

<p>VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE</p> <p>VERBAND DER ELEKTROTECHNIK ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK</p>	<p>Prozessführung mit Bildschirmen Grundlagen</p> <p>Process control using display screens Principles</p>	<p>VDI/VDE 3699</p> <p>Blatt 2</p> <p>Ausg. deutsch/englisch Issue German/English</p>
---	---	--

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative.
No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	2
2 Normative Verweise	3
3 Ziele der Prozessführung	3
4 Zehn Grundsätze der Mensch-Maschine-Schnittstelle	4
5 Organisation von Leitplätzen	8
5.1 Leitplätze	9
5.2 Bildschirme pro Leitplatz	14
5.3 Fenster pro Bildschirm	16
6 Konzepte der Darstellung	17
6.1 Für wen und wofür ist darzustellen?	18
6.2 Was ist darzustellen?	20
6.3 Wie ist darzustellen?	23
6.4 Organisation von Darstellungen	30
7 Darstellungstechnik	30
7.1 Aufbau und Bestandteile von Bildern	31
7.2 Grundlagen der Codierung	39
8 Grundlagen der Bedienung	53
8.1 Allgemeines	53
8.2 Prozessbedienung	54
8.3 Quittieren	54
Schrifttum	57

Contents	Page
Preliminary note	2
Introduction	2
1 Scope	2
2 Normative references	3
3 Objectives of process control	3
4 Ten rules for human-machine interfaces	4
5 Organisation of control workstations	8
5.1 Control workstations	9
5.2 Number of screens per control workstation	14
5.3 Number of windows per screen	16
6 Concepts of presentation	17
6.1 Whom and for what purpose does the representation serve?	18
6.2 What must be represented?	20
6.3 How must it be represented?	23
6.4 Organisation of representations	30
7 Representation technique	30
7.1 Structure and components of displays	31
7.2 Coding	39
8 Principles of operation	53
8.1 General	53
8.2 Process operation	54
8.3 Acknowledgement	54
Bibliography	57

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Einleitung

Die Richtlinienreihe VDI/VDE 3699 nennt Regeln und gibt Empfehlungen für die Gestaltung von Darstellungen (Fließbilder, Kurven, Meldungen) bei Verwendung vollgrafischer Bildschirmsysteme zur Prozessführung sowie Grundlagen für Bedienungen.

Sie besteht aus den Blättern:

Blatt 1 Begriffe

Blatt 2 Grundlagen

Blatt 3 Fließbilder

Blatt 4 Kurven

Blatt 5 Meldungen

Blatt 6 Bedienverfahren und Bediengeräte

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/3699.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie schafft durch Vermitteln von Grundlagen die Basis zum Verständnis und zur zutreffenden Anwendung der übrigen Blätter dieser Richtlinienreihe. Zugleich dienen die hier aufgeführten Fakten dem Nachweis der in VDI/VDE 3699 Blatt 3 bis Blatt 6 gemachten Vorgaben.

Die Richtlinienreihe VDI/VDE 3699 gilt für die Prozessführung mit Bildschirmen in Anlagen der chemischen und petrochemischen Verfahrenstechnik, für Anlagen zur Dampferzeugung sowie für verfahrenstechnische Anlagen im Bereich der Eisenhüttenindustrie, soweit nicht für die genannten Anlagen oder Teilanlagen besondere Vorschriften zu beachten sind (z. B. bei Anlagen, die mit Kernenergie betrieben werden).

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI Notices (www.vdi.de/richtlinien).

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

Introduction

The series of standards VDI/VDE 3699 specifies regulations, and gives recommendations, regarding the design of displays (mimics, curves, messages) for cases where full-graphics display systems are used for process control, and it provides the basic principles of interaction procedures.

It consists of the following parts:

Part 1 Terminology

Part 2 Principles

Part 3 Mimics

Part 4 Curves

Part 5 Messages

Part 6 Interaction procedures and devices

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the internet at www.vdi.de/3699.

1 Scope

By explaining the basic principles, Part 2 of VDI/VDE 3699 aims at providing a basis for the understanding and accurate application of the other parts of this series of standards. The facts given here serve to check compliance with the specifications given in VDI/VDE 3699 Part 3 through Part 6.

The series of standards VDI/VDE 3699 is applicable to process control using display screens in plants of chemical and petrochemical process engineering, steam generation plants, and process engineering plants in metallurgy, provided that no special regulations are to be observed in these plants or plant sections, as is the case e.g. in nuclear-powered plants.

Diese Richtlinie gilt im Kontext der übrigen Blätter dieser Richtlinienreihe. Die Richtlinie ist geeignet als Grundlage zur Entwicklung eines Style-Guides.

2 Normative Verweise

Das folgende zitierte Dokument ist für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

VDI/VDE 3699 Blatt 1:2013-10 (Entwurf) Prozessführung mit Bildschirmen; Begriffe

3 Ziele der Prozessführung

Prozessführung ist die Aufgabe des Operators mit dem Ziel, den bestimmungsgemäßen Betrieb einer verfahrenstechnischen Anlage wirtschaftlich und umweltverträglich durchzuführen. Ergänzend dient dem sicheren Betrieb das Schutzsystem, das der Operator nicht beeinflussen kann.

Das Ziel „Wirtschaftlichkeit“ erfordert:

- die Ausbeute, das heißt die Einhaltung vorgegebener Produktqualität und -menge, möglichst ohne Ausschuss und trotz
 - schwankender Eigenschaften der eingesetzten Rohstoffe
 - Störungen in der Anlage
 - schwankendem Durchsatz
- die Verfügbarkeit trotz Störungen in der Anlage oder der Leittechnik zu maximieren
- den Energiebedarf zu minimieren
- den Durchsatz den aktuellen Markterfordernissen anzupassen
- die Anlage, im Sinne langer Lebensdauer, schonend zu betreiben

Das Ziel „Umweltverträglichkeit“ wird erreicht durch Einhalten der Emissionsgrenzwerte z.B. für Abgas, Abwasser, Lärm.

Zwischen den beiden genannten Zielen bestehen Wechselwirkungen.

Die Aufgabe „Prozessführung“ erfordert das Verrichten folgender Tätigkeiten:

- Überwachen
- Eingreifen
- Diagnose

Die detaillierte Diagnose einer Störungsursache, das heißt festzustellen, welches Teil zu reparieren bzw. auszutauschen ist, gehört zur Aufgabe des Wartungspersonals. Der Operator braucht und kann die Störungsursache nur insoweit ermitteln, als er sie für die Entscheidung seiner Gegenmaß-

This standard is applicable in the context of the other parts of this series of standards. This standard can be used for the development of a style guide.

2 Normative references

The following referenced document is indispensable for the application of this standard:

VDI/VDE 3699 Part 1:2013-10 (Draft) Process control using display screens; Terminology

3 Objectives of process control

Process control is the task of the operator that aims at specified normal operation of a process plant in an economically efficient and environmentally compatible way. Safe operation is supported by an additional protection system which cannot be influenced by the operator.

The objective of “economic efficiency” requires

- keeping the yield, i.e. high product quality and output, without rejects, if possible, within specified limits in spite of
 - variations in the raw materials used
 - faults in the plant
 - variations in throughput
- maximising availability in spite of faults in the plant or in instrumentation and control (I&C)
- minimising energy consumption
- adapting throughput to the current market demands
- operating the plant diligently with the aim of a long service life

The objective of “environmental compatibility” is achieved by compliance with emission limits, e.g. for waste gas, waste water, noise.

These objectives are interdependent.

The task of process control involves the activities of

- monitoring
- control
- diagnosis

The detailed diagnosis of the cause of a fault, i.e. determining which part must be repaired or exchanged, is the task of the maintenance personnel. The operator need only, and can only, determine the cause of a fault insofar as he must know it in order to decide on his countermeasures (such as

nahmen (z.B. EIN-Schalten eines Ersatzaggregats) im Sinne oben angeführter Ziele kennen muss.

Die Benutzungsschnittstelle ist dazu so auszulegen, dass der Operator die vorgenannten Tätigkeiten seinen Fähigkeiten, Fertigkeiten und Bedürfnissen entsprechend oben angeführter Ziele mit hoher operativer Effizienz ausführen kann.

„Tätigkeiten“ lassen sich ihrerseits in „Handlungen“ zerlegen, diese wiederum in „Operationen“ usw.

Diese Hierarchie wird hier angewendet (siehe Bild 1), weil sich die nachfolgenden Gestaltungsregeln auf unterschiedliche Ebenen dieser Klassifikation beziehen.

4 Zehn Grundsätze der Mensch-Maschine-Schnittstelle

Die folgenden zehn Grundsätze nennen die Anforderungen, denen die Schnittstelle zwischen Mensch und Technik (Mensch-Maschine-Schnittstelle – HMI, Mensch-System-Schnittstelle – HSI) gerecht werden muss. Wie die zehn Grundsätze umgesetzt werden, ist den folgenden Abschnitten und besonders den weiteren Blättern der Richtlinienreihe VDI/VDE 3699 zu entnehmen.

switching ON a stand-by unit) with the aim of achieving the above objectives.

Therefore the user interface shall be so designed as to allow the operator to perform such activities in accordance with his capabilities, skills and needs, as required to achieve the above objectives with a high operative efficiency.

“Activities” can be broken down to “actions”, which in turn consist of “operations”, etc.

This hierarchy is used here (see Figure 1), because the design rules below refer to different levels of this classification.

4 Ten rules for human-machine interfaces

The following ten rules state the requirements to be met by the interface between a human being and a technical system (human-machine interface – HMI, human-system interface – HSI). Their implementation is the subject of the sections below and, in particular, of further parts of VDI/VDE 3699.

Gliederung	Disziplin	Anwendung
Aufgabe 	Psychologie	Prozess führen
definiert das globale Ziel und den Zweck der Arbeit (DIN EN ISO 6385) sowie die dazu erforderlichen Kompetenzen		
Tätigkeit 		Überwachen, Bedienen, Diagnose Diagnose = Vorklären von Störungsursachen, Detailklärung durch Wartungspersonal
Die Verrichtung der (Arbeits-)Aufgabe erfordert Tätigkeiten. Sie liefern das Arbeitsergebnis.		
Handlung 		Entdecken, Suchen, Erkennen, Interpretieren Entscheiden, Ausführen, Überprüfen
Kleinste (psychologische) Einheit willensmäßig (bewusst) gesteuerter sensomotorischer oder intellektueller Abläufe, die auf ein Ziel ausgerichtet sind und durch ein Motiv angestoßen werden.		
Operation 	Physiologie	im Rahmen der Handlung „Ausführen“ einen Wert eintippen
Unselbstständige Teilhandlung, die isoliert für sich betrachtet, kein bewusstes Ziel erkennen lässt.		
Bewegung 		Hand zur Taste bewegen
zusammenhängend; meist unbewusst erfolgende Regulation der Motorik		
Muskelaktion 		Krümmen eines Fingerglieds
An- bzw. Entspannen einzelner Muskeln		

Bild 1. Gliederung der Aufgabe „Prozessführung“ in Anlehnung an [5]

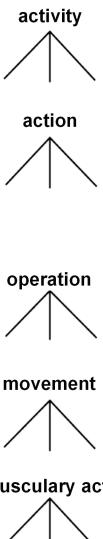
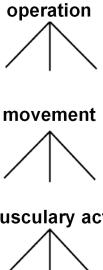
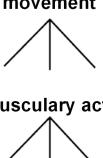
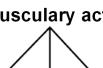
structure	discipline	application
task 	psychology	controlling the process
defines the global aim and the purpose of the work (DIN EN ISO 6385) as well as the required competences		monitoring, operating, diagnosis diagnosis = preliminary investigation into causes of faults, detailed investigation performed by maintenance personnel
activity 		detecting, searching, identifying, interpreting, deciding, executing, checking
action 		entering a value in the course of the action "execute"
operation 		moving a hand to key
movement 		flexing a finger joint
muscular activity 		

Figure 1. Structure of the task of “process control” (adapted from [5])

Grundsatz 1 – Keine Bevormundung des Menschen durch die Technik

In dem Zweckverbund Mensch-Technik muss der Mensch stets oberste Instanz sein und bleiben. Er soll bestimmen, was die Technik tut, nicht umgekehrt.

Beispiel

Keine automatische Bildanwahl (vgl. VDI/VDE 3699 Blatt 5, Abschnitt 3.10)

Anmerkung: Dieser Grundsatz gilt nicht für Schutzeinrichtungen, die bei Aufkommen von Gefahr die nötigen Gegenmaßnahmen zuverlässiger und schneller veranlassen können als der Mensch.

Grundsatz 2 – Der Mensch ist der Maßstab

Die Technik und deren Benutzung sind nach den Eigenschaften, Fähigkeiten und Gewohnheiten ihrer Benutzer zu gestalten.

Beispiel

Schriftzeichen, Symbole und Farben sind so auszuführen, dass sie von Benutzern zweifelsfrei zu erkennen sind.

Anmerkung: Das Befolgen dieses Grundsatzes schließt nicht aus, dass einzelne Personen durch Auswahl, Schulung und Training mit der Technik vertraut gemacht werden.

Grundsatz 3 – Benutzer einbeziehen

Bei Planung eines Systems den potenziellen Benutzer zur Erhöhung der Akzeptanz mit einzubeziehen, gegebenenfalls sind Konflikte aufgrund von Abweichungen vom Gewohnten zu lösen.

Rule 1 – No overruling of man by the system

In the “marriage of convenience” between man and the technical system, man shall always have the final word. It is for him to decide what the technical system does, not vice versa.

Example

No automatic selection of displays (see VDI/VDE 3699 Part 5, Section 3.10)

Note: This rule does not apply to safety equipment capable of triggering the countermeasures required in case of danger much more reliably and faster than man.

Rule 2 – Fit the system to man

The technical system and its use shall be designed to meet the capabilities, skills and habits of the users.

Example

Characters, symbols and colours shall be so chosen as to be identifiable beyond doubt by users.

Note: Complying with this rule does not preclude familiarising individuals with the system by suitable selection, instruction, and training.

Rule 3 – Involve the user

The potential user should be involved in the process of planning the system in order to increase his acceptance; any conflicts arising from deviations from the familiar situation should be resolved.

Beispiel

Bei Bestandsanlagen: Abstimmung der Bildentwürfe mit den Operatoren

Grundsatz 4 – Das Notwendige zum richtigen Zeitpunkt bereitstellen

Dem Benutzer müssen an seinem Arbeitsplatz alle und nur diese Informations- und Eingriffsmöglichkeiten bereitgestellt werden, die er in seiner Rolle zum Durchführen seiner aktuellen Aufgabe benötigt.

Beispiel

Dem Operator sind Leittechnikinformationen auf seine Rolle zugeschnitten darzustellen (Handlungsanweisung).

Grundsatz 5 – Alle Ereignisse darstellen, die ein Eingreifen erfordern

Um die Reihenfolge der Eingriffe zu unterstützen, muss die Auffälligkeit der Darstellung der Dringlichkeit und Bedeutung (Auswirkung auf Prozess und/oder Produkt) entsprechen.

Beispiel

Priorisierung von Alarmen nach Priorisierungsmatrix

Grundsatz 6 – Nur wahre Information anzeigen

„Wahr“ sind Anzeigen, die bezüglich Zeit, Ort, Wert, Zustand oder Ereignis zutreffen.

Beispiel

Für den Ausfall von Messwerten durch Defekt eines Umformers und damit nicht mehr aktualisierter Messwerte an der Bedienoberfläche ist eine Strategie zu definieren. Dies kann die eindeutig gekennzeichnete Anzeige eines vordefinierten oder des letzten korrekten Werts sein.

Grundsatz 7 – Information situationsangepasst anzeigen

Dem Operator ist eine Kombination von Bildern oder Fenstern anzubieten, die das Beurteilen, Entscheiden und Reagieren in der jeweils vorliegenden Situation ermöglicht.

Beispiel

- Bilder sind tätigkeitsspezifisch zu projektieren, zum Beispiel für Anfahren, Normalbetrieb und Wartung.
- Bilder für das Diagnostizieren benötigen einen anderen Inhalt als die für das Überwachen.

Example

For existing installations: Coordination of the designs with the operators

Rule 4 – Provide what is necessary at the right time

At his workplace, the user must have at his disposition all and just those information and control options he needs to perform his present task.

Example

Process control information must be given to the operator tailored to his role (instructions).

Rule 5 – Show all events which require control

In order to support the sequence of interventions, the conspicuousness of the indication shall reflect the urgency and relevance (impact on the process and/or product).

Example

Prioritisation of alarms according prioritisation matrix

Rule 6 – Indicate true information only

The term “true” is taken to denote indications which are correct in terms of time, place, value, state or event.

Example

A strategy must be defined in case the transducer at a measuring point has failed, and measured values are no longer updated at the user interface. This can include indicating a predefined value or the last correct value, which shall be labelled accordingly.

Rule 7 – Indicate information as appropriate to the situation

The operator shall be offered a combination of displays or windows which allows assessment, decision and response as appropriate to the situation in question.

Examples

- Displays shall be designed specifically for the activity in question, e.g. for start-up, normal operation, and maintenance.
- Displays for diagnostics purposes require contents different from those for monitoring.

Grundsatz 8 – Eindeutigkeit sicherstellen

Die Darstellung der Information muss nach einfachen Regeln zweifelsfrei interpretierbar sein.

Beispiel

Die Einheit hinter einem Wert macht diesen eindeutig.

Grundsatz 9 – Für Einheitlichkeit sorgen

Gleiches muss stets gleich, Verschiedenes aber möglichst unterschiedlich dargestellt sein. Dies ist wesentliche Voraussetzung, um Fehler und Schwierigkeiten bei der Interpretation von Darstellungen zu vermeiden. Erreicht wird dieses durch Anwenden von *Konsistenz* und *Kompatibilität*.

- Konsistenz bedeutet *identisches* Aussehen und Verhalten von Objekten für alle Darstellungen *einer Aufgabe* (hier Prozessführung).

Beispiele

- Für denselben Gegenstand oder Sachverhalt ist in den Darstellungen stets die gleiche Benennung (bzw. Anlagenkennzeichen), stets das gleiche Symbol, die gleiche Farbe usw. zu verwenden.
- Die gleiche Reaktion des Systems auf Bedienungen erfordert jeweils zeitlich ähnliche Reaktionszeiten.
- stets gleiche Bedienfolge: Anwählen, Freigeben
- Kompatibilität bedeutet „zusammenpassend“ bzw. „verträglich“ bezüglich Aussehen und Verhalten von Objekten. Für verschiedene Aufgaben, die dasselbe Objekt modifiziert benötigen, ist Kompatibilität zu wahren. Dies bezieht sich auf:
 - Lage und Anordnung, das heißt, die relative Lage der in verschiedenen Bildern vorkommenden Objekte muss stets gleich sein.
 - Begriffe
 - Bewegungsrichtung z.B. „nach oben“ bedeutet „mehr“

Grundsatz 10 – „Blindflüge“ ausschließen

Dies wird dadurch erreicht, dass

- stets nur das bedienbar ist, was auf dem Bildschirm sichtbar und angewählt ist und
- die Reaktion auf die Bedienung angezeigt wird.

Selbst mit der Tastatur dürfen keine Bedienungen durchführbar sein, ohne dass die dadurch beeinflussten Objekte auf dem Bildschirm angezeigt sind. Bei vermaschten Regelkreisen müssen auch die indirekten Auswirkungen innerhalb des angezeigten Bilds liegen (z.B. in einem Fließbild, siehe auch VDI/VDE 3699 Blatt 3).

Rule 8 – Ensure definiteness

The representation of the information must allow an interpretation beyond doubt following simple rules.

Example

The unit following a value makes the value definite.

Rule 9 – Ensure consistency

Identical things must always be represented in an identical manner, different things in the most different manner possible. This is an essential prerequisite to avoiding errors and problems in the interpretation of indications on displays. It is achieved by means of *consistency* and *compatibility*.

- Consistency means *identical* appearance and behaviour of objects for all representations of one task (in this case: process control).

Examples

- The same item or fact shall always be represented by the same term (or tag number), the same symbol, the same colour, etc.
- Identical response of the system to operations requires similar response times.
- always the same sequence of actuations: Select, release
- Compatibility implies “being in agreement” or “capable of co-existing” in terms of appearance and behaviour of objects. Compatibility must be maintained for different tasks requiring the same object in a modified form. It refers to the following:
 - Position and orientation, meaning that the relative positions of objects appearing in different displays must always be the same.
 - terminology
 - moving upwards, for instance, implies “more”

Rule 10 – Prevent “blind flights”

This is achieved by means of

- allowing to operate only what is visible, and selected, on the screen, and
- providing feedback on the operation.

Even the keyboard must not allow operating objects not shown on the screen. In the case of intermeshed control loops, even indirect effects must lie within the display range (e.g. in a mimic, see also VDI/VDE 3699 Part 3).

5 Organisation von Leitplätzen

Voraussetzung für den bestimmungsgemäßen Anlagenbetrieb sind qualifizierte und geschulte Operatoren, die in der Lage sind, die Anlage sicher zu „fahren“ (siehe Ziele gemäß Abschnitt 3) und bei Störungen die notwendigen Maßnahmen rechtzeitig einzuleiten. Hierzu gehört die genaue Kenntnis der Anlage und der darin ablaufenden Prozesse. Die Operatoren müssen durch entsprechende, organisatorische Festlegung und durch eine unterstützende Infrastruktur in die Lage versetzt werden, ihre Aufgaben optimal zu erledigen.

Eine diesbezügliche Maßnahme kann der regelmäßige Wechsel des Arbeitsbereichs sein, z.B. zwischen

- Warte und Außenbereich oder
- Leitplätzen verschiedener Anlagenbereiche.

Der Aspekt der Infrastruktur bezieht sich vornehmlich auf die sachgerechte Gestaltung des Bedienerarbeitsplatzes inklusive der Umgebungsbedingungen, wie sie in der Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV) allgemein aufgezeigt ist. Da in den Blättern dieser Richtlinienreihe die Darstellung und Handhabung der Informationen auf den Bildschirmen zur optimalen Prozessführung im Vordergrund steht, werden die Aspekte zur ergonomischen und sicheren Gestaltung des Arbeitsplatzes an dieser Stelle im Detail nicht weiter ausgeführt.

Darüber hinaus sei auf Ausarbeitungen einschlägiger Gremien hinsichtlich der Besonderheiten des Bildschirmarbeitsplatzes in Messwarten im Vergleich zu reinen Büroarbeitsplätzen verwiesen (NA 75, NA 76, BGI 650, [2]).

Eine Analyse aller Aufgaben und Tätigkeiten des Operators dient als Grundlage für die Besetzung der Warte. Die Aufgaben des Operators hängen vom Anlagentyp, dem Automatisierungsgrad und den Anforderungen an Sicherheit und Zuverlässigkeit ab. Es lassen sich folgende Anforderungen ermitteln:

- Qualifikation der Operators für jeden Arbeitsbereich
- Mindeststärke der Schicht
- Vertretungs- und Pausenregelungen
- Verantwortlichkeiten und Befugnisse

Beispielhafte Aufgaben in der Warte sind:

- für den Schichtleiter
 - Überwachung des Prozesses
 - Diagnose bei Störungen
 - Einsatzplanung des Operators

5 Organisation of control workstations

Qualified and trained operators are prerequisite to the specified normal operation of a plant; these operators shall be capable of “running” the plant in a safe manner (see objectives as per Section 3), and of initiating in due time the measures required in case of faults. This includes a detailed knowledge of the plant and the processes running in it. Suitable organisational regulations and supporting infrastructure shall put these operators in a position to perform their tasks optimally.

One measure to this end may consist in regular changes of the scope of work, e.g. between

- control room and external areas and
- control workstations for different plant areas.

Infrastructural aspects relate primarily to a proper operator workstation design including the environmental conditions, as they are given in the requirements of the German Ordinance for work with display screen equipment (Bildschirmarbeitsverordnung – BildscharbV). Because this ordinance focuses on the representation and handling of information on screens for optimised process control, the aspects concerning a safe and ergonomic workstation design are not dealt with here.

Furthermore, please consult the works of relevant bodies with regard to the particularities of VDU workstations in control rooms in comparison to pure office work space (NA 75, NA 76, BGI 650, [2]).

An analysis of all tasks and activities of the operator serves as the basis for the manning of the control room. The tasks of the operator depend on the type of plant, the degree of automation and on safety and reliability requirements. The following requirements can therefore be defined:

- qualification for each field of work
- minimum number of personnel per shift
- regulations concerning substitutes and breaks
- responsibilities and authorisations

Examples of tasks to be performed in the control room are:

- for the shift supervisor
 - monitoring of the process
 - diagnosis in case of faults
 - scheduling of operator work times

- Führen des Schichtbuchs
- Schichtübergabe
- Schulung des Operators
- Einweisen in neue Arbeitsfelder
- Schreiben der Arbeitsfreigaben
- für den Operator
 - Überwachen, um Abweichungen vom Sollzustand oder -verlauf festzustellen
 - Eingreifen, z.B. um Auswirkungen von Störungen zu kompensieren
 - Diagnose, Störungsursachen vorklären, eventuell Gegenmaßnahmen einleiten
 - Schichtübergabe des Arbeitsbereichs
 - Ordnung halten am Leitplatz

5.1 Leitplätze

Leitplätze sind die Arbeitsplätze der Operatoren, an denen sie die Aufgabe „Prozessführung“ erfüllen. Grundsätzlich ist jeder Leitplatz so auszurüsten, dass der Operator dort sämtliche Anzeigen und Eingriffsmöglichkeiten erhält, die zur Durchführung seiner Aufgabe notwendig sind.

Neben den Leitplätzen existieren weitere Arbeitsplätze in Messwarten (vgl. VDI/VDE 3546 Blatt 5, Abschnitt 5.1), u.a.:

- Schichtleiterplatz
- Diagnoseplatz
- Konfigurationsplatz

Die Ausrüstung und Gestaltung dieser Arbeitsplätze wird durch die daran zu verrichtenden Aufgaben bestimmt. Sind die Bildschirmsysteme dieser Arbeitsplätze in das Prozessleitsystem integriert ist eine Benutzerverwaltung mit Zugriffsrechten entsprechend den Benutzeraufgaben vorzusehen.

Beispiel

Durch Zugriffsrechte kann ein PLT-Mitarbeiter an einem Leitplatz temporären Zugriff auf Diagnosedarstellungen erhalten.

5.1.1 Anzahl der Leitplätze in der Warte

Erfordert die Prozessführung einer verfahrenstechnischen Anlage mehr als einen Operator, sind mehrere Leitplätze vorzusehen. Dabei muss die Schnittstelle zwischen den Verfahrenseinheiten vor Aufbau der Leitplätze festgelegt sein.

Für alle gleichzeitig und permanent in der Warte mit der Prozessführung beschäftigten Personen ist je ein Leitplatz vorzusehen. Für spezielle temporäre

- updating of shift log
- handing over after shift
- training of operators
- instructions for new fields of work
- writing of work releases
- for the operator
 - monitoring with the aim of detecting deviations from the desired state or procedure
 - control, e.g. with the aim of compensating the effects of faults
 - diagnosis, preliminary investigation into causes of faults, possibly initiation of countermeasures
 - handing over of workstation at the end of shift
 - maintaining the control workstation tidy

5.1 Control workstations

Control workstations are the workplaces where operators perform the task of controlling the process. As a matter of principle, each control workstation shall be equipped in such a manner that the operator is provided with all the indications and control options he needs to perform his task.

In addition to the workstations other workplaces exist in measuring stations (see also VDI/VDE 3546 Part 5, Section 5.1) such as:

- shift supervisor workplace
- diagnosis workplace
- configuration workplace

The equipment and design of these workplaces is determined by the tasks performed. If the screens of these workstations are integrated in the process control system, a user management with access rights according to the user tasks shall be provided.

Example

With access rights at a control workstation, a PCS worker can get access to diagnosis displays.

5.1.1 Number of control workstations in the control room

Where controlling the process in a process plant requires more than one operator, several control workstations must be provided. The interface between the process units shall be specified prior to installing the control workstations.

One control workstation shall be provided for each person performing process-control tasks in the control room simultaneously and permanently.

re Situationen, z.B. An-/Abfahren, Störungsbehandlung,

- können weitere Leitplätze notwendig sein oder
- muss der einzelne Leitplatz von mehr als einem Operator gegebenenfalls im Stehen genutzt werden können.

Wegen der zahlreichen Einflussgrößen und deren Vermaschung ist es nicht möglich, eine Formel zur Berechnung der Anzahl der Leitplätze anzugeben. Daher ist es oft geübte Praxis, diese von existierenden Anlagen abzuleiten, die vergleichbar oder ähnlich sind.

Bei Anlagen neuer Technologie, also solchen ohne vorliegende Erfahrungswerte, sind für die zu erwartenden Tätigkeiten und Handlungen Werte aus Aufgabenanalysen zu gewinnen, siehe DIN EN ISO 11064-1.

Wie sich die Zahl der Leitplätze systematisch ermitteln lässt, ist in Bild 2 dargestellt.

Anmerkung: Sollte die Zahl der Operatoren vorgegeben sein, ist der Automatisierungsgrad entsprechend anzupassen.

Special temporary situations such as start-up and shutdown or fault correction

- may require further control workstations, or
- requires that the one control workstation must be usable by more than one operator at the same time, possibly while standing up.

The multitude of influencing factors and their interrelationship makes it impossible to specify a formula for calculating the number of control workstations. Common practice, therefore, consists in deriving this number from existing plants that are similar or equivalent.

Where the plant technology is new, i.e. no empirical values exist, task analyses shall serve to provide values for the expected activities and actions, see DIN EN ISO 11064-1.

Figure 2 shows a way to systematic determination of the number of control workstations.

Note: Where the number of operators is prescribed, the degree of automation must be matched to it.

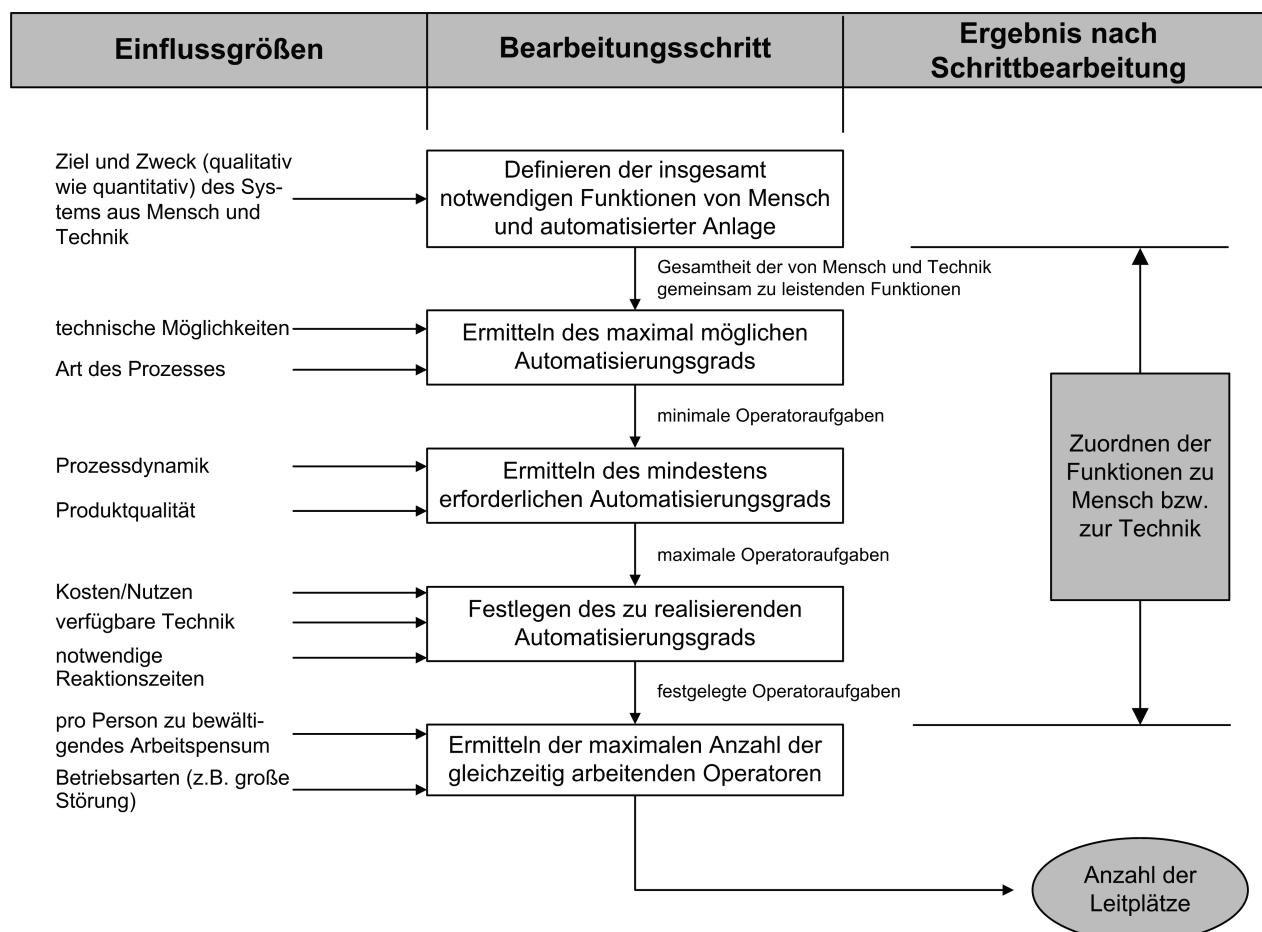


Bild 2. Vorgehen beim Ermitteln der erforderlichen Leitplätze

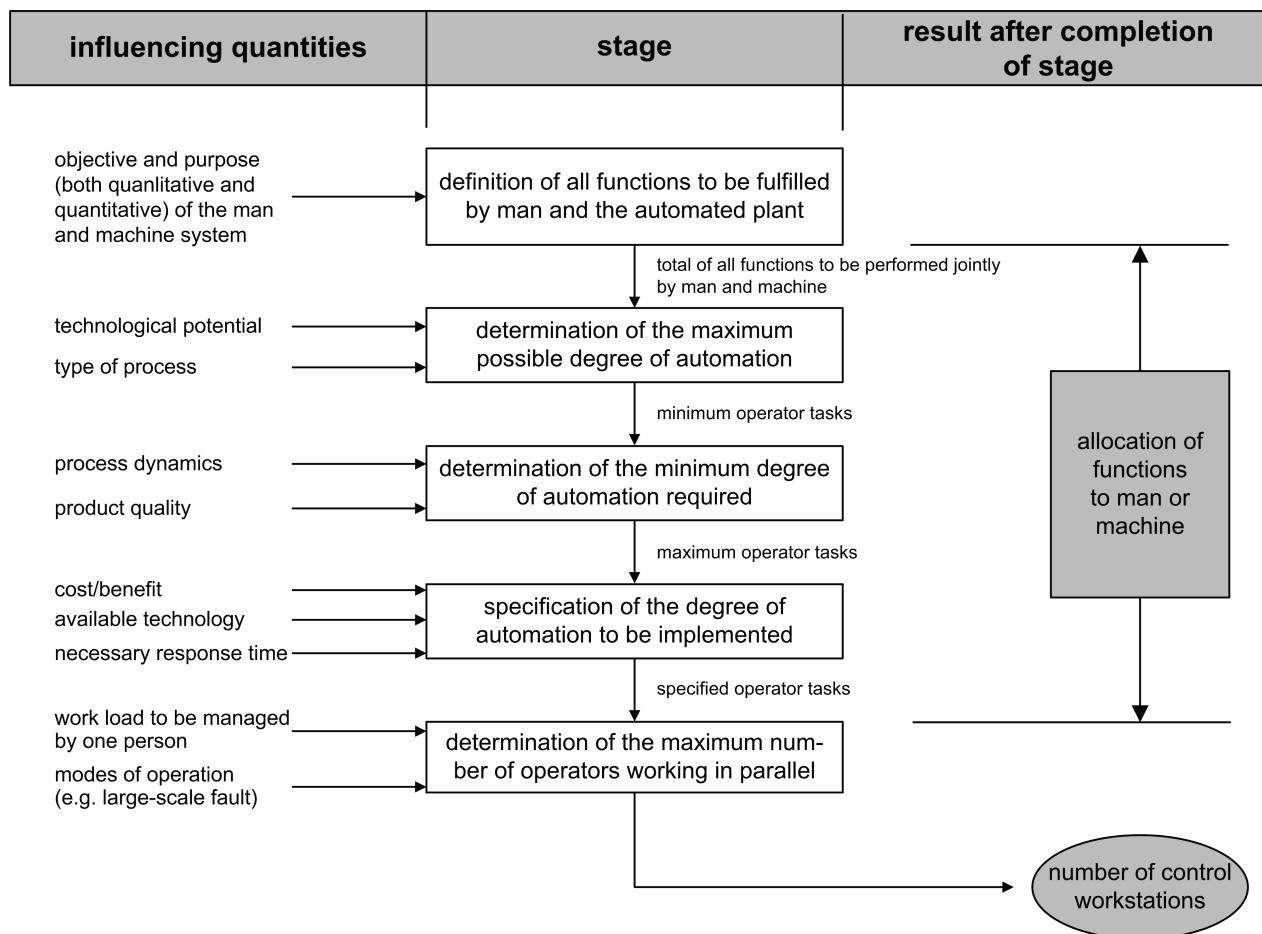


Figure 2. Procedure for determining the number of control workstations required

Bevor die Anzahl der Leitplätze festgelegt wird,

- müssen die Funktionen des Systems aus Mensch und Technik insgesamt bekannt sein (siehe auch VDI 2803 Blatt 1) und
- ist festzulegen, welche Funktionen (Aufgaben) vom Menschen bzw. welche Funktionen von der automatisierten Anlage zu leisten sind (Automatisierungsgrad).

Als Richtschnur für diese Funktionsteilung kann Folgendes dienen:

Zu automatisieren sind alle Funktionen,

- die in weniger als zehn Minuten eine Reaktion des Operators erfordern, besonders wenn diese sehr selten notwendig sind (fehlende Routine),
- deren Durchführung sehr einfach ist,

Anmerkung: Automatisieren solcher Funktionen ist wirtschaftlich und vermeidet zudem die Unterforderung des Operators.

- die ziemlich kompliziert sind und dabei selten vorkommen,

Anmerkung: Kompliziert, weil z.B. viele Schritte in der richtigen Reihenfolge zu durchlaufen sind, wobei zahlreiche Bedingungen zu beachten sind, etwa beim Anfahren einer Speisepumpe.

Before the number of control workstations is specified,

- the functions of the overall system, consisting of man and technical system, must be known (see also VDI 2803 Part 1), and
- the degree of automation must be specified, i.e. which functions (tasks) are to be performed by man and which by the automated plant.

The following may serve as guidance for this allocation of functions:

Automate all those functions

- that require operator response within less than ten minutes, especially if they are very rarely needed (lack of routine),
- that are very simple to perform,

Note: Automating such functions is economically efficient and avoids underchallenging the operator.

- that are rather complicated to perform and rarely needed,

Note: Functions can be complicated e.g. because a multitude of steps are to be taken in a particular sequence while at the same time numerous conditions must be observed, e.g. when starting up a feed pump.

- die sehr oft vorkommen und

Anmerkung: „Oft“ bedeutet, dass ein erheblicher Anteil der Arbeitszeit (ca. 10 % und mehr) für dieselbe Funktion aufzuwenden ist, die bei Bedarf (z.B. bei einer Störung) nicht mehr zur Verfügung steht. Häufige Wiederholungen verbunden mit hoher Geschwindigkeit der Durchführung werden besser einem Automatisierungssystem übertragen.

- die uneingeschränkte Daueraufmerksamkeit erfordern würden.

Anmerkung 1: Die sogenannte „Vigilanz“ wird in der Praxis maximal 30 min lang aufrechterhalten (Erfahrungswert von Radarbeobachtern ohne Rechnerunterstützung).

Anmerkung 2: Durch Technik realisierte Funktionen, die der Operator bei deren Versagen übernehmen muss, sollte er (zwecks Übung) auf eigene Initiative zeitweise ausführen können.

Die Gesamtheit der vom Personal zu leistenden Funktionen wird in Aufgabenbereiche nach folgenden Kriterien gegliedert:

- qualitativ, wenn Aufgaben unterschiedliche Qualifikation erfordern (z.B. Prozessführung, Schichtleitung, Wartung) und gegebenenfalls
- quantitativ, wenn die Aufgabe von einem Operator mengenmäßig nicht zu bewältigen ist. In diesem Fall wird diese mehreren Personen zugeordnet, z.B. Prozessführung durch mehrere Operatoren.

Anmerkung: Die Aufgabe kann durch zusätzliche Personen entweder

- fortwährend oder
- nur aus gegebenem Anlass (z.B. bei weitreichenden Störungen) ausgeführt werden.

Die Anzahl der in der Warte benötigten Leitplätze wird bestimmt durch:

- die Eigenschaften der Anlage (Produktionsvolumen, Anzahl und Art der Apparate und Aggregate, deren Alterung und Auslegung als Maß für die Ausfallhäufigkeit, bekannte bzw. völlig neue Technologie)
- die Prozessdynamik, schnelle und gegebenenfalls häufige Änderungen, auf die zu reagieren ist, auch beeinflusst durch die Betriebsart, das heißt häufiges An- und Abfahren bzw. Last- oder Produktwechsel, konstante bzw. stark schwankende Anforderungen, kontinuierlicher bzw. Chargenprozess
- den Automatisierungsgrad, der bestimmt, wie viel dem Operator im ungestörten Betrieb zu tun bleibt
- die Aussagekraft der Darstellungen, Zeitbedarf für das Durchführen aller Bedienungen, um unerwünschte Betriebszustände in der Anlage vor deren Eintreten abzuwehren (Echtzeit-Bedingung), kurzfristig und vor Eingriff des Schutzsystems

- that occur very frequently, and

Note: “Frequently” means that a considerable part of the work time (approximately 10 % or more) is consumed by the same function, which will then not be available in case of need (e.g. in case of a fault). Frequent recurrence combined with quick response times will be better allocated to an automation system.

- that would require unrestricted permanent attention.

Note 1: So-called “vigilance” can be maintained in practice for an approximate maximum of 30 min (experience of radar operators without computer assistance).

Note 2: Functions performed by technology, which, when they fail, must be assumed by the operator, should allow temporary performance by the operator (for practicing purposes) on his own initiative.

The total of the functions to be performed by the personnel is broken down into areas of activity by the following criteria:

- qualitative, where tasks require different qualifications (such as process control, shift supervision, maintenance) and, if appropriate,
- quantitative, if the amount of work involved in a task is too great to be handled by one operator alone. In this case, it is assigned to several persons, such as process control by several operators.

Note: The task may be performed by additional persons either

- permanently or
- only as the situation demands (e.g. in case of large-scale failures)

The number of control workstations required in the control room depends on

- the properties of the plant (production volume, number and type of pieces of equipment, their ageing and design as a measure of failure frequency, familiar or completely new technology),
- the process dynamics, rapid and possibly frequent changes requiring response, also influenced by the mode of operation, i.e. frequent starting up and shutting down or changes of load or product, constant or strongly fluctuating demands, continuous or batch process,
- the degree of automation, determining the amount of work to be performed by the operator during undisturbed operation,
- the informative power of the indications, time required for performing all controls in order to prevent undesired operating statuses of the plant (real-time condition), at short notice and before the protection system intervenes,

- Erfahrung und Trainingszustand des Operators, Unterstützung durch „Springer“, Umfang zu erledigender Nebenarbeiten, z.B. Arbeitsfreigaben
- Einbinden des Schichtleiters in die Prozessführung

Die folgenden Fragen müssen mit der Betriebsleitung geklärt werden:

- Ist der Zugriff von jedem Leitplatz auf die gesamte Anlage gewünscht?

Vorteil: gegenseitige Hilfe durch Zuruf bei Anfahren/Abstellen/Störungen

Nachteil: erfordert organisatorische Disziplin

- Sind alle Meldungen zu jedem Leitplatz erforderlich?

Vorteil: Bearbeitung von Meldungen auch, wenn Operator kurz abwesend, Vier-Augenprinzip

Nachteil: Abstimmung der Aktion unter den Operatoren notwendig

Anmerkung: Eventuell getrennte Quittierung.

Ziel muss es sein, Überforderungen (auch vorübergehende) zu vermeiden.

Anmerkung: Die Anzahl Regelkreise pro Leitplatz anzugeben, ist angesichts der großen, technologieabhängigen Streubreite nicht möglich. So werden derzeit in Anlagen der chemischen Industrie ca. 100 bis 150 Regelkreise einem Leitplatz zugeordnet, während in Kraftwerken ca. 400 bis 500 Regelkreise pro Leitplatz durchaus typisch sind.

Ist die ununterbrochene Anwesenheit von nur einer Person geplant, sind die einschlägigen Sicherheitsvorschriften zu beachten. Dies kann bedeuten, dass zwei dauernd besetzte Leitplätze vorzusehen sind. Ersatzlösungen können sein:

- Videoüberwachung des einzelnen Leitplatzes von einem anderen Platz, z.B. aus einer anderen, nah gelegenen Warte
- Remote-Terminals (besonders dann, wenn die persönliche Anwesenheit des zweiten Operators in der Warte kurzfristig nicht notwendig ist)

Anmerkung: Außerhalb der Warte mögliche Bedienungen an Vor-Ort-Leitplätzen oder mit mobilen Einrichtungen (siehe Abschnitt 5.1.2 bis Abschnitt 5.1.4) sind mit denen an den Warteleitplätzen zu koordinieren.

5.1.2 Leitplätze vor Ort

Leitplätze werden in der Anlage eingerichtet, wenn

- die dort tätigen Personen Werte oder Zustände von Anzeigern ablesen oder in das System einzugeben haben und dabei in Sicht und/oder Rufweite bleiben bzw. nur kurze Wege haben

- the experience and training of the operator, support by “stand-ins”, scope of other work to be completed, such as work releases,
- involvement of the shift supervisor in process control.

The following questions shall be answered in agreement with the works management:

- Should each control workstation have access to the entire plant?

Advantage: mutual ad-hoc support during start-up/shut-down/faults

Disadvantage: requires organisational discipline

- Should each control workstation receive all messages?

Advantage: messages will be processed even if the operator has briefly left the workstation, double-checking principle

Disadvantage: coordination of the actions among operators necessary

Note: Separate acknowledgement if needed.

The objective must be to avoid (even temporary) work overload.

Note: Due to wide variation, depending on the technology in use, it is impossible to state the number of control loops per control workstation. In current chemical works, for instance, 100 to 150 control loops are linked to one control workstation, whereas in power plants, 400 to 500 control loops per control workstation are typical.

Where it is planned to have only one person continuously present, the relevant safety regulations shall be observed. This may imply that two permanently manned control workstations must be provided. Alternative solutions could be:

- video monitoring of the individual control workstation from another workstation, i.e. from another nearby control room,
- remote terminals (especially where the presence of the second operator in the control room is not required at short notice).

Note: Remote control at local control workstations or control from mobile equipment, i.e. from outside the control room (see Section 5.1.2 through Section 5.1.4) shall be coordinated with the control workstations of the control room.

5.1.2 Local control workstations

Control workstations will be placed within the plant if

- the personnel working in the plant has to read out values or states from indicators, or has to enter values or states in the system while remaining within sight and/or earshot, i.e. having

sollen. Zunehmend werden hierfür mobile Leitstationen verwendet.

- ein Leitplatz außerhalb des Wartenraums als Back-up benötigt wird

Die benötigte Anzahl von Vor-Ort-Leitplätzen hängt ab von

- der Funktionsteilung zwischen den Leitplätzen in der Warte und denen vor Ort
- der eingesetzten Mess- und Analysentechnik (Ablesung nur vor Ort)
- der Art des Prozesses, der beispielsweise vor Ort einen menschlichen Beobachter erfordert

5.1.3 Mobile Leitstationen

Mobile Leitstationen sind vorzusehen, wenn von beliebiger Stelle aus beobachtet und gegebenenfalls bedient werden soll. Anwendungsbeispiele sind:

- Reaktion auf Wahrnehmungen (Sehen, Hören, Riechen), die eine Person vor Ort an beliebiger Stelle in der Anlage macht, z.B. „Abschiebern“ bei Dampfaustritt
- Unterstützung des Operators durch eine Person vor Ort bei Inbetriebnahme von Teilanlagen

Anmerkung: Bei mobilen Leitstationen muss auf Datensicherheit geachtet werden (unqualifizierter Zugriff bzw. vorätzlicher Missbrauch).

5.1.4 Fern-Bedienen und -Beobachten

Fern-Bedienen und -Beobachten über Intranet kann zweckmäßig sein

- zur Unterstützung des Operators durch nicht anwesende Kollegen, Experten oder Vorgesetzte, z.B. außerhalb der Kernarbeitszeit
- für den Abruf von Betriebsdaten durch das Management

Anmerkung: Die Zugriffsberechtigung (insbesondere für Prozessbedienungen) sollte aus Gründen der Sicherheit äußerst restriktiv vergeben werden. Maßnahmen gegen unbefugtes Eindringen ins Intranet sind vorzusehen.

5.2 Bildschirme pro Leitplatz

Die Anzahl der an einem Leitplatz benötigten Bildschirme wird durch die Frage bestimmt:

Welche Information braucht der Operator gleichzeitig, um rechtzeitig reagieren zu können?

Voraussetzung dafür ist, dass er umgehend von den Zuständen und dem Ort ihres Auftretens erfährt, die seine unverzügliche Reaktion erfordern. Dies setzt eine ständige Übersicht seines Verantwortungsbereichs voraus. Das entsprechende Über-

to cover short distances only. Mobile operator stations are increasingly used in such cases.

- a control workstation outside the control room is required as back-up.

The number of local control workstations required depends on

- which and how many functions are assigned to control workstations in the control room and to local control workstations.
- the measuring and analytical techniques in use (local read-out only).
- the type of process which may, e.g., require a local human observer.

5.1.3 Mobile operator stations

Mobile operator stations shall be provided if observation and control must be possible from any location. Examples of such applications are

- response to perceptions (seeing, hearing, smelling) of a person at any location within the plant, like closing the valve if a release of steam is observed,
- provision of a local assistant to the operator during commissioning of plant sections.

Note: Data security must be ensured in the case of mobile operator stations (unqualified access or intentional abuse).

5.1.4 Remote control and observation

Remote control and observation via intranet can be convenient

- for providing support to the operator by colleagues, experts, or superiors who are not on site, e.g. outside core times,
- for the retrieval of production data by management.

Note: It is recommended to apply severe access restrictions (especially in case of process control) for the sake of data security. Provide barriers against unauthorised access to the intranet.

5.2 Number of screens per control workstation

The number of screens required for each control workstation is determined by the following question:

What pieces of information does the operator require simultaneously in order to be able to respond in due time?

To this end, the operator must be informed without delay about the states requiring his immediate response, and where they arise. This requires a permanent overview of the area for which he is responsible. The corresponding overview display will

sichtsbild belegt (Ausnahme: Kleinstanlagen) ständig einen eigenen Bildschirm. Für weiterführende Information wie Meldefolge oder Kurven mit der für die Ursachenklärung notwendigen Detaillierung ist mindestens ein weiterer Bildschirm vorzusehen.

Kriterien, die die Anzahl erforderlicher Bildschirme beeinflussen sind:

- Fahrweise:
 - Ist die Anlage schnell an- und abzufahren?
 - Wird die Produktqualität durch schnelles Abfahren beeinflusst?
 - Ist das An- bzw. Abfahren mit hohen Kosten verbunden?
- Automatisierungsgrad:
 - Werden störende Ereignisse ausgeregelt?
 - Hat der Operator ausreichend Zeit, um auf Störungen zu reagieren?
 - Kann das notwendige Bild ausreichend schnell gefunden werden?
 - Reicht die Ausbildung des Operators aus?

In der Anlage sind Aggregate und Apparate durch Stoff- und Energieströme vermascht. Dadurch wirken sich Eingriffe in einer Teilanlage indirekt auch auf andere aus. Ist dafür kein geeignetes Fließ- und Kurvenbild vorhanden, so ist zwecks kurzfristiger Reaktion

- wiederholt abwechselndes Anwählen der entsprechenden Bilder oder
- parallele Wiedergabe der interessierenden Anlagenabschnitte

nötig.

Wird pro Bildschirm eine eigene Tastatur oder Maus eingesetzt, wird ein ständiger Wechsel der Arbeitshaltung oder sogar der Arbeitsposition erzwungen.

Mindestanzahl

Grundsätzlich gilt:

Was an Information gleichzeitig und im Zusammenhang gebraucht wird, sollte parallel angezeigt werden. Bei zu geringer Anzahl von Bildschirmen vergeht Zeit zum Anwählen der entsprechenden Bilder bzw. Fenster. Zuvor angezeigte Information muss im Kurzzeitgedächtnis gespeichert werden. Dieses ist bei Stress besonders unzuverlässig.

Der oben aufgeführte Grundsatz ist auf den kritischsten Fall anzuwenden. Dieser liegt vor, wenn der Operator die meisten Handlungen pro Zeit bewältigen muss und wenn ein Nichterreichen negativer Auswirkung auf die Ziele der Prozessführung hat.

permanently occupy one complete screen (small-scale plants being an exception). Provide at least one more screen for further information such as message sequences or curves providing the degree of detail required for explaining the causes.

Criteria influencing the number of screens required are:

- operating characteristic:
 - Does the plant allow rapid start-up and shut-down?
 - Does rapid shut-down affect product quality?
 - Do start-up and shut-down involve high cost?
- degree of automation:
 - Are interfering events compensated?
 - Is there sufficient time for the operator to respond to faults?
 - Can the required display be found in time?
 - Is the operator's training sufficient?

Pieces of equipment in the plant are intermeshed by material and energy flows. Controls in one plant section will therefore have indirect effects on other plant sections. Where this is not covered by a suitable mimic or curve display, quick response requires

- recurrent alternating selection of the pertinent displays, or
- parallel display of plant sections of interest.

Where each screen has its own keyboard or mouse, the operator is forced to permanently change his posture or even his working position.

Minimum number

The following applies as a matter of principle:

All information required simultaneously and in context should be displayed in parallel. Where the number of screens is too small, time is spent selecting the appropriate displays or windows. Previously displayed information must be kept in short-term memory. This is particularly unreliable in case of stressing situations.

The above principle shall be applied to the most critical case. This happens when the operator is required to perform the greatest possible number of actions in a specific period of time, and where failing to achieve this will have an adverse effect on the objectives of process control.

Wie die Bildschirme am Leitplatz anzurichten sind, ist VDI/VDE 3546 Blatt 5 zu entnehmen.

Empfohlene Anzahl

Die empfehlenswerte Anzahl von Bildschirmen pro Leitplatz orientiert sich an folgenden Überlegungen:

- Es ist von Vorteil (weil es eine intuitive Orientierung ermöglicht), wenn dieselbe Darstellung stets in gleicher Blickrichtung auf demselben Bildschirm angezeigt wird.

Beispiele

- Meldungen erscheinen stets auf demselben Bildschirm.
- Bildschirme sind einheitlich strukturiert (Übersichtsfeld stets oben, Eingabekontrolle stets unten usw.).
- Erledigt dieselbe Person am Arbeitsplatz unterschiedliche Aufgaben nacheinander, wobei sie jeweils mindestens einige Minuten mit jeder Aufgabe zubringt, wird es zweckmäßig sein, jeder Aufgabe jeweils eine eigene Arbeitsposition zuzuordnen, an der die gesamte zur Ausübung dieser Aufgabe notwendige Ausrüstung angeordnet ist.

Beispiel

Bei Prozessen, die nur selten eine Aktivität des Operators erfordern und bei denen zugleich eine lange Reaktionszeit zulässig ist, kann der Operator an einer Position den Prozess führen und an einer anderen Position administrative Funktionen erfüllen.

Maximale Anzahl

Die maximale Anzahl von Bildschirmen an einer Arbeitsposition ist erreicht, wenn zur Durchführung einer bestimmten Aufgabe

- zum senkrechten Betrachten der Bildschirme Augen- und Kopfdrehung nicht ausreicht (VDI/VDE 3546 Blatt 5, Tabelle 4)
- die Oberkante der am Pult aufgestellten Bildschirme deutlich höher als die Augenhöhe des davor in aufrechter Haltung sitzenden Operators ist (siehe hierzu VDI/VDE 3546 Blatt 5). Dies gilt nicht für Bildwände mit ca. 4 m oder mehr Sehabstand.
- zu viel Zeit und Energie für Körperbewegungen zum Verändern der Arbeitspositionen aufzuwenden ist. Diesen Aspekt gilt es besonders zu beachten bei häufigen Wechseln der Arbeitsposition.

5.3 Fenster pro Bildschirm

Fenster sind rechteckige, auf dem Bildschirm angezeigte Felder mit bestimmtem Inhalt. Sie unterscheiden sich durch folgende Eigenschaften:

The arrangement of the screens at the control workstation is described in VDI/VDE 3546 Part 5.

Recommended number

The recommended number of screens per control workstation considers the following aspects:

- It is an advantage if the same content type always requires the operator to look in the same direction, at the same screen (because it allows intuitive orientation).

Examples

- Messages are always displayed on the same screen.
- Screens have identical structures (overview field always in the top section, input control always in the bottom section, etc.)
- If the same person has to perform a sequence of different tasks at his workstation, each task taking at least a few minutes, it will be convenient to assign a unique working position to each task, providing all equipment required for performing this task at this position.

Example

Where a process only rarely require the operator's activity, and where, at the same time, long response times are permissible, the operator may control the process from one position and perform administrative functions from a different position.

Maximum number

The maximum number of screens at one working position is reached if, for performing a specific task,

- looking perpendicularly at the screens requires more than just moving eyes and head (VDI/VDE 3546 Part 5, Table 4).
- the top edge of the screens arranged at one desk is significantly higher than the eyes of the operator seated in front of them in an upright posture (in this context, see VDI/VDE 3546 Part 5). This does not apply to projecting screens with a viewing distance of approximately 4 m or more.
- an excess of time and energy has to be spent for movements of the body in order to change between working positions. This aspect requires particular attention if working positions are changed frequently.

5.3 Number of windows per screen

Windows are rectangular areas of the screen displaying a specific content. They are distinguished in terms of the following characteristics:

Art und Platzierung der Fenster

- an fester Stelle, wie Kacheln aneinander gesetzt. Diese Art von Fenstern wird zur Bildschirmteilung angewandt (siehe VDI/VDE 3699 Blatt 3, Abschnitt 3.2)
- das Grundbild teilweise überdeckend (pop-up, pull-down), an beliebiger oder an stets gleicher Position
- in Format und Größe fixiert oder vom Benutzer änderbar
- unverrückbar an fester Position oder verschiebbar, auch über mehrere Bildschirme hinweg

Die Größe eines Fensters wird bestimmt durch

- die Mindestfläche eines Fensters, die für verständliche Darstellungen notwendig ist und
- die Bildfläche, die gerade noch verdeckt werden darf.

Die Anzahl der Fenster wird begrenzt durch

- die Bildfläche, die gerade noch verdeckt werden darf und
- die zur Fenstermanipulation erforderlichen Bedienungen.

Die Anzeige eines Fensters kann

- sich aus dem Ablauf ergeben, z.B. um die im aktuellen Bearbeitungsschritt benötigte Information anzubieten, oder
- vom Operator veranlasst werden.

Die Abwahl von Fenstern kann erfolgen durch (siehe VDI/VDE 3699 Blatt 6)

- eine Bedienung im Fenster oder
- eine Bedienung für alle geöffneten Fenster gemeinsam

Empfehlungen:

- Gleichzeitig nicht mehr als drei überdeckende Fenster pro Bild. Die Gesamtfläche aller Fenster sollte maximal 50 % der Bildfläche betragen.
 - im Besonderen: keine überdeckenden Fenster im Übersichtsbild
 - Der Operator muss Fenster verschieben können.
- Weitere Empfehlungen und Erläuterungen, siehe VDI/VDE 3699 Blatt 6, Abschnitt 6.4.

6 Konzepte der Darstellung

Grundsätzlich wird das Thema durch drei Fragen umrissen (siehe Bild 3).

- Für wen und wofür ist darzustellen? (siehe Abschnitt 6.1)
- Was ist darzustellen? (siehe Abschnitt 6.2)

Type and placement of windows

- Tiled in fixed locations. This type of window is used to split the screen (see VDI/VDE 3699 Part 3, Section 3.2).
- hiding part of the basic display (pop-up, pull-down), either in an arbitrary location or always in the same location, either with a fixed or user-defined position
- fixed in format and size or definable by user
- not movable, in a fixed position, or movable, even over several screens

The size of a window is determined by

- the minimum area required for intelligible representations and
- the screen area that is allowed to be hidden behind it.

The number of windows is limited by

- the screen area that is allowed to be hidden behind windows and
- the controls required to manipulate the windows.

Displaying the window may

- result from the course of action, e.g. in order to provide information needed in the context of the current working step, or
- be triggered by the operator.

Windows may be de-selected with

(see VDI/VDE 3699 Part 6)

- a control in the window or
- a joint control for all open windows.

Recommendations:

- No more than three overlapping windows per display. The total area of all windows should not exceed 50 % of the display area.
- in particular: no overlapping windows in the overview display
- The operator shall be allowed to move windows.

For further recommendations and explanatory information see VDI/VDE 3699 Part 6, Section 6.4

6 Concepts of presentation

The subject is basically outlined by three questions (see Figure 3):

- Whom and for what purpose does the representation serve? (see Section 6.1)
- What must be represented? (see Section 6.2)

- Wie ist es darzustellen? (siehe Abschnitt 6.3)
- Die Erfahrung zeigt, dass es wichtig ist, in dieser Reihenfolge vorzugehen.

6.1 Für wen und wofür ist darzustellen?

Wichtigster Benutzer von Leitstationen ist der Operator. Daher ist das Darzustellende an seiner Aufgabe, der Prozessführung, zu spiegeln. Wie Bild 1 und Bild 4 zeigen, erfolgt Prozessführung durch Verrichten der drei Tätigkeiten:

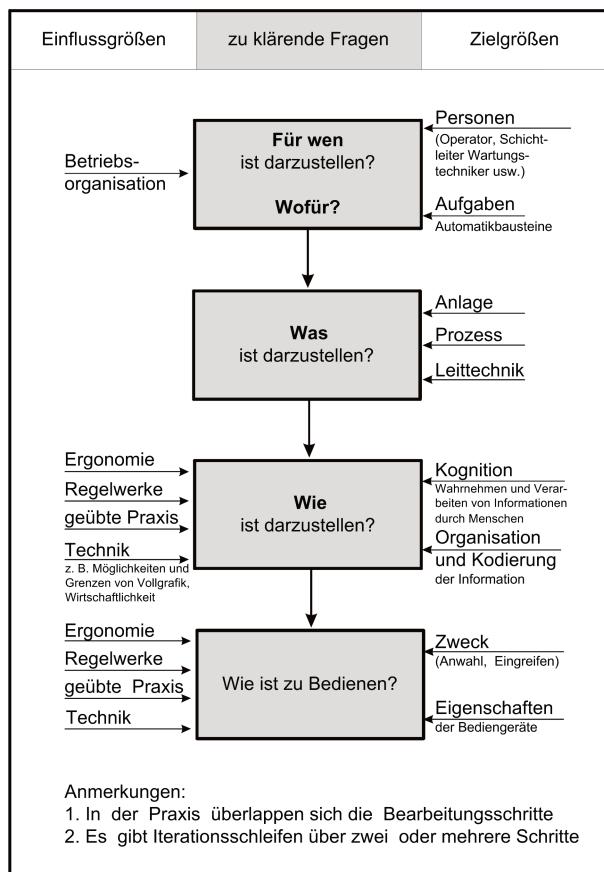


Bild 3. Vorgehen beim Festlegen von Darstellungen

- How must it be represented? (see Section 6.3)
- Experience shows that it is important to follow this sequence.

6.1 Whom and for what purpose does the representation serve?

The operator is the most important user of a control workstation. This means that the information to be represented shall reflect his task, which is controlling the process. As shown in Figure 1 and Figure 4, process control consists of the three activities:

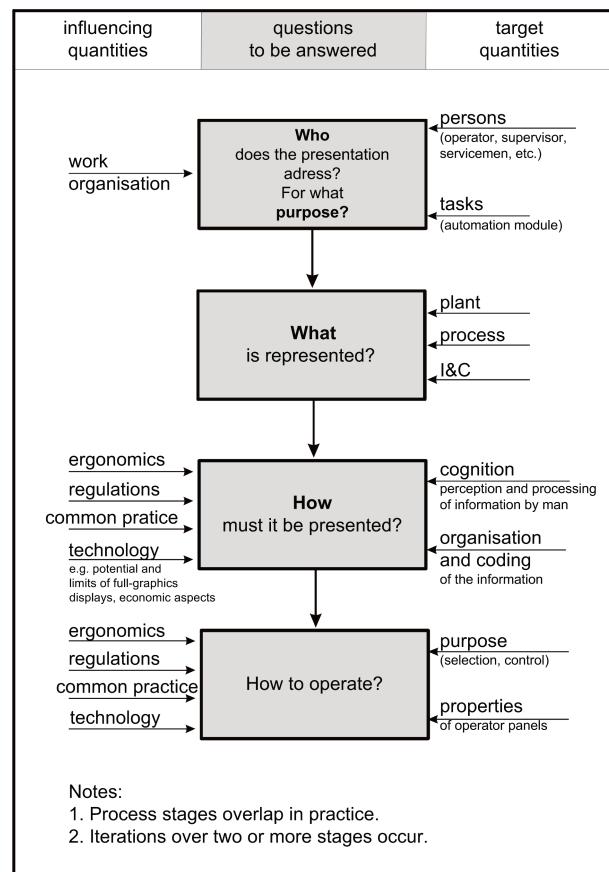


Figure 3. Approach to the definition of representations

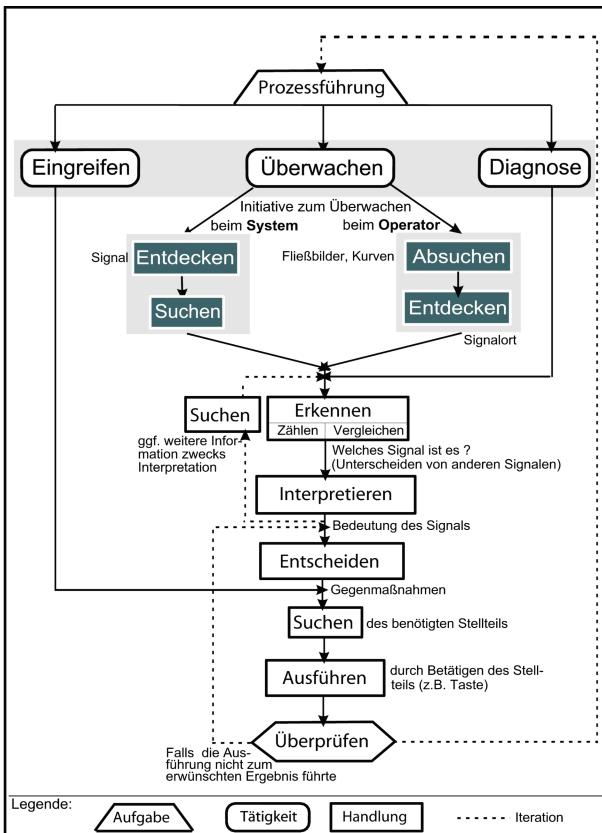


Bild 4. Operator-Aufgabe „Prozessführung“ mit den dazu durchzuführenden Tätigkeiten und der Auflösung in Folgen von Handlungen

- *Überwachen*, wobei die Initiative vom Menschen oder dem Leitsystem ausgehen kann. Ergreift der Operator die Initiative, sieht er sich verschiedene Anzeiger oder Kurven an, um unzulässige oder unerwünschte Abweichungen festzustellen. Gegebenenfalls begegnet er diesen durch Eingreifen. Führt das Leitsystem das Überwachen durch, wird der Operator durch ein akustisches und/oder optisches Signal zum Eingreifen aufgefordert.
- *Eingreifen*, um die Arbeitsweise der Anlage zu beeinflussen und damit z. B. Produkte in gewünschter Spezifikation und Menge zu erzeugen oder um Störungen zu begegnen bzw. deren Auswirkung zu minimieren.
- *Diagnostizieren*, beispielsweise um vor dem Eingreifen entscheiden zu können, ob die Auswirkung einer Störung durch Einschalten eines Reserve-Aggregats verhindert werden kann, oder um dem Wartungspersonal möglichst präzise Angaben über den Ort der Störung machen zu können. Eine weitergehende Diagnose mit dem Ziel, das fehlerhafte Teil zu finden, ist Aufgabe des Wartungspersonals.

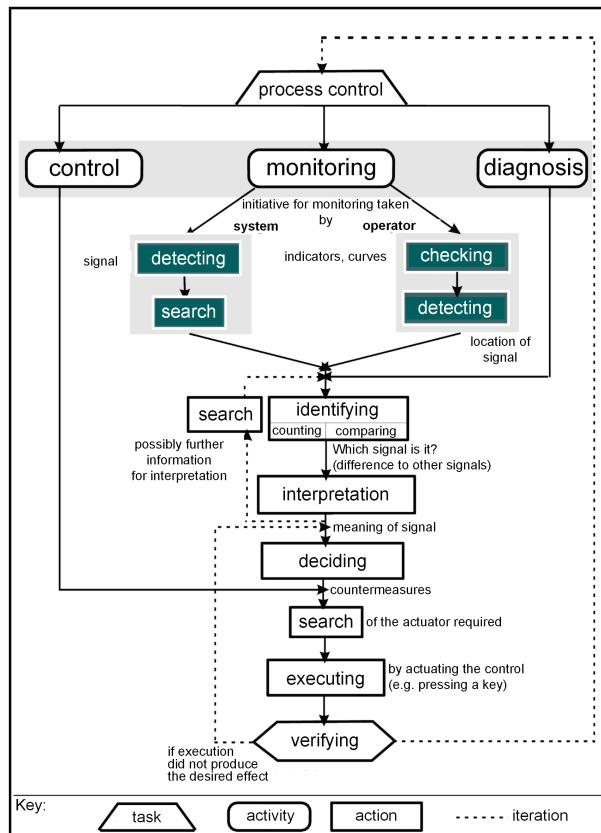


Figure 4. Process control and the respective activities as the operator's task, broken down to sequences of actions

- *monitoring*, where the initiative may lie with man or the control system. If the operator takes the initiative, he looks at various indicators or curves in order to detect inadmissible or undesired deviations and to counteract them by controlling.
- *controlling* in order to influence the operation of the plant aiming, e.g., at the production of the desired quantities of products with given specifications, or to counteract faults or minimise their effects.
- *diagnosis*, e.g. in order to decide, prior to controlling, if the effect of a fault can be prevented by switching on a stand-by unit, or to provide the most precise possible information about the location of the fault to the maintenance personnel. In-depth diagnosis for localising the faulty part is the task of the maintenance personnel.

Diese drei Tätigkeiten bestimmen, **wofür** darzustellen ist. Dabei gibt es einen festen Zusammenhang zwischen Tätigkeit und Detaillierungsgrad. Während das Überwachen der Anlage von einer Übersicht ausgeht, startet das Eingreifen mit einem Bild, bei dem stets das direkt zu beeinflussende Objekt (z. B. ein Regelkreis) sowie das indirekt zu beeinflussende Objekt (z. B. über Stoff- und Energieströme) darzustellen ist.

Die Diagnose dagegen wendet sich einem weiter eingegrenzten Abschnitt zu, benötigt von diesem aber mehr Details.

6.2 Was ist darzustellen?

Die Antwort auf diese Frage hat einen quantitativen (Umfang) und einen qualitativen (Inhalt) Aspekt.

6.2.1 Umfang des Darzustellenden

„Was ist *insgesamt* darzustellen?“ Die Antwort muss lauten: Alles was der Operator zur Durchführung seiner Aufgabe braucht.

Beim Auslegen und Konfigurieren des Systems ist darauf zu achten, dass jeder Operator alle von ihm benötigten Daten an seinem Leitplatz zur Anzeige abrufen kann. Davon ist jeweils nur eine bestimmte, auf die aktuelle Situation zugeschnittene Auswahl anzubieten. Dies führt konsequent zu der Frage: „Was ist am Leitplatz *gleichzeitig* und *gemeinsam* darzustellen?“ Die Antwort betrifft die Organisation des Darzustellenden (siehe Abschnitt 6).

6.2.2 Art der Darstellung

Grundsätzlich werden auf den Bildschirmen codierte Daten wiedergegeben, die aufgrund bekannter oder unterstellter Abmachungen Informationen darstellen, vorrangig zum Zweck der Verarbeitung oder als deren Ergebnis.

6.2.3 Art der darzustellenden Information

Diese lässt sich gliedern nach

- Herkunft (Anlage, Leittechnik)
- Bezug (Prozess, Medium, Produkt, Zustand von Komponenten)
- Qualität (Daten, Information, Aussage)
- Modalität (Zustand, Ereignis, Wert, Verlauf)
- Zeitbezug
 - Auftreten
(kontinuierlich, zyklisch, sporadisch)
 - Chronologie
(gleichzeitig, später bzw. früher als ...)
 - Zeiten (Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft)

These three activities determine the **purpose** of the indication. The relationship between an activity and the degree of detail is fixed. Whereas monitoring a plant proceeds from an overview, control will begin in a display in which the objects subject to direct control (such as a control loop) and to indirect control (e.g. via material and energy flows) shall always be represented.

Diagnosis, on the other hand, focuses on a narrower section, requiring more detailed information on it.

6.2 What must be represented?

The answer to this question has a quantitative (scope) as well as a qualitative (content) aspect.

6.2.1 Scope of representation

What is the *overall* scope of the representation? The answer must be: Everything the operator needs to perform his task.

When designing and configuring the system, make sure that each operator can retrieve all the data he requires to be indicated at his control workstation. At any one time, only a specified selection thereof, tailored to the current situation, shall be offered. Consequently, the next question to be answered is: What must be displayed *simultaneously* and *together* at the control workstation? The answer to this question concerns the organisation of the information to be represented (see Section 6).

6.2.2 Type of representation

As a matter of principle, screens display coded data representing some information, the code being agreed upon or assumed to be known. The information serves primarily the purpose of processing or represents the result of processing.

6.2.3 Type of information to be displayed

The information can be distinguished in terms of

- its origin (plant, I & C)
- its subject (process, medium, product, state of components)
- its quality (data, information, message)
- its modality (state, event, value, history)
- its temporal reference
 - occurrence
(continuous, cyclic, sporadic)
 - chronology
(simultaneous, before/after ...)
 - tense (past, present, future)

- Wechselbeziehung zwischen den dargestellten Elementen
 - räumlich (Topologie)
 - funktionell (Struktur von Leittechnik und Anlage, ausgedrückt durch Verbindungen und Wege, Wechselwirkung und Rückkopplungen)
 - kausal (Wenn-Dann-Beziehung)
 - zeitlich (Relation zu unterschiedlichen Zeiten)

6.2.4 Verhältnis „Unbekanntes zu Bekanntem“ pro Bild

Die Frage nach dem Verhältnis von Neuem zu Bekanntem (das heißt dem Wissen) ist identisch mit der für die Bildgestaltung wesentlichen Frage nach dem Verhältnis von Variablen zu statischem Bildanteil.

Anzustreben ist ein möglichst hoher Anteil von Unbekanntem. Der Anteil kann für geschultes, mit den Darstellungen vertrautes Personal höher sein als für ungeschulte Personen. Allerdings ist die reine Information ohne „Einkleiden“ in Bekanntes nicht zu interpretieren.

Beispiel

Ob eine angezeigte, pure Information verkörpernde Zahl „22“ viel oder wenig ist, ob bei ihrem Erscheinen Maßnahmen zu ergreifen sind, dies und anderes geht aus der reinen Darstellung der unbekannten Information nicht hervor. Ein erster Schritt, die Information zu konkretisieren, besteht z.B. darin, der Anzeige eines aktuellen Werts die physikalische Einheit hinzuzufügen. Ein erstes, globales Einordnen ist nun möglich. Bei der Einheit „bar“ schlösse der Betrachter bei Fehlen weiteren Kontextes vermutlich auf einen relativ hohen Druck von 22 bar. Der Grund dafür ist, dass er üblicherweise den atmosphärischen Luftdruck zum Vergleich heranziehen wird. Aus der Einheit „Kelvin“ dagegen würde er beim Wert 22 auf eine sehr tiefe Temperatur schließen. Die letztlich zutreffende und dem Zweck angemessene Interpretation ist nur durch Einstellen der Information in den Zusammenhang möglich. Letzterer muss aus den angezeigten Daten hervorgehen. Werden 22 bar an einer Destillationskolonne gemessen, ist dies ein relativ hoher Wert, bei Messung im Hochdruckteil eines Dampfkessels ein vergleichsweise niedriger Wert.

Um beurteilen zu können, ob die Information „22 bar“ Ausdruck bestimmungsgemäßen Betriebs ist oder auf eine Störung hinweist, bedarf es tieferen Wissens über die Auslegung der Technik und gegebenenfalls zusätzlicher Information, z.B. über deren aktuellen Betriebszustand. Ein Druck von 22 bar wird beim An- oder Abfahren eines Dampfkessels vorübergehend richtig sein, sollte dagegen im Betrieb unter Last nicht auftreten.

- the interrelation between the elements represented
 - spatial (topology)
 - functional (structure of I & C and plant in terms of connections and paths, interactions and feedbacks)
 - causal (if-then relation)
 - temporal (relation to different times)

6.2.4 “Information-to-data ratio” per display

Asking the question of what the ratio should be of variables to static display, which is essential to the design of displays, is asking the question of what the ratio should be of new information to known data.

It is the aim to have the highest possible information content. The information content may be higher for trained personnel familiar with the indications than for untrained personnel. On the other hand, interpretation is not possible if the pure information is not embedded in a known context.

Example

A display of the number “22”, representing pure information, does not allow any conclusion as to whether “22” is much or little, whether it requires action to be taken upon being displayed, etc. The first step of specifying information consists in, e.g., adding a physical unit to the currently displayed value. This allows a first, rough classification. If, in the above example, the unit were “bar”, the user would, in the absence of further information, probably conclude that there is a rather high pressure of 22 bar. The reason for this is that he will typically compare it to the atmospheric pressure. If, on the other hand, the unit were “Kelvin”, the value “22” would make him think of a very low temperature. The relevant interpretation, as appropriate for the specific purpose, can only be ensured by putting the information in the relevant context. This context must ensue from the data displayed. If “22 bar” is measured, e.g., on a distillation column, this represents a relatively high value; at the high pressure end of a steam boiler, it is a relatively low value.

The assessment as to whether the information “22 bar” signifies specified normal operation or indicates a fault requires deeper knowledge about the design of the technical system and, possibly, additional information, e.g., on its current operating state. A pressure of 22 bar will be ok as a transient value during start-up and shut-down of a steam boiler, but should not occur during operation under load.

6.2.5 Inhalt der Darstellungen

6.2.5.1 Aussage

Das Ziel einer Darstellung ist, eine Aussage („Botschaft“) zu transportieren. Eine Darstellung transportiert umso mehr Information, je weniger der Benutzer diese interpretieren und/oder durch weiteres Wissen ergänzen muss, um entscheiden zu können.

Maßgebend für die Aussage ist, dass die Art der Darstellung („wie“) auf deren Zweck („wofür“) abgestimmt ist. Entsprechende Kombinationen weisen Tabelle 1 und Tabelle 2 aus.

Beispiel 1

Für das Erkennen des Arbeitspunkts eines Aggregats ist die Darstellung „Kennfeld“ besser geeignet als die Darstellung „Fließbild“.

Beispiel 2

Für die Aufgabe „Erkennen einer Abweichung eines Werts vom Betriebszustand“ ist die Darstellung eines normierten Balkendiagramms mit Differenzanzeige besser geeignet als die Anzeige eines absoluten Digitalwerts.

6.2.5.2 Information

Aktuelle Aussagen basieren auf Neuigkeiten. Folglich werden sie bestimmt von

- dem Wissen der Person (was eine Person weiß, kann für eine andere neu sein). Weil Prozesse sich fortwährend ändern (ausgedrückt durch sich verändernde Werte von Größen und Zuständen), werden aktualisiert angezeigte Variablen für jeden Operator Neuigkeiten sein. Das Wissen nimmt mit der Aufnahme von Information zu (wenn es nicht vergessen wird). Wissen ist erforderlich, um angezeigte Information zu interpretieren.
- dem Kontext. Um das Neue zu erkennen, zuzuordnen und zu interpretieren, das heißt die Aussage zu extrahieren, bedarf es zusätzlicher Angaben.

Beispiel

Steht hinter einer Zahl eine Einheit, etwa °C, so geht daraus hervor, dass die angezeigte Zahl den Wert der physikalischen Größe „Temperatur“ repräsentiert. Damit zu erkennen ist, um welche Temperatur es sich handelt, bedarf es weiterer Angaben, beispielsweise durch ein daneben angezeigtes Anlagenkennzeichen oder durch eine Position, z.B. neben einer Kolonne im Fließbild.

Empfehlung – Verhältnis Neues zu Daten

Für die Bildgestaltung ist ein wesentlicher Aspekt das Verhältnis von variablem zu statischem Bildanteil (siehe VDI/VDE 3699 Blatt 3). Dies entspricht dem Verhältnis von Neuem zu bereits Bekanntem.

6.2.5 Content of indications

6.2.5.1 Message

The objective of an indication is conveying a message. The message content conveyed by an indication will be the higher, the less interpretation and/or supplementing of further information the user needs to perform before making a decision.

It is crucial for the message that the type of indication (“how”) be matched to its purpose. Appropriate combinations are given in Table 1 and Table 2.

Example 1

For identifying the operating point of a unit, a characteristic map is better suited than a mimic.

Example 2

For the task of identifying the deviation of a value from the operating state, the display of a standardised bar graph is better suited than giving an absolute digital value.

6.2.5.2 Information

Up-to-date messages are based on information, information being equivalent to “news”. As a matter of consequence, information is determined by

- the person’s knowledge (what one person knows may be news to a different person). As processes are subject to continuous change (reflected by changes in quantities and states), updated indications of variables will be information to any operator. Knowledge is gained as information is absorbed (provided it is not forgotten). Knowledge is the prerequisite to interpreting displayed information.
- the context. The operator needs additional details for identifying, classifying, and interpreting the news (information), i.e. extracting the message.

Example

If a number is followed by a unit, like °C, this indicates that the number displayed represents the value of the physical quantity temperature. Identifying which temperature is meant requires further details, e.g. a tag number next to it or its display position, e.g. beside a column in the mimic.

Recommendation – information-to-data ratio

For the design of a display, the ratio of variable to static parts (see VDI/VDE 3699 Part 3) is essential. It corresponds to the ratio of information (news) to what is already known. It shall be the aim to

Anzustreben ist ein möglichst hoher Anteil von Neuem. Das Verhältnis zwischen angezeigtem Unbekanntem und Erläuterungen (Kontext) soll so beschaffen sein, dass es für die Person, für die es bestimmt ist

- weder zu knapp gehalten ist – dann können Verwechslungen, unzutreffende Zuordnungen die unerwünschten Folgen sein,
- noch zu ausführlich ist, damit der Betrachter beim Erfassen der neuen Information nicht behindert wird.

6.3 Wie ist darzustellen?

Grundsätzlich ist zwischen der Organisation des Darzustellenden (siehe Abschnitt 6.4) und dessen Codierung (Abschnitt 7.2) zu unterscheiden.

Zusätzliche Überlegungen sind zur Wahl des Darstellungsmodus und der Auffälligkeit, der Konsistenz und dem Füllgrad anzustellen.

6.3.1 Darstellungsmodus

Damit Darstellungen ihren Zweck wirklich erfüllen und Information sowie Aussage befördern, ist deren Art („wie“) auf ihren Zweck („wofür“) abzustimmen. Tabelle 1 und Tabelle 2 stellen beides gegenüber.

achieve the highest possible information content. For the person addressed, the ratio of displayed information to explanations (context) shall be

- neither too small – as this could lead to confusions and false allocations,
- nor too large, so that the observer is not hindered from grasping the information.

6.3 How must it be represented?

A basic distinction must be made between the organisation of what is to be represented (see Section 6.4) and its coding (Section 7.2).

Additional considerations concern the mode of representation and conspicuousness to be chosen, consistency and the filling ratio.

6.3.1 Mode of representation

Indications will only truly fulfil their purpose of conveying information and a message if their mode of representation (“how”) is matched to their purpose. Refer to Table 1 and Table 2 for a synopsis.

Tabelle 1. Arten elementarer Information und ihre zutreffende Darstellung

Information (Wofür?)	Darstellungsmodus (Wie?)	Beispiel	Bemerkungen
Ereignis	Meldetext	„Überschritten“	siehe VDI/VDE 3699 Blatt 5
Ereignis, neu eingetreten	Hupe, Blinken		siehe VDI/VDE 3699 Blatt 5
Dringlichkeit, Priorität	gestuft auffällige Anzeigen (siehe Bild 6)	Farbe, Symbol (Warnung/Alarm), Reihenfolge in einer Liste	siehe VDI/VDE 3699 Blatt 5
Zustand eines Objekts	Zustandsanzeige	„gestört“	siehe VDI/VDE 3699 Blatt 5
Tendenz aktuell	Trendanzeige	Vorzeichen, Pfeil	zusätzlich Farbe
Tendenz langfristig	Kurve über Zeit		siehe VDI/VDE 3699 Blatt 4
Wert, genau	Zahl (digital)		
Wert, überschlägig	analog	Kurve, Balken, Zeiger	
Abweichung vom Sollwert	analog mit Zahl für Abweichung	Balken mit Toleranzgrenzen	
Wert, schnell ändernd	analog	Kurve (Balken, Zeiger, Trendpfeil)	
Wert, ausgefallen (nicht wahr)	E und Wert für Ersatzwert ? und Wert für letzten guten Wert	E 213,5 kW ? 213,5 kW	siehe VDI/VDE 3699 Blatt 4, Bild 3
Wertverlauf	Kurve (über Zeit)		siehe VDI/VDE 3699 Blatt 4
Wertverteilung	Kurve (über Ort)	Temperaturprofil einer Kolonne	

Table 1. Types of elementary information and appropriate representation

Information (purpose?)	Mode of representation (how?)	Example	Notes
Event	message text	“exceeded”	see VDI/VDE 3699 Part 5
Event, new occurrence	horn, flashing		see VDI/VDE 3699 Part 5
Urgency, priority	indications with stepped conspicuousness (see Figure 6)	colour, symbol (warning, alarm), position in a list	see VDI/VDE 3699 Part 5
State of an object	state indication	“fault”	see VDI/VDE 3699 Part 5
Current trend	trend indication	sign, arrow	added colour
Long-term trend	curve over time		see VDI/VDE 3699 Part 4
Value, precise	number (digital)		
Value, approximate	analog	curve, bar, pointer	
Deviation from the nominal value	analog with number for deviation	bar with tolerance limit	
Value, fluctuating rapidly	analog	curve (bar, pointer)	
Value, drop-out (not true)	E plus substitution value ? plus last good value	E 213,5 kW ? 213,5 kW	see VDI/VDE 3699 Part 4
History of values	curve (over time)		see VDI/VDE 3699 Part 4
Value distribution	curve (over position)	temperature profile of a column	

Tabelle 2. Arten komplexer Information und ihre zutreffende Darstellung

Information (Wofür?)	Darstellungsmodus (Wie?)	Beispiel	Bemerkungen
Ablauf (sequenziell)	Flussdiagramm	Schrittfolge	
Struktur der Anlage	Fließbild	mittels Zustandsanzeigen aktuelle Stoffströme zeigen	siehe VDI/VDE 3699 Blatt 3
Zustand der Anlage	Übersichtsbild	hochpriore Zustandsanzeigen	siehe VDI/VDE 3699 Blatt 3
Relation (Vergleich von Größen)	analog	benachbarte Balken (Profil) bzw. Kurven (Verlauf)	siehe VDI/VDE 3699 Blatt 4
Anteile	analog, digital	Sektoren im Kreis, Prozent	siehe Abschnitt 7.2.3
Chronologie	Meldefolge	zeitliche Folge zum Aufspüren der Ursache	siehe VDI/VDE 3699 Blatt 5
Prozess	Diagramme	Kennfeld	siehe VDI/VDE 3699 Blatt 3

Table 2. Types of complex information and appropriate representation

Information (purpose?)	Mode of representation (how?)	Example	Notes
Sequence	flowchart	sequence of steps	
Plant structure	mimic	show current material flows by means of state indications	see VDI/VDE 3699 Part 3
State of plant	overview display	state indications with high priorities	see VDI/VDE 3699 Part 3
Relation (comparison of quantities)	analog	neighbouring bars, (profile) or curves (history)	see VDI/VDE 3699 Part 4
Proportions	analog, digital	segments of a circle, percentages	see Section 7.2.3
Chronology	message sequence	chronological list allowing to localise cause	see VDI/VDE 3699 Part 5
Process	diagrams	characteristic map	see VDI/VDE 3699 Part 3

6.3.2 Auffälligkeit

Die Aufmerksamkeit des Operators wird auf auffällig dargestellte Objekte gelenkt. Zur Aufmerksamkeitslenkung stehen mehrere Modalitäten zur Verfügung (Bild 5).

Durch sinnvoll gestufte Auffälligkeit wird erreicht, dass in allen Bildern die wichtigsten Zustände vom Operator vorrangig entdeckt werden. Gleichzeitig wird er bei seiner Entscheidung unterstützt: „Was ist zuerst zu tun?“, „Was ist besonders zu verfolgen?“

Bilder sollten gedachte Schichten abgestufter Auffälligkeit besitzen (Beispiel siehe Bild 6), die sich mit den in Tabelle 3 aufgeführten Mitteln erreichen lassen.

6.3.3 Konsistenz der Darstellung

Eine bestimmte Information (z.B. „Alarmgrenze überschritten“) kann in verschiedenen Darstellungen vorkommen, beispielsweise im Text einer Meldefolge oder als Zustandsanzeige in einem Übersichts-, Fließ- oder Detailbild. Die Darstellung von „Alarmgrenze überschritten“ muss in jedem dieser Fälle identisch sein.

Anlagenkennzeichen und Namen eines bestimmten Aggregats müssen stets gleich sein, unabhängig von der Unterlage, in der sie vorkommen (Bild 7).

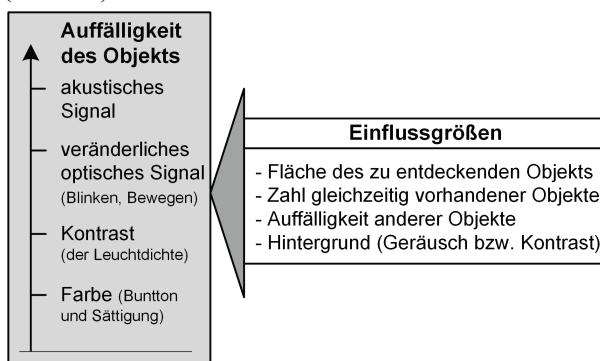


Bild 5. Modalitäten der Auffälligkeiten nach [3]

6.3.2 Conspicuousness

The operator's attention is guided to objects that are represented in an eye-catching manner. Several modalities are available for channelling the attention (Figure 5).

Appropriate stepping of conspicuousness will cause the operator to detect the most important states first in all displays. This will also support his decision on “What shall I do first?”, “What requires particular attention?”.

Displays should have virtual layers of stepped conspicuousness (for an example, see Figure 6), which can be achieved by using the means listed in Table 3.

6.3.3 Consistency of representation

A specific information (such as “alarm limit exceeded”) may occur in various representations, e.g. in the text of a message sequence or as state indication in an overview display, mimic or detailed display. The representation of “alarm limit exceeded” shall be the same in any of these cases.

Tag numbers and names of a specific piece of equipment shall always be identical regardless of the type of document in which they occur (Figure 7).

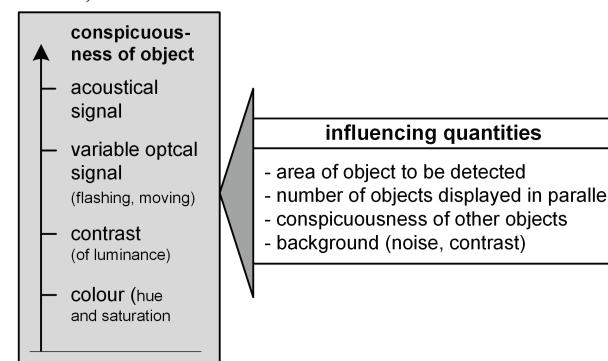


Figure 5. Modalities of conspicuousness according to [3]

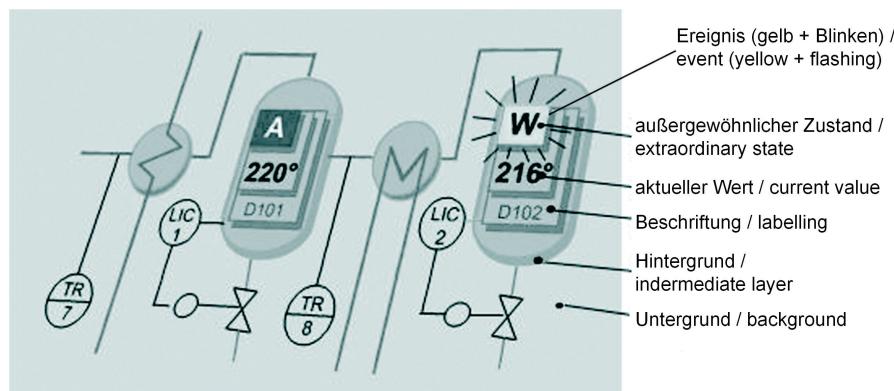


Bild 6. Beispiel für Schichten gestuft auffällig darstellter Information

Figure 6. Example of information layering by means of stepped conspicuousness

Tabelle 3. Anwendung gestufter Auffälligkeit

	Kombination der Mittel				3-D-Effekt	Anwendung
	Kontrast	Farbe	Blinken	Akustisches Signal		
+++	X	X	X	X		Ereignis, auf das unverzüglich zu reagieren ist (Alarm)
+++	X	X	X	–		sonstige zu quittierende Zustandsänderungen
+++	X	–	–	–		nicht zu quittierende Zustandsänderungen
+++	X	–	–	–		Kurven
+	X	–	–	–		Stoff- und Energieströme
+++	–	–	–	–		Text Meldezeile, Erläuterungstexte
++	–	–	–	–	+	Tasten
+	–	–	–	–		vorhandenes, aber zur Zeit nicht auswählbares bzw. bedienbares Objekt, Text gegangener Meldungen

Table 3. Application of stepped conspicuousness

	combination of means				3D effect	application
	contrast	colour	flashing	acoustic signal		
+++	X	X	X	X		event requiring immediate response (alarm)
+++	X	X	X	–		other changes of state requiring acknowledgement
+++	X	–	–	–		changes of state not requiring acknowledgement
+++	X	–	–	–		curves
+	X	–	–	–		material and energy flows
+++	–	–	–	–		text of message line, explanatory texts
++	–	–	–	–	+	keys
+	–	–	–	–		object that is displayed, but not currently available for selection or operation, text of gone messages

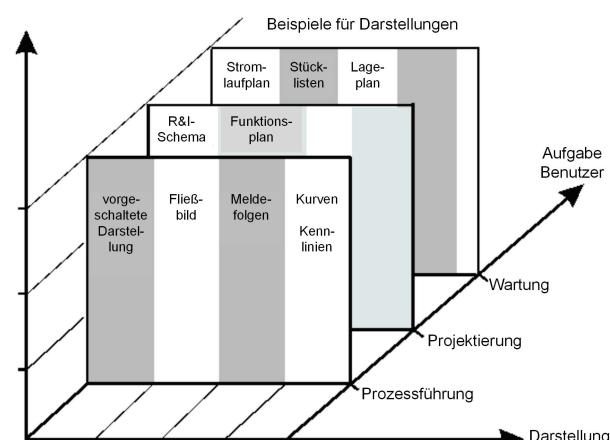


Bild 7. Beispiele für Darstellungen, in denen Konsistenz herrscht

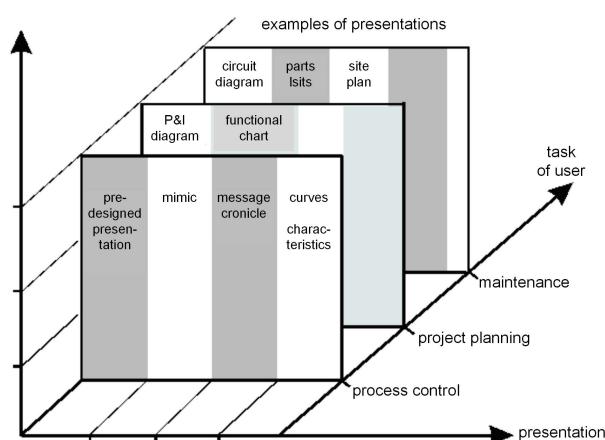


Figure 7. Examples of consistent representations

6.3.4 Darstellungsdichte

Das Darzustellende ist auf einer bestimmten Fläche (einem Bild, einem Fenster) unterzubringen. Bei der Wahl dessen, was darauf darstellbar ist, gilt zu beachten:

- Die verwendeten Zeichen (Buchstaben, Ziffern, Symbole) sind so zu wählen, dass sie bei projektiertem Betrachtungsabstand einwandfrei erkannt werden können (Tabelle 4).
- Der Abstand zwischen den Darstellungselementen (z.B. Linien, Textzeilen) muss so groß sein, dass jedes Element von seinen Nachbarelementen bei den oben erwähnten Sehbedingungen unterscheidbar ist.
- Gruppen funktionell zusammengehörender Darstellungselemente (z.B. die zu einer Teilanlage im Anlagenbild gehörenden) sind mit deutlichem Abstand zur Nachbargruppe anzutragen.

Das insgesamt Darzustellende ist in Einheiten von der Größe eines Bilds oder Fensters aufzuteilen.

Wie viel jeweils in einem Bild zusammenzufassen ist, lässt sich durch zwei Fragen eingrenzen:

- a) Wie viel ist in einem Bild überhaupt möglich? (maximaler Füllgrad)

Der Füllgrad besagt, in welchem Verhältnis die mit Zeichen belegte Fläche zu der gesamten Bildfläche steht. Dabei hängt der empfehlenswerte Füllgrad ab

- von der Art der Zeichen bzw. Bildelemente und
- von der aus Übersichtlichkeitsgründen notwendigen Gliederung mittels
 - Leerflächen und
 - Trennzeichen (meist Linien).

Ein verfahrenstechnisches Fließbild darf einen Füllgrad von nicht mehr als 75 % haben, erfahrungsgemäß sinnvoll ist maximal 50 %. Eine Meldeseite kann typischerweise bis zu 80 % erreichen.

- b) Wie viel ist nötig? (notwendiger Füllgrad)

Der notwendige Füllgrad eines Bilds wird bestimmt durch

- Gewährleistung der Übersichtlichkeit
- ermöglichen der Bedienung
- Minimierung der Anzahl der Bilder (Erleichterung der Navigation)

6.3.4 Density of representation

The information to be represented shall be arranged in a specified area (a display, a window). When selecting what to represent in that area, consider the following:

- The characters used (letters, digits, symbols) shall be so chosen as to ensure clear identification from the intended viewing distance (Table 4).
- The spacing between the representation elements (graphical lines, lines of text) shall be sufficient, given the above viewing conditions, for each element to be distinguished from its neighbouring elements.
- Groups of functionally associated elements of the representation (like those belonging to one plant section in the plant display) shall be arranged at a clear distance from neighbouring groups.

The total information to be represented shall be scaled in units having the size of a display or window.

Two questions help to determine how much can be combined in one display:

- a) How much is possible at all within one display? (maximum filling ratio)

The filling ratio specifies the area occupied by characters in relation to the total display area. The recommended filling ratio depends on

- the type of characters or display elements, and
- the structuring, for the sake of clarity, by means of
 - blank areas and
 - separators (mostly graphical lines).

A process mimic shall not exceed a filling ratio of 75 %; experience shows that a maximum of 50 % is convenient. A page of messages may typically reach up to 80 %.

- b) How much is needed? (necessary filling ratio)

The necessary filling ratio of a display is determined by the requirements of

- ensuring clarity
- allowing operation
- minimising the number of displays (facilitating navigation)

Tabelle 4. Kriterien für die Erkennbarkeit einzelner Zeichen

Einflussgröße	Empfehlung	Quelle	Kommentar
Kontrast	mindestens 3:1 empfohlen 5:1 bis 15:1	DIN 1450, KTA 3904	Empfehlung: Bildhintergrund achromatisch (unbunt) entsprechend Farbkonzept, vorzugsweise grau, Grund siehe [4]
Schreibweise • Anlagen-Kennzeichen • kurze Texte für Zustände • Bezeichnungen, Zu- standstexte (> 6 Zeichen)	nur Großbuchstaben verwenden Groß-/Kleinschreibung anwenden	DIN 1450	Beispiel: • kurze Zustandstexte: EIN, AUF • längere Zustandstexte: „Angesprochen“ siehe auch: „Groß-/ Kleinschreibung“ in [1]
Schriftart	serifenlose Schrift, z. B. Arial, Univers	KTA 3904: Helvetica oder ähnlich serifenlose Linearantiqua nach DIN 1451-3 oder Schrift B nach DIN 66009	erfüllt die Anforderungen nach DIN 1450 bezüglich • Linienbreite • Höhe zu Breite • Zeichenabstand (Arial ist Helvetica sehr ähnlich.)
Zeilenabstand	$^{11}/_7$ der Schriftgröße	DIN 1450	Schriftgröße eines Groß- buchstabens
Sehabstand	minimal 50 cm empfohlen: (70...90) cm	VDI/VDE 3546 Blatt 5 DIN EN ISO 11064-4, [5]	50 cm = Nahpunkt 45-Jährige DIN EN ISO 9241-300: 60 cm \pm 15 cm, gilt nur für Büro (berücksichtigt gleichzeitige Nutzung von Papiervorlagen, die im Greifraum sein müssen)
Sehwinkel ^{a)} bei senkrechtem Blick auf die Bildfläche	minimal 15' empfohlen 18'	DIN 1450, VDI/VDE 3546 Blatt 5	DIN EN ISO 9241-300, unterscheidet • bunte Zeichen 20' bis 22' (siehe Text) • unbunte Zeichen >15'
Zeichenfarbe	vorzugsweise unbunt verwenden Wenn farbige Zeichen auf farbigem Untergrund, Kon- trast und chromatische Ab- erration beachten.		DIN EN 9241-302, nennt zu vermeidende Kombinatio- nen günstige Farbkombinationen siehe auch [4]
Blinken	kein Blinken für Text, Blink- frequenz 2 Hz	DIN EN 60073	DIN EN ISO 9241-300 gilt nur für Büro

^{a)} Die von der Senkrechten abweichende Blickrichtung wird durch den Erkennraum berücksichtigt (siehe VDI/VDE 3546 Blatt 5).

Anmerkung 1: Proportionalsschrift (variable Zeichenbreite) ist für fortlaufenden Text (z.B. Meldetext) sowie für Datum und Uhrzeit vorteilhaft. Geeignete Schriftarten sind beispielsweise Arial oder Univers (etwas breiter).

Anmerkung 2: Zeichenhöhe bei schräger Aufsicht und empfohlenem Sehabstand.

Der angegebene Mindestsehwinkel von 15' führt bei empfohlenem (Mindest-)Sehabstand von 70 cm zu einer Mindestzeichenhöhe von 3,7 mm (VDI/VDE 3546 Blatt 5). Dies berücksichtigt auch Zeichen in den Monitoren (Schrägsicht: der Unterschied bei orthogonalem Betrachtungswinkel von Bildmitte zu Bildschirmrand).

Für den in VDI/VDE 3546 Blatt 5 empfohlenen Sehwinkel von 18' ergibt sich eine Zeichenhöhe von 4,4 mm. DIN EN ISO 9241-300 kommt mit einer Zeichenhöhe von 4,2 mm zu einem konformen Wert (für einen Sehabstand von 70 cm und einen Sehwinkel von 20' bis 22'), da hier die Schrägsicht nicht explizit berücksichtigt ist.

Diese Zeichenhöhe darf nur unterschritten werden, wenn es sich um dem Operator bekannte Worte handelt, bei denen Leserlichkeit für jedes einzelne Zeichen nicht erforderlich ist (z. B. Überschriften für die Spalten des Kurvenbeschriftungsfelds). Jedoch sollten auch hier 3 mm nicht unterschritten werden. Damit wird ein Sehwinkel von 10', wie ihn DIN 1450 für günstige Lesebedingungen (Papier) nennt, und auch die von DIN EN ISO 9241-300 geforderte Mindestzeichenhöhe von 2,5 mm noch überschritten.

Table 4. Criteria to be fulfilled by individual characters to allow identification

Influencing factor	Recommendation	Source	Comment
contrast	no less than 3:1; recommended: 5:1 to 15:1	DIN 1450, KTA 3904	recommendation: achromatic image background (according to colour concept, preferably grey; reason see [4])
notation • tag number • short texts signifying states • designations, texts signifying states (more than 6 characters)	use capitals only use uppercase/lowercase lettering	DIN 1450	example: • short texts signifying states: ON, OPEN • longer texts signifying states: "responded" see also "uppercase/lowercase lettering" in [1]
font	use sanserif lettering such as Arial, Univers	KTA 3904: Helvetica or equivalent sanserif linear antiqua acc. to DIN 1451-3 or font B according to DIN 66009	complies with requirements of DIN 1450 concerning • line width • aspect ratio • character spacing (Arial is very similar to Helvetica)
text line spacing	$\frac{11}{7}$ of character size	DIN 1450	height of a capital letter
viewing distance	no less than 50cm recommended: (70...90) cm	VDI/VDE 3546 Part 5 DIN EN ISO 11064-4, [3]	50 cm is the near point for 45-year-olds DIN EN ISO 9241-300: 60cm \pm 15cm applies to offices only (taking into account simultaneous use of paper documents within the reach envelope)
viewing angle ^{a)} looking perpendicularly onto display screen	at least 15' recommended: 18'	DIN 1450, VDI/VDE 3546 Part 5	DIN EN ISO 9241-300 differs into: • coloured characters: 20' to 22' (see text) • achromatic characters: > 15'
character colour	prefer achromatic where coloured characters occur on a coloured background, mind contrast and chromatic aberration		DIN EN ISO 9241-302 lists combinations to be avoided for preferable combinations of colours see [4]
flashing	text shall not flash; flashing frequency 2 Hz	DIN EN 60073	DIN EN ISO 9241-3 applies to offices only

^{a)} The deviation of the viewing direction from the perpendicular axis is taken into consideration by the space of identification (see VDI/VDE 3546 Part 5).

Note 1: Proportional font (variable character width) is useful for running text (such as messages) and for dates/times. Suitable fonts are Arial or Univers (which is somewhat wider).

Note 2: Character height for oblique visual angle and recommended viewing distance.

For the recommended (minimum) viewing distance of 70cm, the minimum visual angle of 15' as given here will result in a minimum character height of 3,7 mm (see VDI/VDE 3546 Part 5). This also gives consideration to characters in the corners of the screen (oblique viewing: the difference between display centre and borders of the screen).

The recommended visual angle of 18' as recommended in VDI/VDE 3546 Part 5 will result in a character height of 4,4 mm. DIN EN ISO 9241-300 states a conforming value at a character height of 4,2 mm (for a viewing distance of 70 cm and a visual angle of 20' to 22') as oblique viewing has not been taken into account explicitly in this standard.

Only then may characters fall short of this character height if the words are known to the operator, meaning that legibility of each individual character is not required (as e.g. in the column titles of a curve labelling field). Even here, however, it is recommended to use at least 3 mm. Then a visual angle of 10', as recommended by DIN 1450 for favourable reading conditions (paper), and the minimum character height of 2,5 mm, as required by DIN EN ISO 9241-300, are still exceeded.

6.4 Organisation von Darstellungen

Durch Organisation wird festgelegt, wie die Gesamtheit der für einen bestimmten Zweck (z.B. ein Projekt) benötigten Darstellungen zu gliedern und zu ordnen ist, wie sie zusammenhängen und sich demzufolge darin navigieren lässt.

Mit dem Einsatz von Bildschirmen stellen sich folgende Fragen. Ihre Reihenfolge ist gleichzeitig die Richtschnur für das Vorgehen:

- Wie viel ist in einem Bild gemeinsam darstellbar?
- Was ist im einzelnen Bild darzustellen?
- In welchem Verhältnis sollten Information und Daten eines Bilds zueinander stehen?
- Welche Information wird benötigt? (Spiegeln an den Tätigkeiten)
- Welche davon gleichzeitig?
- In welcher Beziehung stehen die Bilder zueinander?
- Wie sind die Einzelheiten innerhalb eines jeden Bilds zu gliedern?

Diese Fragen stellen sich bei jeder Gestaltungsaufgabe. Eine allgemein gültige, für alle Anwendungen passende Antwort pro Frage gibt es nicht. Zudem hängen die zutreffenden Antworten voneinander ab. Deshalb können hier nur die Fakten aufgezeigt werden, die im Einzelfall zu bedenken sind.

Die Organisation der Darstellungen ist auf die Tätigkeit des Operators abzustimmen. Daraus ergibt sich eine Hierarchie. Diese hat die Vorteile,

- das Zurechtfinden zu erleichtern (Wo finde ich die Info zur Teilanlage XY?) und
- die Navigation zu vereinfachen.

Was vom Operator gleichzeitig benötigt wird, ist auch gleichzeitig anzuzeigen. Andernfalls sind zusätzliche, zeitaufwendige Anwahlbedienungen sowie Belastung des Kurzzeitgedächtnisses durch Merken nötig. Der ungünstigste Fall ist der, bei dem innerhalb kürzester Zeit am meisten zu erledigen ist. Daraus folgt: Möglichst kein Bildwechsel für das, was zur Beurteilung einer Situation nötig ist. Informationen, die der Operator nur manchmal zusätzlich und dann lediglich vorübergehend benötigt, sollen anwählbar sein.

7 Darstellungstechnik

Informationen, Sachverhalte, Zusammenhänge und sonstige, ursprünglich nicht als Bild vorliegende Daten werden in eine meist grafische Darstellung

6.4 Organisation of representations

Organisation specifies how the total of representations needed for a specific purpose (such as a project) are to be structured and arranged, how the representations relate to each other, and how to navigate among them.

The use of screens involves the following questions, their sequence being the guideline for the procedure:

- How much can be represented together in one display?
- What must be represented in the individual display?
- What is the recommended ratio of information to data in a display?
- What information is needed? (depending on the activities)
- How much of it is needed simultaneously?
- How do the displays relate to each other?
- How must the details within each display be structured?

These questions arise for each design task. Generally valid answers to suit all applications cannot be given. Also, the appropriate answers are interdependent. Therefore, this standard can but point out the facts that must be taken into consideration in the individual case.

The organisation of the representations shall be matched to the operator's activity, resulting in a hierarchical order. This has the following advantages:

- It facilitates orientation (Where will I find the information pertaining to plant section XY?), and
- it facilitates navigation.

What the operator needs simultaneously must be displayed simultaneously. Otherwise, additional, time-consuming selection operations and loading of short-term memory are required. The most unfavourable case is when a maximum of work has to be done in a minimum of time. Conclusion: Avoid changing displays for things required for evaluating a situation. Additional information that the operator requires only occasionally, and then only for a short period of time, shall be selectable.

7 Representation technique

Information, facts, relations and other data not originally available in graphical form are transformed into a mostly graphical presentation. The

gebracht. Deren Zweck ist, diese übersichtlicher, einprägsamer und leichter wahrnehmbar zu bieten als dies durch (abstrakten) Text möglich wäre.

Grundsätzlich bestehen Darstellungen auf Bildschirmen am Leitstand aus einem statischen Grundbild, in dem Bildvariablen angezeigt, das heißt aktualisiert werden.

7.1 Aufbau und Bestandteile von Bildern

7.1.1 Statisches Grundbild

Aufgabe des statischen Grundbilds ist, den Kontext für variable Bildelemente zu schaffen. Dies umfasst die

- Bedeutung von Objekten (z.B. durch Beschriftung oder Anordnung) sowie deren
- Beziehung zueinander (z.B. in Lage, Bewegung, Verbindung, Ablauf, Funktion) auszudrücken sowie
- Orientierung zu ermöglichen.

Statische Bildelemente sind auf das zur Orientierung in der verfahrenstechnischen Anlage ausreichende Minimum zu reduzieren. Die Bildelemente sind entsprechend den verfahrens- oder leittechnischen Zusammenhängen zu positionieren, damit der Aufbau der Anlage und die Funktion der Leittechnik erkennbar sind.

Zum statischen Grundbild gehören:

- Farbe des Bildhintergrunds (vgl. Farbkonzept Tabelle 6 in Abschnitt 7.2.2)
- Überschrift und Beschriftungen (z.B. mit Namen oder Anlagenkennzeichen). Je nach Einsatzbereich sollte das entsprechende Kennzeichnungssystem für EMSR-Stellen gewählt werden (DIN EN 62424) für verfahrenstechnische Anlagen und KKS [1] für Kraftwerke.
- Apparate (Kolonnen, Wärmetauscher, Behälter usw.), sofern ihr Aussehen nicht abhängt von sich ändernden Werten oder Signalen. Apparate und Aggregate sollten als flächige Darstellung mit geringem Kontrast zum Bildhintergrund dargestellt werden. Muster sollen vermieden werden.
- Rohrleitungen: Medienfarben und Linienarten sollen in allen Bildhierarchien einer Anlage einheitlich verwendet werden, vorzugsweise unbunt bzw. grau (vgl. Farbkonzept Tabelle 6 in Abschnitt 7.2.2). In Anlagen zur Führung von Batchprozessen können in denselben Rohrleitungen bei wechselnden Chargen unterschiedliche Stoffe transportiert werden. Hier ist eine Farbcodierung der Rohrleitungen nach DIN 2403 zwecks verwechslungsfreier Zuordnung des aktuell in der Leitung befindlichen

purpose of this is to make data clearer, easier to memorise and easier to perceive than would be possible using (abstract) text.

Basically, representations on a screen in a control workstation consist of a static display in which variables are updated.

7.1 Structure and components of displays

7.1.1 Static display

The static display serves to create a context for variable display elements. This includes expressing the

- meaning of objects (e.g. by means of labelling or arrangement) and their
- relationships (e.g. in terms of position, movement, connection, sequence, function),
- and allowing orientation.

The static display shall be reduced to the minimum adequate for orientation in process engineering plants. The figurative elements shall be positioned according to the process and I&C contexts, so that the structure of the plant and the function of I&C technology can be seen.

The static display comprises:

- background colour (see colour concept in Table 6, Section 7.2.2),
- title and labels (such as names and tag numbers). According to the field of application, the labelling system for EMSR shall be used for different process plants (DIN EN 62424) and KKS for power plants [1].
- pieces of processing equipment (columns, heat exchangers, vessels, etc.) as long as their appearance does not vary with varying values or signals. Pieces of equipment should be represented as flat icons with a low contrast to the background. Patterns should be avoided.
- pipes: media colours and line styles shall be used uniformly in all image hierarchies of a plant, preferably colourless or grey (see colour concept Table 6 in Section 7.2.2). In batch processing plants, different substances can be carried in the same pipes when batches are changed. Here, colour coding of pipes according to DIN 2403 is beneficial for the sake of confusion-free identification of the currently carried material. To display an empty pipe, the pipe area can be given the achromatic image

Stoffs vorteilhaft. Zur Darstellung einer leeren Leitung kann der Inhalt der Leitungsfläche in der Farbe des unbunten Bilduntergrunds dargestellt werden. Entscheidungskriterien für die Darstellung von Leitungen sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

- Wirklinien für Signale sollten durch gestrichelte Linien dargestellt werden (DIN EN 62424).

Das statische Grundbild bleibt nach seinem Erscheinen auf dem Bildschirm unverändert.

7.1.2 Variable Bildelemente

Die Variablen sind Träger der Information für die Prozessführung. Sie werden aktualisiert:

- Variablen zeigen den Zustand der Anlage, der Leittechnik oder des Prozesses.
- Variablen lassen Änderungen, Verläufe oder wechselnde Beziehungen erkennen und geben dadurch Auskunft über Funktion und Zustand der Anlage.
- Variablen wie Sollwerte oder Zustände (z.B. die Betriebsart eines Aggregats), werden vom Benutzer durch Bedienen verändert.
- Variablen wie virtuelle Tasten werden vom Benutzer zur Bildanwahl verwendet.

Variable Bildelemente sind grundsätzlich durch Form und gegebenenfalls Farbe zu codieren. Elemente des statischen Grundbilds können allein durch Farbe codiert sein (z.B. Darstellung von Apparaten, Leitungen mit stets gleichem Inhalt). Ausnahme: Leitungen mit wechselnden Stoffen dürfen nicht nur durch die Farbe codiert sein.

Die im Fließbild verwendeten variablen Bildelemente sind so auszuführen, dass nachfolgende Forderungen erfüllt werden:

- Entdecken von Zustandsanzeigen fördern (z.B. durch Blinken, wie in VDI/VDE 3699 Blatt 5 beschrieben). Durch Blinken seiner Kontur oder seines farbigen Hintergrunds lenkt ein Bildelement die Aufmerksamkeit des Operators auf sich – z.B. im Fall einer Störungsmeldung.
- Jede Zustandsanzeige muss im jeweils dargestellten Schaltzustand eindeutig und verwechslungsfrei identifizierbar sein. Wichtige Zustände sind auffällig darzustellen.
- Hervorhebung von besonderen für den Prozess wichtigen Messstellen, z.B. durch größere Zeichen

background colour. Decision criteria for the representation of pipes are summarized in Table 5.

- Signal flows should be represented by dashed lines (DIN EN 62424).

The static display remains unchanged after appearing on the screen.

7.1.2 Variable display elements

Variables are the carriers of information for process control. They are updated.

- Variables characterise the state of the plant, of I&C or the process.
- Variables allow to identify variations, trends or varying relations, thus providing information about the functioning and state of the plant.
- Variables such as setpoints or states (like the mode of operation of a unit) are changed by the user's operating activities.
- Variables such as virtual keys will be used for screen selection by the user

Variable display elements are basically encoded by shape and if necessary by colour. Elements of the static display can be coded by colour alone (e.g. display of equipment, pipes with always the same content). Exception: Pipes with changing media must not be encoded with one colour only.

The graphical elements used in mimics shall fulfil the following requirements:

- Promote detecting status indicators (e.g. by flashing as described in VDI/VDE 3699 Part 5). By flashing its contour or its coloured intermediate layer, an image element attracts the attention of the operator – e.g. in the case of failure.
- Each indicator must be unique and unambiguously identifiable in its represented switching state. Important states must be particularly conspicuous.
- Highlighting of measuring points with special importance to the process, e.g. with larger characters.

Tabelle 5. Darstellung von Leitungen

Nr.	Linienart	Farbe	Fließbild mit nur einem Medium	Fließbild mit mehreren Stoffen
1	Durchgezogen, maximal drei Dicke	einfarbig, unbunt	mehrere Dicken ermöglichen Unterscheidung der Haupt- und Nebenstoffströme vorteilhafte Gliederung des Bilds	Nachteil: Der Operator wird bei der Erkennung von Medien nicht unter- stützt.
			Vorteil: gute Erkennbarkeit von Zustandsänderungen	
2		Medienfarbe nach DIN 2403 (unge- sättigt)	Vorteil: leichtere Identifizierung der Medien über die Bilder hin- weg	empfohlen, wenn das Erkennen von Haupt- und Nebenstoffströmen oder der Medien wichtig ist Medienfarben können zur Gliede- rung des Bilds beitragen.
			Nachteil: schlechtere Erkennbarkeit von Zustandsänderungen	
3	Unterschiedliche Linienarten, z.B. nach DIN 2481, nur eine Dicke	einfarbig, unbunt	Nachteil: keine farbliche Gliede- rung des Bilds möglich	Nachteil: Haupt- und Nebenstoff- ströme nicht unterscheidbar Vorteil: Der Operator wird bei der Erkennung der Medien unterstütz.
			Vorteil: gute Erkennbarkeit von Zustandsänderungen	
4		Medienfarbe nach DIN 2403 (unge- sättigt)	Vorteil: leichtere Identifizierung der Medien über die Bilder hin- weg	Nachteil: Haupt- und Nebenstoff- ströme nicht unterscheidbar reine Farbcodierung vorziehen, da Linienarten nach DIN 2481 nicht für Farbcodierung geeignet sind Vorteil: Medienfarben können zur Gliederung des Bilds beitragen.
			Nachteil: schlechtere Erkennbarkeit von Zustandsänderungen.	

Table 5. Representation of pipes

No.	Type of line	Colour	Mimic with only one substance	Mimic with several substances
1	Solid, max. three thicknesses	monochrome achromatic	Several thickness enable a dis- tinction to be made between main and ancillary substance flows advantageous for display struc- ture	disadvantage: the operator is not assisted in recognising media
			advantage: changes in state are easily recognised	
2		media colour according to DIN 2403 (un- saturated)	advantage: easier identification of media throughout the displays	recommended if the recognition of main and ancillary substance flows or of media is important media colours can contribute to the structuring of the display
			disadvantage: changes in state are more difficult to recognise	
3	Different types of line, e.g. as per DIN 2481, only one thickness	monochrome achromatic	disadvantage: no coloured struc- turing of display possible	disadvantage: no distinction between main and ancillary substance flows advantage: the operator is assisted in recognising the media
			advantage: changes in state can be easily recognised	
4		media colour according to DIN 2403 (un- saturated)	advantage: easier identification of media throughout the displays	disadvantage: no distinction between main and ancillary substance flows strict colour coding preferred be- cause line types as per DIN 2481 are not suitable for colour coding advantage: media colours can contrib- ute to the structuring of the display
			disadvantage: changes in state are more difficult to recognise	

- Zahlen sind ohne führende Nullen vorzugsweise rechtsbündig darzustellen. Zu vergleichende Zahlen (z.B. Soll- und Istwert) sollen in gleicher Größe, stellenrichtig und mit gleicher Anzahl von Nachkommastellen benachbart übereinander stehen.
- Darstellung als physikalische Größen (nicht in Prozent) mit Angabe von Zahlen und Einheit
- Bedienbare Variablen müssen als solche leicht erkennbar und von nicht bedienbaren unterscheidbar sein.

Bei Bildelementen müssen – etwa beim Ausfall von Aggregaten oder Motoren – zur schnellen Störungsbeseitigung Zusatzinformationen im Fließbild einblendbar sein, z.B. Stromkreisbezeichnungen nahe dem gestörten Motor.

Variablen können wiedergeben (siehe auch Tabelle 1):

- diskrete Zustände (z.B. von Aggregaten wie EIN, STOP oder von Stellgliedern wie AUF, ZU)
- Werte physikalischer Größen digital (als Zahl) oder analog (z.B. als Balken)
- Eingabefelder zur Aufnahme der vom Operator einzugebenden Werte
- Bedienobjekte wie Sollwerte oder Aggregate
- Bedienelemente zum Auslösen von Funktionen (virtuelle Tasten, Schaltflächen)

7.1.3 Elemente für Darstellungen

7.1.3.1 Linien

Linien sind das am häufigsten eingesetzte Darstellungselement mit vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten. Sie verbinden, trennen, zeigen Wege und grenzen Flächen voneinander ab (siehe auch Tabelle 5).

Für Wirklinien wird eine Mindestliniendicke von 0,25 mm, für Leitungslinien eine Mindestliniendicke von 0,5 mm empfohlen. Weitere Liniendicken sollen sich mindestens um den Faktor 2 unterscheiden.

7.1.3.2 Flächen

Flächen werden sichtbar, wenn sich ihre zweidimensionale Ausdehnung durch Kontrast (bezüglich Leuchtdichte und/oder Farbe) von ihrem Umfeld und/oder Untergrund abhebt. Flächen sind infolge ihrer größeren Ausdehnung auffälliger als Linien. Der Vergleich (Bild 8) veranschaulicht den dadurch erzielten Effekt.

- Numbers are to be given without leading zeros, preferably right-justified. Numbers that must be compared (e.g. desired and actual values) are to be arranged vertically on top of each other in the same font size and with the same number of decimal places.
- Representation must be as physical quantities (not in percent) with value and unit
- Variables that are used for operation shall be easily identifiable as such and distinguishable from those that are not operated.

For image elements, additional information must be available promptly in the flow chart in cases such as failures of motors or other pieces of equipment, e.g. circuit labels near the faulty motor.

Variables may represent (see also Table 1)

- discrete states – of machinery (e.g. ON, STOP) or of actuators (e.g. OPEN, CLOSED)
- values of physical quantities in digital (numerical) or analog (e.g. bar) form
- input fields for accepting values to be entered by the operator
- operable objects such as setpoints or pieces of equipment
- controls for triggering functions (virtual keys, buttons)

7.1.3 Representation elements

7.1.3.1 Lines

Lines are the most frequently used element in representations, having a wide variety of applications. Lines connect, separate, lead the way or delineate the border between areas (see also Table 5).

A minimum thickness of 0,25 mm is recommended for lines representing an effect, of 0,5 mm for lines representing a connection. Other line thicknesses should differ from these by a factor of no less than 2.

7.1.3.2 Areas

Areas become visible when their two-dimensional extent is distinguishable from the surroundings and/or background through contrast (luminance and/or colour). Thanks to their greater extent, areas are more conspicuous than lines. The comparison in Figure 8 demonstrates the effect thus achieved.

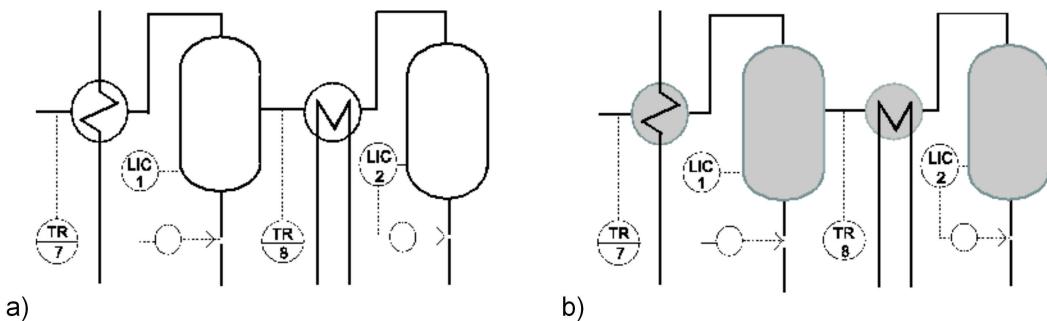


Bild 8. Verschiedene Darstellungen von Fließbildern

- a) nur mit Linien
- b) nur mit Flächen

Daher ist beim Einsatz von Flächen zu beachten:

- Sollen Flächen für den Hintergrund eingesetzt werden (z.B. Bild 8), sollte ihr Kontrast gegenüber dem Untergrund gering sein. Linien als Umrandung erhöhen den Kontrast zum Untergrund.
- Flächen sollten ein Bild nicht dominieren, das heißt weniger auffällig als Variablen sein.
- Balken sind Flächen, deren Länge dem Wert einer bestimmten Größe entspricht (vgl. Abschnitt 7.1.5.3).
- Durch „Fluten“ (siehe VDI/VDE 3699 Blatt 3) wird das durch eine Kurve bestimmte Profil besonders deutlich gemacht.

7.1.3.3 Schriftzeichen

Numerische Anzeigen und Anlagenkennzeichen stellen bei der Prozessführung mit Bildschirmen die höchsten Anforderungen an die Leserlichkeit. Der Grund liegt darin, dass jedes einzelne Zeichen bedeutsam ist und zweifelsfrei erkannt werden muss. Rückschlüsse aus dem Kontext sind nicht möglich. Deshalb kommt es darauf an, die Empfehlungen der Tabelle 4 einzuhalten.

Anmerkung: Rasterschrift (Mittenabstand der Zeichen konstant) ist für Anlagenkennzeichen und insbesondere für zum Vergleich angeordnete Werte günstig.

Die Anforderungen an Zeichen für Bezeichnungen, Fließtext, Meldungszeilen, Kurvenbeschriftungen oder Einheiten sind demgegenüber geringer.

7.1.4 Bildzeichen (grafische Symbole)

7.1.4.1 Anforderungen

Bildzeichen sind folgendermaßen zu wählen oder zu gestalten:

- eindeutig
- sicher voneinander zu unterscheiden

b)

Figure 8. Different representations with mimics

- a) lines only
- b) with areas

Therefore, when using areas, take the following into consideration:

- Where areas are to be used for the intermediate layer (e.g. Figure 8), their contrast with respect to the background should be low. Contour lines increase the contrast with the background.
- Areas should not dominate a display, meaning they should be less conspicuous than variables.
- Bars are areas whose length corresponds to the value of a specified quantity (see also Section 7.1.5.3).
- Filling (see VDI/VDE 3699 Part 3) will emphasise the profile delineated by a curve.

7.1.3.3 Characters

Numerical displays and tag numbers impose the strictest requirements on legibility in the control of processes using display screens. This is so because each character has a meaning and must allow identification beyond doubt. No conclusions can be drawn from the context. It is therefore important to comply with the recommendations of Table 4.

Note: Bit-mapped fonts (with constant character centre spacing) are favourable for plant identifiers and in particular for values that are arranged for comparison.

The requirements to be met by characters used for designations, text, message lines, curve labellings or units, on the other hand, are less strict.

7.1.4 Graphic symbols

7.1.4.1 Requirements

Graphic symbols shall be chosen or designed in accordance with the following requirements:

- unambiguous
- allowing reliable distinction

- gut leserlich
- schnell zu deuten
- sinnfällig
- leicht zu erlernen und einprägsam
(vgl. DIN EN 80416-1)

Bildzeichen sind verwendbar in

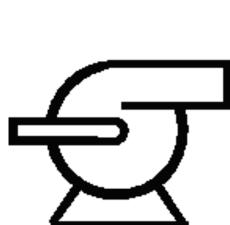
- Fließbildern,
- Tasten und
- Leitfeldern.

Bildzeichen werden eingesetzt, um Folgendes darzustellen:

- Objekte (Beispiel siehe Bild 9)
- Zustände
 - im ungestörten Betrieb
 - bei Abweichungen und Störungen
 - Reaktionen auf Bedienung
(z.B.: Anfahren läuft)
- Zustandsänderungen
 - durch Modifikation eines Symbols
(vorzugsweise mehrdimensional codiert)
 - Blinken oder Nichtblitzen
 - Orientierung, inverse Darstellung,
Hintergrund usw.
 - durch ein separates Symbol (z.B. für Alarm)

Nach ihrem Bezug zum dargestellten Objekt bzw. Funktion unterscheidet man (Bild 9):

- *Ideogramme* sind beliebige geometrische Figuren, denen durch Codierung eine bestimmte Bedeutung oder ein Sinn (daher auch „Sinnbilder“) zugeordnet wird.
- *Piktogramme* sind stilisierte Abbilder eines real existierenden Gegenstands oder eines Vorgangs. Für den Einsatz in verfahrenstechnischen Fließbildern sind sie nicht zu empfehlen, da die Funktion typischerweise nicht dargestellt wird. Die detailreichere Darstellung erschwert das sichere Erkennen.



Pumpe



Piktogramm

- easily legible
- allowing quick interpretation
- straightforward
- easy to learn and memorise
(cf. DIN EN 80416-1)

Graphic symbols may be used in:

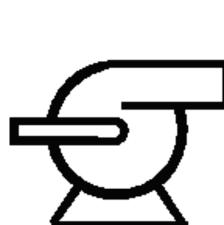
- mimics
- keys
- faceplates

Graphic symbols are used to represent:

- objects (for an example, see Figure 9)
- states
 - during undisturbed operation
 - for deviations and faults
 - response to operation (e.g. start-up in progress)
- changes of states
 - by modifying a symbol (preferably with multidimensional coding)
 - flashing or stationary
 - orientation, inverted, background, etc.
- by means of a specific symbol (e.g. for alarm)

A distinction is made in terms of the relation to the object or function represented (Figure 9):

- *Ideograms* are arbitrary geometrical shapes to which a specific meaning or an idea (whence the term “ideograms”) is assigned by coding.
- *Pictograms* are simplified images of an actual object or process. They are not recommended for use in process mimics, because the function is typically not represented. Their higher degree of detail makes them harder to identify in a reliable manner.



pump



ideogram

Bild 9. Piktogramm und Ideogramm einer Pumpe

Figure 9. Pictogram and Ideogram of a pump

7.1.4.2 Entwerfen und Auswählen von Symbolen

Beim Entwerfen und Auswählen von Symbolen sollte Folgendes beachtet werden:

- Bevor ein neues Symbol entworfen wird, ist zu prüfen, ob es nicht bereits ein geeignetes gibt.
- vorzugsweise eingeführte, genormte Symbole verwenden (DIN ISO 7000)
- Symbole nach Normen nur aus triftigem Grund (z.B. Dynamisieren) und nur so weit abwandeln, dass das genormte Symbol erkennbar bleibt.
- bei neu zu gestaltenden Zeichen möglichst Stereotypen heranziehen
- Jedes Symbol muss sich von allen anderen, im gleichen System verwendeten Symbolen deutlich unterscheiden! Es sollte eine charakteristische, möglichst unverwechselbare Form haben.
- Im Symbol nur so viel Detail wiedergeben, wie zum Unterscheiden und für die zu erfüllende Aufgabe (hier Prozessführung) notwendig ist. 3-D-Effekte sind außer zur Tastendarstellung zu vermeiden.
- Symbole nicht filigran ausführen, sondern möglichst schnörkellos, schlicht und einfach.
- Größe und Kontrast des Symbols so wählen, dass es leicht zu erkennen ist. Das Symbol sollte mindestens die Höhe von zwei Großbuchstaben haben in der Richtung seiner größeren Ausdehnung.
- Die Symbole sollten kombinierbar sein.
- Die Symbole sollten sich ihrerseits aus einem Repertoire von Formelementen zusammensetzen.

Die Zahl unterschiedlicher Symbole ist möglichst gering zu halten:

- Je mehr verschiedene Symbole es gibt, desto kleiner werden zwangsläufig die Unterschiede zwischen ihnen
- Je mehr Symbole, desto wahrscheinlicher ist, dass sich ihre Bedeutung nicht selbst erklärt, sondern erlernt werden muss. Daher sind selten vorkommende Symbole zusätzlich zu beschriften (z.B. temporär per Tooltip).
- Symbole gemäß nachvollziehbaren Regeln erstellen (z.B. Familienbildung).
- Bei Symbolen einer Familie (z.B. „Pumpe“ mit Ausprägungen Kreiselpumpe, Kolbenpumpe usw.) möglichst wenig Varianten benutzen. Im

7.1.4.2 Design and selection of symbols

The following should be taken into consideration when designing and selecting symbols:

- Before designing a new symbol, check whether a suitable one already exists.
- Prefer established, standardized symbols (DIN ISO 7000).
- Symbols taken from standards may only be modified for a good reason (such as dynamic presentation), and only to such an extent that the standardised symbol remains identifiable.
- Where new characters are designed, use stereotypes, where possible.
- Each symbol must be clearly different from all others used within the same system! It should have a characteristic form avoiding confusion with other symbols, if possible.
- Provide only as much detail in a symbol as is required for distinction and for the task at hand (in the case of this standard: process control). Avoid 3D effects, with the exception of button representations.
- Avoid filigree designs, prefer plain and simple designs.
- Choose size and contrast of the symbol so as to facilitate identification. In the direction of its largest dimension, the symbol should have a minimum size equivalent to the height of two capitals.
- Symbols should lend themselves to combination.
- Symbols should, in turn, be made up from a repertoire of elementary shapes.

The number of symbols should be kept as small as possible:

- The greater the number of different symbols, the smaller, inevitably, their differences.
- The greater the number of symbols, the more likely it becomes that they are no longer self-explanatory, i.e. that their meanings must be memorised. Therefore, symbols which are used only rarely shall be labelled additionally (e.g. with a temporary tool tip).
- Generate symbols according to transparent rules (e.g. formation of families).
- Use the smallest number of versions within a family of symbols (e.g. “pump”, with the variants “centrifugal pump” and “reciprocating

Fließbild wäre hier die Codierung für „Fördereinrichtung für Fluide“ zu benutzen. Wenn Modifikation notwendig wird, dann gemäß nachvollziehbaren Regeln.

7.1.5 Vorgestaltete Bildelemente

Vorgestaltete Bildelemente mit vorkonfektionierter Funktionalität haben den Zweck, den Konfigurierungsaufwand zu reduzieren und gleichartige Informationen auch gleichartig darzustellen.

Die in VDI/VDE 3695 beschriebenen Gruppen- und Kreisdarstellungen sind Beispiele für vorgestaltete Darstellungen. Mehrere Alternativen sind zur Darstellung von Kreisen gegeben:

- grafische Symbole (DIN EN 62424)
- vorkonfektionierte Leitfelder

Ergänzend können Wirklinien von und zu Sensoren und Aktoren verwendet werden.

Zur Darstellung von Apparaten, Aggregaten oder Schaltelementen sind vorgestaltete grafische Symbole erforderlich. Deren Zustand sollte durch Form und/oder Farbänderung angezeigt werden.

Zum Aufbau des statischen Grundbilds werden statische Bildelemente benötigt.

Die zur Anzeige und Bedienung verwendeten Bildelemente sind zu unterscheiden in solche für diskrete Zustände und solche für kontinuierliche Werte.

Bildelemente für diskrete Zustände sind u.a.:

- bei Aggregaten wie Pumpen, Motoren, Ventilatoren, Verdichter usw.: EIN, AUS, nicht verfügbar, gestört usw.
- bei Apparaten, Anlageteilen, Teilanlagen oder Bereichen bezüglich ihrer Verfügbarkeit: in Betrieb, außer Betrieb, Stillstand, Störung usw.
- Zustandsanzeigen für Rohrleitungen, z.B. durch Füllen mit Farben entsprechend DIN 2403
- Zustandsanzeigen aus der Leittechnik, z.B. Taster und Rückmeldungen (EIN, AUS, Freigabe)

Bildelemente für Analogwerte sind beispielsweise:

- Anzeigefeld für alphanumerische Zeichen mit vorgebarem Format (Ganzzahl/Gleitkommazahl, angezeigte Stellen, Nachkommastellen, physikalische Einheiten)
- kombinierte Anzeige von Sollwerten, Parametern oder Variablen, z.B. Analysewerte, Betriebsdaten
- Kurven gemäß VDI/VDE 3699 Blatt 4

pump”). In the mimic, the coding to be used in this case would be the one for “conveying equipment for fluids”. Any necessary modifications should follow transparent rules.

7.1.5 Preformatted display elements

Preformatted display elements with preconfigured functionality have the purpose to reduce the configuration expenditure and to display similar information in the same way.

The group and loop displays described in VDI/VDE 3695 are examples of preformatted displays. Several alternatives are given for presenting loops:

- graphic symbols (DIN EN 62424)
- preformatted faceplates

Additionally lines of effect from and to sensors and actuators may be applied.

Preformatted graphic symbols are necessary for the presentation of processing equipment, machinery, or switching elements. Their statuses should be displayed by changes in shape and/or colour.

Static display elements are required to construct the static basic display.

Display elements used for display and interaction shall be divided into those that refer to discrete states and those that refer to continuous values.

Display elements for discrete states are e.g.:

- for machinery such as pumps, motors, fans, compressors, etc.: ON, OFF, not available, faulty, etc.
- for process equipment, plant parts, plant sections or areas, their availability states: operating, out of operation, standstill, faulty, etc.
- status indications for pipes, e.g. by filling with colour in accordance with DIN 2403
- status indications from the control system, e.g. switches and feedback signals (ON, OFF, release)

The following are examples of display elements for analog values:

- display fields for alphanumeric characters with a customisable format (integers/floating points, number of digits and decimals, engineering units)
- combined display and input fields for setpoint values, parameters, or variables, e.g. analysis values, operating data
- curves in accordance with VDI/VDE 3699 Part 4

- Balken mit vertikaler oder horizontaler Ausrichtung, die z.B. einen schnellen Vergleich von zwei oder mehreren Werten gestatten oder den Füllstand von Behältern anzeigen
- geometrische Objekte (z.B. Kreis, Quadrat, Dreieck, Striche), die als Funktion eines Werts in ihrer Größe, Strichdicke und/oder Lage variieren

Überdies werden im leittechnischen Fließbild verschiedenartige Leitfelder mit abgestuften Anzeigeelementen benötigt. Mit ihnen soll die Spannweite von der voll bedienbaren Darstellung einer Kaskadenregelung bis zur eingeschränkt bedienbaren Darstellung komplex vermaschter Regelkreise mit vielen Reglern konfigurierbar sein.

7.1.6 Anwenderdefinierte Bildelemente

Anwenderdefinierte Bildelemente entsprechen den vorgestalteten Bildelementen, werden jedoch vom Anwender projektiert. Anwenderdefinierte Bildelemente sollten bei der Projektierung und für den Operator bei der Prozessführung in der Handhabung keinen Unterschied zu den vorgestalteten Bildelementen aufweisen.

7.2 Grundlagen der Codierung

Beim Codieren wird einer Informationskategorie eine bestimmte Darstellung nach einer festgelegten Vereinbarung, dem Code, zugeordnet, z.B. dem Zustand „Alarm“ ein weißes „A“ auf rotem Feld.

Auf Bildschirmen in Warten werden zum Codieren Blinken, Farbe, Figur, Form, Ausdehnung, Richtung (Winkel) oder Lage verwendet. Sollen diese Dimensionen zweckmäßig und angemessen angewandt werden, sind folgende Vorgaben und Empfehlungen zu beachten.

7.2.1 Anforderungen an Codierung

Ein Code muss folgende Eigenschaften haben:

- eindeutig
- sinnfällig
- leicht zu erlernen
- gut zu behalten
- widerspruchsfrei gegenüber bestehenden Konventionen (z.B. ist die Farbe Grün für STOP ungeeignet)

Für die zur Codierung verwendeten Zeichen bedeutet dies:

- Je folgenreicher die Verwechslung zweier Zeichen sein kann, desto verschiedener muss ihre Darstellung sein.
- Auffälligkeit des Zeichens entsprechend Dringlichkeit bzw. Wichtigkeit vergeben

- horizontal or vertical bar graphs, which, for instance, enable the rapid comparison of two or more values or show tank content levels

- geometric objects (e.g. circle, square, triangle, line), whose size, line thickness and/or position varies as a function of a value

Moreover, a process control mimic requires various types of faceplates with graded display and interaction possibilities. These should enable the configuration of anything between the fully interactive display of a cascade control loop to the display of control loops with complex interactions and many controllers but limited interaction.

7.1.6 User-defined display elements

User-defined display elements are like predefined display elements, but are engineered by the user. They should not differ from preformatted display elements during engineering or when handled by the operator during process control.

7.2 Coding

Coding is the assignment of a specified representation to a category of information (such as a white A in a red rectangle for the status “alarm”) in accordance with a convention (the code).

Screens in control rooms use the following for coding: flashing, colour, figure, form, extent, direction (angle), or position. These dimensions can only be used in a meaningful and appropriate manner if the following specifications and recommendations are observed.

7.2.1 Requirements to coding

A code shall have the following characteristics:

- unambiguous
- straightforward
- easy to learn
- easy to remember
- consistent with existing conventions (the colour green, for instance, is not suitable for a STOP signal.)

For the characters used in the code, this implies:

- The more serious the consequences of confusing two characters, the more their representations must differ.
- The conspicuousness of the character must be chosen in accordance with its urgency or relevance.

- einheitliche Codierung verwenden
- Codierung konsequent anwenden, das heißt stets bei der getroffenen Zuordnung bleiben, anderenfalls entsteht Verwirrung beim Benutzer, die zu Fehlern führen kann.

7.2.2 Farbcodierung

Darzustellenden Kategorien (z.B. Zuständen) wird eine bestimmte Farbe zugeordnet. Dadurch wird das Suchen von Information in großen Datenmengen erleichtert und beschleunigt.

In Werten werden durch Farbe folgende Kategorien codiert: Zustände und Ereignisse, Werteklassen (z.B. Sollwerte, Istwerte) sowie gegebenenfalls Medien.

Die Wahl der hierfür verwendeten Farben wird von der gewünschten Auffälligkeit, eingeführten Bedeutung (z.B. Rot für Gefahr) sowie der Untergrundfarbe abhängen. Das sinnvolle Abstimmen aller Einflussgrößen und deren Kombination führen zu einem Farbkonzept wie in [4] abgeleitet und in Tabelle 6 als ein Beispiel wiedergegeben. Es zeigt, welche Farbe zu welchem Zweck zu verwenden ist, um das insgesamt günstigste Ergebnis zu erhalten.

Sind andere als die genannten Kategorien farblich zu codieren, ist das Konzept entsprechend zu adaptieren. Gleiches gilt, wenn in einem bestimmten Einsatzgebiet abweichende Festlegungen bereits eingeführt sind (branchenspezifische Codierung).

Beispiel

In der elektrischen Netzeitechnik EIN = rot (weil Gefahr durch spannungsführende Teile) – in der Verfahrenstechnik EIN = grün (weil Normalzustand).

Beim Codieren mit Farben ist zu beachten:

- Die Farben für Zustände müssen absolut voneinander unterscheidbar sein, das heißt, sie können ohne Vergleichsfarbe eindeutig benannt werden. Somit sollten nicht mehr als acht Farben verwendet werden (ohne Untergrund und Medienfarben).
- Farben sollten nur redundant zu anderen Codierungen (genauer Code-Dimensionen) wie Form, Ausdehnung, Richtung (Winkel) oder Lage verwendet werden. Bei Verkehrsampeln zum Beispiel wird deshalb zur Farbe stets auch die Lage (rot ist immer oben) zur Codierung herangezogen.

- Use harmonised coding.
- Apply the code consistently, i.e. always stick with the assignment made. Otherwise, the user will be confused, which gives rise to errors.

7.2.2 Colour coding

Categories to be represented (such as states) are assigned a specific colour. This facilitates and accelerates the search for information within large data volumes.

The following categories are colour-coded in control rooms: states and events, classes of values (such as setpoints, actual values), and media, if appropriate.

The choice of the colours will depend on the desired conspicuity, established meanings (such as red for danger) and the colour of the background. A meaningful harmonisation of all influencing factors and their combination results in a colour scheme as the one derived in [4] and presented in Table 6. This scheme shows which colour is to be used for what purpose in order to achieve the best overall result.

For colour coding of any other categories than those mentioned, the scheme shall be adapted. The same holds if different conventions already exist in a certain application (industry-specific code).

Example

ON = red in power system control (as live parts mean danger); in process engineering ON = green (signalling normal condition).

When using colours for coding, note the following:

- Colours used to code states shall allow absolute distinction, i.e. identification without a colour reference. This means that no more than eight colours (excluding background and media colours) should be used.
- Colours should only be used to supplement other codes (or, more precise, dimensions of a code) such as form, extent, direction (angle), and position. In traffic lights, for instance, the position (red always on top) is always used for coding in addition to colour.

Tabelle 6. Beispiel für ein Farbkonzept in Anlehnung an [4]

	Darzustellen (Objekttyp)	Farbe	Basis	Bemerkungen
Untergrund	Bilduntergrund	unbunt grau		homogener Untergrund wichtig, keine Muster, Fotos, Wasserzeichen oder dergleichen
	Felder bei Bildschirmteilung			benachbarte Felder unterscheiden sich in Nuancen
	Untergrund von Fenstern/von Fenstern im „Stapel“			stets heller als der Bilduntergrund, undurchsichtig oberstes (aktuelles) Fenster kennzeichnen
	Apparate (Behälter, Kolumnen)			vom Untergrund verschieden
Hintergrund	Gitterlinien in Kurvenfeldern	blau		
Zustände	Alarm	rot	DIN EN 60073 [7]	Ereignisse sind Zustandsänderungen, sie werden durch zusätzliches Blinken codiert.
	Warnung	gelb		
	Vorwarnung	grün gelb		
	Bedienauflorderung, (HAND)	blau		
	NORMAL (AUTO)	grün	DIN 19235	Die Farborte dieser Signalfarben sind festgelegt in CIE S 004
	EIN, AUF			
	AUS, ZU	weiß		
	temporär nicht verfügbar	hellgrau (invers)		z.B. Aggregate, die gewartet werden
	vom Leitstand nicht bedienbar (keine Fernsteuerung)	grau		z.B. Armaturen, die nur manuell und nur vor Ort betätigt werden können; im gleichen Grau wie Apparate
	durchlaufene Schritte	halbhell		Statt Schritte können auch Phasen (das heißt zu einer technologischen Grundoperation wie „Dosieren“ zusammengefasste Schritte zu kennzeichnen sein) wenn Weiterschaltbedingung nach Ablauf der Überwachungszeit immer noch fehlt
bestimmungsgemäße v. Steuerungen	Folgeschritte	halbhell		
	aktueller Schritt (Istschritt)	hellgrün		
	Laufzeitfehler	gelb		
	Istwerte	hellgrün		z.B. Messwerte, Regelabweichungen
Werte-kategorien	Sollwerte	blau		
	Eingaben	weiß*)		*) vor der Übernahme als Soll- oder Stellwert
	Stellwerte	ocker		
Medien	Wasser	grün	DIN 2403	Medien sollten nur dann farblich gekennzeichnet werden, wenn dies im Einzelfall Vorteile bringt. Kriterien dafür siehe VDI/VDE 3699 Blatt 3. Gegebenenfalls Rohrleitungen farbig, dagegen weder die Apparate (z.B. Kolumnen) noch die Aggregate farbig. Letztere erhalten die Farbe, die ihrem aktuellen Zustand entspricht.
	Wasserdampf	rot		
	Luft	grau		
	brennbare Gase	gelb		
	nicht brennbare Gase	schwarz		
	Säuren	orange		
	Laugen	violett		
	brennbare Flüssigkeiten	braun		
	Sauerstoff	blau		
Texte der Meldungen	Prozessmeldungen		VDI/VDE 3699 Blatt 5	Die Texte der Prozessmeldungen werden um Zustandsanzeigen V, W, A (siehe oben) erweitert. Diese blinken so lange, bis die Meldung quittiert wird. Ausführliche Darstellung in VDI/VDE 3699 Blatt 5.
	• Kam-Meldungen	weiß		
	• Ging-Meldungen	halbhell		
	Leittechnikmeldung	hellgelb		

Table 6. Example for a colour concept adapted from [4]

	To be represented (object type)	Colour	Basis	Notes
Background	background of screen	gray		A uniform background is important; no pattern, photos, watermarks or such like.
	fields in case of screen splitting			neighbouring fields differ by nuances
	background of windows of stacked windows			always lighter than screen background, opaque top (selected) window to be labelled
Intermediate layer	apparatus (vessels, columns)	gray		different from background
	grid lines in curve display fields			
states	alarm	red	DIN EN 60073 [7]	events are changes of states; they are additionally coded by means of flashing
	warning	yellow		
	prewarning	yellowish-green		
	operator prompt (manual)	blue		
	normal (auto)	green		
	on, open	white	DIN 19235	the colour locations of these signals are specified in CIE S 004
	off, closed			
	temporarily unavailable	light gray (inverted)		e.g. equipment in maintenance
	not to be operated from control desk (no remote control)	gray		e.g. valves to be operated only manually and only locally, shown with the same gray as apparatus
	steps performed	semi-light		stages (i.e. steps subsumed in one technological basic operation, e.g. „dosing“) may be labelled instead of steps
categories of value	sequence steps	semi-light		
	step in progress (actual step)	light-green		
	runtime error	yellow		
	actual value	light-green		e.g. measured values, deviations
media	setpoint	blue		
	input values	white ^{*)}		^{*)} prior to adoption as setpoint or value of manipulated variable
	values of manipulated variable	ochre		
	water	green	DIN 2403	Media should only be colour-coded if this offers an advantage in the case in question. Criteria for this are given in VDI/VDE 3699 Part 3. Only pipings are to be coloured; neither apparatus (Such as columns) nor units shall be coloured. The latter are given the colour corresponding to their current state.
Message texts	water vapour	red		
	air	gray		
	combustible gases	yellow		
	non-combustible gases	black		
	acids	orange		
	bases	violet		
	combustible liquids	brown		
	oxygen	blue		
	process messages	VDI/VDE 3699 Part 5		The texts of process messages are supplemented by state indications V, W, A (see above). These will flash until the message is acknowledged. For a detailed description refer to VDI/VDE 3699 Part 5.
	• “came” messages			
	• “gone” messages			
	i&c messages			

- Je wichtiger die Information für den Operator ist, desto auffälliger sollte die Farbe sein, desto mehr sollte sie sich vom Untergrund abheben und sich von den Farben der Umgebung unterscheiden.

Der Hintergrund soll möglichst achromatisch (unbunt), vorzugsweise grau sein. Dann ist die Rückwirkung auf die Wahrnehmung der Farben im Vordergrund am geringsten. Leuchtdichten von 5 cd/m^2 bis 10 cd/m^2 werden empfohlen (siehe auch DIN EN ISO 9241-302 sowie [4]). Das zulässige Verhältnis der Leuchtdichten zwischen den Bildschirm(en) und deren Umgebung hängt davon ab, ob die Durchführung der Aufgabe einen häufigen Blickwechsel erfordert. Bei häufigem Blickwechsel zwischen Bildschirm und Umgebung sollte das Verhältnis der Leuchtdichten kleiner 1 : 10 sein (siehe DIN EN ISO 11064-4). Bei einer Nennbeleuchtungsstärke von 500 lx (für Warten gemäß DIN EN 12464) und dem empfohlenen Reflexionsgrad von 0,45 wird dieses Verhältnis problemlos eingehalten.

7.2.3 Analoganzeigen

Analoganzeigen bilden Werte einer Größe (z.B. Druck) durch eine andere, wahrnehmbare Größe (z.B. Länge eines Balkens) ab. Zum Ablesen sollten Analoganzeigen mit Skalen versehen werden (Bild 10).

Analoganzeigen eignen sich im Gegensatz zu Digitalanzeigen (siehe Abschnitt 7.2 und Tabelle 7) für:

- überschlägiges Ablesen (orientierendes Wahrnehmen gemäß DIN EN 894-2)
- Einordnen des Werts relativ zum Anzeigebereich
- schnelles Vergleichen von Werten verschiedener Größen
- tendenzielles Verfolgen der Wertänderungen einer Größe

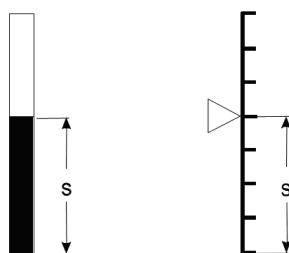


Bild 10. Beispiele für Analoganzeigen

- The more important the information is to the operator, the more conspicuous the colour should be, the more should it contrast with the background and differ from neighbouring colours.

The background should be achromatic, if possible, grey being the most favourable colour. In that case, there will be the least possible interference with the perception of foreground colours. Luminances of 5 cd/m^2 to 10 cd/m^2 are recommended (see also DIN EN ISO 9241-302 and [4]). The permissible luminance ratio between the screen(s) and the surroundings depends on how often the operator has to change view between them in order to fulfil his task. Where frequent view changes between the screen and the surroundings are required, the luminance ratio should be less than 1 : 10 (see DIN EN ISO 11064-4). In case of a nominal illuminance of 500 lx (for control rooms as specified in DIN EN 12464) and the recommended reflectivity of 0,45, this ratio is easily achieved.

7.2.3 Analog displays

Analog displays represent the values of a quantity (such as pressure) by means of a different, perceptible quantity (such as the length of a bar). In order to facilitate reading out, analog displays should be scales (Figure 10).

Analog displays are suitable for the following where digital displays are not appropriate, (see Section 7.2 and Table 7):

- approximate read-out (for orientation, as defined in DIN EN 894-2)
- relating a value to the range of indication
- quick comparison of values of different quantities
- following trends in the values of a quantity

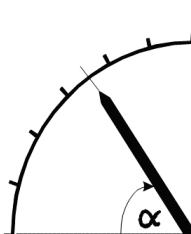


Figure 10. Examples of analog displays

Tabelle 7. Ausführung von Analoganzeigen

Analoge Größe	Anzeige	Anwendung
Fläche	Balken	mehrere Balken nebeneinander sind ideal fürs Vergleichen der Werte mehrerer Größen
Länge	Zeiger entlang Strecke	als analoger Steller (z.B. für Sollwerte) ausführbar
Winkel	Zeigerinstrument	großer Flächenbedarf, daher für Bildschirme weniger geeignet

Table 7. Design of analog displays

Analog quantity	Display	Application
Area	bar	several bars side-by-side are ideal for comparing the values of several quantities
Length	pointer moving along a line scale	can be used to simulate an analog adjuster (e.g. for setpoints)
Angle	dial instrument	requires large area, therefore less suitable for display screens

Nachteil: Analoganzeigen haben höheren Flächenbedarf als Digitalanzeigen.

Anmerkung: Bei Hybridanzeigen wird dieselbe Größe analog und in Ziffern angezeigt. So werden die Vorteile beider Arten genutzt. Dabei sind die Statusanzeigen nicht redundant auszuführen. Die Analoganzeige „Kurven“ ist in VDI/VDE 3699 Blatt 4 ausführlich beschrieben.

7.2.3.1 Skalen

Skalen dienen dem Quantifizieren analoger Anzeigen. Sie sollten auf Bildschirmen lediglich orientierendem Ablesen dienen. Interpolieren zwischen Teilstichen erübrigts sich, wenn der genaue Wert (zusätzlich) digital angezeigt wird oder, z.B. per Leselineal, abrufbar ist.

Neben der Art der Skale (Kreis, Strecke) sind Skalenlänge, Skalenteilung und Skalenbezeichnung zu beachten.

Skalenlänge

Die Skalenlänge bildet den Anzeigebereich ab, der sich zwischen dem Skalenanfangswert und Skalenendwert erstreckt. Die Berechnung der notwendigen Skalenlänge in mm ist in Anhang A zu VDI 3699 Blatt 4 nachzulesen.

Skalenteilung

- Sie unterstützt das überschlägige Ablesen.
- Der Anzeigebereich wird mittels Teilstichen in Skalenteile gegliedert.
- Der Abstand zwischen Teilstichen sollte mindestens die doppelte Zeichenhöhe betragen (siehe auch Anmerkung zu Tabelle 4).
- Der Abstand der Teilstiche kann äquidistant (lineare Teilung) oder verschieden (nicht linear, z.B. logarithmisch) sein. Bild 11 zeigt ein Tachometer mit Spreizung eines Anzeigesegments.

Disadvantage: analog displays take more screen space than digital displays.

Note: Hybrid displays show the same quantity in an analog way and digitally, using the advantages of both types. Curves as an analog display type are described in detail in VDI/VDE 3699 Part 4.

7.2.3.1 Scales

Scales make analog displays quantitative. They should only serve for orientation when used on screens. Interpolation between scale marks will not be necessary if the precise value is (also) provided as a digital indication or can be retrieved, e.g. by means of a ruler.

In addition to the type of scale (circular or line scale), consideration should be given to the scale length, scale division, and numbering.

Scale length

The scale length emulates the range of indication between the lower and upper limits of the scale. The calculation of the required scale length, in millimetres, can be found in Annex A to VDI 3699 Part 4.

Scale division

- It allows approximate read-out.
- The range of indication is subdivided by means of scale marks.
- The spacing between scale marks should be no less than twice the character height (see also note to Table 4).
- Scale marks may be spaced equidistantly (linear scaling) or variable (non-linear, e.g. logarithmic). Figure 11 shows a tachometer with a spreaded display segment.

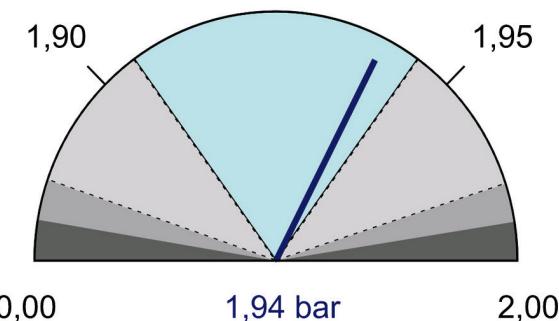


Bild 11. Tachometer mit Spreizung eines Anzeigesegments /
Figure 11. Tachometer with a spreaded display segment

- Bei der für Bildschirme empfohlenen Grobteilung haben alle Teilstriche dieselbe Dicke.
- Die Grob-Feinteilung zeichnet sich durch Teilstriche verschiedener Dicke und gegebenenfalls Länge aus.
- Der Wert pro Skalenteil sollte nach DIN EN 894-1 1 (Einerteilung), 2 (Zweierteilung) oder 5 (Fünferteilung) oder das dekadische Vielfache davon (z.B. 10 oder 200 oder 0,05) betragen. Andere Teilungen sind nicht zu verwenden.

Zur Skalenteilung von Zeitachsen siehe VDI/VDE 3699 Blatt 4, Abschnitt 6.4.

Skalenbezifferung

Teilstriche sind äußerst sparsam mit Ziffern zu versehen. Meist genügt es Anfangs- und Endwert anzugeben.

7.2.3.2 Balkenanzeigen

Balken repräsentieren physikalische Größen, wobei die Balkenlänge analog dem Wert der Größe innerhalb des Anzeigebereichs ist. Bei Balkenanzeigen ist Folgendes zu beachten:

- Balkenrichtung**
Horizontale Balken sind besser zu beschriften als vertikale.
- Balkenlänge**
Mit Rücksicht auf die typischen Betriebsmessgenauigkeiten sollten Wertveränderungen von 1 % noch deutlich erkennbar sein. Um diese Längenänderung des Balkens aus 70 cm bis 90 cm Sehabstand noch wahrnehmen zu können, ist eine Balkenlänge von mindestens 30 mm erforderlich.
- Balkenbreite**
Sie sollte ca. 5 mm sein. Breitere Balken verleihen dem Balken eine überproportionale und damit unangemessen hohe Auffälligkeit.

- In the coarse graduation recommended for screens, all scale marks have the same thickness.
- Coarse/fine graduations are characterised by scale marks of different thicknesses and, if appropriate, lengths.
- The value per scale division shall be – according to DIN EN 894-1 – one, two or five or its decadic multiples (e.g. 10, 200, or 0,05). Other divisions shall not be used.

For scale divisions on time axes, see VDI/VDE 3699 Part 4, Section 6.4.

Scale numbering

Use digits extremely sparingly on scale marks. Giving the lower and upper limits will suffice in most cases.

7.2.3.2 Bars

Bars represent physical quantities, the length of the bar being analog to the value of the quantity within the range of indication. When using bars, note the following:

- direction of bar**
Horizontal bars are easier to label than vertical bars.
- bar length**
Considering the typical accuracies of in-situ measurements, variations in value of 1 % should still be clearly identifiable. Perceiving such change in bar length from a viewing distance of 70 cm to 90 cm requires a bar length of at least 30 mm.
- bar width**
Approximately 5 mm are recommended. Wider bars make the bar disproportionately, and thus inappropriately, conspicuous.

- Balkenfarbe
 - nach Kategorie der durch den Balken wiedergegebenen Größe (z.B. Ist- oder Sollgröße) wählen (siehe auch Abschnitt 7.2.2)

Wichtiger Hinweis

Keine gesättigten (Signalfarben) verwenden, sonst wird dem Balken wegen seiner Fläche überproportionale Auffälligkeit zu Lasten der wichtigeren Zustandsanzeigen verliehen!

- Farbumschlag des Balkens bei Grenzüberschreitung aus folgenden Gründen vermeiden:
 - Bruch der Codierung, Inkonsistenz zu anderen Darstellungen (Kurven, Meldungen), bei denen Zustandsänderungen durch eine zusätzliche Codierung einheitlich dargestellt sind, z.B. „weißes A auf rotem Feld“ für Alarm. So wird sichergestellt, dass auch bei Werten, die den Rahmen des Balkens nur unwesentlich füllen, der Zustand erkannt wird.
 - Der Farbumschlag würde das Überschreiten eines oberen Grenzwerts weit auffälliger sichtbar machen als das Unterschreiten eines unteren, obwohl die Bedeutung dieses Ereignisses gerade umgekehrt sein könnte.

- Grenzen

Es wird empfohlen, Grenzwerte neben dem Balken sichtbar zu machen. Dies ermöglicht dem Operator frühzeitig zu erkennen, dass sich ein Wert auf einer Grenze bewegt. Dann kann er rechtzeitig Gegenmaßnahmen einleiten. Sind nur wenige Grenzwerte anzugeben, kann dies vorteilhaft durch schmale Balken geschehen (Beispiel siehe Bild 11).

Wichtiger Hinweis

Balken dürfen nicht blinken.

Begrenzungen des Stellbereichs für den Sollwertsteller sind andersartig darzustellen.

Balkendarstellungen (Histogramme) oder x-y-Diagramme für Profilanzeigen

- Balkendarstellungen sind zu empfehlen, um vergleichbare Größen in Relation wiederzugeben, z.B. über einer Reihe gleichartiger Aggregate, ortsabhängig entlang einer Pipeline.

- bar colour
 - to be selected depending on the category of the quantity represented by the bar (such as actual value or setpoint; see also Section 7.2.2)

Important remark

Do not use saturated (signal) colours which would make the bar, considering its area, disproportionately, and thus inappropriately, conspicuous at the cost of the more important state indications!

- When limits are exceeded, avoid changing the bar colour for the following reasons:
 - This would break the coding convention and be inconsistent with other presentations (curves, messages) where changes of state are represented in a unified manner by means of an additional code, e.g. “white A in red rectangle” for alarm. This ensures reliable identification of the status even in case of values that fill only a small part of the bar.
 - The change in colour would make an overshoot far more conspicuous than an undershoot, even though the reverse might be necessary for the event.

- limits

It is recommended to display limits beside the bar. This allows the operator an early identification of values approaching a limit, so that he can take countermeasures in due time. Narrow bars may be a good means to display this (see Figure 11 for an example).

Important remark

Bars must not flash.

Limitations to the manipulating range of the set-point adjuster shall be represented in a different manner.

Bar presentations (histograms) or x-y diagrams for profile indications

- These are recommended to visualise the relations between comparable quantities, e.g. for a series of identical units, as a function of position along a pipeline.

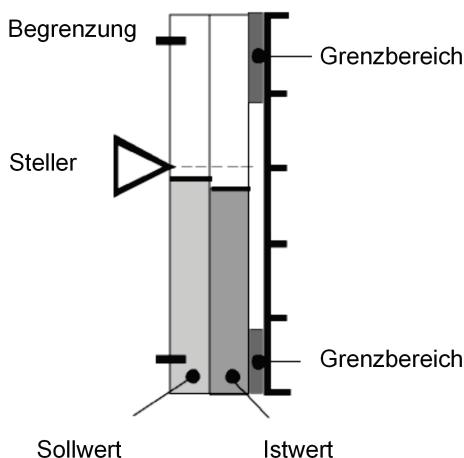


Bild 12. Beispiel einer Balkendarstellung mit Grenzbereich und Sollwertsteller

- Die Ausrichtung des Profils sollte möglichst kompatibel zur Topologie sein, z.B. Druckprofil einer Pipeline horizontal, Temperaturprofil über eine Kolonne vertikal.

7.2.3.3 Weitere Anforderungen

- Das Schriftbild der Ziffern (z.B. Anlagenkennzeichen) ist gemäß Abschnitt 7.1.3.3 zu wählen.
- Ungültige Werte (z.B. infolge ausgefallener Aktualisierung) sind zu kennzeichnen.
- Ersatz- oder Simulationswerte werden neben dem Wert durch ein Symbol gekennzeichnet (siehe auch VDI/VDE 3699 Blatt 4).
- Grenzwertverletzungen der angezeigten Werte sind durch zusätzliche Symbole am Balkendiagramm zu kennzeichnen. Diese Symbole entsprechen den verwendeten Informationsklassen. In Tabelle 8 und Tabelle 9 sind Beispiele für Darstellung von Meldungszuständen und Prioritäten wiedergegeben.
- Der Gubereich von Prozesswerten kann durch zusätzliche Symbole am Balkendiagramm dargestellt werden. Die Verletzung des Gutbereichs wird durch Farbumschlag dieser Symbole dargestellt.

7.2.4 Digitalanzeigen

Sie werden auch Ziffernanzeigen genannt und sind anzuwenden, wenn der genaue Wert von Interesse ist. Ablesefehler werden vermieden, weil sich Interpolation erübrigert. Digitalanzeigen benötigen gegenüber Analoganzeigen auf dem Bildschirm weniger Platz.

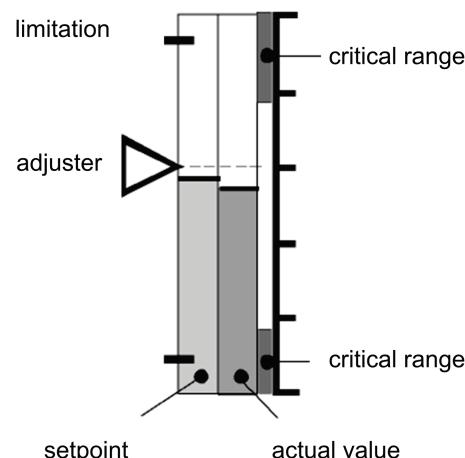


Figure 12. Example of bar indicator including critical ranges and setpoint adjuster

- If possible, the alignment of the profile should be compatible with the topology, e.g. the pressure profile along a pipeline should be a horizontal profile, the temperature profile along a column should be a vertical one.

7.2.3.3 Additional requirements

- The appearance of digits (such as tag numbers) shall be in accordance with Section 7.1.3.3.
- Invalid values (e.g. due to failed upgrade) are to be marked.
- Substitution or simulated values shall be identified by a symbol next to the value (see also VDI/VDE 3699 Part 4).
- Limit violations of displayed values are to be marked by displaying additional symbols beside the bar. These symbols correspond to the classes of information used. Examples for displaying message conditions and priorities are given in Table 8 and Table 9.
- The valid range of process values can be represented by additional symbols on the bar chart. The violation of this range is represented by a colour change of these symbols.

7.2.4 Digital displays

This type of display is also called numerical display; it is used where the precise value is of interest. Read-out errors are avoided as interpolation is not necessary. Digital displays require less screen space than analog displays.

Tabelle 8. Beispiel 1 für Prioritäten von Meldungen und Zuständen und ihre Darstellung

Priorität der Meldung Meldungszustand	Prozessmeldungen			Leittechnikmeldung
	Vorwarnung V	Warnung W	Alarm A	Störung in der Leittechnik S
Kam	Fläche gelbgrün, „V“ schwarz	Fläche gelb ^{a)} /schwarz blinkend, „W“ schwarz/gelb blinkend, Blinkfrequenz: 2 Hz +	Fläche rot ^{a)} /weiß blinkend, „A“ weiß/rot blinkend, Blinkfrequenz: 2 Hz ^{b)}	Fläche schwarz, „S“ gelb/schwarz blinkend, Blinkfrequenz: 2 Hz b)
Kam, quittiert	Fläche gelbgrün, „V“ schwarz	Fläche gelb ^{a)} , „W“ schwarz	Fläche rot ^{a)} , „A“ weiß	Fläche schwarz, „S“ gelb
Keine Meldung	Leerfläche (Platzhalter)	Leerfläche (Platzhalter)	Leerfläche (Platzhalter)	Leerfläche (Platzhalter)

^{a)} Farben gemäß DIN EN 60073, Schriftfarben für besten Kontrast, Blinkhub für abgestufte Auffälligkeit, Hintergrund: dunkel

^{b)} Blinkfrequenzen nach DIN 19235

Die Schriftzeichen „W“, „A“ blinken in gegenphasigem Takt zum Hintergrund. Sie bleiben dadurch stets leserlich.



Durch die Form ihres Hintergrunds oder ein zusätzliches Symbol kann gezeigt werden, ob für die Meldung der gekennzeichneten Priorität das Überschreiten einer oberen oder das Unterschreiten einer unteren Grenze maßgebend war.

Tabelle 9. Beispiel 2 für Prioritäten von Meldungen und Zuständen und ihre Darstellung

Priorität Meldungszustand	Prozessmeldung				Unterdrückt
	Priorität 1 	Priorität 2 	Priorität 3 		
Kam	Fläche rot/schwarz blinkend, „1“ schwarz/rot blinkend (0,5 Hz)	Fläche gelb/schwarz blinkend, „2“ schwarz/gelb blinkend (0,5 Hz)	Fläche orange/schwarz blinkend, „3“ schwarz/orange blinkend (0,5 Hz)		Fläche weiß, „S“ schwarz
Kam, quittiert	Fläche rot, „1“ schwarz	Fläche gelb, „2“ schwarz	Fläche orange, „3“ schwarz		
Keine Meldung	Leerfläche (Platzhalter)	Leerfläche (Platzhalter)	Leerfläche (Platzhalter)		

Anforderungen:

- Digitalanzeigen sollten nicht schneller als mit 1 Hz aktualisiert werden (sonst ist das Ablesen erschwert).
- Die Anzahl der verwendeten Dekaden ist dem Zweck anzupassen. Empfohlen werden vier Dekaden, da mehr als vier Dekaden eine nicht vorhandene Genauigkeit vortäuschen und das Ablesen erschweren. Ausnahme: Werte von Zählern können mehr als vier Dekaden benötigen.
- Das Schriftbild der Ziffern ist gemäß Abschnitt 7.1.3.3 zu wählen.

Requirements:

- Digital displays should not be updated at a frequency of over 1 Hz (which would make them hard to read).
- The number of decades used must be matched to the purpose. Four decades are recommended. Using more than four decades implies a precision that does not exist and makes the display hard to read. Exception: Values of counters may require more than four decades.
- Choose the font of digits as described in Section 7.1.3.3.

Table 8. Example 1 for priorities of messages and states and their display

		Process messages			I & C message
Message priority	Prewarning		Warning	Alarm	I & C fault
Message status	P		W	A	F
Raised	yellowish-green shape, black "P"	yellow shape ^{a)} /flashing black, "W" flashing back/yellow, flashing frequency 2 Hz ^{b)}	red shape ^{a)} /flashing white, "A" flashing white/red, flashing frequency 2 Hz ^{b)}	black shape, "F" flashing yellow/black, flashing frequency 2 Hz ^{b)}	black shape, "F" flashing yellow/black, flashing frequency 2 Hz ^{b)}
Raised, acknowledged	yellowish-green shape, black "P"	yellow shape ^{a)} , black "W"	red shape ^{a)} white "A"	black shape ^{a)} , yellow "F"	black shape ^{a)} , yellow "F"
No message	empty shape (placeholder)	empty shape (placeholder)	empty shape (placeholder)	empty shape (placeholder)	empty shape (placeholder)

^{a)} Colours according to DIN EN 60073, font colours for best contrast, flash amplitude for stepped conspicuity, background: dark^{b)} Flashing frequencies according to DIN 19235

The characters "W", "A" flash alternately with their background. They are thus always readable.



With the background shape or an additional symbol, notification can be made of whether the message was due to exceeding or falling below a limit.

Table 9. Example 2 for priorities of messages and states and their display

		Process message			
Priority	Priority 1	Priority 2	Priority 3	Suppressed	
Message status	1	2	3	S	
Raised	red/black flashing shape, black/red flashing "1" (0,5 Hz)	yellow/black flashing shape, black/yellow flashing "2" (0,5 Hz)	orange/black flashing shape, black/orange flashing "3" (0,5 Hz)	white shape, black "S"	
Raised, acknowledged	red shape, black "1"	yellow shape, black "2"	orange shape, black "3"		
No message	empty shape (placeholder)	empty shape (placeholder)	empty shape (placeholder)		

- Ungültige Werte (z.B. infolge ausgefallener Aktualisierung) sind durch die Anzeige von Zeichen „?“, „xxx.x“ oder „***.*“ in der Farbe „blau“ (vgl. NE 107) anstelle der Ziffern zu kennzeichnen.
- Ersatz-oder Simulationswerte werden neben dem Wert durch ein Symbol gekennzeichnet (siehe auch VDI/VDE 3699 Blatt 4, Bild 3).
- Grenzwertverletzungen der angezeigten Werte sind durch zusätzliche Symbole neben dem Wert zu kennzeichnen. Diese Symbole entsprechen den verwendeten Informationsklassen. In Tabelle 8 und Tabelle 9 sind Beispiele für Darstellung von Meldungszuständen und Prioritäten wiedergegeben.
- Sind zwei Werte miteinander zu vergleichen (z.B. Soll- und Istwert), sind diese übereinander
- Invalid values (e.g. when updating fails) shall be identified by displaying characters such as "?", "xxx.X" or "***.*" in blue colour (see NE 107) instead of digits.
- Spare and simulation values are indicated by a symbol next to the value (see also VDI/VDE 3699 Part 4, Figure 3).
- Limit violations of the displayed values are to be marked by displaying additional symbols next to the value. These symbols correspond to the classes of information used. Examples for displaying message conditions and priorities are given in Table 8 and Table 9.
- Where two values must be compared (e.g. set-point and actual value), arrange one on top of

anzuordnen, wobei die gleichwertigen Dekaden übereinander stehen.

7.2.5 Anzeige der Zustände von Aggregaten

Aggregate werden als Symbol dargestellt. „Symbol“ wird hier als Sammelbegriff für alle möglichen Bildzeichen (Piktogramme oder Ideogramme) verwendet (vgl. Abschnitt 7.1.4).

Die folgenden Zustände sollten im Symbol ausgedrückt werden:

- Normalbetrieb wie EIN, ZU, AUS. Dies gilt auch für Zustände wie Links-Rechts-Lauf, Geschwindigkeit 1 bzw. Geschwindigkeit 2 usw.
- Störung (pauschal)
- in Wartung (nicht verfügbar)

Anmerkung: Wartung wird als so wichtiger Zustand betrachtet, dass er im Symbol selbst dargestellt werden sollte.

7.2.5.1 Zustand „Läuft“

Wechseln Aggregate von einem diskreten Zustand (z.B. AUF) in den alternativen Zustand (z.B. ZU), ist dies anzugeben, wenn es längere Zeit ($> 2 \text{ s}$) dauert. Dazu sollte ein „Laufpfeil“ neben dem Symbol des entsprechenden Aggregats eingebettet werden.

Anmerkung: Bedarf der Zustand „Läuft“ der besonderen Aufmerksamkeit des Operators, kann die Auffälligkeit der „Laufpfeile“ durch Blinken erhöht werden.

Eine Blinkfrequenz von 0,5 Hz ist angemessen (weniger auffällig als das 2-Hz-Blinken bei Störungen, leicht von Letzterem zu unterscheiden, assoziiert „weniger dringlich“ als eine Störung). Zu beachten ist, dass ein 0,5-Hz-Blinken nur für relativ kurzzeitige transiente Zustände bis in den Bereich weniger Minuten empfohlen wird, da langfristiges Blinken die Aufmerksamkeit des Operators über Gebühr auf diesen Zustand lenkt.

Laufzustände sollten **nicht** mit 8-Hz-Blinken dargestellt werden (DIN 19235). Diese Blinkfrequenz erhöht die Auffälligkeit für den „Laufpfeil“ unangemessen.

7.2.5.2 Störungen

Störungen sind (auch vorübergehende) Zustände einer technischen Einrichtung, bei der eine Funktion ganz ausgefallen oder beeinträchtigt ist. Sie stammen aus der Anlage oder der Leittechnik. Beispiele sind Fehler in der Schaltanlage, widersprüchliche Endlagen, fehlende Aktualisierung, ausgefallene Elektronikbaugruppe.

7.2.5.2.1 Störungen in der Anlage

Störungen in der Anlage sind durch ein zusätzliches, aber stets gleiches Störungssymbol neben der Darstellung des gestörten Aggregats oder Apparats anzugeben. Dies gilt für alle Bilder, in denen Letzteres sichtbar ist, einschließlich Melde(folge)bild, in dem die Störung durch Text ausgedrückt wird (vgl. VDI/VDE 3699 Blatt 5).

the other, equivalent decades being in alignment.

7.2.5 Indication of machinery states

Machinery is represented by symbols, “symbol” being used in this context as a generic term for all kinds of graphic symbols (pictograms and ideograms; see also Section 7.1.4).

The following states should be symbolised by the symbol:

- Normal operation such as ON, CLOSED, OFF. This also applies to states like clockwise/ counterclockwise rotation, speed setting 1, 2, etc.
- fault (global)
- maintenance (unit not available)

Note: Maintenance as a state is considered so important state that it should be represented directly in the symbol.

7.2.5.1 “Running” state

When units switch from one discrete state (such as OPEN) to another (such as CLOSED), and this transition takes a certain time (more than 2 s), this shall be indicated. To this end, a “running” arrow should be shown beside the symbol representing the equipment in question.

Note: If the “running” state requires the operator’s particular attention, the conspicuity of the “running” arrows can be increased by flashing.

A flashing frequency of 0,5 Hz is appropriate (less conspicuous than the 2 Hz flashing in case of a fault, and easily distinguished from the latter, thus signalling that it is less urgent than a fault). Note that 0,5 Hz flashing is only recommended for rather short-term, transient states lasting no longer than a few minutes, as long-term flashing would draw the operator’s attention to this state more than it deserves.

“Running” states should **not** be represented by 8 Hz flashing (DIN 19235). This flashing frequency makes the “running” arrow inappropriately conspicuous.

7.2.5.2 Faults

A fault is a (persisting or transient) state of a technical system during which a function is completely unavailable or impaired. Its origin lies in the plant or in I&C. Examples include faults in the switchgear, status discrepancies, missing updates, failed electronic modules.

7.2.5.2.1 Plant faults

Plant faults shall be indicated by an additional fault symbol, which shall be the same in all instances, beside the representation of the faulty piece of equipment. This applies to all displays in which the piece of equipment can be seen, including the message (sequence) display where the fault is expressed in words (cf. VDI/VDE 3699 Part 5).

7.2.5.2.2 Störungen in der Leittechnik

Störungen in der Leittechnik sind durch ein zusätzliches Statussymbol zu kennzeichnen (siehe Tabelle 8).

7.2.5.3 Außerordentliche Betriebszustände

Von anstehenden Schutz- oder fehlenden Freigabesignalen, Ersatzwerten, einer Bedienung vor Ort usw. muss der Operator erfahren. Zu ihrer Kennzeichnung dienen zusätzliche Symbole. Treten an einem Aggregat oder Wert mehrere solcher außerordentlicher Betriebszustände gleichzeitig auf, genügt es, nur das Symbol des jeweils wichtigsten anzulegen (der Operator wird bei geringem Platzbedarf ausreichend informiert). Diese Überlegungen sind in Tabelle 10 zusammengefasst.

7.2.6 Blinken

Blinken ist der periodische Wechsel zwischen zwei verschiedenen Leuchtdichten und/oder Farben.

Blinken ist die optisch auffälligste Codierung.

Der Grad der Auffälligkeit hängt neben der Blinkfrequenz vom Blinkhub ab, das heißt vom Farb- und Leuchtdichte-Unterschied in den beiden sich abwechselnden Phasen.

Es wird empfohlen:

- Puls-Pause-Verhältnis 1 : 1, um maximale Auffälligkeit zu erreichen (DIN EN 60073)
- Blinkfrequenzen nach DIN 19235:
 - 2 Hz beim Eintreten von Zuständen, die zu beachten (kam-Meldung) sind und auf die zu reagieren ist

7.2.5.2.2 I&C faults

I&C faults are to be marked by an additional status symbol (see Table 8).

7.2.5.3 Extraordinary operating states

The operator shall be informed of active protection signals or missing release signals, substitution values, local control, etc. These are identified by additional symbols. If several extraordinary operating states are encountered simultaneously in the same piece of equipment or value, it suffices to indicate the symbol of the most important state (providing sufficient information to the operator while requiring little space). These considerations are summarised in Table 10.

7.2.6 Flashing

Flashing is the periodic change between two differing luminances and/or colours.

Flashing is the most conspicuous optical code.

In addition to the flashing frequency, the degree of conspicuity depends on the flash amplitude, i.e. colour and luminance contrast between the two alternating states.

It is recommended to

- use a one-to-one pulse-to-pause ratio to achieve maximum conspicuity (DIN EN 60073).
- use flashing frequencies as specified in DIN 19235:
 - 2 Hz for the occurrence of states that must be noticed (raised message) and which require response

Tabelle 10. Darstellung von Zuständen von Aggregaten

Zustand	Ausgedrückt im Symbol	Zusatzsymbol	Laufpfeil	Leitfeld
ZU, AUS	leer, um 90° gedreht ^{a)}			x
Läuft ZU	wie ZU, AUS		x	x
Zwischenstellung	halb gefüllt			x
Läuft AUF	wie AUF, EIN		x	x
AUF, EIN	ausgefüllt a)			x
Störung	pauschal	x		im Detail
Wartung	halbhell			x
Freigaben/Schutz		x		pauschal
Zusatinformation		x		x

^{a)} Es sollte die jeweils branchenübliche Codierung benutzt werden.

Table 10. Representation of equipment states

State	Expressed by the symbol	Additional symbol	Running arrow	Faceplate
CLOSED, OFF	blank, rotated by 90° ^{a)}			x
Running CLOSED	like CLOSED, OFF		x	x
Intermediate position	half filled			x
Running OPEN	like OPEN, ON		x	x
OPEN, ON	filled ^{a)}			x
Fault	global	x		in detail
Maintenance	half-light			x
Releases/protection		x		global
Additional information		x		x

^{a)} Example; use industry-specific code.

- 0,5 Hz bei Verlassen des reaktionsfordernenden Zustands (nur in Kraftwerken üblich) oder bei Laufzuständen
- Blinken sparsam einsetzen und auf kleine Flächen beschränken.
- Blinken in einem Bild mehrere Objekte, sollte dies synchron erfolgen. Grund: Fehlende Synchronisation verwirrt und stört das Suchen, die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Blinkfrequenz festzustellen, ist schwer.
- Für Meldezeilen/Meldeseiten gilt: Es dürfen lediglich die Kennzeichen der Meldepriorität blinken, nicht aber der gesamte Meldetext! Durch blinkende Schrift leidet die Leserlichkeit, die Anzeige wird unruhig, das Betrachten des Nachbarbildschirms im Leitstand wird gestört.
- Über den Blinkhub (das heißtt Verhältnis der Leuchtdichten einschließlich Chromiananz (Farbton und Farbsättigung) im Blink-EIN- bzw. -AUS-Zustand) kann eine gestufte Auffälligkeit realisiert werden.
- Text sollte nicht blinken, insbesondere nicht Meldezeilen, weil die Leserlichkeit stark herabgesetzt wird.
- Textuntergrund sollte ebenfalls vom Blinken ausgenommen sein (Dies ergibt sich aus der Vorgabe, nur kleine Flächen blinken zu lassen sowie die Leserlichkeit nicht zu beeinträchtigen.).
- Blinkt der Untergrund eines Zeichens (Symbol oder Buchstabe), ist zu prüfen, ob dieses sowohl bei Puls wie bei Pause zu erkennen ist. Durch Blinken der Zeichenfarbe und/oder Leuchtdichte kann dafür gesorgt werden, dass sowohl bei Puls als auch bei Pause der Kontrast zum Untergrund für das Lesen ausreicht.

- 0,5 Hz when leaving the state requiring response (only customary in power plants) or for “running” states
- Flashing should be used sparingly and should be limited to small areas.
- If several objects flash in a display, this should be synchronous. This is because lack of synchronicity adds confusion and interferes with the search on screen. It will also be hard to detect the flashing frequency of individual elements.
- For message lines/pages, only the message priority indicators may flash, not the entire message text. Text that flashes is poorly readable, the display becomes messy, viewing of neighbouring screens in the workstation is disturbed.
- The flash amplitude (i.e. the ratio of luminances and colour properties seen during pulse and pause times) can be used to signal different levels of conspicuousness.
- Text should not flash, especially not in case of message lines, as this reduces legibility considerably.
- Text background should also be excluded from flashing (This follows from the rule that only small areas should flash, and that legibility should not be impaired.).
- If the background of a character (symbol or letter) flashes, check whether the character can be identified during both pulse and pause. Flashing the character’s colour and/or luminance can be used to ensure sufficient contrast against the background for reading during both pulse and pause.

Das Auftreten von Ereignissen, also von vollzogenen Übergängen aus einem diskreten Zustand (z.B. NORMAL) in einen anderen (z.B. ZU HOCH), ist für den Operator von großem Interesse. Daher sollten solche Zustandsanzeigen bis zur Kenntnisnahme durch den Operator (die er durch Quittieren bestätigt) blinken.

7.2.7 Anzeige der Zustände von weiteren PLT-Einrichtungen

Neben den Aggregaten gibt es weitere PLT-Einrichtungen, z.B. Regler (Bild 13) oder Analogwertüberwachungen, die als Kombination aus Wert(en) und zusätzlicher Symbole dargestellt werden.

Die folgenden Zustände sollten durch zusätzliche Symbole neben dem Wert ausgedrückt werden:

- Betriebsart wie Automatik/Hand (nur Regler)
- intern/extern (nur Regler und Sollwertsteller)
- in Wartung (nicht verfügbar)
- Nachführen von Sollwert/Stellwert (nur Regler)
- Störung und Meldungszustände (siehe Tabelle 8 und Tabelle 9)
- Überbrückung einer Verriegelung/Nachführungsbedingung (nur Regler)

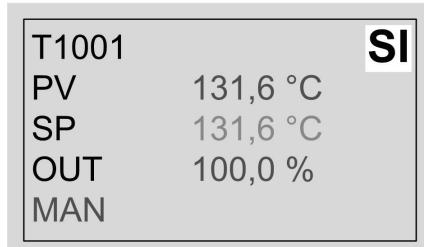
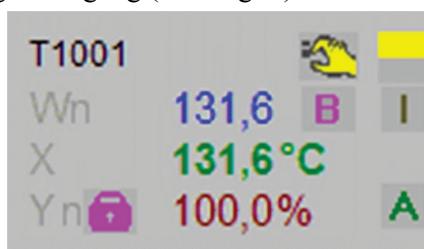


Bild 13. Beispiele für Reglerdarstellungen

8 Grundlagen der Bedienung

Zu diesem Thema siehe auch VDI/VDE 3699 Blatt 6 und [6].

8.1 Allgemeines

Bedienbare Bildelemente können folgende Eigen-schaften bzw. Zustände haben:

The occurrence of events, i.e. of the completion of a transition from one discrete state (such as NORMAL) to another (such as TOO HIGH), is of considerable interest to the operator. Indications of such states should, therefore, flash until acknowledged by the operator.

7.2.7 Indication of other I&C equipment states

Other I&C equipment besides machinery, such as controllers (Figure 13) or analog value monitors, are displayed as a combination of value(s) and additional symbols.

The following states shall be expressed by additional symbols beside the value:

- operating modes such as automatic/manual (only controllers)
- internal/external (only controllers and setpoint adjusters)
- in maintenance (not available)
- tracking of setpoint/control output (only controllers)
- faults and message statuses (see Table 8 and Table 9)
- bypassing of an interlock/tracking condition (only controllers)

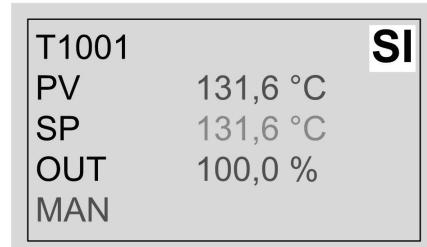
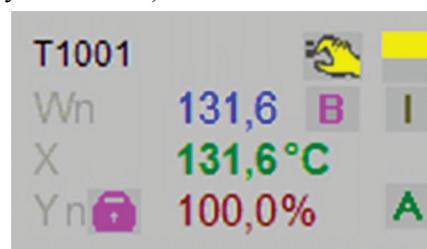


Figure 13. Examples of controller representations

8 Principles of operation

Principles of operation are described in VDI/VDE 3699 Part 6 and [6].

8.1 General

Display elements that can be operated can have the following properties or states:

- **anwählbar**

Der Benutzer muss erfahren, was vom angezeigten Bild aus anwählbar ist, das heißt welche im Bild dargestellten Objekte gleichzeitig virtuelle Anwahltasten sind. Für Möglichkeiten mit ihren Vor- und Nachteilen, siehe VDI/VDE 3699 Blatt 3

- **bedienbar**

Welches Objekt bedienbar ist, sollte sich entweder aus einer einfachen Regel ergeben (z.B. alle Bildnamen sind gleichzeitig Tasten zur Bildanwahl) oder entsprechend gekennzeichnet sein (z.B. halbhelle Darstellung, Rahmen oder Schatten). Die Kennzeichnung empfiehlt sich besonders bei Objekten wechselnder Bedienbarkeit. Die Bedienbarkeit ist dann stets zutreffend angezeigt.

Beispiel

Die Stellgröße eines Reglers ist in der Betriebsart „AUTOMATIK“ nicht bedienbar, wohl aber nach Umschalten in die Betriebsart „HAND“. Die Bedienbarkeit hängt von der Bedienberechtigung ab. Diese wird z.B. durch Eingabe des entsprechenden Passworts nachgewiesen.

- **angewählt**

In jedem Bild gibt es mehrere bedienbare Objekte. Da der Benutzer aber wissen muss, auf welches von ihnen seine Bedienoperation wirkt, ist das gewählte Objekt zu kennzeichnen, z.B. durch Hinterlegung oder Rahmen, bis:

- die Bedienung abgeschlossen wurde (Taste „AUSFÜHREN“)
- die Bedienung abgebrochen wurde, indem ein anderes Objekt gewählt wurde
- das Bild oder Fenster abgewählt ist, in dem das Objekt angezeigt ist

- **Bedienung läuft**

Dauert die Wert- bzw. Zustandsänderung des ausgewählten Objekts länger als zwei Sekunden (das heißt, dass sie gestartet wurde, aber noch nicht beendet ist, z.B. Schieber läuft von ZU nach AUF) ist das betroffene Objekt während der Durchführungszeit zu kennzeichnen (Laufpfeil).

Anmerkung: Eine Sanduhr neben dem Objekt ist nicht geeignet, da diese anzeigt, dass der Rechner vom Benutzer nicht ansprechbar ist.

8.2 Prozessbedienung

Die Grundsätze der Bedienung sind in VDI/VDE 3699 Blatt 6 ausführlich behandelt.

8.3 Quittieren

Durch Quittieren drückt der Operator gegenüber dem System aus, dass er einen neu eingetretenen, durch Blinken gekennzeichneten Zustand zur Kenntnis genommen hat.

- **selectable**

It must be made known to the user which parts of the display can be selected, i.e. which of the objects depicted in the display are virtual selection keys. For options and their advantages and disadvantages, see VDI/VDE 3699 Part 3.

- **operable**

A simple rule should make clear which object can be operated from either a simple rule (e.g. all display titles are display selection keys) or a suitable presentation (half-light presentation, frame or shadow). Such a marking is particularly recommended for objects which are not always accessible to the operator. The state is then signalled properly at all times.

Example

The control output of a controller is not accessible in the AUTOMATIC mode, but it will be after switching to MANUAL. Access is granted depending on the authorization, e.g., upon entering the correct password.

- **selected**

Each display contains several objects that can be operated. To inform the user about which of these objects is affected by his operation, the selected object shall be marked, e.g. by means of highlighting or frame, until

- the operation has been completed (EXECUTE key)
- the operation has been aborted by selecting another object
- the display or window showing the object has been de-selected

- **operation in progress**

If the change of value or state of the selected object takes more than two seconds (i.e. it was started, but has not yet been concluded, e.g. valve is running from CLOSED to OPEN), the object concerned shall be marked during the time of execution (running arrow).

Note: An hourglass beside the object is not suitable because it indicates that the computer will not respond to user input.

8.2 Process operation

The basic principles of operation are covered in detail in VDI/VDE 3699 Part 6.

8.3 Acknowledgement

By acknowledging, the operator confirms to the system that he has become aware of a new state indicated by flashing.

Am Beispiel eines Analogwerts, dessen Grenzen verletzt wurden, werden die sinnvollen Varianten in Tabelle 11 erläutert. Die folgenden Meldungen seien aufgetreten:

- a) TIEF 1 kam
- b) TIEF 1 ging unquittiert
- c) HOCH 1 kam
- d) HOCH 2 kam
- e) HOCH 2 ging unquittiert
- f) HOCH 2 kam erneut

Es gilt HOCH 1 < HOCH 2.

Aufgrund der in Tabelle 11 genannten Vorteile sollten folgende Quittierungsvarianten immer verfügbar sein:

- zeilenweise oder alle Meldungen derselben Grenze
- seitenweise in der Meldefolge
- objektweise über das Leitfeld oder nach Anwahl des Kreisbilds
- bildweise im Fließbild

Table 11 explains the suitable variants using the example of an analog value whose limits are violated. The following messages are assumed to have occurred:

- a) LOW 1 raised
- b) LOW 1 gone unacknowledged
- c) HIGH 1 raised
- d) HIGH 2 raised
- e) HIGH 2 gone unacknowledged
- f) HIGH 2 raised again

HIGH 1 < HIGH 2 applies.

The following acknowledgement variants should always be available because of their advantages as stated in Table 11:

- line by line or all messages for the same limit
- page by page within the message sequence
- object by object via the faceplate or after selecting the loop display
- display by display in the mimic

Tabelle 11. Quittierungsvarianten

Quittierungsvariante	Wirkung einer Quittierung gemäß obigem Beispiel	Vorteil	Nachteil
Zeilenweise	quittiert Meldung der markierten Zeile	zwingt zur Kenntnisnahme und Abarbeitung jeder einzelnen Meldung	höherer Aufwand für das Quittieren als bei den folgenden Quittierungsvarianten; besonders nachteilig bei hohem Meldungsaufkommen
Alle Meldungen derselben Grenze ^{a)}	quittiert z.B. alle Meldungen der Grenze HOCH 2: Zeile d und Zeile f	reduziert Quittierungsaufwand Dass HOCH 2 zweimal kam, dient der Analyse, weniger der Prozessführung.	Wenn Meldung d auf der Vorseite liegt, merkt der Operator nicht, dass die Meldung HOCH 2 noch einmal gekommen ist.
Objektweise ^{b)}	quittiert alle Meldungen des Objekts, hier „Analogwert“: Zeile a bis Zeile f	reduziert Quittierungsaufwand; Vorteilhaft, wenn die Kenntnisnahme von TIEF 1, HOCH 1 nach Kommen von HOCH 2 nicht mehr erforderlich ist – keine Beschäftigung mit der Meldungshistorie, sondern mit dem aktuellen Prozessstatus. besonders vorteilhaft bei hohem Meldungsaufkommen	wie bei „Alle Meldungen derselben Grenze“ vermittelt weniger Kenntnis über die Entwicklung des Prozesses
Seitenweise in der Meldefolge	quittiert alle unquittierten Meldungen der Seite	reduziert Quittierungsaufwand in der Praxis bewährte und daher verbreitete Quittierungsvariante	Operator hat unter Umständen nicht alle Meldungen wirklich zur Kenntnis genommen.
Bildweise im Fließbild	quittiert alle unquittierten Meldungen aller Objekte des angezeigten Bilds	reduziert Quittierungsaufwand in der Praxis bewährte und daher verbreitete Quittierungsvariante	Operator hat unter Umständen nicht alle Meldungen wirklich zur Kenntnis genommen.

^{a)} Erfordert, dass bei Anwahl der Meldezeile d die Meldezeile f mit gekennzeichnet wird, damit der Operator weiß, welche Zeilen mitquittiert werden.

^{b)} Typisch für eine Quittierung über Leitfeld.

Table 11. Acknowledgement variants

Acknowledgement variant	Effect of acknowledging as in the above example	Advantage	Disadvantage
Line by line	acknowledges the message in the selected line	forces the operator to take note of and act on each single message	higher effort for acknowledgement than with the variants below, which is a particular drawback with high message rates
All messages for the same limit ^{a)}	acknowledges e.g. all messages for the limit HIGH 2: line d and line f	reduced acknowledgement effort the fact that HIGH 2 was raised twice is more for the sake of analysis than for process control reasons	if the message d lies on the previous page, the operator will not notice that HIGH 2 has been raised a second time
Object by object ^{b)}	acknowledges all messages of the object, here “analog value”: line a to line f	reduced acknowledgement effort good if knowledge of LOW 1, HIGH 1 is no longer necessary after HIGH 2 has been raised – not dealing with the message history, but only with the current process status especially advantageous with high message rates	same as with “all messages for the same limit” provides less knowledge about the process development
Page by page in the message sequence	acknowledges all unacknowledged messages on the page	reduced acknowledgement effort proven and widespread variant in practice	the operator may not really take note of all the messages
Display by display in the mimic	acknowledges all unacknowledged messages of all objects in the current display	reduced acknowledgement effort proven and widespread variant in practice	the operator may not really take note of all the messages

^{a)} requires that the message line f is also selected when the operator selects the message line d, so that the operator knows which lines will be acknowledged together.

^{b)} typically when acknowledging in a faceplate

Schrifttum / Bibliography

Gesetze, Verordnungen, Verwaltungsvorschriften / Acts, ordinances, administrative regulations

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit an Bildschirmgeräten (Bildschirmarbeitsverordnung – **BildscharbV**) vom 04. Dezember 1996 (BGBI I, 1996, Nr. 63, S. 1841–1845)

Technische Regeln / Technical rules

BGI 650:2012-08 Bildschirm- und Büroarbeitsplätze; Leitfaden für die Gestaltung. Köln: Carl Heymanns Verlag

CIE S 004:2001 Farben von Signallichtern (Colours of light signals). Wien: CIE

DIN 1450:2013-04 Schriften; Leserlichkeit (Lettering; Legibility). Berlin: Beuth Verlag

DIN 1451-3:1987-12 Schriften; Serifenlose Linear-Antiqua; Druckschriften für Beschriftungen (Lettering; Linear-Antiqua without serifs; Lettering for printing). Berlin: Beuth Verlag

DIN 2403:2013-01 (Entwurf / Draft) Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflussstoff (Identification of pipelines according to the fluid conveyed). Berlin: Beuth Verlag

DIN 2403:2007-05 Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflussstoff (Identification of pipelines according to the fluid conveyed). Berlin: Beuth Verlag

DIN 2481:1979-06 Wärmekraftanlagen; Graphische Symbole (Thermal Power Plants; Graphical Symbols). Berlin: Beuth Verlag

DIN 19235:1985-03 Messen, Steuern, Regeln; Meldung von Betriebszuständen (Measurement and control; signalling of operating conditions). Berlin: Beuth Verlag

DIN 66009:1977-09 Schrift B für die maschinelle optische Zeichenerkennung; Zeichen, Nennmaße und Anordnung auf dem Zeichenträger (Font B for optical character recognition; Characters, nominal dimensions, and format) Zurückgezogen 2005-06. Nachfolgedokument DIN EN 14603

DIN EN 894-1:2009-01 Sicherheit von Maschinen; Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen; Teil 1: Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen; Deutsche Fassung EN 894-1:1997+A1:2008 (Safety of machinery; Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators; Part 1: General principles for human interactions with displays and control actuators; German version EN 894-1:1997+A1:2008). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 894-2:2009-02 Sicherheit von Maschinen; Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen; Teil 2: Anzeigen; Deutsche Fassung EN 894-2:1997+A1:2008 (Safety of machinery; Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators; Part 2: Displays; German version EN 894-2:1997+A1:2008). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 12464 Licht und Beleuchtung; Beleuchtung von Arbeitsstätten; Deutsche Fassung EN 12464 (Light and lighting; Lighting of work places; German version EN 12464). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 14603:2005-06 Informationstechnik; Alphanumerischer Bildzeichensatz für optische Zeichenerkennung OCR-B; Formen und Abmessungen des gedruckten Bildes; Englische Fassung EN 14603:2004 (Information technology; Alphanumeric glyph image set for optical character recognition OCR-B; Shapes and dimensions of the printed image; English version EN 14603:2004). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 60073*VDE 0199:2003-05 Grund- und Sicherheitsregeln für die Mensch-Maschine-Schnittstelle, Kennzeichnung; Codierungsgrundsätze für Anzeigengeräte und Bedienelemente (IEC 60073:2002); Deutsche Fassung EN 60073:2002 (Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification; Coding principles for indicators and actuators (IEC 60073:2002); German version EN 60073:2002). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 62424*VDE 0810-24:2010-01 Darstellung von Aufgaben der Prozessleittechnik; Fließbilder und Datenaustausch zwischen EDV-Werkzeugen zur Fließbilderstellung und CAE-Systemen (IEC 62424:2008); Deutsche Fassung EN 62424:2009 (Representation of process control engineering; Requests in P&I diagrams and data exchange between P&ID tools and PCE-CAE tools (IEC 62424:2008); German version EN 62424:2009). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 80416-1:2009-11 Allgemeine Grundlagen für graphische Symbole auf Geräten und Einrichtungen; Teil 1: Gestaltung graphischer Symbole für die Registrierung (IEC 80416-1:2008); Deutsche Fassung EN 80416-1:2009 (Basic principles for graphical symbols for use on equipment; Part 1: Creation of graphical symbols for registration (IEC 80416-1:2008); German version EN 80416-1:2009). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 6385:2004-05 Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen (ISO 6385:2004); Deutsche Fassung EN ISO 6385:2004 (Ergonomic principles in the design of work systems (ISO 6385:2004); German version EN ISO 6385:2004). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 9241-1:2002-02 Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Teil 1: Allgemeine Einführung (ISO 9241-1:1997) (enthält Änderung AMD 1: 2001); Deutsche Fassung EN ISO 9241-1:1997 + A1:2001 (Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs); Part 1: General introduction (ISO 9241-1:1997) (including Amendment AMD 1:2001); German version EN ISO 9241-1:1997 + A1:2001). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 9241-12:2000-08 Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeit mit Bildschirmgeräten; Teil 12: Informationsdarstellung (ISO 9241-12:1998); Deutsche Fassung EN ISO 9241-12:1998 (Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs); Part 12: Presentation of information (ISO 9241-12:1998); German version EN ISO 9241-12:1998). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 9241-300:2009-06 Ergonomie der Mensch-System-Interaktion; Teil 300: Einführung in die Anforderungen an elektronische optische Anzeigen (ISO 9241-300:2008); Deutsche Fassung EN ISO 9241-300:2008 (Ergonomics of human-system interaction; Part 300: Introduction to electronic visual display requirements (ISO 9241-300:2008); German version EN ISO 9241-300:2008). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 9241-302:2009-06 Ergonomie der Mensch-System-Interaktion; Teil 302: Terminologie für elektronische optische Anzeigen (ISO 9241-302:2008); Deutsche Fassung EN ISO 9241-302:2008 (Ergonomics of human-system interaction; Part 302: Terminology for electronic visual displays (ISO 9241-302:2008); German version EN ISO 9241-302:2008). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 9241-303:2012-03 Ergonomie der Mensch-System-Interaktion; Teil 303: Anforderungen an elektronische optische Anzeigen (ISO 9241-303:2011); Deutsche Fassung EN ISO 9241-303:2011 (Ergonomics of human-system interaction; Part 303: Requirements for electronic visual displays (ISO 9241-303:2011); German version EN ISO 9241-303:2011). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 9241-305:2009-06 Ergonomie der Mensch-System-Interaktion; Teil 305: Optische Laborprüfverfahren für elektronische optische Anzeigen (ISO 9241-305:2008); Deutsche Fassung EN ISO 9241-305:2008 (Ergonomics of human-system interaction; Part 305: Optical laboratory test methods for electronic visual displays (ISO 9241-305:2008); German version EN ISO 9241-305:2008). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 9241-307:2009-06 Ergonomie der Mensch-System-Interaktion; Teil 307: Analyse- und Konformitätsverfahren für elektronische optische Anzeigen (ISO 9241-307:2008); Deutsche Fassung EN ISO 9241-307:2008 (Ergonomics of human-system interaction; Part 307: Analysis and compliance test methods for electronic visual displays (ISO 9241-307:2008); German version EN ISO 9241-307:2008). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 11064-1:2001-08 Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen; Teil 1: Grundsätze für die Gestaltung von Leitzentralen (ISO 11064-1:2000); Deutsche Fassung EN ISO 11064-1:2000 (Ergonomic design of control centres; Part 1: Principles for the design of control centres (ISO 11064-1:2000); German version EN ISO 11064-1:2000). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 11064-4:2011-11 Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen; Teil 4: Auslegung und Maße von Arbeitsplätzen (ISO/DIS 11064-4:2011); Deutsche Fassung prEN ISO 11064-4 (Ergonomic design of control centres; Part 4: Layout and dimensions of workstations (ISO/DIS 11064-4:2011); German version prEN ISO 11064-4). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 11064-4:2004-10 Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen; Teil 4: Auslegung und Maße von Arbeitsplätzen (ISO 11064-4:2004); Deutsche Fassung EN ISO 11064-4:2004 (Ergonomic design of control centres; Part 4: Layout and dimensions of workstations (ISO 11064-4:2004); German version EN ISO 11064-4:2004). Berlin: Beuth Verlag

DIN ISO 7000:2008-12 Graphische Symbole auf Einrichtungen; Index und Übersicht (ISO 7000:2004 + ISO 7000 Datenbank:2008 bis ISO 7000-2750) (Graphical symbols for use on equipment; Index and synopsis (ISO 7000:2004 + ISO 7000 Database:2008 up to ISO 7000-2750)). Berlin: Beuth Verlag

KTA 3904:2007-11 Warte, Notsteuerstelle und örtliche Leitstände in Kernkraftwerken (Control room, remote shutdown station and local control stations in nuclear power plants). Berlin: Beuth Verlag

NAMUR NA 75:2003-01 Besonderheiten von Bildschirmarbeitsplätzen in Messwarten (Special requirements of display screen workplaces in control rooms). Leverkusen: NAMUR; Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie

NAMUR NA 76:2003-01 NAMUR-Checkliste für Messwarten und Leitstände (NAMUR checklist for control rooms and control stations). Leverkusen: NAMUR; Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie

NAMUR NA 120:2008-11 Operator-Arbeitsplatz aus Sicht der Mensch-Prozess-Kommunikation (Operator workplace from the human-process communication point of view). Leverkusen: NAMUR; Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie

NAMUR NE 107:2006-06 Selbstüberwachung und Diagnose von Feldgeräten (Self-monitoring and diagnosis of field devices). Leverkusen: NAMUR; Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie

VDI 1000:2010-06 VDI-Richtlinienarbeit; Grundsätze und Anleitungen (VDI Guideline Work; Principles and procedures). Berlin: Beuth Verlag

VDI/VDE 2180 Blatt 1:2007-04 Sicherung von Anlagen der Verfahrenstechnik mit Mitteln der Prozessleittechnik (PLT); Einführung, Begriffe, Konzeption (Safeguarding of industrial process plants by means of process control engineering; Introduction, terms, concepts). Berlin: Beuth Verlag

VDI 2803 Blatt 1:1996-10 Funktionenanalyse; Grundlagen und Methode (Function analysis; Fundamentals and method). Berlin: Beuth Verlag

VDI/VDE 3546 Blatt 3:1988-11 Konstruktive Gestaltung von Prozessleitwarten; Ausführung des Leitstandes (Design of process control rooms; design of control panels). Berlin: Beuth Verlag

VDI/VDE 3546 Blatt 5:1991-09 Konstruktive Gestaltung von Prozessleitwarten; Anordnung von Monitoren (Design of process control rooms; arrangements of monitors at operator stations). Berlin: Beuth Verlag

VDI/VDE 3695 Engineering von Anlagen; Evaluieren und optimieren des Engineerings (Engineering of industrial plants; Evaluation and optimization). Berlin: Beuth Verlag

VDI/VDE 3699 Blatt 1:2013-10 (Entwurf / Draft) Prozessführung mit Bildschirmen; Begriffe (Process control using display screens; Terminology). Berlin: Beuth Verlag

VDI/VDE 3699 Blatt 1:2005-05 Prozessführung mit Bildschirmen; Begriffe (Process control using display screens; Terminology). Berlin: Beuth Verlag

VDI/VDE 3699 Blatt 3:2014-01 Prozessführung mit Bildschirmen; Fließbilder (Process control using display screens; Mimics). Berlin: Beuth Verlag

VDI/VDE 3699 Blatt 4:2014-01 Prozessführung mit Bildschirmen; Kurven (Process control using display screens; Curves). Berlin: Beuth Verlag

VDI/VDE 3699 Blatt 5:2013-05 (Entwurf / Draft) Prozessführung mit Bildschirmen; Meldungen (Process control with screens; Messages). Berlin: Beuth Verlag

VDI/VDE 3699 Blatt 5:1998-02 Prozessführung mit Bildschirmen; Meldungen (Process control with screens; Messages). Berlin: Beuth Verlag

VDI/VDE 3699 Blatt 6:2013-10 (Entwurf / Draft) Prozessführung mit Bildschirmen; Bedienverfahren und Bediengeräte (Process control using display screens; Interaction procedures and devices). Berlin: Beuth Verlag

VDI/VDE 3699 Blatt 6:2002-03 Prozessführung mit Bildschirmen; Bedienverfahren und Bediengeräte (Process control using display screens; Interaction procedures and devices). Berlin: Beuth Verlag

Literatur / Literature

- [1] Hacker, W.: Allgemeine Arbeits- und Ingenieurpsychologie. Bern: Verlag Hans Huber, 1997
- [2] Charwat, H.J.: Bildschirmarbeitsplätze in der industriellen Automatisierung. Erarb. im Auftr. des Fachverb. Messtechnik und Prozessautomatisierung im ZVEI. Frankfurt am Main: ZVEI, 1998
- [3] Charwat, H.J.: Lexikon der Mensch-Maschine-Kommunikation. München: Oldenbourg, 1994
- [4] Charwat, H.J.: Farbkonzept für die Prozessführung mit Bildschirmen. Automatisierungstechnische Praxis atp 38 (1996) Teil 1: Heft 5, S. 50–53, Teil 2: Heft 6, S. 58–63, Teil 3: Heft 7, S. 62–65

- [5] Jaschinski-Kruza, W.: Beanspruchung bei Bildschirmarbeit: Die Belastung der Augenmuskulatur bei verschiedenen Sehabständen. VDI Fortschrittsbericht Reihe 17, Nr. 44. Düsseldorf: VDI Verlag, 1988
- [6] Charwat, H.J.: Gesetze des Bedienens. Automatisierungstechnische Praxis atp 29 (1987) 2, S. 58/65
- [7] O'Hara, J.M. et al.: NUREG-0700; Human-System Interface Design Review Guideline. Herausgegeben von U.S. Nuclear Regulatory Commission. Washington D.C., 1994

Weitere Literatur / Further literature

Kokoschka, S.: Beleuchtung, Bildschirm, Sehen. Experimentelle und theoretische Untersuchungen. Habilitationsschrift, Universität Karlsruhe, 1989

Pawlak, U.: An empirical study on identification of coloured lines on the CRT. 243/244. In: Bullinger, H.J. (ed.): Human aspects in Computing, Design and Use of interactive Systems and work with Terminals. Vol. 1. Elsevier Science Publishers, 1991

Garner, W.R.: Uncertainty and Structure as psychological Concepts. New York: John Wiley & Sons, 1962