

DIN EN 1760-2

**DIN**

ICS 13.110

Ersatz für  
DIN EN 1760-2:2001-07  
Siehe jedoch Beginn der  
Gültigkeit

**Sicherheit von Maschinen –  
Druckempfindliche Schutzeinrichtungen –  
Teil 2: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von  
Schaltleisten und Schaltstangen;  
Deutsche Fassung EN 1760-2:2001+A1:2009**

Safety of machinery –  
Pressure sensitive protective devices –  
Part 2: General principles for the design and testing of pressure sensitive edges and  
pressure sensitive bars;  
German version EN 1760-2:2001+A1:2009

Sécurité des machines –  
Dispositifs de protection sensibles à la pression –  
Partie 2: Principes généraux de conception et d'essais des bords et barres sensibles à la  
pression;  
Version allemande EN 1760-2:2001+A1:2009

Gesamtumfang 65 Seiten

Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) im DIN  
Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN



## **Beginn der Gültigkeit**

Diese Norm gilt ab 2009-08-01.

Daneben darf DIN EN 1760-2:2001-07 ohne diese Änderung noch bis 2009-12-28 angewendet werden.

## **Nationales Vorwort**

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen im Sinne der 9. Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG) und steht in Zusammenhang mit dem Europäischen Recht (Richtlinie nach der neuen Konzeption für Maschinen).

Sie beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee CEN/TC 114 „Sicherheit von Maschinen und Geräten“ (Sekretariat: DIN (Deutschland)) im Europäischen Komitee für Normung (CEN) in Zusammenhang mit der Novellierung der EG-Maschinenrichtlinie erarbeiteten EN 1760-2:2001+A1:2009.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung dieser Norm wurden vom Gemeinschaftsarbeitsausschuss „Schaltmatten, Schaltplatten, Schaltleisten“ (NA 095-01-02 GA) des Normenausschusses Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) mit dem NAM 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 druckempfindliche Schaltleisten und Schaltstangen, 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).

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden derzeit gültigen Deutschen Normen hingewiesen:

IEC 60068-2-3 (zurückgezogen)    siehe DIN EN 60068-2-78 (Nachfolgedokument)

IEC 60664-1                            siehe DIN EN 60664-1

## **Änderungen**

Gegenüber DIN EN 1760-2:2001-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative und informative Verweisungen auf die ersetzten bzw. zurückgezogenen Normen EN 292-1, EN 292-2 und EN 1070 durch Bezugnahme auf EN ISO 12100-1 und EN ISO 12100-2 aktualisiert;
- b) informative Verweisungen auf EN 1050 und die Reihe von Normen (pr)EN 61496 durch Bezugnahme auf EN ISO 14121-1 sowie EN 61496-1, CLC/TS 61496-2 und CLC/TS 61496-3 aktualisiert;
- c) Abschnitt 6.1 durch Bezugnahme auf den europäischen Änderungsentwurf EN ISO 12100-2:2003/prA1:2008<sup>1)</sup> an die Erfordernisse der revidierten Maschinenrichtlinie 2006/42/EG angepasst;

---

1) Änderung erscheint in 2009.

- d) Tabellenummerierung in 7.10 korrigiert;
- e) informativer Anhang ZB über den Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der ab 29.12.2009 anzuwendenden EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG neu aufgenommen.

### **Frühere Ausgaben**

DIN EN 1760-2: 2001-07

## **Nationaler Anhang NA** (informativ)

### **Literaturhinweise**

DIN EN 60068-2-78, *Umweltprüfungen — Teil 2-78: Prüfungen; Prüfung Cab: Feuchte Wärme, konstant (IEC 60068-2-78:2001); Deutsche Fassung EN 60068-2-78:2001*

DIN EN 60664-1, *Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen — Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen (IEC 60664-1:2007)*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Sicherheit von Maschinen –  
Druckempfindliche Schutzeinrichtungen –  
Teil 2: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung  
von Schalleisten und Schaltstangen

Safety of machinery –  
Pressure sensitive protective devices –  
Part 2: General principles for the design and testing  
of pressure sensitive edges and pressure  
sensitive bars

Sécurité des machines –  
Dispositifs de protection sensibles à la pression –  
Partie 2: Principes généraux de conception et d'essais des  
bords et barres sensibles à la pression

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 13. Januar 2001 angenommen und schließt Änderung 1 ein, die am 22. Februar 2009 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

# Inhalt

	Seite
Vorwort.....	4
Einleitung .....	6
<b>1 Anwendungsbereich .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Normative Verweisungen.....</b>	<b>7</b>
<b>3 Begriffe.....</b>	<b>9</b>
<b>4 Anforderungen.....</b>	<b>17</b>
4.1 <b>Wirksame Betätigungsfläche .....</b>	<b>17</b>
4.2 <b>Betätigungskraft (Prüfung siehe 7.4 und 7.5) .....</b>	<b>17</b>
4.3 <b>Ansprechweg (Prüfung siehe 7.6.1) .....</b>	<b>17</b>
4.4 <b>Nachlaufweg (Prüfung siehe 7.6.3).....</b>	<b>17</b>
4.5 <b>Gesamtverformungsweg (Prüfung siehe 7.6.2).....</b>	<b>17</b>
4.6 <b>Kraft-Weg-Beziehung(en) (Prüfung siehe 7.6).....</b>	<b>18</b>
4.7 <b>Mindestbetriebsgeschwindigkeit (Prüfung siehe 7.5).....</b>	<b>19</b>
4.8 <b>Anzahl der Schaltspiele (Prüfung siehe 7.7).....</b>	<b>19</b>
4.9 <b>Ausgang des Signalgebers (Prüfung siehe 7.8).....</b>	<b>19</b>
4.10 <b>Ansprechen der Ausgangsschaltseinrichtung auf die Betätigungskraft (Prüfung siehe 7.8 und 7.9) .....</b>	<b>19</b>
4.11 <b>Rückstellfunktion (Prüfung siehe 7.9).....</b>	<b>20</b>
4.12 <b>Umgebungsbedingungen (Prüfung siehe 7.10).....</b>	<b>20</b>
4.13 <b>Schwankungen in der Energieversorgung .....</b>	<b>21</b>
4.14 <b>Elektrische Ausrüstung (Prüfung siehe 7.12.1).....</b>	<b>22</b>
4.15 <b>Pneumatische Ausrüstung (Prüfung siehe 7.12.2).....</b>	<b>22</b>
4.16 <b>Hydraulische Ausrüstung (Prüfung siehe 7.12.3) .....</b>	<b>22</b>
4.17 <b>Gehäuse (Prüfung siehe 7.13).....</b>	<b>22</b>
4.18 <b>Zusätzliche Abdeckungen für Signalgeber (Prüfung siehe 7.14) .....</b>	<b>23</b>
4.19 <b>Zugriff (Prüfung siehe 7.15).....</b>	<b>23</b>
4.20 <b>Kategorien nach EN 954-1 (Prüfung siehe 7.16).....</b>	<b>23</b>
4.21 <b>Einstelleinrichtungen (Prüfung siehe 7.17) .....</b>	<b>23</b>
4.22 <b>Befestigung des Signalgebers und mechanische Festigkeit (Prüfung siehe 7.18).....</b>	<b>24</b>
4.23 <b>Rückformung nach Belastung (Prüfung siehe 7.19).....</b>	<b>24</b>
4.24 <b>Anschlüsse (Prüfung siehe 7.20).....</b>	<b>24</b>
4.25 <b>Scharfe Ecken, scharfe Kanten und raue Oberflächen (Prüfung siehe 7.21) .....</b>	<b>24</b>
4.26 <b>Mechanische Ausrüstung (Prüfung siehe 7.22) .....</b>	<b>24</b>
4.27 <b>Hemmung und Blockierung (Prüfung siehe 7.25) .....</b>	<b>25</b>
<b>5 Kennzeichnung (Prüfung siehe 7.23) .....</b>	<b>25</b>
<b>6 Informationen für Auswahl und Anwendung (Prüfung siehe 7.3 und 7.24).....</b>	<b>25</b>
6.1 <b>Allgemeines .....</b>	<b>25</b>
6.2 <b>Wesentliche Daten zur Auswahl (einer) geeigneten(r) Einrichtung(en) .....</b>	<b>25</b>
6.3 <b>Benutzerinformation .....</b>	<b>26</b>
<b>7 Verifizierung von Anforderungen .....</b>	<b>29</b>
7.1 <b>Prüfmuster .....</b>	<b>29</b>
7.2 <b>Prüfkörper .....</b>	<b>30</b>
7.3 <b>Prüfung Nr 1: Sicherheitsbezogene Daten für die Auswahl, den Einbau, die Inbetriebnahme, den Betrieb und die Instandhaltung (einer) geeigneten(r) Einrichtung(en) (siehe 6.2 und 6.3).....</b>	<b>30</b>
7.4 <b>Prüfung Nr 2: Einbaulagen von Signalgebern (siehe 3.20 und Bild 5) .....</b>	<b>30</b>
7.5 <b>Prüfung Nr 3: Betätigungskraft (Anforderungen siehe 4.2) .....</b>	<b>31</b>
7.6 <b>Prüfung Nr 4: Kraft-Weg-Beziehung(en) (Anforderungen siehe 4.6).....</b>	<b>37</b>
7.7 <b>Prüfung Nr 5: Anzahl der Schaltspiele (Anforderungen siehe 4.8).....</b>	<b>38</b>

7.8	<b>Prüfung Nr 6: Ausgangszustand des Signalgebers und der Ausgangsschalteneinrichtung</b> (Anforderungen siehe 4.9 und 4.10).....	38
7.9	<b>Prüfung Nr 7: Ansprechen der Ausgangsschalteneinrichtung auf die Betätigungskraft, die Rückstellfunktion und den Zustand der Energieversorgung</b> (Anforderungen siehe 4.10 und 4.11).....	38
7.10	<b>Prüfung Nr 8: Verhalten bei Umgebungsbedingungen</b> (Anforderungen siehe 4.12).....	38
7.11	<b>Prüfung Nr 9: Schwankungen in der Energieversorgung</b> (Anforderungen siehe 4.13).....	41
7.12	<b>Prüfung Nr 10: Elektrische, pneumatische und hydraulische Ausrüstung</b> (Anforderungen siehe 4.14, 4.15 und 4.16).....	41
7.13	<b>Prüfung Nr 11: Gehäuse</b> (Anforderungen siehe 4.17).....	41
7.14	<b>Prüfung Nr 12: Zusätzliche Abdeckungen für Signalgeber</b> (Anforderungen siehe 4.18).....	41
7.15	<b>Prüfung Nr 13: Zugriff</b> (Anforderungen siehe 4.19).....	41
7.16	<b>Prüfung Nr 14: Kategorie(n)</b> (Anforderungen siehe 4.20).....	42
7.17	<b>Prüfung Nr 15: Einstelleinrichtungen</b> (Anforderungen siehe 4.21).....	42
7.18	<b>Prüfung Nr 16: Signalgeberbefestigung</b> (Anforderungen siehe 4.22).....	42
7.19	<b>Prüfung Nr 17: Rückformung nach Belastung</b> (Anforderungen siehe 4.23).....	42
7.20	<b>Prüfung Nr 18: Anschlüsse</b> (Anforderungen siehe 4.24).....	42
7.21	<b>Prüfung Nr 19: Scharfe Ecken, Kanten und raue Oberflächen</b> (Anforderungen siehe 4.25).....	42
7.22	<b>Prüfung Nr 20: Mechanische Ausrüstung</b> (Anforderungen siehe 4.26).....	42
7.23	<b>Prüfung Nr 21: Kennzeichnung</b> (Anforderungen siehe Abschnitt 5).....	43
7.24	<b>Prüfung Nr 22: Auswahl- und Benutzerinformationen</b> (Anforderungen siehe Abschnitt 6).....	43
7.25	<b>Prüfung Nr 23: Hemmung und Blockierung</b> (Anforderungen siehe 4.27).....	43
	<b>Anhang A (normativ) Zeitdiagramme für Einrichtungen mit und ohne Rückstellfunktion</b> .....	44
	<b>Anhang B (informativ) Erläuternde Anmerkungen</b> .....	48
	<b>Anhang C (informativ) Anmerkungen für den Maschinenhersteller/Benutzer</b> .....	50
	<b>Anhang D (informativ) Anmerkungen zur Konstruktion</b> .....	52
	<b>Anhang E (informativ) Anmerkungen zur Anwendung</b> .....	55
	<b>Anhang F (informativ) Einbau, Inbetriebnahme und Prüfung</b> .....	56
	<b>Anhang G (informativ) Allgemeine Betrachtungen für Systeme, die Kategorie 2 nach EN 954-1 erfüllen</b> .....	58
	<b>Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 98/37/EG</b> .....	59
	<b>Anhang ZB (informativ) <math>\boxed{A_1}</math> Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 2006/42/EG <math>\boxed{A_1}</math></b> .....	60
	<b>Literaturhinweise</b> .....	61

## Vorwort

Dieses Dokument (EN 1760-2:2001+A1:2009) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 114 „Sicherheit von Maschinen und Geräten“ 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 Oktober 2009, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2009 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument enthält die Änderung A1, angenommen vom CEN am 2009-02-22.

Dieses Dokument ersetzt EN 1760-2:2001.

Anfang und Ende der durch die Änderung eingefügten oder geänderten Texte sind jeweils durch Änderungs-  
marken  $\boxed{A_1}$   $\langle A_1 \rangle$  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.

$\boxed{A_1}$  Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinien siehe die informativen Anhänge ZA und ZB, die Bestandteile dieses Dokuments sind.  $\langle A_1 \rangle$

Dies ist der zweite Teil einer mehrteiligen Typ B-Norm, die Schutzeinrichtungen behandeln, die durch die Einwirkung eines von einem Teil des Körpers einer Person ausgeübten Drucks oder einer Kraft die Anwesenheit einer Person erkennt. Nach dem Ansprechen erteilen die Schutzeinrichtungen einen Stoppbefehl, der von der Maschinensteuerung umgesetzt wird, um die Person zu schützen, die das Ansprechen der Einrichtung ausgelöst hat.

Die anderen Teile der Norm sind:

- *Teil 1: Sicherheit von Maschinen — Druckempfindliche Schutzeinrichtungen — Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schaltmatten und Schaltplatten*
- *Teil 3: Sicherheit von Maschinen — Druckempfindliche Schutzeinrichtungen — Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schaltpuffern, Schaltflächen, Schaltleinen und ähnlichen Einrichtungen*  
 $\boxed{A_1}$  gestrichener Text  $\langle A_1 \rangle$

Der normative Anhang A zeigt Zeitdiagramme für Einrichtungen mit und ohne Rückstellfunktion. Der informative Anhang B erklärt das Verhältnis zwischen der Betriebsgeschwindigkeit, der auf das Hindernis einwirkenden Kraft und der von der Einrichtung nach dem Betätigen zurückgelegten Strecke. Die Anmerkungen im informativen Anhang C geben Hinweise für Benutzer zur Auswahl der geeigneten Einrichtung. Es wird empfohlen, dass der Lieferant und der Kunde sich in Verbindung setzen, um sorgfältig zu prüfen, mit welchen Einschränkungen die Anwendung verbunden ist, bevor ein Auftrag für die Einrichtungen vergeben wird.

Der Schutz von Maschinen (siehe  $\boxed{A_1}$  EN ISO 12100-1:2003, 3.20)  $\langle A_1 \rangle$  kann durch viele unterschiedliche Maßnahmen erreicht werden. Diese Maßnahmen beinhalten trennende Schutzeinrichtungen, die den Zugang zum Gefahrenbereich verhindern (z. B. feststehende trennende Schutzeinrichtungen nach EN 953 und verriegelte trennende Schutzeinrichtungen nach EN 1088); und durch Schutzeinrichtungen (z. B. elektroempfindliche Schutzeinrichtungen nach  $\boxed{A_1}$  EN 61496-1, CLC/TS 61496-2 und CLC/TS 61496-3  $\langle A_1 \rangle$  und druckempfindliche Schutzeinrichtungen nach dieser Norm).

Die Verfasser von Typ-C-Normen und die Konstrukteure von Maschinen/Installationen sollten die günstigste Vorgehensweise berücksichtigen, um das geforderte Sicherheitsniveau zu erreichen, unter Berücksichtigung der bestimmungsgemäßen Verwendung und der Ergebnisse der Risikobeurteilung (siehe  $\boxed{A_1}$  EN ISO 14121-1  $\langle A_1 \rangle$ ). Die beste Lösung kann auch eine Kombination dieser verschiedenen Maßnahmen

sein. Es wird empfohlen, dass der Lieferant der Maschinen/Installationen gemeinsam mit dem Anwender die bestehenden Einschränkungen sorgfältig prüft, bevor sie sich für die Art der Schutzmaßnahmen entscheiden.

Die Anmerkungen im informativen Anhang D geben Hinweise bezüglich der Konstruktion von Schaltleisten und Schaltstangen. Der informative Anhang E gibt Hinweise auf die Anwendung von Schaltleisten und Schaltstangen. Der informative Anhang F gibt Hinweise auf Einbau, Inbetriebnahme und Prüfung. Der informative Anhang G enthält grundsätzliche Hinweise dazu, wie Kategorie 2 nach EN 954-1 erfüllt werden kann.

Diese Europäische Norm legt nicht die Abmessungen und Anordnungsformen der wirksamen Betätigungsflächen der Schaltleisten und Schaltstangen in Bezug auf besondere Anwendungen fest. Jedoch besteht die Forderung an den Hersteller von Schutzeinrichtungen, dass dieser dem Anwender (d. h. dem Maschinenhersteller und/oder dem Anwender der Maschinen) ausreichende Informationen zur Verfügung stellt, damit dieser eine geeignete Anordnung treffen kann.

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

Ⓐ) Schaltleisten und Schaltstangen sind Schutzeinrichtungen des Typs „mechanisch betätigte Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion“. Allgemeine Anforderungen für diese Einrichtungen (sowie für andere Schutzeinrichtungen) sind in EN ISO 12100-2:2003, 5.1 und 5.2 angegeben. Ⓐ)

Schaltleisten und Schaltstangen werden in vielen unterschiedlichen Anwendungsbereichen unter verschiedenen Bedingungen angewendet, z. B. durch Krafteinwirkung oder unter elektrischen, physikalischen und chemischen Umgebungseinflüssen. Schaltleisten und Schaltstangen werden in die Maschinensteuerungen eingebunden, um sicherzustellen, dass die Maschine in einen sicheren Zustand übergeht, wenn die Einrichtung betätigt wird.

Schaltleisten und Schaltstangen können an einem beweglichen Teil einer Maschine an dem Punkt angebracht sein, an dem eine Fang-, Quetsch- oder Kollisionsgefahr auftreten kann. Ebenso können sie an einem festen Teil einer Maschine oder einem Hindernis angebracht sein, um Fang- oder Quetschgefahren mit einem beweglichen Maschinenteil zu verhindern. Schaltleisten und Schaltstangen sind so konstruiert, ausgewählt, eingebaut und/oder in die Maschinensteuerung eingebunden, dass die Kraft/der Druck, die/der auf eine Person oder deren Körperteile einwirkt, bestimmte Grenzen nicht überschreitet.

Ⓐ) Diese Europäische Norm ist eine Typ-B-Norm wie in EN ISO 12100-1 angegeben. Ⓐ)

Schaltleisten, Schaltstangen, Schaltpuffer und Schaltschranken haben viele Gemeinsamkeiten. Die Tabelle 1 fasst die Unterschiede zusammen, die im Allgemeinen zwischen den Einrichtungen bestehen, und gibt Anleitungen für deren Anwendung.

**Tabelle 1 — Charakteristische Merkmale druckempfindlicher Schutzeinrichtungen ausgenommen Schaltmatten und Schaltplatten**

	Schaltleiste	Schaltstange	Schaltpuffer
	EN 1760-2		EN 1760-3
<b>Querschnitt</b>	konstant über die Länge	konstant über die Länge	konstant oder beliebig über die Länge
<b>Verhältnis Länge/Breite</b>	> 1	jedes Verhältnis	jedes Verhältnis
<b>Wirksame Betätigungsfläche</b>	lokal verformbar	bewegt sich als Ganzes	lokal verformbar und/oder bewegt sich als Ganzes
<b>Zur Erkennung von</b>	Finger	Finger	—
	Hand	Hand	Hand
	Arm	Arm	Arm
	Bein	Bein	Bein
	Kopf	Kopf	Kopf
	Rumpf	Rumpf	Rumpf

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm beinhaltet Anforderungen an Schaltleisten und Schaltstangen, die als Schutzeinrichtungen eingesetzt werden und nicht als Betätigungseinrichtungen für den Normalbetrieb. Diese Norm gilt für Schaltleisten und Schaltstangen, die Personen oder deren Körperteile erkennen, die Gefährdungen ausgesetzt sind, wie z. B. gefahrbringende Bewegungen.

Diese Norm hat in erster Linie die Sicherheit und Zuverlässigkeit, und nicht die Eignung, zum Ziel. Für die Beziehung zwischen Sicherheit und Zuverlässigkeit siehe EN 954-1:1996, Anhang D.

Diese Norm legt Anforderungen für Schaltleisten und Schaltstangen mit und ohne Rückstelleinrichtung fest.

Diese Norm beschränkt sich auf die Funktion von Schaltleisten und Schaltstangen und legt keine Anforderungen für deren Anwendung fest. Jedoch enthält Abschnitt 6 Anforderungen an die „Benutzerinformation“, die vom Hersteller zur Verfügung gestellt werden muss. Ein Auswahlverfahren ist in Anhang C gegeben.

Die Anmerkungen zur Konstruktion in Anhang D beinhalten zusätzliche Anleitungen bezüglich der Konstruktion von Schaltleisten und Schaltstangen, die sicher und zuverlässig wirken. Die Anmerkungen in Anhang E geben allgemeine Empfehlungen zur Anwendung, während Anhang G Anleitungen für die Anwendung von Signalgebern gibt, insbesondere bei Luftimpuls-Systemen.

Diese Norm legt nicht die Abmessungen der Schaltleisten oder Schaltstangen in Bezug auf eine bestimmte Anwendung fest.

Diese Norm gilt nicht für Stoppeinrichtungen nach EN 60204-1, die nur für den Normalbetrieb, einschließlich Not-Aus, verwendet werden. Zusätzliche Anforderungen können dort erforderlich sein, wo Schaltleisten und Schaltstangen an Orten angewendet werden, die für alte oder behinderte Menschen oder Kinder zugänglich sind.

ANMERKUNG Es kann möglich sein, dass nicht alle Prüfungen dieser Norm bei Schaltleisten und Schaltstangen durchgeführt werden können, insbesondere dann, wenn sie vom Maschinenhersteller hergestellt und Bestandteil der Maschine sind.

## 2 Normative Verweisungen

**A1** Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen). **A1**

**A1** *gestrichener Text* **A1**

EN 954-1:1996, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze*

EN 982, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitstechnische Anforderungen an fluidtechnische Anlagen und deren Bauteile — Hydraulik*

EN 983, *Sicherheitstechnische Anforderungen an fluidtechnische Anlagen und deren Bauteile — Pneumatik*

**A1** *gestrichener Text* **A1**

EN 50081-1, *Elektromagnetische Verträglichkeit — Fachgrundnorm Störaussendung — Teil 1: Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinindustrie*

EN 60068-2-6, *Umweltprüfungen — Teil 2: Prüfungen — Prüfung Fc: Schwingungen (sinusförmig) (IEC 60068-2-6:1995 + IEC 60068-2-6 Technical Corrigendum:1995)*

EN 60068-2-14, *Umweltprüfungen — Teil 2: Prüfungen — Prüfung N: Temperaturwechsel* (IEC 60068-2-14:1984 + IEC 60068-2-14 AMD 1:1986)

EN 60068-2-29, *Grundlegende Umweltprüfverfahren — Teil 2: Prüfungen, Prüfung Eb und Leitfaden: Dauerschocken* (IEC 60068-2-29:1987)

EN 60204-1:1997, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen* (IEC 60204-1:1997)

EN 60439-1:1999, *Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen — Teil 1: Typgeprüfte und partiell typgeprüfte Kombinationen* (IEC 60439-1:1999)

EN 60529, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)* (IEC 60529:1989)

EN 60947-5-1:1997, *Niederspannungsschaltgeräte — Teil 5-1: Steuergeräte und Schaltelemente — Elektromechanische Steuergeräte* (IEC 60947-5-1:1997)

EN 61000-4-2, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4: Prüf- und Messverfahren — Hauptabschnitt 2: Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität — EMV-Grundnorm* (IEC 61000-4-2:1995)

EN 61000-4-3, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4: Prüf- und Messverfahren — Hauptabschnitt 3: Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder* (IEC 61000-4-3:1995, modifiziert)

EN 61000-4-4, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4: Prüf- und Messverfahren — Hauptabschnitt 4: Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst — EMV-Grundnorm* (IEC 61000-4-4:1995)

EN 61000-4-5, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4: Prüf- und Messverfahren — Hauptabschnitt 5: Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen* (IEC 61000-4-5:1995)

EN 61000-4-6, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4: Prüf- und Messverfahren — Hauptabschnitt 6: Leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder* (IEC 61000-4-6:1996)

EN 61000-6-2, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-2: Fachgrundnormen — Störfestigkeit — Industriebereich* (IEC 61000-6-2:1999)

EN 61496-1, *Sicherheit von Maschinen — Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen* (IEC 61496-1:1997)

**A1** CLC/TS 61496-2:2006, *Sicherheit von Maschinen — Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen — Teil 2: Besondere Anforderungen an Einrichtungen, welche nach dem aktiven opto-elektronischen Prinzip arbeiten* (IEC 61496-2:2006) **A1**

**A1** CLC/TS 61496-3:2008, *Sicherheit von Maschinen — Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen — Teil 3: Besondere Anforderungen an aktive optoelektronische diffuse Reflektion nutzende Schutzeinrichtungen (AOPDDR)* (IEC 61496-3:2008) **A1**

**A1** EN ISO 12100-1:2003, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie* (ISO 12100-1:2003)

EN ISO 12100-2:2003, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 2: Technische Leitsätze* (ISO 12100-2:2003) **A1**

IEC 60068-2-3, *Basic environmental testing procedures — Part 2: Tests — Test Ca: Damp heat, steady state* (Grundlegende Umgebungsprüfverfahren — Teil 2: Prüfungen — Prüfung Ca: Feuchte Wärme (Konstantprüfung))

IEC 60664-1, *Insulation co-ordination for equipment within low-voltage systems — Part 1: Principles, requirements and tests (Isolationskoordination für Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen — Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen)*

### 3 Begriffe

☞ Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN ISO 12100-1:2003 und die folgenden Begriffe. ☞

#### 3.1

##### Schaltleiste

eine Schutzeinrichtung der Art „mechanisch betätigte Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion“ ☞ *gestrichener Text* ☞, die die Berührung durch eine Person oder durch deren Körperteil erkennen soll. Sie besteht aus:

- a) einem Signalgeber (bzw. Signalgebern), der/die bei einwirkendem Druck auf einen Teil seiner/ihrer Oberfläche ein Signal erzeugt/erzeugen, wobei:
  - die Länge größer als die Breite ist;
  - sein Querschnitt über die Länge konstant ist;
  - die Breite des Querschnitts größer als 8 mm ist;
  - sich die wirksame Betätigungsfläche lokal verformt, um den/die Signalgeber zu betätigen;

ANMERKUNG Die Breite des Querschnitts ist in der Regel kleiner oder gleich 80 mm.

- b) einer Signalverarbeitung, die auf ein vom Signalgeber ausgehendes Signal anspricht und ein Ausgangssignal(e) erzeugt, das (die) sie an die Maschinensteuerung gibt

#### 3.2

##### Schaltstange

eine Schutzeinrichtung ☞ *gestrichener Text* ☞ bestehend aus:

- a) einem Signalgeber (bzw. Signalgebern), der/die bei einwirkendem Druck auf einen Teil seiner/ihrer Oberfläche ein Signal erzeugt/erzeugen, wobei:
  - die Länge größer als die Breite ist;
  - sein Querschnitt über die Länge konstant ist;
  - die Breite des Querschnitts größer als 8 mm ist;
  - sich die wirksame Betätigungsfläche als Ganzes bewegt, um den/die Signalgeber zu betätigen;
- b) einer Signalverarbeitung, die auf ein vom Signalgeber ausgehendes Signal anspricht und ein Ausgangssignal(e) erzeugt, das (die) sie an die Maschinensteuerung gibt

ANMERKUNG 1 Die Breite des Querschnitts ist in der Regel kleiner oder gleich 80 mm.

ANMERKUNG 2 Die Oberfläche einer Schaltstange kann sich auch lokal verformen, jedoch wird/werden der/die Signalgeber durch die Verformung nicht betätigt.

3.3

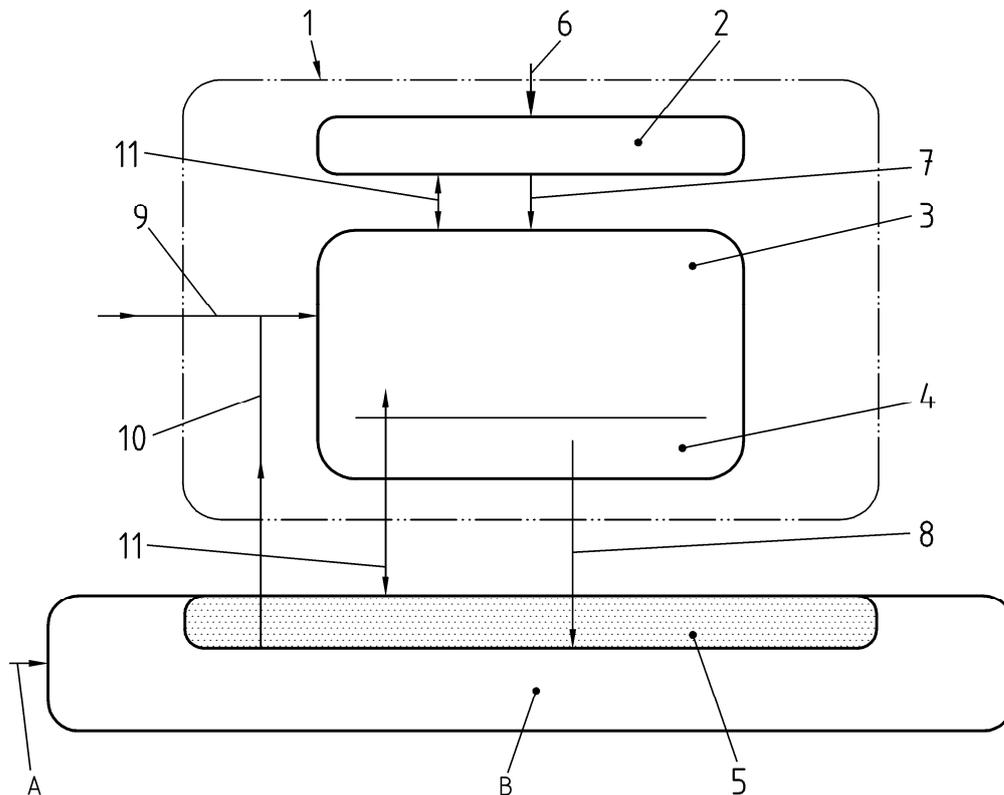
**Signalgeber**

der Teil der Schaltleiste oder Schaltstange, der aufgrund ausreichenden Drucks, der auf einen Teil der Oberfläche einwirkt, ein Signal erzeugt

3.4

**Signalverarbeitung**

der Teil der Schaltleiste oder der Schaltstange, der auf den Zustand des Signalgebers reagiert und Ausgangssignale erzeugt, die an die Maschinensteuerung gegeben werden



**Legende**

- 1 Schaltleiste oder Schaltstange
- 2 Signalgeber
- 3 Signalverarbeitung (kann im Maschinensteuerungsgehäuse angeordnet oder Teil der Maschinensteuerung sein)
- 4 Ausgangsschalteneinrichtung(en) (kann im Maschinensteuerungsgehäuse angeordnet oder Teil der Maschinensteuerung sein)
- 5 Teil der Maschinensteuerung, welche für die Verarbeitung der Signale aus der Ausgangsschalteneinrichtung der Schaltleiste und der Schaltstange benutzt wird
- 6 Betätigungskraft
- 7 Signalgeberausgang
- 8 Ein- oder Aus-Zustand
- 9 Manuelles Rückstellsignal (wo zweckmäßig alternativ zu A)
- 10 Rückstellsignal von der Maschinensteuerung (wo zweckmäßig)
- 11 Überwachungssignale (nicht zwingend)
- A Manuelles Rückstellsignal an die Maschinensteuerung (wo zweckmäßig alternativ zu 9)
- B Maschinensteuerung(en)

**Bild 1 — Schaltleiste oder Schaltstange angewendet an einer Maschine**

### 3.5

#### **Ausgangsschaltseinrichtung**

ein Teil der Signalverarbeitung einer Schaltleiste oder einer Schaltstange, der in die Maschinensteuerung eingebunden ist und das Ausgangssignal überträgt

ANMERKUNG Die obengenannten Definitionen beschreiben die Funktionsbauteile einer Schaltleiste oder Schaltstange. Diese Funktionen können in einer einzelnen Einheit integriert sein oder in beliebig vielen getrennten Einheiten enthalten sein (siehe Bild 1).

Zum Beispiel kann eine einfache Schaltleiste oder eine Schaltstange, die einen Positionsschalter betätigt, als Signalgeber, Signalverarbeitung und Ausgangsschaltseinrichtung betrachtet werden.

### 3.6

#### **EIN-Zustand der Ausgangsschaltseinrichtung(en)**

der Zustand, in dem der/die Ausgangskreis(e) geschlossen ist/sind und der Strom- oder Fluidfluss dadurch möglich ist

### 3.7

#### **AUS-Zustand der Ausgangsschaltseinrichtung(en)**

der Zustand, in dem der/die Ausgangskreis(e) unterbrochen ist/sind und dadurch kein Strom- oder Fluidfluss möglich ist

### 3.8

#### **Betätigungskraft**

jede Kraft, die auf den Signalgeber aufgebracht wird, wodurch die Ausgangsschaltseinrichtung(en) in den AUS-Zustand übergeht/übergehen

### 3.9

#### **wirksame Betätigungsfläche**

der Teil der Oberfläche eines Signalgebers oder einer Kombination von Signalgebern innerhalb des wirksamen Betätigungswinkels und der wirksamen Betätigungslänge, wo durch Aufbringen einer Betätigungskraft in der Ausgangsschaltseinrichtung ein AUS-Zustand bewirkt wird (siehe z. B. Bilder 2 und 3)

### 3.10

#### **wirksame Betätigungslänge**

die Länge der wirksamen Betätigungsfläche

### 3.11

#### **Bezugsachse**

eine Linie in Längsrichtung zum Signalgeber, deren Position im Querschnitt des Signalgebers dazu verwendet wird, um die wirksame Betätigungsfläche zu definieren (siehe Bilder 2 und 3)

### 3.12

#### **wirksamer Betätigungswinkel**

der Winkel um die Bezugsachse, der die wirksame Betätigungsfläche entlang der wirksamen Betätigungslänge begrenzt (siehe Bilder 2 und 3)

### 3.13

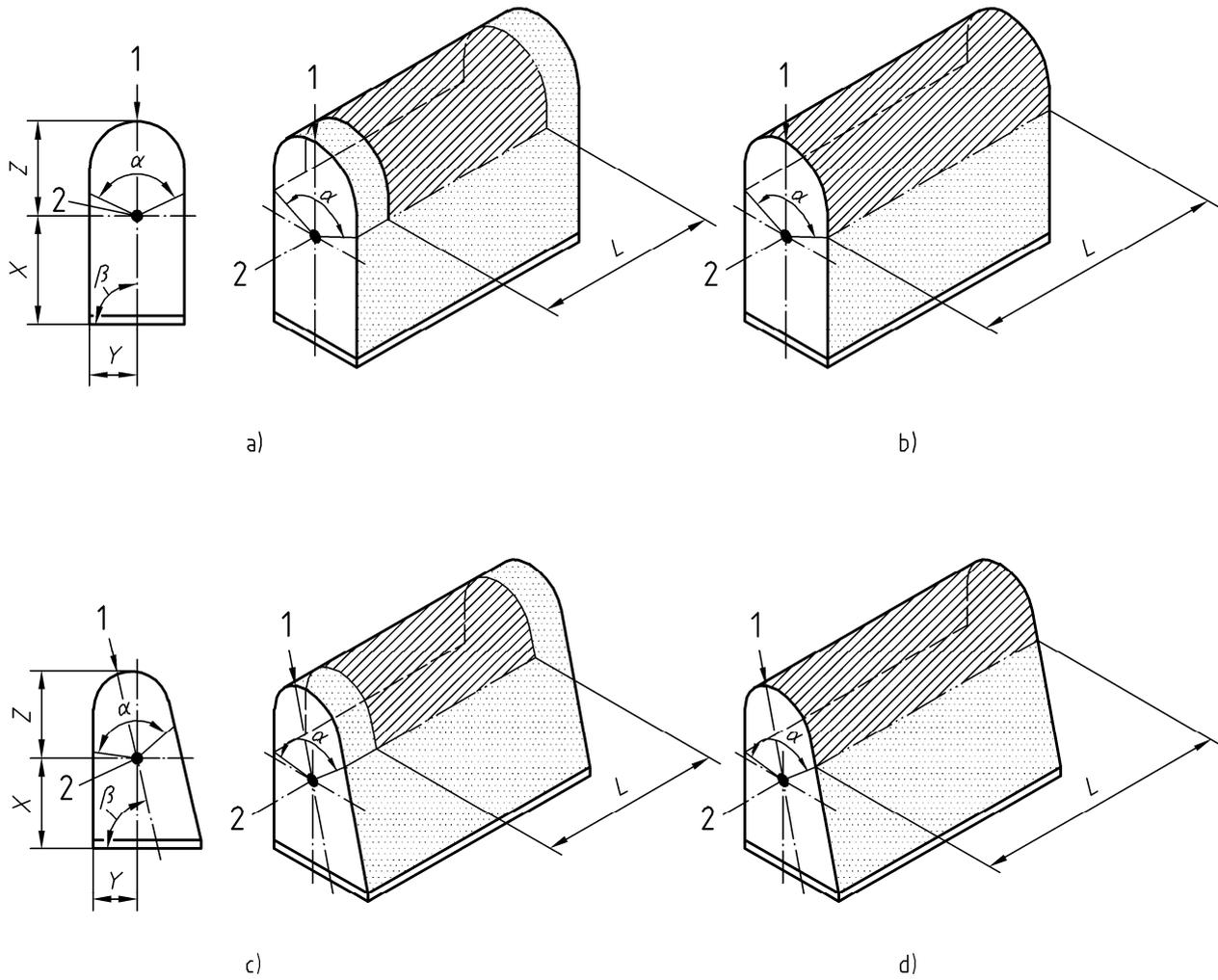
#### **Bezugsrichtung**

die Betätigungsrichtung von einem Punkt auf der wirksamen Betätigungsfläche aus zur Bezugsachse, die den wirksamen Betätigungswinkel halbiert und senkrecht zur Bezugsachse liegt (siehe Bilder 2 und 3)

### 3.14

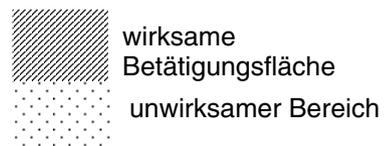
#### **unwirksame(r) Bereich(e)**

der Teil der Signalgeberoberfläche außerhalb der wirksamen Betätigungsfläche (siehe Bilder 2 und 3)



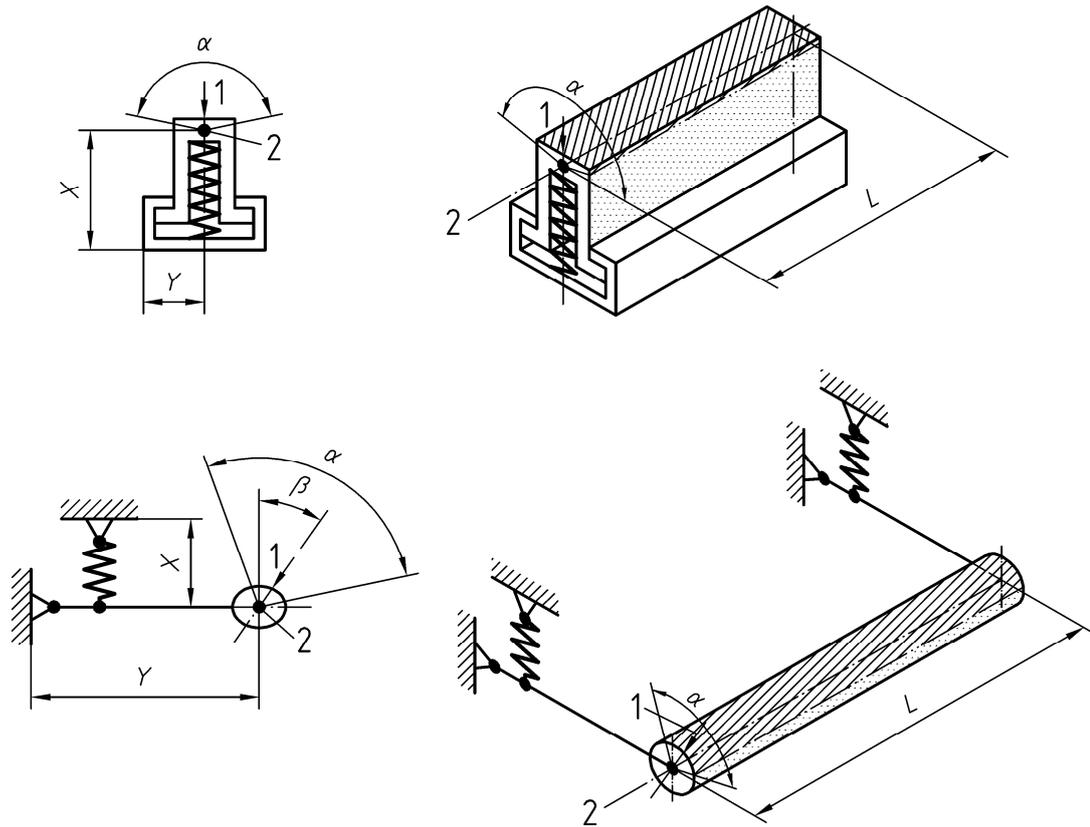
**Legende**

- a) symmetrisch mit einem unwirksamen Bereich an den Enden
- b) symmetrisch ohne unwirksamen Bereich an den Enden
- c) asymmetrisch mit einem unwirksamen Bereich an den Enden
- d) asymmetrisch ohne unwirksamen Bereich an den Enden



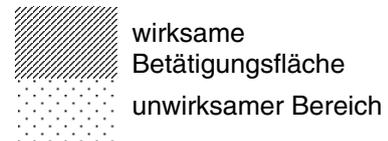
- 1 Bezugsrichtung
- 2 Bezugsachse
- L wirksame Betätigungslänge
- $\alpha$  wirksamer Betätigungswinkel
- $\beta$  siehe 7.4.1

**Bild 2 — Wirksame Betätigungsflächen von Schaltleisten**



### Legende

- 1 Bezugsrichtung
- 2 Bezugsachse
- $L$  wirksame Betätigungslänge
- $\alpha$  wirksamer Betätigungswinkel
- $\beta$  siehe 7.4.1



**Bild 3 — Wirksame Betätigungsflächen von Schaltstangen**

### 3.15

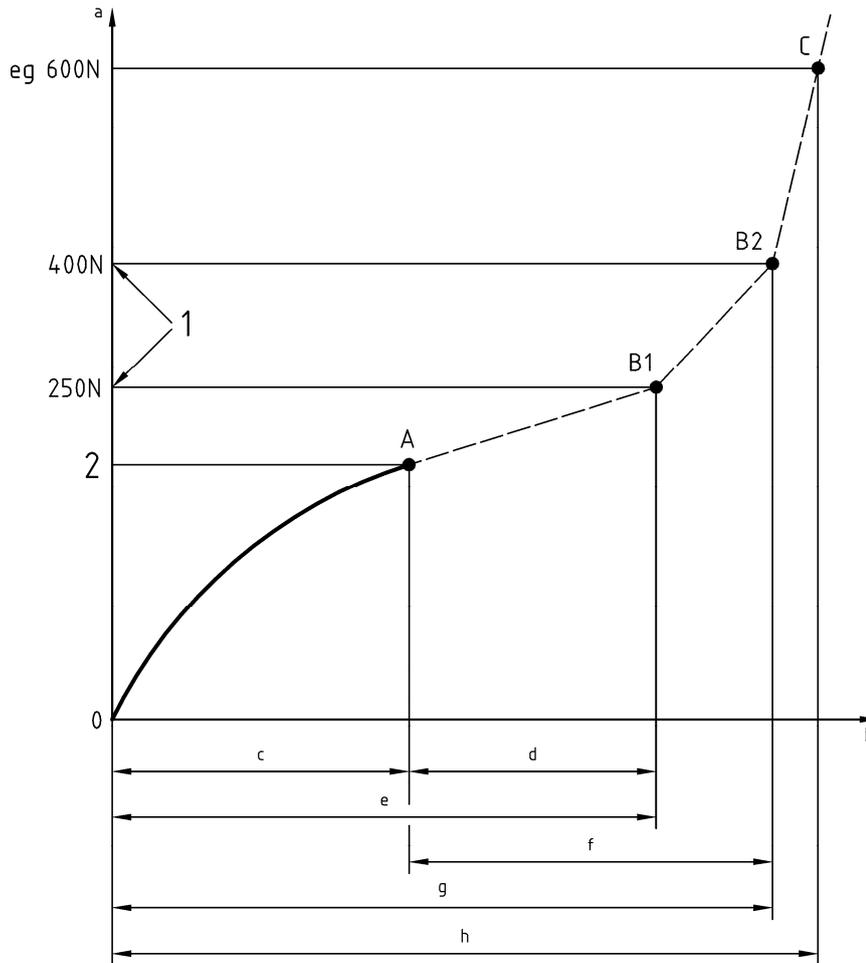
#### **Ansprechweg**

der Weg, der von einem Objekt zurückgelegt wird, das sich senkrecht zur Bezugsachse und in der Achse der aufbrachten Betätigungskraft bewegt, nachdem es die wirksame Betätigungsfläche berührt hat, bis die Ausgangsschalteneinrichtung(en) unter festgelegten Bedingungen in einen AUS-Zustand übergeht (siehe Bild 4)

### 3.16

#### **Gesamtverformungsweg**

der Weg, der von einem Objekt zurückgelegt wird, das sich senkrecht zur Bezugsachse bewegt, nachdem dieses Objekt die wirksame Betätigungsfläche unter festgelegten Bedingungen berührt hat, bis eine festgelegte Grenzkraft, die auf das Objekt aufgebracht wird (siehe Bild 4), erreicht ist



**Legende**

- |   |                                |   |                             |
|---|--------------------------------|---|-----------------------------|
| a | Kraft, in Newton (N)           | 1 | festgelegte Grenzkkräfte    |
| b | Weg, in Millimeter (mm)        | 2 | niedrigste Betätigungskraft |
| c | Ansprechweg                    |   |                             |
| d | Nachlaufweg bei 250 N          |   |                             |
| e | Gesamtverformungsweg bei 250 N |   |                             |
| f | Nachlaufweg bei 400 N          |   |                             |
| h | Gesamtweg                      |   |                             |
- 
- A Ansprechweg (Betätigungspunkt und Betätigungskraft bei maximaler Betriebsgeschwindigkeit)
- B Gesamtverformungsweg (bei einer Kraft von 250 N und 400 N bei einer Betriebsgeschwindigkeit kleiner oder gleich 10 mm/s)
- C Gesamtweg (z. B. bei 600 N bei einer Betriebsgeschwindigkeit kleiner oder gleich 10 mm/s)
- Prüfkörper 1 nach Bild 6 wird zur Aufbringung der Kräfte verwendet.

**Bild 4 — Beispiel für eine Kraft-Weg-Beziehung**

### 3.17

#### **Nachlaufweg**

die Differenz zwischen dem Gesamtverformungsweg und dem Ansprechweg, wenn beide mit dem gleichen Objekt gemessen und unter den gleichen Bedingungen angewendet werden (siehe Bild 4)

### 3.18

#### **Kraft-Weg-Beziehung**

die Beziehung zwischen der Kraft, die senkrecht zur Bezugsachse aufgebracht wird, und dem Weg, der von einem festgelegten Objekt senkrecht zur Bezugsachse unter festgelegten Bedingungen zurückgelegt wird (siehe Bild 4)

### 3.19

#### **Rückstellsignal**

die Funktion, die einen EIN-Zustand in der/den Ausgangsschalteneinrichtung(en) zulässt, vorausgesetzt, dass bestimmte Bedingungen erfüllt werden (siehe Bilder A.1 bis A.4)

### 3.20

#### **Einbaulagen**

die Orientierung des Signalgebers im Raum (siehe Bild 5)

### 3.21

#### **Gesamtweg**

die Bewegung oder Verformung der wirksamen Betätigungsfläche einer Schaltleiste oder Schaltstange, die in der Richtung der Betätigungskraft gemessen wird, von dem Punkt des Kontaktes an bis zu dem Punkt, an dem keine weitere wesentliche Verformung der wirksamen Betätigungsfläche auftritt, z. B. bei einer Kraft von 600 N

### 3.22

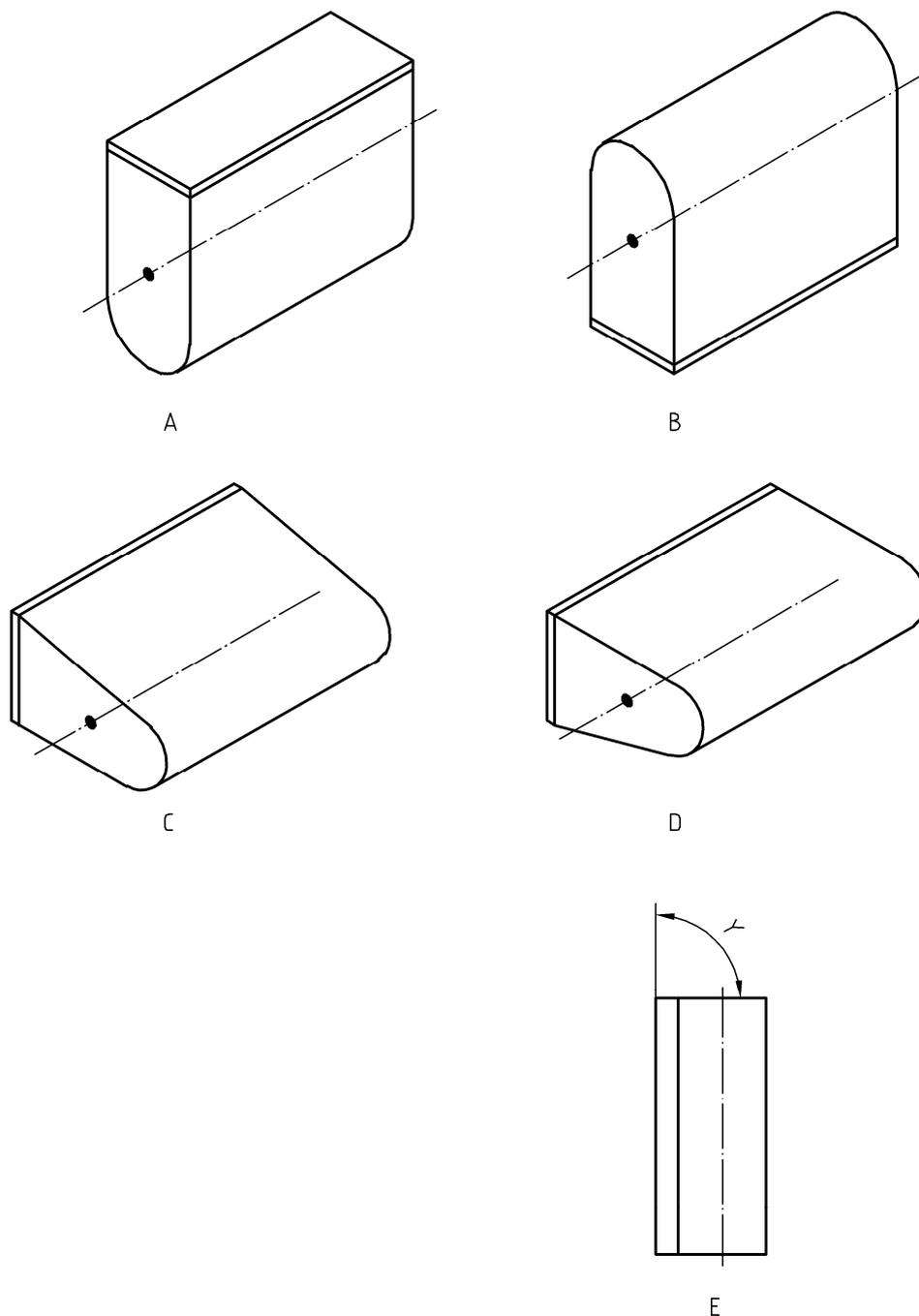
#### **Anlaufsperr**

eine Einrichtung, die den Start einer automatischen Maschine verhindert, wenn die Energie (z. B. elektrische Energieversorgung) zur Schaltleiste oder Schaltstange eingeschaltet wird oder wenn sie nach einer Unterbrechung wieder ansteht

### 3.23

#### **Betriebsgeschwindigkeit**

jede Geschwindigkeit, bei der eine Kraft auf den Signalgeber aufgebracht wird und die dazu führt, dass die Ausgangsschalteneinrichtung in den AUS-Zustand übergeht



**Legende**



Bezugsachse

**Bild 5 — Einbaulagen des Signalgebers A bis E**

## 4 Anforderungen

### 4.1 Wirksame Betätigungsfläche

Wie in den Bildern 2 und 3 dargestellt, muss der Hersteller folgende Angaben machen: die wirksame Betätigungsfläche durch Angabe der Abmessungen  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  und die wirksame Betätigungslänge.

Der wirksame Betätigungswinkel von druckempfindlichen Einrichtungen mit Höhen  $x$  plus  $z$  (siehe Bild 2) gleich oder größer 40 mm muss gleich oder größer  $90^\circ$  sein.

Der wirksame Betätigungswinkel von druckempfindlichen Einrichtungen mit einer Höhe  $x$  plus  $z$  kleiner 40 mm muss mindestens  $40^\circ$  sein.

Falls der wirksame Betätigungswinkel kleiner als  $90^\circ$  ist, muss ein deutlicher Warnhinweis in der Benutzerinformation enthalten sein.

### 4.2 Betätigungskraft (Prüfung siehe 7.4 und 7.5)

Die niedrigste(n) Betätigungskraft(-kräfte) senkrecht zur Bezugsachse darf/dürfen die in Tabelle 2 festgelegten Kräfte nicht überschreiten, wenn sie bei den Prüfgeschwindigkeiten (Mindest- bis maximale Betriebsgeschwindigkeit) auf die wirksame Betätigungsfläche im Einsatztemperaturbereich in den Einbaulagen des Signalgebers einwirken (siehe Bild 5). Diese Angaben werden vom Hersteller festgelegt.

**Tabelle 2 — Verhältnis zwischen Prüfkörpern und Betätigungskräften**

Prüfkörper (siehe Bild 6)	1	2	3
Betätigungskraft, in Newton	150	600	50

Prüfkörper 3 darf nur an Schaltleisten oder Schaltstangen angewendet werden, die zum Erkennen von Fingern konstruiert sind.

**ANMERKUNG** Die in diesem Abschnitt festgelegten Kräfte sind in erster Linie dafür vorgesehen, das Druckempfindlichkeitsvermögen der Einrichtung zu bewerten. Diese Kräfte sollten nicht als sichere Kräfte erachtet werden (siehe Anhang C und EN 953:1997, 5.2.5.2 als Anleitung)

### 4.3 Ansprechweg (Prüfung siehe 7.6.1)

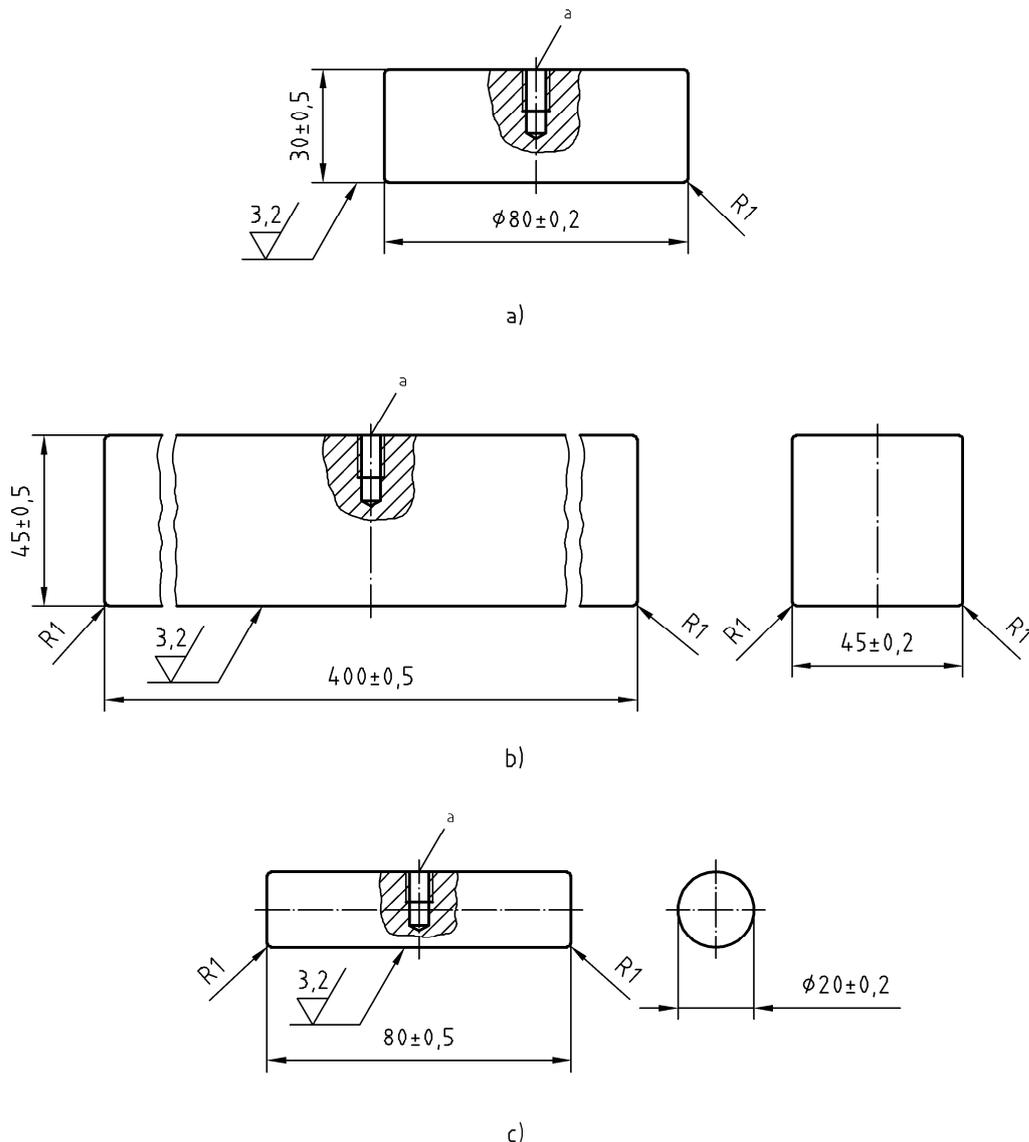
Der Ansprechweg darf nicht größer sein als der, den der Hersteller angegeben hat.

### 4.4 Nachlaufweg (Prüfung siehe 7.6.3)

Der Nachlaufweg darf nicht kleiner sein als der, den der Hersteller angegeben hat.

### 4.5 Gesamtverformungsweg (Prüfung siehe 7.6.2)

Der Gesamtverformungsweg darf nicht kleiner sein, als der, den der Hersteller angegeben hat.



**Legende**

a), b), c) Prüfkörper 1 bis 3

a Befestigungsempfehlung

Radiustoleranz ± 0,2

**Bild 6 — Prüfkörper**

**4.6 Kraft-Weg-Beziehung(en)** (Prüfung siehe 7.6)

Der Hersteller der Schaltleiste oder Schaltstange muss Daten zur Verfügung stellen, die die Beziehung zwischen Kraft und Weg für ein repräsentatives Muster in Form eines Diagramms aufzeigen, wie in Bild 4 gezeigt. Diese Daten werden bestimmt unter Aufbringung der Kraft durch Prüfkörper 1 (siehe Bild 6). Der Hersteller muss angeben, welche Bedingungen bei der Ermittlung der Daten zugrunde lagen, in Bezug auf die Temperatur, die Betriebsgeschwindigkeit(en), die Einbaulage und die Betätigungsrichtung.

Jedes Diagramm muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- die Betätigungskraft und den Ansprechweg (Punkt A in Bild 4);
- den Gesamtverformungsweg für eine Reaktionskraft von 250 N (siehe Anmerkung 2) oder für eine Kraft entsprechend den Angaben in den Typ-C-Normen (Punkt B1 in Bild 4);

- den Gesamtverformungsweg für eine Reaktionskraft von 400 N (siehe Anmerkung 2) oder für eine Kraft entsprechend den Angaben in den Typ-C-Normen (Punkt B2 in Bild 4);
- die Kraft-Weg-Beziehung über 400 N hinaus, z. B. bis 600 N (Punkt C in Bild 4).

ANMERKUNG 1 Die zu berücksichtigenden Betätigungsrichtungen sind abhängig von der vorgesehenen Verwendung der Schaltleiste oder der Schaltstange.

ANMERKUNG 2 Siehe Einleitung und Anhang C bezüglich zulässiger Kräfte.

#### **4.7 Mindestbetriebsgeschwindigkeit (Prüfung siehe 7.5)**

Die Mindestbetriebsgeschwindigkeit darf 10 mm/s nicht überschreiten.

#### **4.8 Anzahl der Schaltspiele (Prüfung siehe 7.7)**

Die Anforderungen nach 4.8.1 und 4.8.2 gelten für Schaltleisten und/oder Schaltstangen, damit sie als bewährte Bauteile anerkannt werden. Wird diese Anforderung nicht erfüllt, müssen andere Mittel verwendet werden, um die Sicherheit des Systems sicherzustellen, z. B. die Verwendung eines Systems der Kategorie 2 nach EN 954-1:1996.

##### **4.8.1 Einzelsignalgeber (Prüfung siehe 7.7.1)**

Nach 10 000 Betätigungen muss die Schaltleiste oder Schaltstange ihre bestimmungsgemäße Funktion weiterhin erfüllen, und der Signalgeber darf keine sichtbaren Anzeichen einer Beschädigung aufweisen.

##### **4.8.2 Signalgeberkombination (Prüfung siehe 7.7.2)**

Setzt sich die wirksame Betätigungsfläche aus mehr als einem Signalgeber zusammen, muss die Schaltleiste oder Schaltstange ihre bestimmungsgemäße Funktion weiterhin erfüllen, und die Signalgeber dürfen auch nach weiteren 1 000 Betätigungen an jeder Fügkante keine sichtbaren Anzeichen einer Beschädigung aufweisen.

#### **4.9 Ausgang des Signalgebers (Prüfung siehe 7.8)**

Der Ausgang des Signalgebers muss eine Größe haben, die bewirkt, dass die Ausgangsschaltanordnung in den AUS-Zustand übergeht, wenn die Betätigungskraft senkrecht zur Bezugsachse auf die wirksame Betätigungsfläche aufgebracht wird.

#### **4.10 Ansprechen der Ausgangsschaltanordnung auf die Betätigungskraft** (Prüfung siehe 7.8 und 7.9)

##### **4.10.1 Systeme, bei denen der Ausgang des Signalgebers so lange im AUS-Zustand bleibt, wie die Betätigungskraft einwirkt**

Wenn die minimale Betätigungskraft senkrecht zur Bezugsachse einwirkt, muss die Ausgangsschaltanordnung vom EIN-Zustand in den AUS-Zustand übergehen und zumindest so lange im AUS-Zustand bleiben, wie die Betätigungskraft einwirkt. Die Ausgangsschaltanordnung darf nur in den EIN-Zustand zurückgehen, wenn:

- die Betätigungskraft weggenommen und ein Rückstellbefehl gegeben wird (siehe Bilder A.1 und A.2) oder
- die Betätigungskraft weggenommen wird (bei Systemen ohne Rückstellfunktion, siehe Bild A.3).

#### 4.10.2 Systeme, bei denen der Ausgang des Signalgebers nicht im AUS-Zustand verbleibt, wenn die Betätigungskraft andauert

Wenn die minimale Betätigungskraft senkrecht zur Bezugsachse einwirkt, muss die Ausgangsschalt-einrichtung vom EIN-Zustand in den AUS-Zustand übergehen. Die Ausgangsschalt-einrichtung darf nur in den EIN-Zustand zurückgehen, wenn ein Rückstellsignal gegeben wird (siehe Bild A.4) oder wenn zusätzliche Schutzmaßnahmen getroffen sind, z. B. automatische Umkehr der gefahrbringenden Bewegung. Diese zusätzlichen Schutzmaßnahmen müssen in der Benutzerinformation festgelegt werden, siehe 6.3.

Da die Ausgangsschalt-einrichtung in einen EIN-Zustand zurückgehen kann, wenn die Betätigungskraft noch ansteht, sind zusätzliche Schutzmaßnahmen erforderlich, um sicherzustellen, dass keine Gefährdung besteht.

Siehe Anmerkungen in Anhang A (Bild A.4) und siehe Anhang G für Systeme, die bestimmte Anwendungen betreffen.

#### 4.11 Rückstellfunktion (Prüfung siehe 7.9)

Die Rückstellfunktion einer Schalteiste oder Schaltstange muss die grundlegenden Anforderungen nach EN 954-1:1996, 5.5, erfüllen und die Funktionsanforderungen des Anhangs A dieser Norm.

Zur Rückstellung einer Anlaufsperrung oder einer Wiederanlaufsperrung einer Schalteiste oder Schaltstange muss das Rückstellsignal:

- entweder direkt in die Signalverarbeitung der druckempfindlichen Schutzeinrichtung oder
- über die Maschinensteuerung

eingetragen werden.

Ist eine manuelle Rückstellung vorgesehen, muss diese die Funktionen im Anhang A (Bilder A.1, A.2 und A.4) und die Funktionen nach EN 954-1:1996, 5.4 erfüllen.

#### 4.12 Umgebungsbedingungen (Prüfung siehe 7.10)

Die Schalteiste oder Schaltstange muss ihre bestimmungsgemäße Funktion weiterhin erfüllen, wenn sie den vom Hersteller angegebenen Umgebungsbedingungen ausgesetzt ist. Die Mindestanforderungen sind in 4.12.1, 4.12.2, 4.12.3 und 4.12.4 enthalten.

##### 4.12.1 Klimatische Bedingungen (Prüfung siehe 7.10.2 und 7.10.3)

Die Schalteiste oder Schaltstange muss ihre bestimmungsgemäße Funktion weiterhin erfüllen, wenn sie den folgenden klimatischen Bedingungen ausgesetzt ist:

- Der Mindesttemperaturbereich muss von +5 °C bis +40 °C reichen. Gibt der Hersteller an, dass die Schalteiste oder Schaltstange für einen größeren Temperaturbereich geeignet ist, muss sie die Anforderungen über den angegebenen Temperaturbereich erfüllen (siehe 7.10.2).
- Nach einer Lagerung von vier Tagen Dauer bei einer relativen Feuchtigkeit von 93 % und bei einer Temperatur von 40 °C muss das System seine bestimmungsgemäße Funktion weiterhin erfüllen (siehe 7.10), und die Schutzwirkung der elektrischen Isolation muss erhalten bleiben (siehe 7.10.3).

##### 4.12.2 Elektromagnetische Verträglichkeit (Prüfung siehe 7.10.4)

Die Schalteiste oder Schaltstange muss unter den in **A1** Tabelle 13 **A1** angegebenen Bedingungen ihre bestimmungsgemäße Funktion weiterhin erfüllen (siehe 7.10.4). Der Hersteller darf einen höheren Schärfe-grad angeben, in der die Schalteiste oder Schaltstange ihre bestimmungsgemäße Funktion weiterhin erfüllen muss.

#### 4.12.3 Vibration (Prüfung siehe 7.10.5)

Die Schaltleiste oder Schaltstange muss, ohne betätigt zu werden, unter folgenden Vibrationsbedingungen nach EN 60068-2-6 ihre bestimmungsgemäße Funktion weiterhin erfüllen:

- Frequenzbereich 10 Hz bis 55 Hz;
- Amplitude 0,15 mm;
- 10 Zyklen je Achse;
- Durchstimmgeschwindigkeit 1 Oktave je Minute.

Nach dieser Vibrationsprüfung muss die Schaltleiste oder Schaltstange ihre bestimmungsgemäße Funktion weiterhin erfüllen.

#### 4.12.4 Dauerschocken (Prüfung siehe 7.10.6)

Die Schaltstange muss, ohne betätigt zu werden, unter folgenden Bedingungen ihre bestimmungsgemäße Funktion weiterhin erfüllen:

Die Anforderungen gelten nur für den Signalgeber von Schaltstangen in der Bezugsrichtung und in entgegengesetzter Richtung und müssen der EN 60068-2-29 entsprechen:

- Spitzenbeschleunigung: 100 m/s<sup>2</sup>;
- Schockdauer: 16 ms;
- Schockform: Halbsinus;
- Anzahl der Schocks je Richtung: 1 000;
- Frequenz: etwa 1 Hz.

Die Schaltstange muss, ohne betätigt zu werden, unter oben genannten Bedingungen weiterhin funktionieren. Nach dieser Dauerschockprüfung muss die Schaltstange ihre bestimmungsgemäße Funktion weiterhin erfüllen.

### 4.13 Schwankungen in der Energieversorgung

Die Schaltleiste und die Schaltstange müssen ihre bestimmungsgemäße Funktion weiterhin erfüllen, wenn sie Schwankungen in der Energieversorgung nach 4.13.1 und 4.13.2 unterzogen werden.

#### 4.13.1 Schwankungen in der elektrischen Energieversorgung (Prüfung siehe 7.11.1)

Die Schaltleiste und die Schaltstange müssen die Anforderungen nach EN 60204-1:1997, 4.3, erfüllen.

#### 4.13.2 Schwankungen in der nicht-elektrischen Energieversorgung (Prüfung siehe 7.11.2)

Die Schaltleiste und die Schaltstange müssen ihre bestimmungsgemäße Funktion weiterhin erfüllen, wenn sie Schwankungen in der Energieversorgung, nach den Angaben des Herstellers und nach den entsprechenden Anforderungen in EN 982 für hydraulische Systeme und in EN 983 für pneumatische Systeme, unterzogen werden.

Wenn keine Druckbegrenzungseinrichtungen eingebaut sind, dürfen Druckschwankungen oberhalb des angegebenen Bereiches nicht zu einem gefahrbringenden Zustand führen.

Schwankungen unterhalb des angegebenen Bereiches dürfen nicht zu einem gefahrbringenden Zustand führen.

#### **4.14 Elektrische Ausrüstung** (Prüfung siehe 7.12.1)

##### **4.14.1 Allgemeines**

Die elektrische Ausrüstung (die elektrischen Bauteile) von Schaltleisten und Schaltstangen muss (müssen):

- den Europäischen Normen, falls vorhanden, entsprechen;
- für die bestimmungsgemäße Verwendung geeignet sein;
- innerhalb der spezifizierten Bemessungswerte betrieben werden.

##### **4.14.2 Schutz gegen elektrischen Schlag**

Schutz gegen elektrischen Schlag muss nach EN 60204-1:1997, 6.1, 6.2 und 6.3, vorhanden sein.

##### **4.14.3 Überstromschutz**

Überstromschutz muss nach EN 60204-1:1997, 7.2.1, 7.2.2, 7.2.4, 7.2.8, 7.2.9 und 7.2.10, vorhanden sein.

##### **4.14.4 Elektromechanische Einrichtungen**

Elektromechanische Signalverarbeitungen und Ausgangsschalteneinrichtungen müssen die entsprechenden Anforderungen nach EN 60947-5-1 erfüllen.

##### **4.14.5 Verschmutzungsgrad**

Die elektrische Ausrüstung muss für den Verschmutzungsgrad 2 nach EN 60439-1:1999, 6.1.2.3, geeignet sein.

##### **4.14.6 Luftstrecke, Kriechstrecke und Trennstrecke**

Die elektrischen Einrichtungen müssen nach EN 60439-1:1999, 7.1.2, konstruiert und gebaut sein.

##### **4.14.7 Verdrahtung**

Die elektrischen Einrichtungen müssen nach EN 60439-1:1999, 7.8.3, verdrahtet sein.

#### **4.15 Pneumatische Ausrüstung** (Prüfung siehe 7.12.2)

Die pneumatische Ausrüstung muss den entsprechenden Anforderungen nach EN 983 entsprechen.

#### **4.16 Hydraulische Ausrüstung** (Prüfung siehe 7.12.3)

Die hydraulische Ausrüstung muss den entsprechenden Anforderungen nach EN 982 entsprechen.

#### **4.17 Gehäuse** (Prüfung siehe 7.13)

##### **4.17.1 Signalgeber**

Der Hersteller muss die Eignung des Signalgebers für bestimmte Umgebungsbedingungen festlegen, z. B. nasse oder staubige Umgebung. Diese Festlegungen müssen als Schutzart definiert werden, z. B. IP 44 nach EN 60529. Die Teile des Signalgebers, die elektrische Bauteile enthalten, müssen ein Gehäuse haben, das mindestens den Anforderungen der Schutzart IP 54 entspricht. Wenn der Hersteller angibt, dass der Signalgeber in Wasser eingetaucht werden darf, muss das Signalgebergehäuse mindestens den Anforderungen der Schutzart IP 67 entsprechen. Der Hersteller muss die Dauer und die Tiefe des Eintauchens angeben.

#### 4.17.2 Signalverarbeitung und Ausgangsschaltseinrichtung

Das Gehäuse der Signalverarbeitung und das Gehäuse jeder außerhalb angeordneten Ausgangsschaltseinrichtung müssen mindestens den Anforderungen der Schutzart IP 54 entsprechen. Wenn die Signalverarbeitung und die Ausgangsschaltseinrichtung für den Einbau in ein anderes Steuerungsgehäuse gebaut sind, muss dieses Steuerungsgehäuse den Anforderungen der Schutzart für diese Anwendung entsprechen. In diesem Fall müssen die Signalverarbeitung und die Ausgangsschaltseinrichtung mindestens den Anforderungen der Schutzart IP 2X entsprechen.

#### 4.18 Zusätzliche Abdeckungen für Signalgeber (Prüfung siehe 7.14)

Gibt der Hersteller an, dass zusätzliche Abdeckungen für den Signalgeber verwendet werden können, müssen die gesamten Anforderungen dieser Norm weiterhin erfüllt sein (siehe Anhang D).

#### 4.19 Zugriff (Prüfung siehe 7.15)

Wenn der Zugriff zum Inneren diverser Teile der Schalteiste und der Schaltstange erforderlich ist, darf dies nur mit Hilfe eines Schlüssels oder eines Werkzeuges möglich sein.

#### 4.20 Kategorien nach EN 954-1 (Prüfung siehe 7.16)

Schaltleisten und Schaltstangen müssen den Anforderungen der vom Hersteller angegebenen Kategorien entsprechen. Für Schaltleisten und Schaltstangen sind die Kategorien wie folgt:

- Der Signalgeber muss die Anforderungen der Kategorie 1 erfüllen oder in Verbindung mit den anderen Teilen der Schalteiste oder Schaltstange die Kategorien 2, 3 oder 4.
- Die Signalverarbeitung und die Ausgangsschaltseinrichtung müssen die Anforderungen der Kategorie 1 oder 2 oder 3 oder 4 erfüllen.

ANMERKUNG 1 Schaltleisten und Schaltstangen sind Beispiele für ein System, das aus einer Kombination von sicherheitsbezogenen Teilen besteht. Folglich können sich die Kategorien dieser Teile voneinander unterscheiden.

ANMERKUNG 2 Zum Zeitpunkt der Erarbeitung dieser Norm entspricht die Mehrzahl der bekannten Signalgeber den Anforderungen der Kategorie 1. Zur Zeit erfüllen Luftimpuls-Systeme nicht die Anforderungen der Kategorie 1. Ein Luftimpuls-System kann die Anforderungen der Kategorie 2 erfüllen, wenn die Sicherheitsfunktion getestet wird. (Siehe Bild A.4, D.2.5 und G.3 bezüglich Hinweisen für Luftimpuls-Signalgeber.)

ANMERKUNG 3 Der Signalgeber erfüllt dann die Anforderungen der Kategorie 1, wenn er die Anforderungen dieser Norm und die Anforderungen nach EN 954-1 erfüllt.

ANMERKUNG 4 Typ-C-Normen können entsprechend der jeweiligen Anwendung andere Anforderungen stellen, um ein entsprechendes Sicherheitsniveau zu erzielen.

ANMERKUNG 5 Zum Zeitpunkt der Erarbeitung dieser Norm ist es nicht möglich, dass die Mehrzahl der Signalgeber alle für die Kategorien 3 oder 4 angegebenen Anforderungen erfüllen, insbesondere bei Berücksichtigung mechanischer Beschädigungen und Alterung.

ANMERKUNG 6 Zum Zeitpunkt der Erarbeitung dieser Norm sollten Signalverarbeitungen und Ausgangsschaltseinrichtungen, die aus elektronischen Bauteilen bestehen, die Anforderungen der Kategorie 2 oder 3 oder 4 erfüllen.

#### 4.21 Einstelleinrichtungen (Prüfung siehe 7.17)

Schaltleisten und Schaltstangen sollten keine Einstelleinrichtungen haben.

Falls es notwendig ist, während der Inbetriebnahme Einstellungen vorzunehmen, muss der Hersteller Anleitungen zur Verfügung stellen, die es ermöglichen, die Einstellungen so vorzunehmen, dass die Anforderungen der Norm erfüllt werden können. Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, um prüfen zu können, dass solche Einstellungen ordnungsgemäß durchgeführt wurden. Die einstellbaren Elemente dürfen nur mit Hilfe eines Schlüssels, eines Sicherheitscodes oder eines Werkzeuges zugänglich sein.

#### 4.22 Befestigung des Signalgebers und mechanische Festigkeit (Prüfung siehe 7.18)

Es müssen Mittel zur Verfügung gestellt werden, damit alle Teile des Signalgebers zuverlässig in der festgelegten Einbaulage befestigt werden können. Der befestigte Signalgeber muss genügend mechanische Festigkeit besitzen, um den maximalen Kräften in den Richtungen, die vom Hersteller angegeben sind, standzuhalten.

#### 4.23 Rückformung nach Belastung (Prüfung siehe 7.19)

Nachdem die wirksame Betätigungsfläche des Signalgebers über den Gesamtverformungsweg unter Verwendung des Prüfkörpers 1 über eine Zeitspanne von 24 h verformt oder bewegt wurde, muss sie sich wie in Tabelle 3 gezeigt zurückformen. In diesem Fall wird der Gesamtverformungsweg aus Prüfung Nr 4 bei einer Prüfgeschwindigkeit von 10 mm/s und bei einer Kraft von 250 N zugrunde gelegt.

Tabelle 3 — Rückformung

Rückformungszeit	Höhenänderung, angegeben in Prozent des Gesamtverformungsweges bei 10 mm/s bei 250 N
30 s	≤ 20 %
5 min	≤ 10 %
30 min	≤ 5 %

Gibt der Hersteller an, dass die Schaltleiste oder die Schaltstange für eine anstehende Belastung von über 24 h geeignet ist, muss sich der Signalgeber nach der Verformung über die angegebene Zeitspanne nach Tabelle 3 zurückformen. Alternativ muss der Nachlaufweg ausreichend bemessen sein, um das Ausmaß an permanenter Verformung ausgleichen zu können.

Nachdem die wirksame Betätigungsfläche des Signalgebers über den Gesamtverformungsweg unter Verwendung des Prüfkörpers 1 über eine Zeitspanne von 24 h verformt oder bewegt wurde, muss die Schaltleiste oder Schaltstange innerhalb 30 s ihre normale Funktion erfüllen (siehe C.2.1.d).

#### 4.24 Anschlüsse (Prüfung siehe 7.20)

Wenn Elemente unterschiedlicher Zusammensetzungen innerhalb der Schaltleiste oder Schaltstange durch Steckverbindungen austauschbar sind, darf die fehlerhafte Platzierung oder der fehlerhafte Austausch dieser Elemente keinen gefährlichen Zustand verursachen.

Wenn ein Signalgeber über eine Steckverbindung angeschlossen wird, muss das Wegnehmen oder das Lösen des Signalgebers an der Steckverbindung von der Signalverarbeitung dazu führen, dass die Ausgangsschalteinrichtungen in einen AUS-Zustand übergehen.

#### 4.25 Scharfe Ecken, scharfe Kanten und raue Oberflächen (Prüfung siehe 7.21)

Freiliegende Teile von Schaltleisten und Schaltstangen dürfen keine scharfen Ecken, Kanten und raue Oberflächen usw. aufweisen, die zu Verletzungen der Personen führen können, die mit der/den Einrichtung(en) in Berührung kommen können  $\text{A}_1$  (siehe EN ISO 12100-2:2003, 4.2.1)  $\text{A}_1$ .

#### 4.26 Mechanische Ausrüstung (Prüfung siehe 7.22)

Schaltleisten und Schaltstangen müssen  $\text{A}_1$  EN ISO 12100-2:2003, 5.2  $\text{A}_1$  entsprechen.

Für Schaltstangen siehe auch Anhang D.

#### 4.27 Hemmung und Blockierung (Prüfung siehe 7.25)

Die Signalgeber von Schaltstangen und Schaltleisten müssen so gestaltet sein, dass ihr Betrieb nicht absichtlich mit einfachen Mitteln gesperrt oder blockiert werden kann, siehe auch D.3.

### 5 Kennzeichnung (Prüfung siehe 7.23)

**5.1** Die Schaltleiste oder Schaltstange muss nach  $\text{A1}$  EN ISO 12100-2:2003, 6.4 a)  $\text{A1}$  gekennzeichnet werden und bei elektrischen Einrichtungen muss mindestens mit Nennspannung und -strom gekennzeichnet werden. Siehe auch EN 60204-1:1997, 17.4.

**5.2** Alle Schilder und Kennzeichnungen müssen für die zu erwartende Lebensdauer des Teils der Schaltleiste oder der Schaltstange, an dem sie sich befinden, dauerhaft angebracht sein.

**5.3** Jedes Teil der Schaltleiste oder Schaltstange, das entsprechend der Betriebsanleitung ersetzt werden kann, muss mit einer Typenangabe oder einer wie in der Betriebsanleitung aufgeführten Teilenummer und einem Rückverfolgungscode gekennzeichnet sein.

### 6 Informationen für Auswahl und Anwendung (Prüfung siehe 7.3 und 7.24)

#### 6.1 Allgemeines

Informationen und Hinweise bezüglich Einbau, Inbetriebnahme und Prüfung sind in Anhang F gegeben.  $\text{A1}$  Die Information, die dem Anwender bereitgestellt werden muss und die Art und Weise, wie diese zu gestalten ist, muss den Anleitungen nach EN ISO 12100-2:2003, Abschnitt 6 sowie nach EN ISO 12100-2:2003/prA1:2008<sup>1)</sup>, 6.4 b) und 6.5.1 c), e) und g) entsprechen.  $\text{A1}$

#### 6.2 Wesentliche Daten zur Auswahl (einer) geeigneten(r) Einrichtung(en)

Der Hersteller muss folgende Informationen aus nachfolgender Liste zur Verfügung stellen, die bei der Auswahl einer geeigneten Schaltleiste oder Schaltstange helfen soll:

- die Grenzen bezüglich der Anordnung, Anzahl und Länge von Signalgebern, die mit einer Signalverarbeitung verbunden sind;
- die Grenzen bezüglich der Länge und Spezifikationen von Anschlüssen zwischen Signalgeber(n) und Signalverarbeitung(en);
- die Einbaulage(n), in denen der Signalgeber angewendet werden kann, siehe Bild 5;
- die Mittel zur Befestigung des Signalgebers und der Signalverarbeitung;
- die Kraft (Kräfte), der (denen) der eingebaute Signalgeber standhalten kann, und die Richtung(en), in der (die) sie aufgebracht wird (werden);
- die Maße, die die wirksame Betätigungsfläche festlegen, siehe Bilder 2 und 3;
- die maximalen Abmessungen des Signalgebers;
- das Gewicht des Signalgebers je Meter Länge und das Gewicht der Signalverarbeitung;

---

$\text{A1}$  1) Änderung erscheint in 2009.  $\text{A1}$

- Angaben über zusätzliche Abdeckungen des Signalgebers (wo anwendbar);
- die Kraft-Weg-Beziehung(en), die den Ansprechweg und den Nachlaufweg in Form einer Tabelle oder eines Diagramms nach Bild 4 darstellen;
- Liste über chemische Beständigkeit für den Signalgeber;
- der Arbeitstemperaturbereich;
- die Anforderungen an die Energieversorgung;
- die Schutzart(en) des Signalverarbeitungsgehäuses nach EN 60529;
- die Schutzart(en) des Signalgebergehäuses nach EN 60529;
- die Kategorie(n) nach EN 954-1;
- das Auswahlverfahren nach Anhang C;
- die kritischen Längen der Anschlüsse zwischen einzelnen Bauteilen;
- das Verformungsverhalten in Abhängigkeit von der Zeit;
- das Schaltvermögen der Ausgangsschalteneinrichtung(en) nach EN 60947-5-1;
- Anleitungen zur Anwendung;
- die Zuordnung(en) der Kontakte der Ausgangsschalteneinrichtung(en);
- geeignet für die Erkennung von Fingern oder nicht;
- die minimale Betriebsgeschwindigkeit (falls zutreffend), z. B. für Pneumatiksysteme.

## **6.3 Benutzerinformation**

### **6.3.1 Informationen über Einbau und Inbetriebnahme**

#### **a) Informationen bezüglich der Einrichtung(en):**

- ausführliche Beschreibung der Einrichtung(en);
- die Grenzen bezüglich der Anordnung, Anzahl und Länge von Signalgebern, welche mit einer Signalverarbeitung verbunden sind;
- die Grenzen bezüglich der Länge und Spezifikationen von Anschlüssen zwischen Signalgeber(n) und Signalverarbeitung(en);
- das Verfahren zur Ermittlung des Nachlaufwegs der Schaltleiste oder Schaltstange muss enthalten sein, einschließlich Beispielen (siehe Anhang C);
- Auflistung der Anwendungen und eine Auflistung der Bedingungen, für die die Einrichtung(en) vorgesehen oder geprüft ist/sind, einschließlich der Kategorie nach EN 954-1. Es sollten auch Beispiele ungeeigneter Anwendungen aufgeführt werden;
- Schaltpläne mit schematischer Darstellung der Sicherheitsfunktionen und Beispiele für Schnittstellen zur Maschinensteuerung;

- zusätzliche Schutzmaßnahmen (nach 4.10.2), die erforderlich sein können, um das notwendige Sicherheitsniveau für bestimmte Anwendungen zu erzielen;
  - Nennwerte, Eigenschaften und Einbauorte aller Eingangs- und Ausgangsklemmen (z. B. maximale Nennwerte von Sicherungen oder Einrichten einer Überstrom-Schutzeinrichtung);
  - Typ und Frequenz automatischer Testsysteme – falls zutreffend;
  - Hinweise bezüglich Beständigkeit gegen Umgebungseinflüsse (chemische, physikalische, z. B. Beständigkeit gegen Lösungsmittel, zulässige Belastung, Temperaturbereich, zulässige Änderungen der Energieversorgung);
  - Hinweise zur Verwendung der Einrichtung(en) in alternativen Einbaulagen (siehe Bild 5);
  - ob die Einrichtung(en) mit externer oder ohne externe Rückstellfunktion nach den Bildern A.1 bis A.4 ausgerüstet ist (sind);
- b) Informationen bezüglich Verpackung, Transport, Handhabung und Lagerung der Einrichtung(en), einschließlich:
- Masse (d. h. Kilogramm je Meter Länge);
  - Abmessungen;
  - Beschreibung der Verpackung und Vorgehensweise beim Auspacken, damit eine Beschädigung der Einrichtung(en) verhindert wird;
  - Transport und Handhabungsmethoden, damit Sachbeschädigung oder Personenverletzungen verhindert werden;
  - Anforderungen an die Lagerung, z. B. flach liegen, gerade oder aufgewickelt, Temperaturbereich;
- c) Informationen bezüglich des Einbaus und der Inbetriebnahme der Einrichtung(en), einschließlich:
- Warnhinweis, dass die Benutzerinformation vollständig gelesen werden sollte, bevor mit den Einbauarbeiten begonnen wird;
  - Anforderungen an die Fläche, auf die der Signalgeber befestigt wird;
  - Einbauarten, einschließlich erforderliche Werkzeuge;
  - Gestaltungsmerkmale der wirksamen Betätigungsflächen, die die Schutzwirkung beeinflussen können, und wie die Auswirkungen unwirksamer Bereiche durch den Einbau minimiert werden können (einschließlich Zeichnungen, wo angebracht);
  - Liste der Prüfungen, die nach dem Einbau durchgeführt werden müssen, um festzustellen, dass die Einrichtung(en) funktioniert/funktionieren und korrekt eingebaut und mit der Maschinensteuerung verbunden ist/sind;
  - Warnhinweis, dass die Gesamtsicherheit der Maschine und ihrer Schutzeinrichtung(en) von der Qualität, der Zuverlässigkeit und der korrekten Verbindungen der Schnittstellen abhängig ist;
  - für die Einrichtung erforderliche(n) Kategorie(n) muss/müssen der/den Kategorie(n) entsprechen, die durch die Risikobewertung ermittelt wurde(n);
  - Berichtsbogen, der vom Monteur ausgefüllt werden muss und aus dem hervorgeht, welche Signalverarbeitung und welcher/welche Signalgeber eingebaut ist/sind;

d) Anforderungen an die Schulung:

- Empfehlungen für die Mindestanforderungen für die Schulung des Personals, das die Einrichtungen einbaut, um sicherzustellen, dass die Einrichtung(en) in Übereinstimmung mit dieser Norm eingebaut wird/werden.

**6.3.2 Informationen bezüglich der Betriebsanweisung der Einrichtung**

a) Informationen bezüglich der Verwendung der Einrichtung(en), einschließlich:

- Zweck und Arbeitsweise der Signalverarbeitung und Anzeigen;
- Informationen bezüglich Anwendungsgrenzen;
- Anweisungen zur Fehlererkennung und zur Wiederinbetriebnahme nach einem Eingriff;
- Warnhinweis, dass die Maschine bei einer bestehenden Gefährdung nicht erneut gestartet werden sollte.

b) Informationen bezüglich Wartung, einschließlich:

- Warnhinweis, dass die Wartungshinweise vollständig gelesen werden sollen, bevor mit den Wartungsarbeiten begonnen wird;
- Art und Häufigkeit der Prüfungen und Wartung;
- Anweisung zu zulässigen Einricht-, Einstellungs- und Reinigungsarbeiten;
- Tätigkeiten, die ein bestimmtes technisches Wissen und/oder bestimmte Fertigkeiten erfordern und deshalb ausschließlich von entsprechend geschultem und erfahrenem Personal durchgeführt werden sollten;
- Informationen, z. B. Zeichnungen und Schaltpläne, die ausgebildetem Personal die Fehlersuche ermöglichen;
- ausführliche Angaben zu Prüfungen, die nach dem Austausch von Teilen notwendig sind, um festzustellen, dass die Einrichtung(en) ordnungsgemäß funktioniert(en);
- Warnhinweis, dass alle Teile, z. B. Abdeckungen, Klammern, Randleisten und Befestigungen, die während der Wartungsarbeiten entfernt wurden, danach wieder angebracht werden sollen und dass die Funktion der Einrichtung(en) möglicherweise beeinträchtigt sein wird, wenn diese Teile nicht wieder ordnungsgemäß angebracht werden;
- ausführliche Liste der Teile, die vom Betreiber ausgetauscht werden dürfen;
- Warnhinweis, dass nur solche Teile vom Betreiber ausgetauscht werden dürfen, die der Hersteller zulässt und dass die Verwendung nicht zugelassener Ersatzteile oder die Durchführung unerlaubter Veränderungen dazu führen kann, dass die Funktion der Einrichtung(en) beeinträchtigt wird;
- Name und Adresse des Herstellers und/oder der zuständigen Servicestelle.

c) Anforderungen an die Schulung:

- Empfehlungen für die Mindestanforderungen für die Schulung des Betriebspersonals, einschließlich Bediener und Wartungs-/Instandhaltungspersonal, um sicherzustellen, dass die Einrichtungen(en) in Übereinstimmung mit dieser Norm eingebaut, betrieben und gewartet wird/werden.

ANMERKUNG Weitere Hinweise für die Abfassung und Redaktion der Anleitungen sind in  EN ISO 12100-2:2003, 6.5.2 and 6.5.3  enthalten.

## 7 Verifizierung von Anforderungen

Nachfolgend aufgeführte Inspektionen, Analysen oder Prüfungen dienen zur Feststellung, ob Schaltleisten oder Schaltstangen den Anforderungen dieser Norm entsprechen. Die Prüfungen müssen an einer gebrauchsfertigen Schaltleiste oder Schaltstange unter den ungünstigsten Bedingungen, die der Hersteller festgelegt hat, durchgeführt werden. Sofern nicht anders angegeben, müssen diese Prüfungen bei 20 °C durchgeführt werden. Folgende Toleranzen müssen gelten:

- Temperatur:  $\pm 5$  °C
- Prüfgeschwindigkeit:  $\pm 10$  %

ANMERKUNG 1 Beeinflussen andere Umgebungsbedingungen, z. B. atmosphärischer Druck und Feuchtigkeit die Prüfergebnisse, sollten diese aufgezeichnet werden.

ANMERKUNG 2 Nachfolgend sind einige Parameter angegeben, die die Funktion beeinflussen können:

- Länge des Signalgebers;
- Material der obersten Lage oder des Beschichtungsmaterials der wirksamen Betätigungsfläche;
- Signalgeberkombinationen;
- Art und Länge der Verbindungskabel oder -rohre;
- Einbaulagen des Signalgebers (siehe Bild 5).

Für besondere Anwendungsfälle können einige Einrichtungen als Teil der Maschine konstruiert und hergestellt werden. In diesem Fall kann es unmöglich oder unpraktisch sein, diese Einrichtungen all den Prüfverfahren zu unterziehen, die in diesem Abschnitt aufgeführt sind. In diesem Fall können die betreffenden Anforderungen durch Analyse verifiziert werden. Werden Prüfungen ausgelassen, muss der Hersteller erklären, warum die Prüfungen ausgelassen wurden. Der Hersteller muss Informationen zur Verfügung stellen, die erklären, wie die Anforderungen erfüllt werden.

Falls nicht anders festgelegt, muss die Funktion der Schaltleiste oder Schaltstange wie folgt verifiziert werden. Prüfkörper 1 muss mit der in Tabelle 2 angegebenen entsprechenden Betätigungskraft senkrecht auf die wirksame Betätigungsfläche, bei maximaler Betriebsgeschwindigkeit und an einem beliebigen Messort aufgebracht werden.

### 7.1 Prüfmuster

#### 7.1.1 Signalgeber

Um die in diesem Abschnitt festgelegten Prüfungen durchführen zu können, werden Signalgebermuster benötigt, wie in Tabelle 4 aufgeführt.

Prüfungen, die nicht in Tabelle 4 gezeigt sind, können mit Prüfmustern 1, 2 oder 3 durchgeführt werden.

Tabelle 4 — Prüfmuster für bestimmte Prüfungen

Prüfmuster Nr	Musterlänge	Prüfungsabschnitt
1	1 m	7.4, 7.5.1, 7.5.3, 7.6, 7.8, 7.9, 7.11 und 7.13
2	1 m	7.7.1, 7.12, 7.18 und 7.19
3	0,5 m	7.5.2, 7.5.4, 7.7.2, 7.10.2, 7.10.3, 7.10.4, 7.10.5 und 7.10.6
4 <sup>a</sup>	0,5 m	7.5.2, 7.5.4 und 7.7.2
<sup>a</sup> Nur für Signalgeberkombination		

Ist die Schaltleiste oder Schaltstange so gestaltet, dass sich ihre wirksame Betätigungsfläche aus zusammengeführten Signalgebern zusammensetzt, müssen die Signalgeber für den Anschluss an eine Signalverarbeitung zur Verfügung gestellt werden. Falls erforderlich, muss die maximal angegebene Anzahl von Kombinationen von Signalgebern angewendet werden, um festzustellen, dass die Anforderungen nach 4.2 bis 4.7, 4.9 bis 4.11, 4.13, 4.18, 4.22 und 4.27 erfüllt sind.

Wenn die Signalgeberlänge die Eigenschaften des Signalgebers beeinflusst, muss ein Signalgeber mit der maximal wirksamen Betätigungslänge angewendet werden, wie vom Hersteller in 4.1 festgelegt.

### 7.1.2 Signalverarbeitungen und Ausgangsschaltanordnungen

Es müssen drei Signalverarbeitungen und Ausgangsschaltanordnungen zur Verfügung gestellt werden, zwei Einheiten, die der Serienproduktion entsprechen und, falls erforderlich, eine, die speziell für die Prüfung des Fehlerfalles vorbereitet wurde.

## 7.2 Prüfkörper

Falls nicht anders festgelegt, müssen die Prüfungen mit den in Bild 6 dargestellten Prüfkörpern durchgeführt werden. Die Prüfkörper müssen aus einer geeigneten Aluminiumlegierung hergestellt sein.

### 7.3 Prüfung Nr 1: Sicherheitsbezogene Daten für die Auswahl, den Einbau, die Inbetriebnahme, den Betrieb und die Instandhaltung (einer) geeigneten(r) Einrichtung(en) (siehe 6.2 und 6.3)

Es muss geprüft werden, ob die Datenblätter des Herstellers alle sicherheitsbezogenen Daten enthalten.

### 7.4 Prüfung Nr 2: Einbaulagen von Signalgebern (siehe 3.20 und Bild 5)

Legt der Hersteller unterschiedliche Einbaulagen fest, muss geprüft werden, ob die Einbaulage die Sicherheitsfunktion beeinflusst. Diese Prüfung muss zuerst durch Inspektion erfolgen und/oder durch praktische Erfahrung. Falls erforderlich, muss diese Prüfung durch Analysen oder die folgenden Prüfungen ergänzt werden.

#### 7.4.1 Signalgeber einer Schaltleiste

- a) Legt der Hersteller die Einbaulagen A oder B oder A und B fest, wie in Bild 5 gezeigt, müssen folgende Prüfungen nur in der Einbaulage A oder B durchgeführt werden:
- b) Legt der Hersteller die Einbaulagen C oder D fest, wie in Bild 5 gezeigt, müssen folgende Prüfungen durchgeführt werden:
  - 1) Bei Schaltleisten muss der Winkel  $\beta$ , wie in Bild 2 gezeigt, mit dem Signalgeber in Einbaulage B bei  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  und an der oberen Grenze des Betriebstemperaturbereichs gemessen werden. Diese Winkel sind als  $\beta_1$  und  $\beta_2$  zu bezeichnen.

- 2) Der Winkel  $\beta$  muss dann mit dem Signalgeber in Einbaulage C oder D an der oberen Grenze des Betriebstemperaturbereichs gemessen werden. Dieser Winkel ist als  $\beta_3$  zu bezeichnen.
  - 3) Ist der Wert aus der Differenz zwischen  $\beta_3$  und  $\beta_1$  oder  $\beta_3$  und  $\beta_2$  größer als  $4^\circ$ , müssen folgende Prüfungen in allen festgelegten Einbaulagen durchgeführt werden. Anderenfalls müssen die folgenden Prüfungen nur in Einbaulage B durchgeführt werden.
- c) Legt der Hersteller die Einbaulage E fest, muss folgende Prüfung durchgeführt werden:
- 1) Der Winkel  $\gamma$ , wie in Bild 5 dargestellt, muss mit dem Signalgeber in der Einbaulage B bei  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  und an der oberen Grenze des Betriebstemperaturbereichs gemessen werden. Diese Winkel sind als  $\gamma_1$  und  $\gamma_2$  zu bezeichnen.
  - 2) Der Winkel  $\gamma$  muss dann mit dem Signalgeber in Einbaulage E an der oberen Grenze des Betriebstemperaturbereichs gemessen werden. Dieser Winkel ist als  $\gamma_3$  zu bezeichnen.
  - 3) Ist der Wert aus der Differenz zwischen  $\gamma_3$  und  $\gamma_2$  oder  $\gamma_3$  und  $\gamma_1$  größer als  $4^\circ$ , müssen folgende Prüfungen in allen festgelegten Einbaulagen durchgeführt werden. Anderenfalls müssen die folgenden Prüfungen nur in Einbaulage B durchgeführt werden.

#### 7.4.2 Signalgeber einer Schaltstange

Schaltstangen müssen in der Einbaulage geprüft werden, für die sie konstruiert sind.

#### 7.5 Prüfung Nr 3: Betätigungskraft (Anforderungen siehe 4.2)

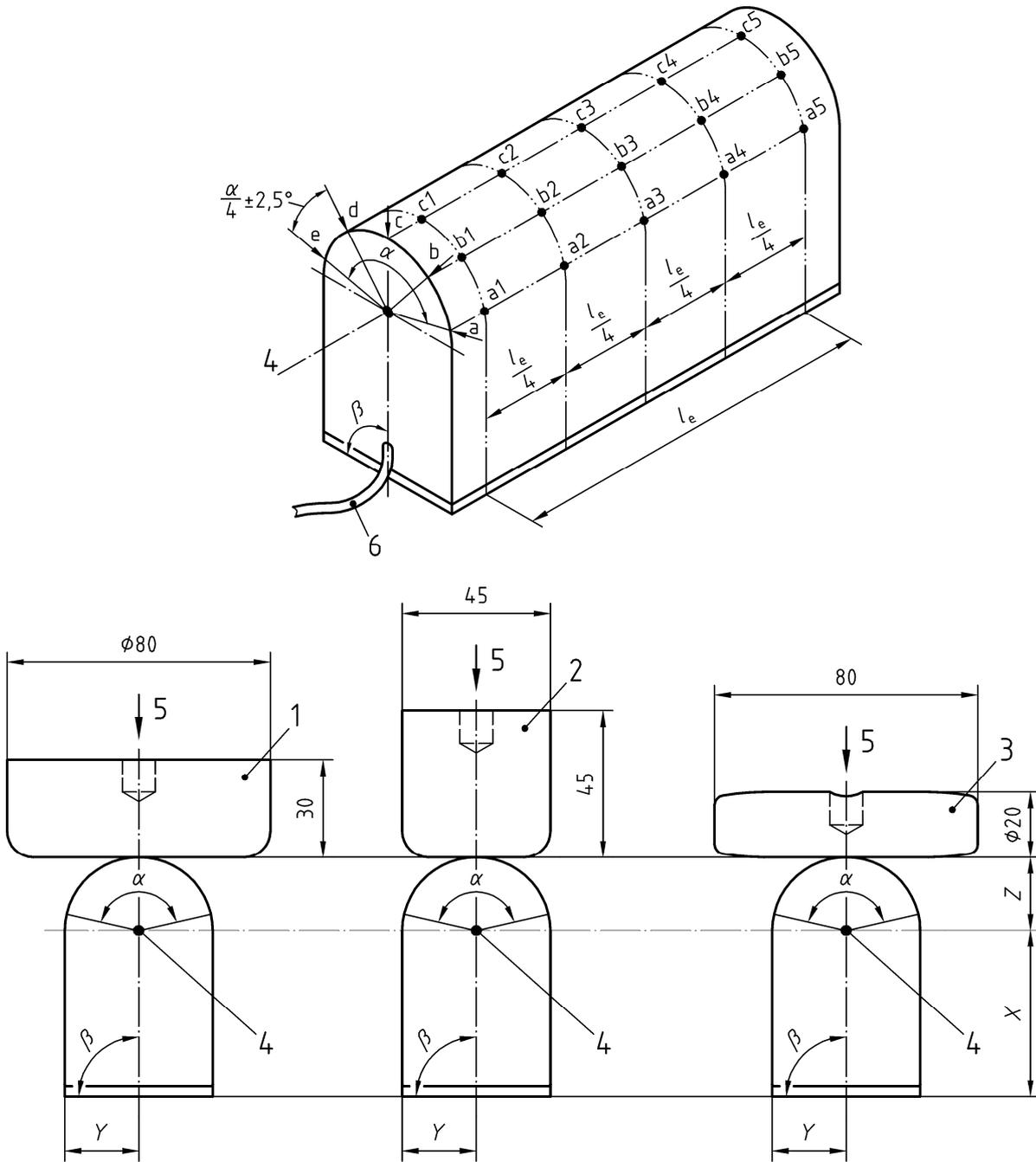
Die Prüfungen müssen durchgeführt werden, nachdem der Signalgeber die Prüftemperatur (Beharrungstemperatur) erreicht hat.

Prüfkörper 3 muss nur an Schaltleisten angewendet werden, wenn der Hersteller angibt, dass die Einrichtung zum Erkennen von Fingern geeignet ist.

##### 7.5.1 Einzelsignalgeber bei $20^\circ\text{C}$

Die Betätigungskraft muss durch Aufbringen der Prüfkörper mit den Prüfgeschwindigkeiten und an den Messorten, die in Bild 7 und Tabelle 5 dargestellt sind, geprüft werden. Die Prüfkörper müssen senkrecht zur Bezugsachse und in der Prüfrichtung, die in Bild 5 gezeigt ist, aufgebracht werden. Bei jedem Aufbringen des Prüfkörpers mit einer Betätigungskraft, die kleiner oder gleich dem in Tabelle 2 festgelegten Wert ist, muss geprüft werden, ob die Ausgangsschalteinrichtung ihren Zustand ändert.

Maße in Millimeter



**Legende**

- |       |                           |   |                |
|-------|---------------------------|---|----------------|
| $l_e$ | wirksame Betätigungslänge | 4 | Bezugsachse    |
| 1     | Prüfkörper 1              | 5 | Prüfrichtung   |
| 2     | Prüfkörper 2              | 6 | Anschlusskabel |
| 3     | Prüfkörper 3              |   |                |

**Bild 7 — Messorte auf der wirksamen Betätigungsfläche eines Einzelsignalgebers**

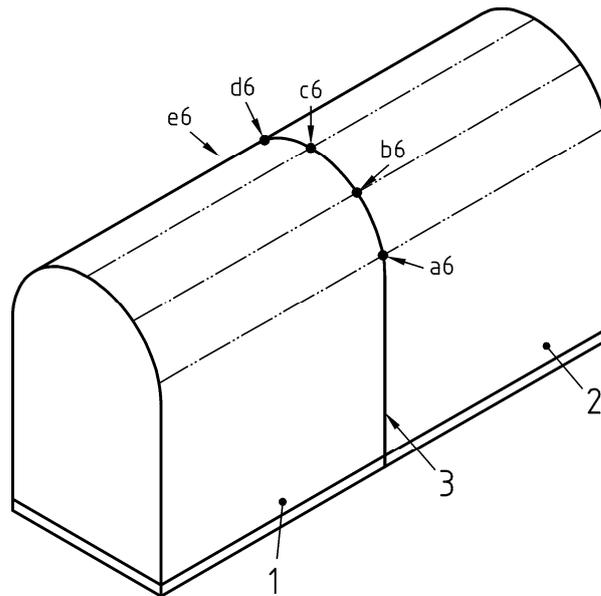
### 7.5.2 Signalgeberkombination bei 20 °C

Können zwei oder mehrere Signalgeber so zusammengefügt werden, dass sie eine wirksame Betätigungsfläche bilden, muss die in 7.5.1 festgelegte Prüfung an einem Signalgeber durchgeführt werden. Zusätzlich müssen die Prüfkörper mit den Prüfgeschwindigkeiten und an den Messorten, wie in Tabelle 6 festgelegt, aufgebracht werden. Die Prüfkörper müssen senkrecht zur Bezugsachse und in den Prüfrichtungen, die in Bild 8 gezeigt sind, aufgebracht werden.

Bei jedem Aufbringen eines Prüfkörpers mit einer Betätigungskraft, die kleiner oder gleich dem in Tabelle 2 festgelegten Wert ist, muss geprüft werden, ob die Ausgangsschalteneinrichtung ihren Zustand ändert.

**Tabelle 5 — Messorte auf der wirksamen Betätigungsfläche für Prüfung Nr 3 für einen Einzelsignalgeber**

Prüfung Nr	Prüfkörper	Prüfgeschwindigkeit	Messort
3.1	1	10 mm/s	a1, a3, a5, c1, c3, c5, d1, d5, e3 und ein beliebiger Messort
3.2	1	maximale Betriebsgeschwindigkeit	a1, a3, a5, c1, c3, c5, d1, d5, e3 und ein beliebiger Messort
3.3	1	100 mm/s	Die beiden Messorte aus Prüfung Nr 3.2 mit den höchsten Betätigungskräften und ein beliebiger Messort
3.4	2	10 mm/s	a3 und c3
3.5	2	maximale Betriebsgeschwindigkeit	a3 und c3
3.6	2	100 mm/s	c3
3.7	3	10 mm/s	a1, a3, a5, c1, c3, c5, d1, d5, e3 und ein beliebiger Messort
3.8	3	maximale Betriebsgeschwindigkeit	a1, c1, c3, e5 und ein beliebiger Messort
3.9	3	100 mm/s	Die beiden Messorte aus Prüfung Nr 3.8 mit den höchsten Betätigungskräften und ein beliebiger Messort
ANMERKUNG 1 Bei maximalen Betriebsgeschwindigkeiten gleich oder kleiner als 150 mm/s sind die Prüfungen bei 100 mm/s nicht erforderlich.			
ANMERKUNG 2 Bei maximalen Betriebsgeschwindigkeiten kleiner als 100 mm/s sollten die Prüfungen bei 10 mm/s durchgeführt werden und bei der maximalen Betriebsgeschwindigkeit, die der Hersteller festgelegt hat.			



**Legende**

- 1 Signalgeber 1
- 2 Signalgeber 2
- 3 Fügekante

**Bild 8 — Zusätzliche Messorte auf der wirksamen Betätigungsfläche einer Signalgeberkombination**

**Tabelle 6 — Messorte auf der wirksamen Betätigungsfläche für Prüfung Nr 3 für eine Signalgeberkombination**

Prüfung Nr	Prüfkörper	Prüfgeschwindigkeit	Messort
3.10	1	10 mm/s	a6 und c6
3.11	1	maximale Betriebsgeschwindigkeit	c6 und e6
3.12	1	100 mm/s	c6
3.13	2	10 mm/s	c6
3.14	2	maximale Betriebsgeschwindigkeit	a6
3.15	2	100 mm/s	c6
3.16	3	10 mm/s	c6
3.17	3	maximale Betriebsgeschwindigkeit	a6
3.18	3	100 mm/s	c6

**7.5.3 Einzelsignalgeber im Betriebstemperaturbereich**

Die Betätigungskraft muss durch das Aufbringen der Prüfkörper 1, 2 und 3 mit den Prüfgeschwindigkeiten und an den Messorten an der unteren Grenze des Betriebstemperaturbereichs, wie in Tabelle 7 festgelegt, und an der oberen Grenze des Betriebstemperaturbereichs, wie in Tabelle 8 festgelegt, aufgebracht werden.

Der Prüfkörper muss senkrecht zur Bezugsachse und in den Prüfrichtungen, die in Bild 7 gezeigt sind, aufgebracht werden. Bei jeder Prüfung muss geprüft werden, ob die Ausgangsschalteneinrichtung ihren Zustand ändert bei einer Betätigungskraft, die kleiner oder gleich dem in Tabelle 2 festgelegten Wert ist.

#### 7.5.4 Signalgeberkombination im Betriebstemperaturbereich

Sind zwei oder mehrere Signalgeber so zusammengefügt, dass sie eine wirksame Betätigungsfläche bilden, muss die in 7.5.3 festgelegte Prüfung an einem Einzelsignalgeber an der oberen und unteren Grenze des Betriebstemperaturbereichs durchgeführt werden. Zusätzlich müssen die Prüfkörper 1, 2 und 3 mit den Prüfungsgeschwindigkeiten und an den Messorten, die in den Tabellen 9 und 10 festgelegt sind, aufgebracht werden.

Die Prüfkörper müssen senkrecht zur Bezugsachse und in der Prüfrichtung, die in Bild 8 gezeigt ist, aufgebracht werden. Bei jedem Aufbringen eines Prüfkörpers mit einer Betätigungskraft, die kleiner oder gleich dem in Tabelle 2 festgelegten Wert ist, muss geprüft werden, ob die Ausgangsschalteneinrichtung ihren Zustand ändert.

**Tabelle 7 — Messorte für einen Einzelsignalgeber an der unteren Grenze des Betriebstemperaturbereiches für Prüfung Nr 3**

Prüfung Nr	Prüfkörper	Prüfungsgeschwindigkeit	Messort
3.19	1	10 mm/s	Die beiden Messorte aus Prüfung Nr 3.1 mit den höchsten Betätigungskräften und ein beliebiger Messort
3.20	1	maximale Betriebsgeschwindigkeit	Die beiden Messorte aus Prüfung Nr 3.2 mit den höchsten Betätigungskräften und ein beliebiger Messort
3.21	1	100 mm/s	Die gleichen Messorte wie für Prüfung Nr 3.3
3.22	2	10 mm/s	c3
3.23	2	maximale Betriebsgeschwindigkeit	c3
3.24	2	100 mm/s	c3
3.25	3	10 mm/s	Die beiden Messorte aus Prüfung Nr 3.7 mit den höchsten Betätigungskräften und ein beliebiger Messort
3.26	3	maximale Betriebsgeschwindigkeit	Die beiden Messorte aus Prüfung Nr 3.8 mit den höchsten Betätigungskräften und ein beliebiger Messort
3.27	3	100 mm/s	Die beiden Messorte aus Prüfung Nr 3.9 mit den höchsten Betätigungskräften und ein beliebiger Messort

**Tabelle 8 — Messorte für einen Einzelsignalgeber an der oberen Grenze des Betriebstemperaturbereichs für Prüfung Nr 3**

Prüfung Nr	Prüfkörper	Prüfgeschwindigkeit	Messort
3.28	1	10 mm/s	Die beiden Messorte aus Prüfung Nr 3.1 mit den höchsten Betätigungskräften und ein beliebiger Messort
3.29	1	maximale Betriebsgeschwindigkeit	Die beiden Messorte aus Prüfung Nr 3.2 mit den höchsten Betätigungskräften und ein beliebiger Messort
3.30	1	100 mm/s	c3
3.31	2	10 mm/s	c3
3.32	2	maximale Betriebsgeschwindigkeit	c3
3.33	2	100 mm/s	c3
3.34	3	10 mm/s	c3
3.35	3	maximale Betriebsgeschwindigkeit	c3
3.36	3	100 mm/s	c3

**Tabelle 9 — Messorte für einen Signalgeber an der unteren Grenze des Betriebstemperaturbereichs für Prüfung Nr 3**

Prüfung Nr	Prüfkörper	Prüfgeschwindigkeit	Messort
3.37	1	10 mm/s	a6 und c6
3.38	1	maximale Betriebsgeschwindigkeit	c6 und e6
3.39	1	100 mm/s	c6
3.40	2	10 mm/s	c6
3.41	2	maximale Betriebsgeschwindigkeit	a6
3.42	2	100 mm/s	c6
3.43	3	10 mm/s	c6
3.44	3	maximale Betriebsgeschwindigkeit	a6
3.45	3	100 mm/s	c6

**Tabelle 10 — Messorte für einen Signalgeber an der unteren Grenze des Betriebstemperaturbereichs für Prüfung Nr 3**

Prüfung Nr	Prüfkörper	Prüfgeschwindigkeit	Messort
3.46	1	10 mm/s	a6 und c6
3.47	1	maximale Betriebsgeschwindigkeit	c6 und e6
3.48	1	100 mm/s	c6
3.49	2	10 mm/s	c6
3.50	2	maximale Betriebsgeschwindigkeit	a6
3.51	2	100 mm/s	c6
3.52	3	10 mm/s	c6
3.53	3	maximale Betriebsgeschwindigkeit	a6
3.54	3	100 mm/s	c6

## 7.6 Prüfung Nr 4: Kraft-Weg-Beziehung(en) (Anforderungen siehe 4.6)

Die Kraft-Weg-Beziehung(en) muss/müssen nach Bild 4 durch Aufbringen des Prüfkörpers 1 (siehe Bild 6) auf den Signalgeber bei maximaler Betriebsgeschwindigkeit bis Punkt A bestätigt werden. Die Reaktionskraft des Signalgebers und der vom Prüfkörper zurückgelegte Weg müssen kontinuierlich von dem Punkt aus gemessen werden, an dem der Prüfkörper die wirksame Betätigungsfläche berührt, bis die Betätigungskraft erreicht ist. Die Punkte B1, B2 und C müssen nach Bild 4 durch Aufbringen des Prüfkörpers 1 auf den Signalgeber bei einer Geschwindigkeit gleich oder kleiner 10 mm/s bestätigt werden. Die Kraft-Weg-Beziehung kann dann dargestellt werden, indem man die Punkte A, B1, B2 bis C durch gerade Linien miteinander verbindet. Diese Prüfung muss am Messort c3 bei einer Temperatur von 20 °C durchgeführt werden.

### 7.6.1 Ansprechweg (Anforderungen siehe 4.3)

Der Ansprechweg muss gemessen werden. Dieser Weg muss gleich oder kleiner sein, als der vom Hersteller angegebene.

### 7.6.2 Gesamtverformungsweg (Anforderungen siehe 4.5)

Der Gesamtverformungsweg muss bei einer Kraft von

— 250 N und

— 400 N

gemessen werden.

Diese Wege müssen gleich oder größer sein, als die, die vom Hersteller angegeben sind.

### 7.6.3 Nachlaufweg (Anforderungen siehe 4.4)

Der Nachlaufweg muss bei einer Kraft von

— 250 N und

— 400 N

gemessen werden.

Diese Wege müssen gleich oder größer sein, als die, die vom Hersteller angegeben sind.

## 7.7 Prüfung Nr 5: Anzahl der Schaltspiele (Anforderungen siehe 4.8)

**7.7.1** Ein Einzelsignalgeber in Einbaulage B (siehe Bild 5), der über die Signalverarbeitung mit der Ausgangsschalteinrichtung verbunden ist, muss durch Aufbringen des Prüfkörpers 1 (siehe Bild 6) mit maximaler Betriebsgeschwindigkeit geprüft werden. Die Prüfgeschwindigkeit muss über mindestens 80 % des Gesamtverformungsweges  $b_{250}$  (siehe Bild 4) konstant sein.

Die wirksame Betätigungsfläche des Signalgebers muss am Messort c2 (siehe Bild 7) 10 000-mal über den Gesamtverformungsweg  $b_{250}$  (siehe Bild 4) bewegt oder verformt werden.

Die Rückstellgeschwindigkeit des Prüfkörpers muss gleich der maximalen Prüfgeschwindigkeit  $\pm 20$  % sein.

Innerhalb jedes Prüfzyklus darf der Prüfkörper die wirksame Betätigungsfläche für eine Zeitspanne von  $5,0^{+1}_0$  s nicht berühren.

**7.7.2** Sind zwei oder mehrere Signalgeber so zusammengefügt, dass sie eine wirksame Betätigungsfläche bilden, müssen die in 7.7.1 festgelegten Prüfungen an einem Signalgeber durchgeführt werden.

Zusätzlich muss der Prüfkörper 1 am Messort c6, wie in Bild 8 gezeigt, 1 000-mal unter den gleichen Bedingungen, wie in 7.7.1 angegeben, aufgebracht werden.

**7.7.3** Wenn die in 7.7.1 oder 7.7.2 festgelegten Prüfungen abgeschlossen worden sind, darf/dürfen der/die geprüfte(n) Signalgeber keine sichtbaren Schäden aufweisen, und die Anforderungen an die Betätigungskraft (siehe 4.2), den Ansprechweg (siehe 4.3 und 7.6) und den Nachlaufweg (siehe 4.4 und 7.6) müssen weiterhin erfüllt sein. Dies wird geprüft, indem nur Prüfkörper 1 bei maximaler Betriebsgeschwindigkeit und bei einer Geschwindigkeit von 10 mm/s an den Messorten c2 (siehe Bild 7) für Einzelsignalgeber und an c2 und c6 für eine Signalgeberkombination aufgebracht wird.

## 7.8 Prüfung Nr 6: Ausgangszustand des Signalgebers und der Ausgangsschalteinrichtung (Anforderungen siehe 4.9 und 4.10)

Eine statische Kraft von  $150^{0}_{-10}$  N muss an einem beliebigen Messort auf der wirksamen Betätigungsfläche in der Bezugsrichtung durch Prüfkörper 1 für eine Dauer von 10 min aufgebracht werden. Der Prüfkörper wird mit 10 mm/s aufgebracht. Während diese Kraft einwirkt, müssen der Wert des Signalgeberausgangs und die Ausgangsschalteinrichtung nach den Bildern A.1, A.2 und A.4 in einen AUS-Zustand gehen und in diesem aufrechterhalten werden. Wird die Kraft weggenommen, müssen sich der Wert des Signalgeberausgangs und der Zustand der Ausgangsschalteinrichtung nach den Bildern A.1, A.2, A.3 und A.4 ändern.

## 7.9 Prüfung Nr 7: Ansprechen der Ausgangsschalteinrichtung auf die Betätigungskraft, die Rückstellfunktion und den Zustand der Energieversorgung (Anforderungen siehe 4.10 und 4.11)

Das Zusammenwirken getrennter Funktionen, wie in den Bildern A.1, A.2, A.3 und A.4 gezeigt, muss durch Aufbringen des Prüfkörpers 1 mit der Betätigungskraft von  $150^{0}_{-10}$  N mit  $10 \text{ mm/s} \pm 1 \text{ mm/s}$  in Bezugsrichtung zur wirksamen Betätigungsfläche an einem beliebigen Messort geprüft werden.

## 7.10 Prüfung Nr 8: Verhalten bei Umgebungsbedingungen (Anforderungen siehe 4.12)

### 7.10.1 Funktionsprüfung

Am Ende jeder der folgenden Prüfungen (siehe 7.10.2 bis 7.10.5) muss die bestimmungsgemäße Funktion der Schalteiste oder der Schaltstange durch Aufbringen des Prüfkörpers 1 verifiziert werden. Prüfkörper 1 muss dabei mit der in Tabelle 2 angegebenen entsprechenden Betätigungskraft senkrecht auf die wirksame Betätigungsfläche, bei maximaler Betriebsgeschwindigkeit und an einem beliebigen Messort aufgebracht werden. Diese Anforderung ist erfüllt, wenn ein AUS-Zustand der Ausgangsschalteinrichtung erzeugt wird.

### 7.10.2 Prüfung Nr 8.1: Betriebstemperaturbereich (Anforderungen siehe 4.12.1)

Die Anforderungen des festgelegten Betriebstemperaturbereichs müssen anhand des in **A1** Tabelle 11 **A1** angegebenen Prüfverfahrens verifiziert werden.

**A1** Tabelle 11 **A1** — Betriebstemperaturbereich

Prüfverfahren	Prüfbedingungen
EN 60068-2-14, Test Nb	Schaltleiste oder Schaltstange ist an die Energieversorgung angeschlossen

Die Geschwindigkeit der Temperaturänderung muss  $0,8 \text{ °C/min} \pm 0,3 \text{ °C/min}$  betragen, über den gesamten Temperaturbereich bei Erwärmung und Kühlung.

Während dieses Prüfverfahrens muss in einminütigen Intervallen die Funktion der Schaltleiste oder Schaltstange durch Aufbringen des Prüfkörpers 1 mit der in Tabelle 2 angegebenen entsprechenden Betätigungskraft verifiziert werden. Der Prüfkörper muss senkrecht auf die wirksame Betätigungsfläche mit  $10 \text{ mm/s} \pm 1 \text{ mm/s}$  an einem beliebigen Messort aufgebracht werden. Das Aufbringen des Prüfkörpers muss einen AUS-Zustand in der Ausgangsschalteneinrichtung erzeugen.

### 7.10.3 Prüfung Nr 8.2: Feuchtigkeit (Anforderungen siehe 4.12.1)

Die Anforderungen bezüglich der Feuchtigkeit müssen anhand des in **A1** Tabelle 12 **A1** angegebenen Prüfverfahrens verifiziert werden.

**A1** Tabelle 12 **A1** — Feuchtigkeit

Prüfverfahren	Prüfbedingungen
IEC 60068-2-3, Prüfung Ca	Schaltleiste oder Schaltstange ist nicht an die Energieversorgung angeschlossen. Nach dieser Prüfung muss eine Hochspannungsprüfung nach IEC 60664-1, Tabellen 1 und 5, zwischen Schaltkreisen und freiliegenden leitfähigen Teilen oder zugänglichen Oberflächen der Signalverarbeitung/Ausgangsschalteneinrichtung durchgeführt werden

### 7.10.4 Prüfung Nr 8.3: Elektromagnetische Verträglichkeit (Anforderungen siehe 4.12.2)

Die sicherheitsgerichteten Anforderungen müssen nach EN 50081-1 und EN 61000-6-2 verifiziert werden. Die Störfestigkeit muss für folgende Betriebszustände nach den in **A1** Tabelle 13 **A1** angegebenen Prüfverfahren und charakteristischen Werten mit den in 7.10.1 angegebenen Bedingungen verifiziert werden:

- Schaltleisten und Schaltstangen mit Versorgungsenergie;
- Schaltleisten und Schaltstangen mit Versorgungsenergie mit aufgebrachtener Betätigungskraft;
- Schaltleisten und Schaltstangen mit Versorgungsenergie, nach Wegnahme der Betätigungskraft und vor Ausführung des Rückstellbefehls.

**Table 13 — Elektromagnetische Verträglichkeit**

Prüfungen und charakteristische Werte	Prüfbedingungen
Stoßspannung, Einbauklasse 3	EN 61000-4-5 Energie, Erde und Eingangs-/Ausgangsleitungen
elektrische schnelle Transiente (Burst), Schärfegrad 3	EN 61000-4-4 Prüfdauer: 2 min Energie, Erde und Eingangs-/Ausgangsleitungen
elektrostatische Entladung, Schärfegrad 3	EN 61000-4-2
hochfrequente elektromagnetische Felder, Schärfegrad 3	EN 61000-4-3
leitungsgeführte Störungen, induziert durch hochfrequente Felder, Schärfegrad 3	EN 61000-4-6

**7.10.5 Prüfung Nr 8.4: Vibration** (Anforderungen siehe 4.12.3)

Diese Anforderungen müssen in Übereinstimmung mit Table 14 verifiziert werden. Während dieser Prüfung muss verifiziert werden, dass die Ausgangsschalteneinrichtung im EIN-Zustand bleibt. Nachdem die Vibrationsprüfung abgeschlossen ist, muss die bestimmungsgemäße Funktion der Schaltleiste oder Schaltstange verifiziert werden.

**Table 14 — Vibration**

Prüfverfahren	Prüfbedingungen
EN 60068-2-6	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Schaltstange oder Schaltstange ist an die Energieversorgung angeschlossen.</li> <li>— Signalgeber nur in Einbaulage B nach Bild 5, Signalverarbeitung und Ausgangsschalteneinrichtung in drei senkrecht zueinander stehenden Achsen prüfen.</li> </ul>

**7.10.6 Prüfung Nr 8.5: Dauerschocken** (Anforderungen gelten nur für Schaltstangen: siehe 4.12.4)

Während dieser Prüfung muss verifiziert werden, dass die Ausgangsschalteneinrichtung im EIN-Zustand bleibt. Nachdem diese Prüfung abgeschlossen ist, muss die bestimmungsgemäße Funktion der Schaltstange verifiziert werden.

Diese Anforderungen müssen in Übereinstimmung mit Table 15 verifiziert werden.

**Table 15 — Dauerschocken**

Prüfverfahren	Prüfbedingungen
EN 60068-2-29	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Schaltstange ist an die Energieversorgung angeschlossen.</li> <li>— Signalgeber nur in der Bezugsrichtung und in der entgegengesetzten Richtung prüfen.</li> </ul>

Nachdem die Prüfung abgeschlossen ist, muss die Schaltstange auf mechanische Schäden, gelockerte Teile usw. untersucht werden.

## **7.11 Prüfung Nr 9: Schwankungen in der Energieversorgung** (Anforderungen siehe 4.13)

Schaltleisten und Schaltstangen müssen folgenden Analysen, Inspektionen und/oder Prüfungen unterzogen werden.

### **7.11.1 Prüfung Nr 9.1: Schwankungen in der elektrischen Energieversorgung** (Anforderungen siehe 4.13.1)

Die bestimmungsgemäße Funktion der Schaltleiste oder Schaltstange muss entsprechend den Anforderungen nach EN 60204-1:1997, 4.3, verifiziert werden. Die Funktionsprüfung muss unter Anwendung von Prüfkörper 1 erfolgen, der dabei mit der in Tabelle 2 angegebenen entsprechenden Betätigungskraft senkrecht auf die wirksame Betätigungsfläche, bei maximaler Betriebsgeschwindigkeit und an einem beliebigen Messort aufgebracht wird. Jede Anforderung ist erfüllt, wenn ein AUS-Zustand in der Ausgangsschaltanordnung erzeugt wird.

### **7.11.2 Prüfung Nr 9.2: Schwankungen in der nicht-elektrischen Energieversorgung** (Anforderungen siehe 4.1.2)

Die bestimmungsgemäße Funktion der Schaltleiste oder Schaltstange muss an den Grenzen der vom Hersteller angegebenen Schwankungen in der Energieversorgung verifiziert werden. Mögliche Schwankungen außerhalb des festgelegten Bereiches dürfen nicht dazu führen, dass die Schaltleiste oder Schaltstange einen gefährlichen Zustand einnimmt.

## **7.12 Prüfung Nr 10: Elektrische, pneumatische und hydraulische Ausrüstung** (Anforderungen siehe 4.14, 4.15 und 4.16)

### **7.12.1 Prüfung Nr 10.1: Elektrische Ausrüstung** (Anforderungen siehe 4.14)

Es muss durch Analyse, visuelle Prüfung und, falls erforderlich, durch Prüfung verifiziert werden, ob die Anforderungen nach 4.14 erfüllt sind.

### **7.12.2 Prüfung Nr 10.2: Pneumatische Ausrüstung** (Anforderungen siehe 4.15)

Es muss durch Analyse, visuelle Prüfung und, falls erforderlich, durch Prüfung verifiziert werden, ob die Anforderungen nach EN 983 erfüllt sind.

### **7.12.3 Prüfung Nr 10.3: Hydraulische Ausrüstung** (Anforderungen siehe 4.16)

Es muss durch Analyse, visuelle Prüfung und, falls erforderlich, durch Prüfung verifiziert werden, ob die Anforderungen nach EN 982 erfüllt sind.

## **7.13 Prüfung Nr 11: Gehäuse** (Anforderungen siehe 4.17)

Es muss durch Analyse und, falls erforderlich, durch Prüfung verifiziert werden, ob die Anforderungen nach EN 60529 erfüllt sind.

## **7.14 Prüfung Nr 12: Zusätzliche Abdeckungen für Signalgeber** (Anforderungen siehe 4.18)

Wenn vom Hersteller zusätzliche Abdeckungen festgelegt sind, muss verifiziert werden, ob die Anforderungen von 4.18 erfüllt sind.

## **7.15 Prüfung Nr 13: Zugriff** (Anforderungen siehe 4.19)

Diese Anforderungen müssen durch visuelle Prüfung verifiziert werden.

### 7.16 Prüfung Nr 14: Kategorie(n) (Anforderungen siehe 4.20)

Es muss verifiziert werden, ob die Anforderungen nach 4.20 erfüllt wurden.

Durch Analyse muss verifiziert werden (falls erforderlich durch Prüfung und Simulation), dass die Kategorie des Signalgebers, die Kategorie der Signalverarbeitung und die Kategorie der Ausgangsschaltanordnung (falls vorgesehen) wie vom Hersteller angegeben unter Verweis auf EN 954-1:1996, Abschnitt 6, und prEN 954-2:1999 ausgeführt wurden. Die Grundlage der Analyse muss die vom Hersteller vorgesehenen Rationales für die angegebenen Kategorien einschließen (z. B. bewährte Prinzipien, Fehlertoleranzvermögen, Fehlerausschlüsse).

### 7.17 Prüfung Nr 15: Einstelleinrichtungen (Anforderungen siehe 4.21)

Diese Anforderungen müssen durch visuelle Prüfung und, falls erforderlich, durch Prüfung verifiziert werden.

### 7.18 Prüfung Nr 16: Signalgeberbefestigung (Anforderungen siehe 4.22)

Eine Kraft von  $(500 \pm 25)$  N muss auf die wirksame Betätigungsfläche des Signalgebers einer Schaltleiste durch Prüfkörper 1 (siehe Bild 6) an Messort a3 (siehe Bild 7) für eine Stunde sowohl an der oberen als auch der unteren Grenze des Betriebstemperaturbereichs aufgebracht werden. Es darf kein dauerhafter Schaden entstehen.

Bei Schaltstangen muss die Prüfung durch Aufbringen des Prüfkörpers 1 (siehe Bild 6) mit der vom Hersteller angegebenen maximalen Kraft für eine Stunde in der kritischsten Richtung und am kritischsten Messort durchgeführt werden. Es darf kein dauerhafter Schaden entstehen.

### 7.19 Prüfung Nr 17: Rückformung nach Belastung (Anforderungen siehe 4.23)

Eine statische Kraft von  $(250 \pm 25)$  N muss in der Bezugsrichtung auf die wirksame Betätigungsfläche des Signalgebers der Schaltleiste oder Schaltstange durch Prüfkörper 1 (siehe Bild 6) an Messort c3 aufgebracht werden. Nach 24 h muss die Kraft weggenommen werden. Die Verformung der wirksamen Betätigungsfläche durch den Prüfkörper muss 30 s, 5 min und 30 min nach Wegnahme der Kraft gemessen werden. Die Tiefe der Verformung, gemessen in der Bezugsrichtung von der Linie entlang des Messortes c (siehe Bild 7) zu der verformten Oberfläche, darf die in Tabelle 3 angegebenen Werte nicht überschreiten. Diese Prüfungen müssen an den Grenzen des Betriebstemperaturbereichs durchgeführt werden.

Eine statische Kraft von  $(250 \pm 25)$  N muss in der Bezugsrichtung auf die wirksame Betätigungsfläche des Signalgebers der Schaltleiste oder Schaltstange durch Prüfkörper 1 (siehe Bild 6) an Messort c3 aufgebracht werden. Nach 24 h muss die Kraft weggenommen werden. Die Ausgangsschaltanordnung muss innerhalb 30 s in einen EIN-Zustand übergehen, nachdem der Rückstellbefehl gegeben wird. Nach erneutem Aufbringen von Prüfkörper 1 am Messort c3 muss die Ausgangsschaltanordnung in den AUS-Zustand übergehen.

Diese Prüfung muss an den Grenzen des Betriebstemperaturbereichs durchgeführt werden.

### 7.20 Prüfung Nr 18: Anschlüsse (Anforderungen siehe 4.24)

Diese Anforderungen müssen durch visuelle Prüfung verifiziert werden.

### 7.21 Prüfung Nr 19: Scharfe Ecken, Kanten und raue Oberflächen (Anforderungen siehe 4.25)

Diese Anforderungen müssen durch visuelle Prüfung verifiziert werden.

### 7.22 Prüfung Nr 20: Mechanische Ausrüstung (Anforderungen siehe 4.26)

Diese Anforderungen müssen durch visuelle Prüfung verifiziert werden.

**7.23 Prüfung Nr 21: Kennzeichnung** (Anforderungen siehe Abschnitt 5)

Diese Anforderungen müssen durch visuelle Prüfung verifiziert werden.

**7.24 Prüfung Nr 22: Auswahl- und Benutzerinformationen** (Anforderungen siehe Abschnitt 6)

Die Anforderungen müssen durch visuelle Prüfung verifiziert werden.

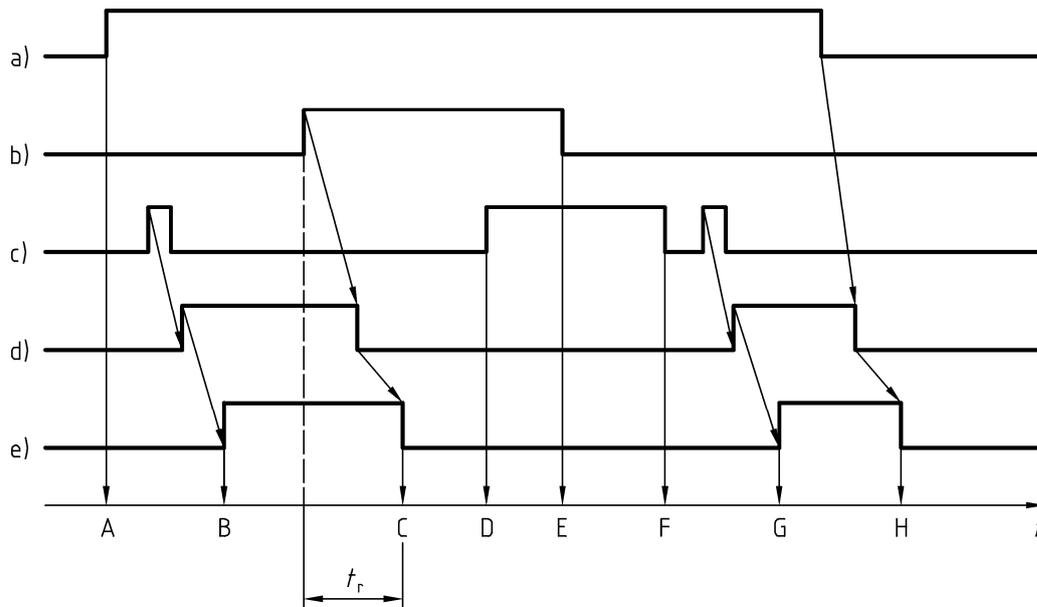
**7.25 Prüfung Nr 23: Hemmung und Blockierung** (Anforderungen siehe 4.27)

Diese Anforderungen müssen durch visuelle Prüfung verifiziert werden sowie durch Funktionsprüfungen mit einfachen Mitteln (z. B. durch Einfügen eines Drahtes, eines Stiftes, eines Klebebandes, eines Keils oder eines Magneten).

## Anhang A (normativ)

### Zeitdiagramme für Einrichtungen mit und ohne Rückstellfunktion

Die folgenden Bilder veranschaulichen die Beziehung zwischen Betätigungskraft, Rückstellsignal und den Ausgängen des Signalgebers und der Ausgangsschalteneinrichtung (siehe 4.10).

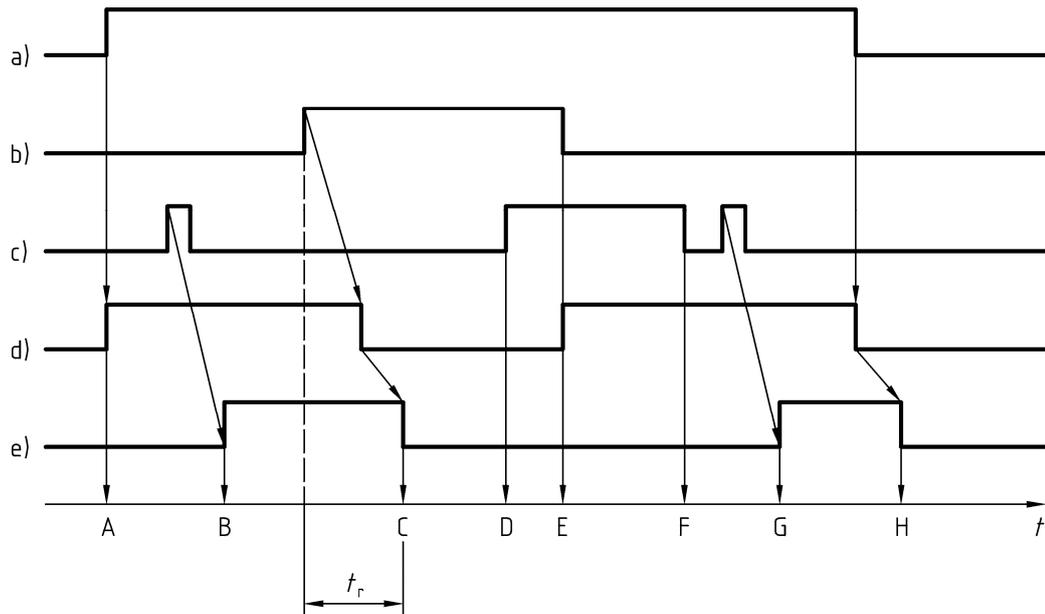


#### Legende

- |    |  |       |              |
|----|--|-------|--------------|
| a) | Versorgungsenergie an Schaltleiste oder Schaltstange | $t$   | Zeit         |
| b) | Betätigungskraft                                     | $t_r$ | Ansprechzeit |
| c) | Rückstellsignal                                      |       |              |
| d) | Ausgang des Signalgebers                             |       |              |
| e) | Ausgang der Ausgangsschalteneinrichtung(en)          |       |              |

- A Versorgungsenergie zu der Einrichtung steht an; der Ausgang bleibt ausgeschaltet, da die Einrichtung nicht zurückgestellt wurde.
- B Das Rückstellsignal ist vorhanden. Der Ausgang der Einrichtung ist eingeschaltet, da der Signalgeber aufgrund der Betätigung des Rückstellbetätigungsorgans eingeschaltet wird, ohne Einwirkung einer Betätigungskraft auf den Signalgeber.
- C Der Ausgang der Ausgangsschalteneinrichtung ist unterbrochen, da der Signalgeber ausgeschaltet wird, aufgrund der Einwirkung einer Betätigungskraft auf den Signalgeber.
- D Das Rückstellsignal ist vorhanden. Die Betätigung des Rückstellbetätigungsorgans hat keine Auswirkungen auf den Ausgang der Einrichtung, solange eine Betätigungskraft auf den Signalgeber einwirkt; die Einrichtung bleibt ausgeschaltet.
- E Die Betätigungskraft ist vom Signalgeber weggenommen; der Ausgang der Einrichtung bleibt ausgeschaltet, obwohl das Rückstellsignal noch ansteht.
- F Das Rückstellsignal ist weggenommen. Die Freigabe des Rückstellbetätigungsorgans hat keine Auswirkungen auf den Ausgang der Einrichtung, selbst wenn die Betätigungskraft von dem Signalgeber weggenommen wurde.
- G Das Rückstellsignal ist vorhanden. Der Ausgang der Einrichtung ist eingeschaltet, da der Signalgeber eingeschaltet ist, aufgrund der Betätigung des Rückstellbetätigungsorgans, ohne Einwirkung einer Betätigungskraft auf den Signalgeber.
- H Versorgungsenergie zu der Einrichtung ist ausgeschaltet; der Ausgang des Signalgebers und der Ausgang der Einrichtung sind ausgeschaltet.

**Bild A.1 — Ausgang des Signalgebers initiiert durch Rückstellfunktion**

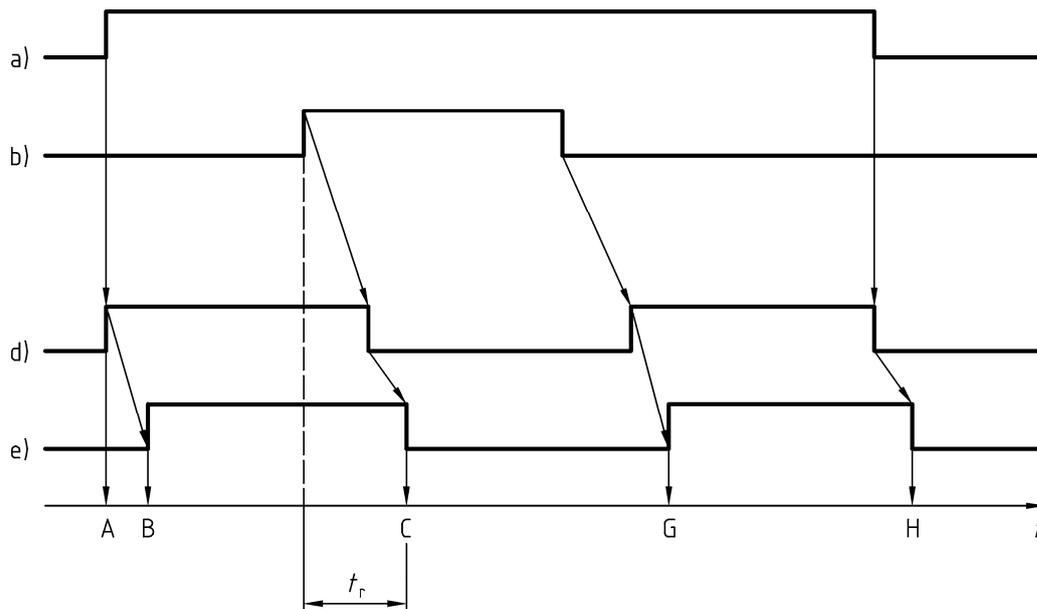


### Legende

- |    |  |       |              |
|----|--|-------|--------------|
| a) | Versorgungsenergie an Schaltleiste oder Schaltstange | $t$   | Zeit         |
| b) | Betätigungskraft                                     | $t_r$ | Ansprechzeit |
| c) | Rückstellsignal                                      |       |              |
| d) | Ausgang des Signalgebers                             |       |              |
| e) | Ausgang der Ausgangsschaltseinrichtung(en)           |       |              |

- A Versorgungsenergie zu der Einrichtung steht an; der Ausgang bleibt ausgeschaltet, da die Einrichtung nicht zurückgestellt wurde; Signalgeber ist eingeschaltet bei eingeschalteter Versorgungsenergie.
- B Das Rückstellsignal ist vorhanden ohne die Einwirkung einer Betätigungskraft auf den Signalgeber. Ausgang der Einrichtung ist eingeschaltet, aufgrund der Betätigung des Rückstellbetätigungsorgans, solange der Signalgeber eingeschaltet wird.
- C Betätigungskraft wirkt auf Signalgeber. Der Ausgang des Signalgebers ist ausgeschaltet, wodurch auch die Einrichtung ausgeschaltet wird.
- D Das Rückstellsignal ist vorhanden. Die Betätigung des Rückstellbetätigungsorgans hat keine Auswirkungen auf den Ausgang der Einrichtung, solange eine Betätigungskraft auf den Signalgeber einwirkt; die Einrichtung bleibt ausgeschaltet.
- E Die Betätigungskraft ist vom Signalgeber weggenommen; der Ausgang des Signalgebers ist eingeschaltet, jedoch bleibt die Einrichtung ausgeschaltet, obwohl das Rückstellsignal noch ansteht.
- F Das Rückstellsignal ist weggenommen. Die Freigabe des Rückstellbetätigungsorgans hat keine Auswirkungen auf den Ausgang des Signalgebers, der eingeschaltet bleibt. Die Einrichtung bleibt ausgeschaltet.
- G Das Rückstellsignal ist vorhanden ohne Einwirkung auf den Signalgeber. Der Ausgang der Einrichtung ist eingeschaltet aufgrund der Betätigung des Rückstellbetätigungsorgans, solange der Signalgeber eingeschaltet ist.
- H Versorgungsenergie zu der Einrichtung ist ausgeschaltet; der Ausgang des Signalgebers und der Ausgang der Einrichtung sind ausgeschaltet.

**Bild A.2 — Ausgang des Signalgebers unabhängig von Rückstellfunktion**



### Legende

- |    |  |       |              |
|----|--|-------|--------------|
| a) | Versorgungsenergie an Schaltleiste oder Schaltstange | $t$   | Zeit         |
| b) | Betätigungskraft                                     | $t_r$ | Ansprechzeit |
| d) | Ausgang des Signalgebers                             |       |              |
| e) | Ausgang der Ausgangsschalteneinrichtung(en)          |       |              |

A Versorgungsenergie zu der Einrichtung ist eingeschaltet; Signalgeber ist eingeschaltet.

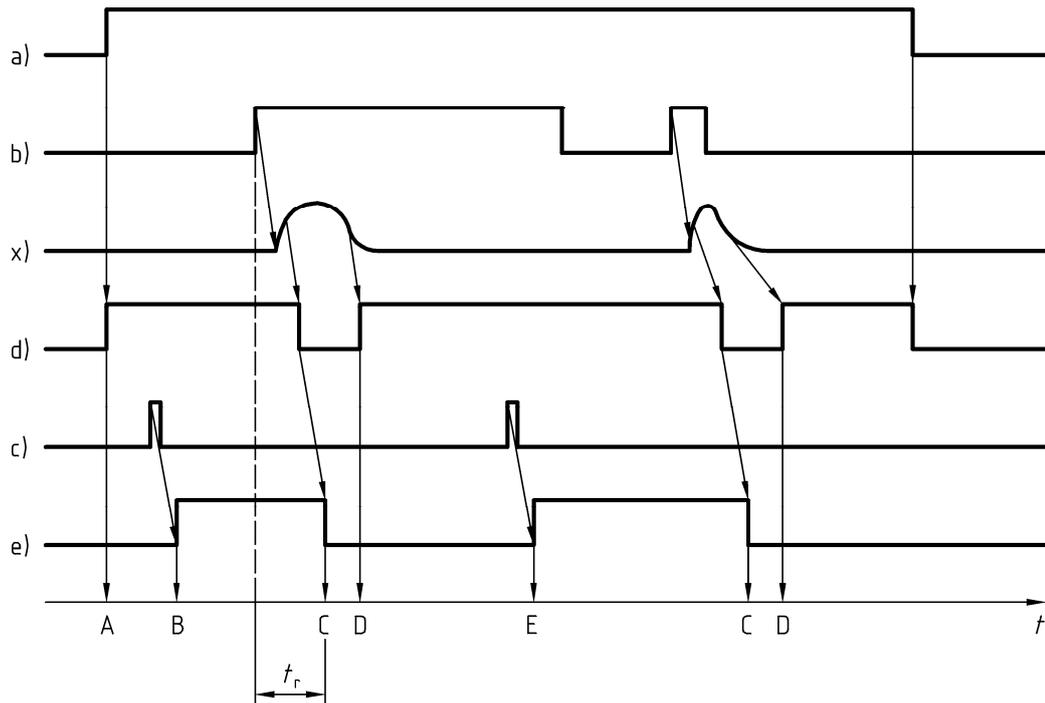
B Ausgang der Einrichtung ist eingeschaltet, da keine Betätigungskraft auf den Signalgeber einwirkt.

C Ausgang der Einrichtung ist ausgeschaltet, da der Signalgeber ausgeschaltet ist, aufgrund der auf den Signalgeber einwirkenden Betätigungskraft.

G Ausgang der Einrichtung ist eingeschaltet, da der Signalgeber eingeschaltet ist, weil die Betätigungskraft vom Signalgeber weggenommen wurde.

H Versorgungsenergie zu der Einrichtung ist ausgeschaltet; Ausgang des Signalgebers und der Einrichtung sind ausgeschaltet.

**Bild A.3 — Ausgang des Signalgebers für Einrichtungen ohne Rückstellfunktion**



### Legende

- a) Versorgungsenergie zu den elektrischen Schaltkreisen der Einrichtung
- b) Betätigungskraft
- c) Rückstellsignal
- x) Druckimpuls im Signalgeber
- d) elektrischer Ausgang des Signalgebers (Druckschalter)
- e) Ausgang der Ausgangsschalteneinrichtung(en)

$t$  Zeit  
 $t_r$  Ansprechzeit

- A Versorgungsenergie zu der Einrichtung ist eingeschaltet.
- B Rückstellsignal ist vorhanden. Der Ausgang der Einrichtung ist eingeschaltet.
- C Der Ausgang der Einrichtung ist ausgeschaltet aufgrund der auf den Signalgeber einwirkenden Betätigungskraft.
- D Der Ausgang der Einrichtung ist eingeschaltet aufgrund des Druckabfalls im Signalgeber.
- E Rückstellsignal ist vorhanden. Der Ausgang der Einrichtung ist eingeschaltet, obwohl die Betätigungskraft noch einwirkt. Dies kann zu einer Gefährdung führen.

### Bild A.4 — Ausgang des Signalgebers für Systeme, bei denen der Ausgang des Signalgebers nicht im AUS-Zustand bleibt, wenn die Betätigungskraft noch einwirkt (z. B. Luftimpuls-Systeme)

ANMERKUNG 1 Der Punkt, an dem „D“ auftritt, hängt von einer Reihe von Faktoren ab, z. B. von der Größe der einwirkenden Kraft und dem dosierten Luftaustritt aus dem System.

ANMERKUNG 2 Wie in 4.20, Anmerkung 2, angegeben, erfüllen Luftimpuls-Systeme nicht die Anforderungen der Kategorie 1 nach EN 954-1:1996.

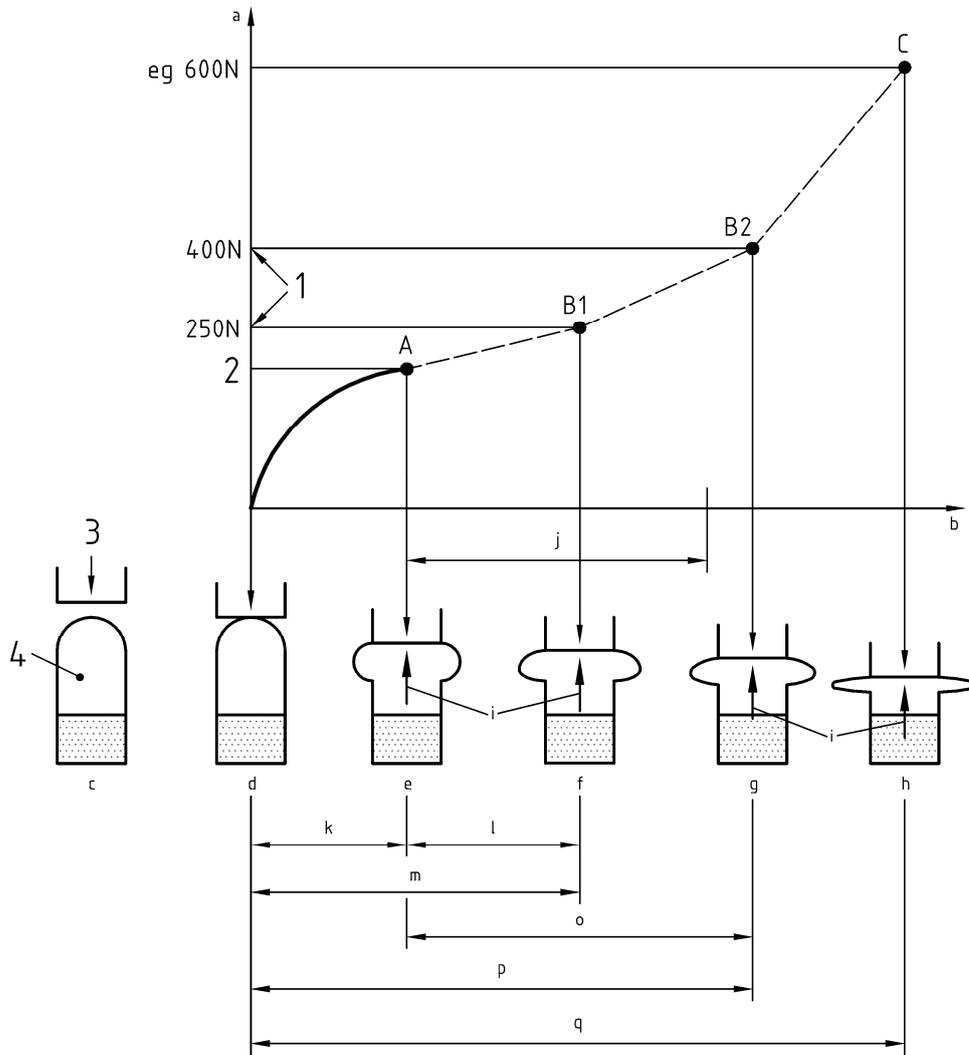
Es ist für die Maschinensteuerung erforderlich, ihr eigenes Sicherheitssystem zu haben, um sicherzustellen, dass kein gefährlicher Wiederanlauf erfolgt. Zum Beispiel an kraftbetriebenen Türen kann dies in Form einer automatischen Maschinenumkehr oder eines manuellen Rückstellsignals sein. Die korrekte Funktion dieser Steuerungen muss in den entsprechenden C-Normen beschrieben sein und bei der Risikobewertung berücksichtigt werden.

Wie gezeigt, verfügt dieses System über keine Möglichkeit, die Funktion des Signalgebers auf das Ansprechen auf einen Druckimpuls hin zu überprüfen. An Türen und Toren, zur Erfüllung der Kategorie 2, muss diese Funktion die Tür- und Torsteuerung übernehmen.

ANMERKUNG 3 Siehe D.2.5 bezüglich zusätzlicher Informationen über Luft-Impulssysteme.

## Anhang B (informativ)

### Erläuternde Anmerkungen



#### Legende

- |   |   |   |                                      |
|---|---|---|--------------------------------------|
| 1 | festgelegte Grenzkraften                      | g | Verformung an Punkt B2               |
| 2 | niedrigste Betätigungskraft                   | h | Verformung bei 600 N                 |
| 3 | Geschwindigkeit der gefahrbringenden Bewegung | i | Reaktionskraft                       |
| 4 | Signalgeber                                   | j | festgelegter Anhalteweg der Maschine |
| a | Kraft, in Newton (N)                          | k | Ansprechweg                          |
| b | Weg, in Millimeter (mm)                       | l | Nachlaufweg B1                       |
| c | Signalgeber vor Kontakt                       | m | Gesamtverformungsweg B1              |
| d | Kontaktpunkt                                  | o | Nachlaufweg B2                       |
| e | Betätigungspunkt                              | p | Gesamtverformungsweg B2              |
| f | Verformung an Punkt B1                        | q | Gesamtweg                            |

**Bild B.1 — Kraft-Weg-Diagramm für Schaltleisten**

ANMERKUNG Die Kräfte beziehen sich auf Prüfkörper 1 aus Bild 6 und sind lediglich Beispiele.

## Ansprechweg

Die Kraft steigt vom Punkt des Kontaktes mit dem Hindernis an. An einem gegebenen Punkt gibt der Signalgeber der Schalteiste oder Schaltstange ein Signal an die Signalverarbeitung, um in den AUS-Zustand zu gehen. Es wird ein Signal zur Maschinensteuerung gesendet, um die gefahrbringende Bewegung zu stoppen. Dieser Weg, der zwischen diesen zwei Punkten zurückgelegt wird, ist der Ansprechweg. Der Weg kann je nach Annäherungsgeschwindigkeit und den Umgebungsbedingungen unterschiedlich sein.

## Nachlaufweg und Gesamtweg

Der Nachlaufweg ist der Weg, bei dem die Geschwindigkeit reduziert wird und die Kraft ansteigt. Die maximal zulässige Kraft, die vom Lieferer angegeben ist und vom Anwender für einen Anwendungsfall gewählt wurde, sollte geringer als die Grenzkraft sein, gemäß den Anforderungen der Typ-C-Normen oder der Risikobewertung, und innerhalb dieses Nachlaufweges auftreten.

Eine Reihe von Faktoren kann dazu führen, dass die maximal zulässige Kraft überschritten wird. Zum Beispiel:

- Bremsschaden (Alter);
- verlängerte Ansprechzeit;
- mechanischer Verschleiß;
- erhöhte Geschwindigkeit der gefahrbringenden Bewegung usw.

Jeder dieser Faktoren kann zu Verletzungen führen aufgrund der erhöhten Kraft, die auf den betreffenden Körperteil einwirkt, wenn keine weitere Verformung des Signalgebers möglich ist.

Der **Anhalteweg** ist der Weg, den der bewegliche Teil der Maschine, der die Gefahr darstellt, zurücklegt zwischen dem Punkt, an dem das Signal vom Signalgeber zu seiner Signalverarbeitung gesendet wird, und dem Punkt, an dem die Maschine zum Stillstand kommt.

Der **Anhalteweg** der Maschine muss innerhalb des Nachlaufweges der Schalteiste oder Schaltstange liegen.

Der **Gesamtweg** ist die maximal mögliche Bewegung oder Verformung des Signalgebers aufgrund der aufbrachten Kraft von z.B. 600 N.

## Gesamtverformungsweg und Kraft

Eine Kraft von 250 N oder 400 N, senkrecht zur Bezugsachse, wird als Bezug genommen, um den Gesamtverformungsweg der Einrichtung mit Prüfkörper 1, Bild 6, zu messen. Nach 4.6 muss der Hersteller Daten über die Kraft-Weg-Beziehung, mindestens bis zur Bezugskraft, zur Verfügung stellen. Jedoch sollten 250 N oder 400 N nicht als Kräfte angesehen werden, die keine Verletzungen bei allen Anwendungen verursachen können.

Bei allen Anwendungen sollte die Kraft, die auf eine Person einwirkt, auf einem Minimum gehalten werden. Die maximal zulässige Kraft kann z. B. durch die Einwirkdauer der Kraft, die Signalgeberabmessungen, den Signalgeberwerkstoff und die zu schützenden Körperteile beeinflusst werden. Besonders zu beachten sind solche Anwendungsfälle, in denen Kinder oder alte Personen geschützt werden sollen.

Es ist wesentlich, dass das Bremsen oder die Umkehr der beweglichen Teile so erfolgt, dass die Reaktionskraft des aktivierten Signalgebers die maximal zulässige Kraft, die der Hersteller für den bestimmten Anwendungsfall festgelegt hat, nicht überschreiten sollte.

## Anhang C (informativ)

### Anmerkungen für den Maschinenhersteller/Benutzer

#### C.1 Einleitung

Der Signalgeber ist am häufigsten auf einer sich bewegenden Fläche angebracht, die eine Kollisions-, Fang- oder Quetschgefahr verursachen kann, z. B. eine kraftbetätigte Tür. Es ist unbedingt erforderlich, dass der Maschinenhersteller/Benutzer sicherstellt, dass das Bremsen oder die Umkehr der sich bewegenden Teile so erfolgt, dass die Reaktionskraft des gedrückten Signalgebers die maximal zulässige Kraft, die für den bestimmten Anwendungsfall festgelegt ist, nicht überschreiten sollte (siehe Anhang B und C.2.2 c)).

#### C.2 Auswahl geeigneter Einrichtungen

##### C.2.1 Allgemeines

Die vier wichtigsten Parameter, die die Auswahl einer geeigneten Einrichtung in dieser Anwendung beeinflussen, sind:

- a) die Kategorie nach EN 954-1, die für die Anwendung erforderlich ist

Diese basiert auf:

- der Risikobeurteilung für den bestimmten Anwendungsfall und den Anforderungen in 4.20 oder
- den Anforderungen nach den entsprechenden Normen.

- b) die Geschwindigkeit der gefahrbringenden Bewegung

Dies ist die Geschwindigkeit, mit der sich die gefahrbringende Fläche bewegt. Üblicherweise bewegt sich eine Fläche und die andere ist feststehend. Die maximal mögliche Geschwindigkeit sollte als die Geschwindigkeit der gefahrbringenden Bewegung angesehen werden. Bewegen sich beide Flächen, sind besondere Überlegungen erforderlich.

- c) der Anhalteweg der gefahrbringenden Teile

Dies ist der von den gefahrbringenden Flächen zurückgelegte Weg, nachdem ein Stoppbefehl von der Ausgangsschalteneinrichtung an die Maschinensteuerung gegeben worden ist. Dieser Weg hängt von der Geschwindigkeit der gefahrbringenden Bewegung, der Ansprechzeit der Maschinensteuerung und der Wirksamkeit des Maschinenbremssystems ab. Dieser Weg kann berechnet und/oder gemessen werden. Wenn angebracht, sollte ein geeigneter Sicherheitsfaktor für eine Beeinträchtigung der Bremswirkung, für Messtoleranzen usw. verwendet werden.

- d) die Rückformung des Signalgebers nach Verformung

Bei bestimmten Anwendungen ist die Zeitspanne zwischen den aufeinander folgenden Betätigungen des Signalgebers geringer als 30 s, entsprechend 4.23. In diesem Fall sollte ein Signalgeber ausgewählt werden, der seine normale Funktion innerhalb der verfügbaren Zeit wieder erfüllt.

### C.2.2 Auswahlverfahren

Nach Festlegen der Kategorie nach EN 954-1 ist das Verfahren wie folgt:

- a) Bestimmung der erforderlichen Betriebsgeschwindigkeit und der Geschwindigkeit der gefahrbringenden Bewegung

Ist die maximale Geschwindigkeit der gefahrbringenden Bewegung nicht gegeben, sollte sie gemessen oder berechnet werden. Der Punkt des Fahrweges, an dem die maximale Geschwindigkeit auftritt, wird vom Antriebsmechanismus abhängen.

Die maximale Betriebsgeschwindigkeit der Einrichtung sollte größer sein als die maximale Geschwindigkeit der gefahrbringenden Bewegung.

- b) Bestimmung des erforderlichen Mindest-Nachlaufwegs

Der Anhalteweg der gefahrbringenden Teile ist zu bestimmen. Ist dieser nicht gegeben, sollte er gemessen und/oder berechnet werden. Der Anhalteweg multipliziert mit einem geeigneten Sicherheitsfaktor von mindestens 1,2 ergibt den erforderlichen Mindest-Nachlaufweg für die Anwendung. Bei existierenden anderen Faktoren, z. B. einem Bremssystem, das beschädigt werden kann, sollte ein höherer Sicherheitsfaktor verwendet werden (siehe Bild B.1).

Ein einfacher Weg zur Messung des Anhalteweges ist die vorübergehende Anbringung eines Positionsschalters an einer Position, die nahe an dem Punkt ist, an dem die maximale Geschwindigkeit der gefahrbringenden Bewegung auftritt. Die Öffner dieses Positionsschalters sollten in den Ausschaltsteuerkreis der Maschine, an der Stelle, an der die Ausgangsschalteneinrichtungen angebracht sein würden, angeschlossen werden. Die Maschine sollte einige Male unter den denkbar schlechtesten Bedingungen betrieben werden, und der Weg, der über den Schaltpunkt des Positionsschalters hinaus zurückgelegt wird, sollte gemessen werden. Der gemessene maximale Weg sollte als der Anhalteweg angesehen werden.

- c) Festlegen der maximal zulässigen Kraft

Die maximal zulässige Kraft sollte in Typ-C-Normen angegeben sein oder der Risikobewertung entsprechen. Die Risikobewertung sollte die Körperteile und die Personen, die zu schützen sind, berücksichtigen, z. B. Kinder oder ältere Personen. Die Geschwindigkeit, die Form, der Signalgeberwerkstoff und der von der Einrichtung ausgeübte maximale Druck sollten auch berücksichtigt werden. Die maximal zulässige Kraft sollte so niedrig wie möglich sein.

- d) Auswahl der Einrichtung

Unter Verwendung der Daten über die Kraft-Weg-Beziehung oder Diagramme, die der Hersteller zur Verfügung stellt, ist die Schutzeinrichtung mit der erforderlichen maximalen Betriebsgeschwindigkeit auszuwählen, die mindestens den erforderlichen Mindest-Nachlaufweg erbringt, bevor die maximal zulässige Kraft erreicht wird.

Kann keine Einrichtung mit ausreichendem Nachlaufweg gefunden werden, kann es notwendig sein, das Anhalteverhalten der Maschine zu verbessern.

## **Anhang D** (informativ)

### **Anmerkungen zur Konstruktion**

Dieser Anhang gibt Hinweise zur Konstruktion von Schaltleisten und Schaltstangen. Das Nichtbeachten der Beiträge in diesen Anmerkungen zur Konstruktion bedeutet nicht unbedingt, dass das Produkt nicht sicher ist.

#### **D.1 Allgemeines**

##### **D.1.1 Betätigungshäufigkeit**

Schaltleisten und Schaltstangen werden häufig für Anwendungen verwendet, bei denen sie für viele Monate nicht betätigt werden. Werden sie jedoch betätigt, sollte ihr Betrieb sicher sein.

Andererseits werden einige Schaltleisten und Schaltstangen für Anwendungen verwendet, bei denen sie häufig betätigt werden. Dies kann im Laufe der Zeit zu einer Veränderung der Empfindlichkeit führen.

##### **D.1.2 Bauteile**

Bauteile von Schaltleisten und Schaltstangen sollten vollständig vor vorhersehbaren Schäden geschützt sein, z. B. mit Schutzhüllen.

##### **D.1.3 Einwirken von Flüssigkeit**

Können Bauteile in Kontakt mit Flüssigkeiten wie z. B. Ölen, Chemikalien oder Wasser kommen, sollte der Signalgeber aus geeigneten Materialien hergestellt sein, die sich nicht verändern oder aufquellen.

#### **D.2 Schaltleisten**

##### **D.2.1 Profilmaterial**

Das Profilmaterial des Signalgebers sollte den Anforderungen des Betriebs und den Umgebungsbedingungen standhalten.

##### **D.2.2 Empfindlichkeit des Signalgebers**

Signalgeber können auf der wirksamen Betätigungsfläche bestimmte Teile haben, die weniger empfindlich sind als andere, sowie Teile, die leichter beschädigt werden können als andere. Die Empfindlichkeit kann nahe am Anschlusspunkt für Zuleitungskabel, -rohre, -fasern oder Leitungen reduziert sein sowie an Punkten, an denen Kontaktelemente im Abstand gehalten werden.

##### **D.2.3 Physikalische Auswirkungen**

Das Eindringen von Material (entweder in kleinen oder großen Partikeln), Ungeziefer oder Flüssigkeit in den Bereich, in dem die Schaltleiste verwendet werden soll, kann dazu führen, dass der Signalgeber korrodiert/zerfressen wird oder dass er seine Empfindlichkeit verliert.

Es kann möglich sein, dass ein sehr kleines Loch in der Oberfläche der Schaltleiste während der regelmäßigen Inspektion übersehen wird. Jedoch kann dieses groß genug sein, um Flüssigkeit in das Innere

eindringen zu lassen, was ein Hindernis bilden kann, das die Betätigung des Signalgebers verhindert. Andererseits kann es wünschenswert sein, dass sichergestellt ist, dass Flüssigkeiten aus einem Profil abfließen können, indem entweder die Enden offen gelassen werden oder eine poröse Verschlusskappe verwendet wird.

#### D.2.4 Schaltleisten mit elektrischen Signalgebern

Bei manchen Konstruktionen werden elektrische Kontaktelemente verwendet. Die Elemente sind üblicherweise durch ein Luftloch voneinander getrennt, das geschlossen ist, wenn Druck auf die Oberfläche einwirkt. Das Luftloch kann z. B. durch Federn, Isolierpolster oder elastischen Schaum aufrechterhalten werden. Die Auswirkungen im Falle des Versagens dieser Bauteile sollten beachtet werden, z. B. sollte das Versagen nicht auf auseinanderbrechende Teile zurückzuführen sein, die sich in der Leiste hin und her bewegen und dadurch die Empfindlichkeit beeinträchtigen oder den Betrieb verhindern.

Die Art der elektrischen Anschlüsse an den Signalgeber sollte ebenfalls berücksichtigt werden. Sie sollte von hoher Integrität sein. Werden zwei Eingangsleitungen und zwei Ausgangsleitungen verwendet, sollten diese an den entgegengesetzten Enden des Kontaktelements angeschlossen sein, um die Integrität durch die Kontaktelemente sicherzustellen. Sind Leitungen miteinander verbunden und besteht eine offene Stromkreisverbindung zu dem Kontaktelement, kann eine unsichere Situation entstehen.

#### D.2.5 Schaltleisten mit Luftimpuls-Signalgebern

Der Abriss/Leckage durch Abrieb oder eine Öffnung in einem Luftimpuls-Signalgeber oder in seinen angeschlossenen Elementen kann zu einem sofortigen Verlust der Sicherheitsfunktion führen. In diesem Fall sollte die Signalverarbeitung diesen Abriss bzw. die Leckage erkennen und die Ausgangsschalteneinrichtung bei bestehendem Abriss bzw. Leckage im AUS-Zustand halten. Die Ausgangsschalteneinrichtung sollte solange im AUS-Zustand bleiben, bis sie durch befugtes Personal manuell wieder zurückgestellt wurde.

Bei einigen Luftimpuls-Signalgebern verursacht die Verformung des Signalgeberprofils einen Druckanstieg, der über einen Schlauch zu einem luftbetätigten Schalter übertragen wird. Verfügt das System über keinen konstant gehaltenen Druck, können folgende Fehler auftreten:

- Beschädigungen, wie z. B. Schnitte im Profil oder eine permanente Verformung des Profils, könnten nicht entdeckt werden;
- der Verbindungsschlauch kann unentdeckt durchtrennt, unterbrochen oder geknickt werden;
- der luftbetätigte Schalter kann außer Betrieb geraten, wenn der Signalgeber bei einer geringen Annäherungsgeschwindigkeit verformt wird;
- die Reaktionszeit wird verlängert, wenn ein langer Verbindungsschlauch zwischen dem Signalgeber und dem luftbetätigten Schalter verwendet wird;
- die meisten luftbetätigten Schalter beinhalten einen „Entlüfter“ zum Ausgleich für wechselnde Umgebungsbedingungen; wird dieser „Entlüfter“ blockiert, kann der Betrieb der Schaltleiste versagen;
- das Einrichten des Entlüfters hängt vom Querschnitt des Signalgeberprofils ab, von der Länge des Signalgebers, dem Material des Signalgebers und dem Einsatztemperaturbereich. Siehe 4.21 (Einstelleinrichtungen);
- ist der „Entlüfter“ zu groß, wird die Empfindlichkeit der Einrichtung reduziert;
- wird der Signalgeber so gedrückt, dass eine große Menge der Innenluft abgesaugt wird, bildet sich ein Teilvakuum, wenn der Signalgeber freigegeben wird. Dieses Vakuum kann die Empfindlichkeit des Signalgebers stark reduzieren oder dessen sofortige Wiederbetätigung verhindern.

Es ist möglich, ein Luftimpuls-System nach Kategorie 2 der EN 954-1:1996 zu konstruieren, in dem die Schaltleistenfunktion bei jedem Maschinenzyklus geprüft wird.

### D.2.6 Schaltleisten mit faser-optischen Signalgebern

Der Betrieb dieser Schaltleisten beruht üblicherweise auf einer Reduzierung des Lichts, das durch optische Fasern fällt. Die langfristigen Veränderungen sollten berücksichtigt werden, die sowohl in den Lichtsendern und -empfängern als auch in der Faser auftreten können. Die Mittel, durch die die mechanische Kraft in eine optische Veränderung umgesetzt wird, sollten stabil sein. Es sollte nicht möglich sein, dass vom Sender ausgehendes Licht vom Empfänger aufgenommen wird, ohne den Weg durch die Faser zurückgelegt zu haben, z. B. nach einem Faserbruch.

## D.3 Schaltstangen

Es besteht ein Risiko, dass die Bewegung der starren Oberfläche von Schaltleisten behindert oder blockiert wird. Dies kann einen der folgenden Gründe haben:

- Versagen durch Blockieren oder Festklemmen (Verkeilung);
- langfristige Ansammlung von Schmutz;
- Verziehen der starren aktiven Oberfläche;
- Festfressen der Führungen.

### D.3.1 Verwendung von Positionsschaltern

Werden Positionsschalter in Schaltstangen verwendet, sollte bei deren Konstruktion Folgendes berücksichtigt werden:

- Anheben oder Wegnehmen des Signalgebers;
- Verziehen der Oberfläche aufgrund von Überbelastung;
- Festhaften der Positionsschalter aufgrund seltener Verwendung;
- übermäßige Abnutzung oder Verstellung der Nocken bei nockengesteuerten Systemen;
- Positionsschalter, die sich aus den Klammern lösen, was zu Verstellung führt.

Werden in Schaltstangen Positionsschalter verwendet, sollte deren Zuverlässigkeit im Verhältnis zu den Konsequenzen im Falle ihres Versagens betrachtet werden. Die Verwendung von Positionsschaltern, die nach EN 60947-5-1:1997, Abschnitt 3, hergestellt sind, wird empfohlen.

### D.3.2 Fangstellen

Bei der Konstruktion von Schaltstangen sollte auf mögliche Fangstellen geachtet werden. Falls möglich sollten Zwischenräume, die sich schließen, wenn der Signalgeber sich verformt, konstruktiv beseitigt werden. Existiert ein Zwischenraum, der sich verringert, wenn sich der Signalgeber bewegt oder verformt, sollte er groß genug bleiben, sodass verhindert ist, dass daraus eine Fanggefahr entsteht.

## Anhang E (informativ)

### Anmerkungen zur Anwendung

Dieser Anhang gibt Hinweise bezüglich der Anwendungen.

#### E.1 Signalgeberbefestigung

Die Anbauoberfläche sollte für den Signalgeber, der verwendet wird, geeignet sein. Ist die Anbauoberfläche nicht fest genug oder weist sie große Unebenheiten auf, können die Empfindlichkeit und die Zuverlässigkeit der Einrichtung reduziert werden. Bekommt der Signalgeber regelmäßig oder wiederholten Kontakt mit der Oberfläche, sollten scharfe Kanten oder Unebenheiten vermieden sein, da dies Schäden verursachen kann. Verbindungskabel, Rohre usw. zwischen dem Signalgeber und der Signalverarbeitung sollten so konstruiert, angeordnet und befestigt sein, dass:

- a) sie den Konstruktionsbedingungen standhalten können;
- b) sie vor mechanischer Beschädigung geschützt sind und
- c) sie an jedem Ende solide befestigt sind, um Belastungen der Anschlüsse zu verhindern.

#### E.2 Betrachtungen zu Umgebungseinflüssen

Folgende Umgebungsfaktoren sollten berücksichtigt werden:

- die Auswirkungen von Hydraulik- und Schneidölen;
- Kombinationen von Flüssigkeiten;
- Flüssigkeiten, die in geschlossene Systeme eindringen;
- die Auswirkungen von Metallspänen;
- die Auswirkungen von Reinigungsflüssigkeiten;
- die Auswirkungen von Wärmeabstrahlung, z. B. wenn Signalgeber direktem Sonnenlicht oder in der Nähe befindlichen heißen Oberflächen ausgesetzt sind;
- die Auswirkungen wechselnder Umgebungstemperaturen;
- die Auswirkungen durch Einfrieren;
- die möglichen Auswirkungen jeder Kombination des genannten.

Diese Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und besondere Bedingungen können bestimmte Anwendungen erforderlich machen.

#### E.3 Anordnung des Signalgebers

Der Signalgeber sollte über eine ausreichende wirksame Betätigungsfläche verfügen und so angebaut werden, dass die wirksamste Einbaulage für die vorhersehbare Betätigungsrichtung sichergestellt ist.

## Anhang F (informativ)

### Einbau, Inbetriebnahme und Prüfung

Dieser Anhang gibt Hinweise zur empfohlenen Inbetriebnahme und zu den Prüfungen nach dem Einbau zur Sicherstellung des sicheren Betriebes des Gesamtsystems (siehe Abschnitt 6 für Anforderungen an die Informationen bezüglich Auswahl und Verwendung).

#### F.1 Systeminformation

Das System sollte gemäß den Herstellerinformationen für die Einrichtung eingebaut, in Betrieb genommen, geprüft und instand gehalten werden.

#### F.2 Inbetriebnahme

Die Person, die die Inbetriebnahme durchführt, sollte sicherstellen, dass nachfolgende Prüfungen durchgeführt werden:

- die Eignung der Einrichtung für die Umgebungsbedingungen ist zu prüfen;
- die sichere Befestigung der Einrichtung am Einbauort ist zu prüfen;
- die Nenndaten und Eigenschaften aller Ein- und Ausgänge, z. B. Nennwerte von Sicherungen, sind zu prüfen;
- Es ist zu prüfen, ob durch die Abschaltung der Energieversorgung von der Schaltleiste oder Schaltstange weiterer gefährlicher Betrieb der Maschine verhindert wird. Die gefährlichen Teile der Maschine sollten nicht wieder anlaufen können, bis die Sicherheitsfunktion wiederhergestellt ist.
- Ein Anlauf der gefährlichen Maschinenteile sollte nicht möglich sein, solange eine Betätigungskraft auf die wirksame Betätigungsfläche aufgebracht wird.
- Es ist sicher zu stellen, dass der Signalgeber so eingebaut wurde, dass Schutz aus allen vorhersehbaren Betätigungsrichtungen gewährt ist und dass keine unwirksamen Bereiche existieren, die das Verletzungsrisiko erhöhen könnten.
- Die Betätigung der Schaltleiste oder Schaltstange während einer gefährlichen Phase des Betriebszyklus sollte dazu führen, dass die gefahrbringenden Teile zum Stillstand kommen oder, falls angebracht, dass sie einen anderen sicheren Zustand einnehmen. Ein Wiederanlauf der gefahrbringenden Teile sollte nicht möglich sein, bis die Sicherheitsfunktion wiederhergestellt wurde.
- Es ist sicher zu stellen, dass zusätzliche Schutzmaßnahmen vorgesehen worden sind, wo dies notwendig ist, um den Zugang zu gefahrbringenden Maschinenteilen aus jeder Richtung, die nicht durch die druckempfindliche Einrichtung geschützt ist, zu verhindern.
- Ein wichtiges Merkmal für die Sicherheit einer Maschine ist die Schnittstelle zwischen der Maschine und ihrer(n) Schutzeinrichtung(en). Es ist sicher zu stellen, dass alle Maschinenteile, einschließlich der Schutzeinrichtung(en), des Steuerkreises und der Anschlüsse zu der/den Schutzeinrichtung(en), mit den Ergebnissen der Risikobewertung übereinstimmen und mit den in der/den entsprechenden Norm(en) angegebenen Kategorien (nach EN 954-1).

- die Vorkehrungen für die Mutingfunktion, falls angebracht, sind hinsichtlich der Anforderungen nach EN 954-1:1996, 5.9 zu prüfen;
- das ordnungsgemäße Funktionieren aller Anzeigelampen ist zu prüfen;
- die Empfindlichkeit der Schaltleiste oder Schaltstange über die ganze wirksame Betätigungsfläche nach den Herstellerangaben ist zu prüfen.

ANMERKUNG Zusätzlich können andere Prüfungen erforderlich sein, wie in den zutreffenden C-Normen angegeben.

### F.3 Regelmäßige Inspektion und Prüfungen

ANMERKUNG Regelmäßige Inspektion und Prüfungen sollten nach den Herstellerempfehlungen durchgeführt werden.

Die Prüfungen aus F.2 sollten wiederholt werden. Zusätzlich sollte Folgendes kontrolliert und/oder geprüft werden:

- die Maschinensteuerungselemente sind zu prüfen, um sicher zu stellen, dass sie ordnungsgemäß funktionieren und nicht gewartet und/oder ausgetauscht werden müssen.
- die Maschine ist zu prüfen, um sicherzustellen, dass keine anderen mechanischen oder strukturellen Aspekte vorliegen, die verhindern, dass die Maschine anhält oder einen anderen sicheren Zustand einnimmt, wenn sie durch die Schaltleiste oder Schaltstange angehalten wird.
- die Maschinensteuerungen und Anschlüsse zur Schaltleiste oder Schaltstange sind zu kontrollieren, um sicher zu stellen, dass keine Veränderungen vorgenommen wurden, die sich nachteilig auf das System auswirken, und dass notwendige Veränderungen vorschriftsmäßig aufgezeichnet wurden.
- der Zustand der Signalgeberoberfläche und ihrer Anschlüsse sind zu kontrollieren, um sicher zu stellen, dass keine Schäden verursacht wurden, die den bestimmungsgemäßen Betrieb des Systems verhindern.
- die Wirksamkeit der Schaltleiste und Schaltstange bei eingeschalteter Energie, jedoch bei Stillstand der Maschine ist zu prüfen. Der Betätigungspunkt muss verändert werden, um sicher zu stellen, dass die Gesamtheit der wirksamen Betätigungsfläche über eine bestimmte Zeitspanne geprüft wird.
- Ist eine Rückstellfunktion vorhanden, ist zu prüfen, dass die Maschine nicht eher betrieben werden kann, bis das System zurückgestellt ist.
- Es ist zu kontrollieren, ob alle Signalverarbeitungsgehäuse geschlossen und in gutem Zustand sind und nur durch einen Schlüssel oder ein Werkzeug geöffnet werden können. Ebenso ist zu überprüfen, ob der/die Schlüssel zur Aufbewahrung bei ausgesuchtem Personal entnommen wurde(n).

### F.4 Sicht- und Funktionsprüfungen nach Wartung

Nachdem die Wartung durchgeführt wurde, sollten entsprechend der Wartungsstufe Prüfungen der Sicherheitsfunktion nach den entsprechenden Hinweisen in F.2 erfolgen.

## **Anhang G** (informativ)

### **Allgemeine Betrachtungen für Systeme, die Kategorie 2 nach EN 954-1 erfüllen**

**G.1** Einige Systeme, besonders Luftimpuls-Systeme, finden seit vielen Jahren Verwendung. Jedoch traten dort Fehler auf, wo Systeme nicht automatisch geprüft wurden, daher können ungeprüfte Systeme die Anforderungen der Kategorie 2 nicht erfüllen. Dieser Anhang erläutert, wie eine druckempfindliche Schutzeinrichtung beschaffen sein kann, um den Anforderungen der Kategorie 2 zu entsprechen.

**G.2** Die Sicherheitsfunktion des gesamten Systems sollte bei jedem Zyklus mit dem Maschinenteil geprüft werden, an dem der Signalgeber eingebaut ist, z. B. eine bewegliche Tür oder eine trennende Schutzeinrichtung, an der eine Schalteiste befestigt ist.

#### **G.3 Luft-Impuls-Signalgeber**

**G.3.1** Bei der Prüfung eines Luft-Impuls Signalgebers sollte an dem Ende, das am weitesten vom Luft-Impulsschalter entfernt ist, ein Luftimpuls (Ausgang des Signalgebers) im Signalgeber erzeugt werden.

**G.3.2** Die Intensität (Prüfschärfe) dieses „Prüf“-Luft-Impulses sollte nicht stärker sein als jene, die durch die Mindestbetätigungskraft erzeugt wird, die durch Prüfkörper 1 bei der Mindestbetriebsgeschwindigkeit für die Anwendung aufgebracht wird.

**G.3.3** Der Ausgang des Luftimpuls-Signalgebers sollte bewirken, dass die Ausgangsschalteinrichtung in den AUS-Zustand geht. Der weitere Betrieb der Maschine sollte nur dann möglich sein, wenn diese Prüfung erfolgreich abgeschlossen wurde.

## Anhang ZA (informativ)

### Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 98/37/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 98/37/EG für Maschinen, 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 Richtlinie 98/37/EG**

Abschnitte/Unterabschnitte dieser Europäischen Norm	Grundlegende Anforderungen der Richtlinie 98/37/EG, geändert durch 98/79/EG	Erläuterungen/Anmerkungen
Vorwort	Anhang I, 1.3.8	Auswahl der Schutzeinrichtungen gegen Gefahren durch bewegliche Teile
Abschnitt 4	Anhang I, 1.2	Steuerungen und Befehlseinrichtungen
	Anhang I, 1.3	Schutzmaßnahmen gegen mechanische Gefahren
	Anhang I, 1.4	Anforderungen an Schutzeinrichtungen
	Anhang I, 1.5	Schutzmaßnahmen gegen sonstige Gefahren
	Anhang I, 1.6	Instandhaltung
Abschnitte 5 und 6	Anhang I, 1.7	Hinweise

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

## 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 für Maschinen 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 Richtlinie 2006/42/EG**

Abschnitte/Unterabschnitte dieser Europäischen Norm	Grundlegende Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG	Erläuterungen/Anmerkungen
Vorwort	Anhang I, 1.3.8	Wahl der Schutzeinrichtungen gegen Risiken durch bewegliche Teile
Abschnitt 4	Anhang I, 1.2	Steuerungen und Befehls-einrichtungen
	Anhang I, 1.3	Schutzmaßnahmen gegen mechanische Gefährdungen
	Anhang I, 1.4	Anforderungen an Schutzeinrichtungen
	Anhang I, 1.5	Risiken durch sonstige Gefährdungen
	Anhang I, 1.6	Instandhaltung
Abschnitte 5 und 6	Anhang I, 1.7	Informationen

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

## Literaturhinweise

[1] EN 953, *Sicherheit von Maschinen — Trennende Schutzeinrichtungen — Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen*

A1 gestrichener Text A1

[2] EN 1088, *Sicherheit von Maschinen — Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen — Leitsätze für Gestaltung und Auswahl*

[3] A1 EN ISO 14121-1, *Sicherheit von Maschinen — Risikobeurteilung — Teil 1: Leitsätze (ISO 14121-1:2007)* A1