

DIN EN 894-2

ICS 13.110; 13.180

Ersatz für
DIN EN 894-2:1997-04

**Sicherheit von Maschinen –
Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und
Stellteilen –
Teil 2: Anzeigen;
Deutsche Fassung EN 894-2:1997+A1:2008**

Safety of machinery –
Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators –
Part 2: Displays;
German version EN 894-2:1997+A1:2008

Sécurité des machines –
Spécifications ergonomiques pour la conception des dispositifs de signalisation et des
organes de service –
Partie 2: Dispositifs de signalisation;
Version allemande EN 894-2:1997+A1:2008

Gesamtumfang 27 Seiten

Normenausschuss Ergonomie (NAErg) im DIN



Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab 2009-02-01.

Daneben darf DIN EN 894-2:1997-04 noch bis 28. Dezember 2009 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen im Sinne des Gesetzes über technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte (Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG)) und steht im Zusammenhang mit dem Europäischen Recht (EG-Maschinenrichtlinie), das in nationales Recht überführt wurde.

Sie beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitees CEN/TC 122 „Ergonomie“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) im Europäischen Komitee für Normung (CEN) in Zusammenhang mit der Novellierung der EG-Maschinenrichtlinie erarbeiteten EN 894-2:1997+A1:2008.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung dieser Änderung wurden vom Gemeinschaftsarbeitsausschuss „Ergonomie für Informationsverarbeitungssysteme“ (NA 023-00-04 GA) der Normenausschüsse Ergonomie (NAErg) und Informationstechnik und Anwendungen (NIA) im DIN wahrgenommen.

Diese Europäische Norm konkretisiert einschlägige Anforderungen von Anhang I der EG-Maschinenrichtlinie 98/37/EG (gültig bis 28. Dezember 2009) sowie mit Wirkung vom 29. Dezember 2009 der neuen EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG an erstmals im EWR in Verkehr gebrachte Maschinen, um den Nachweis der Übereinstimmung mit diesen Anforderungen zu erleichtern.

Ab dem Zeitpunkt ihrer Bezeichnung als Harmonisierte Norm im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften kann der Hersteller bei ihrer Anwendung davon ausgehen, dass er die von der Norm behandelten Anforderungen der Maschinenrichtlinie eingehalten hat (so genannte Vermutungswirkung).

Änderungen

Gegenüber DIN EN 894-2:1997-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Anhang ZA wurde überarbeitet;
- b) Aufnahme eines informativen Anhangs ZB über den Zusammenhang zwischen der Europäischen Norm EN 894-2:1997 und den grundlegenden Anforderungen der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.

Frühere Ausgaben

DIN 33413-1: 1984-06
DIN EN 894-2: 1997-04

Deutsche Fassung

Sicherheit von Maschinen —
Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von
Anzeigen und Stellteilen —
Teil 2: Anzeigen

Safety of machinery —
Ergonomics requirements for the design of displays and
control actuators —
Part 2: Displays

Sécurité des machines —
Spécifications ergonomiques pour la conception des
dispositifs de signalisation et des organes de service —
Partie 2: Dispositifs de signalisation

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 3. Januar 1997 angenommen und schließt Änderung 1 ein, die am 14. August 2008 vom CEN angenommen wurde.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.



CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B- 1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen.....	5
3 Definitionen	5
4 Optische Anzeigen	7
4.1 Anforderungen an die Erkennbarkeit optischer Anzeigen	7
4.1.1 Positionierung von Anzeigen	7
4.1.2 Funktionelle Beziehungen zwischen Anzeige und Operator	9
4.1.3 Umweltfaktoren	9
4.1.4 Weitere zu beachtende Bedingungen zur Erleichterung der Signalentdeckung	10
4.2 Anforderungen an die Identifizierung von optischen Anzeigen	10
4.2.1 Symbole für Anzeigen	10
4.2.2 Digitale Anzeigen	12
4.2.3 Analoge Anzeigen	12
4.2.4 Auswahl der Skalen für analoge Anzeigen	13
4.2.5 Auswahl von Anzeigen für verschiedene Arten von Aufgaben	16
4.2.6 Gruppierung von Anzeigen.....	17
4.3 Anforderungen an die Interpretation von optischen Anzeigen	19
5 Akustische Anzeigen.....	19
5.1 Anforderungen an die Entdeckung von akustischen Anzeigen	20
5.2 Anforderungen an die Identifizierung von akustischen Anzeigen	20
5.3 Anforderungen an die Interpretation von akustischen Anzeigen.....	20
6 Taktile Anzeigen.....	21
6.1 Anforderungen an die Entdeckung von taktilen Anzeigen	21
6.2 Anforderungen an die Identifizierung von taktilen Anzeigen	21
6.3 Anforderungen an die Interpretation von taktilen Anzeigen	21
Anhang A (informativ) Ziffernformen	23
Anhang ZA (informativ)  Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 98/37/EG, geändert durch 98/79/EG	24
Anhang ZB (informativ)  Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 2006/42/EG	25

Vorwort

Dieses Dokument (EN 894-2:1997+A1:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2009, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2009 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument beinhaltet die Änderung 1, die am 2008-08-14 vom CEN angenommen wurde.

Dieses Dokument ersetzt EN 894-2:1997.

Anfang und Ende der durch die Änderung eingefügten und geänderten Teile sind jeweils durch die Änderungsmarken **A1** **A1** angegeben.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien.

A1 Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA und ZB, der Bestandteil dieses Dokuments ist. **A1**

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Diese Norm wurde erarbeitet, um als harmonisierte Norm zu dienen, die ein Mittel zum Erreichen der Übereinstimmung mit den grundsätzlichen Sicherheitsanforderungen der EG-Richtlinie „Maschinen“ und damit zusammenhängender EFTA-Regelungen darstellt.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm enthält Empfehlungen über die Auswahl, Gestaltung und Anordnung von Anzeigen, um mögliche ergonomische Gefährdungen, die mit ihrem Gebrauch in Verbindung stehen, zu vermeiden. Es werden ergonomische Anforderungen angegeben und optische, akustische und taktil wahrnehmbare Anzeigen behandelt.

Die vorliegende Norm gilt für Anzeigeeinrichtungen an Maschinen (z. B. Geräten und Anlagen, Instrumententafeln, Steuer- und Überwachungskonsolen) für gewerbliche und private Zwecke. Besondere ergonomische Anforderungen an Bildschirmgeräte für die Büroarbeit sind in der Norm Reihe EN ISO 9241 angegeben.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikation nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

EN 292-1, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodik*

EN 292-2, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 2: Technische Leitsätze und Spezifikationen*

EN 457, *Sicherheit von Maschinen — Akustische Gefahrensignale — Allgemeine Anforderungen, Gestaltung und Prüfung*; (ISO 7731)

EN 614-1, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Gestaltungsgrundsätze — Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze*

EN ISO 9241, *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten*

EN 61310-1, *Sicherheit von Maschinen — Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen — Teil 1: Anforderungen an sichtbare, hörbare und tastbare Signale*; (IEC1310-1)

EN 61310-2, *Sicherheit von Maschinen — Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen — Teil 2: Anforderungen an Kennzeichnungen*; (IEC1310-2)

3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Definitionen:

3.1

Operator

die Person (oder Personen) die mit der Installation, dem Betrieb, dem Einrichten, dem Instandhalten, der Reinigung, der Reparatur oder dem Transport von Maschinen beauftragt ist (sind)

[EN 292-1]

3.2

Arbeitsaufgabe

Tätigkeit oder Tätigkeiten, die erforderlich sind, um das beabsichtigte Ergebnis des Arbeitssystems zu erreichen

[EN 614-1]

3.3

Arbeitsmittel

Maschinen, Werkzeuge, Fahrzeuge, Geräte, Möbel, Einrichtungen und andere im Arbeitssystem benutzte Gegenstände

[EN 614-1]

3.4

Signal

ein Reiz, der in Beziehung zu einem Zustand oder dem Wechsel eines Zustandes eines Arbeitsmittels steht und auf die Sinnesorgane des Operators einwirkt. Diese Europäische Norm beschreibt Signale, die mit den Augen (von optischen Anzeigeeinrichtungen), den Ohren (von akustischen Anzeigeeinrichtungen) oder durch Berührung mit der Haut (von taktilen Anzeigeeinrichtungen) wahrgenommen werden können

3.5

Anzeige

eine Einrichtung zur Informationsdarstellung, mit deren Hilfe sichtbare, hörbare oder durch Berührung (taktile) unterscheidbare Sachverhalte angegeben werden

3.6

Digitale Anzeige

Anzeige, auf der die Information durch Ziffern dargestellt wird

3.7

Alphanumerische Anzeige

Anzeige, auf der die Information als Kombination von Ziffern und Buchstaben dargestellt wird

3.8

Analoge Anzeige

Anzeige, auf der die Darstellung eines Zustandes als Funktion von Länge, Winkel oder einer anderen Größe erfolgt. Bei optischen Anzeigen kann die Information als Funktion einer Zeigerbewegung, Länge eines Balkens oder vergleichbarer sichtbarer Größen erfolgen. Bei akustischen Anzeigen kann die Information als Funktion der Tonhöhe oder der Lautstärke übertragen werden. Bei taktilen Anzeigen kann die Information als Funktion von Schwingungen der Anzeigeeinrichtung (Frequenz oder Amplitude) oder durch deren Lageänderung erfolgen

3.9

Symbole

Buchstaben, Ziffern, bildliche Darstellungen oder deren Kombinationen, die zur Beschriftung einer Anzeigenskala oder als Mittel zur Identifizierung der Anzeige selbst angewendet werden

3.10

Wahrnehmung

Ein im zentralen Nervensystem ablaufender Prozess, dessen Ergebnis Kenntnisse über die Umgebung sind. Wahrnehmung ist ein dynamischer Prozess, der nicht nur von der Beschaffenheit des auslösenden Signals abhängt. So ist es möglich, dass die erhaltenen Informationen unvollständig, unsicher oder falsch sind.

Erkenntnisse können sich auf eine oder mehrere der folgenden Wahrnehmungsstufen stützen: Entdeckung, Identifizierung und Interpretierung. Entdeckung ist der Wahrnehmungsprozess, bei dem sich der Operator lediglich des Vorhandenseins eines Signals bewusst wird. Identifizierung ist der Wahrnehmungsprozess, bei dem ein entdecktes Signal von anderen Signalen unterschieden wird. Interpretation ist die Kombination von Wahrnehmungs- und kognitiven Prozessen, wodurch die Inhalte und Bedeutungen des identifizierten Signals erkannt werden

4 Optische Anzeigen

Optische Anzeigen können verwendet werden, um große Informationsmengen auf verschiedenen Wegen an den Operator zu übertragen.

4.1 Anforderungen an die Erkennbarkeit optischer Anzeigen

4.1.1 Positionierung von Anzeigen

Die physiologischen und funktionellen Eigenschaften des Operators und die ungehinderte Sicht bei der Ausführung der Arbeit bestimmen die Positionierung optischer Anzeigen. Das Sehfeld des Operators ist begrenzt, wodurch die Anzahl gleichzeitig zu beachtender Anzeigen eingeschränkt sein kann.

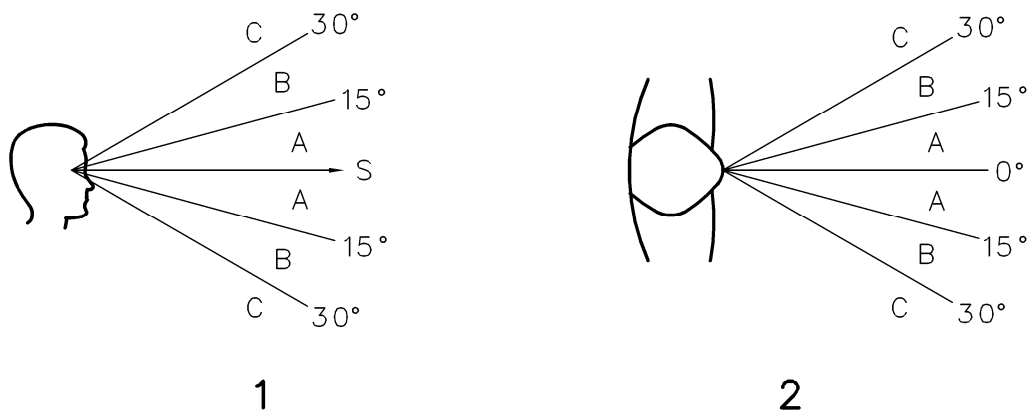
Es wird zwischen zwei unterschiedlichen Arten von optischen Aufgaben unterschieden: die Entdeckungsaufgaben und Überwachungsaufgaben. Entdeckungsaufgaben sind die, bei denen der Operator vom System gewarnt wird, Überwachungsaufgaben sind die, bei denen der Operator aktiv nach Information sucht.

Für die Erkennbarkeit eines optischen Signals für Entdeckungs- und Überwachungsaufgaben werden drei Anordnungsbereiche mit abnehmender Wirksamkeit unterschieden und als „Empfehlenswert“, „Geeignet“ und „Ungeeignet“ (siehe Tabelle 1) bezeichnet. Die Mittellinien für die Bereiche „Empfehlenswert“ und „Geeignet“ liegen in der Medianebene des Operators und entsprechen der Blickrichtung, wie auf Bild 1 und Bild 2 dargestellt. Bei Entdeckungsaufgaben ist die Blickrichtung vom Zentrum der Aufmerksamkeit abhängig. Für Überwachungsaufgaben können die Anzeigen entlang einer Sehlinie unterhalb der Horizontalen angeordnet werden, von der bekannt ist, dass sie für den Operator angenehmer ist.

Die auf den Bildern dargestellten Winkel stellen allgemeine ergonomische Empfehlungen dar; es wird angenommen, dass der Operator normalsichtig und in der Lage ist, eine entspannte und stabile (vorzugsweise sitzende) Haltung in der Nähe der Anzeigen einzunehmen.

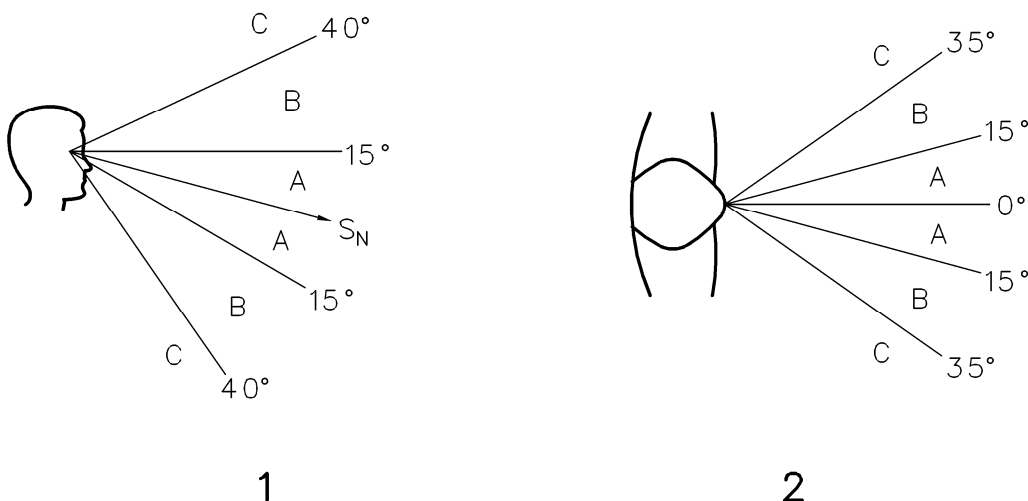
Tabelle 1 — Eignungsstufen

Eignungsstufe	Bedeutung
A: Empfehlenswert	Dieser Bereich ist zu verwenden, wo immer es möglich ist.
B: Geeignet	Dieser Bereich kann verwendet werden, wenn der empfohlene Bereich nicht verwendet werden kann.
C: Ungeeignet	Dieser Bereich sollte nicht gewählt werden.



- 1 Vertikales Sehfeld für die Entdeckungsaufgabe
2 Horizontales Sehfeld für die Entdeckungsaufgabe
S: Sehachse, Richtung ist vorgegeben durch externe Arbeitsanforderungen

Bild 1 — Entdeckungsaufgabe



- 1 Vertikales Sehfeld für die Überwachungsaufgabe
2 Horizontales Sehfeld für die Überwachungsaufgabe
S_N: Normale Sehachse, 15° bis 30° unter der Horizontalen

Bild 2 — Überwachungsaufgabe

Optische Anzeigen dürfen nicht ausserhalb der Bereiche „Empfehlenswert“ und „Geeignet“ angeordnet werden, sofern nicht kompensatorische Hilfsmittel vom Gestalter vorgesehen werden. Das können z. B. zusätzliche Anzeigen oder andere Einrichtungen sein, die keine große Änderung der Körperhaltung des Operators erfordern. Der Bereich „Ung geeignet“ sollte nur für Anzeigen verwendet werden, die für den sicheren Betrieb unbedenklich sind.

Wenn das Farbunterscheidungsvermögen des Operators für den richtigen Gebrauch der Anzeigen von Bedeutung ist, müssen die Grenzen des Bereichs „Geeignet“ verkleinert werden, da die Größe des zentralen Sehfeldes (in dem Farben wahrgenommen werden können) kleiner als das Sehfeld ist, in dem weißes Licht wahrgenommen wird.

4.1.2 Funktionelle Beziehungen zwischen Anzeige und Operator

Allgemein werden zwei Arten dieser Beziehung unterschieden. Bei der ersten Art ortet und beobachtet der Operator die Anzeige. Bei der zweiten Art wird die Aufmerksamkeit des Benutzers durch Signale der Anzeige selbst erregt (z. B. Warnblinken oder Normton), oder der Operator wird durch Signale von einer oder mehreren Anzeigen gewarnt (z. B. eine Kombination von optischen und akustischen Anzeigen) oder der Benutzer wird durch den Zustand des Systems gewarnt, die Anzeige zu überprüfen.

Bei beiden funktionellen Beziehungen muss die am häufigsten benutzte und/oder die wichtigste Anzeige den Vorrang für die Anordnung im unmittelbaren Bereich der natürlichen Sehlinie (Bereich A) des Operators besitzen. Anzeigen mit geringerer Wichtigkeit können in Richtung der äußeren Sehfelder angebracht werden (Bereich B oder auch Bereich C, falls erforderlich).

Durch die Gestaltung müssen Bedingungen geschaffen werden, die die Wirksamkeit erhöhen, mit der Alarm- oder Warnanzeigen Aufmerksamkeit erlangen. Da das menschliche visuelle Wahrnehmungssystem empfindlich für Veränderungen der sichtbaren Umgebung ist, kann der Gestalter z. B. eine blinkende Anzeige vorsehen, um den Benutzer zu warnen, weil der wechselnde Zustand der blinkenden Anzeige unmittelbar festgestellt wird. Hierbei ist zu beachten, dass ein Blinken mit geringer Leuchtdichte vorgesehen wird, um das Entstehen von Nachbildern in den Augen des Operators zu vermeiden. Alternativ dazu kann es vorteilhaft sein, eine akustische Anzeige mit einer kontinuierlichen optischen Anzeige geringer Leuchtdichte zu verbinden.

4.1.3 Umweltfaktoren

Die wichtigsten Umweltfaktoren sind Beleuchtung und Vibration. Bei der Auslegung von Anzeigen sollte auf die Kompensation der möglichen nachteiligen Einflüsse besonderer Wert gelegt werden.

An Arbeitsplätzen mit passiven (nicht selbstleuchtenden) Anzeigen sollte eine Beleuchtungsstärke von mindestens 200 lx vorhanden sein. Wo das nicht möglich ist, müssen kompensatorische Maßnahmen vorgesehen werden, wie z. B. eine Vergrößerung der angezeigten Informationen, das Anbringen örtlicher Beleuchtungen oder aktive Beleuchtung (selbstleuchtende Anzeigen). Kontrastreiche Schatten oder Reflexionen stören die Wahrnehmung und müssen vermieden werden. Daher müssen Raumbeleuchtungen, die Reflexionen auf den Anzeigen bewirken können, mit Beleuchtungswinkeln unter Berücksichtigung der typischen Blickrichtungen installiert werden. Das Anwinkeln der Anzeigen und/oder reflektionsfreie Anzeigenoberflächen sind als Kompensationsmaßnahmen anwendbar. Es müssen Lichtquellen ausgewählt werden, die eine Unterscheidung farbiger Anzeigeelemente vor ihrem Hintergrund ermöglichen.

Die Ableseleistung kann durch gleichmäßige oder stoßartige Vibrationen, die auf die Anzeigen, den Operator oder auf beide wirken, beeinflusst werden. Auf digitalen Anzeigen führen vertikale Vibrationen mit einer niedrigen Frequenz (1 Hz bis 3 Hz) zu großen Ablesefehlern, die bei einer Beschleunigung von mehr als 5 m/s^2 direkt proportional zur Beschleunigung anwachsen.

Bei Frequenzen von 3 Hz bis 20 Hz nehmen die Ablesefehler zu. Wenn Operatoren und Anzeigen gleichphasigen Vertikalvibrationen ausgesetzt sind, wird die Ableseleistung bei Frequenzen unter 3 Hz am wenigsten beeinträchtigt, bei höheren Frequenzen nimmt sie jedoch deutlich ab.

Bei Frequenzen zwischen 3 Hz und 20 Hz sowie Beschleunigungen größer als 5 m/s^2 verringert sich die Ableseleistung und es besteht ein linearer Zusammenhang zwischen diesen beiden Kenngrößen. Mehrfache einachsige sinusförmige Vibrationen können wegen auftretender Interferenzeffekte eine Beeinträchtigung der Ableseleistung verursachen. Zweiachsige Vibration kann zu einer rotatorischen Bewegung führen. Ablesefehler und -zeit nehmen mit der Frequenz der Vibration zu.

Kompensationsmaßnahmen sind:

- a) eine hohe Leuchtdichte auf der Anzeige, um den Kontrast über das normale Niveau hinaus zu erhöhen,
- b) eine Strichbreite in Schwingungsrichtung zwischen 5 % und 7 % der angezeigten Zeichenhöhe, und
- c) eine Vibrationsfrequenz der Anzeige synchron zur Vibrationsfrequenz des Operators.

4.1.4 Weitere zu beachtende Bedingungen zur Erleichterung der Signalentdeckung

Die freie Sicht auf die Anzeigen muss bei allen ergonomischen Arbeitshaltungen und für alle anthropometrischen Charakteristika der Benutzerpopulation sichergestellt sein.

Zur besseren Erkennung sind Schwarz-Weiß-Darstellungen zu bevorzugen. Bei hohen Zeichendichten oder wenn der Operator nach einer bestimmten Information sucht, können jedoch farbig codierte Anzeigen für das Erkennen hilfreich sein. Das Umrahmen zusammengehöriger Anzeigen mit einer bestimmten Farbe kann auch dazu beitragen, den Zusammenhang zwischen Anzeigen zu verdeutlichen. Siehe auch EN 61310-1 und EN 61310-2.

4.2 Anforderungen an die Identifizierung von optischen Anzeigen

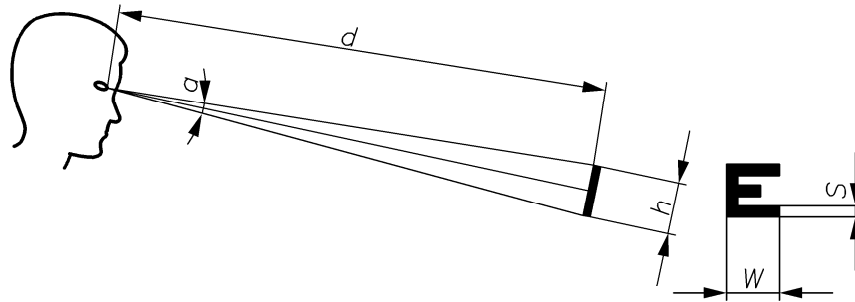
Eine hohe Bildqualität der Anzeige muss unter allen Normal- und Gefahrensituationen sichergestellt werden: der Kontrast muss so hoch wie machbar sein, und die Verwechselbarkeit von Anzeigen (oder Teilen der Anzeigen) untereinander muss durch Anwendung verschiedener Formen, Farben, Beschriftungen oder durch andere geeignete Maßnahmen verringert werden.

Der Kontrast zwischen Zeichen, Buchstaben, Ziffern, Zeigern, Linien und dem direkten Hintergrund und der nächsten Umgebung muss Lesbarkeit und Unterscheidbarkeit sicherstellen. Dabei müssen Wahrnehmungsgeschwindigkeit und -genauigkeit, wie sie durch die Arbeitsaufgabe gefordert sind, berücksichtigt sein. Bei leuchtenden (aktiven) Anzeigen muss das Kontrastverhältnis (Verhältnis der Vordergrund- zur Hintergrundleuchtdichte) mindestens 3 : 1 betragen, um den Anforderungen zu entsprechen. Ein Verhältnis von 6 : 1 wird empfohlen. Das Abdeckungsglas von leuchtenden Anzeigen darf das Licht anderer Lichtquellen nicht so stark reflektieren (d. h. das Kontrastverhältnis von reflektiertem Licht und der Allgemeinbeleuchtung muss so klein wie möglich sein), dass eine ausgeschaltete Anzeige wie eine eingeschaltete aussieht oder die Ablesung erschwert wird.

4.2.1 Symbole für Anzeigen

Für Buchstaben und Ziffern werden einfache und vorzugsweise bekannte Formen empfohlen. Es ist entscheidend, die Verwechselbarkeit einzelner Zeichen zu vermeiden (z. B. B mit 8, 6 mit 5; siehe Anhang A). So sind 7-Segment-Ziffern (von LED- oder LCD-Anzeigen) nur geeignet, wenn die Darstellung auf Ziffern beschränkt ist. Abhängig von den vorherrschenden Wahrnehmungsbedingungen können 5 × 7- und 7 × 9-Punktraster für die Zeichendarstellung geeignet sein, wobei größere Raster zu bevorzugen sind. Wenn bildliche Symbole (Piktogramme) verwendet werden, müssen diese eine einfache Form haben und von den Benutzern leicht identifiziert und interpretiert werden können.

In Bild 3 werden die wichtigsten Abmessungen für Zeichengröße und -proportionen definiert. Es ist zu beachten, dass der Sehabstand (d) nur einer von mehreren entscheidenden Faktoren ist, die eine angemessene Zeichengröße erfordern. Die Beleuchtungsstärke, der Kontrast zwischen den Zeichen und dem Hintergrund und die Lesbarkeit der Zeichen beeinflussen gemeinsam die Abmessungen.



Legende

- d : Abstand zwischen Auge und Zeichen
- α : Sehwinkel des Zeichens, in Bogenminuten
- h : Zeichenhöhe
- w : Zeichenbreite
- s : Strichstärke des Zeichens

Bild 3 — Definition der Abmessungen

Die empfohlenen Zeichenhöhen (h) werden erreicht, wenn α im Bereich von 18 bis 22 Bogenminuten liegt; noch geeignete Zeichenhöhen für α liegen im Bereich von 15 bis 18 Bogenminuten; Zeichenhöhen für α von weniger als 15 Bogenminuten sind ungeeignet.

Die empfohlenen Zeichenhöhen können näherungsweise berechnet werden:

- Der empfohlene Bereich der Zeichenbreite (w) liegt zwischen 60 % und 80 % der Zeichenhöhe. Wenn die Anzeigenoberfläche gerundet oder der Blickwinkel nicht rechtwinklig ist, sollte ein Bereich zwischen 80 % und 100 % der Zeichenhöhe verwendet werden. Eine Zeichenbreite kleiner als 50 % der Zeichenhöhe ist ungeeignet.
- Anwendbare Bereiche für die Strichstärke der Zeichen (s in Bild 3) sind in Tabelle 2 angegeben. Es wird empfohlen, geeignete Zwischenräume zwischen den Buchstaben (20 % bis 50 % der Zeichenbreite) und zwischen den Worten (1 bis 1,5 Zeichenbreiten) vorzusehen.

Tabelle 2 — Eignung unterschiedlicher Strichstärken von Zeichen

Art der Anzeige	Strichstärke des Zeichens als prozentualer Anteil der Zeichenhöhe		Grad der Eignung
	Positiv-Darstellung ¹⁾	Negativ-Darstellung ²⁾	
Aktive Anzeige	von 17 bis 20	von 8 bis 12	Empfohlen
	von 14 bis < 17	von 6 bis < 8 > 12 bis 14	Geeignet
	von 12 bis < 14	von 5 bis < 6 > 14 bis 15	Bedingt geeignet ³⁾
Passive Anzeige	von 16 bis 17	von 12 bis 14	Empfohlen
	von 12 bis < 16	von 8 bis < 12 > 14 bis 16	Geeignet
	von 10 bis < 12	> 16 bis 18	Bedingt geeignet ³⁾
	> 17 bis 20		

1) Positiv-Darstellung: dunkle Zeichen auf hellem Hintergrund.

2) Negativ-Darstellung: helle Zeichen auf dunklem Hintergrund.

3) Unter besonders günstigen Sichtbedingungen.

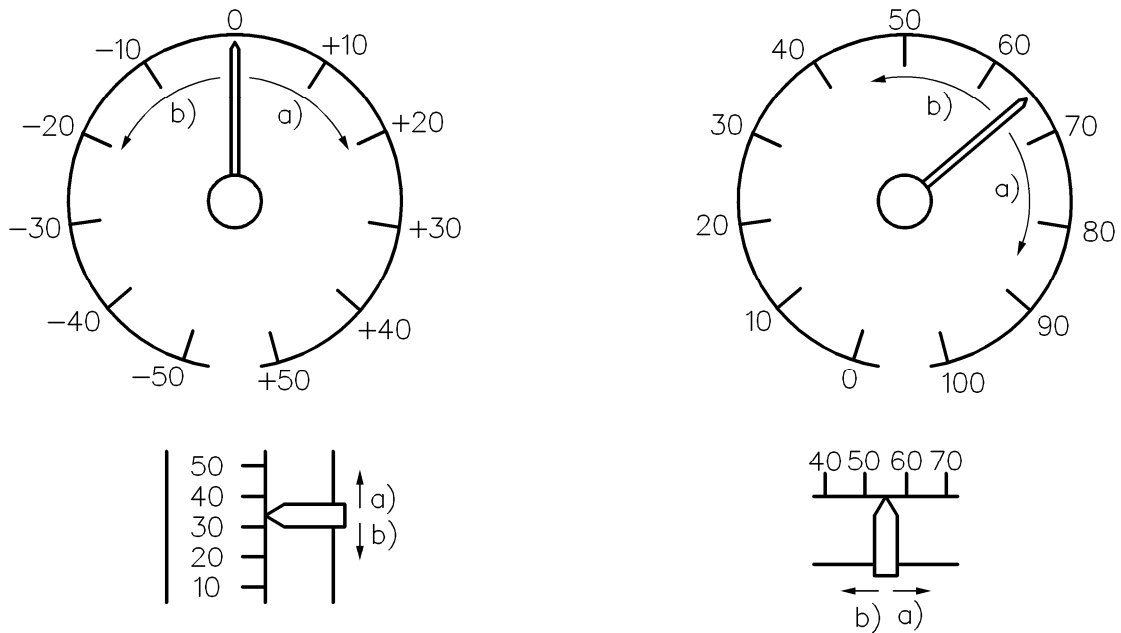
4.2.2 Digitale Anzeigen

Die Gestaltung der Ziffern und deren Kontrast zum Hintergrund müssen den angegebenen Empfehlungen entsprechen. Bei einer mechanischen digitalen Anzeige (die Ziffern sind auf den Umfang sich drehender Räder gedruckt) wird empfohlen, dass die Ziffern vollständig im Anzeigenfenster erkennbar und nicht teilweise verdeckt sind, wenn sich die Anzeigeräder drehen (z. B. bei Einrastbewegungen).

Weil digitale Anzeigen nur wenig Raum beanspruchen und große Ziffern darstellbar sind, sollten digitale Anzeigen bevorzugt verwendet werden. Wenn viele Ziffern angezeigt werden müssen, können Ablesefehler verringert werden, indem die Ziffern in kleinen Gruppen zusammengefasst werden. Vorzugsweise sollten die Gruppen drei oder zwei Ziffern enthalten, sofern nicht die Interpretation der Anzeige durch noch mehr Ziffern in einer Gruppe erleichtert wird.

4.2.3 Analoge Anzeigen

Die Anzeigemarke (z. B. ein Zeiger, ein Flüssigkeitsstand) muss jederzeit sichtbar sein, selbst dann, wenn sich die Anzeigemarke aus dem Skalenbereich herausbewegt. Die Verwendung von Anzeigen mit bewegter Anzeigemarke und feststehender Skale wird empfohlen. In Bild 4 werden geeignete Bewegungsrichtungen der Anzeigemarke zur Anzeige abnehmender und zunehmender Werte dargestellt.



Legende

- a) Zunahme
- b) Abnahme

Bild 4 — Angemessene Richtungen für die Bewegung der Zeiger

Der Skalennullpunkt muss so angeordnet werden, dass Zunahmen entweder als Zeigerbewegungen von links nach rechts, im Uhrzeigersinn oder als Aufwärtsbewegungen angezeigt werden, während Abnahmen als Zeigerbewegungen von rechts nach links, entgegen dem Uhrzeigersinn oder als Abwärtsbewegungen angezeigt werden.

4.2.4 Auswahl der Skalen für analoge Anzeigen

Um gute Wahrnehmbarkeit zu erreichen und Ablesefehler zu verringern, müssen Skalengröße, Teilung, Beschriftung und Gestaltung des Zeigers beachtet werden.

Die unterschiedlichen Abmessungen einer Skale müssen entsprechend der Ableseentfernung und der Umgebungsbeleuchtung ausgelegt werden. In Tabelle 3 werden Empfehlungen für die Abmessungen von Skalen bei unterschiedlichen Beleuchtungszuständen und einer typischen Ableseentfernung von 700 mm gegeben. Für andere Ableseentfernungen gilt folgende Formel:

$$x = d \cdot \tan \frac{\alpha}{60}$$

Dabei ist

- x : Abmessung A bis G aus Tabelle 3;
- d : Abstand zwischen der Skale und dem Auge, in mm;
- α : Sehwinkel, in Bogenminuten.

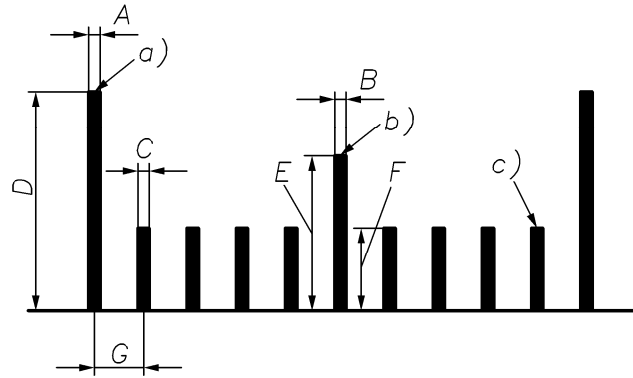
ANMERKUNG Für die vereinfachte Berechnung ist x annähernd gleich $d \cdot \frac{L}{700}$, wobei L durch die zutreffende Abmessung A bis G aus Tabelle 3 ersetzt wird und die Ableseentfernung 700 mm beträgt.

Tabelle 3 — Abmessungen der Teilstriche für hohe, normale und geringe Beleuchtungsstärke für eine Ableseentfernung von 700 mm

Bezeichnung aus Bild 5a	Erklärung der Bezeichnung	Hohe/normale Beleuchtungsstärke		Niedrige Beleuchtungsstärke < 100 lx	
		Bogenminuten	mm	Bogenminuten	mm
A	Breite des langen Teilstrichs	1,5	0,3	4,5	0,9
B	Breite des mittleren Teilstrichs	1,5	0,3	3,5	0,7
C	Breite des kurzen Teilstrichs	1,5	0,3	3	0,3
D	Höhe des langen Teilstrichs	24	4,9	24	4,9
E	Höhe des mittleren Teilstrichs	18	3,7	18	3,7
F	Höhe des kurzen Teilstrichs	12	2,4	12	2,4
G	Mindestabstand zwischen benachbarten Teilstrichen:				
	– Keine Teilung oder Zweier-Teilung	4	0,8	6	1,2
	– Fünfer-Teilung	12	2,4	12	2,4

Die Teilung der Skale ist ein wichtiges Mittel, um die Identifikation von Skalenwerten zu verbessern, sie muss der geforderten Messgenauigkeit entsprechen und ist der Genauigkeit der Übertragung anzupassen. Es dürfen nicht mehr als drei Teilungsstufen verwendet werden (lange, mittlere und kurze Teilstriche). Es dürfen nicht mehr als vier mittlere Teilstriche (d. h. fünf Abschnitte) zwischen zwei langen Teilstrichen und nicht mehr als vier kurze Teilstriche (d. h. fünf Abschnitte) zwischen zwei mittleren Teilstrichen angeordnet werden. Die Bereiche der Messwerte zwischen zwei kurzen Teilstrichen können 1, 2 oder 5 bzw. ein dezimales Vielfaches davon betragen. Die Identifizierbarkeit ist nicht bei allen Skalenteilungen gleich gut. In Bild 5b werden einige Beispiele zweckmäßiger Skalenteilungen dargestellt.

Interpolation von Skalenwerten zwischen zwei kleinen Teilstrichen sollte nicht notwendig sein. Falls Interpolation notwendig ist, darf die verlangte Genauigkeit nicht mehr als ein Fünftel des Intervalls betragen und die Intervalle müssen vergrößert werden.



Legende

- a) langer Teilstrich
- b) mittlerer Teilstrich
- c) kurzer Teilstrich

Abmessungen der Teilstriche A bis G siehe Tabelle 3.

Bild 5a — Bezeichnung der Teilstriche

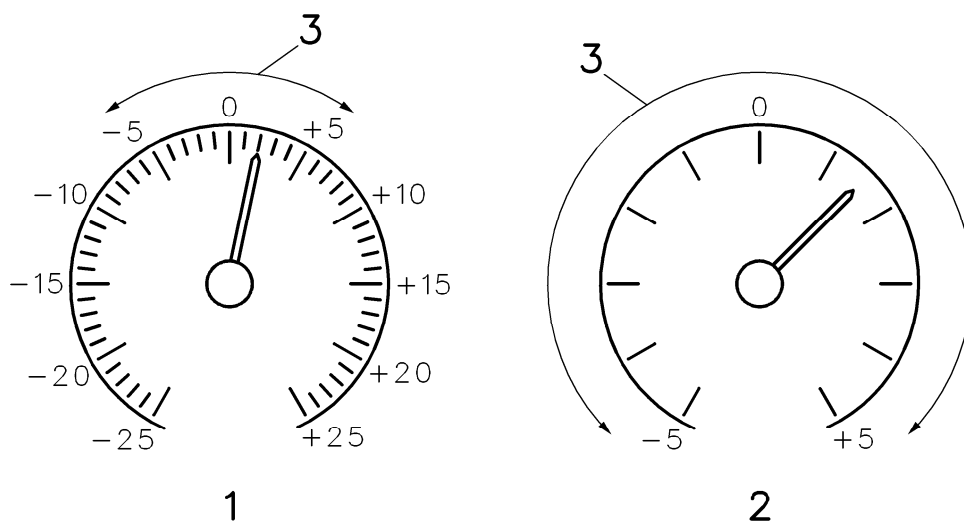
	Ungeeignet	Empfehlenswert
Lineare Skalen		
Nur bei Winkelangaben		

Bild 5b — Beispiele für die Skaleneinteilung und -beschriftung

Form und Größe der Ziffern der Skalenbeschriftung sollten den Empfehlungen des Abschnitts 4.2.1 entsprechen. Die verwendeten Zeichen müssen an allen Skalenpositionen aufrecht stehend angebracht werden und sollten nicht durch den Zeiger verdeckt werden. Die Zeichen sollten auf der dem Zeiger gegenüberliegenden Skalenseite angeordnet werden. Zwischen zwei beschrifteten Teilstrichen dürfen nicht mehr als neun unbeschriftete Teilstriche liegen.

Die Zeigerspitze sollte sich gleichmäßig verjüngen und soll nur bis an die Grundlinie der Skale heranreichen. Um Fehler durch Parallaxe zu vermeiden, sollte die Mitte von Kreisskalen abgesenkt werden. Parallaxen sollten minimiert werden, um sicherzustellen, dass der Operator richtig abliest, auch wenn der Blickwinkel nicht ideal ist.

Anzeigen müssen so ausgewählt werden, dass deren Skalenbereiche etwa den gewünschten Messbereichen entsprechen. So ist z. B. bei Messwerten von -5 bis $+5$ die rechts in Bild 6 dargestellte Skale geeignet, während die links in Bild 6 abgebildete Skale ungeeignet ist.



Legende

- 1 Ungeeignet
- 2 Empfehlenswert
- 3 Genutzter Bereich

Bild 6 — Richtige und falsche Anwendung von Skalen

4.2.5 Auswahl von Anzeigen für verschiedene Arten von Aufgaben

Die Auswahl von Anzeigen ist auch von ihrer Verwendung abhängig, insbesondere bezüglich der Hauptaufgabe. Wenn eine Anzeige benutzt wird, können drei Beobachtungsarten, die häufig fast gleichzeitig erforderlich sind, ausgeführt werden. Die Beobachtungsarten sind:

- a) Ablesen eines Messwertes;
- b) Kontrollablesung;
- c) Überwachung von Messwertschwankungen.

Das Ablesen eines Messwertes (quantitative Beobachtung) ist eine Wahrnehmungsaufgabe, bei der ein angezeigter Wert erfasst wird. Es wird vorausgesetzt, dass die Änderungsgeschwindigkeit des angezeigten Wertes klein genug ist, um eine exakte Beobachtung durchzuführen. Ziffern auf digitalen Anzeigen dürfen sich nicht schneller als zweimal je Sekunde ändern.

Die Kontrollablesung ist eine Aufgabe, bei der mit einem kurzen Blick überprüft wird, ob der angezeigte Wert mit einem voreingestellten Wert übereinstimmt oder ob der Wert innerhalb eines Toleranzbereiches liegt.

Die Überwachung von Messwertschwankungen ist eine Aufgabe, bei der der Beobachter die Richtung und die Änderungsgeschwindigkeit der Messwerte erfasst. Diese Beobachtungsart ist für Steueraufgaben charakteristisch.

Nicht alle Arten von Anzeigen sind für alle vorher erwähnten Wahrnehmungsaufgaben gleich gut geeignet. Tabelle 4 fasst Empfehlungen dafür zusammen, welche Art der Anzeige bei den verschiedenen Wahrnehmungsaufgaben eingesetzt werden sollten. Somit können Anzeigen ausgewählt werden, die die Wahrnehmungsfehler minimieren und eine schnelle Identifikation unterstützen, wodurch die richtige Ausführung der Wahrnehmungsaufgabe erleichtert wird.

Die Auswahl von horizontalen oder vertikalen linearen Skalen hängt von der Kompatibilität zu Steuerbewegungen ab, die den angezeigten Wert verändern. Wenn beispielsweise der Wert eine Pegelhöhe ist, wird eine vertikale Skale empfohlen. Wenn Steuerbewegungen in einer horizontalen Ebene (nach links und rechts) auszuführen sind, muss eine horizontale Skale verwendet werden. Wenn Steuerbewegungen in einer vertikalen Ebene (aufwärts und abwärts) auszuführen sind, muss eine vertikale Skale verwendet werden.

4.2.6 Gruppierung von Anzeigen

Um die Entdeckung anomaler Zustände so einfach wie möglich zu machen, müssen Anzeigen so angeordnet werden, dass alle Zeiger die gleiche Winkelstellung einnehmen, wenn der Normalzustand angezeigt wird (siehe Bild 7a). Analoge Anzeigen werden empfohlen, wenn miteinander in Beziehung stehende Anzeigen integriert abzulesen sind (siehe Bild 7b).

Falls Arbeitssequenzen auftreten, bei denen das Ablesen von Anzeigen in einer vorgegebenen Reihenfolge notwendig ist, oder falls die Anzeigen zu durchnummerierten Maschinen in Beziehung stehen, dann müssen die Anzeigen in derselben Reihenfolge angebracht werden, und zwar von links nach rechts oder vom oberen zum unteren Ende der Schalttafel.

Falls mehrere Anzeigen dicht beieinander angeordnet sind (z. B. auf einer Schalttafel), muss der Konstrukteur die Möglichkeit der Verwechslung von Anzeigen vermeiden, beispielsweise durch farbliche Kennzeichnung, räumliche Anordnung (z. B. Gruppierung) oder andere geeignete Maßnahmen.

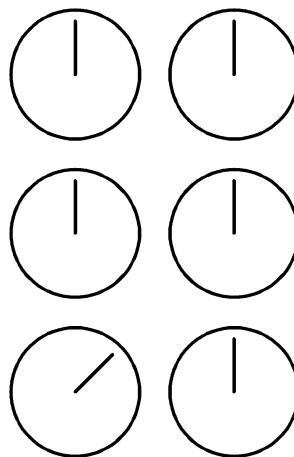
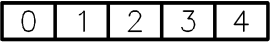




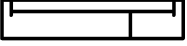



Bild 7a — Gleichartige Gruppierung von Anzeigen mit Zeigern verbessert die Entdeckung von Abweichungen

Tabelle 4 — Eignung von optischen Anzeigen für unterschiedliche Wahrnehmungsaufgaben

Art der Anzeige	Wahrnehmungsaufgabe			
	Ablesen eines Messwertes	Kontrollablesung	Überwachung von Messwertschwankungen	Kombinationen von Wahrnehmungsaufgaben
Digitale Anzeige 	Empfohlen	Ungeeignet	Ungeeignet	Ungeeignet
Analoge Anzeigen  360° Skale  270° Skale  180° Skale	Geeignet	Empfohlen	Empfohlen	Empfohlen
 90° Skale	Geeignet	Empfohlen	Geeignet	Geeignet
 Horizontale Skale  Vertikale Skale	Geeignet	Geeignet	Geeignet	Geeignet

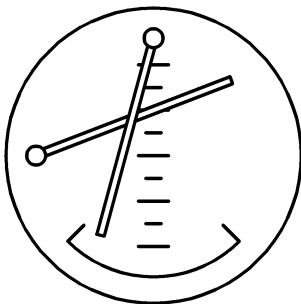


Bild 7b — Analoge Anzeigen eignen sich besonders für die Integration verschiedener Skalen zur Erleichterung der simultanen Ablesung und Reaktion. Das Beispiel zeigt einen Flugzeug-ILS-Anzeiger, der die Abweichung vom horizontalen als auch vom vertikalen Gleitweg anzeigt

4.3 Anforderungen an die Interpretation von optischen Anzeigen

Die Interpretation einer bestimmten Beobachtung bestimmt sich als Funktion der Beobachtungsfunktion im Kontext der Aufgabe. Personen können die Informationen von Anzeigen auf unterschiedlichem Wege interpretieren, abhängig von den auszuführenden Aufgaben, den Absichten für das Ablesen der Anzeigen (z. B. in Gefahrensituationen oder im Regelbetrieb) und abhängig von der Erfahrung und der Übung. Es ist sehr schwierig angemessene Anzeigen zu entwickeln ohne detaillierte Kenntnisse über die vorliegenden Umstände zu haben, unter denen die Anzeigen eingesetzt werden. Eine Aufgabenanalyse kann die erforderlichen Angaben für eine zweckmäßige Gestaltung liefern, und Anzeigen müssen möglichst immer auf der Basis einer Aufgabenanalyse ausgelegt werden.

Es ist wichtig, dass der Konstrukteur den Operator durch eine oder alle nachfolgend aufgeführten Arten dabei unterstützt, eine schnelle, sichere und richtige Interpretation der Anzeigen vorzunehmen:

- a) Es muss das einfachste Signal angezeigt werden, das der Operator benötigt, um eine richtige Entscheidung zu treffen (z. B. Anzeigen mit zwei Zuständen wie EIN/AUS).
- b) Sofern es nicht möglich ist, Anzeigen mit zwei Zuständen zu wählen, ist die einfachste qualitative Information anzuzeigen, die ausreicht (z. B. LEER/NIEDRIG/NORMAL/HOCH/VOLL).
- c) Nur wenn durch (a) oder (b) unzureichende Informationen bereitgestellt werden, sollten Anzeigen mit kontinuierlichen quantitativen Angaben gewählt werden (z. B. Temperatur in Grad Celsius, Druck in Pascal).
- d) Wenn (c) gewählt wurde, muss die Anzahl der Teilstriche auf der Anzeigenskale so gering wie möglich sein, aber im Bereich des Notwendigen zur Aufrechterhaltung einer wirksamen Steuerung.
- e) Wenn (c) gewählt wurde, sind Skalenfärbungen, eine Bezugsmarke oder verstellbare Marken zur Identifizierung kritischer Anzeigewerte anzuwenden. Zum Beispiel müssen obere und untere Grenzmarken verwendet werden, um die normalen Betriebsgrenzen anzuzeigen.
- f) Anzeigen, die zueinander in Beziehung stehen (z. B. funktions- oder prozessabhängig) müssen in Gruppen angeordnet werden, um den Zusammenhang zu betonen (siehe 4.2.6).

5 Akustische Anzeigen

Der Schall von akustischen Anzeigen kann in Lautstärke, Frequenz, Dauer, Klang oder Intervalldauer von Schallereignissen variieren. Für sicherheitsbezogene oder dringliche Aufgaben kann die gleichzeitige Verwendung von optischen und akustischen Anzeigen gegenüber der Verwendung von nur einer dieser beiden allein bevorzugt werden. Der Operator muss in der Lage sein, einen akustischen Hinweis nach der Entdeckung auszuschalten, während die optische Anzeige (mit der Nachricht) erhalten bleibt.

Akustische Anzeigen erlauben eine richtungsunabhängige Verständigung mit einem Operator, so dass ihn auch dann Informationen erreichen, wenn er mit anderen Aufgaben beschäftigt ist. Akustische Anzeigen müssen verwendet werden, wenn der Operator bereits visuell ausgelastet ist, oder wenn die dargestellten Informationen eine unmittelbare Handlung erfordern, wenn die Nachricht einfach und kurz ist, oder wenn sich der Operator an seinem Arbeitsplatz umherbewegen muss. Um die Ablenkung in der Nähe arbeitender Operatoren zu vermeiden, müssen akustische Anzeigen so verwendet werden, dass sie an anderen Arbeitsplätzen nur ein Minimum von Störungen verursachen. Um sicherzustellen, dass akustische Anzeigen diesen Anforderungen genügen, müssen diese unter den Bedingungen, unter denen der Operator arbeitet, geprüft werden.

Es ist unzweckmäßig, zu viele akustische Anzeigen anzuwenden, da der Operator dadurch verwirrt werden kann. Die Anzahl akustischer Anzeigen, die unterschieden und interpretiert werden können, ist von den Verhältnissen am Arbeitsplatz und der Ausbildung und Erfahrung des Operators abhängig. Diese Faktoren müssen berücksichtigt werden, wenn über die Anzahl der zu verwendenden akustischen Anzeigen entschieden wird. Falls viele akustische Anzeigen erforderlich sind, sollte die Verwendung einer Warnanlage mit Sprachausgabe in Betracht gezogen werden.

5.1 Anforderungen an die Entdeckung von akustischen Anzeigen

Der wichtigste Faktor für die Entdeckbarkeit ist eine Veränderung des Umgebungsgeräusches, weil eine Veränderung die Aufmerksamkeit des Operators auf sich zieht. Daher sind kurze wiederholte Töne (wie akustische Zweitton-Anzeigen) gute Warnsignale, da sie selbst in Umgebungen mit hohen Geräuschpegeln entdeckt werden können.

Der Signal-Rausch-Abstand ist ein weiterer wichtiger Faktor, der die Entdeckung beeinflusst. Dieser ist das Verhältnis zwischen dem Schalldruckpegel der Anzeige am Ohr des Operators und dem Schalldruckpegel des Umgebungsgeräusches (einschließlich der Sprache). Wenn akustische Anzeigen für Alarme verwendet werden, muss EN 457 beachtet werden. Für andere Anwendungen wird empfohlen, dass der Schalldruckpegel der Anzeige den Pegel des Umgebungsgeräusches um mindestens 5 dB, jedoch nicht mehr als 10 dB überschreitet.

Der Signal-Rausch-Abstand ist jedoch nicht der einzige zu beachtende Umstand. Die Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs ist frequenzabhängig und für den Bereich zwischen 500 Hz bis 3 000 Hz am größten. Daher muss (müssen) die dominierende Frequenz (oder Frequenzen) der Anzeige innerhalb dieses Bereiches liegen und sich von den vorherrschenden Frequenzen aller anderen Geräusche unterscheiden. Falls das Signal eine bestimmte Entfernung (beispielsweise die Länge einer Steuerwarte) überbrücken muss, um gehört zu werden, wird empfohlen, das Signal innerhalb des Bereiches von 500 Hz bis 1 000 Hz zu legen, sofern nicht hier die vorherrschenden Frequenzen von anderen Geräuschen dieses Signal überdecken.

5.2 Anforderungen an die Identifizierung von akustischen Anzeigen

Um die richtige Identifizierung sicherzustellen, müssen sich akustische Anzeigen leicht von allen anderen Umgebungsgeräuschen unterscheiden lassen. Die Identifizierung ist hauptsächlich abhängig von der durch die akustische Anzeige produzierten Veränderung des vorhandenen Geräuschmusters, vom Schalldruckpegel der Anzeige im Verhältnis zum Hintergrundgeräusch (einschließlich Sprache und anderer akustischer Anzeigen), von dem Frequenzspektrum der Anzeige im Verhältnis zum Hintergrundgeräusch (einschließlich Sprache und anderer akustischer Anzeigen), von der Veränderung der Lautstärke und/oder Tonhöhe nach einem speziellen Muster (individueller Charakter der Anzeige) sowie von der Platzierung der Anzeige im Verhältnis zu den akustischen Eigenschaften der Umgebung. Zusätzlich können Klang, Wiederholung, Rhythmus und Melodie als weitere Identifizierungshilfen verwendet werden.

Ein weiterer Faktor, der die Identifizierung beeinflusst, ist die wahrgenommene Dringlichkeit. Der Grad der wahrgenommenen Dringlichkeit ist abhängig von der Struktur und anderen Merkmalen des hörbaren Signals, von der Ausbildung des Operators und den Informationen, die ihm zur Verfügung stehen. Die Dringlichkeit einer Anzeige kann beispielsweise durch eine höhere Frequenz und/oder eine schnellere Folge ausgedrückt werden. Die wahrgenommene Dringlichkeit einer Anzeige muss der Priorität dieser Anzeige entsprechen.

5.3 Anforderungen an die Interpretation von akustischen Anzeigen

Das Spektrum verfügbarer Laute für akustische Anzeigen ist sehr groß. Folglich muss dafür gesorgt werden, dass die Anzahl der Anzeigen, die der Operator zu interpretieren hat, auf ein Minimum beschränkt wird. Anzeigen, die den Operator erschrecken oder einen hochgradigen Alarmzustand verursachen, müssen auf das Anzeigen von Systemzuständen extremer Gefahr beschränkt bleiben.

Akustische Anzeigen sind sehr wirkungsvoll für die Übermittlung von Informationen an den Operator, die sofortige Handlungen erfordern (z. B. Alarme), für einfache Informationen (z. B. die Anzeige von ein oder zwei Zuständen, wie EIN/AUS, HOCH/NIEDRIG usw.), für Informationen über zeitliche Ereignisse (z. B. die Aufmerksamkeit des Operators auf den Beginn und/oder Ende eines Prozesses zu lenken), und für Informationen über eine Veränderung des Systemzustandes (z. B. die Aufmerksamkeit des Operators auf eine andere Anzeige zu lenken, üblicherweise eine optische Anzeige). Akustische Anzeigen müssen möglichst auf diese Funktionen begrenzt bleiben.

Die Sprachausgabe kann als eine flexible und leicht zu interpretierende akustische Anzeige verwendet werden. Wo ein derartiges System eingesetzt wird, sollte der Konstrukteur berücksichtigen, wie viele automatische Wiederholungen der Nachricht notwendig sind und entscheiden, ob Steuerungen zum Abbrechen oder Wiederholen der Nachricht vorgesehen werden sollten.

6 Taktile Anzeigen

Taktile Anzeigen benutzen zur Übermittlung von Informationen den Zustand von Oberflächen, sowie das Relief oder Konturen von Gegenständen, die (normalerweise mit den Händen und Fingern) berührt werden können. Taktile Anzeigen dürfen nicht für die Übermittlung primärer Informationen angewendet werden, sofern nicht andere Arten von Anzeigen ungeeignet sind oder taktile Anzeigen als Ersatzanzeigen für Personen mit Sehbehinderungen (z. B. bei Blindheit) eingesetzt werden.

Taktile Anzeigen werden im allgemeinen verwendet, um andere Arten von Anzeigen zu unterstützen. Beispielsweise können Stellteile so geformt werden, dass sie taktil erkannt werden können, wodurch das visuelle System für andere Wahrnehmungsaufgaben verfügbar bleibt. Wenn die visuelle Wahrnehmung ausscheidet (z. B. bei Taucherarbeiten), kann es nützlich sein, Angaben taktil zu übertragen, z. B. durch Vibration eines Stellteils proportional zur Arbeitsgeschwindigkeit des zu steuernden Objekts.

6.1 Anforderungen an die Entdeckung von taktilen Anzeigen

Die Empfindlichkeit für taktile Anzeigen ist besonders hoch an den Händen. Folglich müssen diese Anzeigen in den meisten Fällen für die Benutzung mit den Händen gestattet werden und im Greifbereich des Operators liegen. Diese Anzeigen dürfen keine scharfen Ecken und Kanten haben. Falls der Operator zu irgendeiner Zeit Handschuhe tragen muss, reduziert sich die Empfindlichkeit für diese Anzeigen stark, dies muss bei der Gestaltung berücksichtigt werden.

6.2 Anforderungen an die Identifizierung von taktilen Anzeigen

Taktile Anzeigen dürfen nur verwendet werden, wenn der Operator lediglich sequentiell zwischen Anzeigen zu unterscheiden hat (beispielsweise beim Auffinden eines taktil kodierten Stellteils). Taktile Anzeigen dürfen nicht verwendet werden, wenn der Operator simultan zwischen derartigen Anzeigen unterscheiden müsste. Taktil kodierte Stellteile oder Gegenstände müssen einfache, leicht voneinander zu unterscheidende geometrische Formen haben, die leicht voneinander zu unterscheiden sind, selbst wenn sie in Gruppen angeordnet sind. (Beispiele werden in Bild 8 dargestellt).

6.3 Anforderungen an die Interpretation von taktilen Anzeigen

Der Informationswert einer Anzeige kann durch die taktile Kodierung in einigen Situationen erhöht werden. In diesen Fällen muss die taktile Kodierung der Funktion des kodierten Stellteils bzw. Gegenstandes entsprechen oder ihr ähneln. Ein Beispiel ist der Landeklappenhebel in Flugzeugen, der gewöhnlich so geformt ist, dass er der Gestalt der Landeklappen ähnelt. Bei proportionalen taktilen Anzeigen (z. B. wo die auf die Hand des Operators übertragene Stärke der Vibration einer Steuerfunktion proportional ist) sollte bedacht werden, dass die Empfindlichkeit für taktile Reize nur über ein schmales Spektrum variiert.

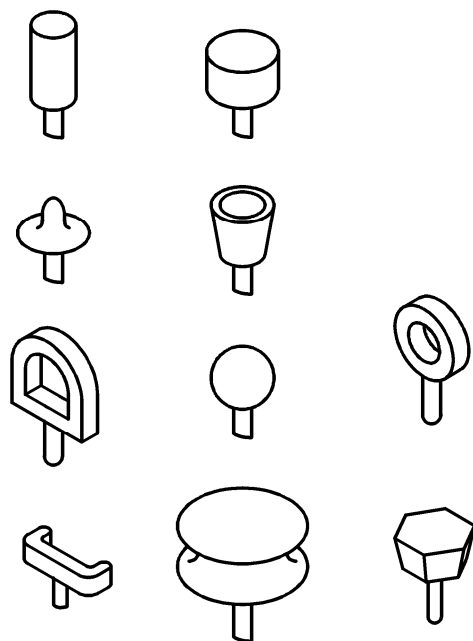


Bild 8 — Formen, die durch bloße Berührung unterschieden werden können

Anhang A (informativ)

Ziffernformen

Jede Abweichung von den arabischen Ziffern führt zu einer Verschlechterung der Lesbarkeit. Die verschiedenen Ziffern müssen sich deutlich durch ihre Form unterscheiden. Sie sollten möglichst wenige Gemeinsamkeiten besitzen. Die vollständig oder teilweise umschlossenen Flächen innerhalb der Ziffern sollten so groß wie möglich sein. Eine gute Identifizierbarkeit ist dann gegeben, wenn die Ziffern die in Bild A.1 dargestellten Formen haben.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Bild A.1

Die Grundsätze, nach denen diese Ziffern gestaltet wurden, sind nachfolgend aufgeführt:

- 1 = Kein Aufstrich am oberen Ende zur Unterscheidung von der Ziffer 7.
- 2 = Ein geschwungener Schrägstrich zur Unterscheidung von der Ziffer 7.
- 3 = Ein gerundeter oberer Teil zur Unterscheidung von den Ziffern 5 und 7, ein gerundeter unterer Teil zur Unterscheidung von den Ziffern 5 und 9, eine weite Öffnung nach links zur Unterscheidung von der Ziffer 8.
- 4 = Oben offen zur Unterscheidung von der Ziffer 6.
- 5 = Oben ein waagerechter Strich rechtwinklig zur senkrecht ansteigenden Linie, unterer Teil endet abgeschrägt oder waagerecht zur Unterscheidung von den Ziffern 3 und 9.
- 6 = Oben offen zur Unterscheidung von der Ziffer 8, ein gerundeter unterer Teil zur Unterscheidung von der Ziffer 4 und einer kopfstehenden Ziffer 9.
- 7 = Eine schräge gerade Aufwärtslinie zur Unterscheidung von der Ziffer 2, ein kleiner senkrechter Strich am äußersten linken Ende der waagerechten Linie, wenn kein waagerechter Mittestrich an der Aufwärtslinie verwendet wird.
- 8 = Nicht aus zwei tangierenden Kreisen zusammengesetzt, sondern im Zentrum mit Winkeln von etwa 90 Grad zur Unterscheidung von den Ziffern 0, 6 und 9.
- 9 = Eine gerade oder gekrümmte Aufwärtslinie zur Unterscheidung von den Ziffern 3, 5 und von der kopfstehenden Ziffer 6.
- 0 = Ein Oval oder eine Ellipse.

Anhang ZA (informativ)

A1 Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 98/37/EG, geändert durch 98/79/EG

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines Mandates, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet, um ein Mittel zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der Richtlinie nach der neuen Konzeption (EG-Richtlinie 98/37/EG, geändert durch 98/79/EG) bereitzustellen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften im Rahmen der betreffenden Richtlinie in Bezug genommen und in mindestens einem der Mitgliedstaaten als nationale Norm umgesetzt worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den in Tabelle ZA.1 aufgeführten Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereichs dieser Norm zu der Annahme, dass eine Übereinstimmung mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie und der zugehörigen EFTA-Vorschriften gegeben ist.

Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der EG-Richtlinie 98/37/EG, geändert durch 98/79/EG

Abschnitte/Unterabschnitte dieser Europäischen Norm	Grundlegende Anforderungen der Richtlinie 98/37/EG, geändert durch 98/79/EG	Erläuterungen/Anmerkungen
Alle Abschnitte	Anhang I: 1.1.2, 1.2, 1.7.0,	—

WARNHINWEIS — Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EG-Richtlinien anwendbar sein. **A1**

Anhang ZB (informativ)

A₁ Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 2006/42/EG

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines Mandates, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet, um ein Mittel zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der Richtlinie nach der neuen Konzeption (EG-Richtlinie 2006/42/EG) bereitzustellen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften im Rahmen der betreffenden Richtlinie in Bezug genommen und in mindestens einem der Mitgliedstaaten als nationale Norm umgesetzt worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den in Tabelle ZB.1 aufgeführten Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereichs dieser Norm zu der Annahme, dass eine Übereinstimmung mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie und der zugehörigen EFTA-Vorschriften gegeben ist.

Tabelle ZB.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der EG-Richtlinie 2006/42/EG

Abschnitte/Unterabschnitte dieser Europäischen Norm	Grundlegende Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG	Erläuterungen/Anmerkungen
Alle Abschnitte	Anhang I: 1.1.2, 1.1.6, 1.2, 1.7, 3.3, 3.6.1	—

WARNHINWEIS — Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EG-Richtlinien anwendbar sein. **A₁**