

DIN EN 894-3**DIN**

ICS 13.110; 13.180

Ersatz für
DIN EN 894-3:2009-02

**Sicherheit von Maschinen –
Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und
Stellteilen –
Teil 3: Stellteile;
Deutsche Fassung EN 894-3:2000+A1:2008**

Safety of machinery –
Ergonomics requirements for the design of displays and control actuators –
Part 3: Control actuators;
German version EN 894-3:2000+A1:2008

Sécurité des machines –
Exigences ergonomiques pour la conception des dispositifs de signalisation et des
organes de service –
Partie 3: Organes de service;
Version allemande EN 894-3:2000+A1:2008

Gesamtumfang 42 Seiten

Normenausschuss Ergonomie (NAErg) im DIN



Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab 2010-01-01.

Daneben darf DIN EN 894-3:2000-06 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 894-3:2000+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 Union 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 894-3:2000-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Anhang ZA wurde überarbeitet;
- b) Aufnahme eines informativen Anhangs ZB über den Zusammenhang zwischen der Europäischen Norm EN 894-3:2000 und den grundlegenden Anforderungen der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.

Gegenüber DIN EN 894-3:2009-02 wurden folgende Korrekturen vorgenommen:

- c) die Wiederholung des Bildes 7 auf Seite 26 dieses Dokuments wurde entfernt.

Frühere Ausgaben

DIN 33401: 1977-07
DIN 33401 Bbl 1: 1978-09
DIN EN 894-3: 2000-06, 2009-02

Deutsche Fassung

**Sicherheit von Maschinen —
Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von
Anzeigen und Stellteilen —
Teil 3: Stellteile**

Safety of machinery —
Ergonomics requirements for the design of displays and
control actuators —
Part 3: Control actuators

Sécurité des machines —
Exigences ergonomiques pour la conception des dispositifs
de signalisation et des organes de service —
Partie 3: Organes de service

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 3. Februar 2000 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
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Definitionen	4
4 Auswahlverfahren	6
5 Aufgabenbewertung und Informationserfassung	7
6 Zwischenauswahl von Stellteifamilien	17
7 Auswahl geeigneter Stellteiltypen	21
8 Zusätzliche Angaben für die Gestaltung von Stellteilen	32
Anhang A (informativ) Beispiel für die Anwendung dieser Norm	35
A.1 Aufgabenbewertung und Informationserfassung (Abschnitt 5)	35
A.2 Zwischenauswahl von Stellteifamilien (Abschnitt 6)	37
A.3 Ermittlung geeigneter Stellteiltypen (Abschnitt 7)	38
Anhang ZA (informativ)  Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 98/37/EG, geändert durch 98/79/EG	39
Anhang ZB (informativ)  Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 2006/42/EG	40

Vorwort

Dieses Dokument (EN 894-3:2000+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 894-3:2000.

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.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm enthält Empfehlungen über die Auswahl, Gestaltung und Anordnung von Stellteilen, um eine Anpassung an die Anforderungen des Operators, die Eignung für die in Frage kommenden Steuerungsaufgaben und die Einsatzbedingungen zu berücksichtigen.

Sie gilt für handbetätigte Stellteile an Arbeitsmitteln für gewerbliche und private Zwecke. Es ist besonders wichtig, die Empfehlungen dieser Europäischen Norm zu berücksichtigen, wenn die Betätigung eines Stellteils entweder direkt oder aufgrund eines menschlichen Fehlverhaltens zu Verletzungen oder gesundheitlichen Schäden führen kann.

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 Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikationen.

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

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

EN 574, *Sicherheit von Maschinen — Zweihandschaltungen — Funktionelle Aspekte — Gestaltungsleitsätze*

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

EN 894-1, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 1: Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen*

EN 894-2, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 2: Anzeigen*

prEN 1005-3, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 3: Empfohlene Kraftgrenzen für die Maschinenbetätigung*

EN 1050, *Sicherheit von Maschinen — Leitsätze zur Risikobeurteilung*

ISO 447, *Werkzeugmaschinen — Bewegungsrichtung der Bedienteile*

IEC 60447, *Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMI) — Bedienungsgrundsätze*

3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Definitionen:

3.1

Stellteil

der Teil eines Stellteil-Systems, der vom Operator, z. B. durch Druck, direkt betätigt wird [EN 894-1]

3.2

Handbetätigtes Stellteil

ein Stellteil, das von Hand gestellt oder beeinflusst wird, um eine Veränderung an einem System zu bewirken, z. B. ein Druckknopf, Drehknopf oder Steuerrad. Berührungsempfindliches Stellen ist nicht einbezogen

3.3

Stellteiltyp

eine Reihe von Stellteilen mit den gleichen Bewegungs- und Greifeigenschaften, die vergleichbare aufgabenbezogene Anforderungen erfüllen

3.4

Stellteilfamilie

eine Gruppe von Stellteiltypen

3.5

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]

3.6

Aufgabe

Arbeitsaufgabe

Tätigkeit oder Tätigkeiten, die erforderlich sind, um das beabsichtigte Ergebnis des Arbeitssystems zu erreichen [EN 614-1]

3.7

Stellaufgabe

eine Tätigkeit, bei der ein Stellteil angewendet wird, um das Ziel einer Aufgabe zu erreichen

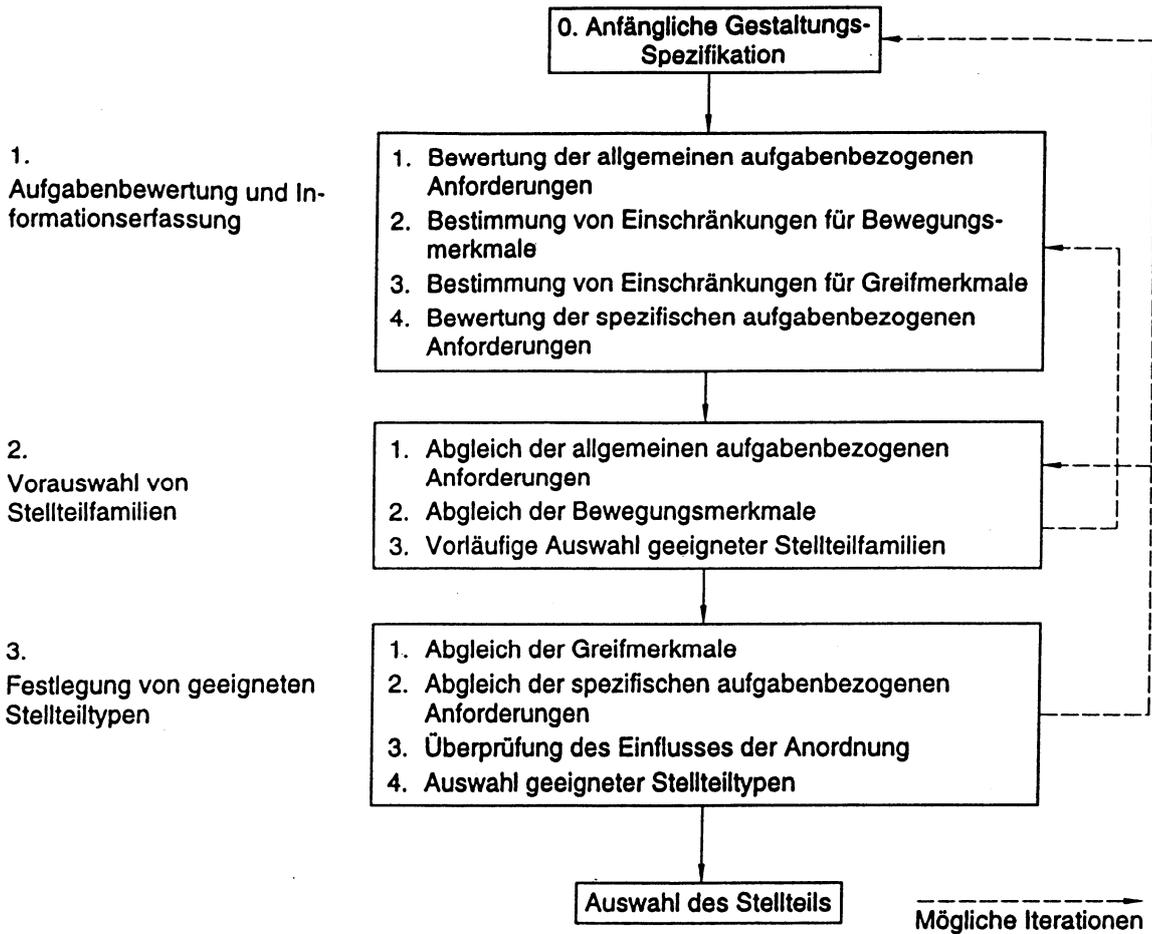


Bild 1 — Übersicht über das Auswahlverfahren für handbetätigte Stellteile

4 Auswahlverfahren

Handbetätigte Stellteile stehen in einer Vielzahl von Typen zur Verfügung; sie reichen von Druckknöpfen bis zu Handrädern. Jeder Typ ist für aufgabenbezogene Anforderungen und bestimmte Fähigkeiten des Operators geeignet.

Weiterhin sind Umweltfaktoren wie Beleuchtung und Schwingungen sowie organisatorische Faktoren (z. B. Arbeit in Gruppen, von Arbeitsplätzen) zu berücksichtigen.

Die richtige Auswahl von Stellteilen ist für ein sicheres und wirksames Betätigen entscheidend. Im Folgenden wird ein systematisches Verfahren beschrieben, das Konstrukteure (Designer) und Hersteller in die Lage versetzen soll, handbetätigte Stellteile auszuwählen, die den spezifischen Anforderungen entsprechen.

Das Auswahlverfahren läuft in drei Schritten ab, die iterativ zu bearbeiten sind. Diese sind:

- Aufgabenbewertung und Informationserfassung;
- Vorauswahl von Stellteilmfamilien;
- Festlegung geeigneter Stellteiltypen.

Die Hauptschritte des Auswahlverfahrens werden in Bild 1 dargestellt. Ein Beispiel für die Aufzeichnung der Bewertungsergebnisse zeigt Bild 2. In Abschnitt 5 werden die Angaben beschrieben, die erforderlich sind, um geeignete Stellteile auszuwählen, anschließend ist in den Abschnitten 6 und 7 dargestellt, wie diese Angaben für die Auswahl anzuwenden sind.

5 Aufgabenbewertung und Informationserfassung

5.1 Anforderungen und Merkmale

Die Aufgabenteilung zwischen Operator und Maschine sollte während einer frühen Gestaltungsphase nach den Empfehlungen in EN 614-1 und EN 894-1 bestimmt werden.

Die Aufgabe stellt allgemeine und spezifische Anforderungen, die üblicherweise nicht verändert werden können. Sollte es nicht möglich sein, ein geeignetes Stellteil für eine spezifische Aufgabe zu ermitteln, dann ist die Zuweisung dieser Aufgabe oder die Aufgabe selbst neu zu betrachten.

Die folgenden aufgabenbezogenen Anforderungen, die in dieser Europäischen Norm berücksichtigt werden, sind erfahrungsgemäß die wichtigsten für die Auswahl von handbetätigten Stellteilen:

Allgemeine aufgabenbezogene Anforderungen:

- a) Geforderte Genauigkeit des Positionierens des handbetätigten Stellteils (**Genauigkeit**);
- b) Geforderte Stellgeschwindigkeit (**Geschwindigkeit**);
- c) Anforderungen an die Kraft des Operators (**Stellkraft/Stellmoment**).

Spezifische aufgabenbezogene Anforderungen:

- d) Visuelle Erkennbarkeit der Stellung von handbetätigten Stellteilen (**Sichtkontrolle**);
- e) Tastbarkeit der Stellung (**Tastkontrolle**);
- f) Vermeidung von unbeabsichtigtem Stellen (**Unbeabsichtigtes Stellen**);
- g) Vermeidung des Abgleitens der Hand vom Stellteil (**Reibung**);
- h) Stellmöglichkeit mit Handschuhen (**Stellen mit Handschuhen**);
- i) Leichte Reinigungsmöglichkeit (**Reinigungsmöglichkeit**).

Die allgemeinen aufgabenbezogenen Anforderungen werden dazu verwendet, Klassen von geeigneten Stellteilen anzugeben. Die spezifischen aufgabenbezogenen Anforderungen werden angewendet, um einzelne Stellteile innerhalb dieser Klassen auszuwählen. Für die Bewertung der aufgabenbezogenen Anforderungen sollte das in Tabelle 1 dargestellte Klassifizierungsschema angewendet werden. Bei diesem Schema werden 5 unterschiedliche Stufen von 0 bis 4 unterschieden.

**Tabelle 1 — Klassifizierungsschema für die
Bewertung der aufgabenbezogenen
Anforderungen**

Stufe	Symbol	Anforderungsgrad
0		vernachlässigbar
1		gering
2		mittel
3		hoch
4		sehr hoch

Die aufgabenbezogenen Anforderungen brauchen nicht exakt bewertet zu werden, weil das ausführliche Bewertungsverfahren, das in 5.2 und 5.3 angegeben wird und Klassifizierungssysteme darstellt, sich als ausreichend genau erwiesen hat.

Die Merkmale der unterschiedlichen Stellteiltypen sind zu berücksichtigen, um die verfügbaren Auswahlmöglichkeiten zu bestimmen. Diese Norm enthält sowohl Angaben zu Bewegungs- als auch zu Greifmerkmalen. In vielen Fällen können einige Merkmale durch die aufgabenbezogenen Anforderungen vorbestimmt sein.

Bewegungsmerkmale:

- j) Bewegungsart;
- k) Bewegungsachse;
- l) Bewegungsrichtung;
- m) Kontinuität der Bewegung;
- n) Kontinuität der Bewegung und des Drehwinkels > 180°.

Greifmerkmale:

- o) Greifart;
- p) Teil der Hand, der die Stellkraft aufbringt;
- q) Art der Stellkraftaufbringung.

Die vorgenannten Merkmalaufzählungen a) bis q) werden in der gesamten Norm verwendet. Die in Klammern angegebenen kürzeren Beschreibungen nach der vollständigen Beschreibung werden in Tabellenköpfen verwendet, in denen der Platz begrenzt ist.

Beschreibung der Angaben	Abschnitt	Anforderungsgrad (Klassifizierung)					Bemerkungen	
		0	1	2	3	4		
								
Allgemeine aufgabenbezogene Anforderungen	5.2							
a) Genauigkeit	5.2.1							
b) Geschwindigkeit	5.2.2							
c) Stellkraft	5.2.3							
Spezifische aufgabenbezogene Anforderungen	5.3							
d) Sichtkontrolle	5.3.1							
e) Tastkontrolle	5.3.2							
f) Unbeabsichtigtes Stellen	5.3.3							
g) Reibung	5.3.4							
h) Stellen mit Handschuhen	5.3.5							
i) Reinigungsmöglichkeit	5.3.6							
Bewegungsmerkmale	5.4							
j) Bewegungsart	5.4.1	Translatorisch			Rotatorisch			
k) Bewegungsachse	5.4.2	x	y	z	x	y	z	
l) Bewegungsrichtung	5.4.3	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	
m) Kontinuität der Bewegung	5.4.4	Kontinuierlich			Diskret			
n) Drehwinkel für kontinuierliche Drehbewegungen >180°	5.4.5	Ja			Nein			
Greifmerkmale	5.5							
o) Greifart (siehe Bild 4)	5.5.1	Kontakt		Zufassung	Umfassung			
p) Teil der Hand, der die Stellkraft aufbringt	5.5.2	Finger			Hand			
q) Art der Stellkraftaufbringung	5.5.3	Senkrecht			Tangential			

Bild 2 — Beispiel für ein Formular zur Aufzeichnung von Angaben, die beim Auswahlverfahren für handbetätigte Stellteile benötigt werden

5.2 Bestimmung der Allgemeinen aufgabenbezogenen Anforderungen a) bis c)

In den folgenden Abschnitten werden die Verfahren für die Vervollständigung des Formulars nach Bild 2 beschrieben. Das Verfahren für die Zuweisung jeder allgemeinen aufgabenbezogenen Anforderung zu einer Klasse wird in Tabelle 1 beschrieben. Sämtliche annehmbaren Anforderungen sollten in das Formular (siehe Bild 2) eingetragen werden.

5.2.1 Aufgabenbezogene Anforderung a): Klassifizierung der Genauigkeit des Positionierens

Die geforderte Genauigkeit muss einer der in Tabelle 1 angegebenen Klassen zugewiesen werden.

Die geforderte Genauigkeit bei der Betätigung eines handbetätigten Stellteils wird durch die auszuführende Aufgabe bestimmt. Die Genauigkeit wird von einer Anzahl von Faktoren beeinflusst, von denen der wichtigste die Kontinuität der geforderten Bewegung ist, d. h., ob das Stellen eines handbetätigten Stellteils in diskreten Stufen oder kontinuierlich erfolgt.

Eine ausreichende Rückkopplung von Informationen für den Operator ist notwendig, um Fehler beim Stellen auf ein Mindestmaß zu senken.

Das Auswahlverfahren berücksichtigt hierbei, dass eine hohe Genauigkeit unvereinbar mit einem hohen Stellkraftaufwand ist. Deshalb führt die gemeinsame Anforderung nach hoher Stellkraft und hoher Genauigkeit des Positionierens zu keiner erfolgreichen Auswahl eines geeigneten handbetätigten Stellteils.

Werden Stellteile häufig oder langandauernd eingesetzt, dann erhöhen sich die Anforderungen an die Genauigkeit.

Handbetätigte Stellteile verfügen über eine hohe Stellgenauigkeit. Diese kann mit mechanischen Einrichtungen, z. B. Getrieben, erhöht werden. In diesem Fall kann eine hohe Genauigkeit der gesteuerten Komponenten auch unter Verwendung eines Stellteils von geringerer Stellgenauigkeit erreicht werden.

5.2.1.1 Diskrete Stellbewegungen handbetätigter Stellteile

Die diskrete Stellbewegung eines handbetätigten Stellteils ist eine Bewegung, bei der das Stellteil nur zu einer bestimmten Anzahl festgelegter Stellungen bewegt werden kann, z. B. Drehschalter, Ein-Aus-Schalter. Der Fehler bei der Auswahl der richtigen Stellung erhöht sich mit der Anzahl der diskreten Stellungen. Deshalb müssen zwei Stellungen als „vernachlässigbare“ Anforderung und 24 Stellungen mit „hohe“ Anforderung klassifiziert werden. Handbetätigte Stellteile mit mehr als 24 Stellungen sollten vermieden werden.

Die Stellgenauigkeit kann beispielsweise erhöht werden durch eine Informationsrückkopplung für den Operator über den gegenwärtigen Wert der gesteuerten Variablen, deutliche Beschriftung der Stellungen des handbetätigten Stellteils sowie durch eine Anordnung des Stellteils, die dies leicht erkennbar und benutzbar macht.

Für handbetätigte Stellteile sollte eine Anzeige bzw. Beschriftung vorhanden sein, die funktionale Auswirkungen von Stellfähigkeiten kontrollierbar machen.

Die Positionen des Stellteils sollten nicht durch Ziffern oder Buchstaben angezeigt werden, um eine Funktion zu kennzeichnen, weil dadurch der Operator gezwungen wird, sich an die entsprechende Funktion zu erinnern und dies zu Irrtümern führen kann. Kennzeichnungen mit 1, 2, ... können angewendet werden, wenn sich der Wert der gesteuerten Variablen von Stellung zu Stellung um mindestens eine Ordnungszahl unterscheidet. Dies wird vor allen Dingen dann wichtig, wenn sich die Anzahl der diskreten Stellungen erhöht. Kennzeichnungen und Anzeigen müssen entsprechend den Anforderungen nach EN 894-2 ausgeführt werden.

Die Einhaltung dieser Anforderungen ist besonders wichtig, wenn Stellteile ausgewählt werden, deren Funktionen für die Vermeidung von Verletzungen und Gesundheitsschäden kritisch sind.

5.2.1.2 Kontinuierliche Stellbewegungen handbetätigter Stellteile

Sofern die Stellbewegung eines handbetätigten Stellteils einer stetigen Änderung einer gesteuerten Variablen entspricht, ist die Größe der Abweichung dieser Variablen vom geforderten Wert ein Maß für den Fehler. Die Wahrscheinlichkeit der Fehlerverursachung ist hauptsächlich abhängig von der für die Beendigung der Aufgabe zulässigen Zeit (Geschwindigkeit), der Verfügbarkeit der Informationsrückkopplung für den Operator sowie von der Stellkraft.

Bei kontinuierlichen Stellbewegungen muss eine entsprechende Informationsrückkopplung für den Operator vorgesehen werden, beispielsweise durch Anzeige von Richtung und Geschwindigkeit der gesteuerten Komponente. Dies kann erreicht werden durch eine Anzeige, durch Relativbewegungen anderer Objekte in Bezug auf den Operator, z. B. Bewegung der Umgebung beim Fahren eines Fahrzeugs, Bewegung eines Drehmeißels oder durch weitere geeignete Mittel.

Bei Aufgaben, die mit einer bestimmten Geschwindigkeit auszuführen sind, z. B. bei kontinuierlicher Zielverfolgung, kann eine hohe Stellgenauigkeit nur dann erreicht werden, wenn der Stellkraftaufwand gering ist und eine optische Informationsrückkopplung vorgesehen wird. Die Anforderungen an die Stellgenauigkeit bei kontinuierlichen Nachführungsaufgaben führen dazu, dass die Anforderungen an ein handbetätigtes Stellteil als „sehr hoch“ zu klassifizieren sind.

Die Richtung der Stellbewegung eines handbetätigten Stellteils in Bezug auf die gesteuerte Komponente muss nach ISO 447 (für Werkzeuge), IEC 60447 (für elektrische Betriebsmittel) und EN 894-2 ausgeführt sein.

5.2.2 Aufgabenbezogene Anforderung b): Klassifizierung der Stellgeschwindigkeit (Geschwindigkeit)

Die geforderte Stellgeschwindigkeit muss einer der in Tabelle 1 dargestellten Klassen zugewiesen werden.

Die Dauer für die Erledigung der Stellbewegung eines handbetätigten Stellteils setzt sich aus zwei Komponenten zusammen: der Dauer für das Erreichen und Erfassen des Stellteils und der Dauer für die Ausführung der Stellbewegung. Ersteres ist von der Anordnung des handbetätigten Stellteils in Bezug auf den Operator und der für die Betätigung notwendigen Greifart abhängig. Im Allgemeinen sind handbetätigte Stellteile mit Kontaktgriff schneller zu betätigen als solche Stellteile, die einen Zufassungsgriff erfordern, die wiederum schneller zu betätigen sind als Stellteile, die einen Umfassungsgriff erfordern. In Notfällen ist ein schnellstmöglicher Zugriff entscheidend. Als NOT-AUS-Schalter für Maschinen wird deshalb ein durch Kontaktgriff betätigter Pilzknopf-Schalter empfohlen.

Hohe Stellgeschwindigkeit ist unvereinbar mit hohem Stellkraftaufwand; höchste Stellgeschwindigkeiten können nur erreicht werden, wenn die Stellkraft sehr gering ist. Deshalb sollte für kontinuierliche Stellaufgaben, wie Tastaturbetätigung, wo eine hohe Stellgeschwindigkeit erforderlich ist, die Stellkraft klein gehalten werden. Die Festlegung von hoher Stellgeschwindigkeit und hoher Stellkraft wird zu keiner befriedigenden Auswahl eines geeigneten handbetätigten Stellteils führen.

5.2.3 Aufgabenbezogene Anforderung c): Klassifizierung von Stellkraft/Stellmoment (Kraft)

Stellteile können zur Bewegung von Maschinenteilen eingesetzt werden. In einigen Fällen können große Stellkräfte für die Bewegung dieser Teile erforderlich sein. Einige Maschinenausführungen haben mechanische oder anderweitig angetriebene Hilfseinrichtungen, um die Belastung des Operators bei der Betätigung des Stellteils zu verringern. Wo dies nicht möglich ist, muss die Größe der erforderlichen Kraft oder des erforderlichen Moments für die Betätigung eines handbetätigten Stellteils einer der Klassen zugewiesen werden, die in Tabelle 2 aufgeführt sind. Die in dieser Tabelle verwendeten Symbole werden später beim Bewertungsverfahren angewendet; es wird deshalb empfohlen, das entsprechende Symbol aufzuzeichnen.

Stellteile, die häufig oder langandauernd betätigt werden, erhöhen die Anforderungen an die Stellkraft.

Tabelle 2 — Klassifizierung von Stellkraft/Stellmoment für die Auswahl von handbetätigten Stellteilen

Stufe	Symbol	Stellkraft (N) oder Stellmoment (Nm)	Anforderungsgrad
0		< 10 N	vernachlässigbar
		< 0,5 Nm	
1		≥ 10 N bis < 25 N	gering
		≥ 0,5 Nm bis < 1,5 Nm	
2		≥ 25 N bis < 50 N	mittel
		≥ 1,50 Nm bis < 3,0 Nm	
3		≥ 50 N bis < 80 N	hoch
		≥ 3,0 Nm bis < 5,0 Nm	
4		≥ 80 N bis < 120 N	sehr hoch
		≥ 5,0 Nm bis < 50 Nm	

5.3 Bestimmung der spezifischen aufgabenbezogenen Anforderungen d) bis i)

In den folgenden Abschnitten werden die Verfahren für die Vervollständigung des Aufzeichnungsformulars nach Bild 2 beschrieben.

Das Verfahren für die Zuweisung jeder allgemeinen aufgabenbezogenen Anforderung zu einer Klasse wird in Tabelle 1 angegeben.

Einige dieser Merkmale können bereits in der Frühphase des Gestaltungsprozesses festgelegt sein. Der Konstrukteur sollte auf dem Aufzeichnungsformular die bereits vorbestimmten Merkmale eintragen. Alle Merkmale, die wegen Entscheidungen in der Frühphase des Gestaltungsprozesses ausgeschlossen sind, sollten auch auf dem Formular vermerkt werden.

Die Zuweisung eines hohen Klassifizierungsgrades für einige Anforderungen kann verhindern, dass hohe Klassifizierungsgrade für weitere Anforderungen erreicht werden, z. B. eine Anforderung „sehr hoch“ für „Vermeidung des Abgleitens der Hand vom Stellteil“ kann nicht vereinbar mit einer Anforderung „sehr hoch“ für „Leichte Reinigungsmöglichkeit“ sein. Deshalb ist es wichtig sicherzustellen, dass die höchstkritischen Anforderungen hinsichtlich der Sicherheit eingehalten werden, bevor weniger wichtige Einflussgrößen berücksichtigt werden.

Werden unvereinbare Anforderungen festgestellt, wird es notwendig sein, die Aufgabenstellung neu zu überdenken, oder, wenn dies nicht möglich ist, dann sind die Anforderungen an weniger wichtige Einflussgrößen zu verringern.

Sämtliche annehmbaren Anforderungsgrade sollten auf dem Formular eingetragen werden.

5.3.1 Aufgabenbezogene Anforderung d): Visuelle Erkennbarkeit der Stellung von handbetätigten Stellteilen (Sichtkontrolle)

Bei der Betätigung von handbetätigten Stellteilen ist es wichtig, eine Rückkopplung zum Operator über die richtig ausgeführte Stellbewegung vorzusehen. Dies kann beispielsweise durch Veränderung von Werten auf einer Anzeige oder einer sichtbaren oder hörbaren Veränderung des gesteuerten Prozesses usw. erreicht werden. Häufig ist es für die Sicherstellung von Vorteil, dass die Stellung von handbetätigten Stellteilen visuell kontrolliert werden kann, besonders dann, wenn die Stellbewegung in diskreten Stufen erfolgt und keine andere Form der Rückkopplung vorgesehen ist.

Die visuelle Erkennbarkeit der Stellung von handbetätigten Stellteilen muss einer der Klassen zugewiesen werden, die in Tabelle 1 angegeben sind.

5.3.2 Aufgabenbezogene Anforderung e): Tastbarkeit der Stellung (Tastkontrolle)

In bestimmten Situationen, in denen die Sicht des Operators auf das Stellteil unmöglich oder stark eingeschränkt ist, ist es wichtig, dass die Stellung des handbetätigten Stellteils durch Tasten erkannt werden kann. Die Erkennbarkeit durch Tasten kann auch für die Verstärkung anderer Formen der Informationsrückkopplung angewendet werden, wenn sicherheitsrelevante Funktionen einbezogen sind.

Die Tastbarkeit der Stellung handbetätigter Stellteile muss einer der Klassen zugewiesen werden, die in Tabelle 1 angegeben sind.

5.3.3 Aufgabenbezogene Anforderung f): Vermeidung von unbeabsichtigtem Stellen

Die Bedeutung der Vermeidung von unbeabsichtigtem Stellen eines handbetätigten Stellteils hängt von den Folgen einer solchen zufälligen Betätigung ab. Dies ist besonders zu berücksichtigen, wenn Verletzungen oder Gesundheitsschäden die Folge sein können. Diese Norm enthält Angaben über den Schwierigkeitsgrad einer unbeabsichtigten Betätigung eines Stellteils. In einigen Fällen, wo sehr hohe Risiken vorliegen, kann dies nicht ausreichend berücksichtigt werden. In diesen Fällen sollten folgende Maßnahmen berücksichtigt werden:

- Anordnung des Stellteils in einer Vertiefung;
- Verkleidung des handbetätigten Stellteils, z. B. Abdeckung zur Zugriffsverringern für Körperteile, die größer als die Hand sind, Umschließen des Stellteils mit einem Schutzkragen;
- Anwendung handbetätigter Stellteile, die in zwei Stellbewegungen senkrecht zueinander betätigt werden;
- Anwendung eines Verriegelungssystems;
- Anwendung von Zweihand-Steuerungen. Zu Einzelheiten siehe EN 574.

Das Vermeiden von unbeabsichtigtem Stellen muss einer der Klassen zugewiesen werden, die in Tabelle 1 angegeben sind.

5.3.4 Aufgabenbezogene Anforderung g): Vermeidung des Abgleitens der Hand vom Stellteil (Reibung)

Wenn handbetätigte Stellteile kontinuierlich oder häufig benutzt werden, ist es für die zuverlässige und sichere Betätigung wichtig, dass die Hand des Operators nicht von der Oberfläche des Stellteils abrutscht. Dies ist besonders dann von entscheidender Bedeutung, wenn bei einer Anforderung ein hoher Stellkraftaufwand festgestellt worden ist.

Die Vermeidung des Abgleitens der Hand vom Stellteil muss einer der Klassen zugewiesen werden, die in Tabelle 1 angegeben sind.

5.3.5 Aufgabenbezogene Anforderung h): Stellmöglichkeit mit Handschuhen

Es ist vom Prozess abhängig, ob der Operator Handschuhe tragen muss. Die Notwendigkeit des Tragens von Handschuhen muss einer der Klassen zugewiesen werden, die in Tabelle 1 aufgeführt sind.

Wenn keine Handschuhe erforderlich sind, dann kann die Anforderung an diese Einflussgröße mit „vernachlässigbar“ eingestuft werden (siehe Tabelle 1). Wenn ständig dicke Handschuhe getragen werden müssen, z. B. dort, wo Metallteile häufig oder für lange Zeiträume gehandhabt werden, sollte diese Einflussgröße als „sehr hoch“ klassifiziert werden.

5.3.6 Aufgabenbezogene Anforderung i): Reinigungsmöglichkeit

Bei bestimmten Anwendungen, z. B. Maschinen für die Lebensmittelverarbeitung, ist es wichtig sicherzustellen, dass sämtliche Teile, einschließlich handbetätigter Stellteile, leicht zu reinigen sind.

Die erforderliche Leichtigkeit der Reinigung muss einer der Klassen zugewiesen werden, die in Tabelle 1 angegeben sind. Wenn die Hygiene eine entscheidende Einflussgröße ist, dann muss diese Anforderung in Abhängigkeit von ihrer Notwendigkeit mit „hoch“ bis „sehr hoch“ klassifiziert werden.

5.4 Festlegung von Bewegungsmerkmalen

Ein handbetätigtes Stellteil kann in Bezug auf den Operator in verschiedenen Positionen angeordnet sein. Bei einem Arbeitsmittel, das von einem stehenden Operator betätigt wird, gibt es eine Reihe üblicher Betriebspositionen, von denen jede zur Durchführung der in der vorliegenden Norm beschriebenen Bewertungen herangezogen werden kann. Für einen sitzenden Operator sollte die Bewertung in Bezug auf die bevorzugte Sitzposition vorgenommen werden.

Die Empfehlungen, die in dieser Europäischen Norm gegeben werden, sind für Stellteile gültig, die in einem Greifraum unmittelbar vor dem Operator angeordnet sind. Wenn die Norm für Positionen ausserhalb dieser Abgrenzungen angewendet wird, sollte besondere Sorgfalt aufgebracht werden. In Zweifelsfällen sollten Versuche von einem Operator durchgeführt werden (siehe EN 614-1).

Das bei der Bewertung anzuwendende rechtwinklige Achsensystem wird in Bild 3 dargestellt.

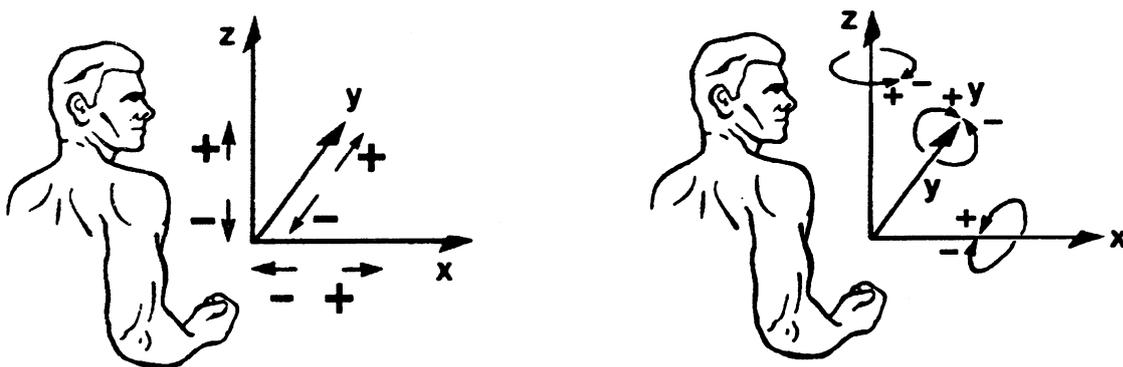


Bild 3 — Achsensysteme für translatorische und rotatorische Bewegungen

Die fünf Merkmale (j, k, l, m, n) beziehen sich auf die Festlegung der Stellbewegung. Ihre Bewertung erfordert die Beschreibung des Ortes der Stellbewegung im Greifraum. Es ist vorgesehen, dass nur die Beschränkungen der Stellbewegungen in das Aufzeichnungsformular eingetragen werden sollten, die durch die ursprüngliche Gestaltungsfestlegung belegt worden sind (siehe Bild 2).

Sämtliche zu erwartenden Merkmale sind in das Aufzeichnungsformular einzutragen.

5.4.1 Bewegungsart j): translatorisch oder rotatorisch

Die für ein Stellteil geforderte Art der Stellbewegung wird einer der zwei Gruppen zugeordnet, und zwar in Abhängigkeit davon, ob die Stellbewegung im Wesentlichen translatorisch oder rotatorisch für den Weg ist, in dem die Hand bewegt wird. In diesem Sinne werden lange Hebel als translatorisch klassifiziert. Wenn frühere Festlegungen oder Überlegungen zu Haltungszwängen die Bewegungsart einschränken, dann sollte entweder „translatorisch“ oder „rotatorisch“ in das Aufzeichnungsformular eingetragen werden (siehe Bild 2).

5.4.2 Bewegungsart k): Bewegungsachse

Die Bewegungsachse ist die Achse, entlang der oder um die eine Stellbewegung in Bezug auf den Operator vorgenommen wird (siehe Bild 3). Hierbei ist es notwendig, die verschiedenen Haltungen zu berücksichtigen, die der Operator einnehmen kann, sowie die Bewegungen des Oberkörpers des Operators, wenn er das Stellteil betätigt. Wenn frühere Festlegungen oder Überlegungen zu Haltungszwängen die Bewegungsart einschränken, dann sollten die möglichen Bewegungsachsen in das Aufzeichnungsformular eingetragen werden. Die vorherrschende Bewegung sollte in Bezug auf eine der drei Achsen nach Bild 3 mit x, y oder z klassifiziert werden.

5.4.3 Bewegungsmerkmal l): Bewegungsrichtung

Die Bewegungsrichtung ist die Richtung der Stellbewegung zur Betätigung eines Stellteils in Bezug auf die Achsen nach Bild 3. Für translatorische und rotatorische Bewegungen werden die Richtungen mit „+“ und „-“ angegeben. Wenn frühere Festlegungen oder Überlegungen zu Haltungszwängen die Bewegungsart einschränken, dann sollten die möglichen Bewegungsrichtungen in das Aufzeichnungsformular eingetragen werden. Wenn gefordert ist, dass der Operator das Stellteil in beide Richtungen bewegt, dann sollte „+/-“ eingetragen werden.

5.4.4 Bewegungsmerkmal m): Kontinuität der Bewegung

Es ist zu ermitteln, ob die Bewegung kontinuierlich oder in diskreten Stufen erfolgt, z. B. mit einem Mehrfachpositionsschalter. Wenn frühere Festlegungen eine Einschränkung machen, ob eine Größe kontinuierlich oder in diskreten Stufen gesteuert wird, dann sollte dies im Aufzeichnungsformular angegeben werden.

ANMERKUNG Üblicherweise wird dies bereits bei der Klassifizierung der allgemeinen aufgabenbezogenen Anforderungen sowie von Stellgenauigkeit und -geschwindigkeit bestimmt.

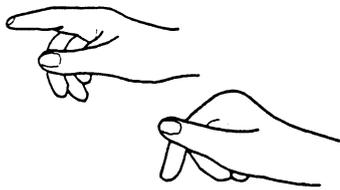
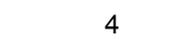
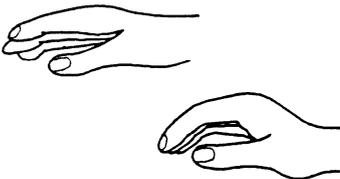
Wenn die Betätigung eines Stellteils mit einer Anzeige verbunden ist, dann muss die Stellbewegung mit der Bewegung auf der Anzeige kompatibel sein (siehe EN 894-1 und EN 894-2).

5.4.5 Bewegungsmerkmal n): Drehwinkel für kontinuierliche Drehbewegungen > 180°

Es ist zu ermitteln, ob bei rotatorischen Stellteilen die Drehbewegung kontinuierlich um mehr als 180° (ja/nein) erfolgt oder kleiner ist. Wenn frühere Festlegungen oder Überlegungen zu Haltungszwängen eine Einschränkung ergeben haben, ob für ein rotatorisches Stellteil mehr als eine halbe Umdrehung gefordert ist, dann sollte diese Einschränkung im Aufzeichnungsformular eingetragen werden.

5.5 Greifmerkmale

Die Greifmerkmale beziehen sich auf die Wechselwirkung zwischen der Hand und dem Stellteil: es werden drei Greifarten unterschieden. Es ist vorgesehen, dass nur die Einschränkungen der Greifarten, die sich bei der ersten Gestaltungsspezifikation gezeigt haben, in das Aufzeichnungsformular eingetragen werden sollten.

Kontaktgriff	Zufassungsgriff	Umfassungsgriff
1 	2  3  4 	
5 	6  7  8 	9 
10 	10 	10 

Legende

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1 Finger | 6 3 Finger |
| 2 2 Finger | 7 gleich verteilt |
| 3 Daumen gegenübergestellt | 8 Daumen gegenübergestellt |
| 4 Daumen quergestellt | 9 Finger |
| 5 Daumen | 10 Hand |

Bild 4 — Greifarten

5.5.1 Greifmerkmal o): Greifart

Sie gibt die Art des Zugriffs zwischen der Hand des Operators und dem Stellteil an. Es werden drei Arten definiert:

Kontaktgriff: hierbei wirkt eine Kraft in einer Richtung, die mit dem Finger, dem Daumen oder der Hand auf das Stellteil aufgebracht wird (siehe Bild 4).

Zufassungsgriff: hierbei wird das Stellteil mit den Fingern und/oder dem Daumen gehalten, ohne dass eine Faust geballt wird (siehe Bild 4).

Umfassungsgriff: hierbei umschließen alle Finger das Stellteil (siehe Bild 4).

Wenn frühere Festlegungen oder Überlegungen zu Haltungszwängen die Greifart einschränken, dann sollten mögliche Greifarten in das Aufzeichnungsformular eingetragen werden.

5.5.2 Greifmerkmal p): Teil der Hand, der die Stellkraft aufbringt

Es ist der Teil der Hand, entweder ein Finger, mehrere Finger oder die gesamte Hand, der für die Betätigung des Stellteils eingesetzt wird. Wenn frühere Festlegungen oder Überlegungen zu Haltungszwängen einen Teil der Hand einschränken, der die Stellkraft aufbringen kann, dann sollten die möglichen Teile der Hand in das Aufzeichnungsformular eingetragen werden.

5.5.3 Greifmerkmal q): Art der Stellkraftaufbringung

Es wird ermittelt, ob die Kraft senkrecht oder tangential zur Oberfläche des Stellteils aufgebracht wird. Die erste Methode der Kraftaufbringung ist abhängig von der Form der Stellteile und von der Greifart (formschlüssig), während bei der zweiten Methode die Reibung zwischen Stellteil und Haut (reibschlüssig) ausschlaggebend ist. Wenn frühere Festlegungen oder Überlegungen zu Haltungszwängen das Verfahren der Stellkraftaufbringung einschränken, dann sollte entweder senkrecht (N) oder tangential (T) in das Aufzeichnungsformular eingetragen werden.

5.6 Aufzeichnung der Angaben

Das Aufzeichnungsformular im Bild 2 dient als Hilfsmittel für die Erfassung der obigen Angaben. Dieses Formular sollte zum Zeitpunkt dieser Erhebungsstufe so weit wie möglich ausgefüllt sein. Es ist vorteilhaft aufzuzeichnen, welche Anforderungen die wichtigsten oder kritischen sind und welche nicht verändert werden können; zu diesem Zweck kann die Spalte Bemerkungen verwendet werden.

6 Zwischenauswahl von Stellteifamilien

Für die Fortsetzung des Auswahlverfahrens werden die erfassten Angaben auf dem Aufzeichnungsformular wie nachfolgend beschrieben angewendet.

Anhand der Bilder 5 und 6 wird die Auswahl von Stellteifamilien für translatorisch bzw. rotatorisch betätigte Stellteile entsprechend ermöglicht. In der ersten Spalte wird eine Zuordnungszahl L1 ... L41 und R1 ... R33 für jede Zeile angegeben. In den folgenden drei Spalten werden mögliche Kombinationen für Stellgenauigkeit, Stellgeschwindigkeit und Stellkraft unter Anwendung des Klassifikationsschemas nach Abschnitt 5 angegeben. In der fünften Spalte werden die Bewegungsachsen und -richtungen gekennzeichnet, die mit den Kombinationen von Stellgenauigkeit, Stellgeschwindigkeit und Stellkraft aus den vorigen drei Spalten erfüllt werden können. In den letzten beiden Spalten der Tabelle werden Stellteifamilien angegeben und mit Zahlen gekennzeichnet, die die Kriterien in jeder Reihe erfüllen. Eine Spalte wird für Stellteile mit diskreter Stellbewegung, die andere Spalte für kontinuierliche Stellbewegung verwendet. In Bild 6 wird eine weitere Spalte angegeben, mit der die Auswahl von Stellteifamilien ermöglicht wird, die eine Stellbewegung um mehr als eine halbe Umdrehung erforderlich machen (Stellteifamilien).

Wenn bei früheren Gestaltungsspezifikationen festgelegt wurde, ob ein translatorisches oder rotatorisches Stellteil anzuwenden ist, dann ist es nur notwendig, das entsprechende Bild 5 oder Bild 6 anzuwenden.

Spalten Nr.	Erreichbarkeit der Anforderungen			Bewegungsmerkmal	Nummer der Stellteifamilie	
	a) Stellgenauigkeit	b) Stellgeschwindigkeit	c) Stellkraft		m) Diskrete Bewegung	m) Kontinuierliche Bewegung
L1				X +/-	6	14
L2				X +	4	12
L3				X +	1	10
L4				X +	7	-
L5				X +	2	11
L6				X +	5	13
L7				X + und Z +	8	15
L8				X +	9	16
L9				X -	1	10
L10				X -	4	12
L11				X -	5	13
L12				X -	2	11
L13				X -	3	-
L14				X -	8	15
L15				X -	9	16
L16				Y +/-	4	12
L17				Y +/-	1	10
L18				Y +/-	7	-
L19				Y +	2	11
L20				Y +	6	14

Bild 5 — Auswahl von Stellteifamilien (translatorisch)

Spalten Nr.	Erreichbarkeit der Anforderungen			Bewegungsmerkmal k) Achsen und l) Richtung der Bewegung	Nummer der Stellteilmfamilie	
	a) Stellgenauigkeit	b) Stellgeschwindigkeit	c) Stellkraft		m) Diskrete Bewegung	m) Kontinuierliche Bewegung
L21				Y +	8	15
L22				Y +	9	16
L23				Y -	7	-
L24				Y - und Z -	2	11
L25				Y -	5	13
L26				Y -	3	-
L27				Y -	6	14
L28				Y -	9	16
L29				Z +/-	1	10
L30				Z +	4	12
L31				Z +	5	13
L32				Z +	6	14
L33				Z +	3	-
L34				Z +	9	16
L35				Z -	7	-
L36				Z -	4	12
L37				Z -	5	13
L38				Z -	8	15
L39				Z -	6	14
L40				Z -	3	-
L41				Z -	9	16

Bild 5 — Auswahl von Stellteilmfamilien (translatorisch) (abgeschlossen)

Spalten- nummer	Erreichbarkeit der Anforderungen			Bewegungs- merkmal k) Achsen und l) Richtung der Bewegung	Nummer der Stellteilmfamilie		
	a) Stell- genauigkeit	b) Stellge- schwindigkeit	c) Stellkraft		m) Diskrete Bewegung	m) Kontinuierliche Be- wegung	n) geeignet für Drehwinkel > 180°
R1	●	◐	○	X+/- Z+/-	21	30	
R2	◐	◐	◐	X+/- Z+/-	20	29	
R3	◐	●	○	Y+/-	18	27	
R4	◐	◐	◐	X+/-Y+Z+/-	23	33	
R5	◐	◐	◐	X+/- Z+/-	25	36	
R6	◐	◐	◐	X+/-	24	35	
R7	○	◐	◐	X+/-	19		
R8	◐	◐	◐	X+ Y-	20	28	Ja
R9	◐	●	○	X+Y +/-	17	26	
R10	◐	◐	◐	X+ Y+	22	32	
R11	◐	◐	◐	X+	22	31	Ja
R12	◐	◐	●	X+ Y-	24	34	Ja
R13	◐	●	◐	X- Y+	20	28	Ja
R14	◐	●	○	X-	17	26	
R15	◐	◐	◐	X- Y+ Z+/-	22	31	Ja
R16	◐	◐	◐	X-	22	32	
R17	◐	◐	●	X- Y+ Z-	24	34	Ja
R18	◐	◐	○	Y+/-	21	30	
R19	◐	◐	○	Y+/-	20	29	
R20	◐	●	○	Y+/-	18	27	
R21	◐	◐	◐	Y+	24	35	
R22	◐	◐	◐	Y+ Z-	25	36	
R23	◐	◐	◐	Y-	24	35	
R24	◐	◐	◐	Y-	25	36	
R25	◐	◐	◐	Y-	22	31	Ja
R26	◐	◐	○	Z+/-	17	26	
R27	◐	◐	○	Z+/-	18	27	
R28	◐	◐	●	Z+/-	22	32	
R29	○	◐	◐	Z+/-	19		
R30	●	◐	◐	Z+	20	28	Ja
R31	◐	◐	●	Z+	24	34,35	Ja
R32	●	●	◐	Z-	20	28	Ja
R33	◐	◐	●	Z-	24	35	

Bild 6 — Auswahl von Stellteilmfamilien (rotatorisch)

Die Bilder 5 und 6 werden wie folgt angewendet:

Schritt 1: Aus dem Aufzeichnungsformular (Bild 2) werden die möglichen Kombinationen für Stellgeschwindigkeit, Stellgenauigkeit und Stellkraft entnommen.

Schritt 2: Diese Kombinationen werden mit den Kombinationen verglichen, die in den entsprechenden Spalten in den Bildern 5 und 6 angegeben werden.

Schritt 3: Aus den Bildern 5 und 6 werden sämtliche Zeilen ausgewählt, die diese Anforderungen erfüllen.

Schritt 4: In den ausgewählten Zeilen werden die Bewegungsmerkmale (k, l, m, n) mit denen verglichen, die im Aufzeichnungsformular festgelegt sind.

Schritt 5: Es werden sämtliche Stellteilmfamilien ausgewählt, die diese Anforderungen erfüllen.

Jetzt können die Bewegungsmerkmale überprüft werden. Wenn bestimmte Bewegungsmerkmale bereits festgelegt worden sind, dann ist es möglich, diese mit den erreichbaren Bewegungsmerkmalen der Zeilen zu vergleichen, von denen bereits festgestellt worden ist, dass sie den allgemeinen aufgabenbezogenen Anforderungen entsprechen. Zeilen, in denen die geforderten Achsen (k) und die Richtung der Bewegung (l) enthalten sind, werden für die Auswahl möglicher Stellteilmfamilien aus den letzten beiden Spalten angewendet. Ist bereits eine diskrete oder kontinuierliche Bewegung (m) festgelegt worden, dann sollte die zutreffende Spalte angewendet werden.

Für jede Zeile, in der die oben angeführten Anforderungen erfüllt werden, sollte die Nummer der Stellteilmfamilie in der entsprechenden letzten Spalte festgehalten werden.

Wenn keine Zeile den allgemeinen aufgabenbezogenen Anforderungen entspricht, kann kein geeignetes Stellteil ausgewählt werden. In diesem Falle ist es erforderlich, die allgemeinen aufgabenbezogenen Anforderungen neu zu überdenken. Das oben beschriebene Verfahren ist dann so lange zu wiederholen, bis mindestens eine Zeile der Bilder 5 oder 6 allen Anforderungen entspricht.

7 Auswahl geeigneter Stellteiltypen

Letztendlich erfolgt die Auswahl von Stellteilen durch Vergleich der spezifischen aufgabenbezogenen Anforderungen und der Greifmerkmale derjenigen Stellteilmfamilien, die nach Abschnitt 6 als geeignet ermittelt wurden. Dabei ist es erforderlich, die im Aufzeichnungsformular eingetragenen übrigen Angaben zu berücksichtigen (siehe Bild 2).

Bild 7 enthält Angaben zu den Merkmalen unterschiedlicher Stellteiltypen. Sie werden in vier Gruppen aufgeteilt:

- translatorische Stellteile — diskrete Stellbewegungen;
- translatorische Stellteile — kontinuierliche Stellbewegungen;
- rotatorische Stellteile — diskrete Stellbewegungen und
- rotatorische Stellteile — kontinuierliche Stellbewegungen.

Die Nummer in der ersten Spalte jedes Abschnitts kennzeichnet eine Gruppe ähnlicher Stellteile, sie wird als Querverweis zu den Bildern 5 und 6 verwendet. Die zweite Spalte enthält Angaben zu Greifmerkmalen dieses Stellteiltyps. Festgelegt werden Greifart (o), der Teil der Hand, der die Stellkraft (p) aufbringt, und die Art der Stellkraftaufbringung (q). In der dritten Spalte werden besondere Stellteiltypen beschrieben, die zu der Stellteilmfamilie gehören. In der folgenden Spalte wird ein typisches Beispiel eines solchen Typs dargestellt. Die folgenden sechs Spalten beschreiben die Merkmale dieser Stellteiltypen in Bezug auf die spezifischen aufgabenbezogenen Anforderungen d, e, f, g, h und i. In der letzten Spalte werden Hinweise für das Auswahlverfahren angegeben.

Translatorische Stellteile – diskrete Stellbewegungen										
Stellteilfamilie		Stellteiltyp	Typische Beispiele	Merkmale (spezifische Aufgabenanforderungen)						Bemerkungen
Nr	Greifmerkmale o) Greifart p) Teil der Hand q) Art der Stellkraftaufbringung			d	e	f	g	h	i	
				Sichtkontrolle	Tastkontrolle	Unbeabsichtigtes Stellen	Reibung	Stellen mit Handschuh	Reinigungsmöglichkeit	
1	Kontaktgriff Finger senkrecht	Paariger Tastknopf								
		Einzel-Tastknopf								
		Kippschalter (2 Stellungen)								
2	Kontaktgriff Finger tangential	Schiebeschalter								
		Einbau- Schiebeschalter								
		Geformter Einbau-Schiebeschalter								
3	Kontaktgriff Hand senkrecht	Pilzförmiger Druckschalter								z. B. NOT-AUS-Schalter
		Druckschalter mit Handflächenauflage								
		Bündiger Druckschalter mit Handflächenauflage								
4	Zufassungsgriff Finger senkrecht	Kipphebel								In bestimmten Ausrichtungen ist ein unbeabsichtigtes Stellen sehr unwahrscheinlich.
		Flachkipphebel								In bestimmten Ausrichtungen ist ein unbeabsichtigtes Stellen sehr unwahrscheinlich.
		Versenkter Flachkipphebel								
* Merkmal ist von der Position des Stellteils abhängig.										

Bild 7 — Aufstellung geeigneter Stellteiltypen

Translatorische Stellteile – diskrete Stellbewegungen										
Stellteilfamilie		Stellteiltyp	Typische Beispiele	Merkmale (spezifische Aufgabenanforderungen)						Bemerkungen
Nr	Greifmerkmale o) Greifart p) Teil der Hand q) Art der Stellkraftaufbringung			d	e	f	g	h	i	
				Sichtkontrolle	Tastkontrolle	Unbeabsichtigtes Stellen	Reibung	Stellen mit Handschuh	Reinigungsmöglichkeit:	
5	Zufassungsgriff Finger tangential	Druck-Schiebe-Taster		●*	○	○*	◐	◐	◐	Sichtkontrolle ist hauptsächlich von der Achse abhängig. Unbeabsichtigtes Stellen ist hauptsächlich von der Position abhängig.
		Kipp-Schiebe-Taster		●*	○	○*	○	◐	◐	
		Zug-Druck-Taster, geriffelt		●*	○	○*	○	◐	◐*	
6	Zufassungsgriff Hand senkrecht	Angeflanschter Zuggriff für mehrere Finger		●*	○	○*	◐	◐	◐	z. B. Einschubgriff
		Versenkter Zuggriff		○	○	●	●	◐	○	z. B. eingelassener Einschubgriff
		In zwei Richtungen beweglicher Knopf		●	○	○*	◐	◐	●	
7	Umfassungsgriff Finger senkrecht	Zugbügel		●*	○	◐	●	◐	◐	
		Schubstange		●*	○	○	◐	●	◐	
		T-Griff		●*	○	○	●	●	◐	
8	Umfassungsgriff Hand senkrecht	Glatte gekröpfte Handgriff		●*	○	○	●	●	●	
		Geriffelter gekröpfte Handgriff		●*	○	○	●	●	●	
		Glatte Handgriff		●*	○	◐	●	◐	◐	
9	Umfassungsgriff Hand tangential	Glatte konische Handgriff		●	○	○*	◐	●	●	Vermeidbarkeit von unbeabsichtigten Stellen ist hauptsächlich von der Position abhängig.
		Geriffelter Handgriff		●	○	○*	◐	●	●	
		Handgriff mit Bügel		●	○	○*	◐	◐	◐	

Bild 7 — Aufstellung geeigneter Stellteiltypen (fortgesetzt)

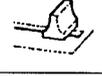
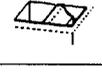
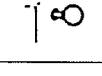
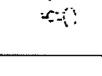
Translatorische Stellteile – kontinuierliche Stellbewegungen										
Stellteilmfamilie		Stellteiltyp	Typische Beispiele	Merkmale (spezifische Aufgabenanforderungen)						Bemerkungen
Nr	Greifmerkmale o) Greifart p) Teil der Hand q) Art der Stellkraftaufbringung			d	e	f	g	h	i	
				Sichtkontrolle	Tastkontrolle	Unbeabsichtigtes Stellen	Reibung	Stellen mit Handschuh	Reinigungsmöglichkeit	
10	Kontaktgriff Finger senkrecht	Schiebeknopf mit Kantenprofil		☐ *	○	○ *	☐	☐	☐	Sichtkontrolle ist von der Ausrichtung abhängig.
		Schiebeknopf mit Zeiger		● *	○	○ *	☐	☐	☐	Sichtkontrolle ist von der Ausrichtung abhängig.
		Zugöse		○	○	○ *	●	☐	☐	
11	Kontaktgriff Finger tangential	Flacher geriffelter Schiebeknopf		☐ *	○	☐	○	○	○	Sichtkontrolle ist von der Ausrichtung abhängig.
		Angeformter geriffelter Schiebeknopf		☐ *	○	●	☐	○	○	Sichtkontrolle ist von der Ausrichtung abhängig.
12	Zufassungsgriff Finger senkrecht	Schiebeknopf mit Profil	 	☐ *	○	○ *	☐	☐	☐	Sichtkontrolle und Vermeidung unbeabsichtigten Stellens ist von der Ausrichtung abhängig.
		Versenkter Schiebeknopf		● *	☐	●	●	☐	○	Sichtkontrolle ist von der Ausrichtung abhängig.
13	Zufassungsgriff Finger tangential	Kugelknopf		☐	○	○ *	○	○	☐	Sichtkontrolle und Vermeidung unbeabsichtigten Stellens ist von der Ausrichtung abhängig.
		Knopf mit Mulde		☐ *	○	☐ *	☐	○	☐	

Bild 7 — Aufstellung geeigneter Stellteiltypen (fortgesetzt)

Translatorische Stellteile – kontinuierliche Stellbewegungen										
Stellteilmfamilie		Stellteiltyp	Typische Beispiele	Merkmale (spezifische Aufgabenanforderungen)						Bemerkungen
Nr	Greifmerkmale o) Greifart p) Teil der Hand q) Art der Stellkraftaufbringung			d	e	f	g	h	i	
				Sichtkontrolle	Tastkontrolle	Unbeabsichtigtes Stellen	Reibung	Stellen mit Handschuh	Reinigungsmöglichkeit	
14	Zufassungsgriff Hand senkrecht	Kugelknopfschieber								
		Schieber mit ovalem T-Griff								
15	Umfassungsgriff Hand senkrecht	Handgriffschieber								
										
		Handgriffschieber mit Auslöser								
16	Umfassungsgriff Hand tangential	Glatter zylindrischer Zuggriff								
		Glatter kegeliger Zuggriff								
		Glatter Griff mit profilierten Griffenden								

Bild 7 — Aufstellung geeigneter Stellteiltypen (fortgesetzt)

Rotatorische Stellteile – diskrete Stellbewegungen										
Stellteilmfamilie		Stellteiltyp	Typische Beispiele	Merkmale (spezifische Aufgabenanforderungen)						Bemerkungen
Nr	Greifmerkmale o) Greifart p) Teil der Hand q) Art der Stellkraftaufbringung			d	e	f	g	h	i	
				Sichtkontrolle	Tastkontrolle	Unbeabsichtigtes Stellen	Reibung	Stellen mit Handschuh	Reinigungsmöglichkeit	
17	Kontaktgriff Finger senkrecht	Fingerhebel		☐ *	☐	○ *	☐	☐	○	z. B. Fahrradgangschaltung
18	Kontaktgriff Finger tangential	Kantenwalze		○	○	☐	○	☐	○	
		Drehschieber		☐ *	☐	☐	○	☐	○	
19	Kontaktgriff Hand senkrecht	Stanzgriff		☐	☐	○ *	☐	●	●	Für die Betätigung eines breiten Hebels ist ein Druck erforderlich.
		Flachhebel								
		Eindrückklappe		☐	●	○ *	☐	☐	☐	
20	Zufassungsgriff Finger senkrecht	Versenkter Knebelknopf		● *	☐	●	☐	☐	○	
		Zeigerknopf		● *	●	○ *	☐	●	☐	
		Schlüsselschalter		● *	☐	☐ *	☐	●	☐	

Bild 7 — Aufstellung geeigneter Stellteiltypen (fortgesetzt)

Rotatorische Stellteile – diskrete Stellbewegungen										
Stellteilmfamilie		Stellteiltyp	Typische Beispiele	Merkmale (spezifische Aufgabenanforderungen)						Bemerkungen
Nr	Greifmerkmale			d	e	f	g	h	i	
	o) Greifart p) Teil der Hand q) Art der Stellkraftaufbringung			Sichtkontrolle	Tastkontrolle	Unbeabsichtigtes Stellen	Reibung	Stellen mit Handschuh	Reinigungsmöglichkeit	
21	Zufassungsgriff Finger tangential	Gerändelter Rundknopf		 *						
		Glatte Knopf mit Kragen		 *						
		Geriffelter Knopf								
22	Zufassungsgriff Hand senkrecht	Hebel mit Rundknopf		 *						
		T-Griff		 *		 *				
		Versenkter Handknopf		 *						Sichtkontrolle ist von der Ausrichtung abhängig.
23	Zufassungsgriff Hand tangential	Handrad mit Wellenkrans								Vermeidung unbeabsichtigten Stellens ist von der Anordnung abhängig.
		Dreieckiger Knopf								
		Sechseckiger Knopf mit Kragen und Skala		 *						

Bild 7 — Aufstellung geeigneter Stellteiltypen (fortgesetzt)

Rotatorische Stellteile – diskrete Stellbewegungen										
Stellteifamilie		Stellteiltyp	Typische Beispiele	Merkmale (spezifische Aufgabenanforderungen)						Bemerkungen
Nr	Greifmerkmale o) Greifart p) Teil der Hand q) Art der Stellkraftaufbringung			d	e	f	g	h	i	
				Sichtkontrolle	Tastkontrolle	Unbeabsichtigtes Stellen	Reibung	Stellen mit Handschuh	Reinigungsmöglichkeit	
24	Umfassungsgriff Hand senkrecht	Hebelwähler		● *	●	◐	●	●	●	
		Drückergriff		● *	◐	◐ *	●	●	●	
		Stangengriff		◐ *	◐	◐ *	●	●	●	
25	Zufassungsgriff Hand tangential	Glatter Handgriff		○	○	◐	◐	○	●	
		Handgriff mit quadratischem Querschnitt		○	○	◐	◐	○	●	
		Profiliertes Handgriff		○	○	◐	◐	○	◐	

Bild 7 — Aufstellung geeigneter Stellteiltypen (fortgesetzt)

Rotatorische Stellteile – kontinuierliche Stellbewegungen										
Stellteilfamilie		Stellteiltyp	Typische Beispiele	Merkmale (spezifische Aufgabenanforderungen)						Bemerkungen
Nr	Greifmerkmale o) Greifart p) Teil der Hand q) Art der Stellkraftaufbringung			d	e	f	g	h	i	
				Sichtkontrolle	Tastkontrolle	Unbeabsichtigtes Stellen	Reibung	Stellen mit Handschuh	Reinigungsmöglichkeit	
26	Kontaktgriff Finger senkrecht	Knopf mit Finger- mulde								
		Drehschieber								
		Zeigerartiger Knopf								
27	Kontaktgriff Finger tangential	Daumenrolle								
		Nabentaster								
		Rollkugel								
28	Zufassungs- griff Finger senkrecht vollständige Umdrehung (> 180°)	Fingerbetätigte Kurbel								
		Gekröpfter Finger- hebel								
		Rundknopf mit Skala und Kurbelstift								
29	Zufassungs- griff Finger senkrecht Umdrehung (> 180°)	Drehknebel für Daumen-Finger- Betätigung								
		Versenkter Dreh- knebel für Daumen- Finger-Betätigung								
		Flügelmutterartiges Stellteil								

Bild 7 — Aufstellung geeigneter Stellteiltypen (fortgesetzt)

Rotatorische Stellteile – kontinuierliche Stellbewegungen										
Stellteilstfamilie		Stellteiltyp	Typische Beispiele	Merkmale (spezifische Aufgabenanforderungen)						Bemerkungen
Nr	Greifmerkmale			d	e	f	g	h	i	
	o) Greifart p) Teil der Hand q) Art der Stellkraftaufbringung			Sichtkontrolle	Tastkontrolle	Unbeabsichtigtes Stellen	Reibung	Stellen mit Handschuh	Reinigungsmöglichkeit	
30	Zufassungsgriff Finger tangential	Knopf mit geriffelter Kante		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
		Mechanisch gekoppelter Knopf		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> *	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
	Zufassungsgriff Hand senkrecht Drehwinkel > 180°	Kleine Handkurbel mit Knauf		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> *	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
		Haspelartiger Hebel								
		Handrad mit Kurbel		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> *	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
32	Zufassungsgriff Hand senkrecht Drehwinkel > 180°	Geformter T-Griff		<input checked="" type="radio"/> *	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> *	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Sichtkontrolle ist abhängig von der Positionierung des Stellteils
		Sterngriff mit drei Griffmulden		<input checked="" type="radio"/> *	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> *	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
		Kreuzgriff								
33	Zufassungsgriff Hand tangential	Gerändelter Handknopf		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
		Sterngriff mit acht Griffmulden		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
		Knopf mit Innenprofil		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	

Bild 7 — Aufstellung geeigneter Stellteiltypen (fortgesetzt)

Rotatorische Stellteile – kontinuierliche Stellbewegungen										
Stellteilmfamilie		Stellteilytyp	Typische Beispiele	Merkmale (spezifische Aufgabenanforderungen)						Bemerkungen
Nr	Greifmerkmale o) Greifart p) Teil der Hand q) Art der Stellkraftaufbringung			d	e	f	g	h	i	
				Sichtkontrolle	Tastkontrolle	Unbeabsichtigtes Stellen	Reibung	Stellen mit Handschuh	Reinigungsmöglichkeit	
34	Umfassungsgriff Hand senkrecht Umdrehung > 180°	Handkurbel		○	○	○	●	●	●	
		Handkurbelrad		○	○	○	◐	●	●	
		Versenkbare Kurbel		○	○	●	◐	●	●	Griff nach außen schwenkbar
35	Umfassungsgriff Hand senkrecht Umdrehung > 180°	Bügelhandgriff		◐ *	◐	◐	●	◐	◐	Sichtkontrolle der Stellung ist geringer, wenn das Stellteil über Brusthöhe angeordnet ist.
		Handhebel		● *	◐	○	◐	●	●	
		Drehkreuz		◐ *	◐	○	◐	●	●	
36	Umfassungsgriff Hand tangential	Glattes Handrad		○	○	◐	◐	●	◐	
		Geriffeltes Handrad		○	○	◐	◐	●	◐	

Bild 7 — Aufstellung geeigneter Stellteilytypen (abgeschlossen)

Schritt 1 — Vergleich der Greifmerkmale

Bild 7 wird angewendet, indem die Nummern sämtlicher Stellteilmfamilien, die auf den Bildern 5 und 6 angegeben sind, entnommen werden. Die zugehörigen Nummern können anschließend in der ersten Spalte von Bild 7 aufgesucht werden.

Wenn auf dem Aufzeichnungsformular (siehe Bild 2) Greifmerkmale festgelegt wurden, dann werden sie mit den zu jeder ausgewählten Stellteilmfamilie gehörenden Greifmerkmalen verglichen.

Fortsetzung mit Schritt 2 für die Stellteilmfamilien, die kompatible Greifmerkmale besitzen.

Schritt 2 — Vergleich der spezifischen aufgabenbezogenen Anforderungen

Für jeden Stellteilytyp aus einer geeigneten Stellteilmfamilie werden die spezifischen aufgabenbezogenen Anforderungen mit den zugehörigen Merkmalen d, e, f, g, h und i nach Bild 7 verglichen.

Wenn die Klassifizierung der Merkmale nach Bild 7 mit den entsprechenden spezifischen aufgabenbezogenen Anforderungen vereinbar ist, dann wird dieser Stellteiltyp für die weiteren Betrachtungen als geeignet markiert.

Ein Stellteiltyp ist ungeeignet, wenn die Klassifizierung der Merkmale nach Bild 7 unvereinbar mit den entsprechenden spezifischen aufgabenbezogenen Anforderungen ist.

Jede mögliche Stellteilmfamilie ist der Reihe nach zu bewerten, bis eine Aufstellung der möglichen Stellteiltypen angefertigt worden ist.

Ist es nicht möglich eine Übereinstimmung zwischen den spezifischen aufgabenbezogenen Anforderungen und den Merkmalen des Stellteiltyps zu ermitteln, so ist es notwendig, die spezifischen aufgabenbezogenen Anforderungen neu zu bewerten oder zu bestimmen, ob weitere Einflussgrößen der Spezifikation so geändert werden können, dass eine erfolgreiche Auswahl eines Stellteiltyps möglich wird.

Überprüfung des Einflusses der Stellteilanordnung (räumliche Lage)

Einige der Klassifizierungen von Merkmalen der Stellteiltypen für die Sichtkontrolle (d) und der Vermeidung von unbeabsichtigtem Stellen (f) sind mit einem Stern gekennzeichnet worden. Die Klassifizierung für diese Merkmale ist besonders von der spezifischen Anordnung des Stellteils in Bezug auf den Operator abhängig. Es ist notwendig, die Lage dieser Stellteiltypen sorgfältig zu berücksichtigen. Eine schlechte Anordnung hat zur Folge, dass die in der Tabelle angegebene Klassifizierung nicht eingehalten werden kann.

ANMERKUNG Weitere Angaben über den Einfluss der Anordnung auf diese Merkmale können der Verweisung in Referenz 1 entnommen werden.

Wenn über die Eignung einer besonderen Anordnung Zweifel bestehen, dann sollten Versuche unter Einbeziehung von Operatoren durchgeführt werden.

Können die Anforderungen an die Sichtkontrolle (d) nicht erfüllt werden, sollte zuerst ermittelt werden, ob eine zusätzliche Informationsrückkopplung durch Beschriftungen, Anzeigen usw. vorgesehen werden kann.

Wenn nach der Berücksichtigung der oben aufgeführten Maßnahmen kein geeignetes Stellteil ermittelt werden kann, dann ist die Aufgabenzuweisung neu zu überdenken.

Wurden mehrere mögliche Stellteiltypen ermittelt, wird empfohlen, dass die wichtigste aufgabenbezogene Anforderung herausgesucht wird und anschließend die Stellteile ausgewählt werden, die für diese aufgabenbezogene Anforderung am besten geeignet sind.

8 Zusätzliche Angaben für die Gestaltung von Stellteilen

Wenn Fehlhandlungen des Operators beim Einsatz von Stellteilen zu Verletzungen oder Gesundheitsschäden führen können, dann ist es entscheidend, solche Stellteile zu verwenden, die den Empfehlungen dieses Abschnitts entsprechen. Die Entscheidung über die Notwendigkeit sollte auf der Grundlage einer Risikobeurteilung getroffen werden, die nach EN 1050 durchgeführt wird.

In Abschnitt 5 werden die Stellteile entsprechend der Greifart, die für ihre Betätigung erforderlich ist, in Gruppen eingeteilt, und zwar in Kontakt-, Zufassungs- oder Umfassungsgriff. Im Folgenden wird dieselbe Klassifizierung angewendet.

8.1 Maße

Die empfohlenen Mindestmaße für Stellteile werden in den Spalten 3 und 4 in Tabelle 3 angegeben.

Für den maximalen Kraftaufwand sind die hier genannten Maße für den Umfassungsgriff nicht geeignet. Dafür sind die Maße für die Stellteile zu vergrößern.

Tabelle 3 — Empfohlene Mindestmaße für handbetätigte Stellteile

1	2	3	4
Greifart	Teil der Hand, der die Stellkraft ausübt	Breite oder Durchmesser des Stellteils	Länge des Stellteils längs der Bewegungs- oder Drehachse
		mm	mm
Kontaktgriff	Finger	≥ 7	≥ 7
	Daumen	≥ 20	≥ 20
	Hand (flach)	≥ 40	≥ 40
Zufassungsgriff	Finger/Daumen	≥ 7 bis ≤ 80	≥ 7 bis ≤ 80
	Hand/Daumen	≥ 15 bis ≤ 60	≥ 60 bis ≤ 100
Umfassungsgriff	Finger/Hand	≥ 15 bis ≤ 35	≥ 100

8.2 Stellkraft/Stellmoment

Die empfohlenen maximalen Stellkräfte und Stellmomente für translatorische und rotatorische Stellteile werden in Spalte 4 bzw. 5 der Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 4 — Empfohlene maximale Stellkräfte/Stellmomente für handbetätigte Stellteile

1	2	3	4	5
Greifart	Teil der Hand, der die Stellkraft ausübt	Weitere Faktoren	Empfohlene maximale translatorische Stellkraft	Empfohlenes maximales Stellmoment
			N	Nm
Kontaktgriff	Finger	Jede Richtung	10	0,5
	Daumen	Jede Richtung	10	0,5
	Hand	Jede Richtung	20	0,5
Zufassungsgriff	Finger/eine Hand	Jede Richtung	10	1
		x-Richtung	10	2
		y-Richtung	20	2
		z-Richtung	10	2
Umfassungsgriff	Eine Hand	x-Richtung	35	
		y-Richtung	55	
		z-Richtung	35	
		0,25 m Radius		20
	Beide Hände	0,25 m Radius		30

Zur Vereinfachung der Anwendung wurden die angegebenen Werte optimiert. Sie berücksichtigen auch häufiges oder ständiges Stellen

ANMERKUNG Bei der Bestimmung von Bedienkräften und Bediendrehmomenten ist es notwendig, die Geschwindigkeit, Häufigkeit der Anwendung und Tätigkeitsdauer zu berücksichtigen (siehe prEN 1005-3).

Unbeabsichtigtes Stellen wird durch Erhöhung des Stellwiderstandes auf mindestens 5 N gemindert. Zusätzliche Maßnahmen wie Verkleidung, Abdeckung, Anordnung und Lage erhöhen die Sicherheit gegen unbeabsichtigtes Stellen.

8.3 Anordnung der Stellteile in Bezug auf den Operator

Jedes handbetätigte Stellteil sollte so angeordnet sein, dass der Operator es ohne Überanstrengung, in bequemer Haltung und mit freier Sicht auf zugehörige Informationen betätigen kann. Sind Operatoren mit unterschiedlicher Körpergröße zu berücksichtigen, dann ist die Bereitstellung von Mitteln erforderlich, mit denen der Arbeitsplatz an jeden Operator angepasst werden kann. Dies ist besonders dann wichtig, wenn ein Stellteil häufig oder ständig benutzt wird.

Die Empfehlungen der vorliegenden Europäischen Norm gelten nur dann, wenn die Stellteile im Seh- und Greifbereich bei normaler Arbeitshaltung vor dem Operator angeordnet sind. Werden Stellteile außerhalb dieses Bereiches angeordnet, können die Klassifizierungsmerkmale der Stellteile nach Bild 7 hinsichtlich der Sichtkontrolle (d) und Vermeidung von unbeabsichtigtem Stellen (f) unzureichend berücksichtigt werden. Die Tastkontrolle (e) kann dann eine größere Bedeutung erlangen.

8.4 Anordnung der Stellteile in Bezug auf visuelle Anzeigen

Wenn ein handbetätigtes Stellteil mit einer Anzeige in Verbindung steht, sollten die Empfehlungen nach EN 894-2 für die Positionierung und Größe der Anzeige beachtet werden. Die handbetätigten Stellteile sollten für den Operator leicht erreichbar sein.

Wenn handbetätigte Stellteile entsprechend ihrer Funktion oder Sequenz ihrer Betätigung in Gruppen angeordnet sind, sollte ihre Anordnung dieselbe sein wie die Anordnung der zugehörigen Anzeigen.

8.5 Kompatibilität von Stellbewegungen und Anzeigen

Der Zusammenhang zwischen der Stellbewegung eines Stellteils und seiner zugehörigen Anzeige hat sich nach den in EN 894-1 angegebenen Grundsätzen zu richten. ISO 447 enthält Anforderungen an Steuerungen für Werkzeugmaschinen und IEC 60447 enthält allgemeinere Anforderungen an elektrische Steuerungen von Maschinen. Diese beiden Normen sollten entsprechend ihrer Anwendbarkeit beachtet werden.

Anhang A (informativ)

Beispiel für die Anwendung dieser Norm

In diesem Anhang wird beschrieben, wie die vorliegende Norm bei der Auswahl eines geeigneten Stellteils angewendet wird.

A.1 Aufgabenbewertung und Informationserfassung (Abschnitt 5)

Es wird ein Stellteil für die Ansteuerung des Schallpegels eines Audiometers gesucht. Die Ansteuerung soll genau einstellbar sein, damit der Untersuchungsperson präzise Schallpegel zur Verfügung gestellt werden. Es wird festgelegt, dass nur geringe Anforderungen an die Stellgeschwindigkeit und keine Anforderungen an die Stellkraft vorliegen. Diese allgemeinen Anforderungen werden in das Aufzeichnungsformular (Bild 2) eingetragen.

Aus der Betrachtung der spezifischen aufgabenbezogenen Anforderungen wird geschlossen, dass nur geringe Anforderungen an die visuelle Kontrolle der Stellung und die Tastbarkeit der Stellung, mittlere Anforderungen an die Vermeidung von unbeabsichtigtem Stellen und keine Anforderungen an die Vermeidung des Abgleitens der Hand vom Stellteil, die Stellmöglichkeit mit Handschuhen und die leichte Reinigungsmöglichkeit vorliegen. Diese Anforderungen werden ebenfalls in das Aufzeichnungsformular eingetragen.

Weil es notwendig ist, die Schalleistungen sowohl von hohen zu niedrigen Pegeln als auch umgekehrt zu verändern, sind Stellbewegungen in beiden Richtungen „+“ und „-“ erforderlich. Weiterhin ist es notwendig, die Schallpegel kontinuierlich zu verändern. Diese beiden Einflussgrößen werden in das Aufzeichnungsformular eingetragen, die weiteren Eintragsfelder werden frei gelassen. Das Aufzeichnungsformular wird anschließend so vervollständigt, wie es nachfolgend angegeben wird; zutreffende Bemerkungen werden ergänzt (siehe Bild A.1).

Beschreibung der Angaben	Abschnitt	Anforderungsgrad (Klassifizierung)					Bemerkungen	
		0	1	2	3	4		
Allgemeine aufgabenbezogene Anforderungen	5.2							
a) Genauigkeit	5.2.1						Sehr hohe Anforderungen	
b) Geschwindigkeit	5.2.2						Geringe Anforderungen	
c) Stellkraft	5.2.3						Keine Anforderungen	
Spezifische aufgabenbezogene Anforderungen	5.3							
d) Sichtkontrolle	5.3.1						Geringe Anforderungen	
e) Tastkontrolle	5.3.2						Geringe Anforderungen	
f) Unbeabsichtigtes Stellen	5.3.3						Mittlere Anforderungen	
g) Reibung	5.3.4						Keine Anforderungen	
h) Stellen mit Handschuh	5.3.5						Keine Anforderungen	
i) Reinigungsmöglichkeit	5.3.6						Keine Anforderungen	
Bewegungsmerkmale	5.4							
j) Bewegungsart	5.4.1	<u>Translatorisch</u>			<u>Rotatorisch</u>		Jede möglich	
k) Bewegungsachse	5.4.2	<u>x</u>	<u>y</u>	<u>z</u>	<u>x</u>	<u>y</u>	<u>z</u>	Jede möglich
l) Bewegungsrichtung	5.4.3	<u>+/-</u>	<u>+/-</u>	<u>+/-</u>	<u>+/-</u>	<u>+/-</u>	<u>+/-</u>	Beide erforderlich
m) Kontinuität der Bewegung	5.4.4	<u>Kontinuierlich</u>			<u>Diskret</u>			
n) Drehwinkel für kontinuierliche Drehbewegungen >180°	5.4.5	Ja			Nein		Keine Anforderungen	
Greifmerkmale	5.5							
o) Greifart (siehe Bild 4)	5.5.1	Kontakt	Zufassung	Umfassung		Keine Anforderungen		
p) Teil der Hand, der die Stellkraft aufbringt	5.5.2	Finger		Hand		Keine Anforderungen		
q) Art der Stellkraftaufbringung	5.5.3	Senkrecht		Tangential		Keine Anforderungen		

Bild A.1 — Aufzeichnungsf formular für die Auswahl eines Schallpegel-Stellteils

A.2 Zwischenauswahl von Stellteifamilien (Abschnitt 6)

Die Werte für a, b und c aus dem Aufzeichnungsformular werden anschließend mit denen der entsprechenden Spalten nach Bild 5 für translatorische Stellteile und nach Bild 6 für rotatorische Stellteile verglichen.

Grad der Anforderung		
a) Stellgenauigkeit	b) Stellgeschwindigkeit	c) Stellkraft
		

Aus diesen Bildern werden die Zeilen ausgewählt, für die mindestens die Anforderungen aus dem Aufzeichnungsformular erfüllt werden. Für dieses Beispiel entsprechen die Zeilen L19, L24, L25, R1, R30 und R32 diesen Anforderungen; sie werden in Bild A.2 zusammengefasst.

Zeilennummer	Erreichbarkeit der Anforderung			Bewegungsmerkmale k) und l) Achse und Richtung der Bewegung	Nummer der Stellteifamilie		
	a) Stellgenauigkeit	b) Stellgeschwindigkeit	c) Stellkraft		m) Diskrete Bewegung	m) Kontinuierliche Bewegung	
							n) Geeignet für Drehwinkel > 180°
L19				Y+	2	11	
L24				Y- und Z-	2	11	
L25				Y-	5	13	
R1				X+/- Z+/-	21	30	
R30				Z+	20	28	Ja
R32				Z-	20	28	Ja

Bild A.2 — Vorläufige Auswahl von Stellteifamilien

Die in Bild A.2 dargestellten Zeilen ermöglichen eine hohe Stellgenauigkeit und mindestens einen geringen Grad der Stellgeschwindigkeit; während dieser Entwicklungsstufe ist jeder Wert der Stellkraft annehmbar.

Als nächstes werden die Bewegungsmerkmale überprüft. Für das nach Bild A.1 betrachtete Beispiel liegen Anforderungen an die Stellbewegung in beiden Richtungen „+“ und „-“ vor. Für die Bewegungsachse gibt es keine Einschränkungen. Es liegen nur Anforderungen an kontinuierliche Stellbewegungen und keine Anforderungen an diskrete Stellbewegungen vor, so dass nur die Stellteifamilien berücksichtigt zu werden brauchen, die in den Spalten für die kontinuierliche Stellbewegung aufgeführt sind.

Die Untersuchung von Bild A.2 lässt erkennen, dass Zeile R1 für beide Achsen X und Z in beiden Stellrichtungen geeignet ist. Die Spalten mit der Überschrift „Nummer der Stellteifamilie“ geben an, dass die Stellteifamilie 30 für diese Anforderungen und für die kontinuierliche Stellbewegung geeignet ist.

Eine genauere Untersuchung ergibt, dass Zeile L19 für Stellbewegungen in der Richtung „Y+“ jedoch nicht für „Y-“ geeignet ist. L24 ist für „Y-“ jedoch nicht für „Y+“ geeignet. Beide Zeilen führen dennoch zur Auswahl der Stellteifamilie 11 für die kontinuierliche Stellbewegung. Die Zusammenfassung ergibt, dass die Stellteifamilie 11 die Auswahlkriterien für beide Stellbewegungen entlang der Y-Achse erfüllt.

In ähnlicher Weise erlauben R30 und R32 gemeinsam die Stellbewegung auf der Z-Achse für beide Stellrichtungen. Sie geben an, dass die Stellteifamilie 28 für die kontinuierliche Stellbewegung geeignet ist.

Zeile L25 wird von den folgenden Betrachtungen ausgeschlossen, weil sie nicht die Anforderungsgrade erfüllt.

Somit kann eine Liste geeigneter Stellteilmfamilien aufgestellt werden: 11, 30, 28.

A.3 Ermittlung geeigneter Stellteiltypen (Abschnitt 7)

Jede der Stellteilmfamilien wird unter Anwendung von Bild 7 betrachtet. Dies gestattet die Untersuchung der Merkmale von geeigneten Stellteilmfamilien und den Vergleich mit den spezifischen aufgabenbezogenen Anforderungen (d, e, f, g, h, i) und den Greifmerkmalen (o, p, q), die in Bild A.1 zusammengefasst werden.

Die Stellteilmfamilie 11 enthält translatorische Schieber, die durch Kontaktgriff mit dem Finger betätigt werden.

Die Stellteilmfamilie 30 enthält Drehknöpfe, die durch Zufassungsgriff mit den Fingern betätigt werden.

Die Stellteilmfamilie 28 enthält kleine Knöpfe mit Kurbelgriffen, die durch Zufassungsgriff mit den Fingern betätigt werden und eine Rotation um mehr als eine halbe Umdrehung zulassen.

Die Betrachtung der spezifischen aufgabenbezogenen Anforderungen liefert Folgendes:

Stellteilmfamilie 11 (translatorische Schieber) ist geeignet, wenn man von der Notwendigkeit der Tastbarkeit der Stellung absieht;

Stellteilmfamilie 30 ist weder für die visuelle Erkennbarkeit noch für die Tastbarkeit der Stellung geeignet;

Stellteilmfamilie 28 ist für die Tastbarkeit der Stellung nicht geeignet und nur der Stellteiltyp „Knopf mit Skala und Kurbelstift“ ist für die visuelle Erkennbarkeit der Stellung geeignet.

Für das Erreichen einer erfolgreichen Auswahl legt diese Bewertung nahe, dass entweder die Anforderung an die Tastbarkeit der Stellung zu verringern ist, und dann könnten die Schieber eingesetzt werden, oder es wird ein anderer Weg zur Erhöhung der Stellgenauigkeit angewendet (wie er in 5.2.1.2 vorgeschlagen wird) und es wird eine neue Bewertung durchgeführt.

Wenn die Schieber aus der Stellteilmfamilie 11 ausgewählt werden, dann sollten sie so angeordnet werden, dass die Stellbewegung entlang der Y-Achse ausgeführt wird. Dies ist die Ausrichtung, in der die geforderte Stellgenauigkeit gegeben ist und die für eine visuelle Erkennbarkeit der Stellung gut geeignet ist.

In Bild 7, Stellteilmfamilie 11, werden weitere Hinweise gegeben, dass Schiebeknöpfe mit einer angeformten Oberseite bessere Eigenschaften hinsichtlich der visuellen Erkennbarkeit der Stellung, des Vermeidens von unbeabsichtigtem Stellen sowie der Vermeidung des Abgleitens der Hand vom Stellteil besitzen als solche Schiebeknöpfe mit einer flachen Oberseite. Es wird auch davor gewarnt, dass die visuelle Erkennbarkeit der Stellung des Stellteils von der Ausrichtung des Schiebeknopfes abhängt, so dass bei seiner Anordnung besondere Sorgfalt notwendig ist.

Schlussfolgerung: Stellteilmfamilie 11 liefert den besten Kompromiss für ein Stellteil, das die Anforderungen für die Ansteuerung von Schallpegeln an einem Audiometer erfüllt. Die Stellteilmfamilie 28 ist unter der Voraussetzung, dass ein Knopf mit Skala und Kurbelstift verwendet wird, eine etwas schlechter geeignete Alternative.

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 für Maschinen 98/37/EG, geändert durch 98/79/EG bereitzustellen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Union 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: 1.12, 1.2	—

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 2006/42/EG bereitzustellen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Union 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, 3.3	—

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