

**DIN EN ISO 13856-2****DIN**

ICS 13.110

Einsprüche bis 2012-01-07  
Vorgesehen als Ersatz für  
DIN EN 1760-2:2009-08**Entwurf**

**Sicherheit von Maschinen –  
Druckempfindliche Schutzeinrichtungen –  
Teil 2: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von  
Schaltleisten und Schaltstangen (ISO/DIS 13856-2:2011);  
Deutsche Fassung prEN ISO 13856-2:2011**

Safety of machinery –  
Pressure-sensitive protective devices –  
Part 2: General principles for the design and testing of pressure-sensitive edges and  
pressure-sensitive bars (ISO/DIS 13856-2:2011);  
German version prEN ISO 13856-2:2011

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 (ISO/DIS 13856-2:2011);  
Version allemande prEN ISO 13856-2:2011

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2011-10-31 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und  
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses  
Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an [nasg@din.de](mailto:nasg@din.de) in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle  
kann im Internet unter [www.din.de/stellungnahme](http://www.din.de/stellungnahme) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE  
unter [www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter [www.entwuerfe.din.de](http://www.entwuerfe.din.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) im DIN,  
10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten  
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 69 Seiten

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



## Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ...<sup>1)</sup>.

## Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf 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).

Dieser Norm-Entwurf enthält die Deutsche Fassung des vom Technischen Komitees ISO/TC 199 „Safety of machinery“ des Internationalen Komitees für Normung (ISO) in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 114 „Sicherheit von Maschinen und Geräten“ des Europäischen Komitees für Normung (CEN) ausgearbeiteten Norm-Entwurfs prEN ISO 13856-2:2011. Die Sekretariate beider Technischer Komitees werden vom DIN (Deutschland) geführt.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung des Norm-Entwurfes wurden vom Gemeinschaftsarbeitsausschuss „Schaltmatten, Schaltplatten, Schaltleisten“ (NA 095-01-02 GA) des Normenausschusses Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) mit dem Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN wahrgenommen.

Zur Abgrenzung des in dieser Norm verwendeten Begriffes „In Betrieb nehmen“ als deutsche Übersetzung des englischen Begriffes „Commissioning“ zum Begriff „Inbetriebnahme“ (englischer Originalbegriff „Putting into service“) aus der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG siehe DIN EN ISO 12100:2011-03, Nationales Vorwort.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 4413	siehe DIN EN ISO 4413
ISO 4414	siehe DIN EN ISO 4414
ISO 12100	siehe DIN EN ISO 12100
ISO 13849-1	siehe DIN EN ISO 13849-1
ISO 13849-2	siehe DIN EN ISO 13849-2
ISO 14119	siehe DIN EN 1088
ISO 14120	siehe DIN EN 953 <sup>2)</sup>
IEC 60068-2-6	siehe DIN EN 60068-2-6
IEC 60068-2-14	siehe DIN EN 60068-2-14
IEC 60068-2-27	siehe DIN EN 60068-2-27
IEC 60068-2-78	siehe DIN EN 60068-2-78
IEC 60204-1	siehe DIN EN 60204-1
IEC 60529	siehe DIN EN 60529
IEC 60664-1	siehe DIN EN 60664-1
IEC 60947-5-1	siehe DIN EN 60947-5-1
IEC 61000-4-2	siehe DIN EN 61000-4-2

---

1) Wird bei Herausgabe als Norm festgelegt.

2) Ersetzt durch nicht mehr mit ISO 14120:2002 identischer Neuausgabe 2009.

IEC 61000-4-3	siehe DIN EN 61000-4-3
IEC 61000-4-4	siehe DIN EN 61000-4-4
IEC 61000-4-5	siehe DIN EN 61000-4-5
IEC 61000-4-6	siehe DIN EN 61000-4-6
IEC 61000-6-2	siehe DIN EN 61000-6-2
IEC 61439-1	siehe DIN EN 61439-1 <sup>3)</sup>
IEC 61496-1	siehe DIN EN 61496-1
IEC 61496-2	siehe DIN CLC/TS 61496-2
IEC 61496-3	siehe DIN CLC/TS 61496-3

### Änderungen

Gegenüber DIN EN 1760-2:2009-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anforderungen an sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen entsprechend den Erfordernissen nach DIN EN ISO 13849-1 angepasst (siehe insbesondere 4.20 und 6.2);
- b) Definitionen von „Schaltstange“ und „Schaltleiste“ inhaltlich überarbeitet;
- c) Definition von „Einbaulagen“ und zugehöriges Bild 5 gestrichen;
- d) sofern erforderlich, verwendete Terminologie an DIN EN ISO 12100 angepasst;
- e) Normative und informative Verweisungen aktualisiert;
- f) Bilder A.1 und A.2 technisch überarbeitet;
- g) Anhang ZA zum Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 98/37/EG gestrichen;
- h) Norm redaktionell vollständig überarbeitet.

---

3) modifizierte Übernahme

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

DIN EN 953, *Sicherheit von Maschinen – Trennende Schutzeinrichtungen – Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen*

DIN EN 1088, *Sicherheit von Maschinen – Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen – Leitsätze für Gestaltung und Auswahl*

DIN EN 60068-2-6, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-6: Prüfverfahren – Prüfung Fc: Schwingen (sinusförmig)*

DIN EN 60068-2-14, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-14: Prüfverfahren – Prüfung N: Temperaturwechsel*

DIN EN 60068-2-27, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-27: Prüfverfahren – Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken*

DIN EN 60068-2-78, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-78: Prüfungen – Prüfung Cab: Feuchte Wärme, konstant*

DIN EN 60204-1, *Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1, modifiziert)*

DIN EN 60529, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)*

DIN EN 60664-1, *Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen*

DIN EN 60947-5-1, *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 5-1: Steuergeräte und Schaltelemente – Elektromechanische Steuergeräte*

DIN EN 61000-4-2, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-2: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität*

DIN EN 61000-4-3, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-3: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder*

DIN EN 61000-4-4, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-4: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst*

DIN EN 61000-4-5, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-5: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen*

DIN EN 61000-4-6, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-6: Prüf- und Messverfahren – Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder*

DIN EN 61000-6-2, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 6-2: Fachgrundnormen – Störfestigkeit für Industriebereiche*

DIN EN 61439-1, *Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – Teil 1: Allgemeine Festlegungen*

DIN EN 61496-1, *Sicherheit von Maschinen – Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen*

DIN CLC/TS 61496-2, *Sicherheit von Maschinen – Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen – Teil 2: Besondere Anforderungen an Einrichtungen, welche nach dem aktiven opto-elektronischen Prinzip arbeiten*

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

DIN EN ISO 4413, *Fluidtechnik – Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Hydraulikanlagen und deren Bauteile*

DIN EN ISO 4414, *Fluidtechnik – Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Pneumatikanlagen und deren Bauteile*

DIN EN ISO 12100, *Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung*

DIN EN ISO 13849-1, *Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze*

DIN EN ISO 13849-2, *Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 2: Validierung*

— Leerseite —

## **Sicherheit von Maschinen — Druckempfindliche Schutzeinrichtungen — Teil 2: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schaltleisten und Schaltstangen (ISO/DIS 13856-2:2011)**

*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 (ISO/DIS 13856-2:2011)*

*Safety of machinery — Pressure-sensitive protective devices — Part 2: General principles for the design and testing of pressure-sensitive edges and pressure-sensitive bars (ISO/DIS 13856-2:2011)*

ICS:

Deskriptoren:

## Inhalt

Seite

Vorwort .....	5
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich .....	8
2 Normative Verweisungen.....	8
3 Begriffe .....	9
4 Anforderungen an die Gestaltung und Prüfung .....	17
4.1 Wirksame Betätigungsfläche.....	17
4.2 Betätigungskraft für die Prüfung .....	17
4.3 Ansprechweg .....	17
4.4 Verformungsweg.....	17
4.5 Nachlaufweg.....	17
4.6 Kraft-Weg-Beziehung(en).....	18
4.7 Mindestbetriebsgeschwindigkeit .....	19
4.8 Anzahl an Schaltspielen (Betätigungen) .....	20
4.8.1 Allgemeines .....	20
4.8.2 Einzelsignalgeber .....	20
4.8.3 Signalgeberkombination.....	20
4.9 Ausgang des Signalgebers.....	20
4.10 Ansprechen der Ausgangsschalteneinrichtung auf die Betätigungskraft .....	20
4.10.1 Systeme, bei denen der Ausgang des Signalgebers so lange im AUS-Zustand verbleibt, wie die Betätigungskraft einwirkt.....	20
4.10.2 Systeme, bei denen der Ausgang des Signalgebers nicht im AUS-Zustand verbleibt, wenn die Betätigungskraft andauert.....	20
4.11 Rückstellfunktion.....	21
4.12 Umgebungsbedingungen .....	21
4.12.1 Allgemeines .....	21
4.12.2 Klimatische Bedingungen.....	21
4.12.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (Störfestigkeit).....	21
4.12.4 Vibration .....	22
4.12.5 Dauerschocken .....	22
4.13 Schwankungen in der Energieversorgung .....	22
4.13.1 Allgemeines .....	22
4.13.2 Schwankungen in der elektrischen Energieversorgung .....	22
4.13.3 Schwankungen in der nicht-elektrischen Energieversorgung .....	23
4.14 Elektrische Ausrüstung .....	23
4.14.1 Allgemeines .....	23
4.14.2 Schutz gegen elektrischen Schlag.....	23
4.14.3 Überstromschutz .....	23
4.14.4 Elektromechanische Einrichtungen.....	23
4.14.5 Verschmutzungsgrad .....	23
4.14.6 Luftstrecke und Kriechstrecke .....	23
4.14.7 Verdrahtung.....	23
4.15 Hydraulische Ausrüstung .....	23
4.16 Pneumatische Ausrüstung .....	24
4.17 Gehäuse.....	24
4.17.1 Signalgeber .....	24
4.17.2 Signalverarbeitung und Ausgangsschalteneinrichtung .....	24
4.18 Zusätzliche Abdeckungen für Signalgeber .....	24
4.19 Zugriff.....	24
4.20 Performance Level und Kategorien für sicherheitsbezogene Teile der Steuerungen nach ISO 13849-1.....	24
4.21 Einstellungen .....	25



4.22	Befestigung des Signalgebers und mechanische Festigkeit .....	26
4.23	Rückformung nach Belastung .....	26
4.24	Anschlüsse .....	26
4.25	Scharfe Ecken, scharfe Kanten und raue Oberflächen .....	26
4.26	Mechanische Kenndaten .....	27
4.27	Hemmung und Blockierung .....	27
5	Kennzeichnung.....	27
6	Auswahl- und Benutzerinformation.....	27
6.1	Allgemeines .....	27
6.2	Wesentliche Daten für die Auswahl einer geeigneten Schaltleiste bzw. Schaltstange .....	27
6.3	Benutzerinformation .....	29
6.3.1	Informationen über Einbau und in Betrieb nehmen .....	29
6.3.2	Informationen zum Betrieb der Schaltleiste bzw. Schaltstange.....	30
7	Überprüfung der Anforderungen .....	32
7.1	Allgemeines .....	32
7.2	Prüfmuster .....	32
7.2.1	Signalgeber .....	32
7.2.2	Signalverarbeitungen und Ausgangsschaltseinrichtungen .....	33
7.3	Prüfkörper .....	33
7.4	Prüfung Nr. 1: Sicherheitsbezogene Daten für Auswahl, Einbau, in Betrieb nehmen, Betrieb und Instandhaltung geeigneter Schaltleisten bzw. Schaltstangen .....	33
7.5	Prüfung Nr. 2: Einbaulagen von Signalgebern.....	33
7.5.1	Allgemeines .....	33
7.5.2	Signalgeber einer Schaltleiste .....	33
7.5.3	Signalgeber einer Schaltstange.....	34
7.6	Prüfung Nr. 3: Betätigungskraft.....	34
7.6.1	Allgemeines .....	34
7.6.2	Einzel­signalgeber bei 20 °C.....	34
7.6.3	Signalgeberkombination bei 20 °C .....	34
7.6.4	Einzel­signalgeber im Betriebstemperaturbereich .....	34
7.6.5	Signalgeberkombination im Betriebstemperaturbereich .....	35
7.7	Prüfung Nr. 4: Kraft–Weg–Beziehung(en).....	40
7.7.1	Allgemeines .....	40
7.7.2	Ansprechweg .....	40
7.7.3	Verformungsweg .....	40
7.7.4	Nachlaufweg .....	41
7.8	Prüfung Nr. 5: Anzahl an Schaltspielen .....	41
7.9	Prüfung Nr. 6: Ausgangszustand des Signalgebers und der Ausgangsschaltseinrichtung .....	41
7.10	Prüfung Nr. 7: Ansprechen der Ausgangsschaltseinrichtung auf die Betätigungskraft, die Rückstellfunktion und den Zustand der Energieversorgung .....	42
7.11	Prüfung Nr. 8: Umgebungsbedingungen .....	42
7.11.1	Funktionsprüfung.....	42
7.11.2	Prüfung Nr. 8.1: Betriebstemperaturbereich .....	42
7.11.3	Prüfung Nr. 8.2: Luftfeuchte .....	42
7.11.4	Prüfung Nr. 8.3: Elektromagnetische Verträglichkeit (Störfestigkeit) .....	43
7.11.5	Prüfung Nr. 8.4: Vibration .....	43
7.11.6	Prüfung Nr. 8.5: Dauerschocken.....	44
7.12	Prüfung Nr. 9: Schwankungen in der Energieversorgung .....	44
7.12.1	Allgemeines .....	44
7.12.2	Prüfung Nr. 9.1: Schwankungen in der elektrischen Energieversorgung.....	44
7.12.3	Prüfung Nr. 9.2: Schwankungen in der nicht- elektrischen Energieversorgung .....	44
7.13	Prüfung Nr. 10: Elektrische, hydraulische und pneumatische Ausrüstung.....	44
7.13.1	Prüfung Nr. 10.1: Elektrische Ausrüstung .....	44
7.13.2	Prüfung Nr. 10.2: Hydraulische Ausrüstung .....	45
7.13.3	Prüfung Nr. 10.3: Pneumatische Ausrüstung.....	45
7.14	Prüfung Nr. 11: Gehäuse .....	45
7.15	Prüfung Nr. 12: Zusätzliche Abdeckungen für Signalgeber .....	45
7.16	Prüfung Nr. 13: Zugriff .....	45

7.17	Prüfung Nr. 14: Performance-Level (PL) nach ISO 13849-1 .....	45
7.18	Prüfung Nr. 15: Einstellungen .....	45
7.19	Prüfung Nr. 16: Befestigung des Signalgebers und mechanische Festigkeit .....	45
7.20	Prüfung Nr. 17: Rückformung nach Belastung .....	46
7.21	Prüfung Nr. 18: Anschlüsse.....	46
7.22	Prüfung Nr. 19: Scharfe Ecken, scharfe Kanten und raue Oberflächen .....	46
7.23	Prüfung Nr. 20: Mechanische Kenndaten .....	46
7.24	Prüfung Nr. 21: Hemmung und Blockierung.....	46
7.25	Prüfung Nr. 22: Kennzeichnung.....	46
7.26	Prüfung Nr. 23: Auswahl- und Benutzerinformation.....	46
<b>Anhang A (normativ) Zeitdiagramme für Schaltleisten und Schaltstangen mit und ohne Rückstellbefehl .....</b>		<b>47</b>
<b>Anhang B (informativ) Betriebsgeschwindigkeit, Kraft und Weg — Erläuternde Ausführungen und Empfehlungen.....</b>		<b>51</b>
<b>Anhang C (informativ) Anleitung zur Auswahl der Einrichtung für den Maschinenhersteller/Benutzer.....</b>		<b>53</b>
C.1	Allgemeines .....	53
C.2	Auswahl geeigneter Schaltleisten bzw. Schaltstangen .....	53
C.2.1	Allgemeines .....	53
C.2.2	Auswahlverfahren .....	54
<b>Anhang D (informativ) Leitlinien zur Gestaltung.....</b>		<b>55</b>
D.1	Anwendungshinweis .....	55
D.2	Allgemeines .....	55
D.2.1	Betätigungshäufigkeit .....	55
D.2.2	Bauteile .....	55
D.2.3	Einwirken von Flüssigkeit.....	55
D.3	Schaltleisten.....	55
D.3.1	Profilwerkstoff.....	55
D.3.2	Empfindlichkeit des Signalgebers .....	55
D.3.3	Physikalische Auswirkungen .....	55
D.3.4	Schaltleisten mit elektrischen Signalgebern .....	56
D.3.5	Schaltleisten mit Luftimpuls-Signalgebern.....	56
D.3.6	Schaltleisten mit Lichtleitfaser-Signalgebern.....	56
D.4	Schaltstangen .....	57
D.4.1	Allgemeines .....	57
D.4.2	Verwendung von Positionsschaltern.....	57
D.4.3	Fangstellen .....	57
<b>Anhang E (informativ) Anwendungsleitlinien.....</b>		<b>58</b>
E.1	Signalgeberbefestigung .....	58
E.2	Betrachtungen zu Umgebungseinflüssen.....	58
E.3	Anordnung des Signalgebers.....	58
<b>Anhang F (informativ) Leitlinien zum In-Betrieb-nehmen und zur Prüfung nach dem Einbau .....</b>		<b>59</b>
F.1	Allgemeines .....	59
F.2	Systeminformation .....	59
F.3	In Betrieb nehmen.....	59
F.4	Regelmäßige Inspektion und Prüfungen.....	60
F.5	Inspektion und Prüfungen nach Instandhaltungsarbeiten.....	60
<b>Anhang G (informativ) Allgemeine Betrachtungen für Systeme, die Kategorie 2 nach ISO 13849-1 erfüllen .....</b>		<b>61</b>
G.1	Allgemeines .....	61
G.2	Überprüfung der Sicherheitsfunktion.....	61
G.3	Luftimpuls-Signalgeber.....	61
<b>Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2006/42/EG .....</b>		<b>62</b>
<b>Literaturhinweise .....</b>		<b>63</b>

## Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 13856-2:2011) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 199 „Safety of machinery“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 114 „Sicherheit von Maschinen und Geräten“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 1760-2:2009-08 ersetzen.

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

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

EN ISO 13856 „Sicherheit von Maschinen – Druckempfindliche Schutzeinrichtungen“ besteht aus:

- Teil 1: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schaltmatten und Schaltplatten
- Teil 2: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schaltleisten und Schaltstangen
- Teil 3: Allgemeine Leitsätze für die Gestaltung und Prüfung von Schalterpuffern, Schaltflächen, Schaltleinen und ähnlichen Einrichtungen

### Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 13856-2:2011 wurde vom CEN als prEN ISO 13856-2:2011 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## Einleitung

Sicherheitsnormen für Maschinen werden wie folgt strukturiert:

- a) **Typ-A-Normen** (Sicherheitsgrundnormen) behandeln Grundbegriffe, Gestaltungsleitsätze und allgemeine Aspekte, die auf alle Maschinen angewandt werden können;
- b) **Typ-B-Normen** (Sicherheitsfachgrundnormen) behandeln einen Sicherheitsaspekt oder eine Art von Schutzeinrichtungen, die für eine ganze Reihe von Maschinen verwendet werden können:
  - Typ-B1-Normen für bestimmte Sicherheitsaspekte (z. B. Sicherheitsabstände, Oberflächentemperatur, Lärm);
  - Typ-B2-Normen für Schutzeinrichtungen (z. B. Zweihandschaltungen, Verriegelungseinrichtungen, druckempfindliche Schutzeinrichtungen, trennende Schutzeinrichtungen);
- c) **Typ-C-Normen** (Maschinensicherheitsnormen) behandeln detaillierte Sicherheitsanforderungen an eine bestimmte Maschine oder Gruppe von Maschinen.

Diese Internationale Norm ist eine Typ-B-Norm wie in ISO 12100 dargelegt.

Die Festlegungen dieses Dokuments können durch eine Typ-C-Norm ergänzt oder modifiziert werden.

Für Maschinen, die in den Anwendungsbereich einer Typ-C-Norm fallen und nach deren Festlegungen konzipiert und gebaut wurden, haben die Festlegungen der Typ-C-Norm Vorrang vor den Festlegungen anderer Normen.

ISO/TC 199 hat in diesem Bereich das Mandat, Typ-A- und Typ-B-Normen zu erstellen, die den Nachweis der Übereinstimmung mit den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen (EHSRs) für die Gestaltung und den Bau von Maschinen ermöglichen.

Technische Schutzmaßnahmen für Maschinen (siehe ISO 12100:2010, 3.21) können auf vielfältige Weise verwirklicht werden. Diese Maßnahmen beinhalten trennende Schutzeinrichtungen, die den Zugang zum Gefährdungsbereich durch eine trennende Schutzeinrichtung verhindern (z. B. verriegelte trennende Schutzeinrichtungen nach ISO 14119 und feststehende trennende Schutzeinrichtungen nach ISO 14120) und nicht trennende Schutzeinrichtungen (z. B. elektro-sensitive Schutzeinrichtungen nach IEC 61496-1 sowie druckempfindliche Schutzeinrichtungen nach diesem Teil von ISO 13856).

Die Verfasser von Typ-C-Normen und die Konstrukteure von Maschinen/Installationen sollten die am besten geeignete Vorgehensweise berücksichtigen, um das geforderte Sicherheitsniveau unter Berücksichtigung der bestimmungsgemäßen Verwendung und der Ergebnisse der Risikobeurteilung (siehe ISO 12100) zu erreichen.

Die beste Lösung kann auch aus einer Kombination dieser verschiedenen Maßnahmen bestehen. Der Lieferant der Maschinen/Installationen sollte gemeinsam mit dem Anwender die gegebenen Einschränkungen sorgfältig prüfen, bevor sie sich für die Art der technischen Schutzmaßnahme entscheiden.

Schaltleisten und Schaltstangen sind Schutzeinrichtungen des Typs „mechanisch betätigte Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion“. Allgemeine Anforderungen für diese Einrichtungen (sowie für andere Schutzeinrichtungen) sind in ISO 12100:2010, 6.3.1 und 6.3.2 angegeben.

Schaltleisten und Schaltstangen werden in vielen unterschiedlichen Anwendungsbereichen unter verschiedenen Bedingungen eingesetzt, z. B. unter extremen Kräften oder unter elektrischen, physikalischen und chemischen Umgebungseinflüssen. Schaltleisten und Schaltstangen werden mit Maschinensteuerungen verbunden, um sicherzustellen, dass die Maschine in einen sicheren Zustand übergeht, wenn die sensitive Schutzeinrichtung betätigt wird.

Jeder Anwendungsfall birgt besondere Gefährdungen. Es liegt weder in der Absicht dieses Teils von ISO 13856, diese Gefährdungen zu identifizieren, noch bestimmte Anwendungsverfahren für besondere Maschinen vorzuschlagen. Dies ist üblicherweise die Zielsetzung von Typ-C-Normen.

Schaltleisten und Schaltstangen können an einem beweglichen Teil einer Maschine an dem Punkt angebracht sein, an dem eine Gefährdung durch Fangen, Quetschen oder Zusammenstoß auftreten kann. Ebenso können Schaltleisten und Schaltstangen an einem festen Teil einer Maschine oder einem Hindernis angebracht sein, um Gefährdungen durch Fangen oder Quetschen an einem beweglichen Maschinenteil zu verhindern. Schaltleisten und Schaltstangen sind so gestaltet, 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.

Schaltleisten, Schaltstangen, Schalterpuffer und ähnliche Einrichtungen haben viele Gemeinsamkeiten. Tabelle 1 fasst die Unterschiede zusammen, die im Allgemeinen zwischen den beiden Arten druckempfindlicher Schutzeinrichtungen bestehen, die durch diesem Teil von ISO 13856 abgedeckt werden, sowie Schalterpuffern bestehen (abgedeckt durch Teil 3 dieser Internationalen Norm), und gibt Anleitungen für deren Anwendung.

**Tabelle 1 — Charakteristische Merkmale von Schaltleisten, Schaltstangen und Schalterpuffern**

Querschnitt	Schaltleiste	Schaltstange	Schalterpuffer
	konstant über die Länge	konstant über die Länge	konstant oder beliebig über die Länge
<b>Verhältnis Länge zu 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>Körperteil(e), dessen/deren Erkennung beabsichtigt ist</b>	Finger	Finger	—
	Hand	Hand	Hand
	Arm	Arm	Arm
	Bein	Bein	Bein
	Kopf	Kopf	Kopf
	Rumpf	Rumpf	Rumpf

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 13856 stellt allgemeine Grundsätze auf und legt Anforderungen an die Gestaltung und Prüfung von Schaltleisten und Schaltstangen fest, die als Schutzeinrichtungen und nicht als Betätigungseinrichtungen für den Normalbetrieb eingesetzt werden. Diese Norm gilt für Schaltleisten und Schaltstangen mit oder ohne Rückstelleinrichtung, die verwendet werden, um Personen bzw. Körperteile von diesen zu erkennen, die einer Gefährdung, wie z. B. sich bewegenden Teilen, ausgesetzt sein können.

Dieser Teil von ISO 13856 hat in erster Linie die Sicherheit und Zuverlässigkeit, und nicht die Eignung, zum Ziel. Für die Beziehung zwischen Sicherheit und Zuverlässigkeit siehe ISO 13849-1:2006, 4.2.

Dieses Dokument beschränkt sich auf die Funktion von Schaltleisten und Schaltstangen und legt keine Anforderungen hinsichtlich deren Anwendung fest (z.B. Maße für eine bestimmte Anwendung). Jedoch enthält Abschnitt 6 Anforderungen an die „Benutzerinformation“, die vom Hersteller zur Verfügung gestellt werden muss.

Dieser Teil von ISO 13856 gilt nicht für Stoppeinrichtungen („Einrichtungen zum Stillsetzen“) nach IEC 60204-1, die nur für den Normalbetrieb, einschließlich Not-Halt, von Maschinen verwendet werden.

Zusätzliche Anforderungen können dort erforderlich sein, wo Schaltleisten oder Schaltstangen an Orten angewendet werden, die für alte oder behinderte Menschen oder Kinder zugänglich sind.

ANMERKUNG Möglicherweise können nicht alle Prüfungen dieses Teils von ISO 13856 bei Schaltleisten und Schaltstangen durchgeführt werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Schaltleisten bzw. Schaltstangen vom Maschinenhersteller konstruiert und in die Maschine eingebaut wurden. In diesem Fall sollten die Prüfungen vor dem Einbau der druckempfindlichen Schutzeinrichtung in die Maschine durchgeführt werden.

## 2 Normative Verweisungen

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).

ISO 4413, *Hydraulic fluid power – General rules and safety requirements for systems*

ISO 4414, *Pneumatic fluid power – General rules and safety requirements for systems and their components*

ISO 12100:2010, *Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction*

ISO 13849-1:2006, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design*

ISO 13849-2, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 2: Validation*

IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-27, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60204-1:2005, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)*

IEC 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60947-5-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measuring techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

IEC 61439-1:2009, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*

IEC 61496-1, *Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 1: General requirements and tests*

IEC 61496-2, *Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 2: Particular requirements for equipment using active opto-electronic protective devices (AOPDs)*

IEC 61496-3, *Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 3: Particular requirements for active opto-electronic protective devices responsive to diffuse reflection (AOPDDR)*

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 12100 und die folgenden Begriffe.

#### 3.1

##### Schaltleiste

sensitive Schutzeinrichtung der Art „mechanisch betätigte Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion“, bestehend aus einem Signalgeber (bzw. Signalgebern), einer Signalverarbeitung und aus einer oder mehreren Ausgangsschalteneinrichtung(en), welche die Berührung durch eine Person bzw. ein Körperteil der Person erkennt (erkennen) und bei welcher (welchen) die wirksame Betätigungsfläche lokal verformt wird, um den/die Signalgeber zu betätigen

ANMERKUNG 1 Der bzw. die Signalgeber erzeugen ein Signal, falls Druck auf einen Teil seiner/ihrer Oberfläche einwirkt. Die Steuerungseinheit („Signalverarbeitung“) spricht auf das vom Signalgeber ausgehende Signal an und erzeugt ein Ausgangssignal, das sie an die Maschinensteuerung gibt.

ANMERKUNG 2 Die Länge des (der) Signalgeber(s) ist größer als dessen (deren) Breite. Der Querschnitt ist über den druckempfindlichen Bereich konstant und die Querschnittsbreite schwankt üblicherweise über einen Bereich von 8 mm bis höchstens 80 mm.

ANMERKUNG 3 Hinsichtlich der Definition von sensibler Schutzeinrichtung siehe ISO 12100:2010, 3.28.5.

#### 3.2

##### Schaltstange

sensitive Schutzeinrichtung der Art „mechanisch betätigte Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion“, bestehend aus einem Signalgeber (bzw. Signalgebern), einer Signalverarbeitung und aus einer oder mehreren Ausgangsschalteneinrichtung(en), welche die Berührung durch eine Person bzw. ein Körperteil der Person erkennt (erkennen) und bei welcher (welchen) die wirksame Betätigungsfläche als Ganzes bewegt wird, um den/die Signalgeber zu betätigen

ANMERKUNG 1 Der bzw. die Signalgeber erzeugen ein Signal, falls Druck auf einen Teil seiner/ihrer Oberfläche einwirkt. Die Steuerungseinheit („Signalverarbeitung“) spricht auf das vom Signalgeber ausgehende Signal an und erzeugt ein Ausgangssignal, das sie an die Maschinensteuerung gibt.

ANMERKUNG 2 Die Länge des (der) Signalgeber(s) ist größer als dessen (deren) Breite. Der Querschnitt ist über den druckempfindlichen Bereich konstant und die Querschnittsbreite schwankt üblicherweise über einen Bereich von 8 mm bis höchstens 80 mm.

ANMERKUNG 3 Hinsichtlich der Definition von sensitiver Schutzeinrichtung siehe ISO 12100:2010, 3.28.5.

**3.3**  
**Signalgeber**  
Teil der Schaltleiste bzw. Schaltstange, der aufgrund ausreichenden Drucks, der auf einen Teil der Oberfläche einwirkt, ein Signal erzeugt

ANMERKUNG Die Definitionen 3.3 bis 3.5 definieren die Funktionskomponenten einer Schaltleiste bzw. Schaltstange. Diese Funktionen können in eine einzelne Baueinheit integriert sein oder in beliebig vielen getrennten Baueinheiten enthalten sein. (siehe Bild 1). Zum Beispiel kann eine einfache Schaltleiste oder eine Schaltstange, die einen Positionsschalter betätigt, als Signalgeber, Signalverarbeitung und Ausgangsschalteinrichtung betrachtet werden.

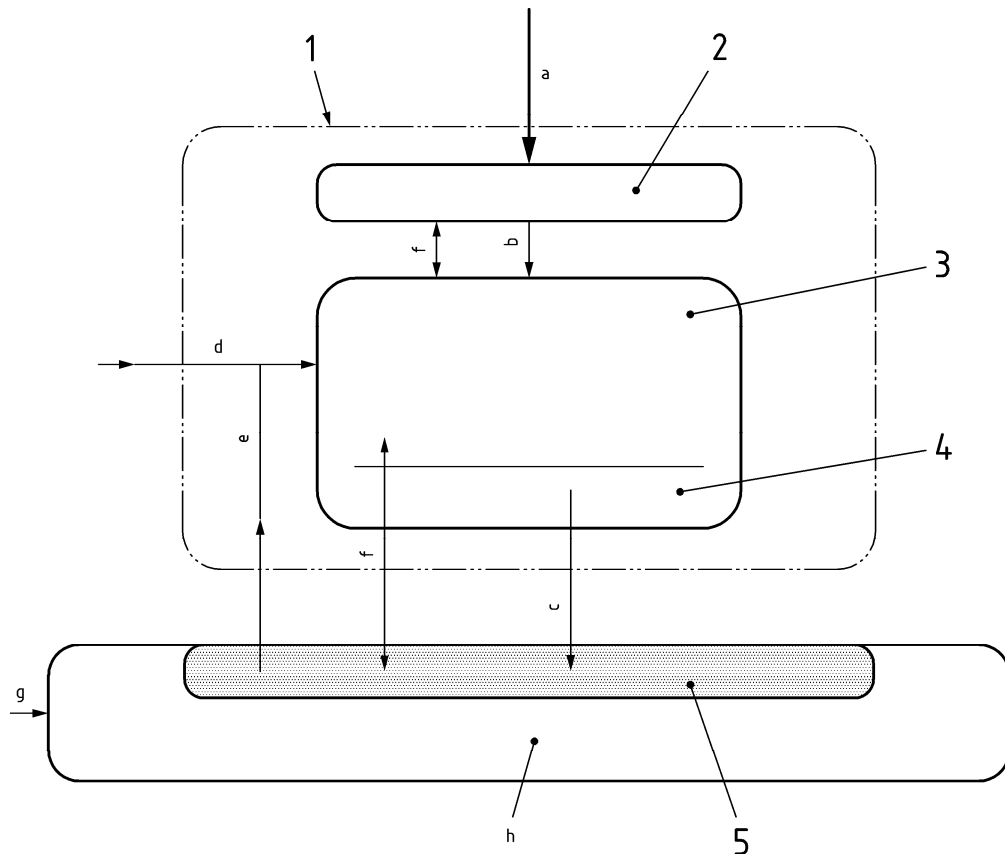
**3.4**  
**Signalverarbeitung**  
Teil der Schaltleiste bzw. Schaltstange, der auf den Zustand des Signalgebers reagiert und Ausgangssignale erzeugt, die an die Maschinensteuerung gegeben werden

ANMERKUNG Die Definitionen 3.3 bis 3.5 definieren die Funktionskomponenten einer Schaltleiste bzw. Schaltstange. Diese Funktionen können in eine einzelne Baueinheit integriert sein oder in beliebig vielen getrennten Baueinheiten enthalten sein. (siehe Bild 1). Zum Beispiel kann eine einfache Schaltleiste oder eine Schaltstange, die einen Positionsschalter betätigt, als Signalgeber, Signalverarbeitung und Ausgangsschalteinrichtung betrachtet werden.

**3.5**  
**Ausgangsschalteinrichtung**  
Teil der Signalverarbeitung einer Schaltleiste bzw. Schaltstange, der in die Maschinensteuerung eingebunden ist und Ausgangssignale überträgt

ANMERKUNG Die Definitionen 3.3 bis 3.5 definieren die Funktionskomponenten einer Schaltleiste bzw. Schaltstange. Diese Funktionen können in eine einzelne Baueinheit integriert sein oder in beliebig vielen getrennten Baueinheiten enthalten sein. (siehe Bild 1). Zum Beispiel kann eine einfache Schaltleiste oder eine Schaltstange, die einen Positionsschalter betätigt, als Signalgeber, Signalverarbeitung und Ausgangsschalteinrichtung betrachtet werden.





### Legende

- 1 Ausgangsschalteinrichtung der Schaltleiste bzw. Schaltstange
- 2 Signalgeber
- 3 Signalverarbeitung\*
- 4 Ausgangsschalteinrichtung(en)\*
- 5 Teil der Maschinensteuerung für die Verarbeitung der Signale aus der Ausgangsschalteinrichtung der Schaltleiste bzw. Schaltstange

- a Betätigungskraft
- b Signalgeberausgang
- c EIN- oder AUS-Zustand
- d manueller Rückstellbefehl\*\*
- e (gegebenenfalls) Rückstellbefehl von der Maschinensteuerung
- f Überwachungssignale (optional)
- g manueller Rückstellbefehl an die Maschinensteuerung\*\*\*
- h Maschinensteuerung(en)

\* Kann in die Maschinensteuerung oder als Teil der Maschinensteuerung integriert sein.

\*\* Gegebenenfalls darf dieser alternativ zu g verwendet werden.

\*\*\* Gegebenenfalls darf dieser alternativ zu d verwendet werden.

**Bild 1 — Schematische Skizze einer Schaltleiste bzw. Schaltstange, wie bei einer Maschine angewendet**

### 3.6

#### EIN-Zustand

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

**3.7**  
**AUS-Zustand**  
<Ausgangsschalteneinrichtung> Zustand, in dem der/die Ausgangsschaltkreis(e) unterbrochen ist/sind und dadurch kein Strom- oder Fluidfluss möglich ist

**3.8**  
**Betätigungskraft**  
jede auf den Signalgeber aufgebrauchte Kraft, die dazu führt, dass die Ausgangsschalteneinrichtung(en) in den AUS-Zustand übergeht/übergehen

**3.9**  
**wirksame Betätigungsfläche**  
Teil der Oberfläche eines Signalgebers oder einer Kombination von Signalgebern innerhalb des wirksamen Betätigungswinkels und der wirksamen Betätigungslänge, auf dem durch Aufbringen einer Betätigungskraft in der Ausgangsschalteneinrichtung ein AUS-Zustand bewirkt wird

ANMERKUNG Siehe zum Beispiel Bild 2 und Bild 3.

**3.10**  
**wirksame Betätigungslänge**  
Länge der wirksamen Betätigungsfläche

**3.11**  
**Bezugsachse**  
Linie in Längsrichtung zum Signalgeber, deren Position im Querschnitt des Signalgebers dazu verwendet wird, um die wirksame Betätigungsfläche zu definieren

ANMERKUNG Siehe Bild 2 und Bild 3.

**3.12**  
**wirksamer Betätigungswinkel**  
Winkel um die Bezugsachse, der die wirksame Betätigungsfläche entlang der wirksamen Betätigungslänge begrenzt

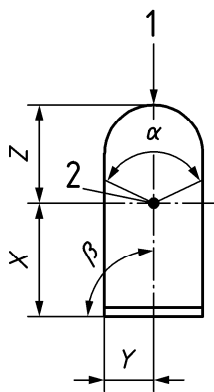
ANMERKUNG Siehe Bild 2 und Bild 3.

**3.13**  
**Bezugsrichtung**  
Betätigungsrichtung von einem Punkt auf der wirksamen Betätigungsfläche aus zur Bezugsachse, die den wirksamen Betätigungswinkel halbiert und senkrecht zur Bezugsachse liegt

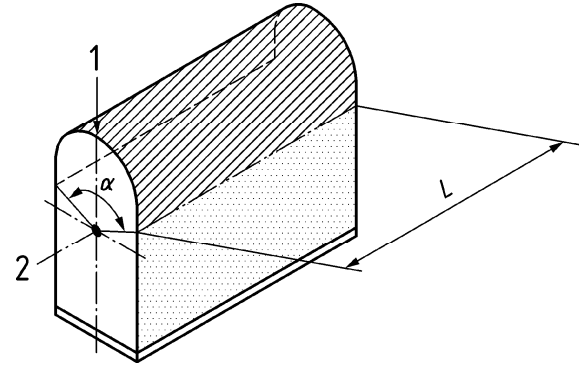
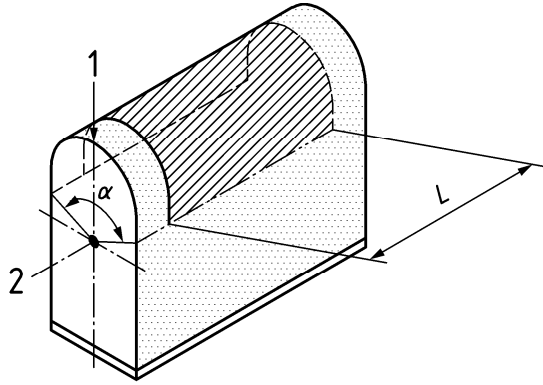
ANMERKUNG Siehe Bild 2 und Bild 3.

**3.14**  
**unwirksame(r) Bereich(e)**  
außerhalb der wirksamen Betätigungsfläche liegender Teil der Signalgeberoberfläche

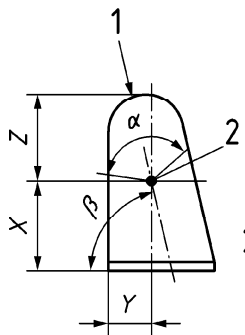
ANMERKUNG Siehe Bild 2 und Bild 3.



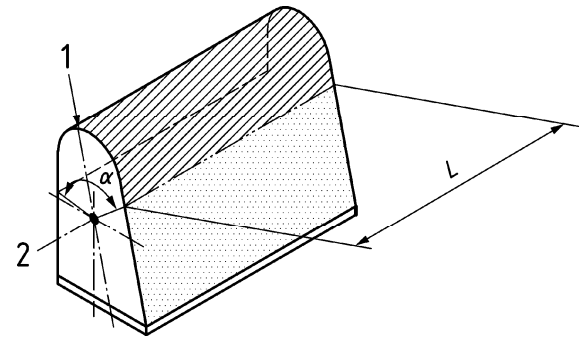
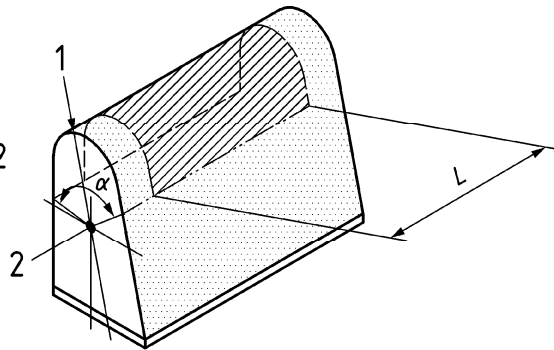
a) symmetrisch mit unwirksamen Bereich an den Enden



b) symmetrisch ohne unwirksamen Bereich an den Enden



c) asymmetrisch mit unwirksamen Bereich an den Enden



d) asymmetrisch ohne unwirksamen Bereich an den Enden

**Legende**

1 Bezugsrichtung


2 Bezugsachse

L wirksame Betätigungslänge

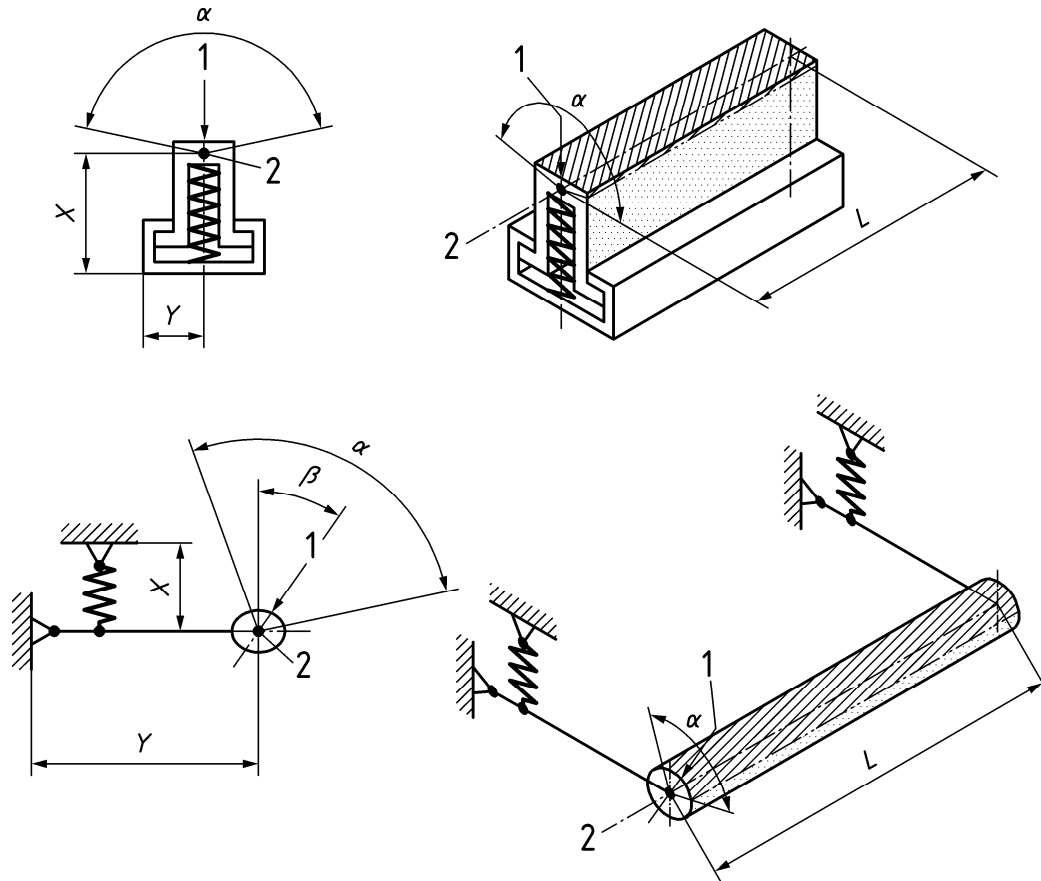
$\alpha$  wirksamer Betätigungswinkel

$\beta$  siehe 7.5.2

 wirksame Betätigungsfläche

 unwirksamer Bereich

**Bild 2 — Wirksame Betätigungsflächen von Schaltleisten**



**Legende**


1 Bezugsrichtung

2 Bezugsachse

$L$  wirksame Betätigungslänge

$\alpha$  wirksamer Betätigungswinkel

$\beta$  siehe 7.5.2

 wirksame Betätigungsfläche

 unwirksamer Bereich

**Bild 3 — Wirksame Betätigungsflächen von Schaltstangen**

**3.15**

**Ansprechweg**

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

ANMERKUNG Siehe Bild 4.

**3.16**

**Verformungsweg**

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

ANMERKUNG Siehe Bild 4.

### 3.17

#### **Nachlaufweg**

Differenz zwischen dem Verformungsweg und dem Ansprechweg, wenn beide mit dem gleichen Objekt gemessen und unter den gleichen Bedingungen angewendet werden

ANMERKUNG Siehe Bild 4.

### 3.18

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

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

ANMERKUNG Siehe Bild 4.

### 3.19

#### **Rückstellsignal**

Funktion, die einen EIN-Zustand in der/den Ausgangsschalteneinrichtung(en) zulässt, vorausgesetzt, dass bestimmte Bedingungen erfüllt werden

ANMERKUNG Siehe Anhang A.

### 3.20

#### **Gesamtweg**

Bewegung oder Verformung der wirksamen Betätigungsfläche einer Schalteleiste 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, zum Beispiel bei einer Kraft von 600 N

### 3.21

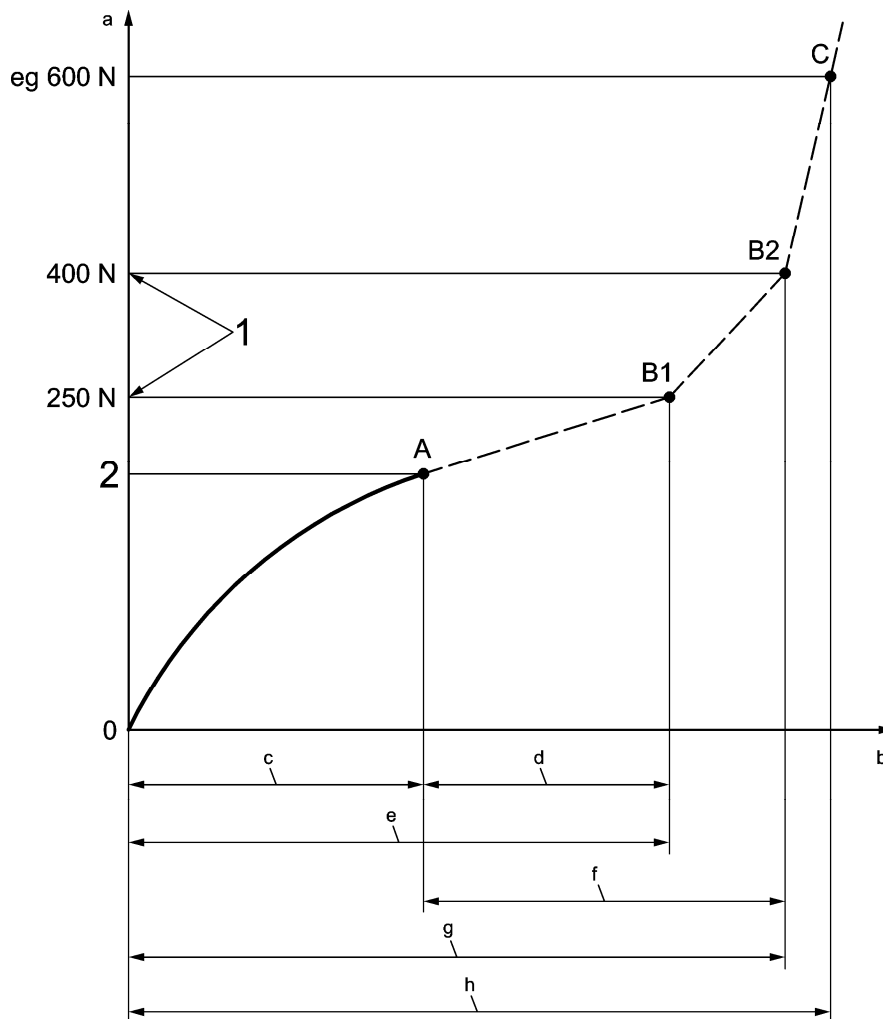
#### **Anlaufsperr**

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

### 3.22

#### **Betriebsgeschwindigkeit**

beliebige Geschwindigkeit, mit der ein Objekt gegen den Signalgeber gedrückt wird und die dazu führt, dass die Ausgangsschalteneinrichtung in den AUS-Zustand übergeht



### Legende

- |  |  |
|--|--|
| <p>A Ansprechweg (Betätigungspunkt und Betätigungskraft bei maximaler Betriebsgeschwindigkeit)</p> <p>B Verformungsweg (zum Beispiel, kommen die Kraft-Weg-Punkte B1 und B2 bei einer Kraft von 250 N und 400 N bei einer Betriebsgeschwindigkeit kleiner oder gleich <math>10 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}</math> vor)</p> <p>C Gesamtweg (kommt zum Beispiel bei 600 N bei einer Betriebsgeschwindigkeit kleiner oder gleich <math>10 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}</math> vor)</p> <p>1 Referenzkraft</p> <p>2 niedrigste Betätigungskraft</p> | <p>a Kraft, in Newton (N)</p> <p>b Weg, in Millimeter (mm)</p> <p>c Ansprechweg</p> <p>d Nachlaufweg bei 250 N</p> <p>e Verformungsweg bei 250 N</p> <p>f Nachlaufweg bei 400 N</p> <p>g Verformungsweg bei 400 N</p> <p>h Gesamtweg</p> |
|--|--|

ANMERKUNG Prüfkörper 1 nach Bild 5 wird zur Aufbringung der Kräfte verwendet.

**Bild 4 — Diagramm der Kraft-Weg-Beziehung**

## 4 Anforderungen an die Gestaltung und Prüfung

### 4.1 Wirksame Betätigungsfläche

Wie in den Bildern 2 und 3 dargestellt, muss der Hersteller die wirksame Betätigungsfläche durch Angabe der Maße  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ , der Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  und der wirksamen Betätigungslänge  $L$  festlegen.

Der wirksame Betätigungswinkel von druckempfindlichen Schutzeinrichtungen mit Höhen  $X + Z \geq 40$  mm (siehe Bild 2) muss  $\geq 90^\circ$  sein.

Der wirksame Betätigungswinkel von druckempfindlichen Schutzeinrichtungen mit Höhen  $X + Z < 40$  mm muss mindestens  $40^\circ$  sein.

Falls der wirksame Betätigungswinkel kleiner als  $90^\circ$  ist, muss ein deutlicher Warnhinweis in der Benutzerinformation (siehe Abschnitt 6) enthalten sein.

### 4.2 Betätigungskraft für die Prüfung

Hinsichtlich der Prüfverfahren siehe 7.5 und 7.6.

**VORSICHT — Die in diesem Unterabschnitt 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 ISO 14120:2002, 5.2.5.2 als Anleitung).**

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) und über den Einsatztemperaturbereich auf die wirksame Betätigungsfläche in den Einbaulagen des Signalgebers einwirken. Diese Angaben werden vom Hersteller festgelegt.

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

<b>Prüfkörper</b> (siehe Bild 5)	1	2	3
<b>Betätigungskraft</b> (N)	150	600	50

Prüfkörper 3 muss nur für Schalteisen bzw. Schaltstangen verwendet werden, die zum Erkennen von Fingern konstruiert sind.

### 4.3 Ansprechweg

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.7.2.

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

### 4.4 Verformungsweg

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.7.3.

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

### 4.5 Nachlaufweg

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.7.4.

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

#### 4.6 Kraft-Weg-Beziehung(en)

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.7.

Der Hersteller der Schaltleiste bzw. Schaltstange muss Daten zur Verfügung stellen, die die Beziehung zwischen Kraft und Weg für ein repräsentatives Muster in Form eines Diagramms, wie in Bild 4 dargestellt, aufzeigen. Diese Daten müssen unter Aufbringung der Kraft durch Prüfkörper 1 bestimmt werden (siehe Bild 5). Der Hersteller muss die Temperatur, die Betriebsgeschwindigkeit(en), die Einbaulage und die Betätigungsrichtung angeben, die der Ermittlung der Daten zugrunde liegen.

Jedes Diagramm muss mindestens folgende Angaben enthalten:

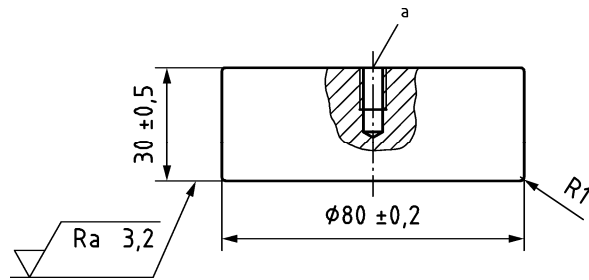
- die Betätigungskraft und den Ansprechweg (Punkt A in Bild 4);
- den Verformungsweg für eine Reaktionskraft von 250 N (siehe ANMERKUNG 2) oder für eine Kraft entsprechend den Angaben in der Typ-C-Norm (Punkt B1 in Bild 4);
- den Verformungsweg für eine Reaktionskraft von 400 N (siehe ANMERKUNG 2) oder für eine Kraft entsprechend den Angaben in der Typ-C-Norm (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.

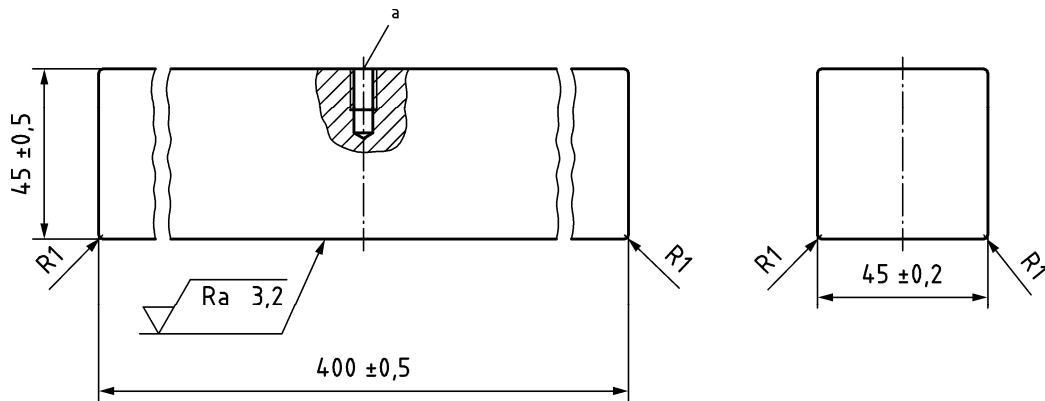
ANMERKUNG 2 Siehe Einleitung und Anhang C bezüglich zulässiger Kräfte.



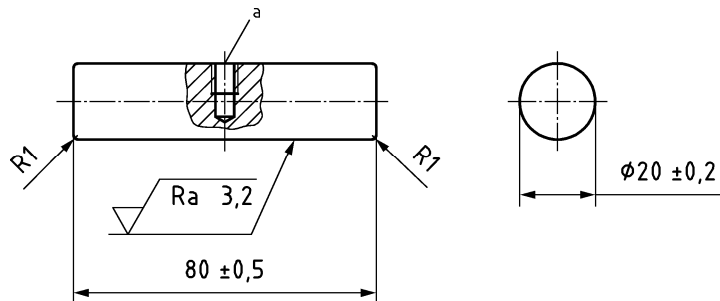
Maße in Millimeter  
Radiustoleranz  $\pm 0,2$



a) Prüfkörper 1



b) Prüfkörper 2



c) Prüfkörper 3

### Legende

<sup>a</sup> Befestigungsempfehlung

**Bild 5 — Prüfkörper (siehe 7.3)**

### 4.7 Mindestbetriebsgeschwindigkeit

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.6.

Die Mindestbetriebsgeschwindigkeit darf  $10 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$  nicht überschreiten.

## 4.8 Anzahl an Schaltspielen (Betätigungen)

ANMERKUNG Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.8.

### 4.8.1 Allgemeines

Die Anforderungen nach 4.8.2 und 4.8.3 gelten für Schaltleisten bzw. Schaltstangen, damit diese als bewährte Bauteile anerkannt werden.

### 4.8.2 Einzelsignalgeber

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.8.1.

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

### 4.8.3 Signalgeberkombination

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.8.2.

Setzt sich die wirksame Betätigungsfläche aus mehr als einem Signalgeber zusammen, muss die Schaltleiste bzw. 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

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.9.

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

ANMERKUNG Hinsichtlich der Prüfverfahren siehe 7.9 und 7.10.

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

Wenn die minimale Betätigungskraft senkrecht zur Bezugsachse einwirkt, muss die Ausgangsschaltanordnung vom EIN-Zustand in den AUS-Zustand übergehen und muss zumindest so lange im AUS-Zustand verbleiben, wie die Betätigungskraft einwirkt.

Siehe Anhang A.

### 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 Ausgangsschaltanordnung vom EIN-Zustand in den AUS-Zustand übergehen. Die Ausgangsschaltanordnung darf nur in den EIN-Zustand zurückgehen, wenn ein Rückstellsignal gegeben wird (siehe Anhang A) oder wenn zusätzliche Schutzmaßnahmen getroffen sind, z. B. automatische Umkehr der gefährdenden Bewegung. Diese zusätzlichen Schutzmaßnahmen müssen in der Benutzerinformation angegeben werden, siehe 6.3.

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

Siehe Anhang A und Anhang G für Systeme, die bestimmte Anwendungen betreffen.

#### 4.11 Rückstellfunktion

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.10.

Die Rückstellfunktion einer Schaltleiste bzw. Schaltstange muss die grundlegenden Anforderungen nach ISO 13849-1:2006, 5.2.2 und die Funktionsanforderungen nach Anhang A dieser Norm erfüllen.

Zur Rückstellung einer Anlaufsperrung oder einer Wiederanlaufsperrung einer Schaltleiste bzw. Schaltstange muss das Rückstellbefehlssignal:

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

einggegeben werden.

Ist eine manuelle Rückstellung vorgesehen, muss diese die Funktionen nach Anhang A und nach ISO 13849-1:2006, 5.2.2 erfüllen.

#### 4.12 Umgebungsbedingungen

ANMERKUNG Hinsichtlich der Prüfverfahren siehe 7.11.

##### 4.12.1 Allgemeines

Die Schaltleiste bzw. Schaltstange muss ihre bestimmungsgemäße Funktion weiterhin erfüllen, wenn sie den vom Hersteller angegebenen Umgebungsbedingungen ausgesetzt ist. Die Mindestanforderungen sind in 4.12.2 bis 4.12.5 angegeben.

##### 4.12.2 Klimatische Bedingungen

Hinsichtlich der Prüfverfahren siehe 7.11.2 und 7.11.3.

Die Schaltleiste bzw. 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 Schaltleiste bzw. Schaltstange für einen größeren Temperaturbereich geeignet ist, muss diese die Anforderungen über den angegebenen Temperaturbereich erfüllen (siehe 7.11.2).
- Nach viertägiger Lagerung bei einer relativen Luftfeuchte von 93 % und bei einer Temperatur von 40 °C muss das System seine bestimmungsgemäße Funktion weiterhin erfüllen (siehe 7.11, und die Schutzwirkung der elektrischen Isolation muss erhalten bleiben (siehe 7.11.3).

##### 4.12.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (Störfestigkeit)

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.11.4.

Die Schaltleiste bzw. Schaltstange muss unter den in Tabelle 13 angegebenen Bedingungen ihre bestimmungsgemäße Funktion weiterhin erfüllen (siehe 7.11.4). Der Hersteller darf einen höheren Schärfegrad angeben, bei dem die Schaltleiste bzw. Schaltstange ihre bestimmungsgemäße Funktion weiterhin erfüllen muss.

#### 4.12.4 Vibration

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.11.5.

Die Schalteiste bzw. Schaltstange muss, ohne betätigt zu werden, unter folgenden Vibrationsbedingungen nach IEC 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 Schalteiste bzw. Schaltstange ihre bestimmungsgemäße Funktion weiterhin erfüllen.

#### 4.12.5 Dauerschocken

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.11.6.

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 IEC 60068-2-27 entsprechen:

- Spitzenbeschleunigung:  $100 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- Schockdauer: 16 ms
- Schockform: halbsinus
- Anzahl an 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

#### 4.13.1 Allgemeines

Die Schalteiste bzw. Schaltstange muss ihre bestimmungsgemäße Funktion weiterhin erfüllen, wenn diese Schwankungen in der Energieversorgung nach 4.13.2 und 4.13.3 unterzogen wird.

#### 4.13.2 Schwankungen in der elektrischen Energieversorgung

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.12.2.

Die Schalteiste bzw. Schaltstange muss die Anforderungen nach IEC 60204-1:2005, 4.3 erfüllen.

#### **4.13.3 Schwankungen in der nicht-elektrischen Energieversorgung**

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.12.3.

Die Schaltleiste bzw. Schaltstange muss ihre bestimmungsgemäße Funktion weiterhin erfüllen, wenn diese Schwankungen in der Energieversorgung nach den Angaben des Herstellers und den entsprechenden Anforderungen nach ISO 4413 für hydraulische Systeme und nach ISO 4414 für pneumatische Systeme unterzogen wird.

Falls keine Druckbegrenzungseinrichtungen für diese Energieversorgung eingebaut sind, dürfen Druckschwankungen oberhalb des angegebenen Bereiches nicht zu einem Gefahr bringenden Ausfall führen.

Schwankungen in der Energieversorgung außerhalb des angegebenen Bereiches dürfen nicht zu einem Gefahr bringenden Ausfall führen.

#### **4.14 Elektrische Ausrüstung**

ANMERKUNG Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.13.1.

##### **4.14.1 Allgemeines**

Die elektrische Ausrüstung (die elektrischen Bauteile) der Schaltleiste bzw. Schaltstange muss/müssen

- sofern vorhanden, Internationalen Normen entsprechen,
- für die bestimmungsgemäße Verwendung geeignet sein, und
- innerhalb der festgelegten Nennwerte betrieben werden.

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

Schutz gegen elektrischen Schlag muss nach IEC 60204-1:2005, 6.1, 6.2 und 6.3 vorhanden sein.

##### **4.14.3 Überstromschutz**

Überstromschutz muss nach IEC 60204-1:2005, 7.2.1, 7.2.3, 7.2.7, 7.2.8 und 7.2.9 vorhanden sein.

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

Elektromechanische Signalverarbeitungen und Ausgangsschaltanlagen müssen die entsprechenden Anforderungen nach IEC 60947-5-1 erfüllen.

##### **4.14.5 Verschmutzungsgrad**

Die elektrische Ausrüstung muss für den Verschmutzungsgrad 2 nach IEC 61439-1:2009, 7.1.3 geeignet sein.

##### **4.14.6 Luftstrecke und Kriechstrecke**

Die elektrische Ausrüstung muss nach IEC 61439-1:2009, 8.3 und 10.4 gestaltet und gebaut sein.

##### **4.14.7 Verdrahtung**

Die elektrische Ausrüstung muss nach IEC 61439-1:2009, 11.10 verdrahtet sein.

#### **4.15 Hydraulische Ausrüstung**

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.13.2.

Die hydraulische Ausrüstung muss den maßgeblichen Anforderungen nach ISO 4413 entsprechen.

#### 4.16 Pneumatische Ausrüstung

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.13.3.

Die pneumatische Ausrüstung muss den maßgeblichen Anforderungen nach ISO 4414 entsprechen.

#### 4.17 Gehäuse

ANMERKUNG Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.14.

##### 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 IEC 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 Ausgangsschaltanordnung

Das Gehäuse der Signalverarbeitung und das Gehäuse jeder außerhalb angeordneten Ausgangsschaltanordnung müssen mindestens den Anforderungen der Schutzart IP 54 entsprechen. Wenn die Signalverarbeitung und die Ausgangsschaltanordnung 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 Ausgangsschaltanordnung mindestens den Anforderungen der Schutzart IP 2X entsprechen.

#### 4.18 Zusätzliche Abdeckungen für Signalgeber

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.15.

Gibt der Hersteller an, dass zusätzliche Abdeckungen für den Signalgeber verwendet werden können, müssen sämtliche Anforderungen dieses Teils von ISO 13856 weiterhin erfüllt sein (siehe Anhang D).

#### 4.19 Zugriff

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.16.

Falls ein Zugriff in das Innere eines beliebigen Teils der Schalleiste bzw. Schaltstange erforderlich ist, darf dies nur mit Hilfe eines Schlüssels oder eines Werkzeuges möglich sein.

#### 4.20 Performance Level und Kategorien für sicherheitsbezogene Teile der Steuerungen nach ISO 13849-1

ANMERKUNG Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.17.

**4.20.1** Schalleisten und Schaltstangen müssen die Anforderungen zum Performance Level (PL) und der Kategorie, für den/die diese spezifiziert und gekennzeichnet sind, erfüllen. Die Performance Level und Kategorien sind in ISO 13849-1 festgelegt.

**4.20.2** Schalleisten und Schaltstangen müssen mindestens die Anforderungen für Performance Level c nach ISO 13849-1 sowie die entsprechenden Anforderungen dieses Teils von ISO 13856 erfüllen.

Mechanische Beschädigungen der Signalgeberoberfläche, die nicht die Sicherheitsfunktion beeinträchtigen (z. B. Kratzer durch Abrieb) werden nicht als Fehler behandelt.

**4.20.3** Die  $B_{10d}$  – Werte für den Signalgeber müssen durch eine Prüfung bestimmt werden. Bei der Durchführung der Prüfung müssen die folgenden Rahmenbedingungen eingehalten werden:

- a) Prüfmusterlänge: mindestens 500 mm;
- b) Prüfkörper: Nr. 1 nach Bild 5;
- c) Prüfungsgeschwindigkeit: frei wählbar;
- d) Verformungsweg: bis zum Signalwechsel;
- e) Messpunkte: einer aus C1 bis C5, oder mehrere frei wählbare Punkte aus C1 bis C5;
- f) Mindestanzahl an Schaltspielen: 10 000 (je Messort bei frei wählbaren Punkten).

Die Prüfergebnisse müssen in Prüfprotokollen festgehalten werden. Diese sollten zumindest die folgenden Angaben beinhalten:

- Signalgebertyp;
- Messpunkte;
- Umgebungstemperatur;
- Betriebsspannung und Betriebsstrom;
- Schaltfrequenz;
- Prüfort;
- Prüflast;
- Betätigungsgeschwindigkeit;
- Anzahl an Schaltspielen;
- $B_{10d}$  – Werte;
- Ausfallarten;
- Prüfer, Prüflabor, Datum und Unterschrift.

**4.20.4** Falls die Sicherheitsfunktion auf einem Fehlerausschluss basiert, ist die Ermittlung des Diagnosedeckungsgrades nicht erforderlich und wird bei der Ermittlung des PL nicht einbezogen. Unter diesen Bedingungen muss die Erwartung bestehen, dass die mittlere Zeit bis zum Gefahr bringenden Ausfall ( $MTTF_d$ ) hoch ist, um einen Performance Level d zu erreichen.

## 4.21 Einstellungen

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.18.

Falls es notwendig ist, während des in Betrieb Nehmens Einstellungen vorzunehmen, muss der Hersteller Anleitungen zur Verfügung stellen, die es ermöglichen, die Einstellungen so vorzunehmen, dass die Anforderungen dieses Teils der ISO 13856 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

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.19.

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 festgelegten, vom Hersteller angegebenen Richtungen standzuhalten.

#### 4.23 Rückformung nach Belastung

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.20.

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

**Tabelle 3 — Rückformung**

Rückformungszeit	Höhenänderung in Prozent des Verformungsweges bei $10 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ bei 250 N
30 s	$\leq 20 \%$
5 min	$\leq 10 \%$
30 min	$\leq 5 \%$

Gibt der Hersteller an, dass die Schaltleiste bzw. Schaltstange für eine kontinuierliche 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 Verformungsweg unter Verwendung des Prüfkörpers 1 über eine Zeitspanne von 24 h verformt oder bewegt wurde, muss die Schaltleiste bzw. Schaltstange innerhalb 30 s ihre bestimmungsgemäße Funktion (EIN-Zustand) erfüllen [siehe C.2.1.d)].

#### 4.24 Anschlüsse

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.21.

Wenn unterschiedlich angeordnete Bauteile innerhalb der Schaltleiste bzw. Schaltstange durch Steckverbindungen austauschbar sind, darf die fehlerhafte Platzierung oder der fehlerhafte Austausch dieser Bauteile nicht zu einem Gefahr bringenden Ausfall führen.

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 Ausgangsschalteneinrichtung in einen AUS-Zustand übergeht.

#### 4.25 Scharfe Ecken, scharfe Kanten und raue Oberflächen

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.22.

Freiliegende Teile von Schaltleisten bzw. 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 (siehe ISO 12100:2010, 6.2.2.1).



#### 4.26 Mechanische Kenndaten

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.23.

Schaltleisten und Schaltstangen müssen ISO 12100:2010, 6.3.2 entsprechen.

Für Schaltstangen siehe auch Anhang D.

#### 4.27 Hemmung und Blockierung

Hinsichtlich des Prüfverfahrens siehe 7.24.

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

### 5 Kennzeichnung

**5.1** Schaltleisten bzw. Schaltstangen müssen nach ISO 12100:2010, 6.4.4 gekennzeichnet werden, und bei elektrischen Einrichtungen muss mindestens mit Nennspannung und -strom gekennzeichnet werden. Siehe auch IEC 60204-1:2005, 18.1.

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

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

**5.4** Das/die Typenschild(er) der Signalverarbeitung muss/müssen zudem die folgenden Informationen enthalten oder angeben, wo diese Informationen zu finden sind:

- den Performance Level, die Kategorie und den  $B_{10d}$ -Wert nach ISO 13849-1 für das Gesamtsystem;
- die Ansprechzeit für das Gesamtsystem;
- mit oder ohne Rückstellfunktion;
- die Teilenummer.

### 6 Auswahl- und Benutzerinformation

ANMERKUNG Hinsichtlich der Prüfverfahren siehe 7.4 und 7.26.

#### 6.1 Allgemeines

Informationen und Hinweise bezüglich Einbau, in Betrieb nehmen und Prüfung sind in Anhang F angegeben.

Die Information, die dem Anwender bereitgestellt werden muss und die Art und Weise, wie diese zu gestalten ist, muss ISO 12100:2010, 6.4 entsprechen. Sie muss eindeutig mit dem Produkt identifiziert werden.

#### 6.2 Wesentliche Daten für die Auswahl einer geeigneten Schaltleiste bzw. Schaltstange

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

- Grenzen bezüglich der Anordnung, Anzahl und Länge von Signalgebern, die mit einer Signalverarbeitung verbunden sind;
- Grenzen bezüglich der Länge und Spezifikationen von Anschlüssen zwischen Signalgeber(n) und Signalverarbeitung(en);
- Einbaulage(n), in denen der Signalgeber angewendet werden kann;

- Mittel zur Befestigung des Signalgebers und der Signalverarbeitung;
- Kraft (Kräfte), der (denen) der eingebaute Signalgeber standhalten kann, und die Richtung(en), in der diese aufgebracht wird (werden);
- Maße, die die wirksame Betätigungsfläche festlegen (siehe Bilder 2 und 3);
- Höchstmaße des Signalgebers;
- Gewicht des Signalgebers je Meter Länge und das Gewicht der Signalverarbeitung;
- Angaben über zusätzliche Abdeckungen des Signalgebers (wo zutreffend);
- Kraft-Weg-Beziehung(en), die den Ansprechweg und den Nachlaufweg in Form einer Tabelle oder eines Diagramms nach Bild 4 darstellen;
- Tabelle zur chemischen Beständigkeit für den Signalgeber;
- Betriebstemperaturbereich;
- Anforderungen an die Energieversorgung;
- Schutzart(en) des Signalverarbeitungsgehäuses nach IEC 60529;
- Schutzart(en) des Signalgebergehäuses nach IEC 60529;
- Kategorie(n) und Performance Level nach ISO 13849-1;
- Auswahlverfahren nach Anhang C;
- kritische Längen der Anschlüsse zwischen einzelnen Bauteilen;
- Verformungsverhalten in Abhängigkeit von der Zeit;
- Schaltvermögen der Ausgangsschalteneinrichtung(en) nach IEC 60947-5-1;
- Anleitungen zur Anwendung;
- Zuordnung(en) der Kontakte der Ausgangsschalteneinrichtung(en);
- Eignung zur Erkennung von Fingern;
- die minimale Betriebsgeschwindigkeit, falls zutreffend (z. B. für Pneumatiksysteme);
- Angabe der Fehlerausschlüsse (siehe ISO 13849-1:2006, Abschnitt 11);
- Erklärung, wie der Performance Level ermittelt wurde, mit Bezug auf die variablen Parameter mittlere Betriebszeit (in Stunden je Tag und Tagen je Jahr) und mittlere Zeit zwischen dem Beginn zweier aufeinander folgender Zyklen des betrachteten Bauteils (Zykluszeit);
- Hinweis, dass der Anwender den Performance Level für seinen Anwendungsfall selbst bestimmen muss.

## 6.3 Benutzerinformation

### 6.3.1 Informationen über Einbau und in Betrieb nehmen

Die folgenden Informationen zum Einbau und in Betrieb nehmen der Schaltleiste bzw. Schaltstange müssen bereit gestellt werden:

#### a) Informationen zur Schaltleiste bzw. Schaltstange, dazu gehören

- 1) eine ausführliche Beschreibung der Schaltleiste bzw. Schaltstange,
- 2) die Grenzen bezüglich der Anordnung, Anzahl und Länge von Signalgebern, welche mit einer Signalverarbeitung verbunden sind,
- 3) die Grenzen bezüglich der Länge und Spezifikationen von Anschlüssen zwischen Signalgeber(n) und Signalverarbeitung(en),
- 4) das Verfahren zur Ermittlung des Nachlaufwegs der Schaltleiste bzw. Schaltstange einschließlich Beispielen (siehe Anhang C),
- 5) die Einsatzbandbreite und die Bedingungen, für welche die Schaltleiste bzw. Schaltstange vorgesehen oder geprüft ist, einschließlich der Kategorie, des Performance Levels und der  $B_{10d}$ -Werte nach ISO 13849-1,
- 6) Schaltpläne mit schematischer Darstellung der Sicherheitsfunktionen und Beispiele für Schnittstellen zur Maschinensteuerung,
- 7) zusätzliche Schutzmaßnahmen (nach 4.10.2), die erforderlich sein können, um das notwendige Sicherheitsniveau für bestimmte Anwendungen zu erzielen,
- 8) Nennwerte, Eigenschaften und Anbringungsort aller Eingangs- und Ausgangsklemmen (z. B. maximale Nennwerte von Sicherungen oder Einrichten einer Überstrom-Schutzeinrichtung),
- 9) Typ und Frequenz automatischer Testsysteme, falls zutreffend,
- 10) Hinweise zur Widerstandsfähigkeit gegenüber chemischen und physikalischen Einflüssen sowie gegenüber Umwelteinflüssen (z. B. Widerstandsfähigkeit gegenüber Lösemitteln, zulässige Belastung, Betriebstemperaturbereich, zulässige Schwankungen der Versorgungsenergie),
- 11) Hinweise zur Verwendung der Schaltleiste bzw. Schaltstange in alternativen Einbaulagen,
- 12) Angabe, ob die Schaltleiste bzw. Schaltstange mit oder ohne externe Rückstellfunktion nach Anhang A ausgerüstet ist.

#### b) Informationen hinsichtlich Verpackung, Transport, Handhabung und Lagerung der Schaltleiste bzw. Schaltstange, dazu gehören

- 1) Maße,
- 2) Masse (d. h. Kilogramm je Meter Länge),
- 3) Beschreibung der Verpackung und Vorgehensweise beim Auspacken, damit eine Beschädigung der Schaltleiste bzw. Schaltstange verhindert wird,
- 4) Verfahrensweise bei Transport und Handhabung, damit Sachbeschädigung oder Personenverletzungen verhindert wird/werden,
- 5) Anforderungen an die Lagerung (z.B. Flachliegen, gerade oder aufgewickelt, Temperaturbereich);

**c) Informationen hinsichtlich des Einbaus und des in Betrieb Nehmens der Schaltleiste bzw. Schaltstange, dazu gehören**

- 1) ein Warnhinweis, dass die Betriebsanleitung vollständig gelesen werden sollte, bevor mit den Installationsarbeiten begonnen wird,
- 2) Anforderungen an die Bodenfläche, auf welche der Signalgeber montiert wird,
- 3) Installationsverfahren einschließlich der benötigten Werkzeuge,
- 4) Gestaltungsmerkmale der wirksamen Betätigungsflächen, welche die Schutzwirkung beeinflussen können und Informationen darüber, wie die Auswirkungen unwirksamer Bereiche durch den Einbau minimiert werden können (einschließlich Zeichnungen, wo angebracht),
- 5) Liste der Prüfungen, die nach dem Einbau durchgeführt werden müssen, um den Nachweis zu erbringen, dass die Schaltleiste bzw. Schaltstange funktioniert, korrekt eingebaut und mit der Maschinensteuerung verbunden ist,
- 6) Warnhinweis, dass die Gesamtsicherheit der Maschine und ihrer Schutzeinrichtungen von der Qualität, der Zuverlässigkeit und dem korrekten Einbau der Schnittstellenverbindungen abhängig ist,
- 7) Hinweis, dass die für die Schaltleiste bzw. Schaltstange erforderliche(n) Kategorie(n) und der (die) Performance Level(s) der (den) Kategorie(n) und dem (den) Performance Level(s) entsprechen muss (müssen), der (die) durch die Risikobeurteilung ermittelt wurde(n), und
- 8) 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 an die Schulung des Personals, das die Ausrüstung einbaut, um sicherzustellen, dass die die Schaltleiste bzw. Schaltstange in Übereinstimmung mit dieser Norm eingebaut wird.

**6.3.2 Informationen zum Betrieb der Schaltleiste bzw. Schaltstange**

Die folgenden Informationen zum Betrieb der Schaltleiste bzw. Schaltstange müssen bereit gestellt werden:

**a) Informationen hinsichtlich der Verwendung der Schaltleiste bzw. Schaltstange, dazu gehören**

- 1) Zweck und Arbeitsweise der Signalverarbeitung und Anzeigen,
- 2) Informationen in Bezug auf Verwendungsgrenzen,
- 3) Anweisungen zur Fehlererkennung und zum Wiederanlauf nach einem Eingriff,
- 4) Angabe der Fehlerausschlüsse,
- 5) Erläuterung zum berechneten Performance Level mit Bezug auf die variablen Parameter, mittlere Betriebszeit, mittlere Gebrauchsdauer und Zykluszeit,
- 6) Angabe, dass der Anwender den Performance Level für seinen Anwendungsfall selbst bestimmen muss, und
- 7) ein Warnhinweis, dass die Maschine bei einer bestehenden Gefährdung nicht erneut gestartet werden sollte.

**b) Informationen in Bezug auf die Instandhaltung, dazu gehören**

- 1) ein Warnhinweis, dass die Instandhaltungshinweise vollständig gelesen werden sollten, bevor mit der Wartung begonnen wird;
- 2) Art und Häufigkeit von Prüfungen, Inspektionen und Instandhaltung,
- 3) Anweisung in Bezug auf zulässige Einricht-, Einstellungs- und Reinigungsarbeiten,
- 4) Tätigkeiten, die ein bestimmtes technisches Wissen und/oder bestimmte Fertigkeiten erfordern und deshalb ausschließlich von entsprechend geschultem und erfahrenem Personal durchgeführt werden sollten,
- 5) Informationen, z. B. Zeichnungen und Schaltpläne, die ausgebildetem Personal die Fehlersuche ermöglichen,
- 6) ausführliche Angaben zu Prüfungen, die nach dem Austausch von Bauteilen erforderlich sind, um festzustellen, ob die Schaltleiste bzw. Schaltstange wie vorgesehen funktioniert,
- 7) Warnhinweis, dass alle Teile (Abdeckungen, Klammern, Randleisten, Befestigungen usw.), die im Zuge der Instandhaltung entfernt wurden, danach wieder angebracht werden müssen und dass die Funktionen der Schaltleiste bzw. Schaltstange möglicherweise beeinträchtigt sein könnten, falls diese Teile nicht wieder ordnungsgemäß angebracht werden;
- 8) Liste der Teile, die vom Betreiber ausgetauscht werden dürfen;
- 9) 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 können, dass die Funktionen der Schaltleiste bzw. Schaltstange beeinträchtigt werden,
- 10) Name und Adresse des Herstellers und/oder der zuständigen Servicestelle.

**c) Anforderungen an die Schulung:** Empfehlungen hinsichtlich der Mindestanforderungen an die Schulung des Personals des Anwenders einschließlich Monteuren, Bedienern und Wartungs-/Instandhaltungspersonal, um sicherzustellen, dass die die Schaltleiste bzw. Schaltstange nach diesem Teil der ISO 13856 angewendet und gewartet wird.

**d) Regelmäßige Funktionsprüfungen**

Die Benutzerinformation muss Angaben über wiederkehrende Prüfungen des Signalgebers enthalten. Dazu sind folgende Informationen erforderlich:

- 1) Hinweis, dass das Prüfintervall von der Nutzung der Schaltleiste bzw. Schaltstange abhängt und vom Betreiber nach den gültigen nationalen Vorschriften festgelegt werden muss, und
- 2) Angabe eines maximalen Prüfintervalls, z.B. mindestens vierteljährliche Prüfung.

ANMERKUNG Weitere Hinweise zur Erstellung der Betriebsanleitung und zur Abfassung und Aufbereitung der Benutzerinformation finden sich in ISO 12100:2010, 6.4.5.2 und 6.4.5.3.

## 7 Überprüfung der Anforderungen

### 7.1 Allgemeines

Nachfolgend aufgeführte Inspektionen, Analysen oder Prüfungen dienen zur Feststellung, ob Schaltleisten bzw. Schaltstangen den Anforderungen dieser Norm entsprechen. Die Prüfungen müssen an einer gebrauchsfertigen Schaltleiste bzw. 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:  $\pm 10$  %

Falls andere Umgebungsbedingungen, wie z.B. der atmosphärische Druck oder die relative Luftfeuchte, die Prüfergebnisse beeinflussen, sollte diese aufgezeichnet werden.

ANMERKUNG Nachfolgend sind einige Parameter angegeben, die die Leistungsmerkmale beeinflussen können:

- Länge des Signalgebers;
- Werkstoff der obersten Lage oder Beschichtung der wirksamen Betätigungsfläche;
- Signalgeberkombinationen;
- Art und Länge der Verbindungskabel oder -rohre;
- Einbaulagen des Signalgebers.

Für besondere Anwendungsfälle dürfen manche Schaltleisten bzw. Schaltstangen als Teil der Maschine konstruiert und hergestellt werden. In diesem Fall kann es unmöglich oder unpraktisch sein, diese Einrichtungen allen Prüfverfahren zu unterziehen, die in diesem Abschnitt aufgeführt sind. In diesem Fall dürfen die betreffenden Anforderungen durch Analyse verifiziert werden. Falls Prüfungen ausgelassen werden, muss der Hersteller erklären, warum diese Prüfungen ausgelassen wurden. Der Hersteller muss Informationen zur Verfügung stellen, aus denen hervorgeht, wie die Anforderungen erfüllt werden.

Falls nicht anders festgelegt, muss die Funktion der Schaltleiste bzw. Schaltstange wie folgt überprüft werden: Prüfkörper 1 muss mit der entsprechenden Betätigungskraft nach Tabelle 2 bei maximaler Betriebsgeschwindigkeit an einem beliebigen Messort in Bezugsrichtung auf die wirksame Betätigungsfläche aufgebracht werden.

### 7.2 Prüfmuster

#### 7.2.1 Signalgeber

Um die in diesem Abschnitt festgelegte Prüfung durchführen zu können, werden Signalgebormuster benötigt, wie in Tabelle 4 aufgeführt.

**Tabelle 4 — Prüfmuster für bestimmte Prüfungen**

Prüfmuster-Nr.	Musterlänge m	Prüfungs-Unterabschnitt
1	1	7.4, 7.6.2, 7.6.4, 7.7, 7.9, 7.10, 7.12, 7.14
2	1	7.8.1, 7.13, 7.19, 7.20
3	0,5	7.6.3, 7.6.5, 7.8.2, 7.11.2, 7.11.3, 7.11.4, 7.11.5, 7.11.6
4 <sup>a</sup>	0,5	7.6.3, 7.6.5, 7.8.2
<sup>a</sup> Nur für eine Signalgeberkombination.		

Prüfungen, die nicht in Tabelle 4 aufgeführt sind, dürfen mit den Prüfmustern 1, 2 oder 3 durchgeführt werden.

Falls die Schalteiste bzw. Schaltstange so gestaltet ist, dass sich ihre wirksame Betätigungsfläche aus zusammengefügteten 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 zu überprüfen, ob die Anforderungen nach 4.2 bis 4.7, 4.9 bis 4.11, 4.13, 4.18, 4.22 und 4.27 erfüllt sind.

Falls die Signalgeberlänge die Eigenschaften des Signalgeberausgangs beeinflusst, muss ein Signalgeber mit der maximal wirksamen Betätigungslänge, wie vom Hersteller in 4.1 festgelegt, verwendet werden.

### 7.2.2 Signalverarbeitungen und Ausgangsschalteneinrichtungen

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

### 7.3 Prüfkörper

Falls nicht anders festgelegt, müssen die Prüfungen mit den in Bild 5 dargestellten Prüfkörpern durchgeführt werden. Die Prüfkörper müssen aus einer geeigneten Aluminiumlegierung hergestellt sein.

### 7.4 Prüfung Nr. 1: Sicherheitsbezogene Daten für Auswahl, Einbau, in Betrieb nehmen, Betrieb und Instandhaltung geeigneter Schalteisten bzw. Schaltstangen

Siehe 6.2 und 6.3.

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

### 7.5 Prüfung Nr. 2: Einbaulagen von Signalgebern

#### 7.5.1 Allgemeines

Falls der Hersteller unterschiedliche Einbaulagen festlegt, muss überprüft werden, ob die Einbaulage die Sicherheitsfunktion beeinflusst. Diese Überprüfung muss zuerst durch Inspektion erfolgen und/oder durch praktische Erfahrung. Falls erforderlich, muss diese Prüfung durch Analysen oder die nachfolgenden Prüfungen vervollständigt werden.

#### 7.5.2 Signalgeber einer Schalteiste

**7.5.2.1** Falls der Hersteller die Einbaulage A oder B oder A und B festlegt, müssen die folgenden Prüfungen nur in der Einbaulage A oder B durchgeführt werden.

**7.5.2.2** Falls der Hersteller die Einbaulage C oder D festlegt, muss die folgende Prüfung durchgeführt werden:

- a) Bei Schalteisten 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.
- b) 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.
- c) Falls die Differenz zwischen  $\beta_3$  und  $\beta_1$  oder  $\beta_3$  und  $\beta_2$  mehr als  $4^\circ$  beträgt, müssen die folgenden Prüfungen in allen festgelegten Einbaulagen durchgeführt werden. Anderenfalls müssen die folgenden Prüfungen nur in Einbaulage B durchgeführt werden.

**7.5.2.3** Falls der Hersteller die Einbaulage E festlegt, muss die folgende Prüfung durchgeführt werden:

- a) Der Winkel  $\gamma$  muss mit dem Signalgeber in Einbaulage B bei  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  sowie an der oberen Grenze des Betriebstemperaturbereichs gemessen werden. Diese Winkel sind als  $\gamma_1$  und  $\gamma_2$  zu bezeichnen.
- b) 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.
- c) Falls die Differenz zwischen  $\gamma_3$  und  $\gamma_1$  oder  $\gamma_3$  und  $\gamma_2$  mehr als  $4^\circ$  beträgt, müssen die folgenden Prüfungen in allen festgelegten Einbaulagen durchgeführt werden. Anderenfalls müssen die folgenden Prüfungen nur in Einbaulage B durchgeführt werden.

### 7.5.3 Signalgeber einer Schaltstange

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

## 7.6 Prüfung Nr. 3: Betätigungskraft

ANMERKUNG Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.2.

### 7.6.1 Allgemeines

Die Prüfungen müssen durchgeführt werden, nachdem der Signalgeber ein bestimmtes Temperaturgleichgewicht (Beharrungstemperatur) erreicht hat.

Prüfkörper 3 muss nur auf Schaltleisten aufgebracht werden, falls der Hersteller angibt, dass die Einrichtung zum Erkennen von Fingern geeignet ist.

### 7.6.2 Einzelsignalgeber bei 20 °C

Die Betätigungskraft muss durch Aufbringen der Prüfkörper mit den Prüfgeschwindigkeiten und an den Messorten, die in Bild 6 und Tabelle 5 dargestellt sind, geprüft werden. Die Prüfkörper müssen senkrecht zur Bezugsachse und in der Prüfrichtung, die in Bild 6 gezeigt ist, aufgebracht werden.

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

### 7.6.3 Signalgeberkombination bei 20 °C

Können zwei oder mehrere Signalgeber so zusammengefügt werden, dass diese eine wirksame Betätigungsfläche bilden, muss die in 7.6.2 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 7 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.

### 7.6.4 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 6 gezeigt sind, aufgebracht werden.

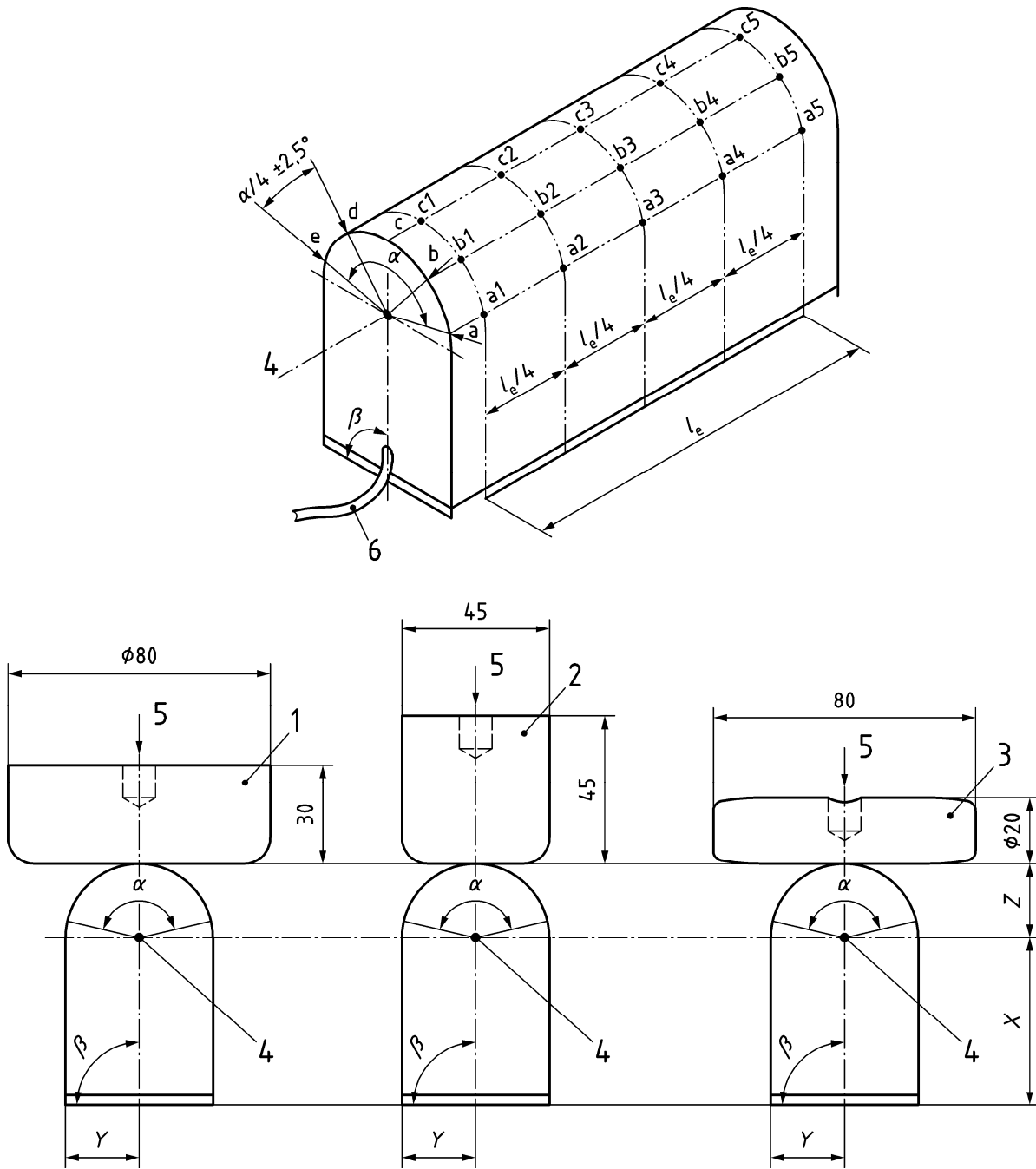
Bei jedem Aufbringen eines Prüfkörpers mit einer Betätigungskraft, die kleiner oder gleich dem in Tabelle 2 festgelegten Wert ist, muss geprüft werden, ob die Ausgangsschalteneinrichtung ihren Zustand ändert.



### 7.6.5 Signalgeberkombination im Betriebstemperaturbereich

Sind zwei oder mehrere Signalgeber so zusammengefügt, dass diese eine wirksame Betätigungsfläche bilden, muss die in 7.6.4 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 7 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.



**Legende**

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

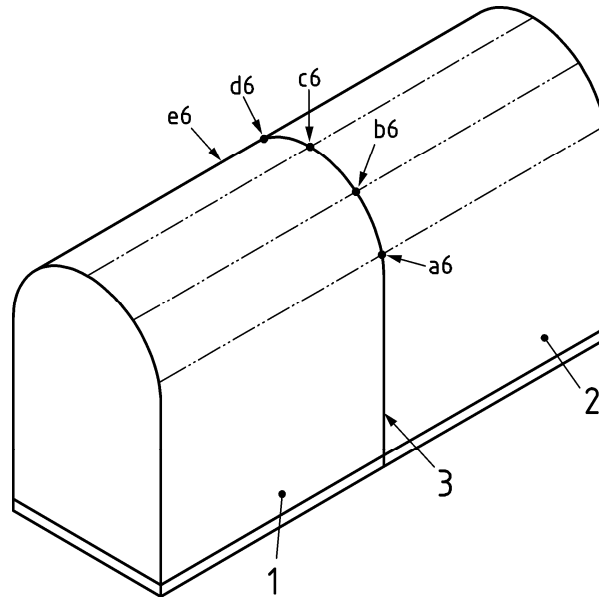
**Bild 6 — Messorte auf der wirksamen Betätigungsfläche eines Einzelsignalgebers**

**Tabelle 5 — Messorte auf der wirksamen Betätigungsfläche für Prüfung Nr. 3  
für einen Einzelsignalgeber (siehe 7.6.2)**

Prüfungs-Nr.	Prüfkörper	Prüfgeschwindigkeit mm · s <sup>-1</sup>	Messort
3.1	1	10	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	die beiden Messorte aus Prüfung Nr. 3.2 mit den höchsten Betätigungs Kräften sowie ein beliebiger Messort
3.4	2	10	a3 und c3
3.5	2	maximale Betriebsgeschwindigkeit	a3 und c3
3.6	2	100	c3
3.7	3	10	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	die beiden Messorte aus Prüfung Nr. 3.8 mit den höchsten Betätigungs Kräften sowie ein beliebiger Messort
<p>Bei maximalen Betriebsgeschwindigkeiten kleiner oder gleich 150 mm · s<sup>-1</sup> sind die Prüfungen bei 100 mm · s<sup>-1</sup> nicht erforderlich.</p> <p>Bei maximalen Betriebsgeschwindigkeiten kleiner als 100 mm · s<sup>-1</sup> sollten die Prüfungen bei 10 mm · s<sup>-1</sup> und bei der maximalen Betriebsgeschwindigkeit, die der Hersteller festgelegt hat, durchgeführt werden.</p>			

**Tabelle 6 — Messorte auf der wirksamen Betätigungsfläche für Prüfung Nr. 3  
für eine Signalgeberkombination (siehe 7.6.3)**

Prüfungs-Nr.	Prüfkörper	Prüfgeschwindigkeit mm · s <sup>-1</sup>	Messort
3.10	1	10	a6 und c6
3.11	1	maximale Betriebsgeschwindigkeit	c6 und e6
3.12	1	100	c6
3.13	2	10	c6
3.14	2	maximale Betriebsgeschwindigkeit	a6
3.15	2	100	c6
3.16	3	10	c6
3.17	3	maximale Betriebsgeschwindigkeit	a6
3.18	3	100	c6



Prüfrichtungen senkrecht zur Oberfläche

**Legende**

- 1 Signalgeber 1
- 2 Signalgeber 2
- 3 Fügekante

**Bild 7 — Zusätzliche Messorte auf der wirksamen Betätigungsfläche einer Signalgeberkombination**

**Tabelle 7 — Messorte für einen Einzelsignalgeber an der unteren Grenze des Betriebstemperaturbereiches für Prüfung Nr. 3 (siehe 7.6.4)**

Prüfungs- Nr.	Prüfkörper	Prüfgeschwindigkeit mm · s <sup>-1</sup>	Messort
3.19	1	10	die beiden Messorte aus Prüfung Nr. 3.1 mit den höchsten Betätigungs Kräften sowie ein beliebiger Messort
3.20	1	maximale Betriebsgeschwindigkeit	die beiden Messorte aus Prüfung Nr. 3.2 mit den höchsten Betätigungs Kräften sowie ein beliebiger Messort
3.21	1	100	die gleichen Messorte wie für Prüfung Nr. 3.3
3.22	2	10	c3
3.23	2	maximale Betriebsgeschwindigkeit	c3
3.24	2	100	c3
3.25	3	10	die beiden Messorte aus Prüfung Nr. 3.7 mit den höchsten Betätigungs Kräften sowie ein beliebiger Messort
3.26	3	maximale Betriebsgeschwindigkeit	die beiden Messorte aus Prüfung Nr. 3.8 mit den höchsten Betätigungs Kräften sowie ein beliebiger Messort
3.27	3	100	die beiden Messorte aus Prüfung Nr. 3.9 mit den höchsten Betätigungs Kräften sowie ein beliebiger Messort

**Tabelle 8 — Messorte für einen Einzelsignalgeber an der oberen Grenze des Betriebstemperaturbereichs für Prüfung Nr. 3 (siehe 7.6.4)**

Prüfungs- Nr.	Prüfkörper	Prüfgeschwindigkeit mm · s <sup>-1</sup>	Messort
3.28	1	10	die beiden Messorte aus Prüfung Nr. 3.1 mit den höchsten Betätigungskräften sowie ein beliebiger Messort
3.29	1	maximale Betriebsgeschwindigkeit	die beiden Messorte aus Prüfung Nr. 3.2 mit den höchsten Betätigungskräften sowie ein beliebiger Messort
3.30	1	100	c3
3.31	2	10	c3
3.32	2	maximale Betriebsgeschwindigkeit	c3
3.33	2	100	c3
3.34	3	10	c3
3.35	3	maximale Betriebsgeschwindigkeit	c3
3.36	3	100	c3

**Tabelle 9 — Messorte für eine Signalgeberkombination an der unteren Grenze des Betriebstemperaturbereichs für Prüfung Nr. 3 (siehe 7.6.5)**

Prüfungs- Nr.	Prüfkörper	Prüfgeschwindigkeit mm · s <sup>-1</sup>	Messort
3.37	1	10	a6 und c6
3.38	1	maximale Betriebsgeschwindigkeit	c6 und e6
3.39	1	100	c6
3.40	2	10	c6
3.41	2	maximale Betriebsgeschwindigkeit	a6
3.42	2	100	c6
3.43	3	10	c6
3.44	3	maximale Betriebsgeschwindigkeit	a6
3.45	3	100	c6

**Tabelle 10 — Messorte für eine Signalgeberkombination an der oberen Grenze des Betriebstemperaturbereichs für Prüfung Nr. 3 (siehe 7.6.5)**

Prüfungs- Nr.	Prüfkörper	Prüfgeschwindigkeit mm · s <sup>-1</sup>	Messort
3.46	1	10	a6 und c6
3.47	1	maximale Betriebsgeschwindigkeit	c6 und e6
3.48	1	100	c6
3.49	2	10	c6
3.50	2	maximale Betriebsgeschwindigkeit	a6
3.51	2	100	c6
3.52	3	10	c6
3.53	3	maximale Betriebsgeschwindigkeit	a6
3.54	3	100	c6

## 7.7 Prüfung Nr. 4: Kraft–Weg–Beziehung(en)

### 7.7.1 Allgemeines

Hinsichtlich der 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 mit einer Geschwindigkeit kleiner oder gleich  $10 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$  bestätigt werden. Die Kraft-Weg-Beziehung kann dann dargestellt werden, indem die Punkte A, B1, B2 bis C durch gerade Linien miteinander verbunden werden. Diese Prüfung muss am Messort c3 bei einer Temperatur von  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  durchgeführt werden.

### 7.7.2 Ansprechweg

Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.3.

Der Ansprechweg muss gemessen werden. Dieser Weg muss kleiner oder gleich dem vom Hersteller angegebenen Weg sein.

### 7.7.3 Verformungsweg

Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.4.

Der Verformungsweg muss bei einer Kraft von

— 250 N und

— 400 N

gemessen werden.

Diese Wege müssen größer oder gleich den vom Hersteller angegebenen Wegen sein.

#### 7.7.4 Nachlaufweg

Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.5.

Der Nachlaufweg muss bei einer Kraft von

— 250 N und

— 400 N

gemessen werden.

Diese Wege müssen größer oder gleich den vom Hersteller angegebenen Wegen sein.

### 7.8 Prüfung Nr. 5: Anzahl an Schaltspielen

ANMERKUNG Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.8.

**7.8.1** Ein Einzelsignalgeber in Einbaulage B, der über die Signalverarbeitung mit der Ausgangsschalteneinrichtung verbunden ist, muss durch Aufbringen des Prüfkörpers 1 (siehe Bild 5) mit maximaler Betriebsgeschwindigkeit geprüft werden. Die Prüfgeschwindigkeit muss über mindestens 80 % des Verformungsweges B1 (siehe Bild 4) konstant sein.

Die wirksame Betätigungsfläche des Signalgebers muss am Messort c2 (siehe Bild 6) 10 000 mal über den Verformungsweg B1 (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.

**7.8.2** Sind zwei oder mehrere Signalgeber so zusammengefügt, dass diese eine wirksame Betätigungsfläche bilden, müssen die in 7.8.1 festgelegten Prüfungen an einem Signalgeber durchgeführt werden.

Zusätzlich muss, wie in Bild 7 gezeigt, Prüfkörper 1 am Messort c6 1 000 mal unter den gleichen Bedingungen aufgebracht werden, wie in 7.8.1 angegeben.

**7.8.3** Nach Beendigung der in 7.8.1 bzw. 7.8.2 festgelegten Prüfungen 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 den Nachlaufweg (siehe 4.4) müssen weiterhin erfüllt sein. Dies wird geprüft, indem nur Prüfkörper 1 bei maximaler Betriebsgeschwindigkeit und mit einer Geschwindigkeit von  $10 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$  an dem Messort c2 (siehe Bild 6) für Einzelsignalgeber und an den Messorten c2 und c6 für eine Signalgeberkombination aufgebracht wird.

### 7.9 Prüfung Nr. 6: Ausgangszustand des Signalgebers und der Ausgangsschalteneinrichtung

Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.9 und 4.10.

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

### 7.10 Prüfung Nr. 7: Ansprechen der Ausgangsschaltseinrichtung auf die Betätigungskraft, die Rückstellfunktion und den Zustand der Energieversorgung

Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.10 und 4.11.

Das Zusammenwirken getrennter Funktionen, wie in Anhang A dargestellt, muss durch Aufbringen des Prüfkörpers 1 mit einer Betätigungskraft von  $150_{-10}^0$  N bei  $(10 \pm 1) \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$  Betriebsgeschwindigkeit in Bezugsrichtung zur wirksamen Betätigungsfläche an einem beliebigen Messort geprüft werden.

### 7.11 Prüfung Nr. 8: Umgebungsbedingungen

ANMERKUNG Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.12.

#### 7.11.1 Funktionsprüfung

Ausgangs jeder der in 7.11.2 bis 7.11.5 festgelegten Prüfungen muss die bestimmungsgemäße Funktion der Schaltleiste bzw. Schaltstange durch Aufbringen des Prüfkörpers 1 überprüft werden. Prüfkörper 1 muss dazu mit der entsprechenden in Tabelle 2 angegebenen Betätigungskraft bei maximaler Betriebsgeschwindigkeit an einem beliebigen Messort senkrecht auf die wirksame Betätigungsfläche aufgebracht werden. Diese Anforderung ist erfüllt, sofern ein AUS-Zustand der Ausgangsschaltseinrichtung erzeugt wird.

#### 7.11.2 Prüfung Nr. 8.1: Betriebstemperaturbereich

Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.12.2.

Die Anforderungen an den festgelegten Betriebstemperaturbereich müssen anhand des in Tabelle 11 angegebenen Prüfverfahrens überprüft werden.

**Tabelle 11 — Betriebstemperaturbereich**

Prüfverfahren	Prüfbedingungen
IEC 60068-2-14 Prüfung Nb	Die Schaltleiste bzw. Schaltstange ist an die Energieversorgung angeschlossen.

Die Geschwindigkeit der Temperaturänderung muss bei Erwärmung und Kühlung über den gesamten Temperaturbereich  $(0,8 \pm 0,3) \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$  betragen.

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

#### 7.11.3 Prüfung Nr. 8.2: Luftfeuchte

Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.12.2.

Die Anforderungen an die Luftfeuchte müssen anhand des in Tabelle 12 angegebenen Prüfverfahrens überprüft werden.

**Tabelle 12 — Luftfeuchte**

Prüfverfahren	Prüfbedingungen
IEC 60068-2-78, Prüfung Cab Temperatur $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ relative Luftfeuchte $(93 \pm 3)\%$	Die Schaltleiste bzw. Schaltstange ist nicht an die Energieversorgung angeschlossen. Nach dieser Prüfung muss eine Hochspannungsprüfung nach IEC 60664-1:2007, Tabellen F.1 und F.5, zwischen Schaltkreisen und freiliegenden leitfähigen Teilen oder zugänglichen Oberflächen der Signalverarbeitung/Ausgangsschaltseinrichtung durchgeführt werden



**7.11.4 Prüfung Nr. 8.3: Elektromagnetische Verträglichkeit (Störfestigkeit)**

Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.12.3.

Die sicherheitsbezogenen Anforderungen müssen nur nach IEC 61000-6-2 überprüft werden.

Die Störfestigkeit muss mit den Prüfverfahren und den charakteristischen Werten nach Tabelle 13 unter den in 7.11.1 angegebenen Bedingungen für folgende Betriebszustände überprüft werden:

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

**Tabelle 13 — Elektromagnetische Verträglichkeit (Störfestigkeit)**

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

**7.11.5 Prüfung Nr. 8.4: Vibration**

Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.12.4.

Diese Anforderungen müssen nach Tabelle 14 überprüft werden. Während dieser Prüfung muss nachgewiesen werden, dass die Ausgangsschalteneinrichtung im EIN-Zustand verbleibt. Nach Abschluss der Vibrationsprüfung muss die bestimmungsgemäße Funktion der Schaltleiste bzw. Schaltstange überprüft werden.

**Tabelle 14 — Vibration**

Prüfverfahren	Prüfbedingungen
IEC 60068-2-6	Die Schaltstange bzw. Schaltstange ist an die Energieversorgung angeschlossen. Der Signalgeber muss in Einbaulage B und die Signalverarbeitung und die Ausgangsschalteneinrichtung müssen in drei senkrecht zueinander stehenden Achsen geprüft werden.

### 7.11.6 Prüfung Nr. 8.5: Dauerschocken

Hinsichtlich der nur für Schaltstangen geltenden Anforderungen siehe 4.12.5.

Während dieser Prüfung muss nachgewiesen werden, dass die Ausgangsschaltseinrichtung im EIN-Zustand verbleibt. Nach Abschluss dieser Prüfung muss die bestimmungsgemäße Funktion der Schaltstange überprüft werden.

Diese Anforderungen müssen nach Tabelle 15 überprüft werden.

**Tabelle 15 — Dauerschocken**

Prüfverfahren	Prüfbedingungen
IEC 60068-2-27	Die Schaltstange ist an die Energieversorgung angeschlossen. Der Signalgeber muss nur in der Bezugsrichtung und in der entgegen gesetzten Richtung geprüft werden.

Nach Abschluss der Prüfung muss die Schaltstange auf mechanische Schäden, gelockerte Teile usw. untersucht werden.

### 7.12 Prüfung Nr. 9: Schwankungen in der Energieversorgung

ANMERKUNG Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.13.

#### 7.12.1 Allgemeines

Schaltleisten bzw. Schaltstangen müssen den in 7.12.2 und 7.12.3 angegebenen Analysen, Inspektionen und/oder Prüfungen unterzogen werden.

#### 7.12.2 Prüfung Nr. 9.1: Schwankungen in der elektrischen Energieversorgung

Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.13.1.

Die bestimmungsgemäße Funktion der Schaltleiste bzw. Schaltstange muss entsprechend den Anforderungen nach IEC 60204-1:2005, 4.3, überprüft werden. Die Funktionsprüfung muss unter Verwendung von Prüfkörper 1 erfolgen, welcher dazu mit der entsprechenden in Tabelle 2 angegebenen Betätigungskraft bei maximaler Betriebsgeschwindigkeit an einem beliebigen Messort senkrecht auf die wirksame Betätigungsfläche aufgebracht wird. Jede Anforderung ist erfüllt, sofern ein AUS-Zustand der Ausgangsschaltseinrichtung erzeugt wird.

#### 7.12.3 Prüfung Nr. 9.2: Schwankungen in der nicht- elektrischen Energieversorgung

Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.13.2.

Die bestimmungsgemäße Funktion der Schaltleiste bzw. Schaltstange muss an den Grenzen der vom Hersteller angegebenen Schwankungen in der Energieversorgung überprüft werden. Mögliche Schwankungen in der Energieversorgung außerhalb des festgelegten Bereiches dürfen nicht zu einem Gefahr bringenden Ausfall der Schaltleiste bzw. Schaltstange führen.

### 7.13 Prüfung Nr. 10: Elektrische, hydraulische und pneumatische Ausrüstung

ANMERKUNG Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.14 bis 4.16.

#### 7.13.1 Prüfung Nr. 10.1: Elektrische Ausrüstung

Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.14.

Es muss durch Analyse und Inspektion und, falls erforderlich, durch Prüfen nachgewiesen werden, dass die Anforderungen nach 4.14 erfüllt sind.

### **7.13.2 Prüfung Nr. 10.2: Hydraulische Ausrüstung**

Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.15.

Es muss durch Analyse und Inspektion und, falls erforderlich, durch Prüfen nachgewiesen werden, dass die Anforderungen nach ISO 4413 erfüllt sind.

### **7.13.3 Prüfung Nr. 10.3: Pneumatische Ausrüstung**

Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.16.

Es muss durch Analyse und Inspektion und, falls erforderlich, durch Prüfen nachgewiesen werden, dass die Anforderungen nach ISO 4414 erfüllt sind.

### **7.14 Prüfung Nr. 11: Gehäuse**

Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.17.

Es muss durch Analyse und, falls erforderlich, durch Prüfen nachgewiesen werden, dass die Anforderungen nach IEC 60529 erfüllt sind.

### **7.15 Prüfung Nr. 12: Zusätzliche Abdeckungen für Signalgeber**

Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.18.

Falls vom Hersteller zusätzliche Abdeckungen festgelegt sind, muss nachgewiesen werden, dass die Anforderung nach 4.18 erfüllt ist.

### **7.16 Prüfung Nr. 13: Zugriff**

Die Anforderung aus 4.19 muss durch Inspektion verifiziert werden.

### **7.17 Prüfung Nr. 14: Performance-Level (PL) nach ISO 13849-1**

Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.20.

Die vorgesehenen Sicherheitsfunktionen und Kategorien müssen durch Analyse nach ISO 13849-2 validiert und der tatsächlich erreichte Performance Level muss mit dem angegebenen PL verglichen werden.

### **7.18 Prüfung Nr. 15: Einstellungen**

Die Anforderungen nach 4.21 müssen durch Inspektion und, falls erforderlich, durch Prüfen verifiziert werden.

### **7.19 Prüfung Nr. 16: Befestigung des Signalgebers und mechanische Festigkeit**

Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.22.

Eine Kraft von  $(500 \pm 25)$  N muss für eine Stunde durch Prüfkörper 1 (siehe Bild 5) auf die wirksame Betätigungsfläche des Signalgebers einer Schaltleiste an Messort a3 (siehe Bild 6) 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 5) 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.

## 7.20 Prüfung Nr. 17: Rückformung nach Belastung

Hinsichtlich der Anforderungen siehe 4.23.

Eine statische Kraft von  $(250 \pm 25)$  N muss durch Prüfkörper 1 (siehe Bild 5) in der Bezugsrichtung auf die wirksame Betätigungsfläche des Signalgebers der Schalleiste bzw. Schaltstange 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 6) 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 durch Prüfkörper 1 (siehe Bild 5) in der Bezugsrichtung auf die wirksame Betätigungsfläche des Signalgebers der Schalleiste bzw. Schaltstange 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.

## 7.21 Prüfung Nr. 18: Anschlüsse

Die Anforderung nach 4.24 muss durch Inspektion verifiziert werden.

## 7.22 Prüfung Nr. 19: Scharfe Ecken, scharfe Kanten und raue Oberflächen

Die Anforderung nach 4.25 muss durch Inspektion verifiziert werden.

## 7.23 Prüfung Nr. 20: Mechanische Kenndaten

Die Anforderungen nach 4.26 müssen durch Inspektion verifiziert werden.

## 7.24 Prüfung Nr. 21: Hemmung und Blockierung

Die Anforderung nach 4.27 muss durch Inspektion verifiziert werden sowie durch Funktionsprüfungen mit einfachen Mitteln (z. B. durch Einfügen eines Drahtes, eines Stiftes, eines Klebebandes, eines Keils oder eines Magneten).

## 7.25 Prüfung Nr. 22: Kennzeichnung

Die Anforderungen nach Abschnitt 5 müssen durch Inspektion verifiziert werden.

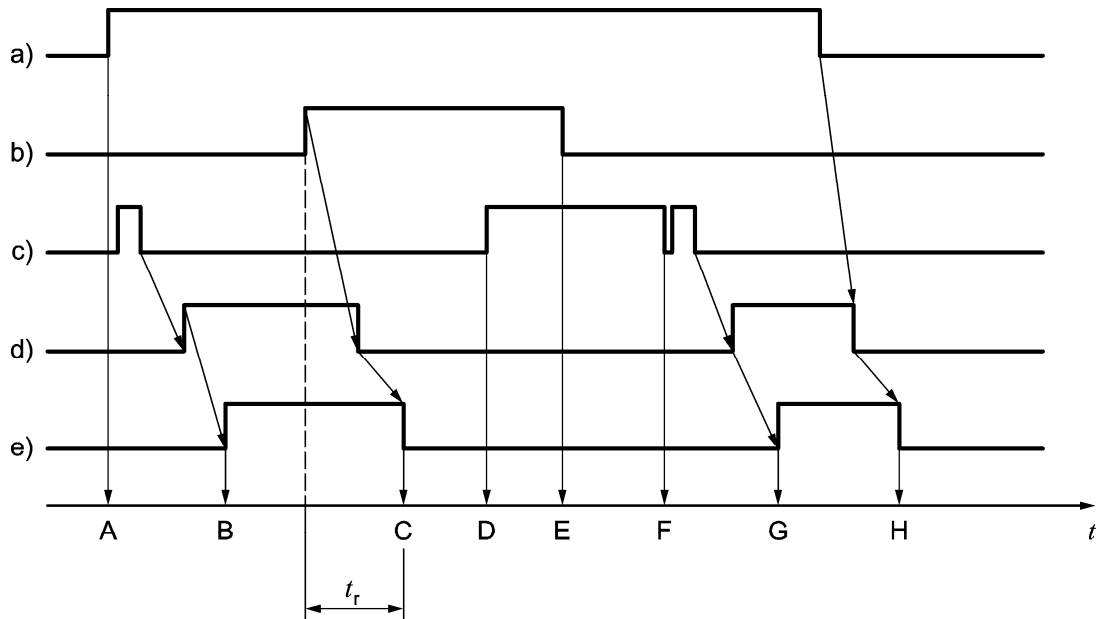
## 7.26 Prüfung Nr. 23: Auswahl- und Benutzerinformation

Die Anforderungen nach Abschnitt 6 müssen durch Inspektion verifiziert werden.

## Anhang A (normativ)

### Zeitdiagramme für Schaltleisten und Schaltstangen mit und ohne Rückstellbefehl

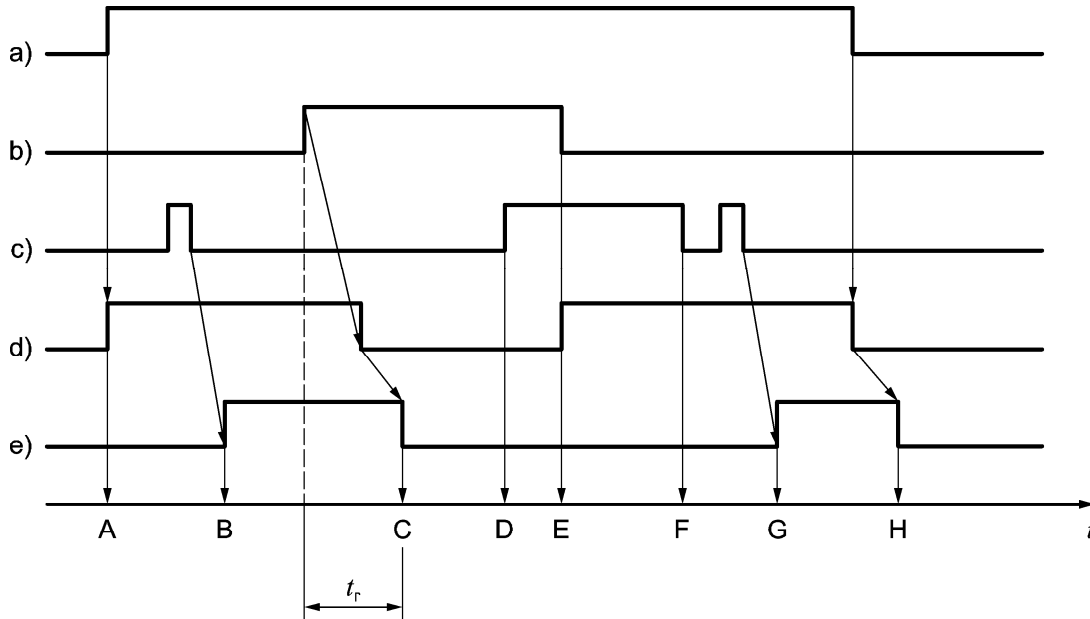
Die Bilder A.1 bis A.4 veranschaulichen die Beziehung zwischen Betätigungskraft, Rückstellbefehlssignal und den Ausgängen des Signalgebers und der Ausgangsschalteneinrichtung (siehe 4.10).



#### Legende

- |    |  |       |              |
|----|--|-------|--------------|
| a) | Versorgungsenergie an Schaltleiste bzw. Schaltstange | $t$   | Zeit         |
| b) | Betätigungskraft                                     | $t_r$ | Ansprechzeit |
| c) | Rückstellbefehlssignal                               |       |              |
| d) | Ausgang des Signalgebers                             |       |              |
| e) | Ausgang der Ausgangsschalteneinrichtung(en)          |       |              |
- A Versorgungsenergie zu der Schaltleiste bzw. Schaltstange steht an. Der Ausgang der Ausgangsschalteneinrichtung bleibt im AUS-Zustand, da die Schaltleiste bzw. Schaltstange nicht zurückgestellt wurde.
- B Der Rückstellbefehl ist ausgeführt. Der Ausgang der Ausgangsschalteneinrichtung geht in den EIN-Zustand über, da der Signalgeber aufgrund der Betätigung des Tasters für den Rückstellbefehl eingeschaltet wurde, ohne dass eine Betätigungskraft auf den Signalgeber einwirkt.
- C Der Ausgang der Ausgangsschalteneinrichtung geht in den AUS-Zustand über, da der Signalgeber aufgrund der Einwirkung einer Betätigungskraft auf den Signalgeber ausgeschaltet wurde.
- D Das Rückstellbefehlssignal ist vorhanden. Die Betätigung des Tasters für den Rückstellbefehl hat keine Auswirkungen auf den Ausgang der Ausgangsschalteneinrichtung, solange eine Kraft auf den Signalgeber einwirkt. Der Ausgang der Ausgangsschalteneinrichtung verbleibt im AUS-Zustand.
- E Die Betätigungskraft ist vom Signalgeber weggenommen. Der Ausgang der Ausgangsschalteneinrichtung verbleibt im AUS-Zustand, obwohl das Rückstellsignal noch ansteht.
- F Das Rückstellbefehlssignal ist weggenommen. Die Freigabe des Tasters für den Rückstellbefehl hat keine Auswirkungen auf den Ausgang der Ausgangsschalteneinrichtung, selbst nachdem die Betätigungskraft von dem Signalgeber weggenommen wurde.
- G Der Rückstellbefehl ist ausgeführt. Der Ausgang der Ausgangsschalteneinrichtung geht in den EIN-Zustand über, da der Signalgeber aufgrund der Betätigung des Tasters für den Rückstellbefehl eingeschaltet wurde, ohne dass eine Betätigungskraft auf den Signalgeber einwirkt.
- H Es steht keine Versorgungsenergie zu der Schaltleiste bzw. Schaltstange mehr an. Der Ausgang der Ausgangsschalteneinrichtung geht in den AUS-Zustand über, da der Ausgang des Signalgebers ausgeschaltet ist.

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

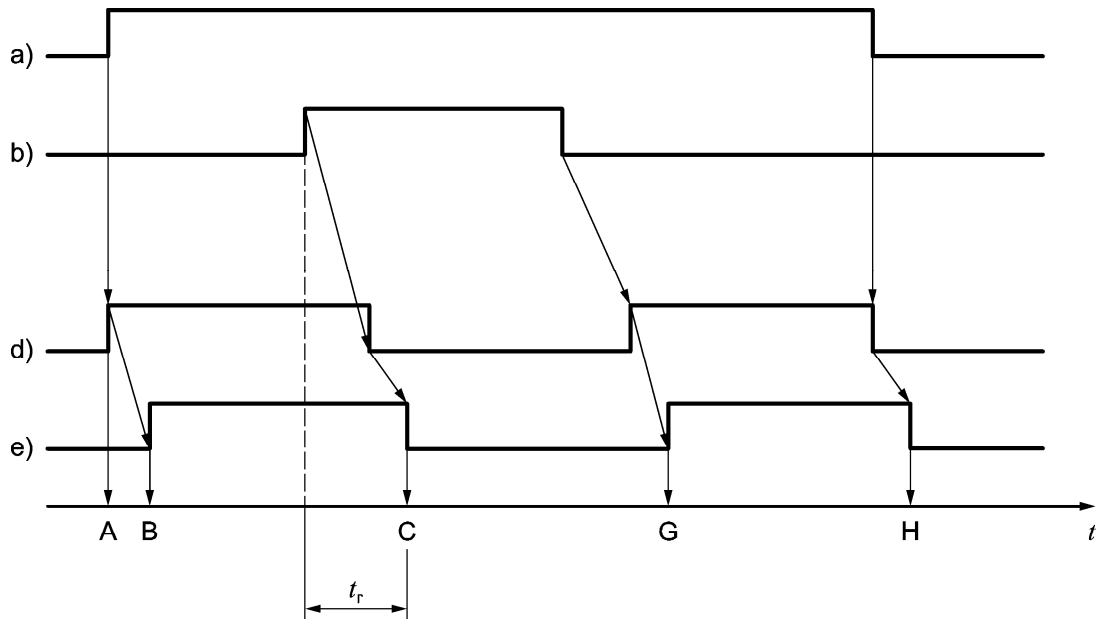


**Legende**

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

- A Versorgungsenergie zu der Schaltleiste bzw. Schaltstange steht an. Der Ausgang der Ausgangsschaltseinrichtung bleibt im AUS-Zustand, da die Schaltleiste bzw. Schaltstange nicht zurückgestellt wurde. Der Ausgang des Signalgebers ist eingeschaltet, sobald Versorgungsenergie ansteht.
- B Der Rückstellbefehl ist ausgeführt, ohne dass eine Betätigungskraft auf den Signalgeber einwirkt. Der Ausgang der Ausgangsschaltseinrichtung geht in den EIN-Zustand über, da der Taster für den Rückstellbefehl betätigt wurde, während der Ausgang des Signalgebers eingeschaltet ist.
- C Auf den Signalgeber wirkt eine Betätigungskraft ein. Der Ausgang des Signalgebers ist ausgeschaltet, wodurch auch der Ausgang der Ausgangsschaltseinrichtung in den AUS-Zustand übergeht.
- D Das Rückstellbefehlssignal ist vorhanden. Die Betätigung des Tasters für den Rückstellbefehl hat keine Auswirkungen auf den Ausgang der Ausgangsschaltseinrichtung, solange eine Kraft auf den Signalgeber einwirkt. Der Ausgang der Ausgangsschaltseinrichtung verbleibt im AUS-Zustand.
- E Die Betätigungskraft ist vom Signalgeber weggenommen. Der Ausgang des Signalgebers ist eingeschaltet, aber der Ausgang der Ausgangsschaltseinrichtung verbleibt im AUS-Zustand, obwohl das Rückstellsignal noch ansteht;
- F Das Rückstellbefehlssignal ist weggenommen. Die Freigabe des Tasters für den Rückstellbefehl hat keine Auswirkungen auf den Ausgang des Signalgebers, der eingeschaltet bleibt. Der Ausgang der Ausgangsschaltseinrichtung verbleibt im AUS-Zustand.
- G Der Rückstellbefehl ist ausgeführt, ohne dass eine Betätigungskraft auf den Signalgeber einwirkt. Der Ausgang der Ausgangsschaltseinrichtung geht in den EIN-Zustand über, da der Taster für den Rückstellbefehl betätigt wurde, während der Ausgang des Signalgebers eingeschaltet ist.
- H Es steht keine Versorgungsenergie zu der Schaltleiste bzw. Schaltstange mehr an. Der Ausgang der Ausgangsschaltseinrichtung geht in den AUS-Zustand über, da der Ausgang des Signalgebers ausgeschaltet ist.

**Bild A.2 — Ausgang des Signalgebers unabhängig vom Rückstellbefehl**

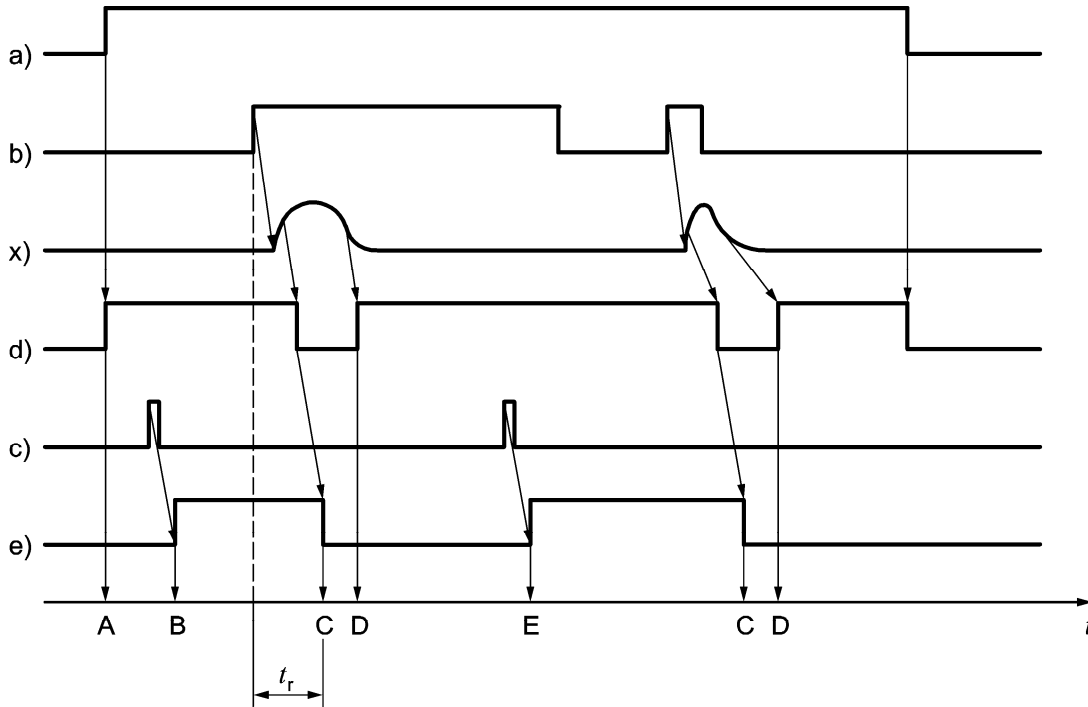


### Legende

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

- A Versorgungsenergie zu der Schaltleiste bzw. Schaltstange steht an. Der Ausgang des Signalgebers ist eingeschaltet, sobald Versorgungsenergie ansteht.
- B Der Ausgang der Ausgangsschaltseinrichtung geht in den EIN-Zustand über, da keine Betätigungskraft auf den Signalgeber einwirkt.
- C Auf den Signalgeber wirkt eine Betätigungskraft ein. Der Ausgang des Signalgebers ist ausgeschaltet, wodurch auch der Ausgang der Ausgangsschaltseinrichtung in den AUS-Zustand übergeht.
- G Der Ausgang der Ausgangsschaltseinrichtung geht in den EIN-Zustand über, da der Ausgang des Signalgebers eingeschaltet ist, dadurch dass die Betätigungskraft vom Signalgeber weggenommen wurde.
- H Es steht keine Versorgungsenergie zu der Schaltleiste bzw. Schaltstange mehr an. Der Ausgang der Ausgangsschaltseinrichtung geht in den AUS-Zustand über, da der Ausgang des Signalgebers ausgeschaltet ist.

**Bild A.3 — Ausgang des Signalgebers ohne Rückstellbefehl**



**Legende**

- a) Versorgungsenergie zu den elektrischen Schaltkreisen der Schaltleiste bzw. Schaltstange
  - b) Betätigungskraft
  - x) Druckimpuls im Signalgeber
  - d) elektrischer Ausgang des Signalgebers (Druckschalter)
  - c) Rückstellbefehlssignal
  - e) Ausgang der Ausgangsschalteneinrichtung(en)
- $t$  Zeit  
 $t_r$  Ansprechzeit

- A Versorgungsenergie zu der Schaltleiste bzw. Schaltstange ist eingeschaltet.
- B Rückstellbefehlssignal ist vorhanden. Der Ausgang der Ausgangsschalteneinrichtung geht in den EIN-Zustand über.
- C Auf den Signalgeber wirkt eine Betätigungskraft ein. Der Ausgang des Signalgebers ist ausgeschaltet, wodurch auch der Ausgang der Ausgangsschalteneinrichtung in den AUS-Zustand übergeht.
- D Der Ausgang des Signalgebers geht aufgrund des Druckabfalls im Signalgeber in den EIN-Zustand über.
- E Rückstellbefehlssignal ist vorhanden. Der Ausgang der Ausgangsschalteneinrichtung geht in den EIN-Zustand über, obwohl die Betätigungskraft noch einwirkt. Dies kann zu einer Gefährdung führen.

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 Luftimpuls-Systeme erfüllen nicht die Anforderungen der Kategorie 1 nach ISO 13849-1. Siehe D.3.5 bezüglich zusätzlicher Informationen über Luft-Impulssysteme.

Es ist für die Maschinensteuerung erforderlich, dass diese über ein eigenes Sicherheitssystem verfügt, um sicherzustellen, dass kein zu einer Gefährdung führender Wiederanlauf erfolgt. An kraftbetriebenen Türen kann dies beispielsweise als automatische Maschinenumkehr oder manueller Rückstellbefehl gestaltet sein. Die korrekte Funktion dieser Steuerungen muss in den entsprechenden C-Normen beschrieben sein.

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 muss diese Funktion zur Erfüllung der Kategorie 2 die Tür- und Torsteuerung übernehmen.

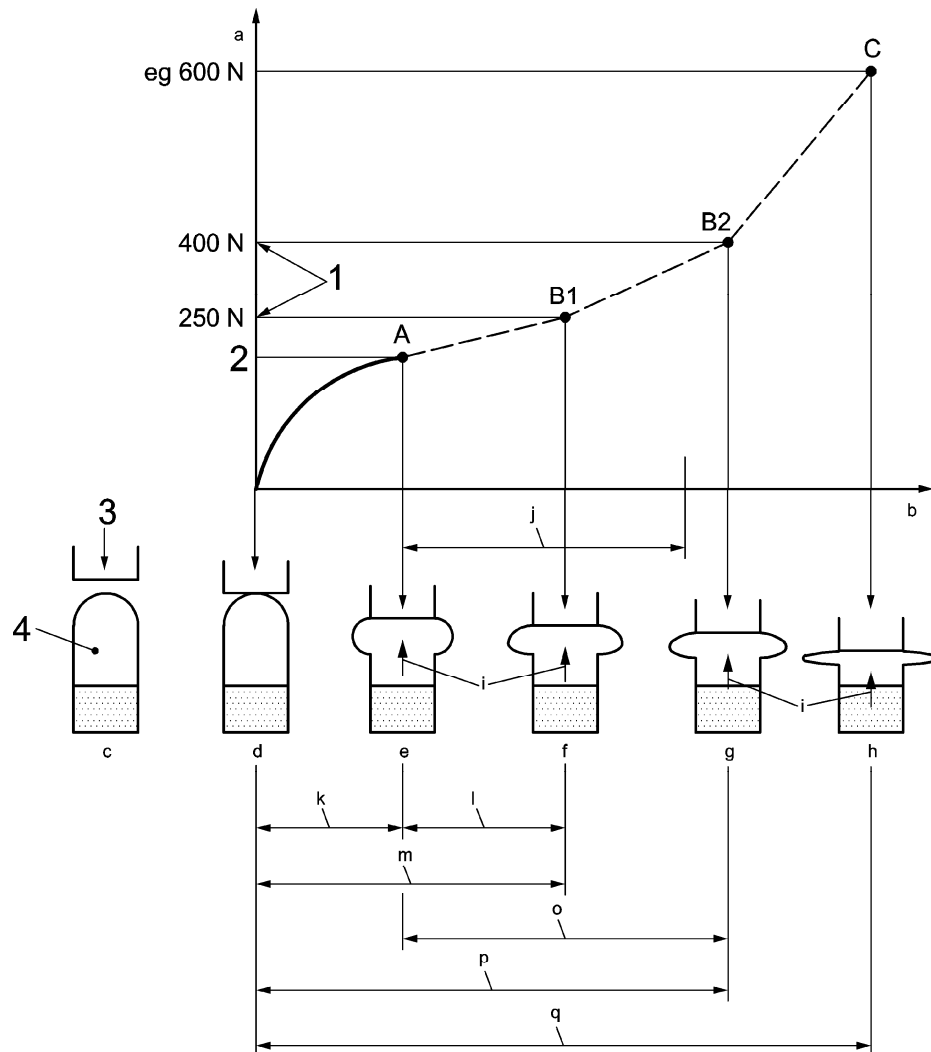
**Bild A.4 — Ausgang des Signalgebers für Systeme, bei denen der Ausgang des Signalgebers nicht im AUS-Zustand verbleibt, wenn die Betätigungskraft noch einwirkt (z. B. Luftimpuls-Systeme)**



## Anhang B (informativ)

### Betriebsgeschwindigkeit, Kraft und Weg — Erläuternde Ausführungen und Empfehlungen

Siehe Bild B.1 hinsichtlich der Kraft-Weg-Beziehung für Schaltleisten.



#### Legende

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

ANMERKUNG Die Kräfte beziehen sich auf Prüfkörper 1 aus Bild 5 und sind lediglich beispielhaft.

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

**a) Ansprechweg**

Die Kraft steigt vom Punkt des Kontaktes mit dem Hindernis an. An einem bestimmtem Punkt gibt der Signalgeber ein Signal an die Signalverarbeitung, damit diese in den AUS-Zustand übergeht. Es wird ein Signal zur Maschinensteuerung gesendet, um die gefährdende Bewegung zu stoppen. Der zwischen diesen beiden Punkten zurückgelegte Weg ist der Ansprechweg. Der Weg kann je nach Annäherungsgeschwindigkeit und den Umgebungsbedingungen unterschiedlich sein.

**b) 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 sein als die Referenzkraft nach den Anforderungen der Typ-C-Norm bzw. der Risikobeurteilung, 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 gefährdenden Bewegung.

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

**c) Der Anhalteweg** ist der Weg, den der bewegliche Teil der Maschine, der die Gefährdung darstellt, zwischen dem Punkt zurücklegt, an dem das Signal vom Signalgeber zu dessen Signalverarbeitung gesendet wird, und dem Punkt, an dem die Maschine zum Stillstand kommt. Der Anhalteweg der Maschine muss innerhalb des Nachlaufweges der Schaltleiste oder Schaltstange liegen.

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

**e) Verformungsweg und Kraft**

Eine Kraft von 250 N oder 400 N, senkrecht zur Bezugsachse, wird als Bezug genommen, um den Verformungsweg der der Schaltleiste bzw. Schaltstange mit Prüfkörper 1 (siehe Bild 5) zu messen. Nach 4.6 muss der Hersteller Daten über die Kraft-Weg-Beziehung, mindestens bis zur Referenzkraft, zur Verfügung stellen. Jedoch sollten 250 N oder 400 N nicht als Kräfte angesehen werden, die bei allen Anwendungen keine Verletzungen verursachen können.

Bei allen Anwendungen sollte die Kraft, die auf eine Person einwirkt, minimal gehalten werden. Die maximal zulässige Kraft kann z. B. durch die Einwirkdauer der Kraft, die Signalgebermaße, den Signalgeberwerkstoff sowie durch die zu schützenden Körperteile beeinflusst werden. Besonders zu beachten sind solche Anwendungsfälle, in denen Kinder oder ältere Menschen geschützt werden sollen.

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

## Anhang C (informativ)

### Anleitung zur Auswahl der Einrichtung für den Maschinenhersteller/Benutzer

#### C.1 Allgemeines

Der Signalgeber ist am häufigsten auf einer sich bewegenden Fläche angebracht, die eine Gefährdung durch Fangen, Quetschen oder Zusammenstoß 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 überschreitet, (siehe Anhang B und C.2.2 c).

#### C.2 Auswahl geeigneter Schaltleisten bzw. Schaltstangen

##### C.2.1 Allgemeines

Die vier wichtigsten Parameter, die die Auswahl einer geeigneten Schaltleiste bzw. Schaltstange in dieser Anwendung beeinflussen, sind:

**a) Kategorie und Performance Level nach ISO 13849-1, wie für die Anwendung erforderlich**

Diese basieren auf

- der Risikobeurteilung für den bestimmten Anwendungsfall sowie auf den Anforderungen nach 4.20, oder
- den Anforderungen nach den entsprechenden Normen.

**b) die Geschwindigkeit der gefährdenden 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 gefährdenden Bewegung angesehen werden. Bewegen sich beide Flächen, sind besondere Überlegungen erforderlich.

**c) der Anhalteweg der gefährdenden Teile**

Dies ist der von den Gefahr bringenden Flächen zurückgelegte Weg, nachdem ein Stoppbefehl von der Ausgangsschalteneinrichtung an die Maschinensteuerung gegeben worden ist. Dieser Weg hängt von der Geschwindigkeit der gefährdenden Bewegung, der Ansprechzeit der Maschinensteuerung und der Wirksamkeit des Maschinenbremssystems ab. Dieser Weg kann berechnet und/oder gemessen werden. Gegebenenfalls 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, wie in 4.23 ausgewiesen, geringer als 30 s. In diesem Fall sollte ein Signalgeber ausgewählt werden, der seine bestimmungsgemäße Funktion innerhalb der verfügbaren Zeit wieder erfüllt.

## C.2.2 Auswahlverfahren

Nach Festlegen der Kategorie und des Performance Levels nach ISO 13849-1 ist das Verfahren wie folgt:

**a) Die erforderliche Betriebsgeschwindigkeit und die Geschwindigkeit der gefährdenden Bewegung werden bestimmt.**

Falls die maximale Geschwindigkeit der gefährdenden Bewegung nicht angegeben ist, sollte diese gemessen oder berechnet werden. Der Wegepunkt, an dem die maximale Geschwindigkeit auftritt, wird vom Antriebsmechanismus abhängen.

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

**b) Der erforderliche Mindest-Nachlaufweg wird bestimmt.**

Der Anhalteweg der gefährdenden Teile wird bestimmt. Falls dieser nicht angegeben ist, sollte er gemessen und/oder berechnet werden. Der Anhalteweg multipliziert mit einem geeigneten Sicherheitsfaktor von mindestens 1,2 ergibt den für die Anwendung erforderlichen Mindest-Nachlaufweg. 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 gefährdenden 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) Die maximal zulässigen Kraft wird festgelegt.**

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

**d) Die Einrichtung wird ausgewählt.**

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

Falls keine Schaltleiste bzw. Schaltstange mit ausreichendem Nachlaufweg gefunden werden kann, kann es notwendig sein, das Anhalteverhalten der Maschine zu verbessern.

## Anhang D (informativ)

### Leitlinien zur Gestaltung

#### D.1 Anwendungshinweis

Dieser Anhang gibt Leitlinien zur Gestaltung von Schaltleisten und Schaltstangen. Das Nichtbeachten dieser Leitlinien zur Gestaltung bedeutet nicht unbedingt, dass das Produkt nicht sicher ist.

#### D.2 Allgemeines

##### D.2.1 Betätigungshäufigkeit

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

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

##### D.2.2 Bauteile

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

##### D.2.3 Einwirken von Flüssigkeit

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

#### D.3 Schaltleisten

##### D.3.1 Profilwerkstoff

Der Profilwerkstoff des Signalgebers sollte den Anforderungen des Betriebs und den Umgebungsbedingungen standhalten.

##### D.3.2 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.3.3 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 dieser seine Empfindlichkeit verliert.

Es kann möglich sein, dass ein sehr kleines Loch in der Oberfläche der Schaltleiste bei der regelmäßigen Inspektion übersehen wird. Dieses kann jedoch groß genug sein, um Flüssigkeit in das Innere eindringen zu lassen, wodurch sich eine Barriere bilden kann, welche die Betätigung des Signalgebers verhindert. Andererseits kann es wünschenswert sein, dass sichergestellt ist, dass Flüssigkeit aus einem Profil abfließen kann, indem entweder die Enden offen gelassen werden oder eine poröse Verschlusskappe verwendet wird.

### D.3.4 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. Zum Beispiel 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. Diese sollten von hoher Integrität sein. Werden zwei Eingangsleitungen und zwei Ausgangsleitungen verwendet, sollten diese an den entgegen gesetzten 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.3.5 Schaltleisten mit Luftimpuls-Signalgebern

Der Abriss/Leckage durch Abrieb oder eine Öffnung in einem Luftimpuls-Signalgeber oder in dessen 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 verbleiben, bis diese 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 durchgetrennt, 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 Werkstoff des Signalgebers und dem Einsatztemperaturbereich. Siehe 4.21 (Einstellungen);
- 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 ISO 13849-1 zu konstruieren, in dem die Schaltleistenfunktion bei jedem Maschinenzyklus geprüft wird.

### D.3.6 Schaltleisten mit Lichtleitfaser-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 Lichtgebern und -empfängern als auch in der optischen 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 Lichtgeber emittiertes Licht vom Empfänger aufgenommen wird, ohne den Weg durch die optische Faser zurückgelegt zu haben, z. B. nach einem Faserbruch.

## D.4 Schaltstangen

### D.4.1 Allgemeines

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

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

### D.4.2 Verwendung von Positionsschaltern

Werden Positionsschalter in Schaltstangen verwendet, sollten die folgenden Konstruktionsbesonderheiten 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 IEC 60947-5-1:1997, Abschnitt 3, hergestellt sind, wird empfohlen.

### D.4.3 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 dieser groß genug bleiben, sodass verhindert ist, dass daraus eine Gefährdung durch Fangen resultiert.

## Anhang E (informativ)

### Anwendungsleitlinien

#### E.1 Signalgeberbefestigung

Die Einbauoberfläche sollte für den Signalgeber, der verwendet wird, geeignet sein. Ist die Einbauoberfläche nicht fest genug oder weist diese große Unebenheiten auf, können die Empfindlichkeit und die Zuverlässigkeit der Schaltleiste bzw. Schaltstange reduziert werden. Bekommt der Signalgeber regelmäßig oder wiederholten Kontakt mit der Oberfläche, sollten scharfe Kanten oder Unebenheiten vermieden sein, da diese Schäden verursachen können.

Verbindungskabel, Rohre usw. zwischen dem Signalgeber und der Signalverarbeitung sollten so gestaltet, angeordnet und befestigt sein, dass diese

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

#### E.2 Betrachtungen zu Umgebungseinflüssen

Folgende Umgebungsfaktoren sollten berücksichtigt werden:

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

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 eingebaut werden, dass die wirksamste Einbaulage für die vorhersehbare Betätigungsrichtung sichergestellt ist.



## Anhang F (informativ)

### Leitlinien zum In-Betrieb-nehmen und zur Prüfung nach dem Einbau

#### F.1 Allgemeines

Dieser Anhang gibt Leitlinien zum empfohlenen in Betrieb nehmen und zur Prüfung nach dem Einbau zur Sicherstellung des sicheren Betriebes des Gesamtsystems (siehe Abschnitt 6 hinsichtlich der Anforderungen an die Auswahl- und Benutzerinformation).

#### F.2 Systeminformation

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

#### F.3 In Betrieb nehmen

Die Person, die das in Betrieb nehmen durchführt, sollte sicherstellen, dass nachfolgende Prüfungen durchgeführt werden:

- a) Prüfung, ob die Schaltleiste bzw. Schaltstange für die Umgebungsbedingungen geeignet ist;
- b) Prüfung, ob die die Schaltleiste bzw. Schaltstange am Einbauort sicher befestigt ist;
- c) Prüfung der Nenndaten und Eigenschaften aller Ein- und Ausgänge, z. B. Nennwerte von Sicherungen;
- d) Prüfung, ob durch die Wegnahme der Energieversorgung von der Schaltleiste bzw. Schaltstange ein weiterer Gefahr bringender Betrieb der Maschine verhindert wird. Die gefährdenden Maschinenteile sollten nicht wieder anlaufen können, bis die Sicherheitsfunktion wiederhergestellt ist.
- e) Ein Anlauf der gefährdenden Maschinenteile sollte nicht möglich sein, solange eine Betätigungskraft auf die wirksame Betätigungsfläche aufgebracht wird.
- f) Sicherstellung, 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;
- g) Die Betätigung der Schaltleiste bzw. Schaltstange während einer gefährdenden Phase des Betriebszyklus sollte dazu führen, dass die gefährdenden sich bewegenden Teile zum Stillstand kommen oder, falls angebracht, dass einen anderen sicheren Zustand einnehmen. Ein Wiederanlauf der gefährdenden sich bewegenden Teile sollte nicht möglich sein, bis die Sicherheitsfunktion wiederhergestellt wurde.
- h) Sicherstellung, dass zusätzliche Schutzeinrichtungen vorgesehen worden sind, wo dies notwendig ist, um den Zugang zu gefährdenden Maschinenteilen aus jeder Richtung, die nicht durch die druckempfindliche Schutzeinrichtung geschützt ist, zu verhindern;
- i) Ein wichtiges Merkmal für die Sicherheit einer Maschine ist die Schnittstelle zwischen der Maschine und deren Schutzeinrichtung(en): Sicherstellung, dass alle Maschinenteile, einschließlich der Schutzeinrichtung(en), des Steuerkreises und der Anschlüsse zu der/den Schutzeinrichtung(en), mit den Ergebnissen der Risikobeurteilung und mit den in der/den entsprechenden Norm(en) angegebenen Kategorien und Performance Levels nach ISO 13849-1 übereinstimmen.

- j) Prüfung der Vorkehrungen für die Mutingfunktion (falls installiert) in Bezug auf die Anforderungen nach ISO 13849-1:2006, 5.2;
- k) Prüfung des ordnungsgemäßen Funktionierens aller Anzeigelampen;
- l) Prüfung der Empfindlichkeit der Schaltleiste bzw. Schaltstange über die gesamte wirksame Betätigungsfläche nach den Herstellerangaben.

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

#### **F.4 Regelmäßige Inspektion und Prüfungen**

Regelmäßige Inspektion und Prüfungen sollten nach den Herstellerempfehlungen durchgeführt werden.

Die Prüfungen aus F.3 sollten wiederholt werden. Zusätzlich sollte Folgendes kontrolliert und/oder geprüft werden:

- a) Prüfung der Maschinensteuerungselemente, um sicher zu stellen, dass diese ordnungsgemäß funktionieren und nicht gewartet und/oder ausgetauscht werden müssen;
- b) Inspektion der Maschine, um sicherzustellen, dass keine anderen mechanischen oder strukturellen Aspekte vorliegen, die verhindern, dass die Maschine anhält oder einen anderen sicheren Zustand einnimmt, wenn diese durch die Schaltleiste bzw. Schaltstange angehalten wird;
- c) Inspektion der Maschinensteuerungen und Anschlüsse zur Schaltleiste bzw. Schaltstange, um sicher zu stellen, dass keine Veränderungen vorgenommen wurden, die sich nachteilig auf das System auswirken, und dass notwendige Veränderungen vorschriftsmäßig aufgezeichnet wurden.
- d) Inspektion des Zustands der Signalgeberoberfläche und von deren Anschlüssen, um sicher zu stellen, dass keine Schäden verursacht wurden, die den bestimmungsgemäßen Betrieb des Systems verhindern;
- e) Prüfung der Wirksamkeit der Schaltleiste bzw. Schaltstange bei eingeschalteter Energie, jedoch bei Maschinenstillstand. Der Betätigungspunkt wird verändert, um sicher zu stellen, dass die Gesamtheit der wirksamen Betätigungsfläche über eine bestimmte Zeitspanne geprüft wird.
- f) Prüfung, dass die Maschine bei Vorhandensein einer Rückstellfunktion nicht eher betrieben werden kann, bis das System zurückgestellt ist.
- g) Prüfung, ob alle Signalverarbeitungsgehäuse geschlossen und in gutem Zustand sind und nur durch einen Schlüssel oder ein Werkzeug geöffnet werden können. Ebenso wird geprüft, ob der/die Schlüssel seitens ausgewiesenen Personals entfernt und einbehalten wurde.

#### **F.5 Inspektion und Prüfungen nach Instandhaltungsarbeiten**

Nachdem Instandhaltungsarbeiten vorgenommen wurden, sollten Prüfungen der Sicherheitsfunktion entsprechend der Wartungsstufe nach den entsprechenden Hinweisen in F.2 erfolgen.

## **Anhang G** (informativ)

### **Allgemeine Betrachtungen für Systeme, die Kategorie 2 nach ISO 13849-1 erfüllen**

#### **G.1 Allgemeines**

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 genügen.

#### **G.2 Überprüfung der Sicherheitsfunktion**

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 Schalleiste befestigt ist.

#### **G.3 Luftimpuls-Signalgeber**

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

**G.3.2** Die Intensität (Prüfschärfe) dieses „Prüf“-Luftimpulses 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 Ausgangsschalteneinrichtung in den AUS-Zustand übergeht. 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 EU-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 Union im Rahmen der betreffenden Richtlinie in Bezug genommen und in mindestens einem der Mitgliedstaaten als nationale Norm umgesetzt worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den in Tabelle ZA.1 aufgeführten Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereichs dieser Norm zu der Annahme, dass eine Übereinstimmung mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie und der zugehörigen EFTA-Vorschriften gegeben ist.

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

<b>Abschnitte/Unterabschnitte dieser Europäischen Norm</b>	<b>Grundlegende Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG</b>	<b>Erläuterungen/Anmerkungen</b>
Abschnitt 4	Anhang I, 1.2	Steuerungen und Befehlseinrichtungen
	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 EU-Richtlinien anwendbar sein.**

## Literaturhinweise

- [1] ISO 14119, *Safety of machinery – Interlocking devices associated with guards – Principles for design and selection*
- [2] ISO 14120:2002, *Safety of machinery – Guards – General requirements for the design and construction of fixed and movable guards*