

Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung von zwangsöffnenden Positionsschaltern

Stand 2011-02

Fachausschuss Elektrotechnik
Prüf- und Zertifizierungsstelle im DGUV Test
Gustav-Heinemann-Ufer 130
50968 Köln

GS-ET-15

Der Prüfgrundsatz dient als Nachweis, dass in Verbindung mit der DIN EN 60947-5-1 die Anforderungen des Geräte- und Produktsicherheitsgesetzes (GPSG) und so die 1. und 9. Verordnung zum GPSG, eingehalten sind.

Diese Grundsätze werden, den neuesten Erkenntnissen auf dem Gebiet der Arbeitssicherheit und dem technischen Fortschritt folgend, von Zeit zu Zeit überarbeitet und ergänzt. Für die Prüfung durch die Prüf- und Zertifizierungsstelle des Fachausschuss Elektrotechnik ist stets die neueste Ausgabe verbindlich.

Der Prüfgrundsatz umfasst die für Positionsschalter für Sicherheitsfunktionen erforderlichen Anforderungen und Prüfungen der DIN EN 60947-5-1 und ergänzt diese durch Zusatzanforderungen.

Änderungen gegenüber der Ausgabe 2009-10:

1.3 - Anpassung der Technischen Regelwerke an den aktuellen Stand

5.6 Anforderungen zur Verringerung der Umgehungsmöglichkeiten

- Konkretisierung der „leicht verfügbaren Gegenstände“
- Überarbeitung der Anforderungen für die Prüfdurchführung;
u. a. Bild 1 eingefügt

5.15 Mechanische Festigkeit

Konkretisierung der Bewertungskriterien

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Allgemeines	5
1.1	Geltungsbereich	5
1.2	Bauarten	5
1.3	Technische Regelwerke	6
2	Begriffe	7
2.1	Verriegelungseinrichtung (Verriegelung)	7
2.2	Positionsschalter mit Zwangsöffnung	7
2.3	Zwangsöffnung (eines Schaltgliedes)	7
2.4	Umgehen auf eine vernünftigerweise vorhersehbare Art	7
2.5	Zwangsöffnungsweg	8
2.6	Mechanische Lebensdauer	8
3	Kennzeichnende Merkmale	8
4	Einzureichende Prüfunterlagen	8
4.1	Technische Unterlagen	8
4.2	Baumuster	9
5	Prüfungen	9
5.1	Allgemeine Prüfanforderungen	9
5.2	Aufschriften und Kennzeichnung	9
5.3	Betriebsanleitung	10
5.4	Verkaufsprospekte	12
5.5	Anforderungen an den Bau und das Verhalten	12
5.6	Anforderungen zur Verringerung der Umgehungsmöglichkeiten	13
5.7	Prüffolge I nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.1	14
5.7.1	Erwärmung	14
5.7.2	Isolationseigenschaften	15
5.7.3	Mechanische Eigenschaften der Anschlüsse	15
5.8	Prüffolge II DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.1	16
5.8.1	Ein- und Ausschaltvermögen der Schaltelemente unter üblichen Bedingungen	16
5.8.2	Isolationsnachweis	16
5.9	Prüffolge III nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.1	16
5.9.1	Ein- und Ausschaltvermögen der Schaltelemente unter unüblichen Bedingungen	16

Inhaltsverzeichnis	Seite
5.9.2 Isolationsnachweis	16
5.10 Prüffolge IV nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.1	16
5.10.1 Verhalten bei bedingtem Kurzschlussstrom	16
5.10.2 Funktionsfähigkeit und Isolationsnachweis nach der Prüfung	16
5.11 Prüffolge V nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.1	17
5.11.1 Schutzart von Positionsschaltern im Gehäuse	17
5.11.2 Nachweis der Betätigungskraft oder des -momentes	17
5.12 Prüffolge VI nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.1	17
5.12.1 Messungen der Luft- und Kriechstrecken	17
5.13 Prüffolge VII nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.1	17
5.13.1 Mechanische Funktion bei den Grenztemperaturen	17
5.13.2 Nachweis der Zwangsöffnung	17
5.14 Prüffolge VIII nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.1 - Nachweis der Festigkeit des Betätigungssystems	18
5.15 Mechanische Festigkeit	18
5.15.1 Schockprüfung	19
5.15.2 Schlagprüfung	20
5.16 Mechanische Lebensdauer	20
5.17 Ermittlung des B_{10d} -Wertes	20
5.18 Glühdrahtprüfung	21
5.19 Äußere Materialien und Beschaffenheit	21
5.20 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	21
Anhang A Zusätzliche Anforderungen für Positionsschalter der Bauart 2 für den Einsatz in Anwendungen mit erhöhten Anforderungen an die Sicherheitsfunktion	22

1 Allgemeines

1.1 **Geltungsbereich**

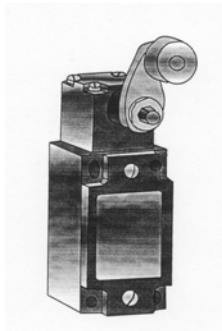
Diese Prüfgrundsätze gelten für die Prüfung von zwangsöffnenden Positionsschaltern für Sicherheitsfunktionen, nachfolgend Positionsschalter genannt.

1.2 **Bauarten**

Zwangsöffnende Positionsschalter lassen sich in zwei Bauarten einteilen:

Bauart 1 (B1):

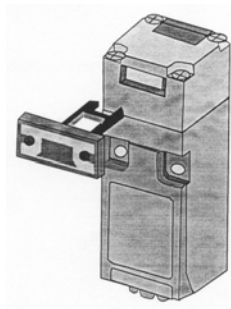
Schalter, bei denen Schaltglied und Betätiger konstruktiv verbunden sind und beim Schalten funktionell eine Einheit bilden.



Beispiel für einen Positionsschalter für Sicherheitsfunktionen Bauart 1

Bauart 2 (B2):

Schalter, bei denen Schaltglied und Betätiger nicht konstruktiv verbunden sind, jedoch beim Schalten funktionell zusammengeführt oder getrennt werden.



Beispiel für einen Positionsschalter für Sicherheitsfunktionen Bauart 2

1.3 Technische Regelwerke

Grundlagen dieses Prüfgrundsatzes bilden:

Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN EN 1088	Sicherheit von Maschinen Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen Leitsätze für Gestaltung und Auswahl
DIN EN 60204-1 VDE 0113 Teil 1	Sicherheit von Maschinen; Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Allgemeine Anforderungen -
DIN EN 60529 DIN VDE 0470 Teil 1	Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)
DIN EN 60695-2-10 bis DIN EN 60695-2-13 VDE 0471 Teil 2-10 bis 2-13	Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr; Teil 2-10 bis Teil 2-13: Prüfungen mit dem Glühdraht
DIN EN 60947-1 VDE 0660 Teil 100 2008-04	Niederspannungsschaltgeräte; Teil 1: Allgemeine Festlegungen (IEC 60947-1:2004)
DIN EN 60947-5-1 VDE 0660 Teil 200 2010-04	Niederspannungsschaltgeräte; Steuergeräte- und Schaltelemente, Elektromechanische Steuergeräte
DIN EN 60068-2-6 (VDE 0468-2-6)	Umgebungseinflüsse; Teil 2-6: Prüfverfahren; Prüfung Fc: Schwingen (sinusförmig)
DIN EN 60068-2-27 (VDE 0468-2-27)	Umgebungseinflüsse; Teil 2-27: Prüfverfahren; Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken
DIN EN 60068-2-75	Umweltprüfungen Teil 2: Prüfungen; Prüfung Eh: Hammerprüfungen
DIN EN 60068-2-78 (VDE 0468-2-78)	Umgebungseinflüsse; Teil 2-78: Prüfverfahren; Prüfung Cab: Feuchte Wärme, konstant

2 Begriffe

Es gilt Abschnitt 2 von DIN EN 60947-5-1 mit folgenden Ergänzungen:

2.1 Verriegelungseinrichtung (Verriegelung)

Eine mechanische, elektrische oder andere Einrichtung, deren Zweck es ist, den Betrieb eines Maschinenelementes unter bestimmten Bedingungen zu verhindern (üblicherweise solange eine trennende Schutzeinrichtung nicht geschlossen ist).

2.2 Positionsschalter mit Zwangsöffnung

Hilfsstromschalter mit einem oder mehreren Öffnern, der mit dem Bedienteil des Schalters über nicht federnde Teile so verbunden ist, dass die vollständige Kontaktöffnung des (der) Öffner(s) erreicht ist, wenn das Bedienteil den Zwangsöffnungsweg mit der vom Hersteller angegebenen Kraft zurückgelegt hat.

2.3 Zwangsöffnung (eines Schaltgliedes)

Sicherstellung einer Kontakttrennung als direktes Ergebnis einer festgelegten Bewegung des Betätigers über nicht federnde Teile (z. B. nicht abhängig von einer Feder).

2.4 Umgehen auf eine vernünftigerweise vorhersehbare Art

Ein Umgehen auf eine vernünftigerweise vorhersehbare Art ist das Unwirksammachen von Positionsschaltern von Hand oder durch Benutzung eines leicht verfügbaren Gegenstandes.

Leicht verfügbare Gegenstände können sein:

- Schrauben, Nadeln, Blechstücke;
- Gegenstände des täglichen Gebrauchs, wie Schlüssel, Münzen, Klebeband, Bindfaden und Draht;
- Ersatzbetätiger;
- Werkzeuge; die für die bestimmungsgemäße Verwendung der Maschine erforderlich sind oder solche, die leicht verfügbar sind (z. B. Schraubendreher, Schraubenschlüssel, Sechskantschlüssel und Zangen).

"Umgehen auf eine vernünftigerweise vorhersehbare Art" umfasst das Entfernen von Schaltern oder Betätigern mit Hilfe der oben angeführten Werkzeuge mit der Absicht, eine Verriegelungseinrichtung unwirksam zu machen.

2.5 Zwangsöffnungsweg

Mindestweg vom Beginn der Betätigung des Bedienteiles bis zu der Stellung, in der die Zwangsöffnung der öffnenden Kontakte beendet ist.

2.6 Mechanische Lebensdauer

Die mechanische Lebensdauer kennzeichnet die Verschleißfestigkeit eines Positionsschalters. Sie ist durch die Anzahl der Schaltspiele ohne elektrische Last bestimmt, für die der Positionsschalter ausgelegt ist.

3 Kennzeichnende Merkmale

Es gilt DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 4 einschließlich K4.

4 Einzureichende Prüfunterlagen

4.1 Technische Unterlagen

Die Informationen für den Anschluss und die Inbetriebnahme der Positionsschalter müssen in Form von Zeichnungen, Schaltplänen, Tabellen und Benutzerinformationen mitgeliefert werden. Für die technische Prüfung müssen die nachfolgenden Unterlagen eingereicht werden:

- Alle Benutzerinformationen, die mit dem Gerät ausgeliefert werden (Betriebsanleitung, Montageanleitung usw.),
- Verkaufsprospekt (sofern vorhanden),
- Übersicht der mit dem Positionsschalter verwendbaren Betätiger,
- Blockschaltplan (falls notwendig),
- Stromlaufplan,
- technische Zeichnungen,
- Stückliste(n),
- Leiterplattenlayouts (falls zutreffend),
- Beschreibung des Funktionsablaufes (falls notwendig),
- Wartungsanleitung und Einstellanweisung (falls notwendig),
- soweit vorhanden, Datenblätter, Prüfbescheinigungen, Zertifikate für den Positionsschalter und/oder darin verwendeter Bauteile,
- Sofern ein B_{10d} -Wert angegeben wird, der größer ist als die in DIN EN ISO 13849-1 Tabelle C.1 aufgeführten typischen Werte, müssen alle Prüfberichte, Prüfprotokolle, Berechnungen, die zu dessen Ermittlung geführt haben, vorgelegt werden (siehe Abschnitt 5.17).

Die Prüfstelle kann bei Bedarf weitere Unterlagen anfordern.

4.2 Baumuster

Die Anzahl der einzureichenden Prüfmuster wird von der Prüfstelle festgelegt, in der Regel sind mindestens vier Baumuster zur Verfügung zu stellen.

Bei Verwendung von bestückten Leiterplatten ist ein Satz unbestückter Platinen einzureichen.

5 Prüfungen

5.1 Allgemeine Prüfanforderungen

Zwangsöffnende Positionsschalter für Sicherheitsfunktionen, im Folgenden "Positionsschalter" genannt, müssen allen nachfolgenden Anforderungen genügen. Durch die Prüfungen in der vorgegebenen Reihenfolge wird das Einhalten der festgelegten Anforderungen nachgewiesen. Bei keiner der Prüfungen darf ein Prüfling ausfallen.

Das Erfüllen weitergehender Herstellerangaben muss getrennt nachgewiesen werden.

Die Prüfungen werden an kompletten Positionsschaltern entsprechend den vom Hersteller genannten Bemessungsdaten durchgeführt. Die Prüfgrößen dürfen von den Bemessungswerten wie folgt abweichen:

Grenzabweichungen der Prüfgrößen, siehe DIN EN 60947-1 Tabelle 8.

Wenn in den einzelnen Prüfanweisungen nichts Weiteres angegeben ist, ist die ordnungsgemäße Funktion des Positionsschalters vor der ersten und nach jeder Einzelprüfung festzustellen.

5.2 Aufschriften und Kennzeichnung

Jeder Positionsschalter muss mindestens mit folgenden Aufschriften dauerhaft und gut lesbar (Mindestschriftgröße = 2 mm) versehen sein:

5.2.1 auf dem Gehäuse (außen):

- Firmenname und vollständige Anschrift des Herstellers/Bevollmächtigten,
- Bezeichnung des Sicherheitsbauteils,
- Baureihen- oder Typbezeichnung,
- CE-Kennzeichnung,
- Baujahr,
- Symbol (Zwangsöffnung) ⊕,

- IEC 60947-5-1 oder DIN EN 60947-5-1, falls der Hersteller die Übereinstimmung mit dieser Norm in Anspruch nimmt,
- IP-Schutzart,
- Schaltglieder von Wechslern müssen mit dem zutreffenden Zeichen für die Form Za oder Zb entsprechend DIN EN 60947-5-1, Bild 4 gekennzeichnet sein,
- Zeichen für Schutzklasse II, falls zutreffend.

Falls der Platz für alle Kennzeichnungen nicht ausreicht, kann an einer Komponente des Positionsschalters ein Anhängeschild mit der Angabe der vollständigen Herstelleranschrift und der Produktbezeichnung angebracht werden. Alle anderen geforderten Kennzeichnungen müssen auf dem Gehäuse aufgebracht werden.

Die Kennzeichnung muss ohne Abnehmen von Abdeckungen am Produkt selbst lesbar sein.

Prüfung: siehe Punkt 5.2.2

5.2.2 Auf dem Schaltereinsatz

- Klemmenbezeichnung

Prüfung: Besichtigen, Prüfen auf Vollständigkeit, Korrektheit und Widerspruchsfreiheit der Angaben, Messen der Schrifthöhe, Reibetest (Reiben jeweils 15 s mit einem wasser- und einem mit Testflüssigkeit^{*)} getränktem Baumwolltuch).

Nach den Prüfungen müssen die Aufschriften gut lesbar sein. Es darf nicht möglich sein, Aufschriftenschilder leicht von Hand zu entfernen, auch dürfen sie sich nicht gewellt oder gekräuselt haben.

^{)}Als Testflüssigkeit ist das chemische Produkt mit der Handelsbezeichnung "n-Hexan zur Analyse", welches die Anforderungen der in DIN EN 60335-1 und DIN EN 60950-1 definierten Testflüssigkeit erfüllt, zu verwenden.*

5.3 Betriebsanleitung

Dem Positionsschalter sind die Informationen beizulegen, die einen ordnungsgemäßen Anschluss und die Inbetriebnahme ermöglichen.

Hinweise, die die Sicherheit betreffen, müssen in einer Sprache abgefasst sein, die in dem Land akzeptiert wird, in dem der Positionsschalter installiert werden soll.

Ist die Betriebsanleitung nicht in deutscher Sprache abgefasst, ist eine deutsche Übersetzung vorzulegen. Die Prüfung erfolgt anhand der deutschen Übersetzung.

In der mit dem Gerät mitgelieferten Betriebsanleitung oder wahlweise auf dem Gerät müssen folgende kennzeichnende Merkmale des Positionsschalters angegeben werden:

- Firmenname und vollständige Anschrift des Herstellers/Bevollmächtigten,
- Bezeichnung des Sicherheitsbauteils (z. B. Positionsschalter),
- Inhaltliche Wiedergabe der Konformitätserklärung (bis auf Seriennummer und Unterschrift),
- Allgemeine Beschreibung des Positionsschalters und der bestimmungsgemäßen Verwendung,
- Anleitung zur Montage, zum Aufbau und zum Anschluss des Positionsschalters,
- Wartungsanleitung und Einstellanweisungen (falls notwendig),
- Beschreibung des Verhaltens bei Störungen (falls notwendig),
- Gebrauchskategorie und Bemessungsbetriebsströme bei den Bemessungsbetriebsspannungen(en),
- Bemessungsspannung,
- Bemessungsisolationsspannung,
- Bemessungsstoßspannungsfestigkeit,
- Art und größte Bemessungswerte der Kurzschlusschutzeinrichtung,
- Angabe der Leiterart sowie des größten und kleinsten Leiterquerschnittes für den die Anschlussklemmen geeignet sind,
- minimaler Betätigungsradius, bei gebogenem oder vorgespanntem Betätiger ggf. auch der max. Betätigungsradius,
- der Betätigungsweg bis zur erfolgten Zwangsöffnung,
- die max. Betätigungsgeschwindigkeit,
- die höchste Betätigungshäufigkeit,
- Angabe des B_{10d} -Wertes.

Die Betriebsanleitung muss weiterhin, soweit zutreffend folgende Hinweise enthalten:

- ▶ Funktionsbeschreibung und Anschlussplan,
- ▶ Vom übrigen Text deutlich hervorgehobener Hinweis darauf, dass bei der Montage und Betrieb die Anforderungen der DIN EN 1088, insbesondere der Abschnitt 5.7 "Konstruktion zum Verringern von Umgehungsmöglichkeiten", zu berücksichtigen sind.
- ▶ Hinweis auf mögliche Einschränkungen der Gebrauchslage, insbesondere hinsichtlich zu erwartender Funktionsstörungen beim Einsatz in stark verschmutzter Umgebung,
- ▶ Hinweis auf mögliche Einschränkung des Anwendungsbereiches, insbesondere hinsichtlich der Einflüsse durch Verschmutzung (z. B. Späne, Staub, Flüssigkeiten),
- ▶ Hinweis auf ausreichende Befestigung und eindeutige Fixierung, wenn die Befestigung des Schalters eine Verstellung zulässt,
- ▶ Hinweis, dass der Positionsschalter nicht als mechanischer Anschlag verwendet werden darf.

- ▶ bei Positionsschaltern der Bauart 2: Hinweis, dass die Montage der Befestigungselemente des Betätigers so erfolgen muss, dass der Demontage widerstanden wird, z. B. durch Schweißen, Nieten, Einwegschrauben, Kleben, angebohrte Schraubenköpfe.
- ▶ Hinweis darauf, dass sich bei Hintereinanderschaltung von Positionsschaltern der Performance Level nach DIN EN 13849-1 auf Grund verringerter Fehlererkennung reduzieren kann.
- ▶ Hinweis an den Anwender, dass das Gesamtkonzept der Steuerung, in welche der Positionsschalter eingebunden wird, nach DIN EN ISO 13849-2 zu validieren ist.

Die zusätzlich in DIN EN 60947-5-1 Abschnitte 5.1 und K.5.4 aufgeführten Informationen können auch in anderen, nicht mit dem Gerät mitgelieferten Unterlagen, des Herstellers enthalten sein.

Prüfung: Einsichtnahme der technischen Unterlagen und Vergleich mit den Anforderungen; Prüfen auf Vollständigkeit, Korrektheit und Widerspruchsfreiheit der Angaben

5.4 Verkaufsprospekte

Verkaufsprospekte, in denen der Positionsschalter beschrieben wird, dürfen in Bezug auf die Sicherheitsaspekte nicht der Betriebsanleitung widersprechen. Wenn Leistungsmerkmale im Verkaufsprospekt beschrieben werden, müssen sie mit den Angaben der Betriebsanleitung übereinstimmen.

Prüfung: Durchsicht der eingereichten Unterlagen; Prüfung auf Korrektheit und Widerspruchsfreiheit

5.5 Anforderungen an den Bau und das Verhalten

Es gilt DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 7 (soweit zutreffend) einschließlich Abschnitt K7 mit folgenden Ergänzungen:

5.5.1 zu K 7.1.4.6.1 Arten von Schaltgliedern:

Die Anforderungen von DIN EN 60947-5-1 werden wie folgt ergänzt:

Positionsschalter dürfen nur zwangsöffnende Kontakte und zusätzliche Schließer, z. B. für Meldezwecke, enthalten.

Sind Wechsler der Ausführungsformen C oder Za im Positionsschalter vorhanden und der Öffner wird für eine Sicherheitsfunktion verwendet, dann darf der Schließer nicht belegt (nicht angeschlossen/angeklemmt) werden. In der Benutzerinformation ist ein entsprechender Hinweis vorzunehmen.

Prüfung: Besichtigung anhand der Baumuster und technischen Unterlagen;
Vergleich mit den Anforderungen

5.5.2 Zusätzlich zu DIN EN 60947-1 Abschnitt 7.1.9.1 gilt, dass in Positionsschaltern mit Metallgehäuse im Innenraum immer ein Schutzleiteranschluss vorhanden sein muss. Dies gilt auch für Positionsschalter im Metallgehäuse, die mit Kleinspannung versorgt werden. Sie müssen mit einem Schutzleiteranschluss versehen sein, um bei geerdeten Hilfsstromkreisen einen möglichen Erdschluss im Schalter feststellen zu können.

Prüfung: Besichtigen und Messen nach DIN EN 60204-1 Abschnitt 18.2.2

5.5.3 Fixierung und Justierung

Positionsschalter müssen eindeutig justiert und fixiert bzw. verstiftet werden können.

Prüfung: Besichtigen

5.6 Anforderungen zur Verringerung der Umgehungsmöglichkeiten

Positionsschalter für Sicherheitsfunktionen müssen so beschaffen sein, dass sie nicht auf vernünftigerweise vorhersehbare Art unwirksam gemacht werden können.

Bei Positionsschaltern der Bauart 1 kann der Schutz gegen Umgehen nur durch Maßnahmen beim Einbau erfolgen.

Positionsschalter der Bauart 2 müssen so gestaltet sein, dass ein Schließen der Öffnerkontakte durch einfaches mechanisches Betätigen des Schalters von Hand oder mit leicht verfügbaren Gegenständen nicht möglich ist (z. B. durch Kodierung).

Leicht verfügbare Gegenstände sind z. B.

- Schrauben, Nadeln, Blechstücke,
- Gegenstände des täglichen Gebrauchs, wie Schlüssel, Münzen, Klebeband, Bindfaden und Draht,
- Werkzeuge (z. B. Schraubendreher, Schraubenschlüssel, Sechskantschlüssel und Zangen),
- Gegenstände, die ohne die Verwendung weiterer Werkzeuge oder Vorrichtungen leicht von Hand herzustellen sind (z. B. von Hand gebogener Draht, von Hand gebogenes Blech, gefaltete Pappe)

Speziell zum Zweck des Umgehens gefertigte Gegenstände, die nur mit Werkzeugen oder Vorrichtungen in mehr als einem Arbeitsgang gefertigt werden können, sind keine leicht verfügbaren Gegenstände.

Anmerkung: In DIN EN 1088:2008-10 Abschnitt 5.7.1 werden u. a. Ersatzbetätiger als leicht verfügbare Gegenstände zum Umgehen aufgeführt. Diese Anforderung richtet sich an Maschinenkonstruktoren bzw. -betreiber. Bei der Typprüfung eines Positionsschalters kann der bestimmungsgemäße Betätiger nicht als Gegenstand zur Überprüfung der Umgehbarkeit herangezogen werden.

Befestigungselemente für Positionsschalter dürfen nicht von Hand oder durch Benutzung von leicht verfügbaren Gegenständen gelöst werden können.

Wenn der Hersteller Befestigungsschrauben für Positionsschalter und/oder Betätiger mitliefert, müssen dies Einwegschrauben sein.

- Prüfung:** a) Versuch der Betätigung von Hand, mit leicht verfügbaren Gegenständen.
Die Verwendung von zwei gleichen Gegenständen ist zulässig, wenn die Konstruktion eine offensichtliche Umgehungsmöglichkeit mit zwei Gegenständen erkennen lässt (Beispiel: siehe Bild 1).

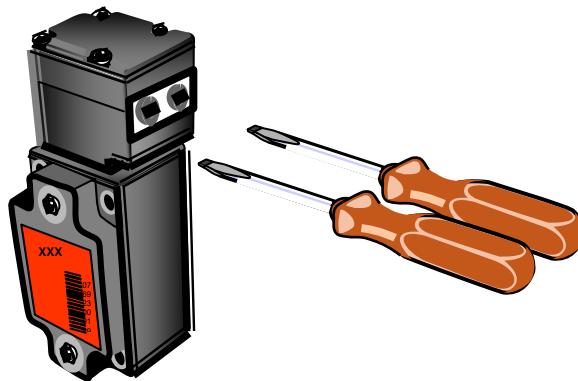


Bild 1: Versuch der Betätigung mit zwei gleichen Gegenständen

Während der Prüfung darf kein Freigabesignal (z. B. Schließen der Öffnerkontakte) erzeugt werden können.

Hinweis: *Detailkenntnisse der Konstruktion dürfen bei der Prüfung nicht vorausgesetzt werden.*

- b) Besichtigen der mitgelieferten Befestigungselemente.

5.7 Prüffolge I nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.1

5.7.1 Erwärmung

Prüfung: nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.3.3

5.7.2 Isolationseigenschaften

Positionsschalter müssen so ausgelegt sein, dass sie auch unter Einwirkung von Feuchtigkeit ausreichend spannungsfest sind.

Prüfung: nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.3.4 mit folgender Änderung:
Abweichend von DIN EN 60947-5-1 wird der Positionsschalter in Anlehnung an DIN IEC 60068-2-78 48 Stunden in einer Prüfkammer bei einer Temperatur von $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchtigkeit von $(93 + 2/-3) \%$ gelagert. Im Anschluss an die Lagerung erfolgt eine Isolationsprüfung nach DIN EN 60947-1 Abschnitt 8.3.3.4.1, Unterabschnitt 3). Die Prüfung muss innerhalb von 3 min nach Verlassen der Prüfkammer erfolgen.
Danach erfolgt der Nachweis der Stoßspannungsfestigkeit nach DIN EN 60947-1 Abschnitt 8.3.3.4.1, Unterabschnitt 2).

Für Positionsschalter der Schutzklasse II müssen die Prüfspannungen für doppelte oder verstärkte Isolierung entsprechend Abschnitt F.7.3, DIN EN 60947-5-1 ausgewählt werden.

5.7.3 Mechanische Eigenschaften der Anschlüsse

5.7.3.1 Prüfung: nach DIN EN 60947-1 Abschnitt 8.2.4 mit folgenden Änderungen:
Die Prüfungen nach DIN EN 60947-1 Abschnitte 8.2.4.3 (Biegeprüfung) sowie 8.2.4.4 (Herausziehprüfung) sind nur an Positionsschaltern mit außen liegenden Anschlussklemmen durchzuführen.
Befinden sich die Anschlussklemmen in einem geschlossenen Gehäuse, welches für den Anschluss von Mantelleitungen vorgesehen ist, können diese Prüfungen entfallen. In diesem Fall muss der Positionsschalter mit einer wirksamen Zugentlastung für die Anschlussleitung ausgerüstet sein.

5.7.3.2 Für Positionsschalter mit integrierten Anschlussleitungen gelten zusätzlich die Anforderungen von DIN EN 60947-5-1 Anhang G.

Prüfung: nach DIN EN 60947-5-1 Anhang G.8

5.7.3.3 Der Raum für die Zuleitungen und den Schutzleiter muss so bemessen sein, dass ein leichtes Einführen und Anschließen der Leiter möglich ist und deren richtige Lage vor dem Verschließen kontrolliert werden kann.

Prüfung: Besichtigen

5.8 Prüffolge II nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.1

5.8.1 Ein- und Ausschaltvermögen der Schaltelemente unter üblichen Bedingungen

Prüfung: nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.3.5.2

5.8.2 Isolationsnachweis

Prüfung: nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.3.5.5.b
Für Positionsschalter der Schutzklasse II müssen die Prüfspannungen für doppelte oder verstärkte Isolierung entsprechend Abschnitt F.7.3, DIN EN 60947-5-1 ausgewählt werden.

5.9 Prüffolge III nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.1

5.9.1 Ein- und Ausschaltvermögen der Schaltelemente unter unüblichen Bedingungen

Prüfung: nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.3.5.3

5.9.2 Isolationsnachweis

Prüfung: nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.3.5.5.b
Für Positionsschalter der Schutzklasse II müssen die Prüfspannungen für doppelte oder verstärkte Isolierung entsprechend Abschnitt F.7.3, DIN EN 60947-5-1 ausgewählt werden.

5.10 Prüffolge IV nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.1

5.10.1 Verhalten bei bedingtem Kurzschlussstrom

Prüfung: nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.4
Zwangsöffnende Kontakte werden nach Abschnitt K.8.3.4 geprüft.

5.10.2 Isolationsnachweis und Funktionsfähigkeit nach der Prüfung

Prüfung: nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.3.5.5.b bei zwangsöffnenden Kontakten in Verbindung mit K.8.3.4.4.1
Für Positionsschalter der Schutzklasse II müssen die Prüfspannungen für doppelte oder verstärkte Isolierung entsprechend Abschnitt F.7.3, DIN EN 60947-5-1 ausgewählt werden.

5.11 Prüffolge V nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.1

5.11.1 Schutzart von Positionsschaltern im Gehäuse

Die Einhaltung der vom Hersteller angegebenen Schutzart ist durch Prüfung nachzuweisen.

Prüfung: Prüfung der Schutzart nach DIN EN 60947-1 Anhang C
Für Positionsschalter der Schutzklasse II, die durch Vergussverkapselung isoliert sind, gelten zusätzlich die Anforderungen und Prüfungen nach DIN EN 60947-5-1 Anhang F. Die Prüfungen nach Anhang F sind an einem gesonderten Baumuster durchzuführen.

5.11.2 Nachweis der Betätigungskraft oder des -momentes

Prüfung: nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.2.5

5.12 Prüffolge VI nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.1

5.12.1 Messungen der Luft- und Kriechstrecken

Es gilt DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 7.1.3.

Die Luft- und Kriechstrecken zwischen benachbarten Schaltgliedern müssen auch während des Schaltvorganges eingehalten werden.

Prüfung: Messen der Luft- und Kriechstrecken, Vergleich mit den Mindestwerten

5.13 Prüffolge VII nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.1

5.13.1 Mechanische Funktion bei den Grenztemperaturen

Prüfung: nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt K.8.3.5

5.13.2 Nachweis der Zwangsöffnung

5.13.2.1 Positionsschalter müssen so beschaffen sein, dass die zwangsöffnenden Öffnerkontakte mechanisch zuverlässig geöffnet werden und so lange zuverlässig geöffnet bleiben, wie sich der Betätiger in der seiner Offenstellung entsprechenden Stellung befindet.

Über den gesamten Weg zwischen der Stelle, an der die Betätigungskraft auf den Betätiger wirkt und den beweglichen, zwangsöffnenden Öffnerkontakten, muss die Zwangsbetätigung über einen Formschluss (ohne elastische Mittel wie z. B. Federn) erfolgen.

Prüfung: nach 5.13.2.5

5.13.2.2 Der Bereich, in dem sich die zwangsöffnenden elektrischen Kontakte befinden, muss so aufgebaut sein, dass auch bei mechanischem Versagen eines Elementes, z. B. Bruch einer Feder, Lösen der Kontaktbrücke, die Öffnerkontakte sicher öffnen und im geöffneten Zustand bleiben. Sie dürfen nicht durch losgelöste oder verlagerte Einzelteile überbrückt werden können. Der Mindestwert der Schaltstrecke (Nachweis durch Stoßspannungsprüfung) muss auch im Störfall eingehalten werden.

Prüfung: nach 5.13.2.5

5.13.2.3 Positionsschalter müssen so konstruiert sein, dass ihre ordnungsgemäße Funktion durch Betätigen in den ungünstigsten Betätigungswinkeln nicht beeinträchtigt wird.

Prüfung: nach 5.13.2.5

5.13.2.4 Die Federkraft von sicherheitsrelevanten Federn, die in Betätigern von Positionsschaltern der Bauart 2 eingesetzt sind (z. B. bei "Radenbetätiger"), muss von Druckfedern erzeugt werden. Außerdem müssen sie dauersicher nach DIN EN 13906-1 ausgeführt sein.

Prüfung: nach 5.12.2.5

5.13.2.5 Prüfungen zu 5.13.2.1 bis 5.13.2.4

Besichtigung und Begutachtung des gesamten Betätigungssystems anhand von Baumustern und technischen Unterlagen; ggf. Fehlersimulation mit anschließender Stoßspannungsprüfung nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt K.8.3.6; Vergleich mit den Anforderungen.

5.14 Prüffolge VIII nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.3.1 - Nachweis der Festigkeit des Betätigungssystems

Prüfung: nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt K.8.3.7 mit folgender Ergänzung:

Die Prüfung kann auch durch Blockieren der Schaltglieder im geschlossenen Zustand und Aufbringen von $F_2 \geq 10 \text{ N}$ auf den Stößel bzw. das Betätigungssystem durchgeführt werden.

5.15 Mechanische Festigkeit

Positionsschalter müssen eine ausreichende mechanische Festigkeit gegenüber den bestimmungsgemäß zu erwartenden Beanspruchungen, z. B. Erschütterungen, Schläge oder Stöße haben.

Prüfung: Einzelprüfung nach 5.15.1 bis 5.15.2

Allgemeine Bewertungskriterien nach jeder Einzelprüfung:

1. Elektrisch aktive Teile dürfen nicht berührbar geworden sein.
2. Es dürfen keine Beschädigungen auftreten, die Einfluss auf die Funktion, die Sicherheit oder die bestimmungsgemäße Befestigung haben.
3. Teile dürfen sich nicht gelöst oder gelockert haben, wenn dadurch die Sicherheit des Positionsschalters beeinträchtigt ist.
4. Der Prüfling muss noch die in der Benutzerinformation angegebene Schutzart gegen Eindringen von Staub, festen Fremdkörpern und Wasser erfüllen.
5. Die bestimmungsgemäße Funktion muss weiterhin vollständig erfüllt sein.

5.15.1 Schockprüfung

Der Positionsschalter wird nacheinander in den zulässigen Gebrauchslagen mechanischen Stößen ausgesetzt, wobei

- a) nach Tabelle 1, Teilprüfung I, sich die Stöße nicht ständig wiederholen und
- b) nach Tabelle 1, Teilprüfung II, sich die Stöße ständig wiederholen.

Während der Durchführung der Prüfungen werden die Geräte in Offenstellung der Kontakte an Spannung betrieben. Während der Prüfungen darf keine Kontaktgabe erfolgen.

Die Überwachungseinrichtung muss in der Lage sein, jedes Öffnen oder Schließen von Kontakten für mehr als 0,2 ms zu erkennen.

Nach der Prüfung müssen die Bewertungskriterien nach 5.15 eingehalten werden.

Teilprüfung	
I. Schocken:	
Prüfnorm	DIN EN 60068-2-27
Schockform	Halbsinus
Schockamplitude	30 g
Schockdauer	11 ms
Anzahl der Schocks	3 je Achse (je 3 Schocks in sechs Richtungen)
II. Dauerschocken:	
Prüfnorm	DIN EN 60068-2-29
Schockform	Halbsinus
Schockamplitude	10 g
Schockdauer	16 ms
Schockfolge	(1-3)/s
Anzahl der Schocks	1000 ± 10 (in beiden Richtungen je Achse)

Tabelle 1: Mindestanforderungen für Schockbeanspruchung

5.15.2 Schlagprüfung

Die Schwachstellen des Gehäuses und der zugänglichen Teile des Betätigungssystems sind einer einmaligen Schlagbeanspruchung von 1 Nm mit einem Schlagprüfgerät nach DIN EN 60068-2-75 zu unterziehen, nachdem der Positionsschalter drei Stunden einer Temperatur von $-25\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ ausgesetzt war. Die Prüfung muss spätestens drei Minuten nach Entnahme aus dem Kälteschrank beendet sein.

Nach der Prüfung müssen die Bewertungskriterien nach 5.15 eingehalten werden.

5.16 Mechanische Lebensdauer

Die zu prüfende Schaltspielanzahl richtet sich nach der Herstellerangabe. Sie muss mindestens 10^6 Schaltspiele betragen.

Prüfung: Die Prüfung der mechanischen Lebensdauer wird an kompletten Positionsschaltern mit der vom Hersteller angegebenen Anfahr­geschwindigkeit nachgewiesen. Das Prüfverfahren basiert auf DIN EN 60947-5-1 Anhang C.1.2 und C.1.3.
Bei Positionsschaltern der Bauart 2 muss der Betätiger im ungünstigsten Betätigungswinkel eingeführt werden. Das Betätigen muss aus der ungünstigsten Anfahr­richtung erfolgen.

Nach der Beanspruchung muss die ordnungsgemäße Funktion des Positionsschalters gewährleistet sein.

5.17 Ermittlung des B_{10d} -Wertes

Unter der Voraussetzung, dass alle Anforderungen dieses Prüfgrundsatzes erfüllt sind und alle aufgeführten Typprüfungen bestanden wurden, kann der B_{10d} -Wert nach DIN EN ISO 13849-1 Tabelle C.1 angegeben werden.

Alternativ kann der B_{10d} -Wert auch wie folgt ermittelt werden:

1. Prüfung der mechanischen Lebensdauer in Anlehnung an DIN EN 60947-5-1 Abschnitt C.2 mit ≥ 10 Prüflingen. Bestimmung des B_{10} -Wertes durch "Weibull-Näherung".
2. Bei Annahme von 50 % Gefahr bringenden Ausfällen ergibt sich der B_{10d} -Wert durch Verdopplung des B_{10} -Wertes: $B_{10d} = 2 \times B_{10}$.
3. Alternativ zu 2. kann der B_{10d} -Wert auch durch Analyse der ausgefallenen Prüflinge und Ermittlung des prozentualen Anteils der Ausfälle in gefährlicher Richtung (Nichtöffnen der zwangsöffnenden Öffnerkontakte bei Betätigung) ermittelt werden.

5.18 Glühdrahtprüfung

Es gilt DIN EN 60947-1 Abschnitt 7.1.2.2.

Isolierstoffteile, die Strom führende Teile in ihrer Lage fixieren, müssen bei einer Glühdrahttemperatur von 850 °C, alle anderen Isolierstoffteile bei 650 °C, geprüft werden.

Prüfung: nach DIN EN 60947-1 Abschnitt 8.2.1.1.1 in Übereinstimmung mit DIN EN 60695-2-10 bis DIN EN 60695-2-13

5.19 Äußere Materialien und Beschaffenheit

Von Hand zugängliche Geräteteile dürfen, soweit Ihre Funktion es zulässt, keine scharfen Ecken, Kanten und rauen Oberflächen aufweisen, die zu Verletzungen führen können. Ecken, Kanten müssen entgratet und Oberflächen fühlbar glatt sein.

Prüfung: Handhaben und Besichtigen

5.20 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Es gilt die DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 7.3.

Prüfung: nach DIN EN 60947-5-1 Abschnitt 8.4

GS-ET-15 Anhang A (Stand: Mai 2001)

Zusätzliche Anforderungen für Positionsschalter der Bauart 2 für den Einsatz in Anwendungen mit erhöhten Anforderungen an die Sicherheitsfunktion

A.1 Betriebsanleitung

Es gilt 5.3 mit folgenden Ergänzungen:

- Hinweise zum Schutz vor der Ansammlung von Staub o. ä. im Schalterkopf,
- Hinweis, dass bei erhöhter Verschmutzungsgefahr wie z. B. Staubbelastung die Montage mit dem Schalterkopf nach unten erfolgen muss,
- Hinweise zur Montage und zur Leitungsführung,
- Hinweise zur Einbindung des Schalters in eine Steuerung mit erhöhten Sicherheitsfunktionen,
- ggf. Hinweise zur Querschlusserkennung,
- Hinweis, dass dieser Schalter nicht zwei Schalter ersetzt, wenn eine C-Norm zwingend eine zweikanalige Ansteuerung durch zwei getrennte Positionsschalter fordert,
- Hinweis, dass bei Anwendungen mit erhöhten Anforderungen an die Sicherheitsfunktion der Schalter max. mit dem halben Bemessungsstrom belastet werden darf.

A.2 Betätigungssystem/Zwangsöffnungssystem

Es gilt 5.13.2 mit folgenden Ergänzungen:

A.2.1 Schalterkopf

Schalter für Anwendungen mit erhöhten Anforderungen an die Sicherheitsfunktion, deren Kopf nicht fester Bestandteil des Gehäuses ist (z. B. ein einteiliges Gehäuse) müssen so aufgebaut sein, dass der Kopf nicht mit einfachem Werkzeug lösbar ist und Befestigungselemente gegen Selbstlockern gesichert sind.

Prüfung: Besichtigung; sicherheitstechnische Begutachtung der Überwachungseinrichtung

A.2.2 Festigkeit des Schalters

Schalter für Anwendungen mit erhöhten Anforderungen an die Sicherheitsfunktion müssen so aufgebaut sein, dass bei geschlossenem Öffnerschaltglied keine Schäden an einem blockierten Betätigungssystem, bei einer Öffnungskraft von mindestens 1000 N, auftreten.

Der Betätiger muss in der verriegelten Position verbleiben.

Prüfung: Diese Prüfung ist im Anschluss an die Prüfung der mechanischen Lebensdauer durchzuführen. Der Schalter wird auf einer Unterlage bestimmungsgemäß befestigt und der Betätiger wird in das Betätigungssystem eingeführt, so dass das Öffnerschaltglied geschlossen ist. Anschließend wird bei blockiertem Betätigungssystem der Betätiger mit einer stetig zunehmenden Kraft in Richtung Öffnen mindestens bis $F_{\max} = 20 \times$ Mindestöffnungskraft oder $F_{\max} = 1000 \text{ N}$, je nachdem welcher Wert höher ist, beaufschlagt (Haltezeit bei F_{\max} : 3 s). Die Blockierung wird an der Schnittstelle zum elektrischen Einbauraum vorgenommen.

Nach dem Aufheben der Blockierung darf der Schalter keine die Sicherheit beeinträchtigenden Beschädigungen aufweisen und die ordnungsgemäße Funktion muss gewährleistet sein.

A.2.3 Festigkeit des Betätigers

Der Betätiger eines Positionsschalters für Anwendungen mit erhöhten Anforderungen an die Sicherheitsfunktion muss aus Metall sein und hinsichtlich seiner Festigkeit so beschaffen sein, dass von beiden Seiten senkrecht zur Betätigungsrichtung angreifende Schlagkräfte nicht zum Bruch des Betätigers führen bzw. keine Materialrisse sichtbar werden.

Prüfung: Der Betätiger ist bestimmungsgemäß auf einer massiven (nicht federnden) Unterlage vor einem Prüfhammer nach Bild 1 so zu befestigen, dass er auf das freie Ende des Betätigers schlagen kann. Anschließend wird der Prüfhammer auf eine Höhe von $h = 405 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ und $V = 0$ gebracht und losgelassen.

Nach dem Schlag darf der Betätiger nicht gebrochen sein bzw. es dürfen keine Materialrisse sichtbar sein. Hat es sich durch den Schlag verformt, wird es so gerichtet, dass die ursprüngliche Form wieder hergestellt ist. Beim Richten darf der Betätiger nicht brechen bzw. es dürfen keine sichtbaren Materialrisse auftreten.

Die Prüfung wird dreimal an beiden Seiten des Betätigers durchgeführt.

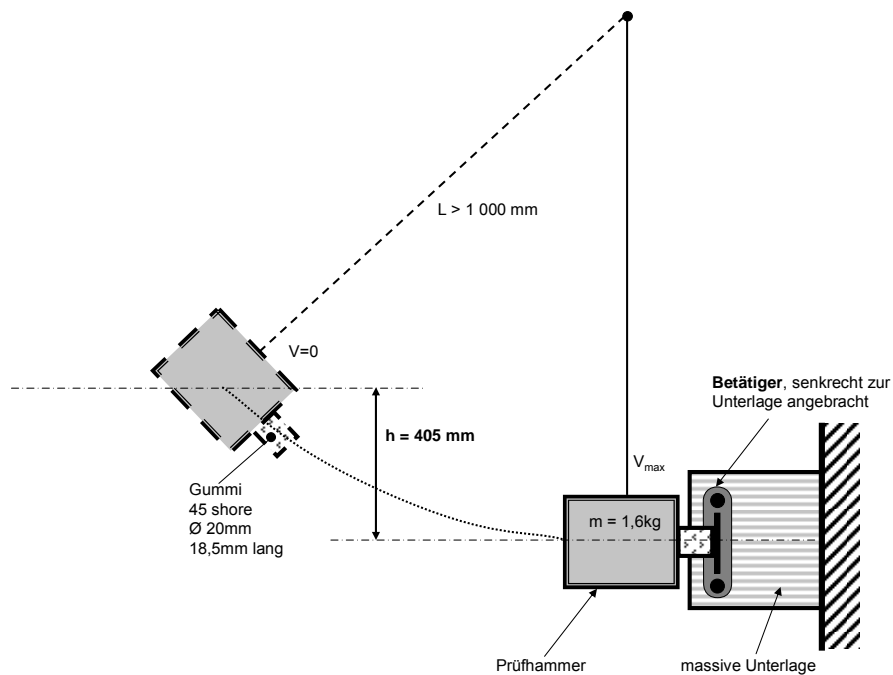


Bild 1

A.3 Schaltglieder

Es gilt 5.5.1 mit folgenden Ergänzungen:

Schalter für Anwendungen mit erhöhten Anforderungen an die Sicherheitsfunktion müssen mindestens zwei zwangsöffnende Kontakte in jeweils getrennten Kammern enthalten.

Prüfung: Besichtigung

A.4 Schutzart durch Gehäuse

Der elektrische Einbauraum eines Schalters für Anwendungen mit erhöhten Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen muss mindestens der Schutzart IP 65/IP 67 entsprechen.

Prüfung: Die Prüfung erfolgt nach 5.11.1.

A.5 Mechanische Festigkeit

Es gilt 5.15 mit folgenden Ergänzungen:

Die Schlagprüfung in Abschnitt 5.14.2 ist mit einer Schlagenergie von 2 Nm durchzuführen.

Prüfung: Besichtigung; Begutachtung der Befestigungsart; Schlagprüfung

A.6 Anschlüsse und Anschlussraum

Es gilt 5.7.3 mit folgenden Ergänzungen:

Schalter für Anwendungen mit erhöhten Anforderungen an die Sicherheitsfunktion müssen so aufgebaut sein, dass

- a) Querschlüsse verhindert werden, z. B. durch
 - Anbringung von Isolationsstegen zwischen den Klemmenpaaren,
 - Einführen von zwei getrennten Mantelleitungen,
 - getrennter Leitungsverlegung,

oder

- b) Querschlüsse erkannt werden durch Querschlussüberwachung oder Querschluss-erkennung mit zusätzlichen steuerungstechnischen Maßnahmen.

Prüfung: Besichtigung; Begutachtung der Maßnahmen, Durchsicht der Benutzer-information

A.7 Mechanische Lebensdauer

Die mechanische Lebensdauer muss mindestens $1,5 \times 10^6$ Schaltspiele betragen.

Prüfung: Die Prüfung erfolgt nach 5.16.