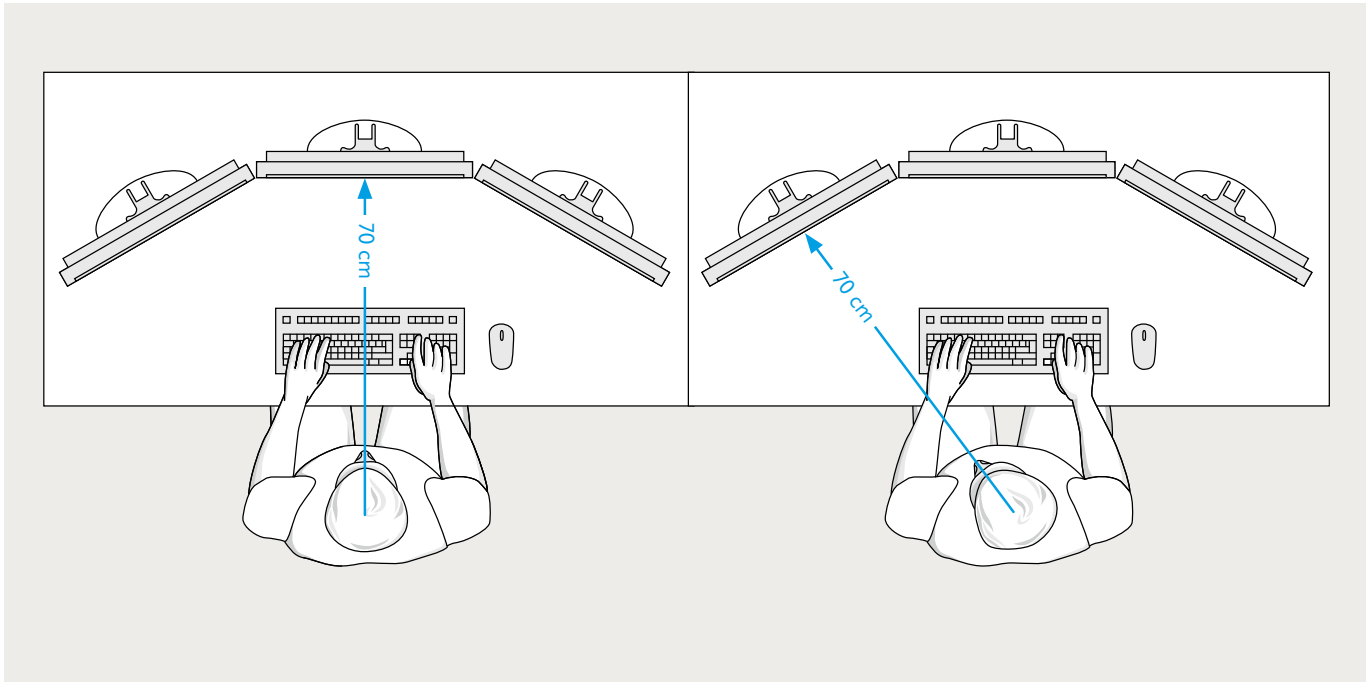
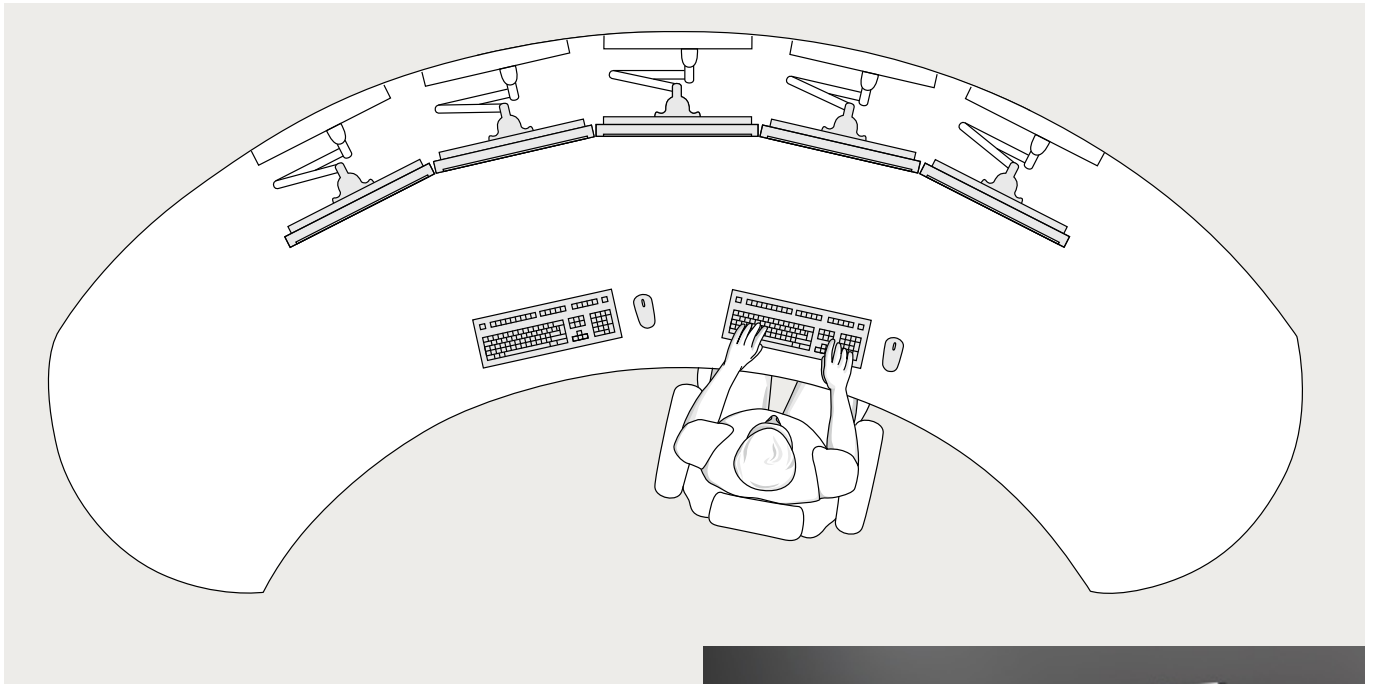


Abb. 6 Parabolische Anordnung von Bildschirmgeräten

Bei drei Bildschirmgeräten lassen sich annähernd gleiche Sehabstände erreichen, indem sie um ca. 30° zueinander angewinkelt werden. Durch diese Anordnung müssen sich die Augen nicht ständig an unterschiedliche Entfernungen der Objekte auf den verschiedenen Bildschirmen anpassen. Das ist besonders bei größeren Monitoren wichtig, weil sonst zu große Unterschiede in den Sehabständen zwischen der Mitte des zentral angeordneten Bildschirms und den Außenbereichen der äußeren Bildschirme entstehen. Durch annähernd gleiche Sehabstände zu den einzelnen Bildschirmen ergibt sich auch eine vergleichbare Erkennbarkeit der

Zeichen bei gleichen Zeichenhöhen und Strichstärken auf den entsprechenden Anzeigen. Werden die Bildschirmgeräte nicht angewinkelt, müssten zum Erreichen vergleichbarer Erkennbarkeit unterschiedliche Zeichenhöhen und Strichstärken auf den Bildschirmen in den Randbereichen des Sehfeldes und im zentralen Blickfeld verwendet werden. Da dies unpraktisch ist, bleibt nur das Anwinkeln der Bildschirme.



Ob vier Bildschirmgeräte besser parabolisch nebeneinander oder in einer 2 x 2-Anordnung übereinander angebracht werden sollten, ist von den jeweiligen Rahmenbedingungen (Arbeitsaufgabe, Bildschirmformat bzw. Bildschirmgröße etc.) abhängig. Generell sollten aber auch bei zweireihig übereinander angebrachten Bildschirmgeräten die oberen Bildschirmgeräte möglichst tief und unterhalb der horizontalen Sehachse angeordnet werden. So können auch in diesem Fall annähernd gleiche Sehabstände sowie eine aus der Waagerechten abgesenkte Blicklinie erreicht werden.



Abb. 7 Parabolische Anordnung von zehn Bildschirmgeräten zweireihig übereinander:

- a Graphische Darstellung von oben,
- b Bildliche Darstellung von der Seite.

Wichtige Informationen ins zentrale Blickfeld

Sind Bildschirmgeräte, die übereinander platziert sind, zu hoch angeordnet, sollten auf den oberen Bildschirmen ausschließlich Informationen dargestellt werden, die nur gelegentlich und kurz betrachtet werden müssen. Alle Informationen, auf die häufiger und länger zugegriffen werden muss, sollten auf den Bildschirmen der unteren Reihe dargestellt werden.

Wenn der Operateur bestimmte Anzeigen nur gelegentlich ansehen muss und es ihm ohne größeren Aufwand möglich ist, eine andere Sitzposition einzunehmen, kann auch eine einreihige Anordnung mehrerer Bildschirmgeräte akzeptabel sein. Aber auch hier sollte die Belegung der Bildschirme wieder unter Berücksichtigung der Aufgaben (z. B. Wichtigkeit), der Benutzungshäufigkeit und der Benutzungsdauer erfolgen. Während sekundäre bzw. selten benötigte Informationen auf den äußeren Bildschirmgeräten dargestellt werden können, sind aufgabenbezogene primäre Informationen auf den zentral angeordneten Monitoren darzustellen.

Bei der Anordnung mehrerer Bildschirmgeräte ist darauf zu achten, dass sie möglichst dicht nebeneinander stehen und die Lücken zwischen den Bildschirmgeräten keine hohen Leuchtdichteunterschiede zu den Bildschirm- oder Arbeitsoberflächen aufweisen, um eine Belastung der Augen durch unnötige Kontraste zu vermeiden.

Alle Monitore, insbesondere auch solche, die übereinander angeordnet sind, sollten leicht höhenver-

stellbar sowie neig- und drehbar sein, damit sie an die unterschiedlichen Körpermaße der Operateure angepasst werden können und somit eine aus ergonomischer Sicht empfehlenswerte Arbeitshaltung ermöglichen.

Anzahl der Bildschirme

Nach DIN EN ISO 11064-4:2004 (Seite 15) „... ist generell davon auszugehen, dass mit heutiger Anzeigetechnologie von der für den Operator vorgesehenen Arbeitsposition aus höchstens vier Anzeigeeinheiten (bis zu 25 Zoll diagonal) zufrieden stellend überwacht und bedient werden können.“ Alternative Vorgaben können sich in Abhängigkeit davon ergeben, ob die Bildschirme strikt parallel zu beobachten sind (kann eine größere Anzahl von Bildschirmgeräten erfordern) oder ob die Informationen nacheinander abgerufen und bearbeitet werden können (kann nacheinander auf einer geringeren Anzahl von Bildschirmen erfolgen). Wie viele Bildschirmgeräte für die Erfüllung der Arbeitsaufgabe notwendig und sinnvoll sind, lässt sich nur mithilfe einer detaillierten Aufgabenanalyse klären. Dabei muss insbesondere ermittelt werden, welche Informationen der Operateur parallel benötigt, welche auch nacheinander abrufbar sein dürfen und wie und wo diese Informationen dargestellt werden sollen.

Großbildtechnik

In jüngster Zeit wird in Leitwarten immer häufiger Großbildtechnik zur Visualisierung von Prozessen eingesetzt. Die Großbildschirme sollten in der Regel der allgemeinen Überwachung dienen, während die Prozess- und Systemsteuerung weiterhin

direkt am einzelnen Arbeitsplatz erfolgen sollte. Sie haben u. a. die Funktion, mehreren Operateuren allgemeine Informationen zur Verfügung zu stellen, z. B. zum Gesamtzustand der Anlage oder des Systems. Sie geben einen Überblick über relevante Systemparameter und dienen als gemeinsam nutzbare Lokalisations- und Indikatorsysteme.

Dabei gilt es, aus der Sicht des Arbeitsschutzes und der Systemsicherheit einige Grundsätze zu beachten:

- Für den Einsatz der Großbildtechnik wird zusätzlicher Platz in der Leitwarte benötigt, um einen günstigen Sehabstand zu erreichen. Zudem ist Platz für die Montage und die Wartung der Geräte vorzusehen.
- Großbildschirme sollten grundsätzlich nicht vor Fenstern platziert werden, um Blendung sowie unnötige Kontraste zu vermeiden und die Lesbarkeit der Anzeigen sicherzustellen.
- Die Informationen auf Großbildschirmen sollten ausreichend groß und lesbar dargestellt werden (auch hier sind 18–22 Bogenminuten empfehlenswert) und nicht durch Aufbauten, wie z. B. Säulen, Trennwände, oder Personen zwischen den Arbeitsplätzen und den Großbildschirmen verdeckt werden. Zu kleine, aus der vorgesehenen Entfernung nicht lesbare Informationen sind nutzlos und daher verzichtbar.
- Werden wichtige Informationen auf den Großbildschirmen dargestellt, so sind diese in der Hauptblickrichtung der Operateure anzuordnen, damit sie aus der üblichen Arbeitsposition ohne Körperdrehung einsehbar sind.

- Großbildanzeigen sollten nicht lediglich als zusätzliche arbeitsplatzbezogene Bildschirme genutzt werden. Das ist für die Erfüllung der Arbeitsaufgaben der Operateure weder angemessen noch sinnvoll. Denn dadurch werden unterschiedliche Sehverhältnisse geschaffen, die zu unnötigen Anpassungsleistungen der Augen und zu Ablenkungen führen. Fehlentscheidungen und Fehlhandlungen können die Folge sein.



Abb. 8 Großbildtechnik in einer Leitwarte



Abb. 9 Leitwarte mit kombinierten Großbildschirmen und kleineren Monitoren

Das Wichtigste zu den Bildschirmgeräten

Operateure bearbeiten ihre Aufgaben in Leitwarten vorrangig mit Bildschirmgeräten und den darauf dargestellten Anzeigen und Stellteilen. Die Arbeitsbedingungen sollten deshalb so gestaltet werden, dass sie optimal sehen, ihre Aufgaben sicher, fehlerfrei und ohne Beeinträchtigungen ausführen können. Dazu tragen folgende Faktoren bei:

- ein aus ergonomischer Sicht angemessener Abstand und Neigungswinkel zwischen Auge und Bildschirm(en),
- angemessene Schriftgröße und Kontrast auf dem Bildschirm/den Bildschirmen,
- annähernd gleiche Sehabstände zu den einzelnen Bildschirmen bei mehreren Bildschirmgeräten am Arbeitsplatz sowie
- die richtige Anordnung der Informationen auf den Bildschirmen; primäre Informationen gehören auf die zentralen Bildschirme.
- Großbildschirme sollten der allgemeinen Überwachung dienen und nicht für die eigentliche Prozess- und Systemsteuerung vorgesehen werden.

Unterschiedliche Technologien

Im Bereich der Großbildtechnik werden verschiedene Technologien mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen angeboten, z. B.

- Beamertechnik,
- LCD-Technik,
- LED-Technik oder
- Cube-Rückprojektionstechnik.

Eine wichtige Voraussetzung für den Einsatz in einer Leitwarte ist, dass die Geräte für den 24/7-Einsatz geeignet sind. Dies ist bei der Beamer-technik eher nicht der Fall. Neben wechselnden Beleuchtungssituationen (Tageslicht und künstliche Beleuchtung) hat der lange Strahlenweg einen großen Einfluss auf die Helligkeit sowie den Kontrast und damit auf die Lesbarkeit der Anzeigen. Hinzu kommt die Geräuschkentwicklung durch die Lüfter dieser Geräte.

Auch wenn sich die Rahmenbreiten der LC- und LED-Displays zunehmend verringern, so sind zurzeit die Stegbreiten bei Cubes im Vergleich noch deutlich schmaler. Dadurch fallen bei der Kombination mehrerer Anzeigemodule die Lücken zwischen den einzelnen Anzeigeeinheiten geringer aus. Auch wird die Gefahr von Versatz oder Überlappung von Informationen reduziert. Allerdings sind der Anschaffungspreis von Cubes sowie der benötigte Platz für deren Anbringung höher als bei LC- oder LED-Displays. Dies ist bei der Raumplanung unbedingt zu berücksichtigen.

3.3 Arbeitsstuhl und Arbeitsfläche

An die Arbeitsstühle und Arbeitsflächen in Leitwarten werden aus Sicht des Arbeits- und Gesundheitsschutzes besondere Anforderungen gestellt. Anders als im Bürobereich werden sie in Leitwarten in der Regel rund um die Uhr von vielen verschiedenen Operateuren benutzt. Daher müssen sie zum einen robust und zum anderen an die Körpermaße der verschiedenen Operateure anpassbar sein. Nur so können ergonomisch gute Körperhaltungen ermöglicht werden.

Der Arbeitsstuhl

Der Arbeitsstuhl sollte dynamisches Sitzen ermöglichen. Diese Funktion unterstützt wechselnde Arbeitshaltungen sowie die Bewegung des Operateurs und entlastet so von unnötiger statischer Haltungsarbeit. Dafür muss der Stuhl ergonomisch gestaltet sein, d. h. standsicher, ausreichend höhen- und neigungsverstellbar, sowie über höhenverstellbare Armlehnen und eine geeignete Synchronmechanik verfügen.

Die Arbeitsfläche

Auch die Arbeitsflächen (Tische, Konsolen) sollten höhenverstellbar sein, um ergonomisch günstige Körperhaltungen zu ermöglichen. Am besten ist es, wenn sie es dem Operateur erlauben, seine Aufgaben wahlweise im Sitzen oder im Stehen zu erledigen, und er die Möglichkeit zu Haltswechseln bzw. Bewegungen bekommt. Dadurch wird einer einseitigen Belastung entgegen gewirkt. Die Arbeitsfläche sollte über ausreichend Platz für die Ausführung der Arbeitsaufgaben und für

alle Arbeitsmittel, wie Tastatur(en), Mäuse oder gedruckte Unterlagen, verfügen sowie eine flexible und an ergonomischen Gesichtspunkten orientierte Anordnung der benötigten Arbeitsmittel auf der Arbeitsfläche ermöglichen.

Durch matte und helle Oberflächen werden unnötige Reflexionen und Spiegelungen vermieden und das Auge muss sich nicht ständig an unterschiedliche Kontraste anpassen. Es sollte auch darauf geachtet werden, dass die Tischplatte nicht zu dick ist, damit der Beinraum nicht unnötig verringert wird. Um unterschiedliche Sitz- und Arbeitspositionen einnehmen zu können, sollte der Beinraum ausreichend groß sein (mindestens 65 cm hoch, 60 cm breit und 60 cm tief). Im Beinraum sollten sich zudem keine Rechner, Unterschränke, Stützen und herunterhängende Kabel befinden. Kabel gehören in Kabelschächte, die den Beinraum nicht einschränken.

Individuelle Anpassung an die Körpermaße

Können die Höhe der Arbeitsfläche und die Höhe der Bildschirmenebene unabhängig voneinander eingestellt werden, sind noch bessere Anpassungen an die unterschiedlichen Körpermaße und -proportionen sowie an die verschiedenen Arbeitshaltungen der Operateure möglich. Eine bestmögliche Anpassung der Arbeitsmittel kann durch die aufeinander abgestimmte Einstellung der Arbeitsfläche, des Arbeitsstuhls und der Bildschirmgeräte erreicht werden. In manchen Fällen können zusätzlich Fußstützen notwendig sein, um ergonomisch günstige Arbeitshaltungen zu ermöglichen.



Abb. 10 Arbeitsplätze mit höhenverstellbaren Arbeitstischen, Bildschirmeneben und Arbeitsstühlen

Das Wichtigste zum Arbeitsstuhl und zur Arbeitsfläche

Die Arbeitsstühle und -tische in Leitwarten sind meist 24 Stunden am Tag an 365 Tagen im Jahr im Einsatz. Anders als im Büro, wo jeder seinen eigenen Arbeitsplatz hat, werden Arbeitsplätze in Leitwarten im Lauf eines Tages von verschiedenen Operateuren genutzt. Deswegen müssen die Arbeitsstühle und -tische in Leitwarten besonders robust und flexibel sein. Jeder Operateur sollte seinen Arbeitstisch und -stuhl bei Arbeitsbeginn und auch während der Arbeit ohne großen Aufwand auf seine Körpermaße und die gewünschte Arbeitsposition einstellen können. Zudem sollen Arbeitsstühle dynamisches Sitzen ermöglichen.

Schulungen sind ebenfalls wichtig für den Erfolg

Die besten Arbeitsmittel (z. B. Arbeitsstühle, Arbeitstische, Bildschirmgeräte) nutzen wenig, wenn der Operateur damit nicht umzugehen weiß. Effektive Unterweisungen vermitteln den Operateuren das notwendige Wissen, um den Arbeitsstuhl, den Arbeitstisch und die sonstigen Arbeitsmittel nach ergonomischen Gesichtspunkten korrekt einstellen bzw. anordnen zu können, so dass die Einnahme anzustrebender (wechselnder) Körperhaltungen möglich wird.

Dazu benötigt er Informationen darüber,

- wie ergonomisch günstige Körperhaltungen aussehen,
- welche Arbeitsmittel (z. B. Arbeitsstuhl, Arbeitstisch, Bildschirmgeräte) angepasst werden sollen und
- wie und wann diese Arbeitsmittel an die eigenen Anforderungen angepasst werden sollen.

3.4 Mensch-Maschine-Schnittstelle

Die Darstellung und Organisation von Informationen auf den Bildschirmen muss nach ergonomischen Grundsätzen erfolgen. Die Mensch-Maschine-Schnittstelle ist so zu gestalten, dass die dargestellten Informationen vom Operateur schnell und zuverlässig erfasst werden können, so dass es ihm möglich ist, Abweichungen vom Sollzustand frühzeitig zu erkennen, Situationen richtig einzuschätzen und dementsprechend schnell und angemessen zu agieren bzw. zu reagieren – möglichst bevor eine Störung auftritt. Gut gestaltete Mensch-Maschine-Schnittstellen führen dazu, dass negative Beanspruchungsfolgen, wie z. B. psychische Ermüdung, Monotonie und Sättigung, reduziert bzw. vermieden werden und die Leistungsfähigkeit der Operateure steigt. Darüber dürfte die Wahrscheinlichkeit für Fehlentscheidungen und Fehlhandlungen sinken und die Effektivität, Effizienz und Bedien- bzw. Systemsicherheit des Gesamtsystems steigen.

Aufgabenangemessene Gestaltung der Anzeigen

Die Gestaltung der Anzeigen und die Darstellung der Informationen auf den Anzeigen sollten die Erfordernisse der Überwachungs- und Steuerungstätigkeiten und die Kapazitäten der Operateure berücksichtigen. Mithilfe detaillierter Aufgabenanalysen kann festgestellt werden, welche Aufgaben die Operateure zu bewältigen haben und welche Informationen sie dafür wann, in welcher Form und zu welchem Zweck benötigen. Hier gilt das Prinzip der Aufgabenangemessenheit:

Sind die Aufgaben nach ergonomischen Kriterien angemessen gestaltet (vgl. dazu die DIN-Normen zur Aufgabengestaltung DIN EN 29241-2 sowie DIN EN 614-2) und ist die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle wiederum diesen Aufgaben angemessen, sollten die Operateure ihre Tätigkeiten effektiv und sicher ausüben können.

Grundsätze der Dialogführung

Um das übergeordnete Prinzip der Aufgabenangemessenheit zu erfüllen, sind auch die anderen Grundsätze der Dialogführung zu berücksichtigen:

- Selbstbeschreibungsfähigkeit,
- Steuerbarkeit,
- Erwartungskonformität,
- Fehlertoleranz,
- Individualisierbarkeit und
- Lernförderlichkeit.

Beispiel 1: Füllstand Zulaufbehälter

Eine konkrete Umsetzung des Prinzips der Aufgabenangemessenheit bei der Darstellung eines Prozesses auf dem Bildschirm kann an der Aufgabe der Überwachung und Steuerung eines (automatisch geregelten) Füllstandes des Zulaufbehälters B101 einer Benzol/Toluol-Destillationsanlage verdeutlicht werden.

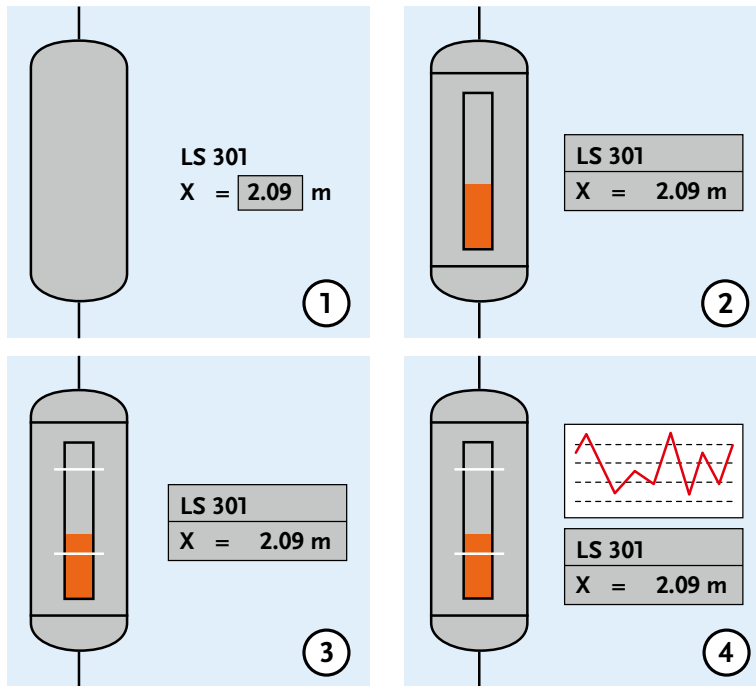


Abb. 11 Unterschiedliche Ausprägung der Aufgabenangemessenheit bei der Darstellung eines Behälterfüllstandes

In Abschnitt 1 der Abbildung 11 wird der Füllstand lediglich als Digitalanzeige dargestellt. Das bedeutet, dass der Operateur eine Verrechnung des Ist-Wertes mit den im Gedächtnis gespeicherten vorausgegangenen Werten bzw. dem Soll-Wert vornehmen muss, um den aktuellen Wert einordnen zu können. Außerdem muss er sich die einzuhaltenden Grenzwerte eingepägt haben, wenn er nicht jedes Mal ein Faceplate öffnen möchte, um diese Informationen nachzulesen.

Die Abschnitte 2 bis 4 zeigen, wie es besser geht:

- Wird eine analoge Füllstandanzeige hinzugefügt (Abschnitt 2), ist es dem Operateur möglich, den aktuellen (relativen) Füllstand mit einem Blick zu erfassen.
- Werden dann auch noch die entsprechenden Grenzwerte eingezeichnet (Abschnitt 3), kann der Operateur sofort einschätzen, ob oder wann in etwa ein Eingriff erforderlich sein wird.
- Mithilfe von Trends (Abschnitt 4) können mittels Mustererkennung darüber hinaus zeitliche Veränderungen (und deren Verlauf) leichter erkennbar gemacht werden. Der Operateur sieht sofort, ob und wie schnell der Füllstand im Behälter B101 steigt oder sinkt und wie lange es voraussichtlich dauern wird, bis ein kritischer Wert erreicht ist und damit spätestens eine Reaktion erforderlich wird. Im Gegensatz dazu gibt der aktuelle digital dargestellte Ist-Wert allein darüber keinerlei Auskunft.

Beispiel 2: Ventilstörung

Die Anzeige einer Ventilstörung in Abbildung 12 ist ein Beispiel für die Gestaltung einer Mensch-Maschine-Schnittstelle, die der Aufgabe nicht angemessen ist:

Die regelungstechnisch korrekte Darstellung der Größen „Soll-Zustand“ (W), „Ist-Zustand“ (X) und „Stellgröße“ (Y) muss vom Operateur hier erst im Kopf zu der Diagnose „Ventilstörung“ verarbeitet werden. Sein Gedankengang umfasst mehrere Schritte: „Erreicht der Ist-Wert X nicht den Soll-Wert W, und dies trotz extremer Ausprägung der Stellgröße Y, dann liegt wohl eine Ventilstörung vor!“. Diese Diagnoseschritte können jedoch auch direkt im Prozessleitsystem hinterlegt werden, so dass das System immer dann, wenn solche Wertekombinationen erreicht werden, eine Warnung „Achtung! Ventilstörung bei V₉ wahrscheinlich“ generiert. Durch eine solche Darstellung der vorverarbeiteten entscheidenden Informationen, kann der Operateur schneller die richtige Diagnose und Entscheidung treffen.

Informationen sinnvoll selektieren

Nicht alles, was technisch möglich ist, sollte auch angezeigt werden. Denn dies führt zu einer Informationsüberflutung und zu Unübersichtlichkeit im System. Vielmehr sollten nur die Informationen angezeigt werden, die der Operateur zur Ausführung der jeweiligen Aufgaben auch tatsächlich benötigt, und zwar in einer Form, die es ihm ermöglicht, die Aufgabe anforderungsgerecht und sicher auszuführen – d. h. so wie er sie braucht und nicht, was das System hergibt.

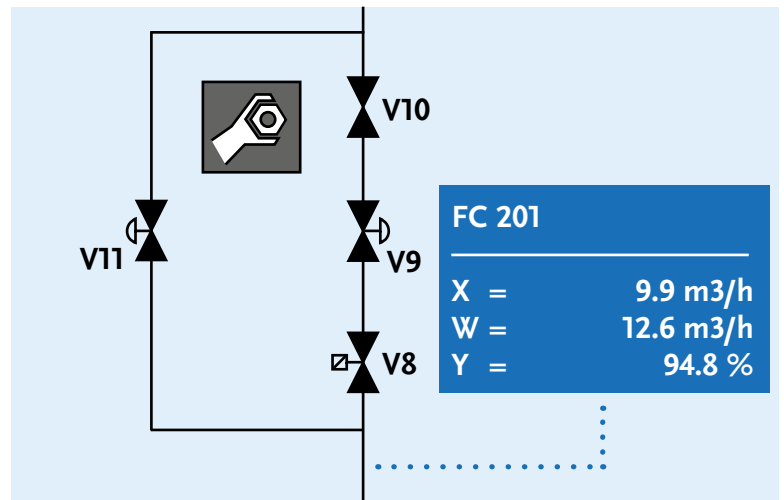
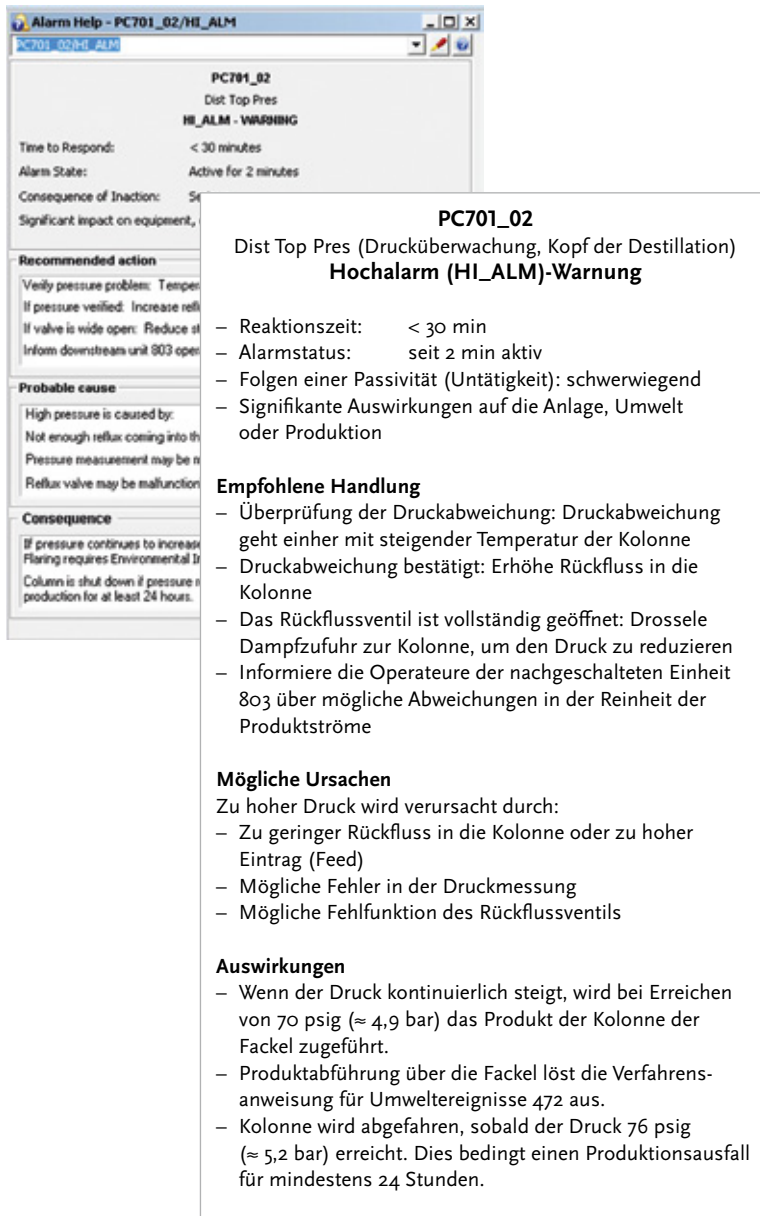


Abb. 12 Darstellung einer Ventilstörung



PC701_02
Dist Top Pres
HI_ALM - WARNING

Time to Respond: < 30 minutes
Alarm State: Active for 2 minutes
Consequence of Inaction: Significant impact on equipment, ...

Recommended action

Verify pressure problem: Temperature
If pressure verified: Increase reflux
If valve is wide open: Reduce steam
Inform downstream unit 803 operator

Probable cause

High pressure is caused by:
Not enough reflux coming into the column
Pressure measurement may be incorrect
Reflux valve may be malfunctioning

Consequence

If pressure continues to increase, Flaring requires Environmental Department approval.
Column is shut down if pressure is high for at least 24 hours.

PC701_02
Dist Top Pres (Drucküberwachung, Kopf der Destillation)
Hochalarm (HI_ALM)-Warnung

- Reaktionszeit: < 30 min
- Alarmstatus: seit 2 min aktiv
- Folgen einer Passivität (Untätigkeit): schwerwiegend
- Signifikante Auswirkungen auf die Anlage, Umwelt oder Produktion

Empfohlene Handlung

- Überprüfung der Druckabweichung: Druckabweichung geht einher mit steigender Temperatur der Kolonne
- Druckabweichung bestätigt: Erhöhe Rückfluss in die Kolonne
- Das Rückflussventil ist vollständig geöffnet: Drosselle Dampfzufuhr zur Kolonne, um den Druck zu reduzieren
- Informiere die Operateure der nachgeschalteten Einheit 803 über mögliche Abweichungen in der Reinheit der Produktströme

Mögliche Ursachen

Zu hoher Druck wird verursacht durch:

- Zu geringer Rückfluss in die Kolonne oder zu hoher Eintrag (Feed)
- Mögliche Fehler in der Druckmessung
- Mögliche Fehlfunktion des Rückflussventils

Auswirkungen

- Wenn der Druck kontinuierlich steigt, wird bei Erreichen von 70 psig ($\approx 4,9$ bar) das Produkt der Kolonne der Fackel zugeführt.
- Produktabführung über die Fackel löst die Verfahrensanweisung für Umweltereignisse 472 aus.
- Kolonne wird abgefahren, sobald der Druck 76 psig ($\approx 5,2$ bar) erreicht. Dies bedingt einen Produktionsausfall für mindestens 24 Stunden.

Abb. 13 Alarmmeldung mit Hilfstext

Bei Eingriffen des Operators, die mit schwerwiegenden Konsequenzen verbunden sind, sollte der Operator vor Ausführung der Befehle deutlich über diese möglichen Konsequenzen informiert werden. Darüber hinaus sollte eine zusätzliche Abfrage des Systems erfolgen, ob der Eingriff tatsächlich ausgeführt werden soll.

Anlagen- bzw. prozessspezifische Hilfesysteme

Anlagen- bzw. prozessspezifische Hilfesysteme sind wichtig, denn sie sollen den Operateur bei seinen Entscheidungen unterstützen. Die Hilfsfunktionen sollten daher selbsterklärend sein, d. h. kontextsensitiv, leicht abrufbar, verständlich und eindeutig (vgl. Grundsatz der Selbsterklärungsfähigkeit). Spezifische Hilfsfunktionen sollten daher folgende Informationen enthalten:

- Kennzeichnung der Situation
- Situationsspezifische Erläuterungen
- Dringlichkeit einer Antwort und zur Verfügung stehende Antwortzeit
- Wichtigkeit einer Reaktion mit Informationen, z. B. zur Schwere der Auswirkung und zu möglichen Konsequenzen
- Beschreibung der möglichen Ursachen
- Handlungsanleitungen und empfohlene Maßnahmen mit konkret passenden Lösungen bzw. Beispielen

Das Beispiel einer Hilfsfunktion in Abbildung 13 enthält diese Informationen und erfüllt damit die Anforderungen an eine Hilfemeldung. Solche Hilfetexte sollten so auf dem Bildschirm angeordnet sein, dass sie keine wichtigen oder sicherheitsrelevanten Informationen verdecken.

Laufende Optimierung

Anlagen- und prozessspezifische Hilfesysteme sollten auf Basis konkreter Erfahrungen der Operateure kontinuierlich verbessert werden. So können z. B. Ingenieure und Operateure, die über ein umfangreiches Wissen und über viel Erfahrung mit der Anlage bzw. dem System verfügen, neue und wichtige Informationen hinzufügen. Davon können auch weniger erfahrene Operateure profitieren.

Simulationen helfen, im Ernstfall richtig zu handeln

Lernprogramme oder Simulationssysteme fördern die Systemleistung und -sicherheit. Sie sollten möglichst in Echtzeit arbeiten. Lernprogramme dienen dazu, Grundwissen, erforderliche Fertigkeiten und Fähigkeiten aufzubauen. Simulationssysteme erlauben das gefahrenlose Ausprobieren und Üben von Eingriffen sowie das Sammeln von Erfahrungen im Umgang mit unterschiedlichen Systemzuständen und unterstützen den Aufbau eines mentalen Modells des Prozesses. Das erworbene Wissen und die neuen Erfahrungen sind insbesondere in Zusammenhang mit seltenen Betriebszuständen von Bedeutung, wie dem An- und Abfahren der Anlage oder bei Havarien. Den größten Nutzen haben Lern- und Simulationsprogramme, wenn ihre Oberfläche so realitätsnah wie möglich gestaltet ist und das System- und Regelverhalten des Prozesses möglichst genau widerspiegeln, sie also eine hohe Simulationstreue aufweisen.

Das Wichtigste zur Mensch-Maschine-Schnittstelle

Eine nach ergonomischen Gesichtspunkten gestaltete Mensch-Maschine-Schnittstelle ermöglicht es dem Operateur, Abweichungen vom Sollzustand im System frühzeitig zu erkennen, Situationen richtig einzuschätzen und rechtzeitig und angemessen zu handeln.

- Die Darstellung der Informationen auf den Bildschirmen in einer Leitwarte muss deshalb so gestaltet sein, dass sie den Operateuren die richtigen Handlungen (Diagnose, Entscheidung, Umsetzung) ermöglicht und erleichtert.
- Bei der Gestaltung der Informationsdarstellung auf den Bildschirmen sind daher die Grundsätze der Dialogführung zu beachten.
- Hilfsfunktionen sollten kontextsensitiv, für die Operateure verständlich und eindeutig formuliert sein. Simulationen und Lernprogramme helfen den Operateuren, Erfahrungen zu sammeln und im Ernstfall richtig zu handeln.

3.5 Klima und Beleuchtung

Klima

Die klimatischen Bedingungen in einer Leitwarte sollten keine negativen Auswirkungen auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Operateure sowie auf deren Leistungsfähigkeit und sichere Verhaltensweisen haben. Ziel der Gestaltung der klimatischen Bedingungen in der Leitwarte ist es, einen Zustand thermischer Behaglichkeit zu schaffen. Da im selben Wartenraum meist mehrere Operateure mit unterschiedlichem Behaglichkeitsempfinden arbeiten, ist ein für alle optimales Klima nur annähernd möglich.

Über den Tag verteilt halten sich unterschiedliche Personen im Wartenraum auf. Daher ist eine flexible Anpassung der klimatischen Bedingungen zu empfehlen. Von Bedeutung ist auch eine tages- sowie jahreszeitabhängige Steuerung der raumlufttechnischen Anlage. Als Bezugspunkt für die Einstellung ist dabei der Arbeitsplatz des Operateurs zu wählen und nicht ein Punkt innerhalb der raumlufttechnischen Anlage. Eine an die Jahreszeit und den Tagesgang angepasste Regelung der Klimawerte ist zu empfehlen, um u. a. die Unterschiede zur Außentemperatur in engeren Grenzen zu halten.

Thermische Behaglichkeit

Als thermische Behaglichkeit wird das subjektive Klimaempfinden bezeichnet, welches auf dem Zusammenwirken von Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftgeschwindigkeit und Wärmestrahlung beruht. Dabei hängt die Temperaturempfindung

mit der Art der auszuübenden Tätigkeit (körpereigene Wärmeproduktion), aber auch mit dem Alter, dem Geschlecht und der Bekleidung der Operateure zusammen. Bei sitzender Tätigkeit werden im Sommer Werte zwischen 23 °C und 26 °C bzw. im Winter zwischen 20 °C und 24 °C empfohlen. Um einer zu starken Aufheizung des Wartenraums durch Sonneneinstrahlung entgegenzuwirken, sind die Fenster mit geeigneten Sonnenschutzvorrichtungen inklusive Wärmeschutzfunktion zu versehen.

Um Reizungen und Austrocknen der Schleimhäute und der Augen zu vermeiden, sollte die relative Luftfeuchte zwischen 40 % bis 65 % liegen, wobei Werte um 50 % zu empfehlen sind. Zudem sollte die mittlere Luftgeschwindigkeit kleiner 0,15 m/s und die Arbeitsplätze der Operateure frei von Zugluft sein.

Die Operateure sollten die Klimafaktoren, wie z. B. die Temperatur in den Leitwarten, selbst einstellen können. Es ist jedoch zu empfehlen, die Klimaanlage – in Abhängigkeit von der Jahreszeit – so einzustellen, dass die Operateure die Einstellungen nur innerhalb des empfohlenen Bereichs verändern können.

Wärmeintensive Rechner auslagern

Rechner und andere Geräte, von denen eine hohe Wärmefreisetzung ausgeht, sollten in einem anderen Raum oder hinter einer Verkleidung mit einer eigenen Luftversorgung und Luftkühlung untergebracht werden. Eine Unterbringung außerhalb des Wartenraums hat darüber hinaus den Vorteil,

dass dadurch gleichzeitig der Schalldruckpegel im Wartenraum gesenkt werden kann.

Beleuchtung

Das Beleuchtungsniveau und eine gute Lichtverteilung schaffen die Voraussetzungen für eine sichere Wahrnehmung und Verarbeitung der visuell dargestellten Informationen. Für die Gestaltung optimaler Beleuchtungsverhältnisse sind die Allgemeinbeleuchtung, die arbeitsplatzbezogene Beleuchtung, das Tageslicht, die Lichtschutzeinrichtungen an Fenstern, die Bildschirmgeräte, die Oberflächenbeschaffenheit und Reflexionsgrade von Arbeitstischen, Arbeitsmitteln, Fußböden, Wände und Decken von Bedeutung. Jede Veränderung der Anordnung der Arbeitsplätze im Wartenraum macht deshalb eine Anpassung des Beleuchtungskonzepts erforderlich, um für optimale Sehverhältnisse zu sorgen.

Für die spezifischen Aufgaben und Arbeitsbedingungen in Leitwarten wird eine Beleuchtungsstärke von mindestens 500 lx empfohlen. Bei Schreib- und Lesetätigkeit sind auf den dafür vorgesehenen Arbeitsflächen Beleuchtungsstärken von 500 lx bis 750 lx anzustreben. Die Beleuchtungsstärke sollte allerdings unmittelbar vor den Bildschirmgeräten geringer sein, da zu hohe Umgebungsleuchtdichten die visuelle Wahrnehmung auf den Bildschirmen erschweren können, insbesondere bei Negativdarstellung (helle Zeichen auf dunklem Grund). Negativdarstellung ist daher nur bei geringer Umgebungsleuchtdichte akzeptabel, die nicht zur Kontrastreduktion oder Spiegelungen auf dem Bildschirm führt.



Abb. 14 Positiv- und Negativdarstellung auf Bildschirmen in einer Leitwarte der Medienbranche

Für gute Leuchtdichteverhältnisse und -verteilungen sorgen

Darüber hinaus ist auf günstige Leuchtdichteverhältnisse und -verteilungen am Arbeitsplatz und im Raum zu achten, um große Leuchtdichteunterschiede und die damit verbundene Beeinträchtigung der Informationsverarbeitung zu vermeiden. Entsprechend ergonomischen Empfehlungen sollten die Kontraste der Bildschirme zur unmittelbaren Umgebung das Verhältnis 3:1 und die Kontraste der Bildschirme zu den Randbereichen des Sehfeldes (z. B. Wände, Fenster) das Verhältnis 10:1 nicht überschreiten. Moderne, hochwertige Bildschirmgeräte haben z. T. eine Automatikfunktion, die dies berücksichtigt und die Leuchtdichte des Bildschirms in Abhängigkeit von der Leuchtdichte der Umgebung regelt.

Die Beleuchtung dem Tageslicht anpassen

Um angemessene Beleuchtungsbedingungen zu erreichen, müssen das Tageslicht, geeignete Schutzvorrichtungen an den Fenstern und die künstliche Beleuchtung aufeinander abgestimmt werden. Wenn sich das Beleuchtungsniveau des Tageslichts ändert, sollte auch die künstliche Beleuchtung angepasst werden. Dazu kann eine getrennte Schaltung und Regelung von Leuchten oder Lichtbändern beitragen.

Indirektes Licht spiegelt und blendet nicht

Blendung, Spiegelungen und Reflexionen sind unbedingt zu vermeiden. Sie beanspruchen die Augen und können zu Fehlern bei der Informationsaufnahme führen. Gut ist eine indirekte Beleuchtung. Sie strahlt das von den Raum-

leuchten ausgehende Licht gegen die Decke oder die Wände, das von dort diffus reflektiert wird. Dadurch werden störende Spiegelungen und Blendungen auf hellen, glatten Oberflächen, z. B. auf Bildschirmen oder Arbeitsflächen, vermieden. Dies erlaubt eine flexiblere Anordnung der Arbeitsplätze im Wartenraum und ist daher bei der Gestaltung des Wartenraums zu berücksichtigen. Auch bei direkter Allgemeinbeleuchtung sollten Leuchten so angeordnet werden, dass keine störende Reflexionen, Blendungen und Spiegelungen auf den Bildschirmen entstehen. Deshalb sollten die Leuchten nicht direkt über den Arbeitsplätzen, sondern seitlich davon angebracht werden, damit der Lichteinfall seitlich von oben erfolgt. Geeignete Rasterleuchten helfen dabei, den Lichteinfall gezielt so zu steuern, dass das Licht nicht auf die Bildschirme fällt und Blendungen vermieden werden. Dies ist insbesondere bei Negativdarstellung zu beachten.

Anpassungen der Allgemeinbeleuchtung sollten den Operateuren lediglich innerhalb bestimmter (ergonomisch zuträglicher) Grenzen möglich sein. Zusätzlich sollten die Operateure über empfohlene Beleuchtungsbedingungen und die Konsequenzen von abweichenden Bedingungen informiert werden. Zusätzlich zur Allgemeinbeleuchtung sind individuell einstellbare Leuchten an jedem Arbeitsplatz zu empfehlen (sog. 2-Komponenten-Modell aus Allgemeinbeleuchtung und Arbeitsplatzbeleuchtung), um eine hinreichende Allgemeinbeleuchtung und eine gezielte, individualisierbare Ausleuchtung des Arbeitsplatzes zu erreichen. Damit wird es dem Operateur ermöglicht, die

Beleuchtungsverhältnisse besser an seine persönlichen Erfordernisse anpassen zu können.

Beleuchtung und Positiv- und Negativdarstellung auf den Bildschirmen

In hellen Räumen sollte immer Software mit Positivdarstellung der Anzeigen verwendet werden, um Spiegelungen und Reflexionen auf den Bildschirmoberflächen zu vermeiden bzw. zu reduzieren. In abgedunkelten Räumen kann dagegen gelegentlich auch Negativdarstellung angebracht sein. Negativdarstellung erlaubt wegen des höheren Risikos von Spiegelungen, Reflexionen oder Streulichteinflüssen keine höheren Beleuchtungsstärken oder Umfeldleuchtdichten, wie sie etwa für nicht-bildschirmbezogene Arbeiten (z. B. Lesen von Papierdokumenten) benötigt werden.

Das Wichtigste zu Klima und Beleuchtung

- Bei der Gestaltung der klimatischen Bedingungen in einer Leitwarte ist das thermische Behaglichkeitsempfinden der Operateure zu berücksichtigen.
- Arbeitsmittel mit einer hohen Wärmefreisetzung, wie z. B. Rechner, sollten in einem separaten Raum außerhalb der Leitwarte aufgestellt werden.
- Ein entsprechendes Beleuchtungsniveau und eine gute Lichtverteilung sind für die Sicherheit, die Leistungsfähigkeit sowie für die Gesundheit der Operateure von Bedeutung.
- Die Allgemeinbeleuchtung sollte durch individuell einstellbare Leuchten an jedem Arbeitsplatz ergänzt werden.
- Blendung, Spiegelungen und Reflexionen auf den Bildschirmen und den Arbeitsflächen sind zu vermeiden.
- Die Operateure sollten die Klimafaktoren und die Beleuchtungsbedingungen selbst regulieren dürfen, jedoch nur in einem ergonomisch vertretbaren Umfang.

3.6 Arbeitszeit

Eine nach ergonomischen Erkenntnissen optimierte Gestaltung der Arbeitszeit trägt dazu bei, die Leistungsfähigkeit und die Gesundheit sowie das Wohlbefinden der Operateure so weit wie möglich zu erhalten.

Lange Schichten, hohe Beanspruchung – Dauer der Arbeitszeit

Wie lang eine Schicht dauern sollte, ist von der jeweiligen Tätigkeit und der damit verbundenen physischen und psychischen Belastung (nach Art, Intensität und Dynamik) abhängig. Analysen des Arbeitsablaufs während ganzer Schichten geben Hinweise auf konkrete Belastungsverläufe und mögliche negativen Beanspruchungsfolgen. Aus solchen Analysen ergibt sich eine akzeptable maximale Dauer der Arbeitszeit. Dabei steigt die Beanspruchung der Operateure mit zunehmender Dauer der Arbeitszeit überproportional an. 12-Stunden-Schichten sind daher nur dann akzeptabel, wenn die Arbeitszeit erhebliche Anteile an Bereitschaftszeit (ca. 1/3) enthält.

Mischarbeit und Pausen

Die Tätigkeit in einer Leitwarte sollte so organisiert werden, dass die Bildschirmarbeit regelmäßig durch andere Tätigkeiten (Mischarbeit) oder Pausen unterbrochen wird. Für die Ermittlung des Bedarfs an Pausen sind wiederum die Schwere und die Schwierigkeit der Tätigkeit sowie die ununterbrochene Dauer deren Ausübung von Bedeutung. Frühzeitige kurze Pausen führen dazu, dass Beeinträchtigungen, wie psychische Ermüdung,

Monotonie, psychische Sättigung und herabgesetzte Wachsamkeit, gar nicht erst auftreten. Das ist besser als längere Pausen einzulegen, wenn die Beeinträchtigungen bereits entstanden sind.

Ruhezeiten

In Zusammenhang mit der Dauer der Arbeitszeit ist auch die Dauer der Ruhezeiten zwischen den Schichten zu beachten. Durch lange Wegezeiten von und zur Arbeit werden ggf. Möglichkeiten zur Regeneration reduziert. Die nutzbare Ruhezeit ist immer wesentlich kürzer als die arbeitsfreie Zeit zwischen zwei Schichten.

Empfehlungen zur Schichtplangestaltung

- Vorwärts rotierend (Früh-Spät-Nacht) ist besser als rückwärts rotierend (Nacht-Spät-Früh)
- maximal drei aufeinander folgende Nacht- oder Spätschichten
- an bzw. um die Wochenenden möglichst zwei zusammenhängende freie Tage
- mindestens zwei arbeitsfreie Wochenenden im Monat

3.7 Unterweisungen und Schulungen

Durch regelmäßige Unterweisungen und Schulungen zum Thema „Ergonomisch gestaltete Bildschirmarbeit“ kann den Operateuren notwendiges Wissen über anzustrebende Körperhaltungen und Verhaltensweisen vermittelt werden. Die Beschäftigten sollten dabei nicht nur erfahren, was sie anders machen sollen, sondern auch, warum dies sinnvoll ist. Vorgetragenes Wissen führt allerdings nicht zwangsläufig zu Verhaltensänderungen, d. h. Unternehmen sollten sich auch vergewissern, ob bzw. in welchem Umfang der Inhalt bei den Mitarbeitern „angekommen“ ist und umgesetzt wird. Denn solange keine Beeinträchtigungen eingetreten sind, sehen die Mitarbeiter aufgrund ihrer eigenen Erfahrung oft nicht unbedingt die Notwendigkeit, ihr ungesundes Handeln zu verändern. Daher ist es wichtig, dass sie die Zusammenhänge zwischen der konkreten Gestaltung der Arbeitsbedingungen und den zu erwartenden Folgen erkennen und als bedeutsam einstufen.

Das Unternehmen muss die technischen sowie organisatorischen Voraussetzungen dafür schaffen, damit der Operateur sich seinen Arbeitsplatz nach ergonomischen Gesichtspunkten einrichten kann, wie sie ihm in der Schulung vermittelt wurden. Das ist der Fall, wenn z. B. verstellbare Arbeitsstühle und Arbeitsflächen angeschafft, deren Einstellmöglichkeiten mit den Mitarbeitern eingeübt werden und bei den Schichtwechseln genügend Zeit bleibt, damit die Beschäftigten ihren Arbeitsplatz an ihre individuellen Bedingungen anpassen können.

Ergonomie – auch eine Führungsaufgabe

Den Führungskräften und Vorgesetzten der Operateure muss die Bedeutung des Themas „Ergonomie der Bildschirmarbeit in Leitwarten“ bewusst sein und sie müssen hinreichend geschult werden. Das Thema darf im Unternehmen nicht nur gepredigt, sondern es muss auch für die Beschäftigten spürbar von den Führungskräften vorgelebt und umgesetzt werden. Die ergonomische Gestaltung der Bildschirmarbeit sollte daher als Führungsaufgabe fest im Unternehmen verankert sein.



4

Resümee

Das BAuA-Forschungsprojekt „Bildschirmarbeit in Leitwarten“ (s. Literatur) ergab: Die Umsetzung der Anforderungen der BildscharbV in den untersuchten Leitwarten war nicht befriedigend.

Dringender Handlungsbedarf

Die Unternehmen sollten ein hohes Niveau an Arbeits- und Gesundheitsschutz anstreben, denn dies trägt zur Verbesserung der Arbeits- und Lebensqualität der Operateure bei und wirkt sich sowohl direkt als auch indirekt positiv auf die Sicherheit und Leistung des Gesamtsystems aus.

Werden die Möglichkeiten der ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplätzen in Leitwarten nicht ausgeschöpft, entgehen dem Unternehmen viele der oben beschriebenen Vorteile. Das ist zum Teil mit erheblichen wirtschaftlichen Einbußen verbunden. Eine unzureichende Umsetzung der Vorgaben stellt eine Gefährdung der Schutzziele dar. Es besteht also dringender Handlungsbedarf – aus ökonomischer wie aus arbeitswissenschaftlicher Perspektive.

Altersgerechte Arbeitsgestaltung

Es sollte das klare Ziel sein, neue und bereits bestehende Leitwarten so zu gestalten oder umzugestalten, dass die bestmöglichen Voraussetzungen für die Operateure geschaffen werden, um ihre Tätigkeit sicher, effektiv und ohne kurz- bzw. langfristige Beeinträchtigungen ausüben zu können. Einige Gestaltungsaspekte lassen sich auch in bestehenden Leitwarten relativ schnell und kostengünstig verbessern, während andere mit erheblichen personellen und finanziellen Ressourcen verbunden sind und möglicherweise nur beim Neu- oder Umbau einer Leitwarte oder bei einer grundlegenden Revision angegangen werden können. Bei der Neu- und Umgestaltung von Leitwarten sollten auch Aspekte einer altersgerechten Arbeitsgestaltung berücksichtigt werden; einer Arbeitsgestaltung also, die den Beschäftigten von ihrem Eintritt in das Berufsleben bis zu ihrem Ausscheiden die Chance eröffnet, ohne Einbußen ihrer Leistungsfähigkeit und ohne Beeinträchtigung ihrer Gesundheit zu arbeiten.

Literatur

Detailliertere Literaturverweise mit ausführlichen Hintergrundinformationen finden sich im Bericht:

Bockelmann, M.; Nachreiner, F.; Nickel, P.:

Bildschirmarbeit in Leitwarten – Handlungshilfen zur ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplätzen nach der Bildschirmarbeitsverordnung (F2249). Dortmund: BAuA 2012
www.baua.de/dok/867412

Berufsgenossenschaftliche Schriften und Normen

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

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

Reihe BGI 852 Teil 1-41: Nutzungsqualität, Management, Einrichten und Kauf von Software. (fachliche Unterstützung durch O. Cernavin, I. Meyer & P. Nickel). Wiesbaden: BC Verlags- und Mediengesellschaft 2003 (Schriftenreihe

Prävention der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft, SP 2.11/1)
 [\(http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bgi852-1.pdf, .../bgi852-2.pdf, .../bgi852-3.pdf, .../bgi852-4.pdf\)](http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/bgi852-1.pdf)

DIN EN 614-2: Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Gestaltungsgrundsätze – Teil 2: Wechselwirkungen zwischen der Gestaltung von Maschinen und den Arbeitsaufgaben. Berlin Beuth 2000, A 1 2008

DIN EN 29241-2: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Teil 2: Anforderungen an die Arbeitsaufgaben. Berlin: Beuth 1993

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

DIN EN ISO 9241-12: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeit mit Bildschirmgeräten – Teil 12: Informationsdarstellung. Berlin: Beuth 2000

DIN EN ISO 9241-110: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung. Berlin: Beuth 2008

DIN EN ISO 9241-303: Ergonomie der Mensch-

System-Interaktion – Teil 303: Anforderungen an elektronische optische Anzeigen. Berlin: Beuth 2012

Reihe DIN EN ISO 11064: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen. Berlin: Beuth

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

Weitere Literatur

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

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

Meyer, I.: Effektivität der Prozessführung bei unterschiedlichen Oberflächen eines Prozessleitsystems. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW 2006 (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Forschungsbericht, Fb 1084)

Noyes, J.; Bransby, M. (Eds.): People in control. Human factors in control room design. London: The Institution of Electrical Engineers (IEE) 2001

Impressum

Bildschirmarbeit in Leitwarten ergonomisch gestalten

Fachliche Beratung:

Martina Bockelmann, Prof. Dr. Friedhelm Nachreiner, Gesellschaft für Arbeits-, Wirtschafts- und Organisationspsychologische Forschung e.V. (GAWO)

Dr. Peter Nickel, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Bettina Lafrenz, Dr. Sascha Wischniewski, Dr. Lars Adolph, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Herausgeber:

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)

Friedrich-Henkel-Weg 1–25, D-44149 Dortmund

Telefon 0231 9071-2071

Fax 0231 9071-2070

Info-zentrum@baua.bund.de

www.baua.de

Text: pressto GmbH, Köln

Gestaltung: eckedesign, Berlin

Abbildungen:

Abb. 1, 2, 11, 12 und 13: Gestaltung eckedesign nach einer Vorlage von GAWO

Abb. 3, 7b und 9: JST – Jungmann Systemtechnik und GAWO

Abb. 4, 8, 10 und 14: Uwe Völkner, Fotoagentur FOX, Lindlar/Köln

Abb. 5, 6 und 7a: Gestaltung eckedesign nach einer Vorlage von JST – Jungmann Systemtechnik und GAWO

Foto: Uwe Völkner, Fotoagentur FOX, Lindlar/Köln

Herstellung: Bonifatius GmbH, Paderborn

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit vorheriger Zustimmung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

Haftungsansprüche materieller oder ideeller Art gegen die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, die durch die Nutzung oder Nichtnutzung der angebotenen Informationen beziehungsweise durch die Nutzung fehlerhafter und unvollständiger Informationen verursacht werden, sind grundsätzlich ausgeschlossen, es sei denn, sie sind nachweislich auf vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verschulden unseres Hauses zurückzuführen.

1. Auflage, Mai 2014

ISBN 978-3-88261-016-1



www.baua.de/dok/4964386

ISBN 978-3-88261-016-1