

Zusatzanforderungen für die Prüfung und Zertifizierung von Sicherheitsschaltgeräten

Stand/Ausgabe: 2020-04

Prüfgrundsatz
Sicherheitsschaltgeräte
GS-ET-20

Fachbereich „ETEM“
Prüf- und Zertifizierungsstelle
Elektrotechnik im DGUV Test
Gustav-Heinemann-Ufer 130
50968 Köln

GS-ET-20

Der Prüfgrundsatz dient als Nachweis, dass in Verbindung mit der DIN EN 60947-5-1 die Anforderungen des Produktsicherheitsgesetzes (ProdSG), und so die 1. und 9. Verordnung zum ProdSG, 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 Elektrotechnik ist stets die neueste Ausgabe verbindlich.

Der Prüfgrundsatz GS-ET-20, Ausgabe 2020-02 ist ab dem 16.12.2020 anzuwenden und ersetzt die Ausgabe 2016-10.

Der Prüfgrundsatz ergänzt die Anforderungen und Prüfungen der DIN EN 60947-5-1 für Sicherheitsschaltgeräte durch Zusatzanforderungen.

Änderungen gegenüber der Ausgabe 2016-10:

- allgemein
 - Ersatz der Begriffe ‚Produktinformation‘ und ‚Benutzerinformation‘ durch den Begriff ‚Betriebsanleitung‘
 - Verzicht auf die Referenzierung der DIN EN 62061
 - Ersatz des Begriffes ‚Elektrisches Relais‘ durch den Begriff ‚Sicherheitsschaltgerät‘
 - diverse redaktionelle Anpassungen (Nummerierung, Normdatierung etc.)
- 1.2 Ergänzung der technischen Regelwerke DIN EN 60947-5-1, DIN 61000-6-7 und Normenreihe DIN EN 61810/VDE 0435
- 2.1.3 Verwendung von Begrifflichkeiten und Definitionen gemäß DIN EN 61810-1 Abschnitt 3.6
- 4.2
 - Ergänzung zu den Begriffen ‚Einstellanleitung‘ und ‚Montageanleitung‘
 - Angabe von I_e (wenn abweichend von den Anforderungen der Gebrauchskategorie) und Angabe B_{10D} für Relais gemäß DIN EN 61810-2-1
 - Streichung des Punktes u)
- 4.3.2 Zeichen-/Schriftgröße bei Kennzeichnungen angepasst
- 4.4.2 Methode der Kontaktüberwachung konkretisiert

Änderungen gegenüber der Ausgabe 2016-10 (Fortsetzung):

- 4.4.3 Methode der Kontaktüberwachung konkretisiert
- 4.6
- Ersetzung des Bindungswortes ‚und‘ durch ‚mit‘ in der Anmerkung
 - Ergänzung der Angabe der relevanten Prüfgrundlage DIN EN 60664-3
- 4.14.1 Hinzufügung der Prüfung und Verifizierung der Parameter der funktionalen Sicherheit PL, $MTTF_D$ (bzw. B_{10D} für verschleißbehafte Bauelemente), DC und CCF gemäß DIN EN ISO 13849-1
- 4.15 neu: Abschnitt ‚Elektrische und mechanische Lebensdauer und B_{10D} -Wertbestimmung‘
- 4.16 Ergänzung der optionalen Prüfgrundlage DIN EN 61000-6-7
- Anhang A
- Kenntlichmachung der beispielhaften Quellenangabe in der Fußnote 2)
 - Hinzufügen der Variable n_{op} zur zugehörigen Legende
- Anhang B
- Ergänzung/Änderung der Aufzählung ‚Bereitgestellte Prüfberichte über Prüfungen spezieller Vereinbarungen gemäß etc. für...‘ in ‚Bereitgestellte Prüfberichte über Prüfungen (z. B. spezieller Vereinbarungen gemäß), technische Datenblätter etc. für...‘
 - Streichung der Passage ‚elektrische/mechanische Lebensdauer und B_{10D}^* -Wertbestimmung für Relais‘ unter ‚Bereitgestellte Prüfberichte externer akkreditierter Prüfstellen für...‘ und Einfügung unter ‚Bereitgestellte Prüfberichte über Prüfungen (z. B. spezieller Vereinbarungen gemäß), technische Datenblätter etc. für...‘ inkl. neu hinzugefügter Fußnote*

<u>Inhaltsverzeichnis</u>		<u>Seite</u>
1	Allgemeines	6
1.1	Geltungsbereich	6
1.2	Technische Regelwerke	6
2	Begriffe	7
2.1	Allgemeines	7
2.1.1	Sicherheitsfunktion	7
2.1.2	Sicherheitsschaltgerät	7
2.1.3	Relais mit mechanisch verbundenen/zwangsgeführten Kontakten	7
3	Einzureichende Dokumente und Baumuster	7
3.1	Technische Unterlagen	7
3.2	Produktangaben	8
3.3	Baumuster	8
4	Typprüfungen	8
4.1	Allgemeine Prüfanforderungen	8
4.2	Betriebsanleitung	8
4.3	Kennzeichnung	10
4.3.1	Mindestangaben auf dem Sicherheitsschaltgerät	10
4.3.2	Größe der Bildzeichen, Buchstaben und Ziffern	10
4.3.3	Dauerhaftigkeit	11
4.3.4	Position	11
4.3.5	Vollständigkeit der Angaben	11
4.4	Mechanische Prüfungen	11
4.4.1	Schlagprüfung	12
4.4.2	Schwingprüfung	12
4.4.3	Schockprüfung	12

<u>Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)</u>		<u>Seite</u>
4.5	Thermische Belastbarkeit der Isolierstoffteile	13
4.6	Luft- und Kriechstrecken	13
4.7	Nachweis der Einhaltung der Grenzübertemperaturen	14
4.8	Schutz gegen elektrischen Schlag	15
4.9	Spannungsfestigkeit	15
4.10	Innere Verdrahtung	15
4.11	Eignung der verwendeten Bauelemente	16
4.12	Montage von Bauelementen	16
4.13	Verzögerungszeit sicherheitsgerichteter Kontakte	16
4.13.1	Sicherheitsgerichtete Kontakte ohne Rückfallverzögerung	16
4.13.2	Sicherheitsgerichtete Kontakte mit Rückfallverzögerung	16
4.14	Verhalten im Fehlerfall	17
4.14.1	Sicherheitsschaltgeräte	17
4.14.2	Sicherheitsschaltgeräte zur Kontakterweiterung bereits vorhandener Geräte gemäß Abschnitt 4.14.1	17
4.15	Elektrische und mechanische Lebensdauer und B _{10D} -Wertbestimmung	18
4.16	EMV-Anforderungen	18
4.17	Äußere Materialien und Beschaffenheit	18
Anhang A	Festlegung des Wertes für die mittlere jährliche Anforderungsrate n_{op} bei Fehlen relevanter Herstellerangaben	19
Anhang B	Angaben zur Vertragserstellung Sicherheitsschaltgeräte	20

1 Allgemeines

1.1 Geltungsbereich

Diese Prüfgrundsätze gelten für Sicherheitsschaltgeräte in sicherheitsgerichteten Anwendungen. Diese Sicherheitsschaltgeräte können elektromechanische und/oder elektronische Bauteile und/oder programmierbare elektronische Bauteile zur Realisierung der Sicherheitsfunktion enthalten.

1.2 Technische Regelwerke

DIN EN ISO 13849-1	Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsgrundsätze
DIN EN ISO 13849-2	Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 2: Validierung
DIN EN 60947-5-1	Niederspannungsschaltgeräte – Teil 5-1: Steuergeräte und Schaltelemente – Elektromechanische Steuergeräte
DIN EN 61326-3-1	Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – EMV-Anforderungen – Teil 3-1: Störfestigkeitsanforderungen für sicherheitsbezogene Systeme und für Geräte, die für sicherheitsbezogene Funktionen vorgesehen sind (funktionale Sicherheit) – Allgemeine industrielle Anwendungen
DIN EN 61000-6-7 [optional]	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 6-7: Fachgrundnormen – Störfestigkeitsanforderungen an Geräte und Einrichtungen, die zur Durchführung von Funktionen in sicherheitsbezogenen Systemen (funktionale Sicherheit) an industriellen Standorten vorgesehen sind
Normenreihe DIN EN 61810/VDE 0435 Teile 1, 2, 2-1, 3 und 7 (sofern zutreffend)	Elektromechanische Elementarrelais

2 Begriffe

2.1 Allgemeines

2.1.1 Sicherheitsfunktion

Durch ein Eingangssignal ausgelöste Funktion eines Schaltgerätes, die dem Erreichen eines sicheren Zustandes dient.

2.1.2 Sicherheitsschaltgerät

Gerät, um plötzliche, vorherbestimmte Veränderungen in einem oder mehreren elektrischen Ausgangskreisen herzustellen, wenn bestimmte Bedingungen im elektrischen Eingangskreis auftreten, die das Gerät steuern.

2.1.3 Relais mit mechanisch verbundenen/zwangsgeführten Kontakten [kurz ‚Relais‘]

Elementarrelais mit mindestens einem Öffner und mindestens einem Schließer sowie mit mechanischen Vorrichtungen, die verhindern, dass jegliche Öffner und Schließer sich gleichzeitig in geschlossener Stellung befinden können.

3 Einzureichende Dokumente und Baumuster

3.1 Technische Unterlagen

Die Informationen für die Inbetriebnahme und den Anschluss der Sicherheitsschaltgeräte müssen in Form von Zeichnungen, Schaltplänen, Tabellen, Beschreibungen und Betriebsanleitungen geliefert werden.

Für die technische Prüfung müssen die nachfolgenden Technischen Unterlagen **in deutscher Sprache** eingereicht werden:

- Betriebsanleitung
- Montageanleitung (wenn separat und nicht Bestandteil der Betriebsanleitung)
- Einstellanleitung (wenn separat und nicht Bestandteil der Betriebsanleitung)
- Verkaufsprospekt (sofern vorhanden)
- Schaltpläne
- Stücklisten
- Leiterplatten-Layouts
- Bestückungspläne
- Software-Dokumentation gemäß anzuwendender Norm
- Einzelfehleranalyse (z. B. FMEA)
- Fehlerkombinationsanalyse (z. B. FTA)

Die Prüfstelle kann bei Bedarf weitere Unterlagen anfordern.

3.2 **Produktangaben**

Das als Anhang beigefügte Formular B ist vollständig ausgefüllt dem Antragsformular beizufügen.

3.3 **Baumuster**

Die Anzahl der einzureichenden Prüfmuster wird von der Prüfstelle festgelegt. In der Regel sind mindestens zwei Baumuster zur Verfügung zu stellen.

4 **Typprüfungen**

4.1 **Allgemeine Prüfanforderungen**

Sicherheitsschaltgeräte müssen allen nachfolgenden Anforderungen genügen. Die Reihenfolge der Prüfungen muss so gewählt werden, dass vorangegangene Prüfungen nicht das Ergebnis der nachfolgenden Prüfung beeinflussen. Im Zweifelsfall ist ein gesonderter Prüfling einzusetzen.

Das Erfüllen weitergehender Herstellerangaben muss getrennt nachgewiesen werden.

Die Prüfungen werden an Sicherheitsschaltgeräten entsprechend den vom Hersteller genannten Bemessungsdaten durchgeführt.

Wenn in den einzelnen Prüfanweisungen nichts anderes angegeben ist, so ist die ordnungsgemäße Funktion der Sicherheitsschaltgeräte vor der ersten und nach jeder Einzelprüfung festzustellen.

4.2 **Betriebsanleitung**

Die Betriebsanleitung muss in einer Amtssprache der Gemeinschaft abgefasst sein, die in dem Land akzeptiert wird, in dem das Gerät installiert werden soll.

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

Den Geräten ist eine Betriebsanleitung beizulegen, die einen ordnungsgemäßen Anschluss und die Inbetriebnahme ermöglicht. Zusätzlich zu den Anforderungen der Normen muss diese Betriebsanleitung mindestens enthalten:

- a) Firmenname und vollständige Anschrift des Herstellers
- b) Bezeichnung des Produktes
- c) EU-Konformitätserklärung gemäß Maschinenrichtlinie Anhang II 1.A
- d) Angaben bei Anwendung der DIN EN ISO 13849-1
 - Kategorie
 - PL
 - Anforderungsrate bei definierter Last (einschließlich Lastangabe) bei verschleißbehafteten Bauteilen
- e) Angabe von Spannungsart und Frequenz (falls von 50 Hz abweichend)
- f) Angabe zur Leistungs-/Stromaufnahme des Gerätes
- g) Angabe der Absicherung der sicherheitsrelevanten Ausgangskontaktstrompfade
- h) Betriebsumgebungstemperaturbereich (mindestens -5 bis +40 °C)
- i) eventuell getrennte Angabe der IP-Schutzart nach Klemmenbereich und Gehäuse sowie Hinweis auf eventuell zusätzlich benötigten Einbauraum
- j) der Hersteller muss die Leiterart (starr, mehrdrähtig oder feindrähtig), den kleinsten und den größten Leiterquerschnitt, für den die Anschlüsse geeignet sind, und ggf. die Anzahl der gleichzeitig anschließbaren Leiter angeben
- k) bei verzögerten Ausgangskontaktstrompfaden sind Angaben zur Ansprech- bzw. Rückfallverzögerung vorzunehmen
- l) es ist bei verzögerten sicherheitsgerichteten Kontakten der Hinweis aufzunehmen, dass sich die Ansprechzeit verlängern bzw. die Rückfallzeit verkürzen könnte
- m) vereinfachte Darstellung der Innenschaltung, um die Funktion der Anschlussklemmen zu verdeutlichen (Funktionsbeschreibung)
- n) Aufzeigen von Anschlussbeispielen für die bestimmungsgemäßen Verwendungen
- o) Verhalten bei Störungen
- p) bei Halbleiterausgangsschaltelementen ist Anhang H.5 der DIN EN 60947-5-1 zu berücksichtigen

- q) Hinweis auf die Differenzierung zwischen Stromkreisen für sicherheitsgerichtete Anwendungen und Stromkreisen für Meldezwecke
- r) Hinweis an den Anwender des Sicherheitsschaltgerätes darauf, dass das Gesamtkonzept der Steuerung, in welche das Sicherheitsschaltgerät eingebunden wird, zu validieren ist
- s) Angabe, unter welchen Rahmenbedingungen der angegebene PL ermittelt wurde
- t) grafische/tabellarische Darstellung ‚ B_{10D}^* vs. Laststrom^{***}‘ für mindestens Gebrauchskategorie AC15 und DC13 gemäß DIN EN 60947-5-1 (sofern anwendbar)

**gemäß DIN EN 61810-2-1*

***Angabe von I_e (wenn abweichend von den Anforderungen der Gebrauchskategorie) und Angabe von B_{10D} für Relais gemäß DIN EN 61810-2-1*

Verkaufsprospekte dürfen in Bezug auf die Sicherheits- und Gesundheitsschutzaspekte nicht der Betriebsanleitung widersprechen.

Prüfung: • Durchsehen der eingereichten technischen Unterlagen
• Prüfen auf Vollständigkeit, Korrektheit und Widerspruchsfreiheit

4.3 Kennzeichnung

4.3.1 Mindestangaben auf dem Sicherheitsschaltgerät

- Firmenname und vollständige Anschrift des Herstellers
- Bezeichnung des Sicherheitsschaltgerätes
- Typbezeichnung
- gegebenenfalls Seriennummer
- Baujahr, d. h. das Jahr, in dem der Herstellungsprozess abgeschlossen wurde
- CE-Kennzeichnung

Prüfung: Besichtigen, Prüfen auf Vollständigkeit, Korrektheit und Widerspruchsfreiheit der Angaben

4.3.2 Größe der Bildzeichen, Buchstaben und Ziffern

Die Größe der Bildzeichen, Buchstaben und Ziffern muss beispielsweise 2 mm bei gutem Kontrast betragen, so dass diese gut lesbar sind.

Prüfung: Besichtigen und Messen der Schrifthöhe

4.3.3 Dauerhaftigkeit

Die Aufschriften sind dauerhaft auszuführen.

Prüfung: Leichtes Reiben jeweils 15 s mit einem wasser- und einem mit Testflüssigkeit* getränkten Tuch. Danach müssen die Aufschriften eindeutig lesbar sein, Aufkleber dürfen sich nicht vom Gerät gelöst 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.*

4.3.4 Position

Die Kennzeichnung der Anschlussklemmen muss auch bei angeschlossenem Schaltgerät gut lesbar sein.

Prüfung: Besichtigen

4.3.5 Vollständigkeit der Angaben

Zusätzlich zu den Anforderungen der Norm müssen folgende Angaben enthalten sein:

- a) Bemessungsbetriebsspannung und Art sowie Bemessungsfrequenz, falls von 50 Hz abweichend
- b) Absicherung der Betriebsspannung, falls notwendig
- c) Bemessungsbetriebsströme bei den Bemessungsbetriebsspannungen der Ausgangskontakte
- d) eine symbolische Zuordnung der Anschlussklemmen entsprechend ihrer Funktion.

Prüfung: Prüfen auf Vollständigkeit, Korrektheit und Widerspruchsfreiheit

4.4 Mechanische Prüfungen

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

4.4.1 Schlagprüfung

Das Gerät ist 2 h bei der vom Hersteller angegebenen unteren Betriebsumgebungstemperatur zu lagern, danach (innerhalb von 120 s) ist die Prüfung Ehc: „Vertikaler Hammer“ gemäß DIN EN 60068-2-75 folgendermaßen durchzuführen:

Drei Schläge werden mit 0,7 J auf die Stelle ausgeführt, die als die schwächste Stelle anzusehen ist, wobei besondere Aufmerksamkeit den Isolierstoffteilen, die aktive Teile abdecken, zu widmen ist (Anschlussklemmen).

Nach der Prüfung darf der Prüfling nicht beschädigt sein, im Besonderen:

1. der angegebene Schutzgrad (IP-Code) muss weiterhin gegeben sein
2. darf die Wirksamkeit von Isolierstoffauskleidungen und Trennwänden nicht beeinträchtigt worden sein.

Prüfung: Besichtigen, ggf. Schutzartprüfung durchführen

4.4.2 Schwingprüfung

Die Schwingprüfung erfolgt gemäß DIN EN 60068-2-6 mit folgenden Prüfparametern:

Frequenzbereich/Amplitude	$5 \text{ Hz} \leq f < 8,4 \text{ Hz} / 3,5 \text{ mm}$
Frequenzbereich/Beschleunigung	$8,4 \text{ Hz} \leq f \leq 150 \text{ Hz} / 10 \text{ m/s}^2$
Beanspruchungsdauer	10 Frequenzdurchläufe in jeder von drei senkrecht zueinander stehenden Achsen
Durchstimmgeschwindigkeit	1 Oktave/min

Prüfung: Der Prüfling befindet sich in der aktivierten Sicherheitsfunktion, d. h. der oder die Ausgänge sind geöffnet. Während der Prüfung darf sich der Schaltzustand des Ausgangs bzw. der Ausgänge nicht ändern. Dies wird durch ein Messsystem überwacht, das in der Lage sein muss, Schaltzustandsänderungen für mehr als 0,2 ms zu erkennen. Es genügt eine optische Überwachung per Oszilloskop.

Nach der Prüfung muss der angegebene Schutzgrad (IP-Code) weiterhin gegeben sein, Luft- und Kriechstrecken müssen weiterhin eingehalten werden. Bauelemente dürfen ihre Lage nicht verändert haben. Das Gerät muss nach der Prüfung bestimmungsgemäß arbeiten.

4.4.3 Schockprüfung

Die Schockprüfung erfolgt gemäß DIN EN 60068-2-27 mit folgenden Prüfparametern:

Schockform	Halbsinus
Schockamplitude	150 m/s^2
Schockdauer	11 ms
Anzahl der Schocks	3 ^{*)}

*) *Es müssen in beiden Richtungen der 3 senkrecht zueinanderstehenden Achsen des Prüflings je 3 aufeinander folgende Schocks aufgebracht werden, also insgesamt 18 Schocks.*

Prüfung: Der Prüfling befindet sich in der aktivierten Sicherheitsfunktion, d. h. der oder die Ausgänge sind geöffnet. Während der Prüfung darf sich der Schaltzustand des Ausgangs bzw. der Ausgänge nicht ändern. Dies wird durch ein Messsystem überwacht, das in der Lage sein muss, Schaltzustandsänderungen für mehr als 0,2 ms zu erkennen.
Es genügt eine optische Überwachung per Oszilloskop.

Nach der Prüfung muss der angegebene Schutzgrad (IP-Code) weiterhin gegeben sein, Luft- und Kriechstrecken müssen weiterhin eingehalten werden. Bauelemente dürfen ihre Lage nicht verändert haben. Das Gerät muss nach der Prüfung bestimmungsgemäß arbeiten.

4.5 **Thermische Belastbarkeit der Isolierstoffteile**

Isolierstoffteile (Gehäuse, Träger spannungsführender Teile) müssen ausreichend wärme- und feuerbeständig sein.

Prüfung: Isolierstoffteile, die Strom führende Teile in ihrer Lage fixieren, müssen bei einer Glühdrahttemperatur von 750 °C, alle anderen Isolierstoffteile bei 650 °C, gemäß DIN EN 60695-2-10 bis DIN EN 60695-2-13 geprüft werden.

4.6 **Luft- und Kriechstrecken**

Für die Dimensionierung der Luft- und Kriechstrecken sind mindestens:

- Überspannungskategorie III
- Verschmutzungsgrad 2

zu Grunde zu legen.

Zwischen den Netzstromkreisen, den Steuerstromkreisen und den Kontaktstromkreisen (sicherheitsrelevante Kontaktstromkreise bzw. Meldestromkreise) sowie zwischen den Kontaktstromkreisen untereinander sind unter Berücksichtigung der DIN EN 60947-1 Tabelle H.1 mindestens die Werte gemäß DIN EN 60947-1 Tabellen 13 und 15 einzuhalten.

Schnittstellen, welche bestimmungsgemäß zum Anschluss von externen Datenverarbeitungseinheiten (externe Displays, Bussysteme, Modems und dgl.) oder Kommunikationseinrichtungen vorgesehen sind, müssen zu Anschlüssen und Stromkreisen, welche berührungsgefährliche Spannung führen können, eine sichere Trennung aufweisen (siehe DIN EN 60947-1 Anhang N).

Prüfung: Messen

Ausnahme für gedruckte Schaltungen mit Basisisolierung:

Werden die in den o. g. Bestimmungen angegebenen Luft- und Kriechstrecken unterschritten, wird folgende Prüfung zu Grunde gelegt:

Für die Basisisolierung bis 300 V werden Abstände bis herunter zu 1,5 mm akzeptiert, wenn durch Verwendung geeigneter isolierender Überzüge mit entsprechenden Isoliereigenschaften gewährleistet ist, dass die nachfolgende Prüfung auf Spannungsfestigkeit erfüllt und damit der gleiche Sicherheitspegel hergestellt wird.

Prüfung: Messen der Luft- und Kriechstrecken und erforderlichenfalls Durchführung der nachstehenden Prüfung

Die betreffenden Leiterzüge, zwischen denen die Luft- und Kriechstrecken nicht eingehalten werden sowie die Leiterbahnen, die infolge zu geringer Abstände durch isolierende Überzüge geschützt sind, werden einer Stoßspannungsprüfung mit jeweils drei Impulsen jeder Polarität mit einer Stoßspannung 1,2/50 μ s und einer Pause von wenigstens 1 s zwischen den Impulsen entsprechend der Prüfspannung gemäß DIN EN 60947-1 Tabelle H.1 und Tabelle 12 unterzogen. Dabei dürfen keine Über- und Durchschläge auftreten.

Die Prüfung ist zweckmäßigerweise an einer unbestückten Leiterplatte durchzuführen.

Anmerkung: *Das Leiterplattenmaterial Epoxyd-Glasfaser ist ein Isolierstoff der Gruppe IIIa mit einem CTI-Wert $175 \leq CTI < 400$.*

Werden die Leiterbahnabstände kleiner als 1,5 mm ausgeführt, muss für die Akzeptanz der verringerten Leiterbahnabstände zusätzlich nachgewiesen werden, dass die verwendete Beschichtung dem Typ 2 gemäß DIN EN 60664-3/VDE 0110, Teil 3 entspricht.

4.7 **Nachweis der Einhaltung der Grenzübertemperaturen**

Bei der Auswertung der Temperaturerhöhungen ist die obere Umgebungstemperatur des Sicherheitsschaltgerätes

- a) entsprechend Herstellerangabe in der Betriebsanleitung oder
- b) falls keine Angabe vorliegt, mindestens 40 °C

zu Grunde zu legen.

Wird die Erwärmungsprüfung bei Raumtemperatur durchgeführt, muss die ermittelte Temperaturerhöhung um den Betrag der Temperaturdifferenz zwischen oberer Umgebungstemperatur (Herstellerangabe) und Raumtemperatur erhöht werden.

4.8 **Schutz gegen elektrischen Schlag**

Es sind Schutzmaßnahmen gegen direktes Berühren und bei indirektem Berühren vorzusehen.

Für das Gerät ist die Mindestschutzart IP 2X vorzusehen.

Diese Forderung gilt nicht für Geräte in offener Bauweise, die Bedien- oder Einstellelemente besitzen. In die Betriebsanleitung ist dann der Hinweis aufzunehmen, dass das Gerät unter besonderer Berücksichtigung der gemäß DIN EN 50274 geforderten Abstände einzubauen ist.

Steckverbinder, welche berührungsgefährliche Spannung führen können und ohne Werkzeug zu lösen sind, müssen auch im gelösten Zustand mindestens IP 2X aufweisen.

Prüfung: Besichtigen der Sicherheitsschaltgeräte

4.9 **Spannungsfestigkeit**

Zusätzlich zu den Anforderungen der DIN EN 60947-5-1:2018-03 Abschnitt 8.3.3.4 ist vor dem Nachweis der betriebsfrequenten Spannungsfestigkeit das Sicherheitsschaltgerät 96 h bei einer Temperatur von (40 ± 2) °C und einer Luftfeuchte von $(93 +2/-3)$ % zu lagern. Es ist eine Nachbehandlungszeit bei Raumtemperatur von 1 h einzuhalten.

Prüfung: Gemäß DIN EN 60947-1:2015-09 Abschnitt 8.3.3.4
Für Sicherheitsschaltgeräte der Schutzklasse II müssen die Prüfspannungen entsprechend DIN EN 60947-5-1 Abschnitt F.7.3 ausgewählt werden.

4.10 **Innere Verdrahtung**

Isolierte Leitungen müssen mindestens für die Bemessungsisolationsspannung und die zu erwartende Strombeanspruchung bemessen sein.

Prüfung: Besichtigen, Messen und Vergleich mit DIN VDE 0891-1

Isolierte Leiter dürfen nicht an blanken aktiven Teilen anderen Potentials oder scharfen Kanten anliegen; sie müssen in geeigneter Weise befestigt sein.

Prüfung: Besichtigen

Innere Verbindungen müssen so ausgeführt sein, dass diese den zu erwartenden mechanischen und elektrischen Beanspruchungen standhalten.

Prüfung: Besichtigen der Kontaktierungsstellen

Als Leiterplattenmaterial ist grundsätzlich glasfaserverstärktes Epoxidharz zu verwenden. Entsprechender Korrosionsschutz muss vorhanden sein.

Prüfung: Besichtigen der Leiterplatten

4.11 **Eignung der verwendeten Bauelemente**

Alle verwendeten Bauelemente müssen entsprechend den Bemessungsdaten verwendet werden und für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet sein.

Prüfung: Kontrolle der zugehörigen Datenblätter, ggf. Berechnung(en)

4.12 **Montage von Bauelementen**

Abnehmbare Steckverbindungen zum Anschluss von externen Leitungen sind so zu codieren, dass die Gefahr des Vertauschens minimiert wird.

Prüfung: Besichtigen und Messen

4.13 **Verzögerungszeit sicherheitsgerichteter Kontakte**

4.13.1 Sicherheitsgerichtete Kontakte ohne Rückfallverzögerung

Die Abfallzeit sicherheitsgerichteter Kontakte darf maximal 200 ms betragen.

Prüfung: Messen der Abfallzeit der Kontakte an den Grenzen der Toleranzangaben für die Betriebsspannung

4.13.2 Sicherheitsgerichtete Kontakte mit Rückfallverzögerung

Bei sicherheitsgerichteten Kontakten der Kategorien 3 und 4 bzw. Performance Level d und e gemäß DIN EN ISO 13849-1 wird eine Verzögerung bis 30 s akzeptiert.

Soll diese vorgegebene maximale Zeitverzögerung überschritten werden, sind folgende Voraussetzungen einzuhalten:

- a) Es muss eine Gleichzeitigkeitsüberwachung beider Zeitkanäle erfolgen.
- b) Die Gleichzeitigkeitsüberwachung hat innerhalb eines Zeitfensters von $\pm 5\%$ der eingestellten Verzögerungszeit zu erfolgen und muss bei Nichteinhalten dieses Zeitfensters ein Wiedereinschalten der Baugruppe verhindern.

Prüfung: Messen der Rückfallverzögerungszeit und Einsicht nehmen in die Schaltungsunterlagen

4.14 Verhalten im Fehlerfall

4.14.1 Sicherheitsschaltgeräte

Es ist zu prüfen, ob die vom Hersteller angegebenen sicherheitsrelevanten Kennwerte entsprechend DIN EN ISO 13849-1 vom Sicherheitsschaltgerät erfüllt werden. Dabei müssen alle vom Hersteller angegebenen Nutzungsvarianten des Sicherheitsschaltgerätes berücksichtigt werden.

Liegen keine Angaben zur mittleren jährlichen Anforderungsrate vor, werden die Angaben gemäß Anhang A herangezogen.

Anmerkung: *Nutzungsvarianten im Sinne dieser Aufforderung sind die vom Hersteller angegebenen Beschaltungs- und/oder Konfigurationsvarianten (z. B. Querschlusserkennung, ein- bzw. mehrkanalige Ansteuerung, Kontaktrückführung, Drehzahlüberwachung, Einstellung von Verzögerungszeiten).*

- Prüfung:
- Verifizieren der Parameter der funktionalen Sicherheit PL, $MTTF_D$ (bzw. B_{10D} für verschleißbehaftete Bauelemente), DC und CCF gemäß DIN EN ISO 13849-1
 - Validieren gemäß DIN EN ISO 13849-2

4.14.2 Sicherheitsschaltgeräte zur Kontakterweiterung bereits vorhandener Geräte gemäß Abschnitt 4.14.1

Diese Geräte müssen so beschaffen sein, dass bei Auftreten eines einzelnen Fehlers die Unterbrechung der sicherheitsrelevanten Stromkreise nicht verhindert wird. Die Geräte müssen über einen Rückführkreis verfügen, welcher sich in die Einschaltbedingungen (z. B. Klemmen X1, X2) eines übergeordneten Sicherheitsschaltgerätes gemäß Abschnitt 4.14.1 einfügen lässt.

Prüfung: Validieren gemäß DIN EN ISO 13849-2

4.15 **Mechanische und elektrische Lebensdauer und B_{10D}-Wertbestimmung von Relais**

Die Anforderungen an die mechanische und elektrische Lebensdauer gemäß DIN EN 61810-3 bzw. die B_{10D}-Wertbestimmung gemäß DIN EN 61810-2-1 sind mit einer Typprüfung zu ermitteln.

Alternativ kann ein relevanter B_{10D}-Wert gemäß DIN EN ISO 13849-1 Anhang C.1 angewendet werden.

Prüfung:

- Durchsehen der eingereichten Unterlagen
- Prüfen auf Vollständigkeit, Korrektheit und Widerspruchsfreiheit

4.16 **EMV-Anforderungen**

Sicherheitsschaltgeräte müssen, neben den Anforderungen an die Störfestigkeit gemäß DIN EN 60947-5-1, zusätzlich die Anforderungen der DIN EN 61326-3-1 oder DIN EN 61000-6-7 erfüllen.

Prüfung: Gemäß DIN EN 61326-3-1 oder DIN EN 61000-6-7

4.17 **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

Anhang A

Festlegung des Wertes für die mittlere jährliche Anforderungsrate n_{op} bei Fehlen relevanter Herstellerangaben

Wenn der Antragsteller keine Angaben bezüglich der mittleren jährlichen Anforderungsrate n_{op} gemäß DIN EN ISO 13849-1:2016-06 Abschnitt C.4.2 Formel C.2 macht, werden in Abhängigkeit der in der Betriebsanleitung benannten Anwendung(en) der Sicherheitsschaltgeräte nachfolgend aufgeführte Werte für n_{op} herangezogen:

Anwendung als	d_{op} in [Tagen/a]	h_{op} in [h/Tag]	t_{zyklus} in [s/Zyklus] ¹⁾	n_{op} in [Zyklen/a]
Not-Aus-Einrichtung	365 ²⁾	24 ²⁾	$2,6 \cdot 10^6$ ²⁾	12
Schutztürüberwachung	220	12	30	$317 \cdot 10^3$
Berührungslos wirkende Schutzeinrichtung	220	12	30	$317 \cdot 10^3$
Zweihand-Einrichtung	220	12	5	$2 \cdot 10^6$

1) Die Werte für t_{zyklus} stellen ‚worst case‘ Werte dar.

2) Hier wird angenommen, dass die Funktion einer ständig verfügbaren Not-Aus-Einrichtung regelmäßig getestet wird (z. B. § 3 Absatz 6 BetrSichV).

Legende:

- d_{op} mittlere Betriebszeit in Tagen pro Jahr
- h_{op} mittlere Betriebszeit in Stunden pro Tag
- n_{op} mittlere jährliche Anforderungsrate in Zyklen pro Jahr
- t_{zyklus} mittlere Zeit zwischen dem Beginn zweier aufeinander folgender Zyklen in Sekunden

Anhang B

Angaben zur Vertragserstellung Sicherheitsschaltgeräte

Firma:	Angaben zur Vertragserstellung - Sicherheitsschaltgeräte -	Name: Tel.:
--------	---	--------------------

Angaben zur Produktidentifikation

Produktbezeichnung

Typ

Gibt es Produktvarianten?

Ja / Nein

Ist eine Variantenmatrix beigefügt?

Ja / Nein

Anzuwendende Prüfgrundlage(n) und Parameter gemäß Prüfgrundlage(n)

Prüfung gemäß DIN EN ISO 13849-1

Ja / Nein

Kategorie

PL

MTTF_D in [a]

DC/DC_{AVG} in [%]

CCF in [Punkten]

Nutzungsdauer in [Jahren]

mittlere Betriebsdauer d_{op} in [Tagen/Jahr]

mittlere Betriebsdauer h_{op} in [Stunden/Tag]

Zykluszeit t_{Zyklus} in [s⁻¹]

Einzureichende Unterlagen und Dokumente

liegen bei

wird nachgereicht

Betriebsanleitung

bis

Verkaufsprospekt

bis

Schaltplan/-pläne

bis

Leiterplatten-Layout(s)

bis

Firma:	Angaben zur Vertragserstellung - Sicherheitsschaltgeräte -	Name: Tel.:
--------	---	--------------------

Einzureichende Unterlagen und Dokumente	<i>liegen bei</i>	<i>wird nachgereicht</i>
Stückliste(n)	<input type="checkbox"/>	bis
Bauteil-Ausfallraten (wenn vorhanden)	<input type="checkbox"/>	bis
Einzelfehleranalyse(n), z. B. FMEA	<input type="checkbox"/>	bis
Fehlerkombinationsanalyse(n), z. B. FTA	<input type="checkbox"/>	bis
Dokumentation von Software gemäß Prüfgrundlage	<input type="checkbox"/>	bis
	<input type="checkbox"/> nicht zutreffend	
Bereitgestellte Prüfberichte externer akkreditierter Prüfstellen für...	<i>liegen bei</i>	<i>wird nachgereicht</i>
Elektromagnetische Verträglichkeit	<input type="checkbox"/>	bis
Ein-/Ausschaltvermögen der sicherheitsgerichteten Abschaltorgane	<input type="checkbox"/>	bis
Bedingter Kurzschlussstrom der sicherheitsgerichteten Abschaltorgane	<input type="checkbox"/>	bis
Bereitgestellte Prüfberichte über Prüfungen (z. B. spezieller Vereinbarungen gemäß ...), technische Datenblätter etc. für...	<i>liegen bei</i>	<i>wird nachgereicht</i>
Elektrische/mechanische Lebensdauer und B _{10D} *-Wertbestimmung für Relais	<input type="checkbox"/>	bis
	<input type="checkbox"/>	bis
	<input type="checkbox"/>	bis

Hinweis: Für eine rasche Auftragsbearbeitung ist es notwendig, dass die Angaben vollständig sind!

_____ Datum _____ Name _____ Unterschrift

* siehe Abschnitt 4.15 dieses Prüfgrundsatzes