

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

VERBAND DER
ELEKTROTECHNIK
ELEKTRONIK
INFORMATIONSTECHNIK

Gebrauchstaugliche Gestaltung von
Benutzungsschnittstellen für technische Anlagen
Konzepte, Prinzipien und grundsätzliche Empfehlungen

Development of usable user interfaces
for technical plants
Concepts, principles and fundamental recommendations

VDI/VDE 3850

Blatt 1 / Part 1

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

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 Begriffe	3
3 Vorgehen bei der Gestaltung von Benutzungsschnittstellen	6
3.1 Grundlagen	6
3.2 Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher Benutzungsschnittstellen	7
4 Prinzipien zur Gestaltung von Benutzungsschnittstellen	18
4.1 Prinzipien der Aufgabengestaltung	18
4.2 Prinzipien der Dialoggestaltung	20
4.3 Prinzipien der Informationsdarstellung	21
5 Empfehlungen zur Gestaltung	22
5.1 Auswahl und Kombination von Dialogtechniken	22
5.2 Darstellung von Information	30
Schrifttum	65

Contents	Page
Preliminary note	2
Introduction	2
1 Scope	2
2 Terms and definitions	3
3 User interface design procedure	6
3.1 Basic principles	6
3.2 Process of designing usable user interfaces	7
4 Principles of user interface design	18
4.1 Principles of task design	18
4.2 Principles of dialogue design	20
4.3 Principles of the presentation of information	21
5 Design recommendations	22
5.1 Selection and combination of dialogue techniques	22
5.2 Presentation of information	30
Bibliography	65

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)

Fachbereich Industrielle Informationstechnik

VDI/VDE-Handbuch Automatisierungstechnik

VDI-Handbuch Informationstechnik, Band 1: Angewandte Informationstechnik

VDI-Handbuch Produktionstechnik und Fertigungsverfahren, Band 1: Grundlagen und Planung

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.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/3850.

Einleitung

Durch den fortschreitenden Einsatz von Computersystemen in technischen Anlagen, speziell in der Produktionstechnik, ist eine rasche Erweiterung der Funktionalität von Benutzungsschnittstellen festzustellen. Diese stetige Fortentwicklung der Technik stößt aber immer mehr an die Leistungsgrenzen jener Menschen, die diese technischen Anlagen benutzen. Deswegen wird dem Entwickler von Benutzungsschnittstellen eine Richtlinie an die Hand gegeben werden, mit deren Hilfe er Benutzungsschnittstellen gebrauchstauglich entwickeln kann. Dem Entwickler soll jedoch keine standardisierte Benutzungsschnittstelle aufgezwungen werden, vielmehr werden genügend gestalterische Freiräume zur Erarbeitung eigenständiger Lösungen offen gelassen.

Die Konzepte, Prinzipien und grundsätzlichen Empfehlungen dieser Richtlinie beziehen sich auf softwareergonomische und nicht auf hardwareergonomische Gesichtspunkte.

Bereits bestehende Normen und Richtlinien bleiben von dieser Richtlinie unberührt. Soweit in dieser Richtlinie Warenzeichen und sonstige Schutzrechte erwähnt sind, werden hierdurch die Rechte der Inhaber dieser Schutzrechte nicht berührt.

1 Anwendungsbereich

Die Richtlinienreihe VDI/VDE 3850 ist bei der gebrauchstauglichen Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für technische Anlagen im industriellen Einsatz im deutschsprachigen Raum anzuwenden. Eine Benutzungsschnittstelle umfasst dabei alle Komponenten einer technischen Anlage, die

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 are 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.

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at www.vdi.de/3850.

Introduction

The ever-increasing use of computer systems in technical plants, especially in the field of production engineering, means that the function range of user interfaces is rapidly expanding. However, this continuous technological expansion is beginning to tax the limits of people who use and operate these plants. This is why a standard had to be devised to assist developers in designing ergonomic user interfaces. However, rather than imposing a standardized user interface, the objective is to give developers sufficient creative freedom to develop their own independent solutions instead.

The concepts, principles and fundamental recommendations of this standard refer to software ergonomic aspects only and do not apply to hardware.

This standard shall not affect existing standards and guidelines. Where trademarks or other forms of copyright are mentioned, the respective holder's rights shall not be affected.

1 Scope

The series of standards VDI/VDE 3850 applies to the design of usable (ergonomic) user interfaces for technical plants in industrial applications in German-speaking countries, whereby "user interface" shall be understood to include all the components of a plant that interact with and are percepti-

der Interaktion mit Nutzern dienen und von diesen wahrnehmbar sind.

Unter Interaktion werden dabei alle beobachtbaren Handlungen und kognitiven Leistungen an einer technischen Anlage verstanden, die erforderlich sind, ein angestrebtes Ergebnis einer Arbeitsaufgabe zu erzielen. Die Interaktion erfolgt dabei über die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine, also einer Schnittstelle zwischen zwei strukturell unterschiedlichen Systemen, vereinfachend als Benutzungsschnittstelle bezeichnet.

Die Informationen in diesem Blatt der Richtlinienreihe VDI 3850 sind für Anwender gedacht, die für Planung, Entwicklung, Management und Evaluation von Aktivitäten zur gebrauchstauglichen Gestaltung der Benutzungsschnittstelle technischer Anlagen verantwortlich sind.

Diese Richtlinie gibt Prinzipien, Regeln und Empfehlungen zur gebrauchstauglichen Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für technische Anlagen sowie Hinweise für deren Anwendung an, um die Eigenschaften der Benutzungsschnittstelle an die Eigenschaften und Fähigkeiten des Menschen anzupassen. Bei bestimmten Anwendungsfällen können Ergänzungen notwendig werden.

2 Begriffe

Für die Anwendung dieser Richtlinie gelten die folgenden Begriffe:

Arbeitsaufgabe

Zur Zielsetzung erforderliche Aktivitäten.
[DIN EN ISO 9241-110]

Attribut

Eigenschaft (z.B. Form, Größe) von Interaktionsobjekten (z.B. Alarmmeldung, Bildschirmformular).

Benutzen

Beobachtbare Handlungen (z.B. eingeben, auswählen, ändern, auslösen, zeigen) und kognitive Leistungen (z.B. erkennen) eines Nutzers an einer technischen Anlage, die erforderlich sind, ein angestrebtes Ergebnis einer Arbeitsaufgabe zu erzielen.

Anmerkung: Der Begriff „Benutzen“ zielt darauf ab, dass nur solche Schritte an der technischen Anlage erforderlich sind, die sich aus der zu erledigenden Arbeitsaufgabe ergeben. Der früher verwendete Begriff „Bedienen“ lenkt den Fokus auf die Logik der technisch motivierten Lösung statt auf die Logik der zu erledigenden Aufgabe.

Benutzungsschnittstelle

Alle Bestandteile einer technischen Anlage (Software oder Hardware), die Informationen und Steuerelemente zur Verfügung stellen, die für den Nutzer notwendig sind, um eine bestimmte Arbeits-

aufgabe zu bewerkstelligen.

Interaction is to be interpreted as being all observable action and cognitive effort at a technical plant required to achieve the desired result of a task. Interaction takes place via an interface between a person and a machine, i.e. an interface between two structurally different systems; for the sake of simplicity this is called a user interface in this standard.

The information given in this part of the series of standards VDI 3850 is intended for users who are responsible for planning, developing, managing and evaluating activities relating to the design of usable user interfaces for technical plants.

This standard defines principles, rules and recommendations on the development of usable user interfaces for technical plants and gives advice on their use, in order to match the properties of the user interface to the properties and capabilities of human beings. In certain applications, supplementary information may be necessary.

2 Terms and definitions

For the purposes of this standard, the following terms and definitions apply:

Task

Activities required to achieve a goal.
[ISO 9241-110]

Attribute

Characteristic (e.g. shape, size) of interaction objects (e.g. alarm message, display mask).

Use

Observable action (e.g. input, selecting, changing, triggering, pointing) and cognitive achievements (e.g. recognizing) by a user at a technical plant and required to achieve the desired result of a task.

Note: The term “use” is intended to limit action to only those steps taken at the technical plant which are necessary for the task to be fulfilled. The previously-used term “operate” tends to focus on the logic of a technically motivated solution rather than on the logic of the task to be fulfilled.

User interface

All components of a technical plant (software or hardware) that provide information and controls required by the user in order to accomplish a specific task with the technical plant. [adapted from

aufgabe mit der technischen Anlage zu erledigen.
[in Anlehnung an DIN EN ISO 9241-110]

Benutzungsschnittstellenelement

Bestandteil der Benutzungsschnittstelle, der dem Nutzer durch die technische Anlage angezeigt oder auf andere Weise zur Verfügung gestellt wird (Hard- oder Software) und der nicht weiter sinnvoll zerlegt werden kann. [in Anlehnung an DIN EN ISO 9241-171, Benutzungsschnittstellen-Element]

Beispiel: Eingabefeld, Bildlaufleiste, Drehsteller, Drucktaste oder Hebel

Anmerkung 1: Benutzungsschnittstellenelemente bekommen ihre Bedeutung erst durch den Kontext der Arbeitsaufgabe zugewiesen.

Anmerkung 2: Benutzungsschnittstellenelemente dienen sowohl zur Anzeige und Verarbeitung von Informationen als auch zur Ausführung von Handlungen durch den Nutzer.

Anmerkung 3: Benutzungsschnittstellenelemente werden typischerweise zu einem Interaktionsobjekt zusammengestellt, um aufgabebezogene Interaktionen an der Benutzungsschnittstelle effizient zu ermöglichen

Dialog

Interaktion zwischen einem Nutzer und einer technischen Anlage in Form einer Folge von Handlungen des Nutzers (Eingaben) und der herbeigeführten Zustandsänderungen der technischen Anlage (Ausgaben), um ein Ziel zu erreichen. [in Anlehnung an DIN EN ISO 9241-110]

Anmerkung 1: Eingaben des Nutzers beinhalten nicht nur Dateneingaben, sondern auch navigierende Handlungen.

Anmerkung 2: Dialog beinhaltet die Form (Syntax) und die Bedeutung (Semantik) von Interaktion.

Effektivität

Genauigkeit und Vollständigkeit, mit der Nutzer ein bestimmtes Ziel erreichen. [in Anlehnung an DIN EN ISO 9241-11]

Effizienz

Im Verhältnis zur Genauigkeit und Vollständigkeit eingesetzter Aufwand, mit dem Nutzer ein bestimmtes Ziel erreicht. [in Anlehnung an DIN EN ISO 9241-11]

Erfordernis

Notwendige Voraussetzung, die es ermöglicht, den in einem Sachverhalt des Nutzungskontexts enthaltenen Zweck effizient zu erfüllen. [3]

Gebrauchstauglichkeit

Ausmaß, in dem eine technische Anlage durch bestimmte Nutzer in einem bestimmten Nutzungskontext benutzt werden kann, um festgelegte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen. [in Anlehnung an DIN EN ISO 9241-11]

DIN EN ISO 9241-110]

User-interface element

Component of the user interface shown to the user or provided to him in some other way by the technical plant (hardware or software) and which cannot be divided practically into smaller units. [adapted from DIN EN ISO 9241-171, Benutzungsschnittstellen-Element]

Example: input field, scroll bar, rotary adjustment knob, pushbutton or lever

Note 1: User-interface elements only obtain their meaning by the context of the task.

Note 2: User-interface elements are used both for displaying and for processing information, as well as for execution of activities by the user.

Note 3: User-interface elements are typically combined to form an interaction object in order to permit efficient task-specific interaction via the user interface.

Dialogue

Interaction between a user and a technical plant in the form of activity by the user (input) and the resulting change in condition of the technical plant (output) in order to achieve a specific goal. [adapted from DIN EN ISO 9241-110]

Note 1: User input includes not only data input but also navigation activities.

Note 2: Dialogue includes both the form (syntax) and the meaning (semantics) of interaction.

Effectiveness

Accuracy and completeness with which users achieve specified goals. [adapted from DIN EN ISO 9241-11]

Efficiency

Resources expended in relation to the accuracy and completeness with which users achieve goals. [adapted from DIN EN ISO 9241-11]

Implied need

Necessary prerequisite for the efficient fulfilment of the purpose within the context of use. [3]

Usability

Extent to which a technical plant can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiently and satisfaction in a specified context of use. [adapted from DIN EN ISO 9241-11]

Information

Für den Nutzer interpretierbare Daten über Vorgänge, Ereignisse oder Sachverhalte.

Anmerkung: Daten bestehen zunächst nur aus Fakten und werden erst dann zur Information, wenn sie im Kontext handlungsleitend werden und eine Bedeutung für den Nutzer übermitteln.

Interaktionsobjekt

Zusammenstellung mehrerer Benutzungsschnittstellenelemente, die für die Erledigung einer Arbeitsaufgabe von Bedeutung ist und die zur Benutzung verfügbar sein muss.

Beispiel: Geschwindigkeitsregler, Programmiereinheit oder Achsverfahreinheit

Maschine

Mit einem anderen Antriebssystem als der unmittelbar eingesetzten menschlichen oder tierischen Kraft ausgestattete oder dafür vorgesehene Gesamtheit miteinander verbundener Teile oder Vorrichtungen, von denen mindestens eines bzw. eine beweglich ist und die für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt sind. [2006/42/EG]

Nutzer (Benutzer)

Person, die eine technische Anlage benutzt, um ein angestrebtes Ergebnis einer Arbeitsaufgabe zu erzielen.

Nutzungsanforderung

Erforderliche Nutzeraktion an einem interaktiven System, die beschreibend dargestellt wird.

Beispiel: Der Nutzer muss an der technischen Anlage erkennen können, ob ein Fehler vorliegt. Nicht: Eine rote Leuchte zeigt an, dass die technische Anlage nicht betriebsbereit ist.

Nutzungskontext

Nutzer, Arbeitsaufgaben, Ausrüstung (Hardware, Software und Materialien) sowie die physische und soziale Umgebung, in der die Benutzungsschnittstelle der technischen Anlage genutzt wird. [in Anlehnung an DIN EN ISO 9241-11]

Technische Anlage

Gesamtheit der technischen Einrichtungen und Vorrichtungen zur Bewältigung einer festgelegten technischen Arbeitsaufgabe. [DIN IEC 60050-351]

Anmerkung: Zu einer technischen Anlage gehören z.B. Apparate, Maschinen, Werkzeuge, Geräte, Transporteinrichtungen, Leiteinrichtungen.

Ziel

Angestrebtes Arbeitsergebnis.
[DIN EN ISO 9241-11]

Information

Data that can be interpreted by the user and which relate procedures, events or facts.

Note: Initially, data only consists of facts; it does not become information until viewed in an activity-related context and transmits something meaningful to the user.

Interaction object

Combination of several user-interface elements that is meaningful for the performance of a task and which has to be available for use.

Example: speed controls, programming unit or tool positioning units

Machine (machinery)

An assembly, fitted with or intended to be fitted with a drive system other than directly applied human or animal effort, consisting of linked parts or components, at least one of which moves, and which are joined together for a specific application. [2006/42/EC]

User

Person who uses a technical plant to achieve a specified result of a task.

Requirement for use

In an interactive system, a required user action, expressed in a way which describes the activity.

Example: The user must be able to recognize whether a fault has occurred in a plant. Not: A red lamp indicates that the plant is not ready for operation.

Context of use

Users, tasks, equipment (hardware, software and materials), and the physical and social environment in which the user interface of the technical plant is used. [adapted from DIN EN ISO 9241-11]

Technical plant

Complete set of technical equipment and facilities for solving a defined technical task.
[IEC 60050-351]

Note: A plant includes, for example, apparatus, machines, instruments, devices, means of transportation, control equipment.

Goal

Intended outcome.
[EN ISO 9241-11]

Zufriedenstellung

Freiheit von Beeinträchtigungen und positive Einstellung gegenüber der Nutzung der technischen Anlage. [in Anlehnung an DIN EN ISO 9241-11]

Satisfaction

Freedom from discomfort, and positive attitudes towards the use of the technical plant. [adapted from EN ISO 9241-11]

3 Vorgehen bei der Gestaltung von Benutzungsschnittstellen

3 User interface design procedure

3.1 Grundlagen

Vor dem Gestalten und Bewerten von Benutzungsschnittstellen sind zunächst unabhängig von technischen Systemen und Nutzern ergonomische Grundsätze der Gestaltung (z.B. Leistung, Zuverlässigkeit, Sicherheit, Instandhaltbarkeit und Verfügbarkeit) zu berücksichtigen (DIN EN ISO 6385, DIN EN ISO 26800). Aus diesen Grundsätzen leiten sich jeweils Anforderungen an die Gestaltung und Kriterien zur Bewertung ab, um eine ergonomische Gestaltungslösung zu entwickeln.

Das ergonomische Gestalten von Benutzungsschnittstellen für technische Anlagen orientiert sich an den Arbeitsaufgaben (DIN EN ISO 26800). Durch die Arbeitsaufgabe werden die technischen und organisatorischen Bedingungen für Aufgabenerledigung mithilfe technischer Anlagen mit den Eigenschaften und Fähigkeiten des Nutzers verbunden. Der Gestaltungsprozess soll mit der Aufgabengestaltung beginnen, da jede Festlegung z.B. zur Benutzungsschnittstelle die Aufgabengestaltung einschränken kann. Das Gestalten von Arbeitsaufgaben ist ein mehrstufiger, iterativer Prozess und sollte den Prinzipien der Aufgabengestaltung folgen (siehe Abschnitt 4.1). Dieses Vorgehen fördert ein anforderungs- und zielgerechtes Arbeiten mithilfe der technischen Anlage, eine optimale Anpassung der Arbeitsbedingungen an den Nutzer und schließlich eine Einbindung der Risikoanalyse mit dem Ziel der Risikoreduzierung (DIN EN 614-2).

Die Bedingungen, unter denen die Arbeitsaufgaben auszuführen sind, sollen durch die Dialoggestaltung optimiert werden (siehe Abschnitt 4.2). Die Gestaltung der Interaktion ist ein mehrstufiger, iterativer Prozess. Dieser Prozess zielt auf eine optimale Erfüllung der Arbeitsaufgaben in einem zu spezifizierenden Nutzungskontext (DIN EN ISO 9241-210, [6]).

Während der Dialoggestaltung wird auch die Darstellung von Informationen an der Benutzungsschnittstelle festgelegt. Die Informationsgestaltung sollte ebenso als mehrstufiger, iterativer Prozess organisiert sein und dabei Abschnitt 4.3 berücksichtigen. Dieser Prozess zielt auf eine optimale Informationsdarstellung für alle Arbeitsaufgaben im spezifizierten Nutzungskontext durch spezifizierte Benutzergruppen ab (DIN EN ISO 9241-12, [6]).

3.1 Basic principles

Before starting to design and evaluate user interfaces, the basic ergonomic design principles (e.g. performance, reliability, safety, maintainability and availability) first have to be considered independently of technical systems and users (DIN EN ISO 6385, DIN EN ISO 26800). The respective design requirements and evaluation criteria can then be derived from these basic principles in order to develop an ergonomic design solution.

Ergonomic design of user interfaces for technical plants is determined by the tasks to be fulfilled (DIN EN ISO 26800). The task links the technical and organizational conditions for fulfilment of the task to the characteristics and capabilities of the user by means of the technical plant. The design procedure should start with design of the task, since any prior specification of the user interface, for instance, might restrict the task design. Designing tasks is an iterative multi-tier process and should conform to the principles of task design (see Section 4.1). This procedure encourages a targeted approach which fulfils the requirements with the aid of the technical plant, achieves optimum adaptation of the working conditions to the user and, as a final step, integrates the risk analysis with the aim of reducing risks (DIN EN 614-2).

The dialogue design should optimize the conditions under which the work required to fulfil the task is to be performed (see Section 4.2). Interaction design is an iterative multi-tier process which aims at the best possible fulfilment of the tasks within a specified context of use (DIN EN ISO 9241-210, [6]).

The way information is to be presented on the user interface is also defined in the course of the dialogue design process. Information design, too, should be organized as an iterative multi-tier process, taking due consideration of the requirements set down in Section 4.3. This process aims at achieving the best possible presentation of information for all tasks in the specified context of use by specified user groups (DIN EN ISO 9241-12, [6]).

Die Prozesse der Aufgaben- und Dialoggestaltung sind für das Gestalten von Benutzungsschnittstellen technischer Anlagen erforderlich. Sie bauen sequenziell aufeinander auf, da beispielsweise bereits mit dem Gestalten der Aufgabe Arbeitsinhalte und Arbeitsabläufe vorbestimmt werden. Wenn Merkmale gut gestalteter Aufgaben im Gestaltungsprozess nicht berücksichtigt werden, dann können sie im Prozess der Dialoggestaltung nicht mehr angemessen kompensiert werden. Der Prozess der Dialoggestaltung bezieht sich auf das Gestalten der Bedingungen, unter denen Arbeitsaufgaben bearbeitet werden. Der Prozess umfasst damit auch das Gestalten der Wirkungen dieser Bedingungen. Das Gestalten des Arbeitsplatzes, der Arbeits- und Betriebsmittel und der Arbeitsumgebung (DIN EN ISO 6385) wird in der vorliegenden Richtlinie nur mittelbar berücksichtigt, denn sie konzentriert sich auf softwareergonomische Gesichtspunkte.

3.2 Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher Benutzungsschnittstellen

Bild 1 zeigt die Aktivitäten, die zur Gestaltung gebrauchstauglicher Benutzungsschnittstellen erforderlich sind. Hierzu gehören:

- a) Nutzungskontext verstehen und beschreiben
„Wer sind die Nutzer und wie erledigen sie zu unterstützende Aufgaben in ihrem realen Arbeitsumfeld?“
- b) Nutzungsanforderungen spezifizieren
„Wie müssen die Nutzer hierbei durch die Benutzungsschnittstelle unterstützt werden?“
- c) Gestaltungslösungen entwickeln, die die Nutzungsanforderungen erfüllen
„Welche Dialogmöglichkeiten und Informationen muss die Benutzungsschnittstelle anbieten?“
- d) Gestaltungslösungen aus der Nutzerperspektive evaluieren
„Unterstützen die entworfenen Gestaltungslösungen die vorgesehenen Nutzer tatsächlich effektiv und effizient? Welche Nutzungsprobleme treten auf, die vor dem Produktivbetrieb abgestellt werden müssen?“

In den folgenden Abschnitten werden Empfehlungen für die Durchführung einzelner Aktivitäten sowie der Darlegung von Ergebnissen gegeben. Weitere Hinweise und Empfehlungen, welche Methoden zur Durchführung der einzelnen Aktivitäten angewendet werden sollen, werden unter anderem in ISO/TR 16982 oder [10] gegeben.

The task and dialogue design processes are essential when designing user interfaces for technical plants. They build up sequentially on each other, since work content and work processes, for example, are predetermined by the task design. If the characteristics of well-designed tasks are not taken into consideration in the design process, then this cannot be adequately compensated by the dialogue design process. The dialogue design process refers to the design of conditions under which tasks are executed. Thus the process also includes designing the effects of these conditions. Designing of the workplace, work/operating equipment and the work environment (DIN EN ISO 6385) is only referred to indirectly in the present standard, which focuses mainly on software ergonomic aspects.

3.2 Process of designing usable user interfaces

Figure 1 shows the activities required for designing usable (ergonomic) user interfaces. These include:

- a) understanding and describing the context of use
“Who are the users and how do they carry out the tasks to be supported in their actual work environment?”
- b) specifying the requirements for use
“How can the user interface support users in this process?”
- c) developing design solutions which fulfil requirements for use
“What dialogue options and information must the user interface offer?”
- d) evaluating design solutions from the user's viewpoint
“Do the proposed design solutions really support the prospective user effectively and efficiently? What problems occur during use and have to be eliminated before the system is put into productive operation?”

The following sections provide recommendations on the performance of individual activities and the presentation of results. Further notes and recommendations on methods to be used for carrying out individual activities are given in ISO/TR 16982 and [10], for example.

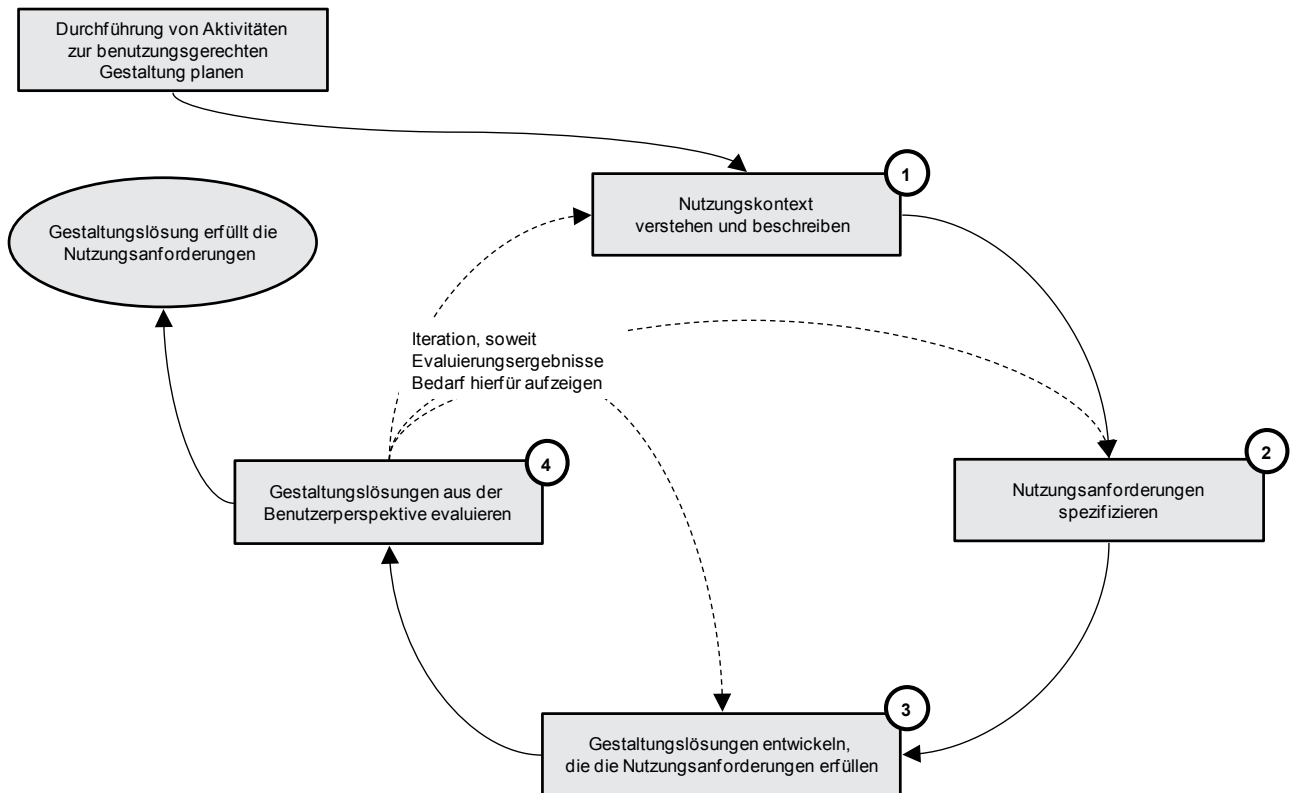


Bild 1. Aktivitäten zur benutzungsgerechten Gestaltung in Anlehnung an DIN EN ISO 9241-210 und [8]

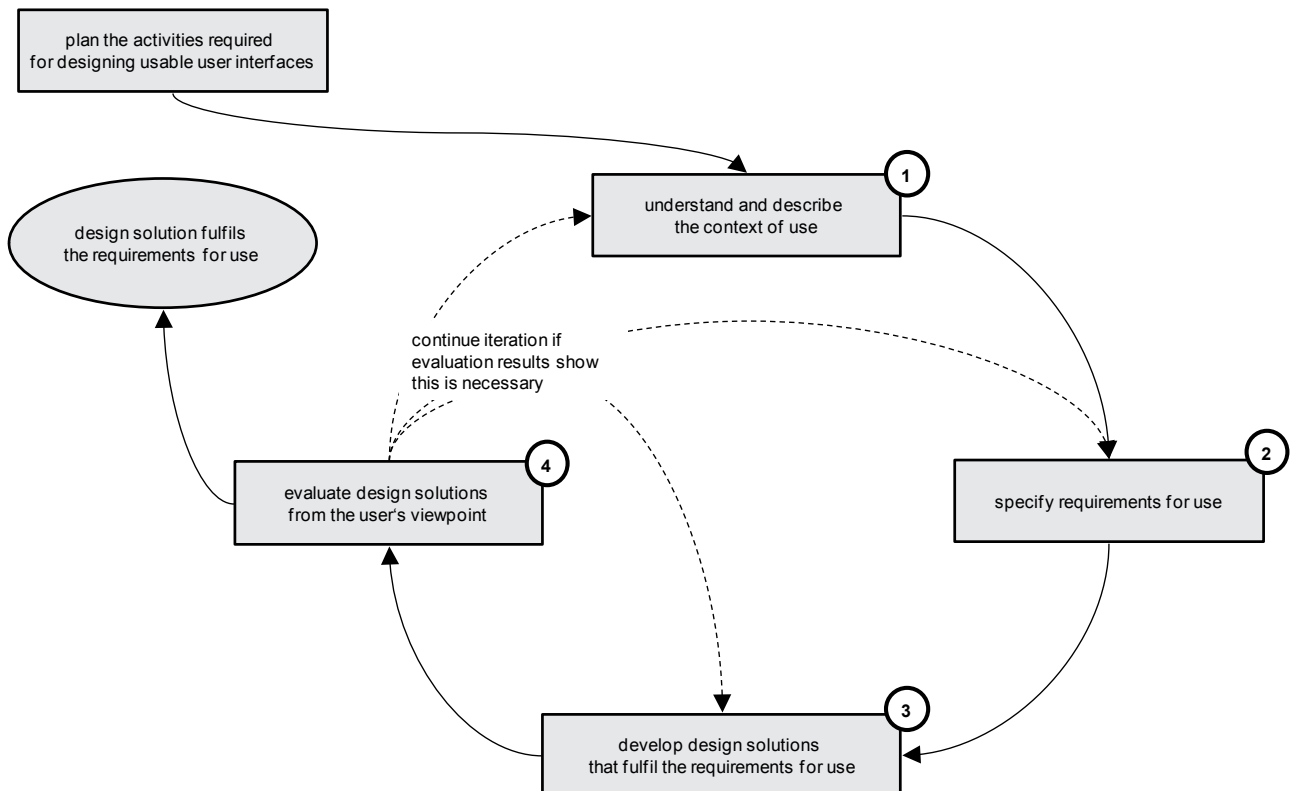


Figure 1. Activities required for user-friendly design, adapted from DIN EN ISO 9241-210 and [8]

3.2.1 Durchführung von Aktivitäten zur nutzergerechten Gestaltung planen

Aktivitäten zur benutzungsgerechten Gestaltung finden in Projekten nur dann systematisch statt, wenn sie im Rahmen des Entwicklungsprojekts insgesamt geplant werden.

Aus diesem Grund sollten

- Entscheidungsträger im Vorfeld von einer entsprechenden Vorgehensweise überzeugt sein/ werden,
- Gebrauchstauglichkeit als Qualitätsziel im Qualitätsmanagementhandbuch verankert sein,
- im Sollprozess der Produktentwicklung die Aktivitäten zur benutzungsgerechten Gestaltung verankert sein,
- im Projektplan die Aktivitäten zur benutzungsgerechten Gestaltung explizit eingeplant werden (Ein hierfür benannter Teilprojektleiter initiiert und koordiniert alle Aktivitäten zur benutzungsgerechten Gestaltung und sichert die Qualität der Ergebnisse.) und
- qualifiziertes Personal (intern oder extern) für die jeweiligen Aktivitäten zur benutzungsgerechten Gestaltung vorgesehen werden.

3.2.2 Nutzungskontext verstehen und beschreiben

Unter Nutzungskontext versteht man alle tatsächlichen Gegebenheiten unter denen der Nutzer die technische Anlage benutzt. Hierzu gehören primär die Qualifikation der Nutzer selbst, die zu erledigenden Arbeitsaufgaben, Arbeitsmittel, die bei der Erledigung zum Einsatz kommen, sowie die physische Umgebung und die Zusammenarbeit mit anderen Personen (soziale Umgebung). Eine genaue Beschreibung des Nutzungskontexts erlaubt das gezielte Erkennen von Erfordernissen, aus denen sich Anforderungen an die Gestaltung der Benutzungsschnittstelle („Nutzungsanforderungen“) herleiten lassen. Bild 2 zeigt die erforderlichen Aktivitäten und das Prozessergebnis der Analyse des Nutzungskontexts.

Es wird empfohlen, Kontextinterviews mit tatsächlichen Nutzern zu führen und Kontextszenarien zu verfassen. Weitere anwendbare Methoden finden sich beispielsweise in ISO/TR 16982 und in [7].

Anmerkung: Gütekriterien für die Durchführung von Kontextinterviews sowie praxistaugliche Notationen für das Darlegen von Nutzungskontexten als „Kontextszenarien“ beinhaltet der „Leitfaden Usability“ der Deutschen Akkreditierungsgesellschaft (DAkkS) [3].

3.2.1 Planning activities for user-friendly design

Systematic planning of user-friendly design activities in projects requires that these are planned as part of the overall development project.

For this reason,

- decision-makers should already have a positive attitude to an appropriate procedure or should develop this attitude before the project is started,
- usability should be set out as a quality objective in the quality management manual,
- the activities for user-friendly design should be set out in the target process for product development,
- the activities for user-friendly design should be explicitly included in the project plan (A specially appointed part-project manager initiates and coordinates all activities for user-friendly design and ensures the quality of the results.) and
- qualified staff (internal or external) should be made available for the respective activities involved in user-friendly design.

3.2.2 Understanding and describing the context of use

Context of use is understood to cover all the actual conditions under which the user uses the technical plant. These primarily include the qualifications of the actual user, the tasks to be performed, equipment employed to complete the task, as well as the physical environment and collaboration with other persons (social environment). A detailed description of the context of use allows the specific/targeted identification of implied needs from which the requirements on design of the user interface (“requirements for use”) can be derived. Figure 2 shows the required activities and the process result of the context of use analysis.

It is recommended that context interviews be held with actual users and that context scenarios be developed. Further applicable methods are described in ISO/TR 16982 and in [7], for example.

Note: Quality criteria for carrying out context interviews and practicable notations for presenting contexts of use in the form of “context scenarios” can be found in “Leitfaden Usability” (Usability guide) of Deutschen Akkreditierungsgesellschaft (DAkkS) [3].

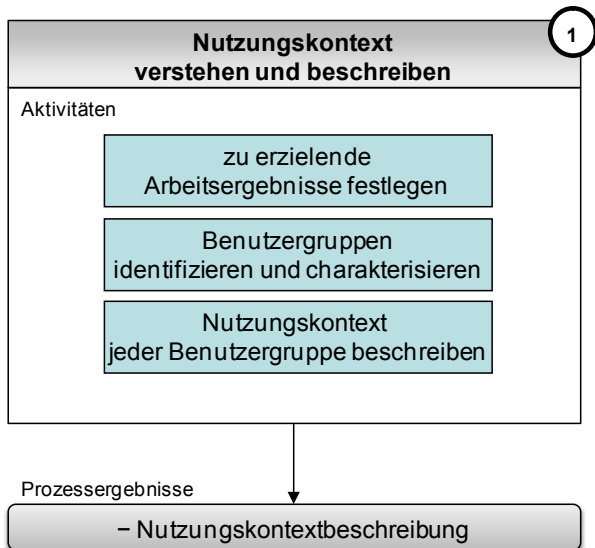


Bild 2. Aktivitäten und Prozessergebnis der Analyse des Nutzungskontexts

Das Prozessergebnis der Aktivitäten des Prozessschritts „Nutzungskontext verstehen und beschreiben“ ist eine Nutzungskontextbeschreibung.

3.2.2.1 Zu erzielende Arbeitsergebnisse festlegen

Empfehlungen für die Durchführung

Leitfrage: Was wird wann und warum (Aufgabe) unter welchen Arbeits-, Betriebs- und Prozessbedingungen mit welchem Risiko durch wen gemacht? (siehe DIN EN 614-2)

Zur Beantwortung der Leitfrage sind die folgenden Schritte durchzuführen:

- Durcharbeiten des Prozesses der Aufgabengestaltung
- Durchführung einer Risikobeurteilung und Risikominderung
- Identifikation der relevanten rechtlichen Rahmenbedingungen für den Entwicklungsprozess und das Ergebnis als Produkt oder Prozess

Hierbei bietet sich die Durchführung eines (moderierten) Workshops mit den Verantwortlichen für die technische Anlage (z.B. Produktionsleiter, Schichtleiter, Vorarbeiter) an.

Prozessergebnisse

Nach der Durchführung sollten die folgenden Ergebnisse vorliegen:

- zu erreichende Ziele mit der technischen Anlage
- Beschreibung der technischen Arbeitsergebnisse, die die technische Anlage erzeugt
- Nennung der Arbeitsaufgaben, die durch Nutzer durchgeführt werden müssen

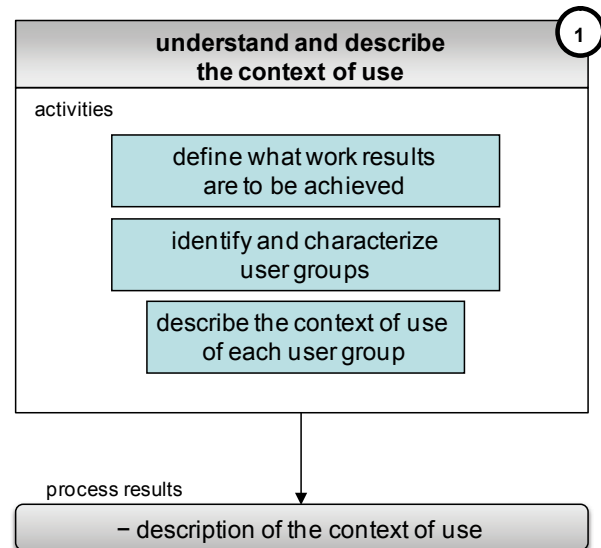


Figure 2. Activities and process result of context of use analysis

The process result of the activities of the process stage “understanding and describing context of use” is a description of the context of use.

3.2.2.1 Determine what work results are to be achieved

Recommendations for this procedure

Central question: What is to be done, when and why (task), under what working, operating and process conditions, by whom and at what risk? (see DIN EN 614-2)

In order to answer this central question, the following steps should be taken:

- The process of task design must be completed.
- Risk assessment and risk mitigation should be carried out.
- The relevant legal framework conditions for the development process and the result must be identified as a product or a process.

A useful measure here would be a (guided) workshop with the person(s) responsible for the technical plant (e.g. production manager, shift supervisor, foreman).

Process results

At the end of the procedure, the following results should be apparent:

- goals to be achieved using the technical plant
- description of the technical work results produced by the plant
- naming of the tasks which the user has to perform

3.2.2.2 Nutzergruppen identifizieren und charakterisieren

Empfehlungen für die Durchführung

Leitfrage: Wer (Nutzer) macht mit der technischen Anlage was, wann, warum und unter welchen Arbeits-, Betriebs- und Prozessbedingungen?

Zur Beantwortung der Leitfrage sind die folgenden Schritte durchzuführen:

- Analyse der Qualifikationsanforderungen (an Nutzer) unter Berücksichtigung der Arbeitsaufgaben bzw. Leitfragen
- Identifizieren möglicher Nutzergruppen

Hierbei bietet sich die Durchführung eines (moderierten) Workshops mit den Verantwortlichen für die technische Anlage (z.B. Produktionsleiter, Schichtleiter, Vorarbeiter) an.

Prozessergebnisse

Für jede Arbeitsaufgabe, die mit der technischen Anlage erledigt werden kann, sollten folgende Ergebnisse vorliegen:

- Nennung der erforderlichen Ausbildung/Qualifikation
- Nennung des erforderlichen Aufgabenwissens
- Nennung des Wissens über einzusetzende Arbeitsmittel
- weitere Eigenschaften (Altersgruppe, Geschlecht, Sprachkenntnisse, besondere physische Merkmale)

3.2.2.3 Den Nutzungskontext jeder Nutzergruppe beschreiben

Empfehlungen für die Durchführung

Leitfrage: Unter welchen Arbeits- Betriebs- und Prozessbedingungen wird mit der technischen Anlage was, wann, warum von wem gemacht?

Zur Beantwortung der Leitfrage sind die folgenden Schritte durchzuführen:

- Analyse der sozio-technischen Bedingungen, unter denen Aufgaben in Bezug auf die Leitfrage bearbeitet werden können
- Beschreibung möglicher Varianten der sozio-technischen Bedingungen (Nutzungskontexte) für alle Aufgaben und Nutzergruppen
- gegebenenfalls Analogien zu inhaltlich oder strukturell vergleichbaren Arbeitsbereichen herstellen

3.2.2.2 Identify and characterize user groups

Recommendations for this procedure

Central question: Who (user) does what with the plant, when, why and under what working, operating and process conditions?

In order to answer this central question, the following steps should be taken:

- analyse (user's) qualification requirements taking due consideration of the respective tasks and/or central questions
- identify possible user groups

A useful measure here would be a (guided) workshop with the person(s) responsible for the technical plant (e.g. production manager, shift supervisor, foreman).

Process results

The following results should be available for each task that can be performed by the plant:

- specification of the required training/qualification
- specification of what knowledge of the task is required
- specification of what knowledge of operating means/tools to be deployed is required
- further characteristics (age group, gender, language skills, particular physical features)

3.2.2.3 Describe the context of use of each user group

Recommendations for this procedure

Central question: Under what working, operating and process conditions is the technical plant used to do what, when, why and by whom?

In order to answer this central question, the following steps should be taken:

- analyse the social-technical conditions under which the tasks can be performed in relation to the central question
- describe possible variants of the social-technical conditions (contexts of use) for all tasks and user groups
- if necessary, draw analogies to fields of work that are comparable in terms of content or in their structure

Soweit die technische Anlage bereits besteht, bieten sich folgende Schritte für die Durchführung an:

- mindestens fünf Einzelinterviews („Kontextinterviews“) mit bestehenden Nutzern zur Beschreibung der gegebenen Arbeitssituation mit allen Facetten
- gegebenenfalls anschließende Beobachtung am Arbeitsplatz

Soweit die technische Anlage noch nicht besteht, bietet sich die Durchführung eines moderierten Workshops mit den Verantwortlichen für die technische Anlage (z.B. Produktionsleiter, Schichtleiter, Vorarbeiter) an.

Prozessergebnisse

Nach der Durchführung sollten die folgenden Ergebnisse vorliegen:

- Beschreibung der zu erwartenden Umgebungsbedingungen (Büro, Warte, Maschinenarbeitsplatz, Lautstärke, Lichtverhältnisse)
- Beschreibung der zu erwartenden Arbeitsteilung/organisatorischen Rahmenbedingungen
- Beschreibung jeder Arbeitsaufgabe, das heißt Nennung der jeweiligen Aufgabe und Gliederung für:
 - planerische Teilaufgaben
 - vorbereitende Teilaufgaben
 - durchführende Teilaufgaben
 - ergebnisbewertende Teilaufgaben
 - ergebnisweitergebende Teilaufgaben

3.2.3 Nutzungsanforderungen spezifizieren

Nutzungsanforderungen beschreiben, was ein Nutzer bei der Erledigung seiner Arbeitsaufgaben an der technischen Anlage an Informationen erkennen, auswählen und eingeben können muss. Dies ergibt sich zwangsläufig aus den Erfordernissen der Arbeitsaufgabe selbst (siehe Bild 3).

Das Prozessergebnis der Aktivitäten des Prozessschritts „Nutzungsanforderungen spezifizieren“ ist ein Bericht über die identifizierten Erfordernisse sowie eine Spezifikation über die Nutzungsanforderungen.

3.2.3.1 Erfordernisse im Nutzungskontext identifizieren

Empfehlungen für die Durchführung

Es wird empfohlen, die Nutzungskontextbeschreibungen (Kontextszenarien) systematisch auszuwerten in Hinblick auf „enthaltene Erfordernisse“. Das bedeutet:

If the technical plant already exists, the following steps are useful for this procedure:

- at least five individual interviews (“context interviews”) with existing users so that the actual work situation can be described in all its facets
- possibly subsequent observation at the workplace

If the technical plant does not yet exist, a useful measure here would be a (guided) workshop with the person(s) responsible for the technical plant (e.g. production manager, shift supervisor, foreman).

Process results

At the end of the procedure, the following results should be available:

- description of the expected environmental conditions (office, control room, machine workplace, volume, lighting conditions)
- description of the expected work division/organizational framework
- description of each task, i.e. naming of the respective task and structure for:
 - planning/conceptual sub-tasks
 - preparatory sub-tasks
 - executive sub-tasks
 - sub-tasks for evaluating results
 - sub-tasks for passing on results

3.2.3 Specify the requirements for use

Requirements for use describe what information a user must be able to identify, select and enter while performing his/her tasks at the technical plant. This is automatically derived from the implied needs of the actual task (see Figure 3).

The process result of the activities of the process stage “specify requirements for use” is a report on the identified implied needs as well as a specification of the requirements for use.

3.2.3.1 Identify the implied needs in the context of use

Recommendations for this procedure

It is recommended that the use of context descriptions (context scenarios) be systematically evaluated in terms of “implied needs”. This means:

- Identifikation aller für den Nutzer bei der Aufgabenerledigung erforderlichen Materialien/Eingangsgrößen und ihres Verwendungszwecks

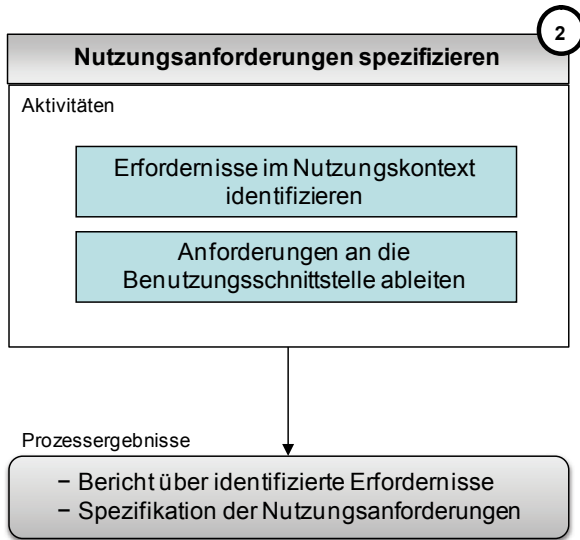


Bild 3. Aktivitäten und Prozessergebnisse beim Spezifizieren von Nutzungsanforderungen

- Identifikation aller für den Nutzer bei der Aufgabenerledigung erforderlichen Information und ihres Verwendungszwecks
- Identifikation aller Eigenschaften, die ein vollständiges und richtiges Arbeitsergebnis für den Nutzer beschreiben

Anmerkung: Theoretische Grundlagen und praktische Beispiele für Erfordernisse beinhaltet [3].

Es wird empfohlen, die Auswertung und ihre Darlegung durch einen erfahrenen Usability-Experten durchführen zu lassen.

Prozessergebnisse

Als Ergebnis liegt die Dokumentation erforderlicher Informationen, Arbeits-/Betriebsmittel und Arbeitsergebnisse nach Quantität, Qualität und Verwendungszweck zur Bearbeitung der Aufgaben durch eine spezifizierte Nutzergruppe vor.

3.2.3.2 Anforderungen an die Benutzungsschnittstelle ableiten

Empfehlungen für die Durchführung

Für jedes Erfordernis (je Nutzergruppe und Nutzungskontext) müssen die daraus resultierenden Nutzungsanforderungen hergeleitet werden. Das heißt:

- Identifikation aller Eingaben die der Nutzer tätigen können muss
- Identifikation aller Auswahlmöglichkeiten die der Nutzer treffen können muss

- identifying all materials/input parameters required by the user in order to perform his/her task, as well as of the intended use of these

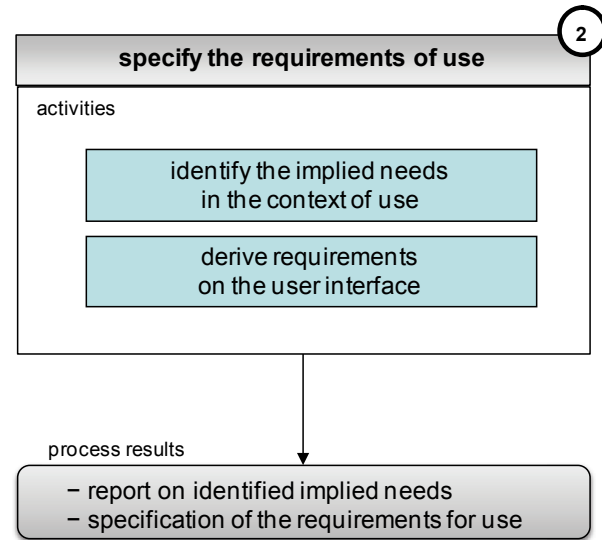


Figure 3. Activities and process results when specifying requirements for use

- identifying all the information required by the user in order to perform his/her task and the intended use of this
- identifying all characteristics which describe a complete and correct work result to the user

Note: Theoretic principles and practical examples of implied needs can be found in [3].

Evaluation and presentation of the evaluation results by an experienced usability expert is recommended.

Process results

The result should be available in the form of documentation of the information, the work/operating means and the work results – classified according to quantity, quality and intended use – required for processing of the tasks by a specified user group.

3.2.3.2 Derive requirements on the user interface

Recommendations for this procedure

From the above results, the requirements for use must be derived for each implied need (for each user group and context of use). This means:

- identifying all input that the user has to make
- identifying all selection options which the user must be able to choose from

- Identifikation aller Information, die der Nutzer
 - erkennen,
 - überblicken und
 - unterscheiden können muss
- Abgleich mit Gestaltungsprinzipien aus Normen, Richtlinien, arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen und internen Regelwerken
- Widersprüche dokumentieren und lösen

Prozessergebnisse

Sowohl Erfordernisse als auch Nutzungsanforderungen sollten so dargelegt werden, dass sie nach zu unterstützenden Aufgaben gegliedert sind und nicht nach „Funktionsmodulen“ oder anderen Aspekten der technischen Anlage. Nur so kann bei der weiteren Entwicklung der Benutzungsschnittstelle der Fokus auf der Arbeitsaufgabe selbst erhalten bleiben.

Anmerkung: Theoretische Grundlagen und praktische Beispiele für Nutzungsanforderungen beinhaltet [3].

3.2.4 Gestaltungslösungen entwickeln, die die Nutzungsanforderungen erfüllen

Die Benutzungsschnittstelle muss so konzipiert sein (siehe Bild 4), dass sie konsequent die Nutzungsanforderungen erfüllt. Nur so wird dem Nutzer ermöglicht, sich voll und ganz auf die Erledigung seiner Arbeitsaufgaben zu konzentrieren, statt sich mit der Benutzungsschnittstelle selbst zu beschäftigen.

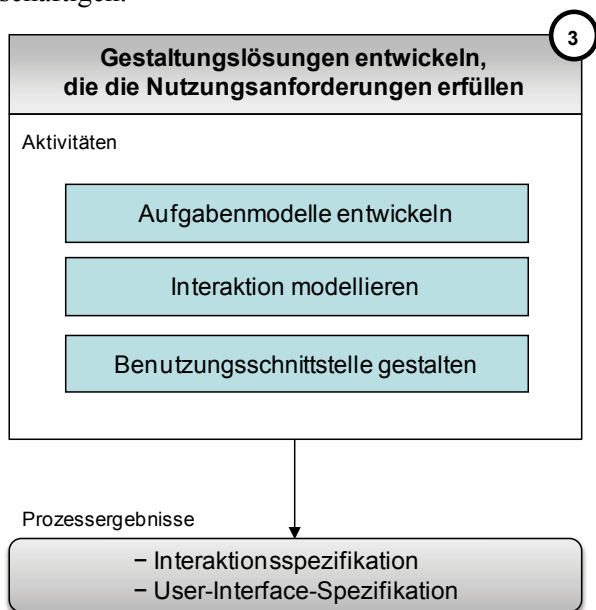


Bild 4. Aktivitäten und Prozessergebnisse beim Konzipieren der Benutzungsschnittstelle

Das Prozessergebnis der Aktivitäten des Prozessschritts „Gestaltungslösungen entwickeln, die die

- identifying all information that the user must be able to
 - recognize
 - oversee and
 - differentiate
- harmonizing design principles from standards, guidelines, ergonomic findings and internal rules and policies
- documenting and resolving contradictions

Process results

Both implied needs and requirements for use should be presented in such a way that they are organized according to the tasks to be supported and not according to “function modules” or other aspects of the plant. This is the only way of ensuring that the focus remains on the actual task during further development of the user interface.

Note: Theoretic principles and practical examples of requirements for use can be found in [3].

3.2.4 Develop design solutions that fulfil the requirements for use

The user interface must be planned/designed in such a way that it consistently fulfils the requirements for use (see Figure 4). This is the only way of allowing the user to concentrate fully on his/her tasks instead of having to bother about the actual user interface.

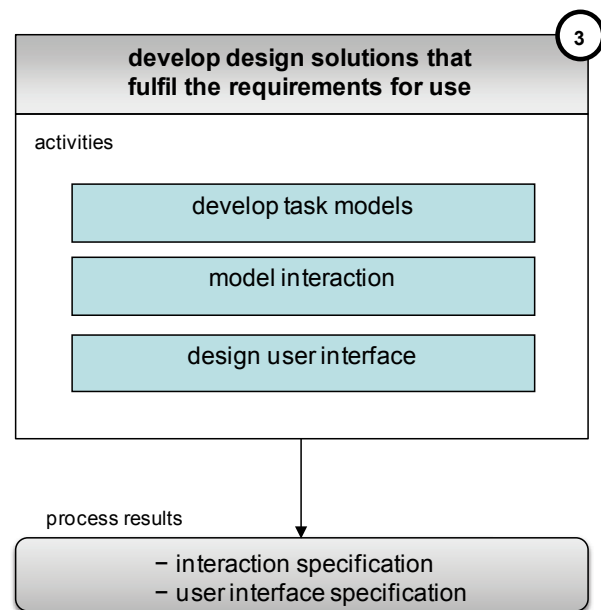


Figure 4. Activities and process results when planning/designing the user interface

The results of the activities of the process step “Develop design solutions that fulfil the require-

Nutzungsanforderungen erfüllen“ ist eine Interaktionsspezifikation sowie eine User-Interface-Spezifikation.

3.2.4.1 Aufgabenmodelle entwickeln

Empfehlungen für die Durchführung

Bei der Durchführung muss die „Logik“ jeder Aufgabe modelliert und ihre Teilaufgaben dargelegt werden. Es ist dabei zu beachten, dass die Granularität der zu modellierenden Aufgaben je nach Verwendungszweck variieren kann. Zunächst sollten alle identifizierten Nutzungsanforderungen der jeweiligen Arbeitsaufgabe zugeordnet werden. Jede zu unterstützende Aufgabe wird jetzt zerlegt in die erkennbaren Teilaufgaben und den folgenden Punkten zugewiesen:

- Planung
- Vorbereitung
- Durchführung
- Ergebnisbewertung
- Ergebnisweitergabe

Des Weiteren sollten die modellierten Aufgaben in zeitlicher Relation zueinander gesetzt werden, das heißt, wann welche (Teil-)Aufgabe unter welchen Bedingungen ausgeführt wird. Bei der Modellierung von Aufgaben werden in der Regel verschiedene Typen (abstrakte Aufgaben, Nutzeraufgaben, Systemaufgaben und interaktive Aufgaben) unterschieden [5].

Zur Darstellung des Aufgabenmodells sollte entweder ein textuelles Nutzungsszenario beschrieben (eine praxistaugliche Notation beinhaltet beispielsweise [3]) oder eine semi-formale Modellierungssprache benutzt werden (z.B. die Useware Markup Language (useML) [4]). Interaktive Simulatoren auf Basis von useML erlauben beispielsweise die Validierung der erhobenen semi-formalen Aufgabenmodelle [5] sowie die weitere Verwendung im Entwicklungsprozess.

Prozessergebnisse

Nach der Durchführung sollten die folgenden Ergebnisse vorliegen:

- Zusammenstellung der Anforderungen nach Arbeitsaufgaben und Nutzergruppen

3.2.4.2 Interaktion modellieren

Empfehlungen für die Durchführung

Zur Modellierung der Interaktion jeder (Teil-)Aufgabe wird für jede Teilaufgabe festgelegt,

- was der Nutzer auswählen kann,

ments for use” are an interaction specification and a user interface specification.

3.2.4.1 Develop task models

Recommendations for this procedure

In this procedure, the “logic” of every task must be modelled and part-tasks must be outlined. When doing so, it must be noted that the granularity of the tasks to be modelled can vary, depending on the intended use. First of all, all identified requirements for use have to be assigned to the respective task. Every task to be supported is then divided up into the recognizable part-tasks and assigned to the following items:

- planning
- preparation
- performance
- evaluation of results
- transfer of results

Furthermore, the modelled tasks are to be placed in relation to one another in terms of time, i.e. when which (part) task is to be performed under what conditions. When modelling tasks it is usual to differentiate various types of tasks (abstract tasks, user tasks, system tasks and interactive tasks) [5].

To display the task model, either a text description of a use scenario ([3] gives an example of a practical notation) or a semi-formal modelling language should be used (e.g. Useware Markup Language (useML) [4]). Interactive simulators based on useML allow validation of the ascertained semi-formal task models, for example, [5], as well as their further use in the development process.

Process results

At the end of this procedure, the following results should be available:

- compendium of the requirements, sorted according to tasks and user groups

3.2.4.2 Model interaction

Recommendations for this procedure

In order to model the interaction of each (part) task, the following shall be determined for each part task,

- what the user can select,

- was der Nutzer eingeben kann und
- welche konkrete Information dem Nutzer angezeigt wird.

Prozessergebnisse

Nach der Durchführung sollten die folgenden Ergebnisse vorliegen:

- Dokumentation der Prozesse der Interaktionen und Sequenzen für die Dialogschritte „Eingeben“, „Anzeigen“ und „Ausgeben“ von Informationen für Nutzer
- Beschreibung der handlungsleitenden Information, die die Benutzungsschnittstelle bei jedem Dialogschritt anzeigen muss

3.2.4.3 Benutzungsschnittstelle gestalten

Empfehlungen für die Durchführung

Anhand der Aufgaben- und Interaktionsmodelle sollte zunächst ein „Prototyp“ der Benutzungsschnittstelle entwickelt werden, der ohne Implementierungsaufwand bereits durch Test mit Nutzern überprüft, verändert und optimiert werden kann. Hierbei sollten abhängig vom Erkenntnisstand Prototypen unterschiedlicher Entwicklungsreife (z.B. Papierprototyp, interaktive Präsentation, toolbasierter Prototyp) eingesetzt werden. Die Entwicklungsstände der jeweiligen Prototypen sollten dokumentiert werden, um hierauf gegebenenfalls später wieder zurückgreifen zu können.

Prozessergebnisse

Nach der Durchführung sollten die folgenden Ergebnisse vorliegen:

- Dokumentation für die Darstellung weiterer Prozessinformationen (erforderliche Aufgabenobjekte, Rückmeldungen, Statusinformationen) für die Interaktion mit der Benutzungsschnittstelle
- Prototypen für Benutzungsschnittstellen, die Prozesse der Aufgabenbearbeitung je Nutzungskontext und je Nutzungsgruppe abbilden und mit denen Aufgabenbearbeitung gegebenenfalls interaktiv simuliert werden können

3.2.5 Gestaltungslösungen aus der Nutzerperspektive evaluieren

Beim Evaluieren von Benutzungsschnittstellen mit Nutzern (siehe Bild 5) lassen sich in der Regel Nutzungsprobleme identifizieren. Je früher diese entdeckt werden, umso kostengünstiger sind diese behebbar. Spätestens beim Evaluieren zeigt sich der Nutzen des Einsatzes von Prototyping-Werkzeugen.

- what input the user can make and
- what specific information is displayed to the user.

Process results

At the end of this procedure, the following results should be available:

- documentation of the processes of interaction and sequences for the dialogue steps “input”, “display” and “output” of information for users
- description of the action-guiding information, which the user interface has to display for every dialogue step

3.2.4.3 Design the user interface

Recommendations for this procedure

First of all, a user interface “prototype” should be developed on the basis of the task and interaction models. It should be possible to test, change and optimize this prototype in tests with users without much implementation effort. Depending on the current level of insight, prototypes of different states of maturity should be used (e.g. paper prototype, interactive presentation, tool-based prototype). The respective development status of the various prototypes should be documented so that this data can be referred to at a later stage if necessary.

Process results

At the end of this procedure, the following results should be available:

- documentation for the display of further process information (required task objects, feedback, status information) for interaction with the user interface
- prototypes for user interfaces which model the processes of task execution depending on the context of use and the user group and by means of which task execution can be simulated interactively, if necessary

3.2.5 Evaluate design solutions from the user's viewpoint

When evaluating user interfaces with users (see Figure 5), usability problems can normally be identified. The earlier these problems are discovered, the cheaper it is to remedy them. At the latest the benefits of using prototyping tools are seen when results are being evaluated.

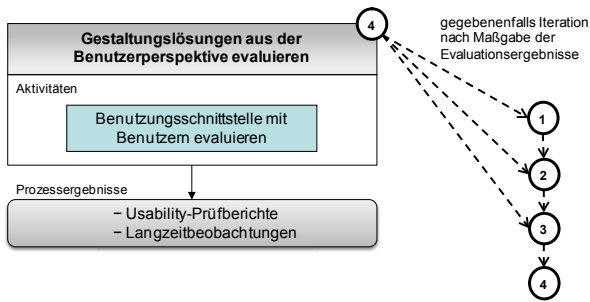


Bild 5. Aktivitäten und Prozessergebnisse beim Evaluieren von Benutzungsschnittstellen

Das Prozessergebnis der Aktivitäten des Prozessschritts „Gestaltungslösungen aus der Nutzerperspektive evaluieren“ sind Usability-Prüfberichte sowie Langzeitbeobachtungen.

3.2.5.1 Die Benutzungsschnittstelle mit Nutzern evaluieren

Empfehlungen für die Durchführung

Für jede zu unterstützende Aufgabe sollte mindestens ein „Testfall“ ermittelt werden, in dem wirklichkeitsnahe Testdaten die simulierte Durchführung einer Arbeitsaufgabe durch den Nutzer ermöglichen.

Bevor Prototypen mithilfe von Nutzern überprüft werden, sollte anhand des Testfalls eine Inspektion an den Prototypen durchgeführt und Folgendes überprüft werden:

- Sind geeignete Konventionen aus Normen und Gestaltungsrichtlinien eingehalten worden?
- Sind die Nutzungsanforderungen grundsätzlich umgesetzt worden?

Hierbei ermittelte „vorhersehbare“ Nutzungsprobleme sollten behoben werden, bevor eine Evaluierung mit Nutzern durchgeführt wird.

Bei einer dann folgenden Evaluierung mit Nutzern sollten mindestens fünf Nutzer in Einzelsitzungen jede zu unterstützende Aufgabe mit dem jeweiligen Testfall an den Prototypen erledigen. Alle tatsächlich beobachtbaren Nutzungsprobleme in den Einzelsitzungen müssen dokumentiert und überprüft werden. Es sollen geeignete Empfehlungen (Lösungsvorschläge) für deren Behebung erarbeitet werden.

Prozessergebnisse

Nach der Durchführung sollten die folgenden Ergebnisse vorliegen:

- Bewertung der Gestaltungsvarianten nach Kriterien abgeleitet aus den Prinzipien der Aufgabengestaltung, Dialoggestaltung und Informationsdarstellung

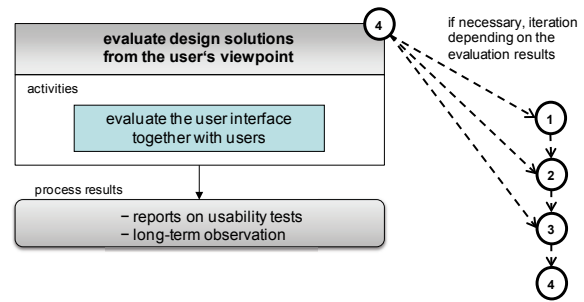


Figure 5. Activities and process results when evaluating user interfaces

The process result of activities of the process stage “Evaluate design solutions from the user’s viewpoint” are usability test reports and long-term observations.

3.2.5.1 Evaluate the user interface together with users

Recommendations for this procedure

For each task that has to be supported, at least one “test case” should be defined in which near-reality test data allow simulated execution of a task by the user.

Before prototypes are tested together with users, the prototypes should be inspected with the aid of the test case, and the following should be checked:

- Have suitable conventions from standards and design guidelines been adhered to?
- Have the requirements for use been implemented throughout?

“Predictable” use problems that are identified here should be remedied before evaluating the results together with users.

In the ensuing evaluation with users, at least five users, in individual sessions with the prototypes, should execute each task to be supported for the respective test case. All usability problems which are actually observed in the individual sessions must be documented and checked. Suitable recommendations for remedying these problems (proposed solutions) should be formulated.

Process results

At the end of this procedure, the following results should be available:

- evaluation of the design variants according to criteria derived from the principles of task design, dialogue design and presentation of information

- Ermittlung von verbesserten Lösungsvorschlägen

Die Ergebnisse der Evaluierung sollten in Form von Prüfberichten folgender Punkte dargelegt werden:

- durchgeführte Inspektionen
- durchgeführte Usability-Tests
- identifizierte Nutzungsprobleme nach Produktivsetzung der technischen Anlage im tatsächlichen Nutzungskontext („Langzeitbeobachtungen“)

Anmerkung: Gütekriterien für die Durchführung von Inspektionen und Usability-Tests beinhaltet [3].

4 Prinzipien zur Gestaltung von Benutzungsschnittstellen

Bild 6 zeigt den Zusammenhang zwischen gut gestalteten Arbeitsaufgaben, dargestellten Informationen, Dialoggestaltung und dem Konzept der Gebrauchstauglichkeit. In den folgenden Abschnitten wird detaillierter auf die einzelnen Prinzipien eingegangen, die die Gestaltung von gebrauchstauglichen Benutzungsschnittstellen unterstützen.

4.1 Prinzipien der Aufgabengestaltung

4.1.1 Grundlagen

Wenn das Gestalten von Benutzungsschnittstellen nach Prinzipien der Aufgabengestaltung erfolgt, wird ein anforderungs- und zielgerechtes Arbeiten mithilfe der technischen Anlage möglich und die Arbeitsbedingungen können an den Nutzer optimal angepasst werden (DIN EN 29241-2). Einige der Prinzipien der Aufgabengestaltung liefern auch die Basis, um Prinzipien der Dialoggestaltung wie „Aufgabenangemessenheit“ oder „Erwartungskonformität“ im spezifizierten Nutzungskontext anwenden zu können.

4.1.2 Vollständigkeit

Arbeitsaufgaben des Nutzers sind vollständig, wenn die durchzuführenden Aufgaben als vollständige und sinnvolle Arbeitseinheiten mit deutlich identifizierbarem Anfang und Ende dokumentierbar und erkennbar sind und nicht einzelne Fragmente solcher Aufgaben (z.B. vorbereiten, organisieren, ausführen, überprüfen) darstellen.

4.1.3 Abwechslung

Aufgaben sind abwechslungsreich, wenn sie die Anwendung einer angemessenen Vielfalt von Fertigkeiten, Fähigkeiten und Tätigkeiten bezogen auf fertigungs-, regel- und wissensbasiertes Verhalten ermöglichen.

- determination of improved proposed solutions

The evaluation results should be presented in the form of test reports on the following issues:

- inspections carried out
- usability tests carried out
- identified usability problems after the plant has been put into productive use in the actual context of use (“long-term observation”)

Note: Quality criteria for carrying out inspections and usability tests can be found in [3].

4 Principles of user interface design

Figure 6 shows the relationship between well-designed tasks, information presentation, dialogue design and the concept of usability. In the following sections, the individual principles supporting the design of usable user interfaces are explained in more detail.

4.1 Principles of task design

4.1.1 Basic principles

If user interfaces are designed in accordance with the principles of task design, it will be possible to work with the technical plant in a manner that satisfies all requirements and achieves all objectives, and to adapt the working conditions ideally to the user (DIN EN 29241-2). Some of the principles of task design also provide the basis for use of the principles of dialogue design such as “suitability for the tasks” or “conformity with expectations” in the specified context of use.

4.1.2 Completeness

Tasks of users are completed if the tasks to be performed can be documented and identified as complete and sensible work units with a clearly identifiable beginning and end and are not just individual fragments of such tasks (e.g. preparation, organization, execution, monitoring).

4.1.3 Diversity

Tasks are diverse if they allow the use of a suitable variety of skills, abilities and activities in terms of behaviour based on skills, rules and knowledge.

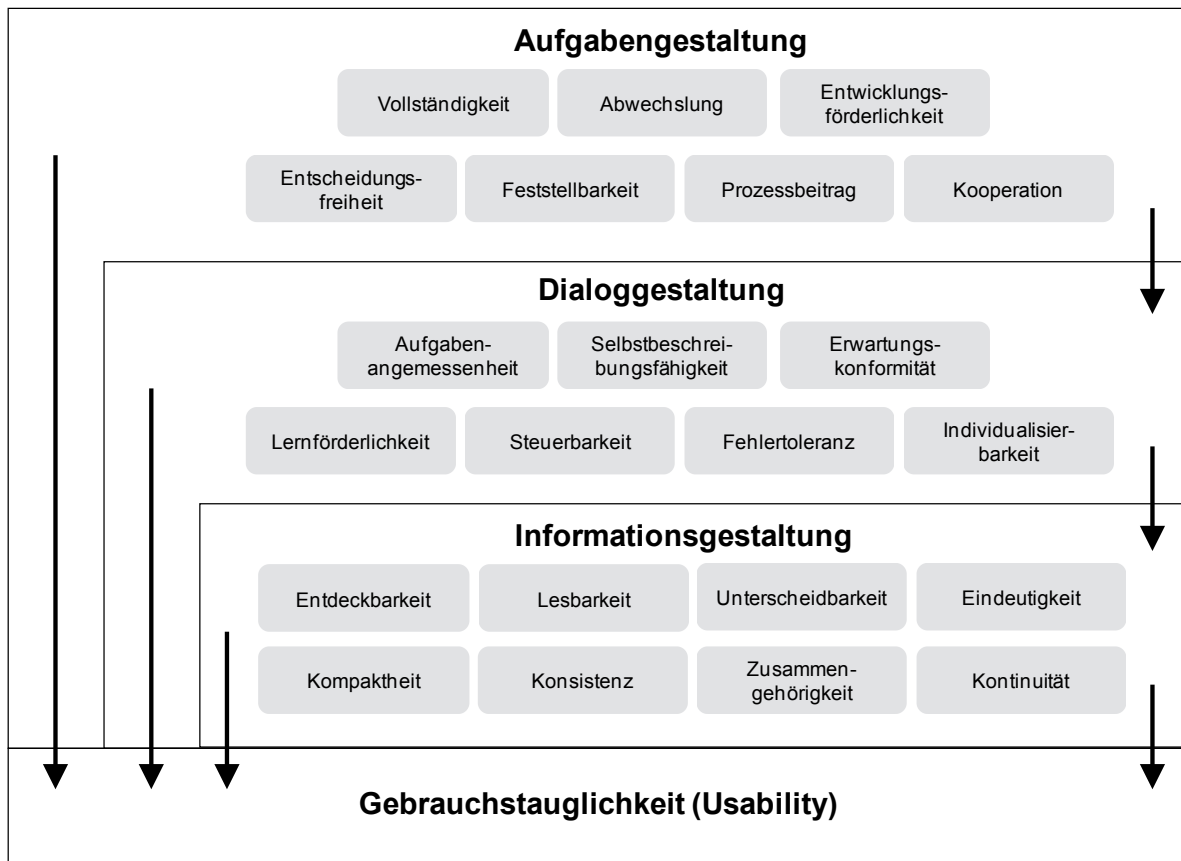


Bild 6. Zusammenhang der Prinzipien zur Gestaltung von Benutzungsschnittstellen

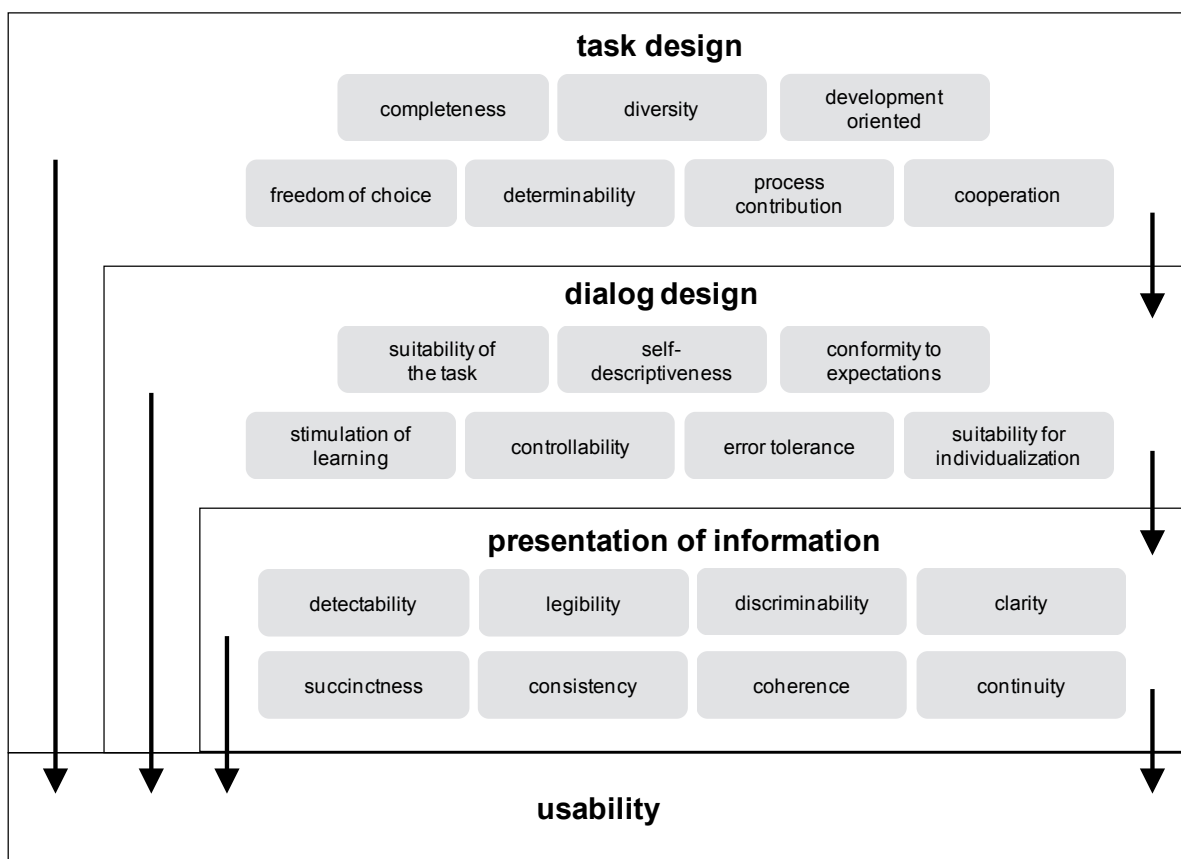


Figure 6. Relationships between the principles of user interface design

4.1.4 Entwicklungsförderlichkeit

Aufgaben erlauben die Weiterentwicklung des Nutzers, wenn er vorhandene Fertigkeiten und Fähigkeiten ausüben, weiterentwickeln und neue erwerben kann.

4.1.5 Entscheidungsfreiheit

Aufgaben lassen sich autonom bearbeiten, wenn sie ein angemessenes Maß an Freiheit und Selbstständigkeit des Nutzers erlauben. Das Entscheiden über die Reihenfolge der Abarbeitung von Aufgabenteilen oder die Art der Aufgabenerfüllung kann in den Handlungsspielraum des Nutzers gelegt werden.

4.1.6 Feststellbarkeit

Aufgaben bieten ausreichende Rückmeldung, wenn der Nutzer bewerten und somit feststellen kann, ob das Ziel der Aufgabebearbeitung erreicht wurde.

4.1.7 Prozessbeitrag

Für den Nutzer ist erkennbar, welchen Beitrag seine Aufgaben für das Gesamtergebnis leisten und wie dieses dadurch beeinflusst wird.

4.1.8 Kooperation

Aufgaben verhindern, dass der Nutzer isoliert, ohne Gelegenheit zu sozialen und funktionalen Kontakten arbeitet.

4.2 Prinzipien der Dialoggestaltung

4.2.1 Grundlagen

Die folgenden Prinzipien der Dialoggestaltung wurden der DIN EN ISO 9241-110 entnommen. Ihre konsequente Anwendung bei der Konzeption und Gestaltung von Benutzungsschnittstellen minimiert das Risiko, dass folgende Arten von Nutzungsproblemen bei der Aufgabenerledigung entstehen:

- zusätzliche, unnötige Schritte, die nicht als Teil der Arbeitsaufgabe erforderlich sind
- irreführende Information
- unzureichende oder zu knappe Information der Benutzungsschnittstelle
- nicht aufgabenangemessene Antworten des interaktiven Systems
- Einschränkungen beim Navigieren während der Benutzung
- ineffiziente Behebung von Fehlern

4.2.2 Aufgabenangemessenheit

Eine Benutzungsschnittstelle ist aufgabenangemessen, wenn sie den Nutzer darin unterstützt, seine

4.1.4 Development oriented

Tasks allow the further development of the user if he is able to exercise and further develop existing skills and acquire new skills and abilities.

4.1.5 Freedom of choice/decision

Tasks can be performed autonomously if they allow the user a certain amount of freedom and independence. Decisions on the order of processing part-tasks or the way in which tasks are executed can be left to the user's discretion.

4.1.6 Determinability

Tasks offer sufficient feedback if the user can evaluate and thus determine whether the goal of the task has been achieved.

4.1.7 Process contribution

The user can recognize what contribution his tasks make towards achieving the overall result and how this result is influenced by his contribution.

4.1.8 Cooperation

Tasks prevent the user from becoming isolated and without the opportunity of making social and functional contacts at his workplace.

4.2 Principles of dialogue design

4.2.1 Basic principles

The following principles of dialogue design were taken from DIN EN ISO 9241-110. Their consistent application when planning and designing user interfaces minimizes the risk of the following types of usage problems occurring when executing the task:

- additional, unnecessary steps that are not necessary as part of the task
- misleading information
- inadequate or scanty information in the user interface
- answers of the interactive system that are not suitable for the task
- navigation limitations during use
- inefficient error correction

4.2.2 Suitability for the tasks

A user interface is suitable for a task if it assists the user in performing his task, i.e. if functionality and

Arbeitsaufgabe zu erledigen, das heißt, wenn Funktionalität und Dialog auf den charakteristischen Eigenschaften der Arbeitsaufgabe basieren, anstatt auf der zur Aufgabenerledigung eingesetzten Technologie.

4.2.3 Selbstbeschreibungsfähigkeit

Eine Benutzungsschnittstelle ist selbstbeschreibend, wenn für den Nutzer zu jeder Zeit offensichtlich ist, in welchem Dialog und an welcher Stelle im Dialog er sich befindet, welche Handlungen vorgenommen und wie diese ausgeführt werden können.

4.2.4 Erwartungskonformität

Eine Benutzungsschnittstelle ist erwartungskonform, wenn sie den aus dem Nutzungskontext heraus vorhersehbaren Nutzerbelangen sowie allgemein anerkannten Konventionen entspricht.

4.2.5 Lernförderlichkeit

Eine Benutzungsschnittstelle ist lernförderlich, wenn sie den Nutzer beim Erlernen der Nutzung des interaktiven Systems unterstützt und anleitet.

4.2.6 Steuerbarkeit

Eine Benutzungsschnittstelle ist steuerbar, wenn der Nutzer in der Lage ist, den Dialogablauf zu starten sowie seine Richtung und Geschwindigkeit zu beeinflussen bis das Ziel erreicht ist.

4.2.7 Fehlertoleranz

Eine Benutzungsschnittstelle ist fehlertolerant, wenn das beabsichtigte Arbeitsergebnis trotz erkennbar fehlerhafter Eingaben entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand durch den Nutzer erreicht werden kann. Fehlertoleranz wird erreicht durch

- Fehlererkennung und -vermeidung (Schadensbegrenzung),
- Fehlerkorrektur oder
- Fehlermanagement, um mit Fehlern umzugehen, die sich ereignen.

4.2.8 Individualisierbarkeit

Eine Benutzungsschnittstelle ist individualisierbar, wenn Nutzer die Mensch-System-Interaktion und die Darstellung von Informationen ändern können, um diese an ihre individuellen Fähigkeiten und Bedürfnisse anzupassen.

4.3 Prinzipien der Informationsdarstellung

4.3.1 Einleitung

Die folgenden Prinzipien der Informationsdarstellung wurden der DIN EN ISO 9241-12 entnommen

dialogue are based on the characteristic features of the task instead of on the technology used to perform the task.

4.2.3 Self-descriptiveness

A user interface is self-descriptive if the following facts are obvious to the user at all times: which dialogue he is in, at what point of the dialogue he is, what activities can be performed and how these can be carried out.

4.2.4 Conformity to expectations

A user interface conforms to expectations if it corresponds to user interests that are foreseeable from the context of use as well as to generally recognized conventions.

4.2.5 Suitability for learning

A user interface is suitable for stimulating learning if it supports and guides the user in learning how to use the interactive system.

4.2.6 Controllability

A user interface is controllable if the user is able to start the dialogue procedure and to influence its direction and speed until the goal has been achieved.

4.2.7 Error tolerance

A user interface displays error tolerance if the user can achieve the intended work result with no or very little correction effort despite noticeably incorrect input. Error tolerance is achieved by

- recognizing and avoiding errors (mitigation of damage),
- correction of errors or
- error management, in order to handle errors that occur.

4.2.8 Suitability for individualization

A user interface is suitable for individualization if users can change the human-system interaction and presentation of information in order to adapt these to their individual abilities and needs.

4.3 Principles of the presentation of information

4.3.1 Introduction

The following principles of the presentation of information were taken from DIN EN ISO 9241-12

und sind bei der Visualisierung von Information an der Benutzungsschnittstelle zu beachten. Sie dienen dazu, benötigte Information für den Nutzer selbstbeschreibend bereitzustellen. So wird die Aufmerksamkeit des Nutzers auf das Erledigen der jeweiligen Arbeitsaufgabe gelenkt und das Risiko einer Fehlinterpretation von Information minimiert.

4.3.2 Entdeckbarkeit (Erkennbarkeit, Auffälligkeit)

Die Information ist leicht auffindbar. Die Aufmerksamkeit des Nutzers wird zur benötigten Information gelenkt.

4.3.3 Lesbarkeit

Die angezeigte Information kann leicht gelesen werden.

4.3.4 Unterscheidbarkeit

Die angezeigte Information kann genau von anderen Daten unterschieden werden.

4.3.5 Eindeutigkeit (Klarheit)

Der Informationsgehalt wird schnell und genau vermittelt.

4.3.6 Kompaktheit (Prägnanz)

Es ist nur genau die Information enthalten, die für das Erledigen der Aufgabe notwendig ist.

4.3.7 Konsistenz

Gleiche Information wird innerhalb der Anwendung stets auf die gleiche Art repräsentiert.

4.3.8 Zusammengehörigkeit

Zusammengehörende Informationen sind so gestaltet, dass sie als Gruppe wahrgenommen werden und eindeutig von anderen Informationen unterscheidbar sind. Dies wird typischerweise durch räumliche Nähe, ähnliche Darstellung oder eine explizit dargestellte Verbindung erreicht.

4.3.9 Kontinuität

Information ist stets so platziert, dass der Nutzer seinen Blickpfad fortsetzen kann und dadurch ohne Unterbrechung unmittelbar zur nächsten Information geführt wird.

5 Empfehlungen zur Gestaltung

5.1 Auswahl und Kombination von Dialogtechniken

5.1.1 Grundlagen

Dialogtechniken sind grundsätzliche Verfahren, die den Nutzer an einer Benutzungsschnittstelle in die Lage versetzen,

and are to be observed when presenting information visually on the user interface. They are used to provide self-descriptive information for the user. In this way, the user's attention is drawn to the activities needed for the respective task and the risk of false interpretation is minimized.

4.3.2 Detectability (recognizability, conspicuousness)

The information is easy to find. The user's attention is drawn to the information required.

4.3.3 Legibility

Information is easy to read.

4.3.4 Discriminability

The displayed information is clearly distinguishable from other data.

4.3.5 Clarity

Information is conveyed quickly and accurately.

4.3.6 Conciseness

Only the information that is required when executing the task is provided.

4.3.7 Consistency

The same information is presented in the same way throughout the application.

4.3.8 Coherence

Related information is arranged in such a way that it is perceived as a group and can be clearly distinguished from other information. This is typically achieved by spatial proximity, similar forms of presentation or an explicitly displayed link.

4.3.9 Continuity

Information is placed in such a way that the user can continue moving his gaze in one direction and is guided in this way to the next piece of information without interruption.

5 Design recommendations

5.1 Selection and combination of dialogue techniques

5.1.1 General principles

Dialogue techniques are fundamental processes that enable the user of a user interface to

- erforderliche Auswahlmöglichkeiten zu treffen oder
- erforderliche Eingaben zu tätigen.

Benutzungsschnittstellen verwenden typischerweise mehrere der in den folgenden Abschnitten beschriebenen Dialogtechniken parallel, um für die jeweilige Arbeitsaufgabe, die Charakteristiken unterschiedlicher Nutzer sowie die Charakteristiken der technischen Anlage eine effiziente Aufgabenerledigung zu erreichen.

Weitere Empfehlungen für und bei der Verwendung von Dialogtechniken sind in den folgenden Normen und Leitfäden enthalten:

- DIN EN ISO 9241-14 Dialogführung mittels Menüs
- DIN EN ISO 9241-15 Dialogführung mittels Kommandosprache
- DIN EN ISO 9241-16 Dialogführung mittels direkter Manipulation
- DIN EN ISO 9241-143 Formulardialoge
- VDMA-Leitfaden Software-Ergonomie [8]

In den folgenden Abschnitten werden Empfehlungen für die Anwendung der einzelnen Dialogtechniken gegeben, die primär die Gestaltung von Benutzungsschnittstellen in technischen Anlagen unterstützen sollen.

5.1.2 Menüs

Der Zweck eines Menüs ist das Auffinden und die Auswahl von Aktionen auf Interaktionsobjekten innerhalb der Benutzungsschnittstelle. Ein Menü besteht aus einer Auflistung mehrerer Möglichkeiten, zwischen denen der Nutzer wählen kann. Bei einem Menü werden dem Nutzer verfügbare Optionen, die typischerweise einer hierarchischen Ordnung unterliegen, zur Auswahl angeboten. Die Initiative zum Dialog geht immer vom Nutzer aus. Bekannte Ausprägungen von Menüs sind Pull-down-Menü, Kontextmenü oder Gruppen von Tasten.

Die folgenden Empfehlungen sollten bei der Menügestaltung berücksichtigt werden:

- Soweit ein Menü aus mehr als neun Menüoptionen besteht, sollten diese in Gruppen mit insgesamt etwa sieben bis neun Menüoptionen strukturiert werden. Listen dieser Länge lassen sich gut überblicken und einfach lesen.
- Soweit möglich, sollten für die Strukturierung logische Konventionen aus Nutzersicht verwendet werden. Falls dies nicht möglich ist, sollten Gruppen und Reihenfolgen nach erwarteter Nutzungshäufigkeit gebildet werden.

- make necessary choices among several options or
- make required input.

User interfaces typically use several of the dialogue techniques described in the following sections in parallel in order to perform the respective tasks efficiently with respect to the characteristics of different users and characteristics of the technical plant.

Further recommendations for dialogue techniques and the use of dialogue techniques can be found in the following standards and guidelines:

- DIN EN ISO 9241-14 Menu dialogues
- DIN EN ISO 9241-15 Command dialogues
- DIN EN ISO 9241-16 Direct-manipulation dialogues
- DIN EN ISO 9241-143 Forms
- VDMA-Leitfaden Software-Ergonomie (VDMA Guideline Software Ergonomics) [8]

In the following sections, recommendations for the application of individual dialogue techniques are given. These recommendations are intended primarily to assist in the designing of user interfaces for technical plants.

5.1.2 Menu dialogues

The purpose of a menu is to enable a user to find and select actions in interaction objects on the user interface. A menu is a list containing a number of items which the user can select. In a menu, the user is offered a list of available options, in a hierarchic order, to choose from. The dialogue is always initiated by the user. The most common types of menu are pull-down menus, context menus or button groups.

The following recommendations should be taken into account when designing menus:

- If a menu comprises more than nine options, these should be structured into groups with a total of around seven to nine items. Lists of this length are easy to read and easy to follow.
- As far as possible, conventions which are logical from the user's point of view should be used when structuring the menus. If this is not possible, groups and sequences should be created according to the expected frequency of use.

- Die aktuell angewählte Menüoption ist als „angewählt“ zu kennzeichnen.
- Bei Verwendung einer Tastatur sollte jede Menüoption in einem Menü mit einem mnemonischen Code gekennzeichnet werden, der eine Auswahl der Menüoption über die Tastatur ermöglicht. Dieser besteht aus einem alphanumerischen Zeichen der Menüoption, falls möglich dem Anfangsbuchstaben, und wird unterstrichen dargestellt. Dieser mnemonische Code wird typischerweise sprachspezifisch angepasst.
- Häufig benutzte Menüoptionen sollten zusätzlich über eine Tastenkombination („Short-cut“) ausgewählt werden können.
- Menüoptionen, zu denen eine tiefere Hierarchieebene existiert, müssen als solche gekennzeichnet sein.
- Menüoptionen, die zeitweise nicht zur Verfügung stehen, sind in einem „nicht verfügbar“-Status anzuzeigen.
- Bei Verwendung von Zeigegeräten (siehe VDI/VDE 3850 Blatt 2), z.B. Maus oder Trackball, sollten einzelne Menüoptionen, die über die rechte Maustaste erreichbar sind („Kontextmenü“), immer auch in einem stets angezeigten/erreichbaren vollständigen Menü angezeigt werden.
- The currently selected menu item or option shall be identified as being “selected”.
- If a keyboard is to be used, each menu option should be given a mnemonic code by means of which it can be selected on the keyboard. This code shall consist of an alphanumerical character contained in the menu item, wherever possible the first letter, displayed underlined. This mnemonic code is normally adapted to the language being used.
- It should also be possible to select frequently used menu items using a key combination (“short-cut”).
- Menu options which lead to a deeper hierarchy level must be marked as such.
- Menu items that are only available part of the time should be displayed in a “not available” status when this is the case.
- When using pointing interaction devices (see VDI/VDE 3850 Part 2), e.g. a mouse or a trackball, individual menu items that can be called up using the right-hand mouse button (“context” or “pop-up” menus) should always be offered in a permanently accessible complete menu as well.

Bild 7 zeigt ein Beispiel für ein Menü.

Figure 7 shows examples of menus.

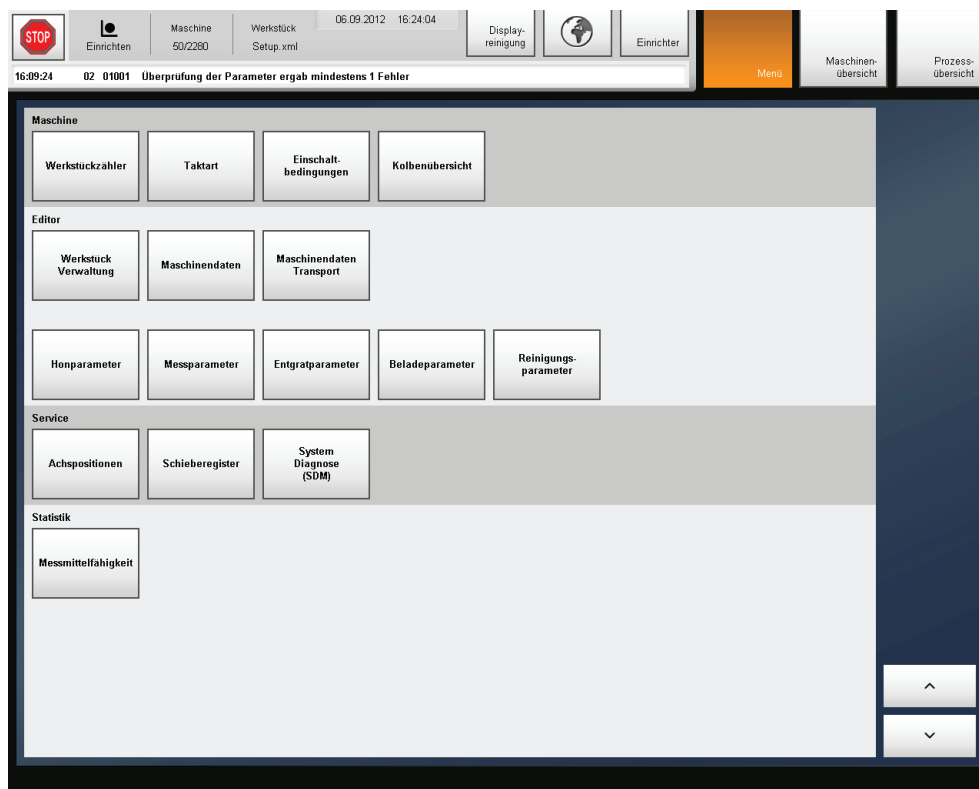


Bild 7. Beispiel für ein funktionsbasiertes Menü mit Gruppierung (Maschine, Editor, Service, Statistik)

Figure 7. Example of a function based menu with groups (machine, editor, service, statistic)

Umfassende Empfehlungen zur Gestaltung von Menüs sind in DIN EN ISO 9241-14 zu finden.

5.1.3 Formulardialoge

Formulardialoge dienen dem Einstellen von Parametern (Parametrisierung) für Aktionen, die an Objekten der technischen Anlage vorgenommen werden können. Kennzeichnend für Formulardialoge sind Eingabefelder, Auswahlmöglichkeiten (z.B. Dropdown, Checkbox, Radiobuttons, Listen, Tabellen, Slider) und Buttons, bei denen entweder Eintragungen vorgenommen oder Auswahlmöglichkeiten getroffen werden können. Formulardialoge werden hauptsächlich für die Festlegung von mehreren Parametern zur Auswahl von Optionen oder auch zur Festlegung von Grundeinstellungen verwendet. Umfassende Empfehlungen zur Gestaltung von Formulardialogen sind in DIN EN ISO 9241-143 zu finden.

Bild 8 zeigt ein Beispiel für einen Formulardialog, bei dem einzelne Werte geändert werden können.

5.1.4 Softkeys

Softkeys sind unbeschriftete, am Bildschirmrand angeordnete Hardware-Tasten, deren aktuelle Bedeutung kontextabhängig auf der Anzeige durch die Software dargestellt wird. Bei einem Dialog unter Verwendung von Softkeys werden Kommandos durch das Betätigen der hierfür im Bediensystem vorgesehenen Taste ausgelöst. Softkeys müssen hierfür selbstbeschreibend gekennzeichnet sein. Die Kennzeichnung kann textuell und/oder symbolisch ausgeführt werden. Der Vorteil von Softkeys besteht darin, dass eine begrenzte Anzahl von Tasten in Verbindung mit einem Display zahlreiche Aktionen durch den Nutzer ermöglicht. Für

DIN EN ISO 9241-14 contains a comprehensive set of recommendations on the design of menu dialogues.

5.1.3 Form dialogues

Form dialogues are used to set parameters (parametrization) for actions that can be applied to objects of the technical plant. Typical characteristics of form dialogues are input fields, selection options (e.g. drop-down, checkbox, radio buttons, lists, tables, sliders) and buttons that can be used to make entries or select options. Form dialogues are mainly used to define several parameters for the selection of options or to define default settings. DIN EN ISO 9241-143 contains a comprehensive set of recommendations on the design of form dialogues.

Figure 8 shows an example of a form dialogue in which individual values can be changed.

5.1.4 Soft keys

Soft keys are unlabelled hardware keys positioned along the edge of the screen and whose current meaning is displayed on the display by the software, depending on the context. In a dialogue using soft keys, commands are executed by pressing the key that has been provided for this purpose in the user interface. Soft keys must be labelled in a self-explanatory way. Labelling can be in the form of text or symbols. The advantage of soft keys is that a limited number of keys in combination with a display allows numerous user actions. To adapt the user interface to various languages, only the software has to be modified.

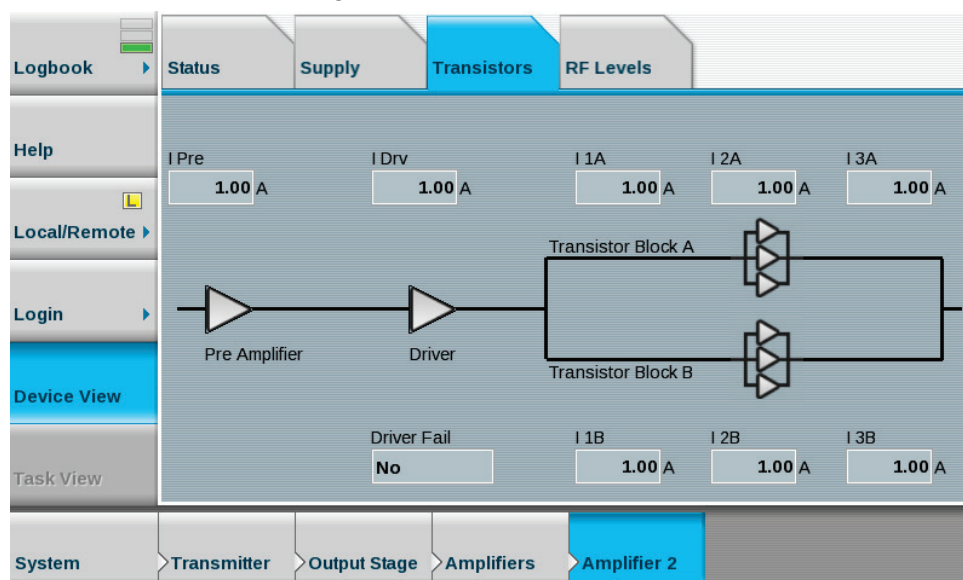


Bild 8. Beispiel für einen Formulardialog

Figure 8. Example of a form dialogue

eine Anpassung der Benutzungsschnittstelle an Landessprachen ist ausschließlich eine Anpassung der Software erforderlich.

Die folgenden Empfehlungen sollten für Benutzungsschnittstellen mit Softkeys berücksichtigt werden:

- Beschriftungen von Softkeys sollten im Anzeigebereich räumlich nah zu den Softkeys angeordnet werden, sodass der unmittelbare Zusammenhang zur zugehörigen Taste offensichtlich ist. Falls dies technisch nicht möglich ist, sollte der Zusammenhang durch Hilfslinien eindeutig hergestellt werden.
- Softkeys für Funktionen, die an unterschiedlichen Stellen im Dialogablauf wiederkehren, sollten immer der räumlich selben Taste zugeordnet werden.
- Softkeys sollten als „nicht anwählbar“ gekennzeichnet werden, wenn sie an der aktuellen Stelle im Dialogablauf nicht verfügbar sind, aber zu einem späteren Zeitpunkt verfügbar werden können (ausgrauen).

5.1.5 Hardkeys

Bei Verwendung von Hardkeys werden Kommandos bzw. Aktionen durch Betätigung der vorgesehenen Tasten ausgelöst (siehe Bild 9). Die Kennzeichnung kann textuell und/oder symbolisch ausgeführt werden. Die Bedeutung der Hardkeys ist fest belegt.

The following recommendations for user interfaces with soft keys should be observed:

- The labels of soft keys should be arranged on the display area in such a way that the link with the associated key is obvious. If this is not possible for technical reasons, the link must be clearly shown by using reference lines.
- Soft keys used to control the same functions in different contexts should always be positioned in the same place.
- Soft keys should be identified as being “not an option” (greyed out) when they are not to be used in the current context, but may be used later on in a different context.

5.1.5 Hard keys

When hard keys are used, commands and/or actions are triggered by pressing the respective key or button (see Figure 9). They can be labelled using texts or symbols. The functions of hard keys are permanently programmed.



Bild 9. Beispiel für eine Benutzungsschnittstelle, bei der sowohl Softkeys (untere und rechte Tastenleiste) als auch Hardkeys (linke Tastenleiste) eingesetzt werden

Figure 9. Example of a user interface with both soft keys (lower and right-hand key bars) and hard keys (left-hand key bar)

Hardkeys dienen typisch einem oder mehreren der folgenden Verwendungszwecke:

- Navigation (z.B. Pfeiltasten)
- Eingabe bzw. Auswahl von alphanumerischen Zeichen
- Auslösen von Kommandos

Die folgenden Empfehlungen sollten bei der Verwendung von Hardkeys berücksichtigt werden:

- Hardkeys sollten für wichtige und oft benutzte Funktionen reserviert werden, die einen schnellen Zugriff ohne Navigation in Hierarchien erfordern.
- Hardkeys sollten eindeutig benannt werden mit der Funktion, deren Aufgabe sie auslösen.
- Die Anordnung der Hardkeys in Gruppen sollte entsprechend ihrer aufgabenbezogenen Zusammengehörigkeit erfolgen. Ort, Größe oder zusätzlich Farbe kann diese Gruppierung verdeutlichen.
- Für jeden Hardkey sollte eine einzige Funktion vorgesehen sein. Die Mehrfachbelegung von Hardkeys sollte vermieden werden.

Bild 9 zeigt ein Beispiel für eine Softkey-Steuerung mit zusätzlichen Hardkeys. Bei diesem Gerät befindet sich am rechten und unteren Bildschirmrand eine Leiste von Softkeys, jeweils bestehend aus einer Hardware-Taste und einer Software-Repräsentation auf dem Bildschirm. Die weißen Design-Verbinder dazwischen sollen die Zusammengehörigkeit unterstreichen. Spezielle Funktionen (z.B. Mess-Modi, Help-Taste, Reset-Taste) werden als Hardkeys in der Tastenreihe auf der linken Seite repräsentiert.

5.1.6 Kommandos

Ein Kommando ist eine Dialogform, mit der dem Bediensystem nach festgelegter Syntax und Semantik direkt Anweisungen übergeben werden. Die Eingabe erfolgt in der Regel durch mnemotechnische Abkürzungen, einzelne Zeichen oder Befehlswörter. Mehrere Kommandos können zu einem Befehl zusammengefasst werden. Kommandos eignen sich nur für geübte Nutzer. Die Verwendung auf ein- oder mehrzeiligen Displays ist möglich.

Bei der Verwendung von Kommandos sollten folgende Empfehlungen berücksichtigt werden:

- Befehlswörter und Abkürzungen für Kommandos sollten aus der auszuführenden Aktion hergeleitet, leicht erinnerbar und eindeutig unterscheidbar sein. Eine Unterscheidung von Befeh-

Typically, hard keys are used for one or several of the following purposes:

- navigation (e.g. arrow keys)
- input or selection of alphanumerical characters

- triggering commands

The following recommendations for the use of hard keys should be observed:

- Hard keys should be reserved for important and frequently-used functions requiring quick access without the user having to navigate through several hierarchic structures.
- Hard keys should be labelled unambiguously to indicate the function they are intended to trigger.
- Hard keys should be grouped according to their task-specific relationship. The group can be emphasized by position, size and/or colour.
- Only one function should be assigned to each hard key. Assignment of multiple functions to one and the same hard key should be avoided.

Figure 9 shows an example of a soft-key-controlled device with additional hard keys. There is a row of soft keys at the right-hand and lower edges of the display screen, each soft key comprising one hardware key and one software representation element on the screen. The white connecting bar elements between the hardware keys and their equivalent functions on the screen emphasize the relationship between the two. Special functions such as measuring modes, info and reset are represented and accessed by hard keys in the row of buttons and keys on the left-hand side.

5.1.6 Commands

A command is a dialogue form by means of which instructions can be directly sent to the user interface using established syntactic and semantic rules. Input is generally in the form of mnemonic technical abbreviations, individual characters or command words. Several commands can be combined into an instruction. Command languages are suitable for experienced users. They can be used on single or multi-line displays.

The following recommendations for the use of commands should be observed:

- Command words and abbreviations for commands should be derived from the action to be carried out. They should be easy to remember and clearly distinguishable. Instructions should

len sollte nicht ausschließlich durch Groß- und Kleinschreibung erfolgen.

- Es muss eine Liste aller Befehle mit Erläuterungen (Befehlsreferenz) abrufbar zur Verfügung gestellt werden. Standardwerte für Parameter sollten in der Befehlsreferenz angegeben werden.
- Der zuletzt verwendete Befehl sollte ohne wiederholte Eingabe durch den Nutzer wiederholt ausgeführt werden können (z.B. durch einmaliges Drücken der „Pfeil hoch“-Taste).
- Kommandos sollten kombiniert eingegeben werden können, um mehrere Funktionen gleichzeitig auf dieselben Interaktionsobjekte anzuwenden.

Bild 10 zeigt ein Beispiel für einen Kommandozeilendialog. Hinter der Eingabeaufforderungs-
marke des Systems (z.B. „>“) wird der auszuführende Befehl eingegeben. Danach folgen entweder einzugebende Parameter oder direkt eine Systemantwort.

Befehl:	>Position
Parameter:	X100 Y200 Z10
Befehl:	>MOVEX 100,,500-f
Antwort:	OK

Bild 10. Beispiel für einen Kommandozeilendialog

5.1.7 Direkte Manipulation

Unter direkter Manipulation versteht man die auf ein Objekt bezogene Möglichkeit des Ausführens von Aktionen oder der Einstellung von Parametern vor Auslösen einer Aktion mithilfe eines Zeigegeräts (z.B. Maus, Stift, Touchpad). Direkte Manipulation ist eine effizienzfördernde Maßnahme, die es ermöglicht, statt einer Sequenz von Tastatureingaben und Auswahlmöglichkeiten durch direktes Zeigen, Halten, Verschieben und Loslassen von Objekten eine Aktion auszuführen.

Die folgenden Empfehlungen sollten bei der Verwendung von direkter Manipulation berücksichtigt werden:

- Grundsätzlich sollten alle Möglichkeiten direkter Manipulation auch über die Tastatur ermöglicht werden.
- Bei der Verwendung von direkter Manipulation sollten die Konventionen der DIN EN ISO 9241-16 angewendet oder auf die erprobten Konventionen bekannter Betriebssystemhersteller zurückgegriffen werden.

not be distinguished from commands purely by means of upper and lower case letters.

- It must be possible to call up a list of all instructions and explanations (command reference). Default parameter values should be given in the command reference.
- It should be possible for the user to re-use the previous command (e. g. by pressing the “arrow up” key) without having to repeatedly enter the command.
- It must be possible to enter commands in a combination, so that several functions can be applied simultaneously to one and the same interaction object.

Figure 10 shows an example of a command line dialogue. The system request for input (e.g. “>”) is followed by the instruction to be executed. This is followed either by the parameter value input or a direct system response.

Instruction:	>Position
Parameters:	X100 Y200 Z10
Instruction:	>MOVEX 100,,500-f
Response:	OK

Figure 10. Example of a command line dialogue

5.1.7 Direct manipulation

“Direct manipulation” is the capability of pointing to an object on the screen with the help of a pointing interaction device (e.g. mouse, pen, touchpad) in order to manipulate the object or set parameters before executing an action. Direct manipulation is a means of promoting efficiency and enables a user to carry out an action by pointing at, holding, moving and releasing objects, instead of having to enter a sequence of commands and/or make multiple selections.

The following recommendations for the use of direct manipulation should be observed:

- All functions which are possible using direct manipulation should also be possible using the keyboard.
- When using direct manipulation, either the conventions of DIN EN ISO 9241-16 or the tried and tested conventions of well-known operating system manufacturers should be applied.

Beispiel

Weitergabe eines „NC-Programms“ an eine „NC-Maschine“ mittels der Dialogtechnik der direkten Manipulation durch Verschieben eines Quellsymbols (Programm) auf ein Zielsymbol (NC-Maschine). Der Prozess wird in Bild 11 dargestellt.

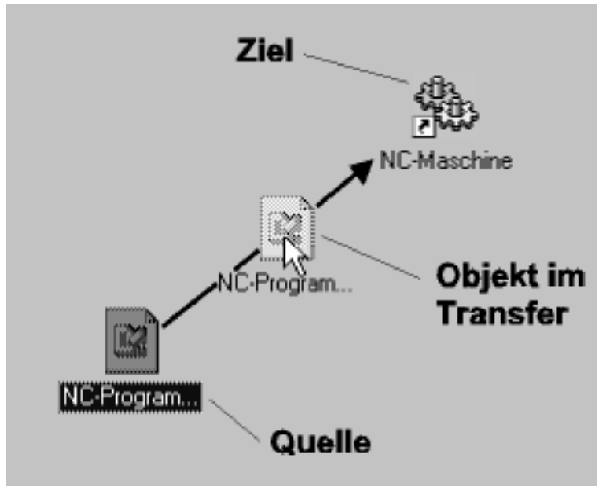


Bild 11. Beispiel für direkte Manipulation

5.1.8 Angeleitete Dialoge

Angeleitete Dialoge bestehen aus einer Sequenz von Auswahlmöglichkeiten und/oder Eingaben, die in einer festgelegten Reihenfolge durch den Nutzer zu tätigen sind. Angeleitete Dialoge werden auch mit „Assistenten“ oder „Wizards“ bezeichnet. Angeleitete Dialoge eignen sich nur, wenn es sich um statische Aufgaben handelt und

- die vorgesehene Nutzergruppe geringes Wissen über die zu erledigende Aufgabe hat und/oder
- die Erledigung der Aufgabe einer stringenten Reihenfolge von Auswahlmöglichkeiten und Eingaben unterliegt.

Angeleitete Dialoge sind nicht geeignet, wenn keine der oben genannten Bedingungen gegeben ist. Bild 12 zeigt einen Ausschnitt aus einem angeleiteten Dialog.

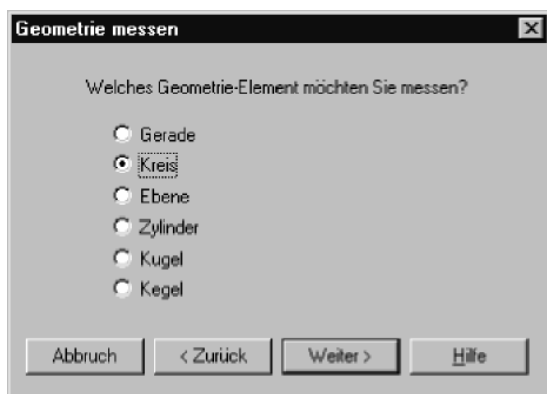


Bild 12. Beispiel für einen angeleiteten Dialog

Example

Transferring an “NC programme” to an “NC machine” by means of direct manipulation dialogues. The source icon (programme) is moved to a target icon (NC-machine tool). Figure 11 shows an example of this process.

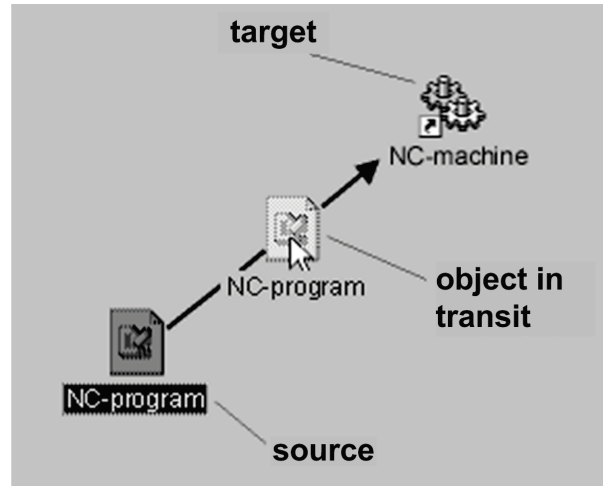


Figure 11. Example of direct manipulation

5.1.8 Guided dialogues

Guided dialogues consist of a sequence of menu options and/or input actions that the user has to perform in a specified order. Guided dialogues are also sometimes called “assistants” or “wizards”. Guided dialogues are only suitable for static tasks and when

- the envisaged user group has little knowledge of the task to be performed and/or
- execution of the task requires that options be selected and input be made in a strict order.

Guided dialogues are not suitable if none of the above conditions applies. Figure 12 shows an excerpt from a guided dialogue.

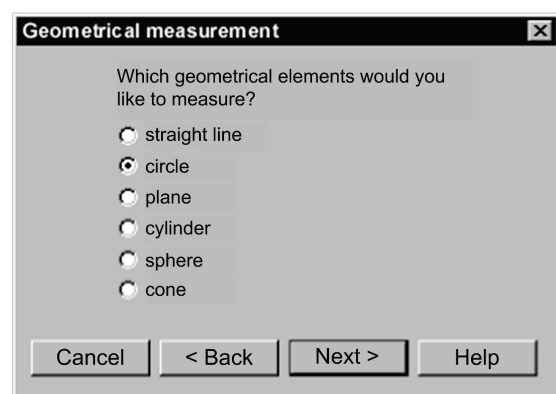


Figure 12. Example of guided dialogue

Die folgenden Empfehlungen sollten bei der Verwendung von angeleiteten Dialogen berücksichtigt werden:

- Die Fragen und mögliche Antworten in Form von Auswahlmöglichkeiten und/oder Eingaben, sollten so formuliert sein, dass der Nutzer die Arbeitsaufgabe mit geringem Aufgabenwissen erledigen kann.
- Die Reihenfolge der Fragen sollte so gewählt sein, dass sie der Reihenfolge der Erledigung von Teilaufgaben entspricht.
- Das Navigieren zu bereits „beantworteten“ Fragen sollte immer ermöglicht werden (Schaltfläche „Zurück“).
- Der angeleitete Dialog sollte zu jedem Zeitpunkt durch den Nutzer abgebrochen werden können (Schaltfläche „Abbrechen“).
- Bei der letzten Frage sollte dem Nutzer durch Umbenennung der Schaltfläche „Weiter“ in „Fertigstellen“ signalisiert werden, dass die Arbeitsaufgabe nach Betätigung aus Nutzersicht erledigt ist.
- Es sollte – wann immer möglich – die Gesamtzahl aller durchzuführenden Schritte des angeleiteten Dialogs angegeben werden. Dies ist jedoch nicht immer möglich, da durch Einstellungen in einem Schritt des angeleiteten Dialogs andere Schritte hinzukommen oder andere Schritte unnötig werden können.
- Sofern möglich, sollte der Nutzer auch direkt von einem Schritt zu einem anderen Schritt springen können (etwa von Schritt 3 zu Schritt 7). Dies hilft vor allem sehr geübten Nutzern, welche die Standardeinstellungen der einzelnen Schritte bereits kennen.
- Angeleitete Dialoge sollten nur als zusätzliche Dialogtechnik eingesetzt werden. Es sei denn, die zugrunde liegende Aufgabe zwischen einzelnen Dialogschritten und deren Reihenfolge lässt keine Handlungsalternativen zu.
- Bei komplexen angeleiteten Dialogen sollte als letzter Schritt eine Zusammenfassung angezeigt werden.

5.2 Darstellung von Information

Unter Informationen versteht man für den Nutzer interpretierbare Daten über Vorgänge, Ereignisse oder Sachverhalte. Daten bestehen zunächst nur aus Fakten und werden erst dann zur Information, wenn sie im Kontext betrachtet werden und eine Bedeutung für den Nutzer übermitteln.

The following recommendations for the use of guided dialogues should be observed:

- Questions and possible answers in the form of selection options and/or input actions should be expressed in such a way that the user can perform the task with only little knowledge of the task at hand.
- The order of the questions should be configured in such a way that it corresponds to the order in which the part-tasks are to be executed.
- It should always be possible to navigate back to questions that have already been answered (“Back” button).
- The user should be able to abort the guided dialogue at any time (“Cancel” button).
- When the final question is asked, the “Continue” button should be replaced by a “Finish” button to make the user aware that the task has been completed from the user aspect.
- Wherever possible, the total number of steps to be carried out in the guided dialogue should be indicated. However, this is not always possible, since the settings in one step of the guided dialogue sometimes lead to additional other steps or, vice versa, may render some ensuing steps unnecessary.
- As far as possible, the user should be allowed to skip directly from one step to another (e.g. from Step 3 to Step 7). This is useful, above all, for experienced users who already know the default settings of the individual steps.
- Guided dialogues should only be used as an additional dialogue technique unless, of course, the underlying task does not allow any alternatives between the dialogue steps and the sequence in which they are performed.
- If the guided dialogue is very complicated, the last step should be a summary of the previous steps performed.

5.2 Presentation of information

Information is understood to mean data concerning processes, events or facts that can be interpreted by the user. Data initially consists only of facts and does not become information until it is looked at in a context and conveys something meaningful to the user.

5.2.1 Kategorisierung von Information

Eine Informationskategorie ist eine Zusammenfassung von Informationen, die gemeinsamen Merkmalskriterien genügen und auf die der Nutzer unterschiedlich reagieren muss, je nachdem, ob es sich um

- reaktionspflichtige,
- bestätigungspflichtige oder
- nicht bestätigungspflichtige

Informationen handelt.

Reaktionspflichtige Informationen erfordern vom Nutzer die Durchführung bestimmter Maßnahmen zur Beeinflussung des Systems. Eine Nutzerreaktion ist zwingend notwendig.

Bestätigungspflichtige Informationen sind Informationen, die nicht direkt zur Durchführung bestimmter Maßnahmen auffordern. Der Nutzer muss durch Bedienung lediglich bestätigen, dass er die Informationen zur Kenntnis genommen hat.

Nicht bestätigungspflichtige Informationen sind Informationen, die keinen Nutzereingriff erfordern. Sie haben Hinweischarakter. Die Informationen werden vom Bediensystem zur Verfügung gestellt. Dem Nutzer ist freigestellt, ob er die Informationen zur Kenntnis nimmt oder nicht (keine Bestätigung notwendig).

Merkmalskriterien

Merkmalskriterien für Informationen sind:

- inhaltliche Zusammengehörigkeit (funktions- oder objektorientiert)
- zeitliche Ordnung
- Schweregrad der Folgeerscheinung

Die Kategorisierung unterstützt den Nutzer dabei, die Informationen konsistent in ein Schema einzuordnen.

Die im Folgenden genannten Informationskategorien sind die Basis für die Informationsstrukturierung innerhalb eines Bediensystems. Sie können im Einzelfall durch weitere Kategorien ergänzt werden.

5.2.1.1 Priorität von Informationen

Die Zuordnung von Informationen zu Informationskategorien hilft dem Nutzer, die Priorität der jeweiligen Informationen im Hinblick auf ihre Wichtigkeit für den Betrieb des Systems eindeutig und schnell zu erkennen.

Die in dieser Richtlinie definierten Informationskategorien sind deshalb in der in Bild 13 aufgezeigten Art und Weise zu priorisieren.

5.2.1 Categorization of information

An information category is a collection of information that satisfies common distinguishing criteria and to which the user is expected to react in different ways depending on whether the information concerned is

- information requiring a reaction,
- information requiring acknowledgement or
- information not requiring acknowledgement.

Information requiring a reaction calls for the user to take certain measures to have an effect on the system. A user reaction is obligatory.

Information requiring acknowledgement is information that does not necessarily call for the user to take particular measures. The user must simply acknowledge, by a certain operation, that he has taken note of the information.

Information not requiring acknowledgement is information that does not require user intervention. It is advisory in nature. The information is made available by the user interface, leaving it up to the user whether to take note of the information or not (no acknowledgement required).

Distinguishing criteria

Distinguishing criteria for information are:

- coherence of content (function or object oriented)
- chronological order
- severity of consequences

The classification helps the user to arrange the information into a consistent pattern.

The information categories listed below form the basis for structuring information within the user interface. In individual cases, further categories can be added.

5.2.1.1 Priority of information

The assigning of information into categories helps the user to recognize the priority of the information quickly and clearly with regard to its importance for the system's operation.

Priorities should therefore be assigned to the information categories defined in this standard as shown in Figure 13.

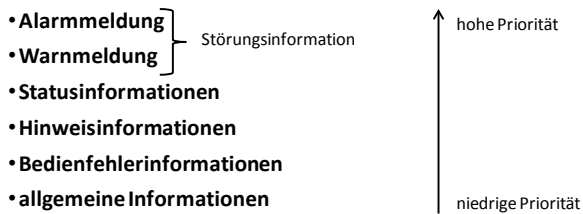


Bild 13. Priorisierung von Informationskategorien

Anmerkung: Gefahrmeldungen (siehe DIN 19235) sind nicht Bestandteil dieser Richtlinie. Gefahren zu melden und selbstständig darauf zu reagieren obliegt dem Schutzsystem, das unabhängig vom Bediensystem arbeitet.

Bei der Priorisierung wird berücksichtigt, dass Abweichungen vom normalen Betrieb mit höchster Priorität eingestuft werden.

Hilfeinformationen werden auf Anforderung des Nutzers visualisiert. Eine Einordnung in das Priorisierungsschema ist deshalb nicht sinnvoll.

Anmerkung: Systemfehlerinformationen beziehen sich auf Fehler, die vom System nicht ausgewertet werden können oder aus technischen Gründen vom System selbst nicht behandelbar sind. Sie haben ihre Ursache in der Ausführung der Baueinheiten der Anlage (Steuerungskomponenten, Maschinenbaugruppen usw.) oder in der Steuerungssoftware und entziehen sich einer standardisierten Reaktion. Aus diesem Grund werden sie in dieser Richtlinie nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

5.2.1.2 Störungsinformationen

Störungsinformationen beschreiben Zustände einer Anlage, bei denen eine oder mehrere Funktionen nicht verfügbar oder beeinträchtigt sind. Die Beeinträchtigung kann sich als unzulässige Abweichung des Istzustands vom Sollzustand äußern.

Störungsinformationen kommen in der Regel aus dem Prozess, sie lassen sich entsprechend ihrer Priorität unterteilen in:

- Alarmmeldungen
- Warnmeldungen

Störungsinformationen **müssen** in einem nicht überdeckbaren Bereich des Bildschirms visualisiert werden.

Alarmmeldungen haben höchste Priorität. Sie beschreiben kritische Maschinenzustände (z.B. Ausfall oder Beeinträchtigung einer Funktion oder Funktionseinheit), die ein unmittelbares Eingreifen durch den Nutzer erfordern.

Warnmeldungen sind Meldungen über mögliche oder sich anbahnende kritische Anlagenzustände, die eine intensive Beobachtung durch den Nutzer erfordern. Sie haben eine niedrigere Priorität als Alarmmeldungen.

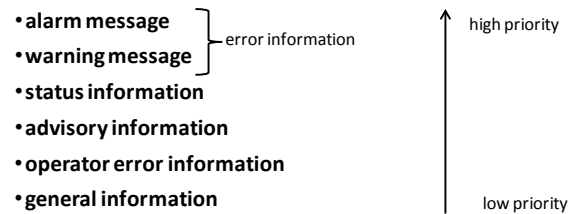


Figure 13. Prioritization of information categories

Note: Warning messages (see DIN 19235) are not one of the topics covered by this standard. It is the task of the protection/safety system, which operates independently of the user interface, to trigger warning messages and respond to these automatically.

When prioritizing information, care should be taken to allocate highest priority to deviations from normal operation.

Help information is displayed at the user's request. There is therefore no reason to include it in the priority assignment scheme.

Note: System error information concerns errors that the system cannot evaluate or cannot deal with itself for technical reasons. It originates from the design of the various component parts of the installation (control components, machine subassembly, etc.) or in the control software, and cannot be handled by a standardized reaction. For this reason, it is mentioned in this standard for the sake of completeness only.

5.2.1.2 Error information

Error information describes installation states in which one or more functions have failed completely or are impaired. The damage can manifest itself as an impermissible discrepancy between the actual state and the intended target state.

Error information is generally generated by the process and, according to its priority, can be divided into:

- alarm messages
- warning messages

Error information **must** be displayed in an area of the screen that cannot be concealed.

Alarm messages have the highest priority. They describe critical machine states (e.g. failure or impairment of a function or a function unit) that require immediate intervention by the user.

Warning messages are messages concerning potential or impending critical installation states that require concentrated observation by the user; they have a lower priority than alarm messages.

Leitsätze für Alarmmeldungen

Die folgenden Leitsätze sollten bei der Verwendung von Alarmmeldungen berücksichtigt werden:

- Alarmmeldungen müssen immer an der gleichen Stelle visualisiert werden.
- Die Aufmerksamkeitssteuerung wird durch die folgenden Gestaltungsmerkmale erreicht:
 - Zur Farbcodierung muss Rot verwendet werden. Geeignete Kombinationen sind Rot auf Weiß oder Weiß auf Rot (vgl. Tabelle 2).
 - Zusätzlich sollten Bildzeichen eingesetzt werden.
 - Es sollte eine Umrahmung oder Schattierung verwendet werden.
 - Blinken sollte ergänzend eingesetzt werden.
 - Ein zusätzliches Audiosignal sollte bis zur Quittierung der Alarmmeldung gegeben werden.
- Ist die Darstellung der inhaltlich kompletten Alarmmeldung nicht möglich, so kann die Visualisierung auch mithilfe eines Bildzeichens ohne Alarmtext erfolgen. Ein zusätzlicher Dialog, der auch die Möglichkeit zum Abruf weiterer Informationen (Alarmtext, Alarmkategorie, Alarmnummer, Datum und Uhrzeit des Auftretens usw.) bietet, ist in diesem Fall sinnvoll.

Alarmmeldungen werden mit dem Auftreten des Alarmereignisses visualisiert. Mit der Behebung der die Alarmmeldung hervorrufenden Störung **und** der Quittierung der Alarmmeldung wird diese ausgeblendet.

Leitsätze für Warnmeldungen

Die folgenden Leitsätze sollten bei der Verwendung von Warnmeldungen berücksichtigt werden:

- Warnmeldungen müssen immer an der gleichen Stelle visualisiert werden.
- Die Aufmerksamkeitssteuerung wird durch die folgenden Gestaltungsmerkmale erreicht:
 - Zur Farbcodierung muss Gelb oder Gelb-orange verwendet werden. Geeignete Kombinationen sind Gelb auf Schwarz oder Schwarz auf Gelb.
 - Zusätzlich sollten Bildzeichen eingesetzt werden.
 - Es sollte eine Umrahmung oder Schattierung verwendet werden.
 - Blinken kann ergänzend eingesetzt werden.
 - Ein zusätzliches Audiosignal sollte kurzzeitig gegeben werden.

Alarm message principles

The following principles should be observed when using alarm messages:

- Alarm messages must always be displayed in the same place.
- Attention must be attracted to the message by the following design features:
 - Red must be used for colour coding; suitable combinations are red on white or white on red (see Table 2).
 - Icons should be used for emphasis.
 - A border or shading should be used.
 - Blinking should be used for emphasis.
 - An additional auditory signal should be emitted until the alarm message has been acknowledged.
- If it is not possible to display the complete contents of the alarm message, they can be indicated with the aid of an icon, i.e. without the alarm text. In this case, it makes sense to display an additional dialogue, offering the option of calling up further information (alarm text, alarm category, alarm number, date and time of occurrence, etc.).

Alarm messages are displayed immediately when the event causing the alarm occurs. The message is cancelled when the error that provoked the alarm message has been corrected **and** the alarm message has been acknowledged.

Warning message principles

The following principles should be observed when using warning messages:

- Warning messages must always be displayed in the same place.
- Attention must be attracted to the message using the following design features:
 - Yellow or orange-yellow (amber) must be used for colour coding. Suitable combinations are yellow on black or black on yellow.
 - Icons should be used for emphasis.
 - A border or shading should be used.
 - Blinking can be used for emphasis.
 - An additional short auditory signal should be emitted.

- Ist die Darstellung der inhaltlich kompletten Warnmeldung nicht möglich, so kann die Visualisierung auch mithilfe eines Bildzeichens ohne Warnungstext erfolgen. Ein zusätzlicher Dialog, der auch die Möglichkeit zum Abruf weiterer Informationen (Warnungstext, Warnungskategorie, Warnungsnummer, Datum und Uhrzeit des Auftretens usw.) bietet, ist in diesem Fall sinnvoll.
- Die Dialoge zur Visualisierung von zusätzlichen Informationen sollten für Alarmmeldungen und Warnmeldungen gleich sein.
- Warnmeldungen werden mit dem Auftreten des Warnereignisses visualisiert und werden mit dem Wegfall des Warnereignisses oder mit der Quittierung der Warnmeldung durch den Nutzer zurückgenommen.

Anmerkung: Alarm- bzw. Warnmeldungen sollten, wenn möglich, je nach Schweregrad oder inhaltlicher Zusammengehörigkeit kategorisiert werden. Sie sollten in einem Logbuch dokumentiert werden.

5.2.1.3 Statusinformationen

Statusinformationen beschreiben den aktuellen Zustand von Prozess (Prozesszustände) und/oder der technischen Anlage selbst (Betriebszustände).

Beispiele für Statusinformationen sind:

- Automatikbetrieb, Tippbetrieb, Handeingabe
- bereit, läuft, hält usw.

Beispiele für Prozesszustände sind:

- Bearbeitungsfortschritt
- Temperatur

Leitsätze für Statusinformationen

Die folgenden Leitsätze sollten bei der Verwendung von Statusinformationen berücksichtigt werden:

- Statusinformationen sollten immer an der gleichen Stelle in einem nicht überdeckbaren Bereich visualisiert werden.
- Die Aufmerksamkeitssteuerung wird durch die folgenden Gestaltungsmerkmale erreicht:
 - Für normale Betriebszustände sollte zur Farbcodierung Weiß auf Schwarz, Schwarz auf Weiß oder Schwarz auf Grün, bei gestörten Zuständen Rot bzw. Gelb verwendet werden.
 - Zusätzlich können Bildzeichen verwendet werden.
 - Umrahmungen oder Schattierungen können Verwendung finden.

- If it is not possible to display the complete contents of the warning message, they can be indicated with the aid of an icon, i.e. without the warning text. In this case, it makes sense to display an additional dialogue, offering the option of calling up further information (warning text, warning category, warning number, date and time of occurrence, etc.)
- The dialogue for viewing additional information should be the same for warning messages as for alarm messages.
- Warning messages are displayed when the event provoking the warning message occurs. They are cancelled when the event has discontinued or the warning message has been acknowledged by the user.

Note: Wherever possible, alarm or warning messages should be categorized according to severity or similarity of content. They should be documented in a log book.

5.2.1.3 Status information

Status information describes the current status of the process (processing status) and/or the actual technical plant (operating status).

Examples of operating status:

- automatic, jogging operation, manual input
- ready, running, stopping, etc.

Examples of processing status:

- machining operation progress
- temperature

Status information principles

The following principles should be observed when using status information:

- Status information should always be displayed in the same place in an area that cannot be covered over.
- Attention should be attracted to the message by the following design features:
 - For normal operating states white on black, black on white or black on green colour coding should be used, and red or yellow for disrupted states.
 - Icons can be used in addition.
 - Borders or shading can be used.

- Blinken sollte nicht eingesetzt werden.
- Akustische Signale sollten nicht eingesetzt werden.
- Wichtige Statusinformationen sollten dauernd angezeigt werden. Da es sich dabei um nicht bestätigungspflichtige Informationen handelt, ist keine Quittierung durch den Nutzer notwendig.

5.2.1.4 Hinweisinformationen

Hinweisinformationen geben dem Nutzer Hinweise zur Weiterarbeit, das heißt zur weiteren Bedienung.

Beispiele für Hinweisinformationen sind:

- **Systemaufforderungen**, die zur Durchführung bestimmter Maßnahmen auffordern, wie „Achsen mit 6-D-Maus verfahren!“
- **Hinweise mit Nutzerentscheidung**, wie „Daten abspeichern?“ (Ja/Nein)
- **Hinweise mit Quittierung**, wie „Keine Daten aufgezeichnet!“ (Bestätigen)

Leitsätze für Hinweisinformationen

Die folgenden Leitsätze sollten bei der Verwendung von Hinweisinformationen berücksichtigt werden:

- Hinweisinformationen sollten an fest vorgegebener Stelle visualisiert werden.
- Die Aufmerksamkeitssteuerung wird durch die folgenden Gestaltungsmerkmale erreicht:
 - Die Auffälligkeit der Hinweisinformationen ist durch geeignete Farbgebung zu gewährleisten. Vorzugsweise sollte Blau auf Weiß oder Weiß auf Blau verwendet werden.
 - Die zusätzliche Verwendung geeigneter Bildzeichen ist sinnvoll.
 - Umrahmungen oder Schattierungen können verwendet werden.
 - Blinken sollte nicht verwendet werden.
- Die Quittierung von Hinweisinformationen erfolgt je nach Art der Meldung unterschiedlich:
 - **Systemaufforderungen** werden durch den Nutzer implizit quittiert. Dies geschieht dadurch, dass der Nutzer den Aufforderungen des Bediensystems nachkommt und die von ihm geforderten Maßnahmen einleitet.
 - **Hinweise mit Nutzerentscheidung** quittiert der Nutzer, indem er mithilfe eines Dialogs eine Entscheidung fällt. Erst nachdem dies geschehen ist, kann er mit dem begonnenen

- Blinking should not be used.
- Auditory signals should not be used.

- Important status information should be displayed at all times. Since the information concerned does not require confirmation that it has been read, there is no need for the user to acknowledge the message.

5.2.1.4 Advisory information

Advisory information gives the user indications on how to continue working, i.e. how to continue operating the system.

Examples of advisory information are:

- **system prompts**, for certain actions to be carried out, e.g. “Move axes using 6-D-mouse! ”
- **note requesting user decision**, e.g. “Save data?” (yes/no)
- **note needing acknowledgement**, e.g. “No data recorded!” (confirm)

Advisory information principles

The following principles should be observed when using advisory information:

- Advisory information should be displayed in a fixed place.
- Attention should be attracted to the message using the following design features:
 - Suitable colouring should ensure that the information displayed is conspicuous, preference being given to the use of blue on white or white on blue.
 - The supplementary use of suitable icons is recommended.
 - Borders or shading can be used.
 - Blinking should not be used.
- Advisory information can be acknowledged in different ways, depending on the type of message:
 - **System prompts** are implicitly acknowledged by the user. This is done by the user complying with the system prompt and taking the measures required of him.
 - The user acknowledges **notes requesting user decision** by entering a decision with the aid of a dialogue box. Only after this has been done can he continue with the operat-

oder einem neuen Bedienschnitt oder -ablauf fortfahren.

- Treten **Hinweise mit Quittierung** auf, so muss der Nutzer die Kenntnisnahme bestätigen (quittieren). Erst nach dieser Quittierung kann er mit dem begonnenen oder einem neuen Bedienschnitt fortfahren.

5.2.1.5 Bedienfehlerinformationen

Bedienfehlerinformationen machen den Nutzer auf eine fehlerhafte Bedienung aufmerksam. Beispiele für Bedienfehlerinformationen sind:

- Falsche Eingabe in ein Datenfeld führt zur Meldung „Eingegebener Wert nicht zulässig“.
- Fehlende Auswahl eines Eintrags aus einer Pflichtauswahlliste führt zu Meldung „Wählen Sie einen Eintrag aus der Auswahlliste aus“.

Leitsätze für Bedienfehlerinformationen

Die folgenden Leitsätze sollten bei der Verwendung von Bedienfehlerinformationen berücksichtigt werden:

- Bedienfehlerinformationen werden visualisiert, wenn fehlerhafte Eingaben vom System erkannt werden.
- Die Aufmerksamkeitssteuerung wird durch die folgenden Gestaltungsmerkmale erreicht:
 - Bedienfehlerinformationen sind als deutlich sichtbarer Informationstext darzustellen.
 - Eine Umrahmung bzw. Schattierung kann verwendet werden.
 - Ein kurzzeitiges Audiosignal kann gegeben werden.
- Die Bedienfehlerinformation muss Hinweise auf die Fehlerursache und, wo möglich, auf Behebungsmöglichkeiten geben.

Bedienfehlerinformationen werden durch den Nutzer implizit quittiert. Dies geschieht durch die Korrektur der falsch eingegebenen Daten oder durch den Abbruch der die Bedienfehlermeldung hervorruhenden Nutzereingaben. Bei Abbruch werden die vorher aktiven Daten oder Einstellungen beibehalten.

5.2.1.6 Hilfeinformationen

Hilfeinformationen sind Informationen zur Unterstützung des Nutzers, die auf Anforderung visualisiert werden.

Hilfeinformationen können kontextabhängig und kontextunabhängig sein.

Beispiele für **kontextabhängige Hilfeinformationen** sind:

ing stage he was in or start a new one.

- If a **note requiring acknowledgement** is displayed, the user must acknowledge that he has read it. Only after this has been done can he continue with the operating stage he was in or start a new one.

5.2.1.5 Operating error information

Operating error information draws the user's attention to incorrect operation. Examples of operating error information are:

- Incorrect input in a data field leads to the message "Input value invalid".
- Failure to select an item in a mandatory selection list leads to the message "Select an item from the selection list".

Operating error information principles

The following principles should be observed when using operating error information:

- Operating error information is displayed if incorrect input is detected by the system.
- Attention is attracted to the display by means of the following design features:
 - Operating errors are displayed as clearly visible and legible information text.
 - Borders or shading can be used.
 - A short auditory signal can be given.
- Operating error information must provide notes on the source of the error and, if possible, state the options for correcting the error.

Operating error information is implicitly acknowledged by the user correcting the data that has been incorrectly entered or cancelling the user input that gave rise to the operating error message. Cancellation leaves previously active data or settings as they were.

5.2.1.6 Help information

Help information is information that assists the user and is displayed on request.

Help information can be context-dependent or context-independent.

Examples of **context-dependent help information** are:

- Informationen zur Prozessführung
- Informationen zur Fehlerbehebung
- Informationen zur Bedienung

Beispiele für **kontextunabhängige Hilfeinformationen** sind:

- Stichwortverzeichnis
- Hilfeübersicht

Leitsätze für Hilfeinformationen

Die folgenden Leitsätze sollten bei der Verwendung von Hilfeinformationen berücksichtigt werden:

- Hilfeinformationen können in speziell gekennzeichneten Hilfebereichen oder Hilfefenstern visualisiert werden.
- Die Aufmerksamkeitssteuerung wird durch die folgenden Gestaltungsmerkmale erreicht:
 - Die Darstellung erfolgt in der Regel in textueller Form, die durch geeignete Bildzeichen und Grafiken ergänzt werden kann.
 - Die Farben Rot, Gelb und Grün sollten bei der Visualisierung keine Verwendung finden.

5.2.1.7 Allgemeine Informationen

Allgemeine Informationen sind Informationen, die keiner anderen Informationskategorie sinnvoll zuzuordnen sind (z.B. Versionsnummer, Informationen über Steuerungs- und Maschinenhersteller). Es handelt sich dabei um nicht bestätigungspflichtige Informationen.

Leitsätze für allgemeine Informationen

Die folgenden Leitsätze sollten bei der Verwendung von allgemeinen Informationen berücksichtigt werden:

- Die Darstellung von allgemeinen Informationen kann je nach Applikation in textueller oder in grafischer Form erfolgen.
- Die Aufmerksamkeitssteuerung wird durch die folgenden Gestaltungsmerkmale erreicht:
 - Bei der Visualisierung sollten neutrale Darstellungen bevorzugt werden, sodass allgemeine Informationen gut von Störungs- und Statusinformationen unterscheidbar sind.
 - Die Farben Rot, Gelb und Grün sollten nicht verwendet werden.
 - Die Informationen sind in geeigneter Art und Weise zu gruppieren, um eine leichte Erfassbarkeit zu gewährleisten.
 - Zur Gruppierung können Rahmen oder Schattierungen eingesetzt werden.

- information on executing a process
- information on correcting an error
- information on operation

Examples of **context-independent help information** are:

- index
- help overview

Help information principles

The following principles should be observed when using help information:

- Help information can be displayed in specially labelled help areas or help windows.
- Attention is attracted to the display by means of the following design features:
 - The display is generally in text form, supplemented by suitable icons and graphics.
 - The colours red, yellow and green should not be used in help message displays.

5.2.1.7 General information

General information is information that cannot be meaningfully assigned to another information category (e.g. version number, control and machine manufacturer information). This information does not require confirmation.

General information principles

The following principles should be observed when using general information:

- General information can be displayed in text or graphic form depending on the type of application.
- Attention is attracted to the display by means of the following design features:
 - A neutral presentation form should be used so that all error and status messages can be clearly distinguished from the general information.
 - The colours red, yellow and green should not be used.
 - The information is to be grouped in such a way that it is easily understood.
 - Borders and shading can be used for grouping the information.

Allgemeine Informationen können durch andere, wesentlichere Informationen überdeckt werden.

General information can be covered over by other, more important information.

5.2.1.8 Tabellarische Übersicht

Eine tabellarische Übersicht zur Kategorisierung von Information gibt Tabelle 1.

5.2.1.8 Overview in table form

Table 1 gives an overview of information categories in table form.

Tabelle 1. Tabellarische Übersicht zur Kategorisierung von Information

Priorität	Informationsklassen und ihre Merkmale	Darstellungsattribute					Zeitpunkt		Benutzerreaktion	Initiative
		Hintergrundfarbe	Vordergrundfarbe	Umrahmungen, Schattierungen	Blinken	Visualisierungs-ort	Zusätzliches Audiosignal	Beginn	Ende	
hoch ↑ niedrig	Störungsinformationen									
	Alarmmeldungen	Rot	Weiß oder Schwarz	sollte	sollte, bis das Lesen quittiert wurde	fest, nicht überdeckbar	sollte bis Quittierung	mit Alarmereignis	mit Störungsbehebung und Quittierung	System
		Weiß oder Schwarz	Rot							
	Warnmeldungen	Gelb	Schwarz	sollte	kann ergänzt werden	fest, nicht überdeckbar	sollte, kurzzeitig	mit Warnereignis	Wegfall Warnereignis oder Quittierung	System
		Schwarz	Gelb							
	Statusinformationen									
niedrig	Normal	Weiß	Schwarz	kann	nein	fest, nicht überdeckbar	nein	dauernd		System
		Schwarz	Weiß							
	Gestört	Rot	Weiß oder Schwarz	kann	nein		nein		divers: auswählen, bestätigen	System
		Gelb	Schwarz							
	Hinweisinformationen	Blau	Weiß	kann			kann, kurzzeitig	mit Bedienfehler	mit nächster Bedienung	System
		Weiß	Blau							
	Bedienfehlerinformationen			kann						System
	Allgemeine Informationen									System
	Hilfsinformationen						nein			Benutzer

Table 1. Overview of information categories in table form

Priority	Information categories and their features		Display attributes				Additional audio signal	Time		User reaction	Initiator
			Background colour	Foreground colour	Border, shading	Blinking	Display area	Start	End		
high	Alarm information										
	Description	alarm messages	red	white or black	preferable	preferable until user acknowledges	fixed, not to be covered	when event causing the alert occurs	when problem is resolved and user acknowledges	acknowledges, solves problem	system
		warning messages	white or black	red							
			yellow	black	preferable	can be added	fixed, not to be covered	when event causing the alert occurs	when problem is resolved and user acknowledges	acknowledges, solves problem	system
			black	yellow							
low	Status information										
	Description	normal	white	black			fixed, not to be covered	continuous			system
		abnormal	black	white	optional	no					
	Advisory information		red	white or black						various: select, confirm	system
			yellow	black							
	Operating error information		blue	white	optional	no		operating error	next operation		system
	General information		white	blue							system
	Help information						optional, briefly				user

5.2.2 Codierung von Information

Codierung ist die systematische Darstellung bestimmter Signale oder Werte durch eine andere Reihe von Signalen. Diese Darstellung muss über-

5.2.2 Information coding

Coding is the systematic presentation of certain signals or values by another series of signals. This presentation must follow a strict set of rules. Es-

einstimmen mit einem festen Satz von Regeln. Die Codierung von Information verfolgt im Wesentlichen die folgenden Ziele:

- Gruppierung bzw. Klassifizierung von Informationen
- Erleichterung der Zuordnung von Bedeutung zur Information für den Nutzer
- Aufmerksamkeitslenkung

Wird zur Codierung von Information lediglich ein Attribut (Dimension) verwendet, beispielsweise nur die Farbe oder nur die Form, so spricht man von eindimensionaler Codierung. Werden hingegen zwei oder mehrere Attribute (Dimensionen) gemeinsam verändert, so spricht man von mehrdimensionaler Codierung. Durch mehrdimensionale Codierung wird Redundanz in den Code eingebracht.

Die im Folgenden aufgeführten Möglichkeiten der Informationscodierung wurden nach dem Gesichtspunkt der zuverlässigen Informationserkennung gewählt. In der Praxis können weitere Gestaltungsaspekte wie Ästhetik oder Firmenfarben von Bedeutung sein.

Möglichkeiten der Informationscodierung

Um Informationen unterschiedlicher Priorität voneinander abzuheben, stehen verschiedene Codierungsmöglichkeiten zur Verfügung:

- Farbe und Kontrast
- Gestalt, in Form von:
 - Schriften
 - Bildzeichen
 - Position und Orientierung
 - Linien und Schraffuren
 - Form
- Blinken
- Akustik (Töne, Alarmhupen usw.)
- Haptik
- Animation (rotierender Ball, Sanduhr usw.)

Aufmerksamkeitslenkung

Durch die Verwendung verschiedener Möglichkeiten der Informationscodierung kann die Aufmerksamkeit des Nutzers gezielt gelenkt werden. Wie Bild 14 verdeutlicht, wird eine steigende Auffälligkeit von Signalen z.B. bei folgender Verwendung von Informationscodierungen erzeugt:

- Durch die gezielte Verwendung von Farbe kann die Information einerseits einer gewünschten Klasse zugeordnet und andererseits mit einer bestimmten Auffälligkeit verknüpft werden.

sentially, information is coded for the following reasons:

- to group or classify information
- to make it easier for the user to attach meaning to information
- to direct attention

If only one attribute (dimension) is used for coding information, for example colour or appearance, the coding is described as being one-dimensional. If two or more attributes (dimensions) are modified together, this is called multi-dimensional coding. Multidimensional coding introduces redundancy into the code.

The information coding options described below were selected from the aspect of reliable information recognition. In practice, additional aspects of design such as aesthetics or corporate colours may be of importance.

Information coding options

Various coding options are available for distinguishing between information of varying degrees of importance:

- colour, contrast
- appearance, by means of
 - fonts
 - icons
 - position and orientation
 - lines and shading
 - shape
- blinking
- acoustics (beeps, alarm buzzer, etc.)
- haptics
- animation (rotating ball, hourglass, etc.)

Directing attention

By using various possible information coding methods, the user's attention can be directed in a specific way. As shown in Figure 14, increasingly conspicuous signals are produced, for example, by the use of information coding as follows:

- On the one hand, the specific use of colour can identify information as belonging to a particular category, and on the other hand, associate it with a certain level of conspicuousness.

- Die nächste Auffälligkeitsstufe wird durch ein Steigern der Leuchtdichte erreicht.
- Die nächste Stufe für die Auffälligkeit wird durch ein veränderliches optisches Signal (auch als Blinken beschrieben) erreicht.
- Die höchste Auffälligkeitsstufe wird durch die Verwendung eines akustischen Signals erreicht.

Bei der Auslegung eines solchen Stufenmodells zur Auffälligkeitssteigerung müssen jedoch einige Einflussgrößen beachtet werden:

- Bei der Farbdarstellung sind die Fläche und die Intensität des Elements wichtige Einflussgrößen auf die Auffälligkeit der Meldung.
- Beim Wechsel der Leuchtdichte ist der Grad der Änderung der Leuchtdichte entscheidend, wobei vor übertriebenen Kontrasten gewarnt wird.
- Wichtig ist die Betrachtung der Umwelteinflüsse an dem geplanten Arbeitsplatz. Die Beleuchtungsverhältnisse grenzen die Möglichkeiten visueller Darstellungsvielfalt mitunter ein, gleiches gilt für den Einfluss der Umgebungsgeräusche auf die Erkennbarkeit und Unterscheidbarkeit von auditiven Informationen, z.B. Hupen.
- Je höher die Anzahl der darzustellenden Objekte und Zustände ist, desto mehr Sorgfalt muss der Aufmerksamkeitssteuerung gewidmet werden.

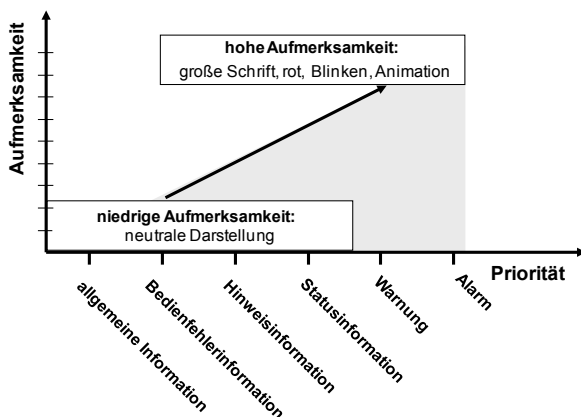


Bild 14. Aufmerksamkeitssteuerung [10]

5.2.2.1 Farbe und Kontrast

Der Mensch kann Farben sehr schnell wahrnehmen und empfindet sie stark subjektiv. Die Normen DIN EN ISO 9241-302, -303 und -305 beschreiben jene Faktoren, die das Erscheinungsbild von Farben beeinflussen. Es ist darauf zu achten, dass viele Menschen eine Farbsehschwäche aufweisen und somit eine Farbcodierung nicht ausschließlich verwendet werden darf. Grundsätzlich sollte Farbe

- Conspicuousness is increased to a higher level by intensifying brightness.
- A variable visual signal (also known as blinking) increases conspicuousness to the next level.
- The highest level of conspicuousness is achieved by an auditory signal.

However, several parameters must be taken into consideration when designing this kind of level model for increasing conspicuousness:

- In a colour display, the conspicuousness of the message will be affected significantly by the size and intensity of the element.
- Where brightness changes are used, the degree of change is decisive, although it is not advisable to use exaggerated contrasts.
- It is important to observe ambient conditions at the planned workplace. The options for visual display variety will be limited by lighting conditions. The same is true of the effect of surrounding noise on whether auditory information such as horns will be sufficiently discernible and distinctive.
- The greater the number of objects and states to be shown on the visual display, the more care must be devoted to directing the user's attention.

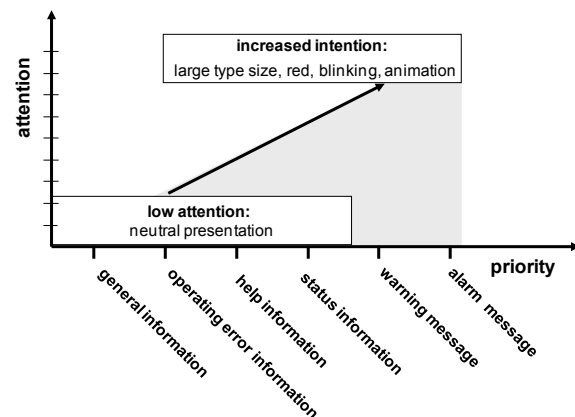


Figure 14. Directing attention [10]

5.2.2.1 Colour and contrast

Humans react very quickly and subjectively to colour. Standards DIN EN ISO 9241-302, -303 and -305 describe the factors that affect the appearance of colours. The fact that many people have impaired colour vision must be taken into consideration, so colour coding cannot be used as the sole means of directing attention. Essentially, colour should be used sparingly and selectively. The gen-

sparsam und gezielt verwendet werden. Allgemein übliche Bedeutungen von Farben sollten bei der Informationscodierung auf dem Bildschirm erhalten bleiben.

Die Wirkung von Farbe ist u.a. durch drei voneinander unabhängige Faktoren definiert, die alle zur Farbcodierung herangezogen werden können:

- Farbton (Wellenlänge)
- Farbsättigung (Maß für die Buntheit)
- Helligkeit

Farbe wird zur Informationscodierung verwendet, um

- optisch zu gliedern und Zusammengehörigkeit auszudrücken und so das Suchen, Finden, Zuordnen, Abzählen von Informationen zu erleichtern,
- Informationen hervorzuheben und so Aufmerksamkeit zu lenken oder
- Informationsklassen zu trennen und zu gewichten.

Leitsätze zur Farbverwendung

Mehrfachcodierung

Farbe sollte wegen farbfeldsichtiger Nutzer nicht als alleiniger Code verwendet werden. Es müssen insbesondere dann ergänzende Codes vorgesehen werden, wenn sich die Farben auf die Sicherheit von Personen oder der Umwelt beziehen.

Anzahl der Farben

Der normal farbsichtige Mensch kann bei unstenigen Lichtverhältnissen und sequenzieller Betrachtung nur eingeschränkt Farben unterscheiden. Deshalb sollten maximal sechs Bunttöne und Schwarz-Weiß zur farblichen Bedeutungs codierung von Informationen verwendet werden. Beispiele sind Rot, Gelb, Grün, Blau, Cyan, Magenta. Außerdem ist zu beachten, dass die Umgebung die Wahrnehmbarkeit von Farben beeinflussen kann (siehe DIN EN ISO 9241-302, -303 und -305).

Farb- und Leuchtdichtekontrast

Alle zum Codieren eingesetzten Farben sollten hohen Farb- und Leuchtdichtekontrast bieten, um Erkennbarkeit zu gewährleisten. Sicherheitsbezogene Farben sollten hell, gesättigt und kontraststark sein. Für nicht vorrangige Informationen dürfen die verwendeten Farben dunkel und ungesättigt sein.

erally-accepted meaning of colours should be retained when coding information on VDUs (visual display units).

The effect of colour is determined by three independent factors, all of which can be utilized in colour coding:

- colour (wave length)
- saturation (measure of colourfulness)
- brightness

Colours are used in information coding

- to group information visually and express relationships in order to make searching, finding, assigning and counting information easier,
- to emphasize information and draw attention to it or
- to separate and weight categories of information.

Principles of colour use

Redundant coding

Out of consideration for people with impaired colour vision, colour should never be used as the sole form of coding. It is particularly important to provide additional codes if the colour codes are relevant to the safety of humans or the environment.

Number of colours

Even people who have normal colour vision can only distinguish between colours to a limited extent if lighting conditions are variable and if they are looking at the colours sequentially. For this reason, a maximum of six colour shades and black and white should be used for colour-coding information, according to its significance. For example, red, yellow, green, blue, cyan and magenta could be used. Furthermore, the fact that ambient lighting can affect the way people perceive colours should be taken into account (see DIN EN ISO 9241-302, -303 and -305).

Colour and brightness contrast

All colours used for coding should contrast strongly in terms of colour and brightness in order to ensure that they are recognized. Colours relating to safety should be bright, intense and have high contrast. The colours used for lower priority information can be dark and less intense.

Absolute und relative Farbcodierung

Es werden die absolute und die relative Farbcodierung unterschieden. Bei der absoluten (kontextunabhängigen) Farbcodierung ist die Bedeutung der Information für sich allein verständlich (z.B. Rot für Gefahr). Im Gegensatz dazu ergibt sich bei relativer (kontextabhängiger) Farbcodierung die Bedeutung der Codierung erst durch den Bezug zum Kontext (z.B. Kontrastabsenkung bei nicht anwählbaren Funktionen).

Für die Farbcodierung gelten die folgenden Hinweise:

- Farbsättigung darf nicht zur absoluten Codierung verwendet werden.
- Relative Codierung erfolgt über Leuchtdichte und Farbsättigung.

Helligkeitsstufen

Jeder Button sollte zur Informationscodierung in maximal zwei Helligkeitsstufen verwendet werden.

Eignung von Farbkontrasten

Für Kontraste sollten nur zwei aufeinander abgestimmte Farben für Zeichen (Vordergrund) und Zeichenhintergrund verwendet werden (siehe Tabelle 2). Bei mehrfarbiger Darstellung ist die Gefahr der Verwechslung umso geringer, je weniger Farben verwendet werden. Die Farbkontraste sollten nicht einstellbar sein und während des Entwicklungsprozesses durch Versuche ermittelt werden. Bei der Anwendung von Farbkontrasten zu Sicherheitskennzeichnungen sind die Festlegungen in DIN 4844-1 zu beachten.

Unter-/Hintergrundfarbe

In Bild 15 werden die Begriffe „Hintergrund“ und „Vordergrund“ anhand einer 2-Ebenen- und 3-Ebenen-Darstellung verdeutlicht. Der Hintergrund steht immer in direkter Beziehung zu den Vordergrundzeichen, während der Untergrund bei leerem Bildschirm zu sehen ist. Somit ist bei einer 2-Ebenen-Darstellung der Untergrund auch gleichzeitig der Hintergrund.

Hintergrundfarben müssen die maximale Unterscheidbarkeit aller Vordergrundfarben gewährleisten. Der Hintergrund sollte möglichst grau sein. Grauer Hintergrund ist für die Erkennung von farbigen Objekten am besten geeignet.

Für den Untergrund wird ein dunkler Grauton empfohlen. Wegen der Blendwirkung sollte reines Weiß als Hintergrundfarbe zugunsten eines hellen Grautons vermieden werden.

Absolute and relative colour coding

A distinction is made between absolute and relative colour coding. In absolute (not context-dependent) colour coding, the meaning of the information should be self-evident (e.g. red for danger). As opposed to this, in relative (context-dependent) colour-coding, the meaning of the coding is only apparent in relation to its context (e.g. reduced contrast for functions that are currently not available).

When using colour coding, the following notes should be observed:

- Colour intensity should not be used for absolute coding.
- Relative coding should be implemented by using both brightness and saturation.

Levels of brightness

No more than two levels of brightness should be applied for any single colour used for coding information.

Suitability of colour contrasts

Only two appropriately paired colours should be used to provide a contrast between characters (foreground) and message backgrounds (see Table 2). In multicolour displays, minimizing the number of colours used reduces the risk of confusion. The colour contrasts should not be adjustable and should have been determined by testing during the user interface development process. When colour contrast is used for safety indications and displays, the regulations in DIN 4844-1 must be observed.

Background/underlay colour

Figure 15 illustrates the concepts “background” and “foreground” with the aid of a two- and three-level display. The background is always displayed in direct relation to the foreground characters, while the underlay is visible when no information is shown in the visual display area. In the case of a two-level display, therefore, underlay and background are identical.

Background colours must ensure maximum contrast to all the foreground colours. Wherever possible, the background should be grey. A grey background is best suited for making coloured objects discernible.

A dark grey tone should preferably be used for the underlay. Pure white should be avoided as a background colour because of its dazzling effect. A light grey tone is to be preferred.

Tabelle 2. Einfluss des Farbkontrasts auf die Leserlichkeit (vgl. auch [1] und [8])

Zeichenfarbe (Vordergrundfarbe)	Hintergrundfarbe							
	Schwarz	Weiß	Magenta	Blau	Cyan	Grün	Gelb	Rot
Schwarz		++	0	–	++	+	++	0
Weiß	+		+	+	–	–	–	+
Magenta	0	+		–	0	0	++	–
Blau	–	++	–		+	+	++	–
Cyan	++	–	0	++		–	–	0
Grün	++	–	0	+	–		–	0
Gelb	++	–	0	++	–	–		0
Rot	0	++	–	–	+	+	+	

++ sehr gut leserlich + gut leserlich 0 leserlich – schlecht leserlich

Table 2. Effect of colour contrast on legibility (see [1] and [8])

Colour of character (foreground colour)	Background colour							
	Black	White	Magenta	Blue	Cyan	Green	Yellow	Red
Black		++	0	–	++	+	++	0
White	+		+	+	–	–	–	+
Magenta	0	+		–	0	0	++	–
Blue	–	++	–		+	+	++	–
Cyan	++	–	0	++		–	–	0
Green	++	–	0	+	–		–	0
Yellow	++	–	0	++	–	–		0
Red	0	++	–	–	+	+	+	

++ very good legibility + good legibility 0 legible – poor legibility

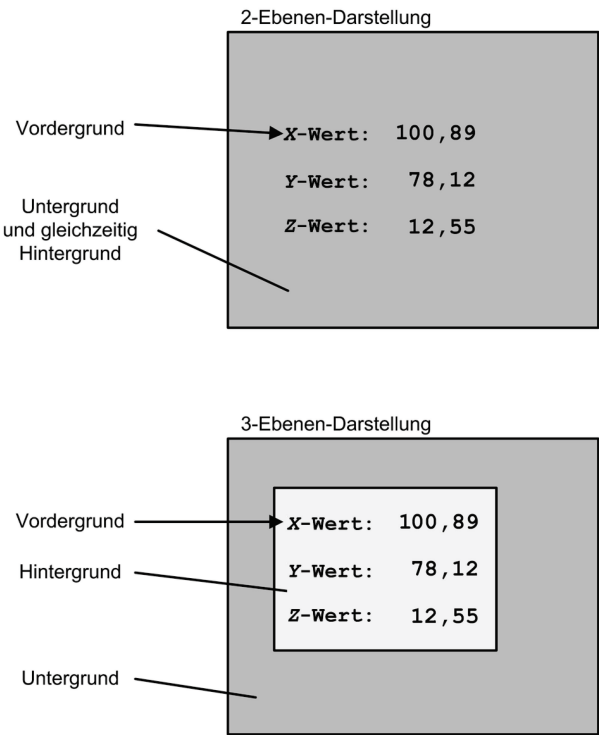


Bild 15. Hintergrund vs. Untergrund

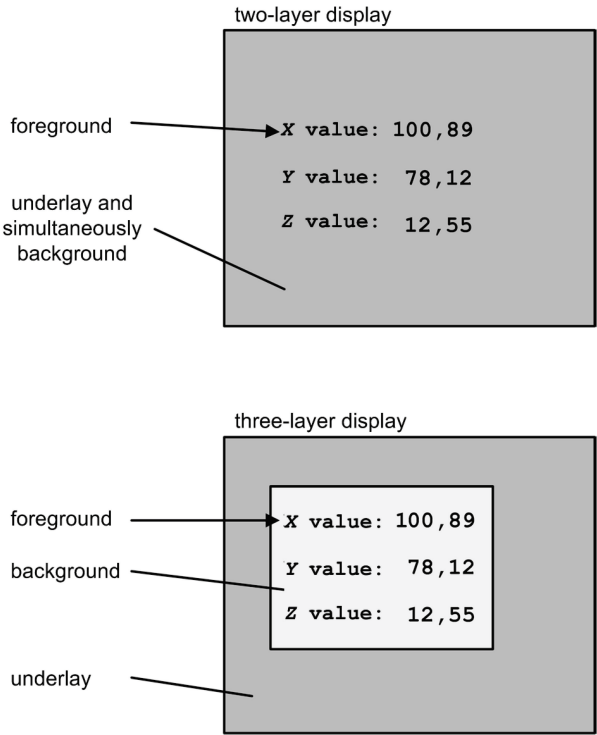


Figure 15. Background vs. underlay

Bedeutung von Farben

Durch die Verwendung gleicher Farben kann, auch über verschiedene Informationskategorien hinweg, Zugehörigkeit ausgedrückt werden. Welche Bedeutung den einzelnen Farben zugeordnet ist, ist Tabelle 1 zu entnehmen. Kontextspezifische und kulturelle Konventionen sollten berücksichtigt werden. Die Farben Rot, Gelb und Grün sind zwingend den in Tabelle 3 genannten Bedeutungen zuzuordnen (siehe auch DIN EN 60073 bzw. VDE 0199). Weist man der Farbe Blau eine bestimmte Bedeutung zu, so sollte dies durchgängig durch das gesamte System geschehen. Für die übrigen Farben ist keine systemübergreifende Verwendung notwendig, es dürfen jedoch keine Verwechslungsmöglichkeiten entstehen.

Leitsätze zur Kontrastwahl

Die folgenden Leitsätze sollten bei der Kontrastwahl berücksichtigt werden:

- Der Unterschied der Leuchtdichten benachbarter Flächen (z.B. Zeichen und Hintergrund) wird als fotometrischer Kontrast bezeichnet. Für die Leserlichkeit von Zeichen sollte dieser Kontrast mindestens 3:1 betragen. Kontraste größer als 15:1 führen zu Einbußen in der Darstellungsqualität [2].
- Für Bildschirme werden Kontrastwerte zwischen 6:1 und 10:1 empfohlen.

Meaning of colours

The use of the same colours can indicate association, even across different information categories. Table 1 shows the meanings assigned to individual colours. Context-specific and cultural conventions should also be taken into consideration. It is imperative to assign the colours red, yellow and green to the meanings given in Table 3 (cf. DIN EN 60073 and VDE 0199). If a particular meaning is assigned to the colour blue, this must be applied universally throughout the system. It is not necessary to have a system-wide application for the remaining colours, but it should not be possible to confuse them.

Principles of contrast selection

The following principles should be taken into consideration in contrast selection:

- The difference between the light intensity of neighbouring surfaces (e.g. characters and background) is called photometric contrast. For characters to be legible, this contrast should be at least 3:1. Contrasts greater than 15:1 lead to a reduced presentation quality [2].
- For visual displays, a value of between 6:1 and 10:1 is recommended.

Tabelle 3. Bedeutung von Farben

Farbe	Bedeutung			
	Sicherheit von Personen und Umwelt	Prozesszustand	Prozessdaten	nach DIN EN 60073 Reaktion des Nutzers
Rot	Gefahr	Notfall	Grenzwert überschritten	unverzügliche Reaktion
Gelb	Vorsicht	Anormal	Warngrenze erreicht	Überwachung und/oder Eingreifen
Grün	Sicherheit	Normal	im Normalbereich	kein Handlungsbedarf
Blau	vorgeschriebene Bedeutung			vorgeschriebene Aktion
Andere	keiner bestimmten Bedeutung zugeordnet			

Table 3. Colours and their meanings

Colour	Meaning			
	safety of people and the environment	processing status	process data	acc. to DIN EN 60073 reaction of user
Red	danger	emergency	limit exceeded	take immediate action
Yellow	warning/caution	anormal	maximum limit reached	monitor and/or intervene
Green	safe	normal	within normal range	no need to take action
Blue	prescribed meaning			prescribed action
Other	no particular meaning assigned			

- Für helle Umgebungen (Büro, Tageslicht usw.) sollte die Benutzungsschnittstelle möglichst durchgehend in Positivdarstellung (dunkle Schrift auf hellem Hintergrund) gehalten sein, um die belastenden Adaptionsvorgänge der Augen zu verringern. In dunklen Umgebungen (Schiffsbrücke bei Nacht, Filmstudio usw.) sollte dementsprechend eine Negativdarstellung verwendet werden.

Überprüfung und Optimierung der Farbwahl

Zur genauen Bestimmung der geeigneten Farben bei der Entwicklung sollen Experimente in der tatsächlichen Nutzungsumgebung durchgeführt werden. Hierbei soll die tatsächliche Zielhardware verwendet werden, da unterschiedliche Geräte Farben unterschiedlich darstellen.

5.2.2.2 Gestalt

Schriften

Bei der Codierung von Information durch die Gestaltung von Schriften sollten möglichst wenig unterschiedliche Codierungsmerkmale verwendet werden. Die genannten Gestaltungsmöglichkeiten sind nur im Geltungsbereich der lateinischen Schrift sinnvoll anwendbar. Bei Schriftformen aus anderen Kulturen, z.B. Bildzeichenalphabeten, sind viele Codierungsmerkmale nicht mehr geeignet.

Für Schriften gelten die folgenden Grundsätze:

- Grundsätzlich ist serifenlose Schrift zu verwenden.
- Proportionalschrift (Schrift mit konstantem Zeichenabstand) ist für fortlaufenden Text sowie für Datum und Uhrzeit am besten geeignet.
- Rasterschrift (Schrift mit konstantem Mittenabstand der Zeichen) ist für Anlagenkennzeichnungen und insbesondere zum Vergleich übereinander angeordneter Werte günstig.

Zur Codierung von Informationen sollten unterschiedliche Schriftattribute so sparsam wie möglich eingesetzt werden. Dadurch wird eine mögliche Verwirrung des Nutzers verhindert.

Bei den Schriftattributen ist Folgendes zu beachten:

- Kursive Schriftlage sollte aufgrund der schlechten Leserlichkeit am Bildschirm nicht verwendet werden.
- Unterstreichungen sollte zur Informationscodierung nicht verwendet werden, da hierdurch die

- For bright environments (office, daylight, etc.) the user interface should preferably use a positive presentation (dark characters on a bright background) to reduce stressful adaptation processes of the eyes. Accordingly, in dark environments (boat bridge at night, film-studio, etc.) a negative presentation (bright characters on a dark background) should be used.

Checking and optimizing colour selection

During development work, experiments should be carried out in the actual operating environment in order to determine what colours are suitable. These experiments should be carried out using the actual hardware which will also be used in the final application, since different devices display the colours differently.

5.2.2.2 Appearance

Typefaces/fonts

As few different coding features as possible should be used when coding information using different typefaces. The design possibilities described here can only be applied meaningfully in an environment where the Latin alphabet is used. Many coding features cease to be suitable when other forms of script, such as pictographs, are involved.

The following principles apply for typefaces:

- A sans-serif typeface should be used at all times.
- A proportionally-spaced typeface (a typeface with equidistant spacing between characters) is the most suitable option for running text and the date and time.
- A raster typeface (monospaced typeface with equidistant spacing between the centres of the characters) is good for system tags and particularly for values listed in columns to allow comparison.

When coding information, as few different typeface attributes as possible should be used so as to avoid confusing the user.

With regard to typeface attributes, the following rules should be observed:

- Italics should not be used for display screens since they are difficult to read.
- Underlining should not be used for information coding, as this reduces legibility. An exception

Leserlichkeit reduziert wird. Eine Ausnahme stellt der Hyperlink dar.

- Fortlaufender Text wird schneller und mit weniger Fehlern erfasst, wenn Groß- und Kleinschreibung angewendet wird. Kurze und für den Kontext bedeutsame Begriffe werden in Großbuchstaben besser erkannt (STOP, EIN, AUS).
- Bei der Informationsübermittlung an Maschinen sollte bei einem Leseabstand von 600 mm die kleinste Schriftgröße (Versalhöhe) sowohl an Anzeige- als auch an Benutzungsschnittstellenelementen 3 mm sein.

Anmerkung 1: Die Versalhöhe entspricht der Höhe, die z.B. der Großbuchstabe H hat.

Anmerkung 2: Der kleinste Schriftgrad ist festgelegt durch den minimalen Sehwinkel, der bei monochromen Zeichen 15 Winkelminuten und bei farbigen Zeichen 20 bis 22 Winkelminuten beträgt.

Position/Ort und Orientierung

Durch die Gestaltung der unterschiedlichen Ausprägungsformen (Position, Orientierung) von Anzeige- und Benutzungsschnittstellenelementen können Informationen (z.B. Schaltzustände) codiert werden (siehe Bild 16).

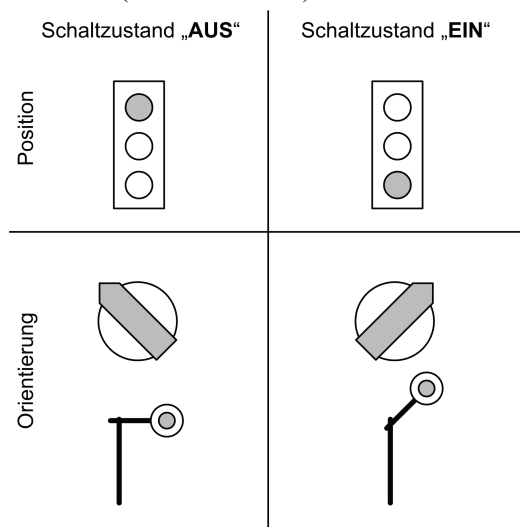


Bild 16. Informationscodierung durch Position und Orientierung

Linien und Schraffuren

Linien können zur Gestaltung von Pfeilen und von Rahmen für Gruppierungen eingesetzt werden. Bei der Verwendung von Linien zur Informationsdarstellung sollten nicht mehr als drei Liniestärken und vier Linienarten (durchgezogen, strichpunktirt, gestrichelt usw.) verwendet werden.

Schraffuren sollten zur Informationscodierung nicht verwendet werden. Diese können zu unerwünschten optischen Effekten zu Lasten der Darstellungsqualität führen.

to this rule is the underlining of hyperlinks.

- Running text can be read more quickly and with fewer mistakes if a both upper-case and lower-case characters are used. Short, common terms are recognized more quickly if they are written in capital letters (STOP, ON, OFF).
- Information displayed on a machine should be at least 3 mm high (cap height) if it is to be read from a distance of 600 mm. This applies to both display and user-interface elements.

Note 1: The cap height is approximately the equivalent of the height of an upper-case (capital) H.

Note 2: The smallest typeface size is determined by the minimum visual angle, which is 15 minutes of arc (MOAs) for monochrome characters and 20 to 22 MOAs for coloured characters.

Position/location and orientation

Information (e.g. switch settings) can be coded by applying various design characteristics (position, orientation) to display and user-interface elements (see Figure 16).

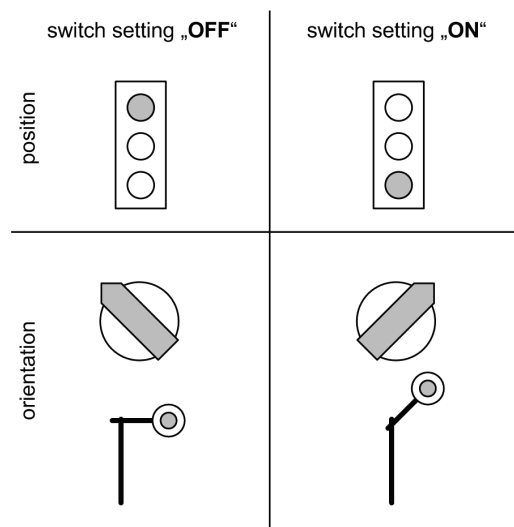


Figure 16. Information coding by position and orientation

Lines and shading

Lines can be used for designing arrows and drawing borders for grouping purposes. When lines are used to represent information, not more than three different line thicknesses and four types of line (unbroken, dot-dash, broken, etc.) should be used.

Shading should not be used for coding information because this might lead to undesirable optical effects which will impair the display quality.

Form

Informationen können durch Formgebung zweidimensional codiert werden. Als allgemeine Grundsätze für die Formcodierung können die Vorgaben aus Tabelle 4 verwendet werden.

5.2.2.3 Blinken

Blinken ist der periodische Wechsel zwischen zwei unterschiedlichen Leuchtdichten und/oder Farben, um die Aufmerksamkeit des Nutzers auf ein bestimmtes Interaktionsobjekt zu lenken (z.B. blinkender Cursor in einem Eingabefeld). Durch Blinken werden Objekte besonders auffällig. Blinken können z.B. Objekte auf Bildschirmen oder Lichtzeichen/Leuchtbedienteile. Blinken kann beispielsweise für folgende Zwecke verwendet werden:

- um sofortiges Handeln zu veranlassen, z.B. das Quittieren von Meldungen
- um den Unterschied zwischen Soll- und Istzustand anzuzeigen
- um die Änderung eines Zustands anzuzeigen

Leitsätze bei der Anwendung von Blinken

Die folgenden Leitsätze sollten bei der Anwendung von Blinken berücksichtigt werden:

- Der Einsatz von Blinkcodierung sollte so sparsam wie möglich geschehen.
- Blinken mehrere Elemente gleichzeitig, so sollten ihre Blinksignale eine gleiche Phasenlage aufweisen.
- Beim Blinken sollten die verwendeten Farben oder Beschriftungen signalisieren, ob ein Eingreifen erforderlich ist.
- Durch Quittieren wird Blinken in Dauerlicht überführt.
- Die Auffälligkeit hängt neben der Blinkfrequenz auch vom Blinkhub ab, das heißt vom Farb- und Leuchtdichteunterschied in den beiden sich abwechselnden Phasen. Dieser Sachverhalt ist bei der Wahl der Farbe für jede der beiden Blinkphasen zu berücksichtigen.
- Es sollten maximal zwei unterschiedliche Blinkfrequenzen verwendet werden. Die Information mit der höchsten Priorität muss die höchste Blinkfrequenz haben.
- Wird die Blinkkodierung ausschließlich zum Erzielen von Aufmerksamkeit angewendet, wird eine einfache Blinkfrequenz von 1 Hz bis 3 Hz mit einem Tastverhältnis (Verhältnis der aktiven zur inaktiven Zeit) von 50 % empfohlen (DIN EN ISO 9241-303).

Shape

Information can be coded two-dimensionally by shape. The shape codes shown in Table 4 can be used as a guideline for shape coding.

5.2.2.3 Blinking

Blinking is the periodic alternation between two different light intensities and/or colours in order to attract the user's attention to a certain interaction object (e.g. blinking cursor in an input field). Blinking makes objects stand out particularly well. Objects on visual displays or indicator lights/illuminated control elements are examples of items that can blink. Blinking can be used for the following purposes, for example:

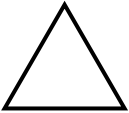
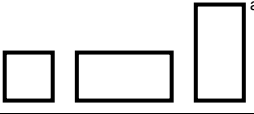
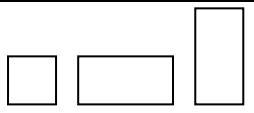
- to provoke immediate action, e.g. acknowledgement of messages
- to indicate the difference between specified and actual values
- to indicate a change of state

Principles of the use of blinking

The following principles should be observed when using blinking for design purposes:

- Blinking should be used as sparingly as possible.
- If several elements are blinking at the same time, they should blink synchronously and in phase.
- The colours or labelling used for the blinking object should indicate whether intervention is required or not.
- An acknowledgement shall convert the blinking object into a continuously illuminated one.
- Conspicuousness depends on the blinking frequency, as well as the blinking amplitude, i. e. on the difference in colour and brightness between both alternating phases. This fact is to be taken into consideration when choosing the colours for each of the two blinking phases.
- No more than two different blinking frequencies should be used. The higher frequency should be used for information of higher priority.
- If blinking is used simply to attract the user's attention, a low blinking frequency of 1 Hz to 3 Hz and a duty cycle (ratio of active to inactive phase) of 50 % is recommended (DIN EN ISO 9241-303).

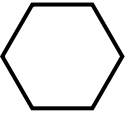
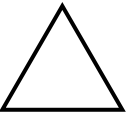
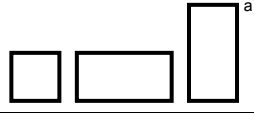
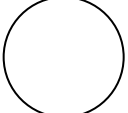
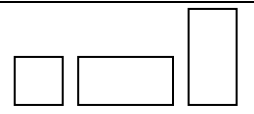
Tabelle 4. Bedeutung der Gestalt für die Codierung – Allgemeine Grundsätze
(in Anlehnung an DIN EN 60073)

Gestalt	Bedeutung		
	Sicherheit von Personen oder Umwelt	Prozesszustand	Zustand der Einrichtung
 a)	Gefahr	Notfall	fehlerhaft
 a)	Warnung/Vorsicht	anormal	anormal
 a)	Sicherheit	normal	normal
	vorschreibende Bedeutung		
	keine spezielle Bedeutung zugewiesen		

a) Die Gestalt muss bei ausschließlich sicherheitsrelevanter Anwendung einen fetten Rand haben.

Anmerkung: Der Zustand des Prozesses oder der Einrichtungen sollte mit Symbolen auf der Basis von IEC 60617 und DIN ISO 7000 codiert werden.

Table 4. Meaning of shapes for coding – General principles (adapted from DIN EN 60073)

Shape	Meaning		
	Safety of persons or the environment	Process state	Installation state
 a)	danger	emergency	faulty
 a)	warning/take care	abnormal	abnormal
 a)	safe	normal	normal
	pre-assigned meaning		
	no particular meaning assigned		

a) The shape must have a bold outline when the symbol is used exclusively for information relating to safety.

Note: The process state or the installation state should be coded with symbols defined in IEC 60617 and DIN ISO 7000.

- Wenn während des Blinkens auch Lesbarkeit erforderlich ist, wird eine Blinkfrequenz von 0,33 Hz bis 1 Hz mit einem Tastverhältnis von 70 % empfohlen (DIN EN ISO 9241-303).

5.2.2.4 Akustik

Akustische Signale werden zur Informationscodierung als Meldebegleiter für die Meldung von Betriebszuständen und als Rückmeldung bei Bedienungshandlungen (z.B. diskreten Benutzungsschnittelelementen) verwendet, wenn es notwendig ist, die Aufmerksamkeit des Nutzers zu wecken und die Informationen eine umgehende zeitbasierte Reaktion erfordern. Für normale, sichere Zustände oder ohne besondere Dringlichkeit (siehe z.B. Abschnitt 5.2.1.1) dürfen keine akustischen Signale angewandt werden. Es wird eine sparsame Verwendung empfohlen, um ein Überladen des Nutzers mit akustischen Signalen zu vermeiden. Zudem ist zu beachten, dass sich die akustischen Signale benachbarter Nutzer gegenseitig stören könnten. Die Anzahl unterschiedlicher akustischer Codes (reine Töne, komplexe Töne, Geräusche, Sprache) sollte auf ein Minimum reduziert werden.

Leitsätze für die Verwendung akustischer Signale

Die folgenden Leitsätze sollten bei der Verwendung von akustischen Signalen berücksichtigt werden:

- Es muss gewährleistet sein, dass sich das akustische Signal ausreichend von eventuellen Umgebungsgeräuschen abhebt. Der Umgebungsgeräuschpegel schwankt oft sehr stark, was die Wahrnehmung akustischer Signale beeinträchtigen kann. Deshalb sollten akustische Signale optisch redundant codiert werden.
- Der Grundton sollte in einem Frequenzbereich zwischen 1 kHz und 2 kHz liegen, da das menschliche Gehör in diesem Bereich am empfindlichsten reagiert.
- Die codierte Information sollte kurz, einfach und vorübergehend sein (DIN EN 60073).
- Ein hochfrequenter Ton ist mit einer größeren Dringlichkeit verbunden, jedoch sind besondere Frequenzverteilungen nicht festgelegt (DIN EN 981).
- Eine Modulation der Amplitude oder der Frequenz erhöht die Aufmerksamkeit. Signale mit Frequenzschwankungen (gleitend oder abwechselnd) sind den gefährlichsten Situationen vorbehalten (DIN EN 981).
- Die Signale müssen sich deutlich von den Signalen der Notfallevakuierung unterscheiden (ISO 8201).

- If good legibility is required while elements are blinking, a low blinking frequency of 0,33 Hz to 1 Hz and a duty cycle of 70 % is recommended (DIN EN ISO 9241-303).

5.2.2.4 Acoustics

Acoustic (auditory) signals are used in information coding to accompany messages concerning operating states and to return information from operator actions (e.g. from discrete user-interface elements) when it is necessary to attract the user's attention and the information requires an immediate time-based response. Auditory signals shall not be used to indicate normal, safe conditions, or conditions with no urgency (see Section 5.2.1.1, for example). It is recommended that auditory signals are used sparingly to avoid overloading users with auditory feedback. Furthermore, it is important to note that auditory signals at adjacent workplaces may disturb neighbouring users. The number of different types of acoustic codes used (pure tones, compound tones, noises, languages) should be kept to a minimum.

Principles for the use of auditory signals

The following principles should be taken into consideration when using auditory signals:

- The auditory signal must be guaranteed to stand out sufficiently against possible background noise. The background noise level often fluctuates quite severely, which can affect how well auditory signals are heard. For this reason, auditory signals always should be backed up by a visual indicator.
- The fundamental note should be in the frequency range of 1 kHz to 2 kHz, since the human ear reacts most sensitively in this frequency range.
- The coded information should be short, simple and temporary (DIN EN 60073).
- A high-frequency tone is to be used for more urgent issues, however no special frequency ranges have been specified (DIN EN 981).
- Modulating the amplitude or frequency attracts even more attention. Signals with (continuously or discretely) alternating frequencies are to be used only for the most dangerous situations (DIN EN 981).
- All signals shall be clearly distinguishable from the signal calling for emergency evacuation (ISO 8201).

- Dauerton darf nur in bestimmten, streng eingeschränkten Fällen angewendet werden, z.B. beim Übergang von einem gefährlichen in einen sicheren Zustand. Anforderungen bezüglich der Definition von Signalen für „Gefahr“ und „gefährlos“ mit Tönen sind in ISO 11429 gegeben.
- Die Anforderungen an akustische Signale müssen mit DIN EN ISO 7731 übereinstimmen. Die Anforderungen für die Benutzung von Sprachsignalen müssen mit DIN EN ISO 9921 übereinstimmen.

In Tabelle 5 ist die Bedeutung hörbarer Codes aufgeführt.

5.2.2.5 Haptik

„Haptik“ bezeichnet das Tasten bzw. den Tastsinn betreffende Zusammenhänge. Mit haptischen Signalen können die Prozessrückkopplung – auch bei großem Umgebungslärm – und die Blindbedienung ohne visuelle Rückkopplung unterstützt werden. Haptik sollte nur ergänzend zu anderen Codierungsformen verwendet werden. In Tabelle 6 sind verschiedene haptische Verhalten und Beispiele für Realisierungen aufgeführt. Tabelle 7 zeigt allgemeine Grundsätze für den Einsatz von Vibration als haptischer Code.

- An unbroken auditory signal may only be used in certain, strictly limited cases, e.g. when a condition changes from dangerous to safe. ISO 11429 specifies requirements concerning the definition of auditory signals for “danger” and “no danger” situations.
- The requirements on auditory signals shall conform to DIN EN ISO 7731. The requirements on the use of voice/speech signals shall conform to DIN EN ISO 9921.

The meanings of auditory codes are listed in Table 5.

5.2.2.5 Haptics

“Haptic” is the term used to describe anything relating to the sense of touch. Haptic signals can support processing feedback, even when background noise is loud, as well as blind operation with no visual feedback. Haptics should only be used to supplement other forms of information coding. Table 6 shows a list of various haptic processes and examples of how to implement them. Table 7 shows the general principles for use of vibration as a haptic code.

Tabelle 5. Bedeutung hörbarer Codes – Allgemeine Grundsätze (in Anlehnung an DIN EN 60073)

Töne	Bedeutung		
	Sicherheit von Personen oder Umwelt	Prozesszustand	Zustand der Einrichtung
Auf-/abschwellende Töne	Gefahr	Notfall	fehlerhaft
Explosivtöne			
Tonwechsel zwischen konstanten Tönen	Warnung/Vorsicht	anormal	anormal
Dauerton mit konstantem Pegel	Sicherheit	normal	normal
Tonwechsel	vorschreibende Bedeutung		
Andere Töne	keine spezielle Bedeutung zugewiesen		

Table 5. Meaning of auditory codes – General principles (adapted from DIN EN 60073)

Tones	Meaning		
	Safety of persons or the environment	Process state	Installation state
Tones with rising and falling frequency or amplitude	danger	emergency	faulty
Explosive sounds			
Alternating constant tones	warning/take care	abnormal	abnormal
Continuous tone with a constant amplitude	safe	normal	normal
Change between tones	pre-assigned meaning		
Other sounds	no particular meaning assigned		

Tabelle 6. Beispiele für haptische Eigenschaften und deren Anwendung

Eigenschaft	Anwendungsbeispiele
Anschlag (Hub, Kraft)	Taste
Druckpunkt (Hub, Kraft)	Folientaste
Rastpunkt (Hub, Kraft)	Rasttaste
Winkel bis Rastpunkt/Anschlag	Kipp-, Drehschalter
Vorhandensein sowie Anzahl und Abstände der Rastpunkte	Drehregler, Schieberegler

Table 6. Examples of haptic characteristics and their application

Characteristic	Application examples
Impact (stroke, force)	key
Pressure point (stroke, force)	membrane key
Latching point (stroke, force)	latching key
Angle to latching point/stop	toggle switch/rotary switch
Existence of detents and distance between detents	rotary controls switch/linear control switch

Tabelle 7. Bedeutung von Vibration als Code – Allgemeine Grundsätze (in Anlehnung an DIN EN 60073)

Code		Bedeutung		
Intensität	Position	Sicherheit von Personen oder Umwelt	Prozesszustand	Zustand der Einrichtung
Hoch	keine Signale zugewiesen	Gefahr	Notfall	keine allgemeine Bedeutung zugewiesen
Mittel		Warnung/Vorsicht	anormal	
Niedrig		Sicherheit	normal	
Keine Signale zugewiesen	vorschreibende Bedeutung			

Anmerkung 1: Eine kontinuierliche Vibration darf angewandt werden, um einen relativen Grad der Sicherheit anzuzeigen oder die Vibration darf in Übereinstimmung mit den hörbaren Codes codiert sein, um absolute Informationen z.B. bezüglich Gefahr, Warnung oder Sicherheit zu geben.

Anmerkung 2: Anstelle von Vibration oder Kraft dürfen andere fühlbare Codes angewandt werden.

Table 7. Meaning of vibrations used for coding – General principles (adapted from DIN EN 60073)

Code		Meaning		
Intensity	Position	Safety of people and the environment	Process state	Installation state
High	no signals assigned	danger	emergency	no specific meaning assigned
Medium		warning/take care	abnormal	
Low		safe	normal	
No signals assigned	pre-assigned meaning			

Note 1: Continuous vibration may be used to indicate a relative safety level, or the vibration can be coded to correspond to auditory codes in order to convey absolute information e.g. danger, warning or safety.

Note 2: Other haptic coding can be used instead of vibration or force.

5.2.2.6 Animation

„Animation“ ist die Sammelbezeichnung für alle Verfahren und Maßnahmen, die an sich unbelebten Objekten den Anschein von Leben geben. Beispiele hierfür sind:

- Transferprozesse (Kopieren, Verschieben, Löschen)
- Fortschrittsanzeige (sich füllender Fortschrittsbalken)
- anhaltende Systemaktivität/-bereitschaft (drehende Sanduhr)

Ressourcenanspruch

Animationen beanspruchen das System oft stark. Es sollten nur Animationen eingesetzt werden, die sich auf dem gegebenen System immer flüssig darstellen lassen. Unterbrochene oder pausierende Animationen werden vom Anwender sehr schnell als deutliche Qualitätseinbuße wahrgenommen. Da häufig auch anhaltende Systemaktivität über Animationen dargestellt wird (Sanduhr), würde hier eine Unterbrechung der Animation den völligen Stillstand des Systems nahelegen.

Animationstypen

Um einen Nutzer durch Animation auf ein Objekt aufmerksam zu machen, stehen mehrere Animationstypen zur Verfügung:

- Drehen/Rotieren:
Ein Objekt dreht sich um eine oder mehrere Raumachsen.
- Verformen:
Eine bestehende Form wird gestaucht, gedehnt oder gebogen.
- Vergrößern/Verkleinern von Objekten:
Ein Objekt ändert seine Größe – es wird größer oder kleiner.
- Position und Relation ändern:
Ein Objekt ändert seine Position, gegebenenfalls auch relativ zu anderen Objekten.
- Tiefeneindruck ändern:
Ein Objekt tritt im Raum nach vorne bzw. hinten (Relation zum eigenen Schatten).
- Strukturierung:
Die Flächenstruktur eines Objekts wird verändert.
- Färbung und Deckkraft variieren:
Die Farbe bzw. Deckkraft eines Objekts wird verändert.
- Ein- und Ausblenden:
Ein Objekt wird sichtbar bzw. unsichtbar (Da bei diesem Animationstyp Objekte neu entstehen

5.2.2.6 Animation

“Animation” is the collective term for all processes and measures that make inanimate objects appear to be “alive”. Some examples are:

- transfer processes (copying, moving, deleting)
- progress displays (progress bar that gradually fills up)
- indication of ongoing system activity/readiness (rotating hourglass)

Resource requirements

Animation often places high demands on the system resources. Only animations that can be displayed with a fluid motion on the respective system should be used. The user very soon finds interrupted or pausing animations to be a distinct impairment of quality. Since ongoing system activity is frequently indicated by an animation (e.g. hourglass), interruption of the animation might imply that the system has come to a complete standstill.

Animation techniques

A variety of animation techniques can be used to draw the user’s attention to an object:

- turning/rotation:
An object rotates around one or several axes.
- distortion:
A shape is squashed, stretched or bent.
- zoom in/zoom out:
An object changes in size – it becomes larger or smaller.
- changing the position of objects, also in relation to each other:
An object changes its position, possibly in relation to other objects.
- changing the illusion of depth:
An object moves forwards or backwards in space (in relation to its own shadow).
- structuring:
The surface structure of an object is changed.
- varying colour hue and density:
The colour hue and/or density of an object is changed.
- fade in/fade out:
An object is made visible and/or invisible (Since this technique allows objects to appear/dis-

hen bzw. vollständig verschwinden können, kommt es hier besonders drauf an, dass der Nutzer den Prozess der Animation nachvollziehen kann.).

Einsatzbereiche von Animationen

Verschiedene Möglichkeiten können verwendet werden, um ein in der Realität vorhandenes Objekt abzubilden. Dadurch lassen sich beispielsweise dessen künftige Handhabung (Bedienhinweise) oder tatsächliche Geschehnisse (Vorgeschichte einer Störung) besonders realistisch darstellen.

Die folgenden Einsatzbereiche sind relevant:

- Anzeigen von Aktivität
Animationstypen: Drehen/Rotieren, Färbung und Deckkraft, Ein- und Ausblenden
Beispiel: Prozessindikator (Sanduhr)
- Anzeigen des Fortschritts eines Prozesses
Animationstypen: Vergrößern/Verkleinern von Objekten, Position und Relation ändern, Strukturierung, Färbung und Deckkraft variieren
Beispiele: Fortschrittsbalken, Objekt in den Papierkorb verschieben, Farbumschlag
- Vertrauensanzeige
Animationstypen: Strukturierung
Beispiele: Farbumschlag auf Fortschrittsbalken, Sekundenanzeige als Beweis, dass der Bildschirm noch arbeitet
- Verdeutlichen von Quelle oder Ziel eines Objekts
Animationstypen: Verformen, Position und Relation ändern, Tiefeneindruck ändern, Färbung und Deckkraft variieren
Beispiele: Objekt in Papierkorb verschieben, Windows-Taskbar
- Rückmeldung für direkte Manipulation
Animationstypen: Drehen/Rotieren, Verformen, Position und Relation ändern, Tiefeneindruck ändern, Färbung und Deckkraft variieren, Ein- und Ausblenden
Beispiele: Verdrehen der Lage eines Objekts im Raum, Verfahren einer Achse

appear totally, it is particularly important that the user is able to follow and understand the process.).

Animation applications

There are various ways of representing an object which exists in reality. This capability can be used, for example, to depict future manipulation (operating instructions) or actual occurrences (events leading to a disturbance) in a particularly realistic manner.

The following application fields are of relevance:

- displaying an activity
animation types: turn/rotate, change colour hue and density, fade in and out
examples: process indicator (hourglass)
- displaying the progress of a process
animation types: enlarge/reduce the size of objects (zoom), change position and relation, structuring, varying hue and density of colours
examples: progress bar, moving an object to waste bin, change of colour
- reassurance display
animation types: structuring
examples: changing colour of progress bar as an indication to reassure the user that the screen is still working
- illustrating the source or destination of an object
animation types: distortion, change position and relation, change illusion of depth, vary hue and density of colours
examples: move object to waste bin, Windows task bar
- feedback of direct manipulations
animation types: turn/rotate, distort, change position and relation, change illusion of depth, vary hue and density of colours, fade in and fade out
examples: rotating the position of an object in space, relocating a machine-tool axis

- Übergänge zwischen Zuständen der Nutzungsschnittstelle

Animationstypen: Drehen/Rotieren, Färbung und Deckkraft variieren, Ein- und Ausblenden

Beispiele: Ändern des Betrachtungswinkels, sanftes Ein- und Ausblenden von Popups, blockieren der Bedienoberfläche

- transitions between user interface states

animation types: turn/rotate, vary colour hue and density, fade in and out

examples: changing the observation angle, soft fading in and out of pop-ups, blocking the graphic user interface

Empfehlungen für die Planung von Animationen

Folgende Empfehlungen sollten bei der Verwendung von Animationen in Betracht gezogen werden:

- Animationen sollten sparsam eingesetzt werden, da sie Unruhe in die Bedienoberfläche bringen.
- Da Animationen die Aufmerksamkeit des Betrachters auf den animierten Gegenstand lenken, sollten nur bedeutsame Objekte oder Abläufe animiert werden.
- Animierte Sequenzen sollten möglichst konkrete Objekte bei möglichst geringem Detaillierungsgrad abbilden.
- Eine animierte Sequenz sollte dort beginnen, wo der Nutzer durch eine Handlung die Animation ausgelöst hat; sie sollte an jener Stelle enden, auf die der Nutzer am Ende der Sequenz seine Aufmerksamkeit lenken sollte.
- Der Anfang einer animierten Sequenz sollte langsamer ablaufen, um vom Nutzer frühzeitig bemerkt und verstanden werden zu können.
- Wenn eine animierte Sequenz zyklisch wiederholt wird, sollte jeder Zyklus die gleiche Dauer haben.
- Animierte Sequenzen sollten kurz sein und dürfen den Nutzer nicht aufhalten oder ablenken. Der Nutzer sollte während einer Sequenz weiterarbeiten und sie damit gegebenenfalls abbrechen können.
- Häufige bzw. beiläufige animierte Darstellungen sollten besonders schlicht gestaltet sein und nur wenig Zeit beanspruchen; gleichwohl müssen sie nachvollziehbar bleiben, damit der Nutzer bei Bedarf den Inhalt der Sequenz erfassen kann.
- Animationen sollten unter realen Bedingungen getestet werden – also integriert in die gesamte Bedienoberfläche und auch bei höchster Systemauslastung. Treten Probleme mit Animationen auf, so muss entweder das System leis-

Recommendations for planning animation designs

The following recommendations should be taken into consideration when introducing animations:

- Animations should be used sparingly, since they bring unrest to the user interface.
- Since animations attract the attention of the user to the animated object, only important objects or actions should be animated.
- Animated sequences should depict real objects as far as possible while having as low a level of detail as possible.
- An animated sequence should start at the point when a user has triggered the animation by means of an action; it should end at the point on which the user is to focus his attention at the end of the sequence.
- The start of an animated sequence should start slowly in order to create a feeling of anticipation in the user.
- If an animated sequence is repeated cyclically, every cycle should have the same duration.
- Animated sequences should be short and should not detain or distract the user. The user should be able to continue work during a sequence and also interrupt it if necessary.
- Frequently or casually animated displays should have a very simple design and not take up too much time. At the same time, they have to be understandable, so that the user can follow what the sequence is indicating, where applicable.
- Animations should be tested under actual working conditions – i.e. integrated into the entire user interface and while the system is operating under maximum load. If problems occur with animations, either the system must be upgraded,

tungsfähiger oder die Animation ressourcenschonender konzipiert werden.

- Für jede animierte Sequenz (das heißt eine in sich geschlossene und auf ein Objekt oder eine Gruppe von Objekten bezogene Animation) sollte festgelegt werden,
 - wie lange die Sequenz dauern soll,
 - wie viele Wiederholungen einer Sequenz gespielt werden sollen (etwa endlos bis zum Eintritt eines bestimmten Ereignisses, oder ohne Wiederholung),
 - ob sie nach Ablauf der Sequenz von vorne beginnen oder rückwärts abgespielt werden soll, und/oder
 - mit welcher Geschwindigkeit die Objekte im Lauf der Sequenz animiert werden sollen (etwa zunächst langsam beginnend, dann schneller werdend).

Es besteht die Gefahr, dass Animationen als Spielerei oder überfrachtete Gestaltung wahrgenommen werden. Sie können aber auch wesentlich zum „Joy of use“ beitragen, wenn sie sorgfältig und nahe am notwendigen Maß geplant werden.

5.2.2.7 Bildzeichen

„Bildzeichen“ ist die deutsche Benennung für „Icon“ und bezeichnet ein grafisches Element, das ein Objekt, eine Aktion oder eine Funktion repräsentiert (DIN EN ISO 9241-12).

In technischen Bereichen werden Bildzeichen zur symbolischen Kennzeichnung von Tasten eingesetzt. Als Bildschirmsymbole für Bediensysteme technischer Prozesse erlangen sie eine immer weitergehende Verbreitung.

Gestaltungsrichtlinien für Bildzeichen

Grundsätze

Bei der Gestaltung von Bildzeichen ist Folgendes zu berücksichtigen:

- Bildzeichengestaltung erfordert Können und Erfahrung. Es empfiehlt sich daher, Personal mit entsprechender Ausbildung und Erfahrung mit der Gestaltung zu betrauen, z.B. Grafikdesigner.
- Bildzeichen finden Verwendung für die Darstellung von Objekten, Funktionen sowie deren Zustände bzw. Zustandsänderungen. Reale Objekte lassen sich vergleichbar leicht abstrahieren, und diese Abstraktionen sind durch den Bezug zum bekannten realen Objekt intuitiv erfassbar. Abstrakte Begriffe erfordern demgegenüber einen erhöhten Lernaufwand und gegebenenfalls Lernhilfen. Die Unterscheidungs-

or the animation must be designed to use less resources.

- For each animated sequence (i.e. a coherent animation referring to an object or a group of objects) the following should be defined:
 - duration of the sequence
 - the number of times a sequence is to be run (e.g. endless or until a certain event occurs, or without repetition)
 - whether the sequence is to start from the beginning again when it has reached the end point, or if it is to be reversed
 - the speed at which the objects are to be animated within the sequence (e.g. starting slowly, then accelerating gradually)

There is always a danger that users will regard animations simply as gimmicks or that they will find the design overloaded. But animations can also make the software fun to use if they are planned carefully and are applied appropriately.

5.2.2.7 Icons

“Icon” is the term used to describe a graphic element that represents an object, an action or a function (DIN EN ISO 9241-12).

In technical fields, icons are used for the symbolic labelling of keys/buttons. They are becoming increasingly popular as screen symbols in user interfaces for technical processes.

Icon design guidelines

Basics

When designing icons, the following aspects are to be taken into consideration:

- The design of icons requires skill and experience. It is therefore advisable to assign this task to appropriately qualified and experienced staff, e.g. graphic designers.
- Icons are used to represent objects and functions, their status and status changes. Real objects are comparatively easy to depict abstractly, and these abstractions can be grasped intuitively with reference to the known real object. As opposed to this, abstract concepts require more effort to learn and may even require learning assistance. The user’s capability to differentiate depends essentially on how much

fähigkeit durch den Nutzer hängt außer vom Abstraktionsgrad des Dargestellten wesentlich vom Einarbeitungsgrad des Nutzers und der Häufigkeit der Verwendung der Bildzeichen ab. Je nach Einarbeitungsgrad, kann ein Mensch etwa 20 Bildzeichen auf Anhieb unterscheiden. Bei guter Strukturierung und Zusammenfassung der Bildzeichen zu Zeichenfamilien können bis zu 50 Bildzeichen unterschieden werden.

- Selten verwendete Bildzeichen mit nicht intuitiver Erfassbarkeit erfordern Lernhilfen, z.B. durch einzublendende Hilfetexte.
- Soweit möglich, sollen bereits genormte bzw. in der Praxis bereits eingeführte Bildzeichen verwendet werden (DIN ISO 7000).

Leitsätze zur grafischen Gestaltung

Die folgenden Leitsätze sind bei der grafischen Gestaltung zu berücksichtigen:

- Bildzeichen sind so zu gestalten, dass sie nach Möglichkeit der Alltagswelt des Nutzers entsprechen. Durch die Vertrautheit verbessern sich Lernen, Behalten und Erinnern.
- Die Gestaltung ist auf den angestrebten Anwendungsbereich (Darstellung auf Schildern, Tasten, Bildschirmoberflächen usw.) und deren Umgebungsbedingungen (Büro- bzw. Fabrikumgebung) sowie auf die Lesebedingungen (Entfernung des Beobachters, Beleuchtungssituation usw.) abzustimmen.
- Bildzeichen, die in einem gemeinsamen Benutungskontext stehen, müssen ein durchgängiges Erscheinungsbild aufweisen – sie sollten sogenannte „Bildzeichenfamilien“ bilden.
- Neue Bildzeichen können zur Beschreibung von Funktionszusammenhängen durch Kombination bestehender Bildzeichen bzw. aus Teilen derselben erstellt werden.
- Bildzeichen sind in ihrer Darstellung auf das Wesentliche zu reduzieren.
- Bei internationaler Verwendung ist auf die Verständlichkeit sowie auch Missverständlichkeit in den jeweiligen Kultur- und Nutzerkreisen zu achten.

Leitsätze zur Farbgestaltung

Die Farbgestaltung für Bildzeichen ist den Gesamtgrundsätzen zur Verwendung von Farben unterzuordnen. Farbe soll nur sparsam verwendet werden, da durch die relativ kleine Größe wenig Spielraum für differenzierte farbliche Ausgestaltung bleibt. Auf entsprechend hohe Farbsättigung ist zu achten, sodass der Kontrast auch für Farb-

training he has had and how frequently the icons are used, as well as on the degree of abstraction in the image. Depending on the amount of training, a person can differentiate between about 20 icons without practice. If the icons have been well designed and grouped together in image families it is possible to differentiate between as many as 50 icons.

- Icons that are seldom used and cannot be understood intuitively require learning aids, e.g. pop-up help texts.
- As far as possible, icons that are already standard or have already been adopted in practice should be used. (DIN ISO 7000).

Principles of graphical design

The following principles should be taken into consideration when designing graphical elements:

- Icons should be designed in such a way that they reflect the everyday world of the user as far as possible. Learning, memorizing and remembering improve with familiarity.
- Design is influenced by the proposed field of application (images on signs, keys and screen displays, etc.) and the type of surroundings (office or factory environment), as well as legibility requirements (how far away the user is, lighting conditions, etc.).
- Icons sharing a common context of use must feature a consistent appearance, they should form “icon families”.
- New icons can be created from a combination of existing icons or from parts of existing icons in order to describe relationships between functions.
- Icons and what they represent must be reduced to essentials.
- When using icons internationally, attention should be paid to how they might be understood or misunderstood in different cultures and user groups.

Principles of colour design

Colour design for icons should follow the general principles for the use of colours. Colour should only be used sparingly, since the relatively small size of icons does not leave much room for variable colour designs. Care should be taken to use an adequate colour saturation so that the contrast can also be perceived by users with impaired colour vision.

fehlsichtige eine ausreichende Unterscheidbarkeit ermöglicht.

Hinweise zur Gestaltung neuer Bildzeichen

- Bereits genormte Bildzeichen dürfen nicht oder nur aus zwingenden Gründen abgewandelt werden. Eine Übersicht genormter Bildzeichen findet sich z.B., in DIN ISO 7000 und in weiteren Normen.
- Vor dem Neuentwurf von Bildzeichen sollte geprüft werden, ob ein verwendbares Bildzeichen bereits existiert und gegebenenfalls genormt ist. Beim Entwurf neuer Bildzeichen ist zu berücksichtigen, dass die Bildinhalte konsistent zu bestehenden Normen gestaltet werden.
- Deutliche Unterscheidbarkeit zwischen den unterschiedlichen Bildzeichen muss sichergestellt sein.
- Es sollte nicht filigrane Darstellung, sondern grafische Schlichtheit und Einfachheit angestrebt werden.
- Bildzeichen sollten aus einem Repertoire grafischer Elemente zusammengesetzt werden. Pfeile bilden häufig die Grundlage für Bildzeichen, um insbesondere Bewegungen, Geschwindigkeiten, Wirkungen und Funktionen zuzuordnen.
- Es ist anzustreben, Bildzeichen nach einer nachvollziehbaren Logik zusammenzustellen, z.B. durch die Wiederverwendung von Teilen derselben mit gleichbleibender Bedeutung (Familienbildung, Objektorientierung).
- Die Anzahl der Bildzeichen sollte so gering wie möglich gehalten werden.
- Ein wesentlicher Gestaltungsgesichtspunkt bei der Anordnung von Bildzeichen ist die eindeutige Zugehörigkeit des Bildzeichens zum Benutzungsschnittstellenelement. Das Bildzeichen sollte bevorzugt oberhalb oder links neben dem Benutzungsschnittstellenelement angebracht sein, um die Erkennbarkeit bei der Überdeckung durch ein Zeigeelement zu gewährleisten. Alternativ kann das Bildzeichen direkt auf dem Benutzungsschnittstellenelement dargestellt sein. Auf jeden Fall sollten Bildzeichen angrenzend oder in nächster Nähe zum Benutzungsschnittstellenelement platziert werden.

Bildzeichen zur Verwendung auf Bildschirmen

Beim Entwurf von Bildzeichen für die Verwendung auf Bildschirmen sollte zusätzlich folgende Entwurfsreihenfolge beachtet werden:

- Entwurf des Bildzeichens in Schwarz-Weiß- und 2-D-Darstellung

Notes on the design of new icons

- Icons that are already standard should not be changed, or only under exceptional circumstances. A general overview of all standard icons can be found in DIN ISO 7000 and other standards.
- Before creating a new icon design, the designer should check whether a suitable icon already exists and if so, whether it is standardized. When designing a new icon, care should be taken to design the contents of the image so that they are consistent with existing standards.
- It must be possible to distinguish clearly between the various icons.
- The design should be clear and simple, rather than elaborate.
- Icons should be composed from a range of existing graphical elements. Arrows commonly form the basis for icons, particularly those indicating movement, rates, effects and functions.
- Wherever possible, icons should be put together according to understandable principles of logic, e.g. using parts which have the same meaning repeatedly (building families, object-orientation).
- The number of icons should be kept to a minimum.
- A fundamental design criterion for the arrangement of icons is that the relationship between icons and the user-interface elements must be unambiguous. The icon should preferably be positioned above or immediately to the left of the corresponding user-interface element in order to ensure that it remains identifiable when covered by a pointing device. As an alternative, the icon can be displayed directly on the user-interface element. An icon should on all accounts be placed directly adjacent to or in the immediate vicinity of the corresponding user-interface element.

Icons for use on VDUs

When designing icons for VDUs, the various features should be designed in the following order:

- design the icon in black and white and 2-D

- Festlegen der Bildzeichengröße, insbesondere der minimalen Pixelanzahl
- auf Abbildbarkeit des Entwurfs für die angestrebte minimale Pixelanzahl achten
- Kurven und Kreise bei kleiner Pixelzahl vermeiden
- bevorzugte Winkel 90° bzw. 45°
- Einfärbung der Bildzeichen, dabei auf sparsame Verwendung von Farben achten
- Abgleich der Bildzeicheneinfärbung bezüglich der Hintergrundfarben
- durchgängige (konsistente) Anreicherung durch Schattierung und 3-D-Effekte, z.B. bei Tasten
- Modifizierung der Bildzeichen für die Darstellung zugehöriger Objektzustände, z.B. selektierter, nicht selektierter bzw. gesperrter Zustand
- Anpassung der Bildzeichen, z.B. hinsichtlich ihrer Größe, um sie für verschiedene Anwendungszwecke einsetzen zu können: Bildschirm- ausgabe (Statusinformation, Schaltfläche, Grafik zum Hilfetext, Beispiel auf der Hersteller- Website), Druckwerke (Handbuch, Schaubilder), Beschriftung auf Tastenfeldern usw.
- determine the icon size, in particular the minimum number of pixels
- check that the design can be displayed by the desired minimum number of pixels
- avoid curves and circles when using small numbers of pixels
- preferred angles are 90° or 45°
- use colour in the icon, but use colours sparingly
- compare the colouring of the icon to that of the background
- enhance consistently with shadowing and 3-D effects, e.g. for button icons
- modify the icons so that they can represent the associated object status, e.g. selected, not selected or blocked status
- adjust the icons, e.g. in terms of size, for use in different applications: graphic user interface display (status information, buttons, graphics for help texts, examples on manufacturer's web site), hard (printed) copies (manual, diagrams), labelling on keypads, etc.

Evaluation durch Nutzer

Ein generell wichtiger Schritt ist die Evaluation durch Nutzer unter Beachtung der Internationalität hinsichtlich

- Erkennbarkeit unter den realen Umgebungsbedingungen,
- Eindeutigkeit der Aussage des ganzen Bildzeichens bzw. von mehrfach verwendeten Einzel- elementen,
- Unterscheidbarkeit zu anderen Bildzeichen,
- eindeutiger Zuordnung zu Bildzeichenfamilien und
- Missverständlichkeit, insbesondere zur Ver- wendung in anderen Kulturkreisen.

Bei bipolaren Auswahlmöglichkeiten (etwa „ja/nein“, „ein/aus“, „auf/ab“) und auch bei Dialo- gen, in denen etwa aus Platzgründen nur immer zwei Auswahlmöglichkeiten zugleich angezeigt werden, tritt bei unachtsamer Gestaltung das Prob- lem auf, dass der Nutzer nicht erkennen kann wel- che der beiden Auswahlmöglichkeiten aktuell ge- wählt ist (Bild 17).

Evaluation by users

Generally speaking, evaluation by the users is an important stage in designing icons. Here the inter- national context should be taken into account with regard to

- identifiability under real environmental condi- tions,
- unambiguity of the information represented by the icon as a whole, particularly the meaning of individual icon parts that are used several times,
- distinctiveness from other icons,
- unambiguous assignment to icon families and
- possible misunderstanding, particularly when used in different cultural settings.

When designing icons related to bipolar selection options e.g. “yes/no”, “on/off”, “up/down”) and dialogues which only show two options at any one time due to shortage of space, if these are not care- fully designed, the user may have problems identi- fying which of the two options is currently selected (Figure 17).

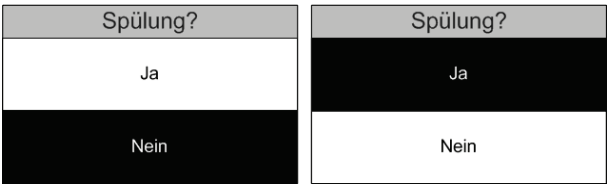


Bild 17. Missverständliche Auswahlmöglichkeit

Tabelle 8 zeigt zwei Ursachen für das Auftreten des Problems und die möglichen Lösung.
Bild 18 zeigt die daraus resultierende gestalterische Lösung.

Tabelle 8. Ursachen und deren Lösungsmöglichkeiten

Ursachen	Lösungsmöglichkeiten
Es sind nur zwei Auswahlmöglichkeiten zugleich sichtbar.	Nur die gewählte Auswahlmöglichkeit wird dargeboten – etwa in einer Combobox. Die andere bzw. alle anderen erhält man erst über das Öffnen der Combobox.
Die Gestaltung der Zustände „gewählt“ und „nicht gewählt“ ist nicht eindeutig bzw. nicht selbsterklärend – etwa da aus Rücksicht auf firmenseitige Farbvorgaben der eine Zustand gelb hinterlegt ist, der andere blau, und keine weiteren Unterscheidungsmerkmale vorhanden sind (etwa fette Schrift oder ein andersfarbiger Hintergrund).	Jeder Zustand wird eindeutig gestaltet – etwa „gewählt“ mit fetter Schrift und einer kräftigen Farbe, die sich vom sonstigen Hintergrund der Benutzungsschnittstelle abhebt; „nicht gewählt“ hingegen könnte in der normalen Schriftstärke und mit der umgebenden Hintergrundfarbe gestaltet sein.

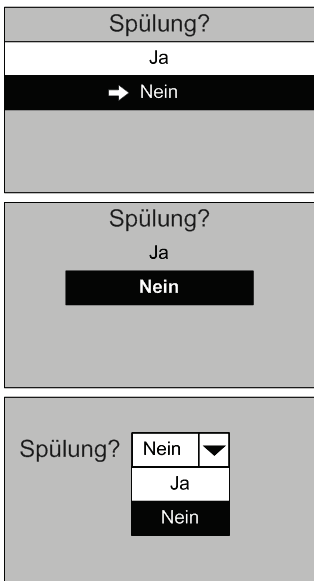


Bild 18. Mögliche gestalterische Lösung

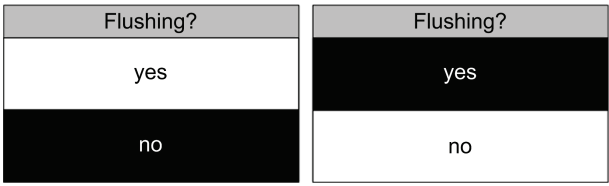


Figure 17. Unclear selection option

Table 8 shows two reasons for this problem along with possible solutions.
Figure 18 shows the resulting design solution.

Table 8. Causes and possible solutions

Causes	Possible solutions
Only two selection options are displayed at the same time.	Only the selected option is offered – for instance in a combo box. The other option or options can only be accessed by opening the combo box.
There is no or insufficient differentiation between the design for the “selected” state and the “not selected” state, or this is not self-explanatory, possibly due to colour specifications set down by the company – for instance one state is highlighted yellow and the other one blue and there are no other distinguishing features (such as bold typeface or a differently coloured background).	Each state is given an unambiguous design – for example “selected” a bold typeface and an intense colour which stands out from the remaining background of the user interface, while the “not selected” state is displayed in a normal typeface and in the same colour as the remaining background.

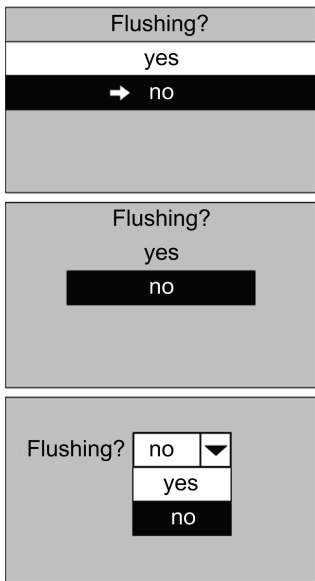


Figure 18. Possible design solution

5.2.2.8 Abkürzungen

Abkürzungen sind gekürzte Darstellungen einer textuellen Beschreibung (Benennung) eines Sachverhalts.

Abkürzungen haben den Zweck, einen Sachverhalt in einer für den Nutzer verständlichen Form prägnant und verkürzt darzustellen.

Abkürzungen sind dann anzuwenden, wenn die textuelle Beschreibung eines Sachverhalts aus Platzgründen nicht in voller Länge dargestellt werden kann und sich auch keine anderen geeigneten Darstellungsmöglichkeiten (z.B. Bildzeichen) anbieten.

Abkürzungen sind zu vermeiden, wenn sie die Informationsübermittlung erschweren oder zu Fehldeutungen führen können.

Anforderungen an Abkürzungen

Abkürzungen, die nicht einem Quasistandard zuzuordnen sind, müssen intuitiv verständlich und im Kontext eindeutig unterscheidbar sein, das heißt, dass Nutzer, die zum ersten Mal mit diesen Abkürzungen konfrontiert werden, die Bedeutung einer derartigen Abkürzung leicht verstehen sollten.

Abkürzungen, die sich im Laufe der Zeit für Bediensysteme an Maschinen etabliert haben, sind bevorzugt zu verwenden. Ist für den abzukürzenden Sachverhalt keine etablierte Abkürzung vorhanden, so ist eine neue Abkürzung nach einer definierten Abkürzungsregel zu bilden.

Abkürzungen haben häufig nur eine eingeschränkte Aussagekraft für diejenigen Nutzer, die selten mit diesen Abkürzungen konfrontiert werden. Daraus folgt, dass Abkürzungen so ausführlich wie möglich formuliert werden sollten, um die intuitive Identifizierung zu verbessern. Abkürzungen müssen zwar nicht als Wort verständlich sein, um der Forderung nach Einprägsamkeit gerecht zu werden; aber sie sollten eine leichte Sprechweise ermöglichen (z.B. durch Hinzufügen von Vokalen bei der Aussprache). Abkürzungen sollten gleichzeitig so kurz wie möglich gehalten werden (DIN EN ISO 9241-12).

Falls Benennungen zu einer Gruppe von Benennungen gehören, sollten auch die zugehörigen Abkürzungen dies zum Ausdruck bringen.

Abkürzungsregeln

Grundsätzliche Regeln

Für das Bilden von Abkürzungen gilt:

- Innerhalb desselben Anwendungsbereichs sollte für einen bestimmten Begriff nur eine Abkür-

5.2.2.8 Abbreviations

Abbreviations are shortened representations of the text description (name) of a fact.

Abbreviations serve the purpose of representing a fact concisely and in a shortened form that the user will understand.

Abbreviations should only be used if the text description of a fact cannot be displayed in full due to lack of space and if there is no other suitable option (e.g. an icon) for displaying it.

Abbreviations should be avoided if they make it difficult to convey information or if they lead to misinterpretation.

Abbreviation requirements

Abbreviations that cannot be considered to be a pseudo-standard must be intuitively comprehensible and clearly distinguishable in context, i.e. so that users who are confronted with these abbreviations for the first time can easily understand their meaning.

Preference should be given to abbreviations that have become established standards for user interfaces. If there is no established abbreviation for a term that has to be abbreviated, a new abbreviation must be created in accordance with a pre-defined abbreviation rule.

Often, abbreviations have only a limited information value to users who only come across them occasionally. Abbreviations should therefore be kept as comprehensive as possible in order to aid intuitive identification. Abbreviations do not have to be comprehensible as a word in order to meet the requirement of being easy to memorize, but they should be easy to pronounce (e.g. by adding vowels when saying them). Nevertheless, abbreviations should still be kept as short as possible (DIN EN ISO 9241-12).

In cases where names belong to a group of names, the associated abbreviations should convey this fact.

Abbreviation rules

Basic rules

The following rules apply when defining abbreviations:

- Within the same sphere of application, only one abbreviation should exist for any one specific

zung festgelegt werden. Eine Abkürzung sollte in demselben Anwendungsbereich nur eine Bedeutung haben.

- Eine Abkürzung, die nicht wie ein selbständiges Wort gebraucht wird (Akronym), gilt für alle Flexionsformen (Abwandlungsformen) der Langform.
- Bei Abkürzungen sollten Groß- oder Kleinschreibung nicht dazu dienen, Bedeutungsunterschiede auszudrücken.
- Fachsprachliche Benennungen und Namen sind in der Regel ohne Punkt abzukürzen (z.B. VDI). Allgemeinsprachliche Wörter, die in Fachtexten verwendet werden, sind nach den Regeln des Dudens abzukürzen (z.B. „siehe“). Für besondere fachsprachliche Belange kann hiervon abgewichen werden.
- Die Schreibweise von Abkürzungen sollte sich nie unterscheiden („VDI“ sollte nie „Vdi“ geschrieben werden). Der Anfangsbuchstabe einer Abkürzung sollte mit dem Anfangsbuchstaben der Langform des Begriffs übereinstimmen.
- Die Zeichenfolge einer Abkürzung sollte von der Zeichenfolge der Langform abgeleitet sein.
- Eine Abkürzung, die einem Wort oder einem Warenzeichen gleicht, sollte vermieden werden.
- Um von der Abkürzung leichter auf die Langform schließen zu können, sollten bei der Bildung von Abkürzungen worttypische Buchstabenkombinationen der Langform nach Möglichkeit erhalten bleiben.
- Bei Abkürzungen, die nach dem „Baukastenprinzip“ gebildet werden, beginnt jeder Baustein mit einem Großbuchstaben, dem ein oder mehrere Kleinbuchstaben folgen. Der Großbuchstabe bleibt in solchen Fällen auch im Inneren der zusammengesetzten Abkürzung erhalten, um die Wortfuge zu verdeutlichen.

Sonstige Regeln

Weiterhin gilt:

- Werden Abkürzungen verwendet, deren Bedeutung nicht als bekannt vorausgesetzt werden kann, sind sie mindestens bei erster Nennung zusammen mit der Langform einzuführen (z.B. in Bedienungsanleitungen oder Hilfesystemen). Ein Abkürzungsverzeichnis, das sämtliche Abkürzungen auflistet und deren Langform beschreibt, ist zusätzlich wünschenswert.
- Die Verwendung von Sonderzeichen ist zugelassen (z.B. \$).

term. An abbreviation should have only one meaning within the same sphere of application.

- An abbreviation that cannot be used as a word on its own (acronym) shall remain the same for all inflections (declensions) of the word in full.
- For abbreviations uppercase or lowercase should not be used to express differences in meaning.
- Specialist names and designations should generally be abbreviated without a full stop (e.g. VDI). General words (e.g. for “refer to”) used in specialist texts should be abbreviated according to the rules laid down in the “Duden” German Grammar Reference Manual. Extremely specialized terms may be allowed to deviate slightly from these rules.
- The orthography of abbreviations should never change (“VDI” should never be written “Vdi”). The first character of an abbreviation should be the same as the first character of the complete term.
- The order of the characters in an abbreviation should be derived from the order in the full word.
- Abbreviations that resemble another word or a trademark should be avoided.
- In order to deduce the long form of the word more easily from the abbreviation, wherever possible combinations of letters that are characteristic to the full word should be retained in the abbreviation.
- In abbreviations that have been formed according to the “modular principle”, each part should start with a capital letter, followed by one or more lower-case letters. In such cases, the capital letter should be retained even in the middle of the assembled abbreviation in order to indicate the word divisions.

Other rules

Furthermore:

- If abbreviations whose meaning cannot be assumed to be known are used, they are to be introduced along with the complete word (e.g. in the operating instructions or help system) at least the first time they are used. A list of abbreviations showing the corresponding long form text is desirable as an additional feature.
- The use of special symbols (e.g. \$) is permitted.

- In der Praxis bewährte Abkürzungen sollten auch dann benutzt werden, wenn sie von der gewählten Abkürzungstechnik abweichen, z.B. CAD für Computer-Aided Design.

Desgleichen sind Abweichungen von der gewählten Abkürzungstechnik erforderlich, wenn die Abkürzungen anderen zwingenden Vorschriften unterliegen (z.B. Einheiten gemäß SI-System).

Beispiele zur Anwendung der Regeln

Abbrechkürzungen

Eine Abbrechkürzung besteht aus mindestens zwei Buchstaben, die mit dem Anfang der Langform eines Wortes übereinstimmen:

Akku	Akkumulator
Diag	Diagnose
Prog	Programmieren

Initialkürzungen

Zur Initialkürzung wird der erste Buchstabe der Langform eines Wortes verwendet:

s	Sekunde
l	Länge

Klammerkürzungen

Eine Klammerkürzung besteht aus dem ersten sowie weiteren Buchstaben der Langform eines Begriffs:

Spdl	Spindel
Strg	Steuerung

Mischkürzungen

Mischkürzungen liegen vor, wenn nicht alle Teile einer mehrteiligen Langform mit der gleichen Abkürzungstechnik bearbeitet werden:

VDI-Richtl.	Richtlinie des Vereins Deutscher Ingenieure
6%ig	sechszwanzig

Abkürzungen nach dem Baukastenprinzip

StrgEin	Steuerung Ein
StrgZust	Steuerungszustand

Falls die Abkürzungen der einzelnen Bausteine aus Großbuchstaben bestehen, sollte zur Verdeutlichung der Wortfuge ein Punkt oder ein Bindestrich verwendet werden:

WZ-NP	Werkzeugnullpunkt
WS-NP	Werkstücknullpunkt

- Abbreviations that are established in common use can be used even if they do not conform to the chosen method of abbreviation, e.g. CAD for Computer-Aided Design.

Similarly, deviation from the chosen method of abbreviation is required if the abbreviations are based on other obligatory regulations (e.g. units in accordance with the International System of Units).

Examples of applying the rules

Abbreviation by truncation

A truncated abbreviation consists of at least two letters that correspond to the first letters of the full word:

Akku	Akkumulator (accumulator)
Diag	Diagnose (diagnostics)
Prog	Programmieren (program)

Abbreviation from initials

For initial abbreviations, the first letter of the long word is used:

s	second
l	length

Parenthesized abbreviations

A parenthesized abbreviation consists of the first letter of the complete word followed by one or more additional letters:

Spdl	spindle
Ctrl	control

Compound abbreviations

Compound abbreviations occur when not all parts of a full multi-part long term can be abbreviated using the same technique:

VDI-Richtl.	Richtlinie des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI Standard)
6%ig	sechszwanzig (of the order of 6 %)

Abbreviations using the “modular principle”

StrgEin	Steuerung Ein (control on)
StrgZust	Steuerungszustand (control status)

If the abbreviations of individual blocks consist of uppercase letters, a dot or a hyphen should be inserted to clarify the word divisions:

WZ-NP	Werkzeugnullpunkt (tool zero point)
WS-NP	Werkstücknullpunkt (workpiece zero)

Abkürzungen unter Verwendung von SI-Einheiten

v-Schneid Schneidgeschwindigkeit

v-Vorschub Vorschubgeschwindigkeit

n-max Maximaldrehzahl

Sonstige Abkürzungen

Hierbei handelt es sich meist um Abkürzungen, die sich im Laufe der Zeit aufgrund vielfältiger Benutzung etabliert haben. Derartige Abkürzungen können immer dann verwendet werden, wenn die Abkürzung eindeutig ist und eine schnelle Assoziation zur Langfassung des Begriffs möglich ist.

WSP-Drehzahl Werkzeugspindel-Drehzahl

MDE Maschinendatenerfassung

FUP Funktionsplan

5.2.3 Lokalisierung der Information

Unter Lokalisierung der Information wird die Anpassung von Software an die in einem bestimmten geografisch oder ethnisch umschriebenen Absatz- oder Nutzungsgebiet vorherrschenden „lokalen“ sprachlichen und kulturellen Gegebenheiten verstanden. Beispiele für Lokalisierungen sind die Anpassung von:

- Sprache, Schrift, Leserichtung und Satzzeichen
- Text- und Zeicheneingaben (z.B. Tastatur, Eingabeeditoren für asiatische Sprachen)
- Farben und Icons
- Darstellungsformaten (z.B. Datum, Zeit, Zahlen, Adressen, Papiergrößen)

Voraussetzung für die Lokalisierung ist die Internationalisierung der Software, das heißt die Schaffung der technischen Voraussetzungen für eine spätere Lokalisierung. Der VDMA-Leitfaden Software-Internationalisierung [9] beschreibt, welche Information lokalisiert werden soll und welche entsprechenden Maßnahmen zur Software-Internationalisierung dafür getroffen werden müssen.

Abbreviations using the International System of Units

v-Schneid Schneidgeschwindigkeit
(cutting velocity)

v-Vorschub Vorschubgeschwindigkeit
(feed rate)

n-max Maximaldrehzahl
(maximum rotational speed)

Other abbreviations

These concern mainly abbreviations that have established themselves over time through repeated use. These types of abbreviations can be used if the abbreviation is clear and is easily associated with the full term.

WSP-Drehzahl Werkzeugspindel-Drehzahl
(tool spindle rotational speed)

MDE Maschinendatenerfassung
(machine data capture)

FUP Funktionsplan
(function plan/flowchart)

5.2.3 Localization/customization of information

Localization of information means the adaptation of software to the prevalent “local” linguistic and cultural situation of a particular geographic or ethnically-defined sales area or region where the system is to be used. Examples of features that need to be localized are:

- language, alphabet, direction of reading and punctuation
- type of input device (e.g. keyboard for text, input editors for Asian languages)
- colours and icons
- display formats (e.g. date, time, numerals, addresses, paper sizes)

In order to localize information, the software has to be internationalized, i.e. the software has to be technically designed to make provision for later localization. The VDMA-Leitfaden Software-Internationalisierung (VDMA-Guideline Software Internationalization) [9] describes what information ought to be localized and what measures have to be taken to internationalize the software.

Schrifttum / Bibliography

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

Richtlinie **2006/42/EG** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung) (Directive **2006/42/EC** of the European Parliament and of the Council of 17 May 2006 on machinery, and amending Directive 95/16/EC (recast), ABI EU, 2006, Nr. L 157, S. 24–86

Technische Regeln / Technical rules

DIN 4844-1:2012-06 Grafische Symbole; Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen; Teil 1: Erkennungsweiten und farb- und photometrische Anforderungen (Graphical symbols; Safety colours and safety signs; Part 1: Observation distances and colorimetric and photometric properties). Berlin: Beuth Verlag

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

DIN EN 614-2:2008-12 Sicherheit von Maschinen; Ergonomische Gestaltungsgrundsätze; Teil 2: Wechselwirkungen zwischen der Gestaltung von Maschinen und den Arbeitsaufgaben; Deutsche Fassung EN 614-2:2000+A1:2008 (Safety of machinery; Ergonomic design principles; Part 2: Interactions between the design of machinery and work tasks; German version EN 614-2:2000+A1:2008)). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 981:2009-01 Sicherheit von Maschinen; System akustischer und optischer Gefahrensignale und Informationssignale; Deutsche Fassung EN 981:1996+A1:2008 (Safety of machinery; System of auditory and visual danger and information signals; German version EN 981:1996+A1:2008). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 29241-2:1993-06 Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Teil 2: Anforderungen an die Arbeitsaufgaben; Leitsätze (ISO 9241-2:1992); Deutsche Fassung EN 29241-2:1993 (Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs); Part 2: Guidance on task requirements (ISO 9241-2:1992); German version EN 29241-2:1993). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 60073*VDE 0199:2003-05 Grund- und Sicherheitsregeln für die Mensch-Maschine-Schnittstelle, Kennzeichnung; Codierungsgrundsätze für Anzeigengeräte und Bedienteile (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 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 7731:2008-12 Ergonomie; Gefahrensignale für öffentliche Bereiche und Arbeitsstätten; Akustische Gefahrensignale (ISO 7731:2003); Deutsche Fassung EN ISO 7731:2008 (Ergonomics; Danger signals for public and work areas; Auditory danger signals (ISO 7731:2003); German version EN ISO 7731:2008). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 9241-11:1999-01 Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit; Leitsätze (ISO 9241-11:1998); Deutsche Fassung EN ISO 9241-11:1998 (Ergonomic

requirements for office work with visual display terminals (VDTs); Part 11: Guidance on usability (ISO 9241-11:1998); German version EN ISO 9241-11:1998). 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 9241-14:2000-12 Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Teil 14: Dialogführung mittels Menüs (ISO 9241-14:1997); Deutsche Fassung EN ISO 9241-14:1999 (Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs); Part 14: Menu dialogues (ISO 9241-14:1997); German version EN ISO 9241-14:1999). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 9241-15:1999-08 Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Teil 15: Dialogführung mittels Kommandosprachen (ISO 9241-15:1997); Deutsche Fassung EN ISO 9241-15:1997 (Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs); Part 15: Command dialogues (ISO 9241-15:1997); German version EN ISO 9241-15:1997). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 9241-16:2000-03 Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Teil 16: Dialogführung mittels direkter Manipulation (ISO 9241-16:1999); Deutsche Fassung EN ISO 9241-16:1999 (Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs); Part 16: Direct-manipulation dialogues (ISO 9241-16:1999); German version EN ISO 9241-16:1999). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 9241-110:2008-09 (Ergonomie der Mensch-System-Interaktion; Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung (ISO 9241-110:2006); Deutsche Fassung EN ISO 9241-110:2006 (Ergonomics of human-system interaction; Part 110: Dialogue principles (ISO 9241-110:2006); German version EN ISO 9241-110:2006). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 9241-143:2012-06 Ergonomie der Mensch-System-Interaktion; Teil 143: Formulardialoge (ISO 9241-143:2012); Deutsche Fassung EN ISO 9241-143:2012 (Ergonomics of human-system interaction; Part 143: Form-based dialogues (ISO 9241-143:2012); German version EN ISO 9241-143:2012). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 9241-171:2008-10 Ergonomie der Mensch-System-Interaktion; Teil 171: Leitlinien für die Zugänglichkeit von Software (ISO 9241-171:2008); Deutsche Fassung EN ISO 9241-171:2008 (Ergonomics of human-system interaction; Part 171: Guidance on software accessibility (ISO 9241-171:2008); German version EN ISO 9241-171:2008). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 9241-210:2011-01 Ergonomie der Mensch-System-Interaktion; Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme (ISO 9241-210:2010); Deutsche Fassung EN ISO 9241-210:2010 (Ergonomics of human-system interaction; Part 210: Human-centred design for interactive systems (ISO 9241-210:2010); German version EN ISO 9241-210:2010). 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 9921:2004-02 Ergonomie; Beurteilung der Sprachkommunikation (ISO 9921:2003); Deutsche Fassung EN ISO 9921:2003 (Ergonomics; Assessment of speech communication (ISO 9921:2003); German version EN ISO 9921:2003). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 26800:2011-11 Ergonomie; Genereller Ansatz, Prinzipien und Konzepte (ISO 26800:2011); Deutsche Fassung EN ISO 26800:2011 (Ergonomics; General approach, principles and concepts (ISO 26800:2011); German version EN ISO 26800:2011). Berlin: Beuth Verlag

DIN IEC 60050-351:2009-06 Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch; Teil 351: Leittechnik (IEC 60050-351:2006) (International Electrotechnical Vocabulary; Part 351: Control technology (IEC 60050-351:2006)). Berlin: Beuth Verlag

DIN ISO 7000:2008-12 Grafische 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

IEC 60617-DB:2001-11 Graphical symbols for diagrams (Grafische Symbole für Schaltpläne (Schaltzeichen)). Genf: IEC

ISO 8201:1987-12 Acoustics; Audible emergency evacuation signal (Akustik; Akustisches Notsignal für Räumung). Genf: ISO

ISO 11429:1996-12 Ergonomics; System of auditory and visual danger information signals (Ergonomie; System akustischer und optischer Gefahrensignale und Informationssignale). Genf: ISO

ISO/TR 16982:2002-06 Ergonomics of human-system interaction; Usability methods supporting human-centred design (Ergonomie der Mensch-System-Interaktion; Methoden zur Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit, die eine benutzerorientierte Gestaltung unterstützen). Genf: ISO

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

VDI/VDE 3850 Blatt 2:2002-11 Nutzergerechte Gestaltung von Bediensystemen für Maschinen; Interaktionsgeräte für Bildschirme (User-friendly design of useware for machines; Interaction devices for displays screens). Berlin: Beuth Verlag

VDI/VDE 3850 Blatt 3:2004-03 Nutzergerechte Gestaltung von Bediensystemen für Maschinen; Dialoggestaltung für Touchscreens (User-friendly design of useware for machines; Design of dialogues for touchscreens). Berlin: Beuth Verlag

Literatur / Literature

- [1] *Charwat, H.J.*: Farbkonzept für die Prozessführung mit Bildschirmen. Automatisierungstechnische Praxis atp 38, Teil 1: Heft 5, S. 50 bis 53, Teil 2: Heft 6, S. 58–63, Teil 3: Heft 7, S. 62–65, 1996
- [2] *Charwat, H.J.*: Lexikon der Mensch-Maschine-Kommunikation. München, Wien: Oldenbourg 1994
- [3] DAKkS, Deutsche Akkreditierungsstelle, Leitfaden Usability, Version 1.3, 2010
- [4] *Meixner, G.; Görlich, D.*: Aufgabenmodellierung als Kernelement eines nutzerzentrierten Entwicklungsprozesses für Bedienoberflächen, Workshop Verhaltensmodellierung: Best Practices und neue Erkenntnisse, Fachtagung Modellierung. Berlin, 2008
- [5] *Meixner, G.*: Entwicklung einer modellbasierten Architektur für multimodale Benutzungsschnittstellen, Fortschritt-Berichte pak 21. Technische Universität Kaiserslautern, 2010
- [6] VDMA, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau: Vorlage Systemspezifikation. Frankfurt am Main: VDMA Verlag, 2000
- [7] VDMA, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau: Leitfaden für die Anforderungsanalyse. Frankfurt am Main: VDMA Verlag, 2002
- [8] VDMA, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau: Leitfaden Software-Ergonomie – Gestaltung von Bedienoberflächen. Frankfurt am Main: VDMA Verlag, 2004
- [9] VDMA, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau: Leitfaden Software-Internationalisierung. Frankfurt am Main: VDMA Verlag, 2009
- [10] *Zühlke, D.*: Nutzergerechte Entwicklung von Mensch-Maschine-Systemen: Useware-Engineering für technische Systeme. Berlin, Heidelberg: Springer, 2011