



**IFA**

Institut für Arbeitsschutz der  
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung  
Prüf- und Zertifizierungsstelle im DGUV Test

# Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung von Antriebssteuerungen mit integrierten Sicherheits- Teilfunktionen

Stand 01.2021

Prüfgrundsatz

GS-IFA-M19

Institut für Arbeitsschutz der DGUV  
Prüf- und Zertifizierungsstelle im DGUV Test  
Alte Heerstr. 111  
53757 Sankt Augustin

**GS-IFA-M19**



**IFA**

Institut für Arbeitsschutz der  
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung  
Prüf- und Zertifizierungsstelle im DGUV Test

## Inhaltsverzeichnis

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 1       | Allgemeines.....   | 7  |
| 1.1     | Anwendungsbereich.....   | 7  |
| 1.2     | Technische Regelwerke.....   | 7  |
| 2       | Begriffe.....  | 9  |
| 2.1     | Antriebsgrundmodul BDM (en: basic drive module).....                       | 9  |
| 2.2     | Vollständiges Antriebsmodul CDM (en: complete drive module).....           | 9  |
| 2.3     | Leistungsantriebssystem PDS (en: power drive system).....                  | 9  |
| 2.4     | PDS(SR) (en: Power Drive System (Safety Related)).....                     | 9  |
| 2.5     | Betriebsart.....   | 9  |
| 2.6     | Sicherheitsbezogenes System.....   | 10 |
| 2.7     | Gefahrbringender Ausfall.....  | 10 |
| 2.8     | Mittlere Häufigkeit eines gefahrbringenden Ausfalls PFH <sub>D</sub> ..... | 10 |
| 2.9     | Sicher bei Ausfall fail-safe.....  | 10 |
| 2.10    | Fail-safe-Zustand FS.....  | 10 |
| 2.11    | Fehlerreaktion.....  | 10 |
| 2.12    | Funktionale Sicherheit.....  | 11 |
| 2.13    | Sicherheitsfunktion.....   | 11 |
| 2.14    | Sicherheits-Teilfunktion eines PDS(SR).....                                | 11 |
| 2.15    | Sicherheitsintegrität.....   | 11 |
| 3       | Durchführung von Prüfung und Zertifizierung.....                           | 12 |
| 4       | Funktionale Sicherheit.....  | 13 |
| 4.1     | Sicherheitsintegrität und Fehlererkennung.....                             | 13 |
| 4.1.1   | Sicherheitsintegrität der Hardware.....                                    | 13 |
| 4.1.1.1 | Strukturelle Einschränkungen.....  | 13 |
| 4.1.1.2 | Anforderungen an den PFH <sub>D</sub> -Wert.....                           | 13 |
| 4.1.1.3 | Diagnoseprüfintervall.....   | 14 |
| 4.1.2   | Systematische Sicherheitsintegrität.....                                   | 14 |
| 4.1.2.1 | Fehlervermeidung.....  | 15 |
| 4.1.2.2 | Beherrschung systematischer Ausfälle.....                                  | 15 |
| 4.2     | Software.....  | 16 |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| 4.2.1     | Sicherheitsrelevante Software .....                                   | 16 |
| 4.2.2     | Software von Standardkomponenten.....                                 | 16 |
| 4.2.3     | Software für Diagnosemaßnahmen .....                                  | 16 |
| 4.3       | Prüfungen zur funktionalen Sicherheit .....                           | 17 |
| 4.3.1     | Funktionsprüfungen .....  | 17 |
| 4.3.2     | Funktionsprüfungen mit Fehlereinbau.....                              | 18 |
| 4.3.3     | Umweltprüfungen.....  | 18 |
| 4.4       | Modifikation.....   | 18 |
| 5         | Typprüfungen .....  | 19 |
| 5.1       | Allgemeines .....   | 19 |
| 5.2       | Sichtprüfung.....   | 19 |
| 5.3       | Ergonomie des PDS(SR) .....   | 20 |
| 5.4       | Mechanische Prüfungen .....   | 20 |
| 5.4.1     | Luft- und Kriechstrecken.....   | 20 |
| 5.4.2     | Kurzschlussprüfung von Leiterplatten.....                             | 20 |
| 5.4.3     | Prüfung der Nichtberührbarkeit.....                                   | 20 |
| 5.4.4     | Prüfung der Vollständigkeit des Gehäuses (IP-Schutzart).....          | 21 |
| 5.4.5     | Verformungsprüfung .....  | 21 |
| 5.4.5.1   | Allgemeines.....  | 21 |
| 5.4.5.2   | Durchbiegungsprüfung .....  | 22 |
| 5.4.5.3   | Schlagprüfung .....   | 22 |
| 5.5       | Elektrische Prüfungen.....  | 23 |
| 5.5.1     | Stoßspannungsprüfung.....   | 23 |
| 5.5.2     | Isolationsprüfung mit Wechsel- oder Gleichspannung.....               | 23 |
| 5.5.3     | Teilentladungsprüfung .....   | 24 |
| 5.5.4     | Schutzimpedanz .....  | 24 |
| 5.5.5     | Messung des Berührungstroms .....                                     | 25 |
| 5.5.6     | Kurzschlussprüfung und Prüfung des Durchschlags von Bauelementen..... | 25 |
| 5.5.6.1   | Kurzschlussprüfung .....  | 26 |
| 5.5.6.1.1 | Allgemeines.....  | 26 |
| 5.5.6.1.2 | Zwischen den Außenleiterklemmen der Leistungsausgänge .....           | 26 |
| 5.5.6.1.3 | Zwischen den Leistungsausgangsklemmen und Schutz Erde.....            | 26 |
| 5.5.6.2   | Prüfung des Durchschlags von Bauelementen.....                        | 27 |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 5.5.7    | Kondensatorentladung.....  | 28 |
| 5.5.8    | Erwärmungsprüfung .....  | 28 |
| 5.5.9    | Schutzleitersystem.....  | 28 |
| 5.6      | Prüfungen des unsachgemäßen Betriebs.....                                    | 29 |
| 5.6.1    | Ausfall einer Phase.....   | 30 |
| 5.6.2    | Ausfall der Kühlung.....   | 30 |
| 5.6.2.1  | Betriebsunfähiger Lüftermotor .....  | 30 |
| 5.6.2.2  | Verschmutzter Filter .....   | 30 |
| 5.6.2.3  | Verlust von Kühlmittel.....  | 30 |
| 5.7      | Prüfung des elektronischen Motorüberlastungsschutzes.....                    | 31 |
| 5.7.1    | Elektronischer Motorüberlastungsschutzes des CDM/BDM.....                    | 31 |
| 5.7.2    | Erhaltung des thermischen Gedächtnisses bei Abschaltung des Motors.....      | 32 |
| 5.7.3    | Erhaltung des thermischen Gedächtnisses bei Ausfall der Stromversorgung..... | 33 |
| 5.7.4    | Drehzahlempfindlichkeit des elektronischen Motorüberlastungsschutzes .....   | 33 |
| 5.8      | Werkstoffprüfungen.....  | 34 |
| 5.8.1    | Allgemeines .....  | 34 |
| 5.8.2    | Isolierstoffe .....  | 35 |
| 5.8.2.1  | Allgemeines.....   | 35 |
| 5.8.2.2  | Glühdrahtprüfung.....  | 35 |
| 5.8.3    | Gehäusewerkstoffe.....   | 35 |
| 5.8.3.1  | Allgemeines.....   | 35 |
| 5.8.3.2  | Entflammbarkeitsprüfung.....   | 36 |
| 5.9      | Hydrostatischer Druck.....   | 36 |
| 5.10     | Umweltprüfungen.....   | 37 |
| 5.10.1   | Allgemeines.....   | 37 |
| 5.10.2   | Übersicht der erforderlichen Umweltprüfungen .....                           | 37 |
| 5.10.3   | Annahmekriterien zu den klimatischen und mechanischen Prüfungen.....         | 38 |
| 5.10.4   | Klimatische Prüfungen.....   | 39 |
| 5.10.4.1 | Kälte .....  | 39 |
| 5.10.4.2 | Thermische Funktionsprüfung (Trockene Wärme) .....                           | 39 |
| 5.10.4.3 | Feuchte Wärme, konstant.....   | 40 |
| 5.10.5   | Prüfung der mechanischen Festigkeit .....                                    | 40 |
| 5.10.5.1 | Allgemeines.....   | 40 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 5.10.5.2 | Schwingprüfung.....   | 41 |
| 5.10.5.3 | Schockprüfung.....  | 41 |
| 5.10.6   | Prüfung der elektromagnetischen Störfestigkeit.....                         | 41 |
| 5.10.6.1 | Allgemeines.....  | 41 |
| 5.10.6.2 | Anforderungen an die Prüfung der elektromagnetischen Störfestigkeit.....    | 42 |
| 5.10.6.3 | Leistungskriterien zur Prüfung der elektromagnetischen Störfestigkeit.....  | 42 |
| 6        | Informationen.....  | 43 |
| 6.1.     | Allgemeines.....  | 43 |
| 6.2.     | Aufschriften und Kennzeichnung.....   | 43 |
| 6.3.     | Anwenderdokumentation.....  | 44 |
| 6.3.1.   | Informationen zur Auswahl, Inbetriebnahme, Betrieb und Instandhaltung.....  | 44 |
| 6.3.2.   | Informationen und Anweisungen für eine sichere Anwendung eines PDS(SR)..... | 45 |
| Anhang B | – Änderungshistorie.....  | 48 |

## 1 Allgemeines

### 1.1 Anwendungsbereich

Der Prüfgrundsatz findet Anwendung auf die Teil- und Gesamtprüfung und Zertifizierung von elektrischen Leistungsantriebssystemen mit einstellbarer Drehzahl, die für den Einsatz in sicherheitsbezogenen Anwendungen geeignet sind (PDS(SR)), wie sie in der Norm DIN EN 61800-5-2 behandelt werden.

Er ist dann anzuwenden, wenn funktionale Sicherheit eines PDS(SR) beansprucht wird und das PDS(SR) in einer Betriebsart mit hoher oder kontinuierlicher Anforderungsrate betrieben wird.

Der Begriff PDS(SR) beschreibt ein System, das aus einem vollständigen Antriebsmodul CDM (z.B. Frequenzumrichter, Servoregler), Sensoren und Motor besteht. Die Prüfung und Zertifizierung gemäß diesem Prüfgrundsatz beschränkt sich auf das CDM.

Die sicherheitsbezogenen Teile der Antriebssteuerung eines PDS(SR) sind Sicherheitsbauteile und werden den Logikeinheiten für Sicherheitsfunktionen nach Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, Anhang IV zugeordnet.

### 1.2 Technische Regelwerke

Grundlagen dieses Prüfgrundsatzes bilden:

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

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| GS-IFA-M17<br>(Stand 01.2021)   | Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung der Sicherheit elektrischer Steuerungen von Maschinen  |
| DIN EN 61800-5-1<br>(2017-11)   | Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl – Teil 5-1: Anforderungen an die Sicherheit – Elektrische, Thermische und Energetische Anforderungen |
| DIN EN 61800-5-2<br>(2017-11)   | Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl – Teil 5-2: Anforderungen an die Sicherheit – Funktionale Sicherheit                                 |
| DIN EN IEC 61800-3<br>(2019-06) | Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe - Teil 3: EMV-Anforderungen einschließlich spezieller Prüfverfahren  |
| DIN EN ISO 13849-1<br>(2016-06) | Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze   |

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| DIN EN ISO 13849-2<br>(2013-02) | Sicherheit von Maschinen –<br>Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen –<br>Teil 2: Validierung  |
| DIN EN 61508-2<br>(2011-02)     | Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/<br>elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme -<br>Teile 2: Anforderungen an sicherheitsbezogene elektrische/elek-<br>tronische/programmierbare elektronische Systeme |
| DIN EN 61508-3<br>(2011-02)     | Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/<br>elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme -<br>Teile 3: Anforderungen an Software   |
| DIN EN 61508-7<br>(2011-02)     | Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/<br>elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme -<br>Teile 7: Überblick über Verfahren und Maßnahmen  |
| DIN EN 60204-1                  | Sicherheit von Maschinen –<br>Elektrische Ausrüstung von Maschinen –<br>Teil 1: Allgemeine Anforderungen  |
| DIN EN 60529                    | Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)   |
| DIN EN 60695-2-10               | Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr –<br>Teil 2-10: Prüfungen mit dem Glühdraht – Glühdrahtprüfeinrichtun-<br>gen und allgemeines Prüfverfahren   |
| DIN EN 60695-2-13               | Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr –<br>Teil 2-13: Prüfungen mit dem Glühdraht – Prüfung mit dem Glüh-<br>draht zur Entzündbarkeit (GWIT) von Werkstoffen  |
| DIN EN 60068-2-1                | Umgebungseinflüsse – Teil 2-1: Prüfverfahren –<br>Prüfung A: Kälte  |
| DIN EN 60068-2-2                | Umgebungseinflüsse – Teil 2-2: Prüfverfahren –<br>Prüfung B: Trockene Wärme   |
| DIN EN 60068-2-6                | Umgebungseinflüsse – Teil 2-6: Prüfverfahren –<br>Prüfung Fc: Schwingen (sinusförmig)   |
| DIN EN 60068-2-27               | Umgebungseinflüsse – Teil 2-27: Prüfverfahren –<br>Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken   |
| DIN EN 60068-2-78               | Umgebungseinflüsse – Teil 2-78: Prüfverfahren –<br>Prüfung Cab: Feuchte Wärme, konstant   |

## **2 Begriffe**

### **2.1 Antriebsgrundmodul BDM (en: basic drive module)**

Antriebsmodul, das aus einer Stromrichterbaugruppe und einer Steuer- und Regeleinrichtung für Drehzahl, Drehmoment, Strom oder Spannung usw. besteht.

### **2.2 Vollständiges Antriebsmodul CDM (en: complete drive module)**

Antriebssystem ohne den Motor und die mechanisch mit der Motorwelle verbundenen Messfühler, das aus dem BDM und aus Erweiterungen wie z. B. der Speisebaugruppe und Hilfsausrüstungen besteht, aber nicht darauf beschränkt ist.

### **2.3 Leistungsantriebssystem PDS (en: power drive system)**

System zur Drehzahlsteuerung eines elektrischen Motors einschließlich CDM, Sensoren und Motor, jedoch ohne angetriebene Ausrüstung.

### **2.4 PDS(SR) (en: Power Drive System (Safety Related))**

Elektrisches Leistungsantriebssystem mit einstellbarer Drehzahl, das für den Einsatz in sicherheitsbezogenen Anwendungen geeignet ist.

Es beschreibt ein System, das aus einem vollständigen Antriebsmodul CDM (z.B. Frequenzumrichter), Sensoren und Motor besteht.

### **2.5 Betriebsart**

Verwendung, für die ein sicherheitsbezogenes System hinsichtlich seiner Anforderungsrate bestimmungsgemäß vorgesehen ist.

In IEC 61508 werden zwei Betriebsarten betrachtet:

- Betriebsart mit niedriger Anforderungsrate: wobei die Anforderungsrate an ein sicherheitsbezogenes System nicht mehr als einmal pro Jahr beträgt;
- Betriebsart mit hoher Anforderungsrate oder kontinuierlicher Anforderung: wobei die Anforderungsrate an ein sicherheitsbezogenes System mehr als einmal pro Jahr beträgt.

Die Betriebsart mit niedriger Anforderungsrate wird für PDS(SR)-Anwendungen im Allgemeinen nicht in Betracht gezogen. Aus diesem Grund werden PDS(SR) gemäß der DIN EN 61800-5-2 nur in der Betriebsart mit hoher Anforderungsrate oder mit kontinuierlicher Anforderung behandelt.

## 2.6 Sicherheitsbezogenes System

System, das sowohl:

- die erforderlichen Sicherheitsfunktionen ausführt, die notwendig sind, um einen sicheren Zustand für die EUC (equipment under control) zu erreichen oder aufrechtzuerhalten, als auch
- dazu vorgesehen ist, selbst oder mit anderen sicherheitsbezogenen E/E/PE-Systemen, sicherheitsbezogenen Systemen anderer Technologie oder externen Einrichtungen zur Risikominderung die notwendige Sicherheitsintegrität für die geforderten Sicherheitsfunktionen zu erreichen.

## 2.7 Gefahrbringender Ausfall

Ausfall mit dem Potential, das sicherheitsbezogene System in einen gefährlichen oder funktionsunfähigen Zustand zu versetzen.

## 2.8 Mittlere Häufigkeit eines gefährbringenden Ausfalls PFH<sub>D</sub>

Mittlere Häufigkeit eines gefährbringenden Ausfalls eines PDS(SR), die festgelegte Sicherheits-Teilfunktion über einen gegebenen Zeitraum auszuführen.

Anmerkung: Die DIN EN 61800-5-2 verwendet die Abkürzung PFH. Gemeint ist das Gleiche.

## 2.9 Sicher bei Ausfall fail-safe

Konstruktionseigenschaft einer Einheit, die verhindern soll, dass deren Ausfälle zu gefährbringenden Fehlzuständen führen.

## 2.10 Fail-safe-Zustand FS

Definierter sicherer Zustand, der sich in der Regel durch einen Ausfall ergibt.

## 2.11 Fehlerreaktion

Funktion, die ausgelöst wird, wenn ein Fehler oder Ausfall im PDS(SR) erkannt wird, der einen Verlust der Sicherheitsfunktion zur Folge haben kann. Sie ist dazu bestimmt den sicheren Zustand der Maschine/Anlage aufrechtzuerhalten oder das Entstehen gefährbringender Zustände in der Maschine/Anlage zu verhindern.

## 2.12 Funktionale Sicherheit

Teil der Gesamtsicherheit, bezogen auf die zu steuernde Einrichtung (en: equipment under control, EUC) und die EUC-Steuerung, der von der korrekten Funktion der sicherheitsbezogenen E/E/PE- (elektrischen/elektronischen/programmierbaren elektronischen) Systeme, der sicherheitsbezogenen Systeme anderer Technologien und externer Einrichtungen zur Risikominderung abhängt.

## 2.13 Sicherheitsfunktion

Funktion, die von einem sicherheitsbezogenen System oder anderen risikomindernden Maßnahmen ausgeführt wird und dazu vorgesehen ist, unter Berücksichtigung eines festgelegten gefährlichen Vorfalls einen sicheren Zustand für das Betriebsmittel oder die Maschine, das bzw. die vom PDS(SR) angetrieben wird, zu erreichen oder aufrechtzuerhalten.

## 2.14 Sicherheits-Teilfunktion eines PDS(SR)

Funktion(en) mit einer bestimmten sicherheitsbezogenen Leistungsfähigkeit, die insgesamt oder teilweise von einem PDS(SR) ausgeführt wird (werden) und mit der (denen) der sichere Zustand der Anlage aufrechterhalten oder das Entstehen gefahrbringender Zustände in der Anlage verhindert wird

Anmerkung 1: Es gibt nur wenige Fälle, in denen die Sicherheitsfunktion der vollständigen Anwendung ausschließlich innerhalb des PDS(SR) ausgeführt wird. In diesen Fällen wird die Sicherheitsfunktion in diesem Prüfgrundsatz trotzdem als Sicherheits-Teilfunktion bezeichnet (z. B. immer aktive SLS ohne äußere Auslösung).

## 2.15 Sicherheitsintegrität

Wahrscheinlichkeit, dass ein PDS(SR) eine geforderte Sicherheitsfunktion unter allen festgelegten Bedingungen anforderungsgemäß ausführt.

Anmerkung 1: Je höher der Sicherheits-Integritätslevel des PDS(SR) ist, umso geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass das PDS(SR) die geforderte Sicherheits-Teilfunktion nicht ausführen kann.

Anmerkung 2: Die Sicherheitsintegrität muss nicht für jede vom PDS(SR) ausgeführte Sicherheits-Teilfunktion gleich sein.

### **3 Durchführung von Prüfung und Zertifizierung**

Die Anforderungen an die Durchführung von Prüfung und Zertifizierung sind detailliert in Abschnitt 3 der „Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung der Sicherheit elektrischer Steuerungen von Maschinen“ GS-IFA-M17 (Stand 01.2021) beschrieben.

Zu finden ist dieser Prüfgrundsatz unter:

[https://www.dguv.de/medien/dguv-test-medien/\\_pdf\\_zip\\_doc\\_ppt/pruefgrundsaetze/ifa/gs\\_ifa\\_m17.pdf](https://www.dguv.de/medien/dguv-test-medien/_pdf_zip_doc_ppt/pruefgrundsaetze/ifa/gs_ifa_m17.pdf)

In Abschnitt 3 dieses Prüfgrundsatzes werden die folgenden wichtigen Themen zur Durchführung von Prüfung und Zertifizierung behandelt:

- Allgemeines
- Grundlagen und Ablauf von Prüfung und Zertifizierung
- Angebot und Kosten
- Auftrag und Vertrag
- Einreichung von Unterlagen
- Anlieferung von Prüfobjekten
- Wiederholungsprüfungen
- Ausstellen des Zertifikats
- Art des Zertifikats
- Gültigkeit von Zertifikaten
- Kontrollmaßnahmen

## **4 Funktionale Sicherheit**

### **4.1 Sicherheitsintegrität und Fehlererkennung**

Gemäß DIN EN 61800-5-2, Abschnitt 6.1.4 muss das PDS(SR) die Anforderungen

- an die Sicherheitsintegrität der Hardware und
- an die systematische Sicherheitsintegrität erfüllen.

#### **4.1.1 Sicherheitsintegrität der Hardware**

Die Anforderungen an die Sicherheitsintegrität der Hardware beinhalten sowohl die strukturellen Einschränkungen des Systems, als auch die Anforderungen an den PFH<sub>D</sub>-Wert.

##### **4.1.1.1 Strukturelle Einschränkungen**

Im Zusammenhang mit der Sicherheitsintegrität der Hardware, ist der höchste Sicherheitsintegritätslevel (SIL) der für eine Sicherheits-Teilfunktion beansprucht werden kann, durch die Hardwarefehlertoleranz (HFT) und den Anteil ungefährlicher Ausfälle (SFF) der Teilsysteme eines PDS(SR), das diese Sicherheits-Teilfunktion ausführt, begrenzt.  
(DIN EN 61800-5-2, Abschnitt 6.2.3)

Die strukturellen Einschränkungen müssen nach den Tabellen 4 oder 5 der DIN EN 61800-5-2 bewertet werden. Abhängig von der Komplexität wird zwischen Teilsystemen des Typs A und B unterschieden. Siehe hierzu DIN EN 61800-5-2, Abschnitt 6.2.3.2.

- Tabelle 4 gilt für jedes Teilsystem des Typs A.
- Tabelle 5 gilt für jedes Teilsystem des Typs B.

Die strukturellen Einschränkungen wurden aufgenommen, damit eine ausreichend widerstandsfähige Architektur unter Berücksichtigung der Komplexität des Teilsystems erreicht wird. Der Sicherheits-Integritätslevel der Hardware des PDS(SR), der unter Anwendung dieser Anforderungen abgeleitet wird, ist der höchste Level, der beansprucht werden kann, auch wenn durch einen rein mathematischen Ansatz ein höherer SIL erreicht werden könnte.

Es ist zu prüfen, welcher SIL maximal beansprucht werden kann.

##### **4.1.1.2 Anforderungen an den PFH<sub>D</sub>-Wert**

Für jede Sicherheits-Teilfunktion des PDS(SR) muss die durchschnittliche Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls pro Stunde (PFH<sub>D</sub>) ermittelt werden. Die Anforderungen zur Abschätzung der PFH<sub>D</sub> und Hinweise zu den möglichen Modellierungsverfahren (z.B. Markov) sind in der DIN EN 61800-5-2, Abschnitt 6.2.2 zusammengefasst.

Der  $PFH_D$ -Wert bezieht sich auf eine vollständige Sicherheitsfunktion. Wenn ein PDS(SR) nur einen Teil einer Sicherheitsfunktion ausführt, dann sollte die  $PFH_D$  des PDS(SR) ausreichend kleiner sein, als der durch den SIL definierten Wert.

Wird für die Sicherheitsfunktion eines PDS(SR) auch ein Performance Level PL gefordert, so müssen zusätzlich die Anforderungen der entsprechenden Kategorie gemäß DIN EN ISO 13849-1 erfüllt werden.

#### 4.1.1.3 Diagnoseprüfintervall

Das Diagnoseprüfintervall für jedes Teilsystem des PDS(SR) mit einer Hardwarefehlertoleranz größer Null muss ermöglichen, dass die geforderte  $PFH_D$  erfüllt werden kann. Eine Verlängerung des Prüfintervalls führt zu einem geringeren Diagnosedeckungsgrad (DC) und zu einem geringeren Anteil ungefährlicher Ausfälle (SFF).

Für redundante Teile eines PDS(SR), die nicht geprüft werden können, ohne die Anwendung (Maschine oder Anlage), in der das PDS(SR) eingesetzt wird, zu unterbrechen, und wenn keine vertretbare technische Lösung umgesetzt werden kann, können die folgenden längsten Diagnoseprüfintervalle als annehmbar angesehen werden:

- eine Prüfung je Jahr für SIL 2, PL d / Kategorie 3;
- eine Prüfung alle drei Monate für SIL 3, PL e / Kategorie 3;
- eine Prüfung täglich für SIL 3, PL e / Kategorie 4.

Das Diagnoseprüfintervall für jedes Teilsystem eines PDS(SR) mit einer Hardwarefehlertoleranz von Null, von dem eine Sicherheits-Teilfunktion vollständig abhängt, muss so festgelegt werden, dass die Summe aus dem Diagnoseprüfintervall und der Zeit zur Ausführung der festgelegten Handlung (Fehlerreaktionsfunktion) zum Erreichen oder Aufrechterhalten eines sicheren Zustands kleiner ist als die Prozess-Sicherheitszeit.

Anhand der Unterlagen wird geprüft, ob die Anforderungen an das Diagnoseprüfintervall erfüllt werden.

#### 4.1.2 Systematische Sicherheitsintegrität

Um die Anforderungen der DIN EN 61800-5-2 im Hinblick auf die systematische Sicherheitsintegrität des PDS(SR) erfüllen zu können, sind entsprechende Maßnahmen zur Vermeidung von Fehlern und zur Beherrschung systematischer Ausfälle zu treffen.

Um Bauteile als „betriebsbewährt“ einstufen zu können, müssen diese die entsprechenden Anforderungen von DIN EN 61508-2 erfüllen.

#### **4.1.2.1 Fehlervermeidung**

Verfahren und Maßnahmen zur Fehlervermeidung sind in Anhang B der DIN EN 61508-2 beschrieben. Abhängig vom SIL, den das PDS(SR) erreichen soll, werden in den Tabellen B.1 bis B.5 entsprechende Maßnahmen für die einzelnen Phasen des Lebenszyklus vorgeschlagen:

- Spezifikation der Anforderungen (Tabelle B.1)
- Entwurf und Entwicklung (Tabelle B.2)
- Integration (Tabelle B.3)
- Betrieb und Instandhaltung (Tabelle B.4)
- Validierung (Tabelle B.5)

Anhand dieser Tabellen wird geprüft, ob die getroffenen Maßnahmen zur Fehlervermeidung ausreichen, um die Anforderungen des erforderlichen SIL zu erfüllen.

Darüber hinaus trägt eine geeignete Auswahl und ausreichende Dimensionierung der Bauteile zur Vermeidung systematischer Ausfälle bei. Durch Besichtigung, Vergleich mit den technischen Unterlagen und evtl. Berechnung wird geprüft, ob die elektrischen/elektronischen Bauteile des PDS(SR)

- mit bestehenden Normen übereinstimmen, und
- für den vorgesehenen Einsatz geeignet sind, und
- innerhalb ihrer festgelegten Bemessungswerte betrieben werden.

#### **4.1.2.2 Beherrschung systematischer Ausfälle**

Die Tabellen der DIN EN 61508-2 geben Empfehlungen für Verfahren und Maßnahmen zur:

- Beherrschung von Ausfällen, verursacht durch den Hardwareentwurf (Tabelle A.15);
- Beherrschung von Ausfällen infolge umgebungsbedingter Beanspruchungen oder Einflüsse (Tabelle A.16); und
- Beherrschung von Ausfällen während des Betriebs (Tabelle A.17).

Anhand der Tabellen wird geprüft, ob die getroffenen Maßnahmen ausreichen, um die Anforderungen zu erfüllen.

## 4.2 Software

### 4.2.1 Sicherheitsrelevante Software

Wenn zur Ausführung einer Sicherheitsfunktion eines PDS(SR) mit einem bestimmten SIL oder einer bestimmten SIL-Fähigkeit Software benutzt wird, muss diese Software nach den Anforderungen in DIN EN 61508-3 für diesen SIL realisiert werden.

Die Tabellen in Anhang A der DIN EN 61508-3 geben einen Leitfaden zur Auswahl von angemessenen Verfahren und Maßnahmen um die Anforderungen dieser Norm für den entsprechenden SIL erfüllen zu können. Ausführliche Tabellen in Anhang B erweitern die Inhalte des Anhangs A.

Anhand dieser Tabellen wird geprüft, ob die Anforderungen der DIN EN 61508-3 für den erforderlichen SIL erfüllt werden.

### 4.2.2 Software von Standardkomponenten

Wenn Sicherheitsfunktionen in Antriebssteuerungen unter Verwendung von Standardkomponenten realisiert werden, sind die Anforderungen der DIN EN 61508-3 an sicherheitsrelevante Software in der Regel nicht erfüllt worden.

Dies betrifft beispielsweise die „Reglerfreigabe“ des Mikrocontrollers, wenn sie als Abschaltpfad für die Sicherheitsfunktion STO verwendet wird.

In DIN EN ISO 13849-1, Abschnitt 4.6.2, wird für solche Standardkomponenten der Verzicht auf den Nachweis der SRESW-Anforderungen unter folgenden Bedingungen erlaubt:

- das SRP/CS ist auf PL a oder PL b begrenzt und verwendet Kategorie B, 2 oder 3;
- das SRP/CS ist auf PL c oder PL d begrenzt und darf mehrere Bauteile für zwei Kanäle in Kategorie 2 oder 3 verwenden. Die Bauteile dieser beiden Kanäle verwenden diversitäre Technologien. Die geforderten diversitären Technologien in beiden Kanälen führen dazu, dass die Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls des SRP/CS durch einen Fehler in der SRESW stark verringert wird.

Es wird geprüft, ob die o.g. Bedingungen für das zu prüfende PDS(SR) erfüllt werden und deshalb auf den Nachweis der SRESW-Anforderungen verzichtet werden kann.

### 4.2.3 Software für Diagnosemaßnahmen

Bei Antriebssteuerungen mit integrierter Sicherheitsfunktion STO, bei denen zwei unabhängige Abschaltpfade ausschließlich aus Hardwarekomponenten gestaltet sind, wird zur Diagnose und Fehleraufdeckung häufig der standardmäßig vorhandene Mikrocontroller verwendet.

Die erforderlichen Maßnahmen zur Fehlervermeidung, die während des Entwurfs und der Entwicklung eines sicherheitsrelevanten Systems greifen sollen, können an einem fertigen Produkt nicht mehr nachgeholt werden. Dies gilt auch für die Software des Mikrocontrollers, die in erster Linie und in großem Umfang für die funktionalen Aufgaben des Frequenzumrichters entwickelt wurde, in den beschriebenen Fällen aber auch an der Diagnose der beiden Abschaltpfade beteiligt ist.

Die Anforderungen an die Diagnose-Software können als erfüllt angesehen werden, wenn:

- a) die Entwicklung der Antriebssteuerung nach qualitätssichernden Kriterien (z.B. ISO 9001) erfolgte,
- b) die Diagnosefunktionen klar spezifiziert und detailliert beschrieben wurden,
- c) der sicherheitsrelevante Teil der Software ausreichend vom funktionalen Teil getrennt ist (z.B. in einem separaten Modul),
- d) die besonders empfohlenen (++) Verfahren und Maßnahmen gemäß DIN EN 61508-3, Anhang A für einen SIL angewendet werden, der eine Stufe unter dem SIL für die Sicherheitsfunktion liegt.
- e) die Leistungsfähigkeit der Diagnose-Software durch eine Funktionsprüfung nachgewiesen wird, und
- f) der Mikrocontroller nicht unbemerkt ausfallen kann.

Es wird geprüft, ob die o.g. Anforderungen erfüllt werden.

### **4.3 Prüfungen zur funktionalen Sicherheit**

Im Hinblick auf die funktionale Sicherheit des PDS(SR) müssen gemäß DIN EN 61800-5-2 folgende Prüfungen durchgeführt werden:

- (1) Funktionsprüfung jeder Sicherheits-Teilfunktion;
- (2) Funktionsprüfung jeder Diagnosefunktion für jede Sicherheits-Teilfunktion (Fehlereinbauprüfung);
- (3) Umweltprüfungen jeder Sicherheits-Teilfunktion auf Unempfindlichkeit gegen die folgenden Umweltbeanspruchungen:
  - Elektromagnetisch;
  - klimatisch (Wärme und Kälte);
  - mechanisch (Schock und Schwingen).

#### **4.3.1 Funktionsprüfungen**

Zur Validierung jeder Sicherheits-Teilfunktion im PDS(SR) sind Funktionsprüfungen durchzuführen. Die Prüfungen werden als „Blackbox“-Tests durchgeführt, wobei die interne Umsetzung der Sicherheits-Teilfunktion unberücksichtigt bleibt.

Im Rahmen dieser Funktionsprüfung sind nacheinander alle Betriebsarten, Betriebszustände und Sicherheits-Teilfunktionen in beliebigen Kombinationen einzustellen und auszuführen. Der Prüfplan wird von der Prüfstelle vorgegeben.

Es wird geprüft, ob die Sicherheits-Teilfunktionen korrekt und vollständig entsprechend der Spezifikation umgesetzt wurden. Das Systemverhalten ist zu dokumentieren.

#### **4.3.2 Funktionsprüfungen mit Fehlereinbau**

Zur Validierung jeder Diagnosefunktion für jede Sicherheits-Teilfunktion im PDS(SR) sind Funktionsprüfungen mit Fehlereinbau durchzuführen. Die Prüfungen werden als „Whitebox“-Tests durchgeführt, wobei die besondere Kenntnis der Umsetzung dazu benutzt wird, um die Prüfung genau festzulegen.

Die Fehlersimulation betrifft in erster Linie die Simulation zufälliger Bauteilausfälle, kann aber auch die Simulation von Software-Fehler beinhalten, soweit dies Aufschluss über die implementierten Diagnosefunktionen geben kann. Der Prüfplan mit den Fehlerfällen wird von der Prüfstelle vorgegeben.

Es wird die Ausführung der Diagnosefunktionen und die Fehlerreaktion des Systems überprüft und mit den Anforderungen aus der Spezifikation verglichen. Das Systemverhalten ist zu dokumentieren.

Die Anforderungen an Tests durch Fehlereinbau sind in der DIN EN 61508-2, Tabelle B.5 und in der DIN EN 61508-7, Abschnitt B.6.10 beschrieben.

#### **4.3.3 Umweltprüfungen**

Die Umweltprüfungen jeder Sicherheits-Teilfunktion auf Unempfindlichkeit gegen die genannten Umweltbeanspruchungen werden im Abschnitt 5 „Typprüfungen“ dieses Prüfgrundsatzes behandelt.

### **4.4 Modifikation**

Es wird geprüft, ob vom Hersteller des PDS(SR) ein geeignetes Verfahren beschrieben wird, mit denen die Anforderungen der DIN EN 61800-5-2, Abschnitt 10 an die Modifikation erfüllt werden können.

Ziel ist die Sicherstellung, dass die funktionale Sicherheit des PDS(SR) noch gegeben ist, wenn Bauartänderungen nach der Freigabe des ursprünglichen Entwurfs erfolgen.

Folgende Handlungen im Rahmen einer Modifikation müssen dokumentiert werden:

- die genaue Spezifikation der Modifikation;
- die Ergebnisse der Einflussanalyse;

- sämtliche Freigaben für die Modifikation;
- die Prüffälle für Bauteile, einschließlich Daten der erneuten Validierung;
- den Verlauf des PDS(SR)-Konfigurationsmanagements (HW und SW);
- die Abweichungen vom früheren Betrieb und früheren Bedingungen;
- notwendige Änderungen für die Anwenderdokumentation;
- sämtliche anzuwendende Entwicklungsstufen gemäß DIN EN 61800-5-2, Abschnitt 5.2.

## **5 Typprüfungen**

### **5.1 Allgemeines**

Die in diesem Prüfgrundsatz festgelegten Prüfungen sind gefordert, um im Rahmen einer Typprüfung nachzuweisen, dass das PDS(SR) bzw. das CDM/BDM die Anforderung der DIN EN 61800-5-1 und DIN EN 61800-5-2 in Bezug auf die folgenden Aspekte erfüllt:

- (1) Schutz gegen elektrischen Schlag, thermische und energiebezogene Gefahren
- (2) Einsatz unter den zu erwartenden Umgebungsbedingungen (klimatisch, mechanisch, elektromagnetisch), insbesondere für die integrierten Sicherheitsfunktionen

Die Prüfstelle muss sicherstellen, dass die festgelegten Höchst- und/oder Mindestwerte der Umgebung (oder der Prüfung) eingehalten werden, wobei Grenzabweichungen und Messunsicherheiten schon vollständig berücksichtigt werden.

Bei der Prüfung einer Reihe ähnlicher Produkte müssen nicht alle Modelle dieser Baureihe geprüft werden. Jede Prüfung sollte an einem oder mehreren Modellen mit mechanischen und elektrischen Kennwerten durchgeführt werden, die den gesamten Bereich für diese bestimmte Prüfung angemessen repräsentieren.

Im Allgemeinen besteht weder die Anforderung der Durchführung der Prüfungen in einer festgesetzten Reihenfolge, noch ist es erforderlich, dass alle Prüfungen am selben Prüfmuster durchgeführt werden. Die Annahmekriterien einiger Prüfungen erfordern jedoch, dass ihnen eine oder mehrere Prüfungen folgen.

### **5.2 Sichtprüfung**

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.1.

Zu Beginn muss durch Sichtprüfung gezeigt werden, dass das für die Typprüfung angelieferte PDS(SR) keine Beschädigungen aufweist und den Erwartungen bezüglich der Versorgungsspannung, der Eingangs- und Ausgangsbereiche usw. entspricht.

Bezüglich der äußeren Materialien und deren Beschaffenheit gibt es folgende Anforderung:  
Von Hand zugängliche Geräteteile dürfen, soweit ihre Funktion es zulässt, keine scharfen Ecken, Kanten und rauen Oberflächen aufweisen, die zu Verletzungen führen können. Ecken und Kanten müssen entgratet und Oberflächen fühlbar glatt sein.

Die Prüfung erfolgt durch Handhaben und Besichtigen.

### **5.3 Ergonomie des PDS(SR)**

Es muss sichergestellt werden, dass das PDS(SR) zutreffende ergonomische Anforderungen erfüllt. Die Prüfung wird anhand einer Checkliste durchgeführt. Diese Liste und zusätzliche Informationen sind Bestandteil der folgenden Veröffentlichungen:

- DGUV Information 209-068 (02-2018)
- DGUV Information 209-069 (02-2018)

Zu finden sind diese DGUV Informationen unter:

<http://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/praxishilfen-maschinenschutz/checkliste-maschinenergonomie/index.jsp>

### **5.4 Mechanische Prüfungen**

#### **5.4.1 Luft- und Kriechstrecken**

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.2.1.

Es muss durch Messung oder Sichtprüfung nachgewiesen werden, dass die Luft- und Kriechstrecken den Tabellen 9 und 10 der DIN EN 61800-5-1 entsprechen.

Wo dieser Nachweis nicht möglich ist, muss zwischen den entsprechenden Stromkreisen eine Stoßspannungsprüfung gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.3.1 durchgeführt werden.

#### **5.4.2 Kurzschlussprüfung von Leiterplatten**

Diese Prüfung ist nur dann erforderlich, wenn Abstände der Betriebsisolierung auf Leiterplatten kleiner sind als die in den Tabellen 9 und 10 der DIN EN 61800-5-1 festgelegten Werte.

Ist dies der Fall, erfolgt die Prüfung gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.2.2.

#### **5.4.3 Prüfung der Nichtberührbarkeit**

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.2.3.

Diese Prüfung ist vorgesehen, um zu zeigen, dass aktive Teile durch Gehäuse oder Trennwände in Übereinstimmung mit 4.3.3.3 so geschützt sind, dass sie nicht berührbar sind.

Die Prüfung muss für ein Gehäuse des PDS ausgeführt werden, wie sie in IEC 60529 für die Gehäuseeinteilung zum Schutz gegen Zugang zu gefährlichen Teilen festgelegt ist.

Das Gehäuse muss mindestens den Anforderungen der Schutzart IP2X, bzw. IPXXB nach DIN EN 60529 entsprechen. Es gilt nachfolgende Ausnahme:

Die Prüfspitze für IP3X darf nicht in die obere Oberfläche des Gehäuses eindringen, wenn sie nur aus senkrechter Richtung  $\pm 5^\circ$  angewendet wird.

#### **5.4.4 Prüfung der Vollständigkeit des Gehäuses (IP-Schutzart)**

Für den Fall, dass die geforderte Schutzart des Gehäuses höher ist als der Schutz gegen Zugang zu gefährlichen Teilen (IP2X bzw. IP3X), muss die geforderte IP-Schutzart des Gehäuses nachgewiesen werden.

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.2.4.

Sie muss für ein Gehäuse des PDS durchgeführt werden, wie sie in IEC 60529 für den geforderten Schutzgrad festgelegt ist.

#### **5.4.5 Verformungsprüfung**

##### **5.4.5.1 Allgemeines**

Die Verformungsprüfungen (Durchbiegungs- bzw. Schlagprüfung) gelten für PDS und CDM/BDM mit Gehäuse, die für einen Betrieb ohne weitere Umhüllung vorgesehen sind, zu dem der Zugang auf geschultes Instandhaltungspersonal beschränkt ist.

Das bedeutet, an Gehäusen von Geräten die für den Einbau in einen elektrischen Einbau-raum (z.B. Schaltschrank) vorgesehen sind, muss diese Prüfung nicht durchgeführt werden.

Falls eine Prüfung erforderlich ist, erfolgt diese gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.2.5.

Nach Abschluss der Durchbiegungsprüfung für metallische Gehäuse bzw. der Schlagprüfung für Polymergehäuse muss das PDS(SR)/CDM/BDM die Stoßspannungsprüfung gemäß Abschnitt 5.2.3.1 und der Wechsel- oder Gleichspannungsprüfung gemäß Abschnitt 5.2.3.2 der DIN EN 61800-5-1 bestehen.

Darüber hinaus muss überprüft werden, dass:

- aktive Teile nicht berührbar geworden sind;
- Gehäuse keine Risse oder Öffnungen aufweisen, die eine Gefahr bilden können;

- Luftstrecken nicht kleiner als ihre zulässigen Mindestwerte und sonstige Isolierungen unbeschädigt geblieben sind;
- Trennwände nicht beschädigt oder gelöst worden sind;
- keine beweglichen Teile freigelegt wurden, die eine Gefahr darstellen können.

Die Durchbiegungs- bzw. Schlagprüfung muss am schwächsten Punkt auf der (den) repräsentativen Fläche(n) des Gehäuses durchgeführt werden.

Nach der Prüfung muss das PDS(SR)/CDM/BDM nicht mehr funktionsfähig sein und das Gehäuse darf soweit verformt sein, dass seine ursprüngliche IP-Schutzart nicht mehr eingehalten wird.

#### **5.4.5.2 Durchbiegungsprüfung**

Das Gehäuse wird fest gegen eine starre Auflage gedrückt und mit einer gleich bleibenden Kraft von 250 N belastet, die 5 s durch das Ende eines Stabes mit quadratischem Querschnitt mit einer Kantenlänge von 12,7 mm × 12,7 mm und einer ebenen Stahlfläche ausgeübt wird.

Beschädigungen der Oberfläche, kleine Dellen und abgeplatzte Teilchen, die den Schutz gegen elektrischen Schlag oder Feuchtigkeit nicht nachteilig beeinflussen, sind zu vernachlässigen.

#### **5.4.5.3 Schlagprüfung**

Ein Prüfmuster, das aus dem Gehäuse besteht oder einem Teil davon, das die größte nicht verstärkte Fläche repräsentiert, muss in seiner bestimmungsgemäßen Lage gehalten werden. Eine massive glatte Stahlkugel mit einem Durchmesser von etwa 50 mm und einer Masse von 500 g ± 25 g muss aus einer Ruhelage in 1300 mm Höhe senkrecht auf das Prüfmuster fallen gelassen werden. (Senkrechte Flächen sind von dieser Prüfung ausgenommen.)

Außerdem muss die Stahlkugel an einer Schnur aufgehängt und wie ein Pendel geschwungen werden, um einen horizontalen Schlag auszuüben, indem sie aus einer senkrechten Höhe von 1300 mm herabschwingt. (Waagerechte Flächen sind von dieser Prüfung ausgenommen.)

Falls die Pendelprüfung ungeeignet ist, ist es zulässig, horizontale Schläge auf senkrechte oder geneigte Flächen nachzubilden, indem das Prüfmuster zu seiner bestimmungsgemäßen Lage um 90° gedreht befestigt wird und an Stelle der Pendelprüfung die Prüfung mit senkrechtem Schlag durchgeführt wird.

## **5.5 Elektrische Prüfungen**

### **5.5.1 Stoßspannungsprüfung**

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.3.1.

Die Stoßspannungsprüfung wird mit einer Spannung ausgeführt, die einen 1,2/50  $\mu$ s Kurvenverlauf hat und für die Nachbildung von atmosphärischen Überspannungen vorgesehen ist und von Überspannung die durch Schaltvorgängen in der Ausrüstung entstehen.

Zur Vorbereitung der Prüfung müssen aktive Teile, die zum selben Stromkreis gehören, miteinander verbunden werden. Die Oberfläche von Isolierstoffgehäusen muss für diese Prüfung mit einer leitfähigen Folie umhüllt werden.

Die Stoßspannungen müssen:

- (1) zwischen dem zu prüfenden Stromkreis und den Umgebungen, und
- (2) zwischen zu prüfenden Stromkreisen angelegt werden.

Die zu prüfenden Stromkreise werden nicht gespeist.

Abhängig von der Systemspannung, der Überspannungskategorie und den Anforderungen an die Isolierung, sind die Werte der Prüfstoßspannungen aus den entsprechenden Tabellen in Abschnitt 5.2.3.1 der DIN EN 61800-5-1 zu entnehmen.

Die Stoßspannungsprüfung ist erfolgreich bestanden, wenn kein Durchschlag, Überschlag oder Funkenüberschlag auftritt.

### **5.5.2 Isolationsprüfung mit Wechsel- oder Gleichspannung**

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.3.2.

Die Prüfung wird angewendet, um nachzuweisen, dass die Luftstrecken und die feste Isolierung der Bauteile und des zusammengebauten PDS(SR)/CDM/BDM eine ausreichende Spannungsfestigkeit besitzen, um Überspannungsbedingungen standzuhalten.

Zur Vorbehandlung ist das PDS für einen Zeitraum von 96 h bei einer Temperatur von  $(40 \pm 2)$  °C und einer Luftfeuchte von  $(93 +2/-3)$  % zu lagern. Vor Durchführung der Isolationsprüfung muss jede äußere und innere Kondensation beseitigt werden.

Für die Prüfung müssen aktive Teile, die zum selben Stromkreis gehören, miteinander verbunden werden. Die Oberfläche von Isolierstoffgehäusen muss für diese Prüfung mit einer leitfähigen Folie umhüllt werden.

Einzelne Bauelemente, die Teil der zu prüfenden Isolierung sind, z. B. Entstör-Kondensatoren, sollten vor der Prüfung möglichst nicht vom Stromkreis getrennt oder überbrückt werden.

In diesem Falle wird empfohlen, die Prüfgleichspannung nach DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.3.2.2 zu verwenden.

Die Werte und die Art der Prüfspannungen werden gemäß den Tabellen in Abschnitt 5.2.3.2.2 der DIN EN 61800-5-1 bestimmt. Die Durchführung der Spannungsprüfung erfolgt gemäß Abschnitt 5.2.3.2.3 (Bild 8) der DIN EN 61800-5-1.

Die Dauer der Prüfung muss bei einer Typprüfung mindestens 10 s betragen. Die Prüfspannung darf in Form eines ansteigenden und/oder fallenden Spannungsverlaufes angelegt werden, wobei die volle Spannungshöhe 10 s beibehalten werden muss.

Die Prüfung ist erfolgreich bestanden, wenn kein Überschlag aufgetreten ist.

### **5.5.3 Teilentladungsprüfung**

Diese Prüfung muss bestätigen, dass die in Bauteilen und Unterbaugruppen zur Sicheren Trennung von elektrischen Stromkreisen verwendete feste Isolierung innerhalb eines festgelegten Spannungsbereiches keine Teilentladungen aufrechterhalten bleiben.

Die Durchführung dieser Prüfung an einem vollständigen PDS(SR)/CDM/BDM macht jedoch wenig Sinn, da die Ursache für eine Teilentladung üblicherweise nicht zu finden ist. Die Teilentladungsprüfung sollte deshalb vor dem Einbau dieser Komponenten in die Ausrüstung durchgeführt werden.

Anhand von Datenblättern ist zu prüfen, ob die zum Einsatz kommenden Bauteile und Unterbaugruppen zur Sicheren Trennung, die an sie gestellten Anforderungen erfüllen. Ist die Durchführung einer Teilentladungsprüfung erforderlich, dann muss diese gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.3.3 erfolgen.

### **5.5.4 Schutzimpedanz**

Wird der Schutz gegen elektrischen Schlag im Fall von direkter Berührung durch eine Strombegrenzung über Schutzimpedanzen erreicht, dient diese Prüfung dem Nachweis, dass der Strom durch die Schutzimpedanz bei bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen die nachfolgend genannten Werte nicht überschreitet.

Falls zutreffend, erfolgt die Prüfung gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.3.4.

Die Schutzimpedanzen müssen so bemessen sein, dass der Strom durch die Schutzimpedanzen zur Erde an den berührbaren aktiven Teilen bei Wechselstrom 3,5 mA oder bei Gleichstrom 10 mA nicht überschreitet.

### 5.5.5 Messung des Berührungsstroms

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.3.5.

Durch diese Prüfung soll nachgewiesen werden, dass der Berührungsstrom bei Versagen des Schutzerdungsleiters die Werte von 3,5 mA Wechselstrom und 10 mA Gleichstrom nicht übersteigt.

Kann dieser Nachweis nicht erbracht werden, muss geprüft werden, ob eine oder mehrere der folgenden Bedingungen erfüllt sind:

a) ortsfester Anschluss und:

- ein Querschnitt des Schutzerdungsleiters von mindestens 10 mm<sup>2</sup> Cu oder 16 mm<sup>2</sup> Al, oder
- automatische Abschaltung des Netzes bei Unterbrechung des Schutzerdungsleiters, oder
- Anbringen einer zusätzlichen Anschlussklemme für einen zweiten Schutzerdungsleiter mit demselben Querschnitt wie der ursprüngliche Schutzerdungsleiter

oder

b) Anschluss mit einem Steckverbinder für industrielle Anwendungen nach IEC 60309 und ein Mindestquerschnitt des Schutzerdungsleiters von 2,5 mm<sup>2</sup> als Teil eines mehradrigen Versorgungskabels. Eine angemessene Zugentlastung muss vorhanden sein.

### 5.5.6 Kurzschlussprüfung und Prüfung des Durchschlags von Bauelementen

Der Schutz gegen thermische Gefahren, Gefahren durch einen elektrischen Schlag und durch Energie bei einem Kurzschluss oder beim Durchschlag eines Bauelementes für ein PDS(SR)/CDM/BDM zusammen mit seiner Anlage kann durch diese Prüfungen bewertet werden.

An allen Öffnungen, Griffen, Flanschen, Verbindungen und ähnlichen Stellen auf der Außenseite des Gehäuses oder um den Maschendrahtkäfig herum (falls verwendet) muss Verbandwatte angeordnet werden.

Bei der Kurzschlussprüfung gemäß DIN EN 61800-5-1; Abschnitt 5.2.3.6.3 und bei der Prüfung des Durchschlags von Bauelementen nach 5.2.3.6.4 muss das PDS betrieben werden, bis eines oder mehrere der nachfolgenden Endergebnisse erreicht werden:

- Ansprechen einer elektronischen Kurzschlussschutzschaltung des Leistungsausgangs; oder
- Öffnen einer Kurzschlussschutzeinrichtung; oder
- Erreichen einer Beharrungstemperatur nach mindestens 10 min.

Als Ergebnis der Kurzschlussprüfung und der Prüfung des Durchschlags von Bauelementen muss das PDS den nachfolgenden Anforderungen entsprechen:

- es dürfen keine Flammen oder geschmolzenes Material austreten;
- die Verbandwatte darf nicht entzündet worden sein;
- die Erdverbindung darf nicht unterbrochen worden sein;
- die Tür oder Abdeckung darf nicht aufgeblasen worden sein;
- während und nach der Prüfung dürfen berührbare SELV- und PELV-Stromkreise nicht unter Spannungen stehen, die größer als die zeitabhängige Spannung in Bild 7 gemäß DIN EN 61800-5-1 sind;
- während und nach der Prüfung dürfen aktive Teile mit einer höheren Spannung als DVC A nicht berührbar werden.

Das PDS braucht nach der Prüfung nicht mehr betriebsfähig zu sein und es besteht die Möglichkeit der Verformung des Gehäuses.

### **5.5.6.1 Kurzschlussprüfung**

#### **5.5.6.1.1 Allgemeines**

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.3.6.3.

Die Kurzschlussprüfung muss mit dem CDM/BDM unter Volllast oder Schwachlast durchgeführt werden, je nachdem, welche Bedingung strenger ist.

#### **5.5.6.1.2 Zwischen den Außenleiterklemmen der Leistungsausgänge**

An den Leistungsausgängen sind Leiter mit den Querschnitten und aus dem Werkstoff vorzusehen, die für den am Leistungsausgang verfügbaren Bemessungsstrom geeignet sind. Die Länge der Schleife (Hin- und Rückleitung) muss etwa 2 m betragen, sofern nicht die Größe des PDS eine größere Länge erforderlich macht, die für die Prüfung in einem derartigen Fall so kurz wie praktisch möglich sein muss.

Alle Außenleiterklemmen jedes geprüften Leistungsausgangs müssen mit einer geeigneten Schalteinrichtung gleichzeitig miteinander verbunden werden.

Anmerkung: Anschlussklemmen, die für diese Prüfungen mit dem Gleichstromzwischenkreis verbunden sind, werden als Außenleiter behandelt.

#### **5.5.6.1.3 Zwischen den Leistungsausgangsklemmen und Schutzerde**

Die Erdschlussbedingung zwischen Außenleiter und Schutzerde muss für jeden Außenleiter einzeln als Kurzschluss gegen Schutzerde bewertet werden.

Es ist zulässig nur eine Prüfung je Ausgang durchzuführen, wenn eine Symmetrie je Außenleiter gezeigt werden kann und wenn der zur Prüfung ausgewählte Außenleiter den ungünstigsten Fall darstellt.

Die Bilder in DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.3.6.3.3. zeigen Beispiele für folgende Kurzschlussprüfungen:

- Kurzschlussprüfung zwischen Motor-Leistungsausgang des CDM/BDM und Schutzerde (Bild 11),
- Kurzschlussprüfung zwischen Motor-Leistungsausgang des CDM/BDM und Schutzerde (Motor durch CDM/BDM geerdet) (Bild 12),
- Kurzschlussprüfung zwischen Motor-Leistungsausgang des CDM/BDM-Gleichstromzwischenkreises und Schutzerde (Bild 13).

#### **5.5.6.2 Prüfung des Durchschlags von Bauelementen**

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.3.6.4.

Zuvor muss eine Stromkreisanalyse durchgeführt werden, um Bauteile zu ermitteln (einschließlich Isolationssystemen), deren Ausfall zu einer thermischen Gefahr oder zur Gefahr eines elektrischen Schlages führen würde. Die Analyse muss die Auswirkung von Kurzschluss- und Leerlaufbedingungen des Bauteils einschließen.

Die Analyse braucht keine Leistungshalbleiterbauelemente einzuschließen, wenn eine gleichwertige Bewertung durch die Kurzschlussprüfungen erreicht wurde, oder Bauelemente, für die festgestellt wurde, dass während der erwarteten Lebensdauer des PDS nur eine unwesentliche Ausfallwahrscheinlichkeit vorliegt.

Anmerkung: Es ist möglich, dass bei der Analyse keine kritischen Bauelemente entdeckt werden. In diesem Fall ist keine Ausfallprüfung an Bauelementen erforderlich.

Bei der Prüfung des Durchschlags eines Bauelementes, das mit der Stromkreisanalyse festgestellt wird, muss mit dem CDM/BDM unter Volllast oder Schwachlast durchgeführt werden, je nachdem, welche Bedingung strenger ist.

Kurzschluss oder Leerlauf müssen mit einem Kabel mit einem Querschnitt von mindestens 2,5 mm<sup>2</sup> und mit einem geeigneten Schaltgerät durchgeführt werden. Die Länge der Schleife muss so kurz wie für die Durchführung der Prüfung notwendig sein.

Jedes betreffende Bauteil darf nur einer Prüfung des Durchschlags von Bauelementen unterzogen werden.

### **5.5.7 Kondensatorentladung**

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.3.7.

Kondensatoren in einem PDS müssen gemäß Abschnitt 4.3.11 der DIN EN 61800-5-1 innerhalb von 5 s nach Abschalten der Energie am PDS auf eine Spannung kleiner als 60 V oder auf eine Restladung von weniger als 50  $\mu\text{C}$  entladen werden.

Der Nachweis der geforderten Entladezeit des Kondensators darf durch eine Typprüfung und/oder Berechnung erfolgen.

Falls diese Anforderungen nicht erfüllt werden, müssen an einer gut sichtbaren Stelle auf dem Gehäuse das Warnsymbol IEC 60417-5036 (2002-10) und die Entladezeit (z.B. 45 s, 5 min) angebracht werden.

### **5.5.8 Erwärmungsprüfung**

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.3.8.

Mit der Prüfung soll sichergestellt werden, dass Teile und berührbare Flächen des PDS die in 4.4 gemäß DIN EN 61800-5-1 festgelegten Temperaturgrenzwerte nicht überschreiten und dass die Temperaturgrenzwerte des Herstellers für sicherheitsbezogene Teile nicht überschritten werden.

Das PDS muss möglichst unter den ungünstigsten Bedingungen der Bemessungsleistung und des Ausgangsstromes geprüft werden. Die Prüfung wird durchgeführt, bis eine thermische Stabilisierung erreicht wurde.

Die höchste festgestellte Temperatur muss auf die Bemessungs-Umgebungstemperatur des PDS korrigiert werden, indem die Differenz zwischen der Umgebungstemperatur während der Prüfung und der höchsten Bemessungs-Umgebungstemperatur addiert wird. Keine korrigierte Temperatur darf die Bemessungstemperatur des gemessenen Werkstoffes oder Bauelementes überschreiten.

Hinweis: Die Erwärmungsprüfung muss mit der thermischen Funktionsprüfung „Trockene Wärme“ durchgeführt werden. Siehe hierzu Abschnitt 5.10.1.2 dieses Prüfgrundsatzes.

### **5.5.9 Schutzleitersystem**

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.3.9.

Die Impedanz jedes Schutzanschlusskreises zwischen der PE-Anschlussklemme und den entsprechenden Punkten, die Teil jedes Schutzanschlusskreises sind, muss mit einem Strom von mindestens 10 A gemessen werden, der einer Stromquelle entnommen wird, deren Ausgang nicht geerdet ist und die eine höchste Leerlaufspannung von 24 V aufweist.

Wenn der Schutzanschluss nach den Regeln für den Querschnitt in 4.3.5.4 gemäß DIN EN 61800-5-1 ausgelegt wurde, darf die Impedanz  $0,02 \Omega$  nicht überschreiten.

Wenn der Schutzanschluss nach den Regeln in 4.3.5.3.3 gemäß DIN EN 61800-5-1 ausgelegt wurde, darf die Impedanz den Wert nicht überschreiten, der zur Erfüllung der zeitabhängigen Spannungsgrenzen nach Bild 7 gemäß DIN EN 61800-5-1 erforderlich ist.

## **5.6 Prüfungen des unsachgemäßen Betriebs**

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.4.

Vor den Betriebsprüfungen wird das Prüfmuster, wie in DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.3.8 zur Erwärmungsprüfung beschrieben, befestigt, angeschlossen und betrieben.

An allen Öffnungen, Griffen, Flanschen, Verbindungen und ähnlichen Stellen auf der Außenseite des Gehäuses muss Verbandwatte in einer Weise angeordnet werden, dass die Kühlung nicht wesentlich beeinflusst wird.

Die einzelnen Prüfungen müssen durchgeführt werden, bis sie von einer Schutzeinrichtung oder einem Schutzmechanismus (intern oder extern) beendet werden, bis ein Bauteil ausfällt oder die Temperatur sich stabilisiert.

Als Ergebnis der Prüfungen des unsachgemäßen Betriebs muss das PDS den nachfolgenden Anforderungen entsprechen:

- es dürfen keine Flammen oder geschmolzenes Material austreten;
- die Verbandwatte darf nicht entzündet werden;
- die Erdverbindung darf nicht unterbrochen werden;
- die Tür oder Abdeckung darf nicht aufgeblasen werden;
- während und nach der Prüfung dürfen berührbare SELV- und PELV-Stromkreise nicht unter Spannungen stehen, die größer als die zeitabhängige Spannung in Bild 7 aus DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 4.3.5.3.3 sind;
- während und nach der Prüfung dürfen aktive Teile mit einer höheren Spannung als DVC A nicht berührbar werden.

Das PDS braucht nach der Prüfung nicht mehr betriebsfähig zu sein und es besteht die Möglichkeit der Verformung des Gehäuses.

### **5.6.1 Ausfall einer Phase**

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.4.4.

Ein mehrphasiges PDS muss so betrieben werden, dass nacheinander jeder Außenleiter (einschließlich des Neutralleiters, falls verwendet) vom Eingang getrennt wird. Die Prüfung muss durch Trennen eines Außenleiters von der Ausrüstung zur Energiewandlung bei höchster bestimmungsgemäßer Belastung durchgeführt werden (diese besondere Anforderung darf bei Niederspannungs-PDS mit einem Bemessungs-Eingangsstrom von mehr als 500 A nachgebildet werden) und muss wiederholt werden, wobei bei der Inbetriebnahme des Betriebsmittels eine Zuleitung abgetrennt bleibt.

### **5.6.2 Ausfall der Kühlung**

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.4.5.

Bei einem PDS(SR) mit einer Kombination von Kühlmechanismen müssen alle zutreffenden Prüfungen durchgeführt werden. Die Prüfungen müssen nicht gleichzeitig durchgeführt werden.

#### **5.6.2.1 Betriebsunfähiger Lüftermotor**

Ein PDS mit Zwangsbelüftung muss bei der Bemessungsbelastung mit betriebsunfähigem Lüftermotor oder -motoren, einzeln oder in Verbindung mit einem Einzelfehler durch physikalische Behinderung ihrer Drehung, betrieben werden.

#### **5.6.2.2 Verschmutzter Filter**

Gekapselte PDS, die Belüftungsöffnungen mit Filtern haben, müssen zur Nachbildung von verschmutzten Filtern mit verschlossenen Öffnungen betrieben werden. Die Prüfung muss anfangs mit zu 50 % verschlossenen Öffnungen durchgeführt werden. Die Prüfung muss dann mit vollständig verschlossenen Öffnungen wiederholt werden.

#### **5.6.2.3 Verlust von Kühlmittel**

Ein flüssigkeitsgekühltes PDS wird mit Bemessungslast betrieben. Der Verlust des Kühlmittels muss durch Blockierung des Kühlmittelflusses oder durch Außerbetriebsetzung der Kühlpumpe des Systems nachgebildet werden. Nach Beendigung der Prüfung des Verlustes des Kühlmittels muss die Wechsel- oder Gleichspannungsprüfung nach 5.2.3.2 gemäß DIN EN 61800-5-1 durchgeführt werden.

## **5.7 Prüfung des elektronischen Motorüberlastungsschutzes**

Der Motor eines PDS muss gegen Übertemperatur geschützt werden. Für jeden angetriebenen Motor muss der Hersteller des PDS geeignete Schutzmaßnahmen auswählen, die von der Anwendung des Motors abhängig sind.

Hierzu gehört u.a. der elektronische Motorüberlastungsschutz eines CDM/BDM, welcher einschließen kann:

- Erhaltung des thermischen Gedächtnisses und/oder
- Drehzahlempfindlichkeit.

Mit dieser Prüfung muss an einem Prüfmuster eines repräsentativen Modells nachgewiesen werden, dass der elektronische Motorüberlastungsschutz innerhalb der festgelegten Grenzen arbeitet.

Vor allen Betriebsprüfungen wird das Prüfmuster, wie in DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.3.8 zur Erwärmungsprüfung beschrieben, befestigt, angeschlossen und betrieben und anschließend der Überlastungsbedingung ausgesetzt.

Der Motor darf durch eine elektronische Last oder eine Drosselspule nachgebildet werden.

Es wird gefordert, dass das PDS(SR)/CDM/BDM nach der Prüfung betriebsfähig ist und jede Anforderung der nachfolgend beschriebenen Prüfungen erfüllt.

### **5.7.1 Elektronischer Motorüberlastungsschutzes des CDM/BDM**

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.8.4.

Für den Nachweis der Funktionalität des elektronischen Motorüberlastschutzes muss die Prüfung bei jedem Strom durchgeführt werden, der entsprechend der Überlastungsauslösebedingung gemäß Tabelle 1 nachgeprüft werden kann.

CDM/BDM mit festen Werten des Überlastungsschutzes müssen den Angaben in der Tabelle 1 dieses Prüfgrundsatzes mit der festen Einstellung entsprechen. CDM/BDM mit einstellbaren Werten des Überlastungsschutzes müssen den Angaben der Tabelle 1 mit der jeweils höchsten und niedrigsten Einstellung entsprechen.

Der elektronische Motorüberlastungsschutz im repräsentativen Modell muss an jedem Punkt unterhalb der Grenzwerte der Tabelle 1 auslösen.

**Tabelle 1 – Maximale Auslösezeit für die Prüfung des elektronischen Motorüberlastungsschutzes**

| <b>Vielfaches des Stromeinstellwertes</b> | <b>Maximale Auslösezeit</b> |
|---|-----------------------------|
| 7,2                                       | 20 s                        |
| 1,5                                       | 8 min                       |
| 1,2                                       | 2 h                         |

Anmerkung 1: Der Stromeinstellwert ist definiert als der Bemessungsstrom des zu schützenden Motors entsprechend seinem Typenschild.

Anmerkung 2: Diese Tabelle deckt die Mindestanforderung für elektronische Überlastrelais der Klasse 20 nach IEC 60947-4-1:2009, 8.2.1.5.1.1 ab.

### 5.7.2 Erhaltung des thermischen Gedächtnisses bei Abschaltung des Motors

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.8.5.

Der Zweck dieser Prüfung ist der Nachweis, dass die zuvor bewertete Funktionalität des elektronischen Motorüberlastschutzes das thermische Gedächtnis erhält, wenn das CDM/BDM nach einer Auslösung wieder eingeschaltet wird.

Die Prüfung wird wie folgt durchgeführt:

- das thermische Gedächtnis des CDM/BDM wird zurückgesetzt;
- das CDM/BDM ist bei jedem Vielfachen des Stromeinstellwertes nach Tabelle 1 bis zum Auslösen des Überlastungsschutzes des CDM/BDM zu betreiben;
- die Dauer zwischen dem Beginn der Überlastungsbedingung und dem Auslösen ist die erste abgelaufene Zeit;
- diese Prüfung ist ohne zwischenzeitliches Abschalten der Stromversorgung mit derselben Überlastungsbedingung innerhalb einer kürzeren Dauer als der ersten abgelaufenen Zeit zu wiederholen;
- das CDM/BDM ist bis zum erneuten Auslösen des Überlastungsschutzes des CDM/BDM zu betreiben;
- die Dauer zwischen dem Beginn der zweiten Überlastungsbedingung und dem Auslösen ist die zweite abgelaufene Zeit.

Die Übereinstimmung ist nachgewiesen, wenn die zweite abgelaufene Zeit bis zum Auslösen kürzer ist als die erste abgelaufene Zeit.

Zu den Anforderungen an Informationen siehe DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 6.3.8.

### **5.7.3 Erhaltung des thermischen Gedächtnisses bei Ausfall der Stromversorgung**

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.8.6.

Der Zweck dieser Prüfung ist der Nachweis, dass der zuvor bewertete elektronische Motorüberlastungsschutz das thermische Gedächtnis erhält, wenn das CDM/BDM nach einer Auslösung und dem Ausfall der Versorgungsspannung wieder eingeschaltet wird.

Die Prüfung wird wie folgt durchgeführt:

- a) das thermische Gedächtnis des CDM/BDM wird zurückgesetzt;
- b) das CDM/BDM ist bei jedem Vielfachen des Stromeinstellwertes nach Tabelle 1 bis zum Auslösen des Überlastungsschutzes des CDM/BDM zu betreiben;
- c) die Dauer zwischen dem Beginn der Überlastungsbedingung und dem Auslösen ist die erste abgelaufene Zeit;
- d) alle Stromversorgungen des CDM/BDM sind abzuschalten;
- e) es ist abzuwarten, bis alle Schaltungen für Regelungs-/Steuerungsfunktionen ihren Betrieb eingestellt haben, mit Ausnahme der Schaltungen, die von einer internen Quelle versorgt werden, z. B. von einer Batterie;
- f) alle Stromversorgungen des CDM/BDM sind wiederherzustellen;
- g) diese Prüfung ist mit derselben Überlastungsbedingung innerhalb einer kürzeren Dauer als der ersten abgelaufenen Zeit zu wiederholen;
- h) das CDM/BDM ist bis zum erneuten Auslösen des Überlastungsschutzes des CDM/BDM zu betreiben;
- i) die Dauer zwischen dem Beginn der zweiten Überlastungsbedingung und dem Auslösen ist die zweite abgelaufene Zeit.

Die Übereinstimmung ist nachgewiesen, wenn die zweite abgelaufene Zeit bis zum Auslösen kürzer ist als die erste abgelaufene Zeit.

Schritt e) darf übergangen werden, wenn der Hersteller nachweist, dass die gespeicherten Daten des thermischen Gedächtnisses für eine ausreichend lange Dauer erhalten bleiben, um den Schutz des Motors sicherzustellen.

Zu den Anforderungen an Informationen siehe DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 6.3.8.

### **5.7.4 Drehzahlempfindlichkeit des elektronischen Motorüberlastungsschutzes**

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.8.7.

Der Zweck dieser Prüfung ist der Nachweis, dass die zuvor bewertete Funktionalität des elektronischen Motorüberlastungsschutzes das thermische Gedächtnis bei verringerter Motordrehzahl erhält.

Anmerkung: Motoren mit einem auf der Welle angebrachten Lüfterkranz werden bei niedriger Drehzahl weniger gekühlt.

Die Prüfung wird wie folgt durchgeführt:

- a) das thermische Gedächtnis des CDM/BDM wird zurückgesetzt;
- b) das CDM/BDM ist bei 40 % der Bemessungsausgangsfrequenz oder Bemessungsausgangsspannung und bei jedem Vielfachen des Stromeinstellwertes nach Tabelle 1 bis zum Auslösen des Überlastungsschutzes des CDM/BDM zu betreiben;
- c) die Dauer zwischen dem Beginn der Überlastungsbedingung und dem Auslösen ist die erste abgelaufene Zeit;
- d) das thermische Gedächtnis des CDM/BDM wird zurückgesetzt;
- e) das CDM/BDM ist bei 20 % der Bemessungsausgangsfrequenz oder Bemessungsausgangsspannung und bei derselben Überlastungsbedingung wieder in Betrieb zu nehmen;
- f) das CDM/BDM ist bis zum erneuten Auslösen des Überlastungsschutzes des CDM/BDM zu betreiben;
- g) die Dauer zwischen dem Beginn der zweiten Überlastungsbedingung und dem Auslösen ist die zweite abgelaufene Zeit.

Die Übereinstimmung ist nachgewiesen, wenn die zweite abgelaufene Zeit bis zum Ansprechen des Überlastungsschutzes kürzer ist als die aufgezeichnete erste abgelaufene Zeit.

Wenn die Prüfung von CDM/BDM mit den vorstehend angegebenen Werten aufgrund der Motorkennwerte nicht möglich ist, dürfen für Frequenz und Spannung geeignetere Werte ausgewählt werden.

Sind Motor und CDM/BDM für das PDS bekannt, dürfen die Grenzwerte der vorstehend genannten Prüfgrenzwerte in Abhängigkeit von den Motorkennwerten ausgewählt werden.

Zu den Anforderungen an Informationen siehe DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 6.3.8.

## **5.8 Werkstoffprüfungen**

### **5.8.1 Allgemeines**

Die Entzündungsgefahr durch hohe Temperaturen muss durch die Auswahl und den Einsatz entsprechender Bauelemente und durch einen geeigneten Aufbau so gering wie möglich gehalten werden. Die Übereinstimmung mit den Anforderungen der DIN EN 61800-5-1; Abschnitte 4.4.2 bis 4.4.5 muss durch Besichtigen des Bauteils und der Werkstoffdatenblätter und gegebenenfalls durch Prüfung nachgewiesen werden.

## **5.8.2 Isolierstoffe**

### **5.8.2.1 Allgemeines**

Ein Werkstoff, der für die direkte Aufnahme eines nicht isolierten aktiven Teils verwendet wird, muss den nachfolgenden Anforderungen entsprechen:

Der Isolierstoff muss für die Höchsttemperatur, die er bei der Bestimmung mit der Erwärmungsprüfung (DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.3.8.) annimmt, geeignet sein. Es muss beachtet werden, ob der Isolierstoff zusätzlich mechanische Festigkeit aufweisen muss oder nicht und ob das aktive Teil während des Einsatzes Stößen ausgesetzt sein kann oder nicht.

Darüber hinaus muss der Isolierstoff einen CTI-Wert von 100 oder mehr aufweisen. Wenn Grundstoffe nach Tabelle 14 der DIN EN 61800-5-1 verwendet werden, ist keine weitere Bewertung erforderlich.

Der Nachweis kann mithilfe von Datenblättern erbracht werden. Sollte dies nicht möglich sein, muss der Isolierstoff die Prüfung mit dem Glühdraht bei einer Prüftemperatur von 850 °C (DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.5.2.) bestehen.

### **5.8.2.2 Glühdrahtprüfung**

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.5.2. bei einer Prüftemperatur von 850 °C. Das Prüfverfahren ist in DIN EN 60695-2-10 und DIN EN 60695-2-13 beschrieben.

Der Prüfling hat die Prüfung erfolgreich bestanden, wenn

- keine Entzündung des Prüflings aufgetreten ist oder
- die längste andauernde und kontinuierliche Verbrennung mit Flammenbildung für jedes einzelne Auftreten von Entflammung nicht länger als 5 s anhält und der Prüfling dabei nicht völlig verzehrt wurde.

## **5.8.3 Gehäusewerkstoffe**

### **5.8.3.1 Allgemeines**

Werkstoffe, die für Gehäuse von PDS verwendet werden, müssen die Prüfanforderungen nach DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.5.4 erfüllen.

- Metalle, keramische Werkstoffe und Glas, die wärmebeständig getempert, mit Draht verstärkt oder laminiert sind, werden ohne Prüfung als übereinstimmend angesehen.
- Ein Werkstoff wird ohne Prüfung als übereinstimmend angesehen, wenn er an der kleinsten Dicke eine Entflammbarkeitsklasse 5VA nach IEC 60695-11-20 aufweist.
- Bauelemente, die eine Öffnung in einem Gehäuse ausfüllen und für diese Art der Befestigung vorgesehen sind (wie z.B. Schalter, Gerätestecker, Kontrollleuchten), brauchen

nicht auf Übereinstimmung mit den Anforderungen für die Entflammbarkeit von 5.2.5.4 bewertet zu werden. Vorausgesetzt sie genügen den Entflammbarkeitsaspekten der entsprechenden IEC-Norm für das Bauelement.

Übereinstimmung wird durch Sichtprüfung und, sofern erforderlich, durch die Entflammbarkeitsprüfung nachgewiesen.

Der Nachweis kann mithilfe von Datenblättern erbracht werden. Sollte dies nicht möglich sein, muss der Gehäusewerkstoff die Entflammbarkeitsprüfung (DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.5.4.) bestehen.

### **5.8.3.2 Entflammbarkeitsprüfung**

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.5.4.

Im Ergebnis dieser Prüfung müssen alle nachfolgenden Bedingungen erfüllt werden:

- Der Werkstoff darf nach der fünften 5 s dauernden Anwendung der Prüfflamme mit einem Abstand 5 s zwischen den Anwendungen der Flamme nicht mehr als 1 min weiterbrennen und
- es dürfen zu keiner Zeit während der Prüfung vom Prüfmuster brennende Tropfen oder brennende oder glühende Teilchen abgegeben werden, die die Verbandwatte 305 mm unter dem Prüfmuster entzünden.

## **5.9 Hydrostatischer Druck**

Diese Prüfung ist bei flüssigkeitsgekühlten PDS erforderlich.

Rohrleitungen, Verbindungsstellen und Abdichtungen von Kühlsystemen müssen so ausgeführt sein, dass bei Druckabweichungen während der Lebensdauer der Ausrüstung keine Undichtigkeit auftritt. Das gesamte Kühlsystem einschließlich Rohrleitungen muss die Anforderungen der hydrostatischen Druckprüfung erfüllen.

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.7.

Bei der Typprüfung eines flüssigkeitsgekühlten PDS muss der Druck im Kühlsystem stufenweise erhöht werden, bis eine Überdruckeinrichtung anspricht (falls vorhanden) oder bis der doppelte Betriebsdruck oder der 1,5-fache Wert der höchsten Druckbemessung des Systems erreicht ist, je nachdem welcher Wert höher ist.

Der Druck muss mindestens für eine Minute aufrechterhalten bleiben.

Durch die Prüfung dürfen keine thermischen Gefahren, Gefahren durch Schock oder andere Gefahren entstehen. Während der Prüfung darf es keinen großen Austritt von Kühlmitteln oder keinen Druckverlust geben, außer wenn eine Überdruckeinrichtung anspricht.

## 5.10 Umweltprüfungen

### 5.10.1 Allgemeines

Mit diesen Prüfungen soll der Nachweis erbracht werden, dass das PDS(SR) für den Einsatz unter den zu erwartenden Umgebungsbedingungen geeignet ist.

Die angewendeten Prüfschärfegrade spiegeln die Bedingungen in einer geschützten industriellen Umgebung wider und stellen Mindestanforderungen für eine sicherheitsrelevante Betrachtung dar. Die tatsächlich zu erwartenden Bedingungen hängen aber vom Anwendungsfall und dem Einsatzort ab und können hiervon abweichen. In einem solchen Fall sind die Prüfschärfegrade entsprechend anzupassen.

### 5.10.2 Übersicht der erforderlichen Umweltprüfungen

Anforderungen an die Umweltprüfungen für PDS(SR) sind sowohl in der DIN EN 61800-5-1 als auch in der DIN EN 61800-5-2 definiert. Ergänzt wird die Auflistung in den genannten Normen durch Einzelprüfungen, die in Prüfgrundsätzen des IFA standardmäßig auch für andere sicherheitsrelevante Komponenten und Steuerungen im Bereich der Maschinensicherheit gefordert werden.

Die folgende **Tabelle 2** gibt eine Übersicht darüber, welche Umweltprüfungen in welcher Prüfgrundlage gefordert wird.

| DIN EN 61800-5-1                      | DIN EN 61800-5-2                                 | IFA - Prüfgrundsätze |
|---------------------------------------|--|----------------------|
| <b><i>Klimatische Prüfungen:</i></b>  |  |                      |
| ---                                   | ---  | Kälte                |
| Trockene Wärme<br>(Abschn. 5.2.6.3.1) | Trockene Wärme<br>(Verweis auf DIN EN 61800-5-1) | Trockene Wärme       |
| Feuchte Wärme<br>(Abschn. 5.2.6.3.2)  | ---  | Feuchte Wärme        |
| <b><i>Mechanische Prüfungen:</i></b>  |  |                      |
| Schwingen<br>(Abschn. 5.2.6.4)        | Schwingen<br>(Verweis auf DIN EN 61800-5-1)      | Schwingen            |
| ---                                   | Schocken<br>(Verweis auf DIN EN 61800-2)         | Schocken             |
| <b><i>EMV Prüfungen:</i></b>          |  |                      |
| ---                                   | EMV-Störfestigkeit<br>(Abschnitt 9.3)            | EMV-Störfestigkeit   |

### 5.10.3 Annahmekriterien zu den klimatischen und mechanischen Prüfungen

Gemäß DIN EN 61800-5-1 müssen während bzw. nach den Prüfungen die folgenden Annahmekriterien erfüllt werden:

- keine Zerstörung von sicherheitsbezogenen Bauteilen des PDS(SR)/CDM/BDM;
- kein möglicherweise gefährdendes Verhalten des PDS(SR)/CDM/BDM während der Prüfung;
- kein aktives Teil wird berührbar;
- keine Risse im Gehäuse und keine Beschädigung oder kein Lösen von Isolatoren;
- Bestehen der Wechsellspannungs- oder Gleichspannungsprüfung nach 5.2.3.2;
- Bestehen der Prüfung des Schutzanschlusses nach 5.2.3.9;
- kein möglicherweise gefährliches Verhalten, wenn das PDS(SR)/CDM/BDM nach der Prüfung in Betrieb genommen wird.

Gemäß DIN EN 61800-5-2 gilt für die mechanischen Prüfungen folgendes. Die Sicherheits-Teilfunktionen des PDS(SR):

- bleiben innerhalb ihrer festgelegten Grenzen für die funktionale Sicherheit, oder
- dürfen zeitweise oder dauerhaft ihre festgelegten Grenzen für die funktionale Sicherheit überschreiten, wenn das PDS(SR) auf die mechanische Störung so reagiert, dass ein definierter sicherer Zustand (Fail-safe-Zustand) des PDS(SR) aufrecht erhalten bleibt oder innerhalb der festgelegten längsten Fehlerreaktionszeit erreicht wird.

Zur Überwachung der Sicherheits-Teilfunktionen während der Einwirkung sind Prüfaufbau und Prüfablauf so zu gestalten, dass eine mögliche Beeinflussung auch tatsächlich festgestellt werden kann. Hierbei muss nicht zwangsläufig ein Test aller vorgesehenen Sicherheits-Teilfunktionen erfolgen, sofern eine vollständige Abdeckung der zu testenden Hardware gewährleistet ist.

Als hilfreiche Mittel zur Überwachung und Fehleraufdeckung haben sich separate Schreiber, Datenlogger, Speicherrelais, Zählrelais oder auch die Fehlermeldungen am Prüfling selbst bewährt. Die Stillstands-Überwachung des Motors (z.B. bei STO) kann über mechanische Hilfsmittel oder einen Drehgeber erfolgen. Eine Geschwindigkeitsüberschreitung (z.B. bei SLS) kann über einen zusätzlichen Tachogenerator erkannt werden.

#### **5.10.4 Klimatische Prüfungen**

Es müssen Prüfungen der klimatischen Unempfindlichkeit jeder Sicherheits-Teilfunktion, einschließlich der zugehörigen Diagnose, durchgeführt werden.

##### **5.10.4.1 Kälte**

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 60068-2-1, Prüfung Ad, unter Berücksichtigung folgender Bedingungen.

Beanspruchungstemperatur: + 5 °C oder die niedrigste vom Hersteller festgelegte Umgebungstemperatur für den Betrieb, je nachdem welcher Wert niedriger ist.

Vorbehandlung: Der Prüfling ist spannungslos zu schalten. Danach ist die Temperatur-/Klimakammer auf die Beanspruchungstemperatur einzustellen.

Nachdem eine thermische Stabilisierung erreicht wurde (siehe DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.3.8), ist eine Verweildauer von mindestens 3 Stunden einzuhalten.

Anschließend ist die Spannungsversorgung des Prüflings einzuschalten, und ein Test der relevanten Sicherheits-Teilfunktionen hat zu erfolgen.

Die Prüfung ist wie folgt durchzuführen:

Dauer der Einwirkung: (16 ±1) h

Betriebsbedingungen: Betrieb bei minimaler Belastung

Das PDS(SR) muss während und nach der Beanspruchung bestimmungsgemäß arbeiten. Änderungen im Betriebsverhalten müssen erkannt werden. Die Sicherheits-Teilfunktion bleibt während und nach der Einwirkung vollständig erhalten und funktioniert wie spezifiziert.

Hinweis:

Die Bauteile müssen für die spezifizierte untere Umgebungstemperatur geeignet sein. Die Überprüfung kann durch Sichtung der Datenblätter erfolgen.

##### **5.10.4.2 Thermische Funktionsprüfung (Trockene Wärme)**

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 60068-2-2, Prüfung Bd, unter Berücksichtigung folgender Bedingungen.

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Beanspruchungstemperatur: | + 40 °C oder die höchste vom Hersteller festgelegte Umgebungstemperatur für den Betrieb, je nachdem welcher Wert höher ist. |
| Dauer der Einwirkung:     | (16 ±1) h   |
| Betriebsbedingungen:      | Betrieb bei Nennbelastung   |

Die Prüfung muss mit der Erwärmungsprüfung nach DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.3.8 durchgeführt werden, um nachzuweisen, dass jede Sicherheits-Teilfunktion des PDS(SR) bei Bemessungsbetriebstemperatur bestimmungsgemäß arbeitet.

Änderungen im Betriebsverhalten müssen erkannt werden. Die Sicherheitsfunktion bleibt während und nach der Einwirkung vollständig erhalten und funktioniert wie spezifiziert.

#### **5.10.4.3 Feuchte Wärme, konstant**

Zum Nachweis der Feuchtebeständigkeit muss das CDM einer Prüfung mit feuchter Wärme (konstant) unterzogen werden.

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 60068-2-78, Prüfung Cab.

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Beanspruchungstemperatur: | (+40 ±2) °C  |
| rel. Luftfeuchte          | (93 +2/-3) %, ohne Kondensation  |
| Dauer der Einwirkung:     | 4 Tage   |
| Betriebsbedingungen:      | Gerät wird nicht betrieben,<br>Die Stromversorgung ist nicht angeschlossen |

Die Nachbehandlungszeit beträgt mindestens 1 h. Vor der Durchführung der Isolationsprüfung mit Wechsel- oder Gleichspannung gemäß DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 5.2.3.2, muss jede äußere und innere Kondensation durch einen Luftstrom beseitigt werden.

#### **5.10.5 Prüfung der mechanischen Festigkeit**

##### **5.10.5.1 Allgemeines**

Das PDS(SR) muss eine ausreichende mechanische Festigkeit gegenüber den bestimmungsgemäß zu erwartenden Beanspruchungen, z.B. Erschütterungen, Schläge oder Stöße haben. Zum Nachweis der mechanischen Festigkeit muss eine Schwingprüfung und eine Schockprüfung durchgeführt werden.

Für PDS(SR) mit einer Masse von mehr als 100 kg dürfen diese Prüfungen an Unterbaugruppen durchgeführt werden.

### 5.10.5.2 Schwingprüfung

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 60068-2-6, Prüfung Fc.

|                           |   |  |
|---------------------------|---|--|
| Schwingung:               | sinusförmig   |  |
| Frequenzbereich:          | $10 \text{ Hz} \leq f \leq 57 \text{ Hz}$                     | $57 \text{ Hz} \leq f \leq 150 \text{ Hz}$ |
| Amplitude/Beschleunigung: | 0,075 mm  | $10 \text{ m/s}^2$                         |
| Schwingungsart:           | durchlaufend mit einer Geschwindigkeit von 1 Oktave/min       |  |
| Schwingungsdauer:         | 10 Durchläufe für jede von drei zueinander senkrechten Achsen |  |

Es müssen die zuvor genannten Annahmekriterien eingehalten werden.

Wenn Schaltgeräte zur Realisierung einer Sicherheits-Teilfunktion (z.B. STO) verwendet werden, muss die Überwachungseinrichtung in der Lage sein, jedes Schließen der Kontakte für länger als 0,2 ms zu erkennen.

### 5.10.5.3 Schockprüfung

Die Prüfung erfolgt gemäß DIN EN 60068-2-27, Prüfung Ea.

|                     |            |            |
|---------------------|------------|------------|
| Schockform:         | Halbsinus  |            |
| Beschleunigung:     | 15 g       | oder   5 g |
| Schockdauer:        | 11 ms      | 30 ms      |
| Anzahl der Schocks: | 3 je Achse |            |

Es müssen die zuvor genannten Annahmekriterien eingehalten werden.

Wenn Schaltgeräte zur Realisierung einer Sicherheits-Teilfunktion (z.B. STO) verwendet werden, muss die Überwachungseinrichtung in der Lage sein, jedes Schließen der Kontakte für länger als 0,2 ms zu erkennen.

## 5.10.6 Prüfung der elektromagnetischen Störfestigkeit

### 5.10.6.1 Allgemeines

Das PDS(SR) muss so gestaltet sein, dass es über die entsprechende elektromagnetische Störfestigkeit verfügt um für den Betrieb in der festgelegten oder zu erwartenden elektromagnetischen Umgebung (nach IEC 61800-3) geeignet zu sein.

### **5.10.6.2 Anforderungen an die Prüfung der elektromagnetischen Störfestigkeit**

Die Anforderungen für die Prüfung der elektromagnetischen Störfestigkeit sind in DIN EN 61800-5-2, Abschnitt 9.3 und Anhang E beschrieben.

Für den Nachweis der Übereinstimmung mit den Entwurfsanforderungen für ein PDS(SR) müssen die in den Tabellen E.1, E.2 und E.3 der DIN EN 61800-5-2 angegebenen Anforderungen an die Störfestigkeit angewendet werden.

Das PDS(SR) muss gegenüber den in den Spalten für die zweite Umgebung der Tabellen E.1, E.2 und E.3 angegebenen Anforderungen für die Störfestigkeit durch Prüfung verifiziert werden. Dies gilt auch, wenn die elektromagnetische Umgebung nicht bekannt ist oder vom PDS(SR)-Hersteller nicht angegeben wird.

Während der Prüfungen müssen die festgelegten Abschwächungsmaßnahmen angewendet werden, um ihre Wirksamkeit nachzuweisen.

### **5.10.6.3 Leistungskriterien zur Prüfung der elektromagnetischen Störfestigkeit**

Die folgenden Leistungskriterien müssen erfüllt werden, während das PDS(SR) bei den Prüfungen alle sicherheitsbezogenen Hardwareteile verwendet. Das Verhalten von nicht sicherheitsbezogenen Funktionen des PDS(SR) wird nicht betrachtet, es sei denn, sie werden als Indikatoren der Sicherheits-Teilfunktionen benutzt und ihr Ansprechen wurde einwandfrei nachgewiesen.

Darüber hinaus dürfen vom PDS(SR) keine Gefährdungen ausgehen, wenn elektromagnetische Störfestigkeitsprüfungen durchgeführt werden.

Sicherheits-Teilfunktionen des PDS(SR):

- müssen innerhalb ihrer festgelegten Grenzen für die funktionale Sicherheit (entspricht Kriterium A von IEC 61800-3) bleiben; oder
- dürfen zeitweise oder dauerhaft ihre festgelegten Grenzen für die funktionale Sicherheit überschreiten, wenn das PDS(SR) auf die elektromagnetische Störung so reagiert, dass ein definierter sicherer Zustand (Fail-safe-Zustand) des PDS(SR) aufrechterhalten bleibt oder innerhalb der festgelegten längsten Fehlerreaktionszeit erreicht wird.

Eine dauerhafte Verschlechterung der Sicherheits-Teilfunktion oder eine Zerstörung der Bauteile ist zulässig, sofern ein definierter sicherer Zustand aufrechterhalten bleibt oder innerhalb der festgelegten längsten Fehlerreaktionszeit erreicht wird.

Dieses Kriterium gilt für alle elektromagnetischen Erscheinungen, die für das PDS(SR) in einer vorgesehenen Anwendung von Bedeutung sind.

## **6 Informationen**

### **6.1. Allgemeines**

Es wird geprüft ob die dem PDS(SR) beigefügten Informationen die Anforderungen der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, DIN EN 61800-5-1 und DIN EN 61800-5-2 erfüllen.

### **6.2. Aufschriften und Kennzeichnung**

Auf dem PDS(SR) müssen mindestens die folgenden Angaben enthalten sein:

- Firmenname und vollständige Anschrift des Herstellers,
- Bezeichnung des PDS(SR),
- CE-Kennzeichnung,
- Baureihen- oder Typenbezeichnung,
- ggf. Seriennummer,
- Baujahr,
- Nennspannung,
- Nennstrom,
- Nennleistung,
- IP-Schutzart,
- Warnhinweis zur Kondensatorentladung
- Hinweis über die Eignung für den Einsatz in explosionsgefährdeter Umgebung (falls zutreffend),
- Gewicht  
(falls das Gerät mit Hebezeugen gehandhabt werden muss)

Diese Angaben müssen gut erkennbar, deutlich lesbar (eine Schrifthöhe von 2 mm wird als gut lesbar angesehen) und dauerhaft auf dem PDS(SR) angebracht sein.

Die Dauerhaftigkeit kann durch Reiben jeweils 15 s mit einem wasser- und einem mit Testflüssigkeit\*) getränktem Baumwolltuch nachgewiesen werden.

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 wird das chemische Produkt mit der Handelsbezeichnung „n-Hexan zur Analyse“ verwendet, welches die Anforderungen der in DIN EN 60335-1 und DIN EN 60950-1 definierten Testflüssigkeit erfüllt.*

## **6.3. Anwenderdokumentation**

### **6.3.1. Informationen zur Auswahl, Inbetriebnahme, Betrieb und Instandhaltung**

Für die sichere Auswahl, die Errichtung und Inbetriebnahme, den Betrieb und die Instandhaltung des PDS(SR) ist eine Anwenderdokumentation mit folgenden Inhalten erforderlich. Einzelheiten hierzu sind der DIN EN 61800-5-1, Abschnitt 6 zu entnehmen:

#### a) Informationen zur Auswahl

- Name des Herstellers,
- Katalognummer oder Gleichwertiges,
- Bemessungsdaten für Spannung, Strom und Leistung mit Anzahl der Phasen, Frequenzbereich,
- Schutzklasse, usw.,
- Typ des Versorgungsnetzes (z.B. TN, IT),
- Bemessungswert des Kurzschlussstroms und Kennwerte der Schutzeinrichtung,
- Kühlmittel (bei flüssigkeitsgekühlten Produkten),
- IP-Schutzart,
- Umgebungsbedingungen für Betrieb und Lagerung,
- Verweis auf zutreffende internationale Normen.

#### b) Informationen für die Errichtung und Inbetriebnahme

- Maße und Gewicht,
- Einzelheiten zur Handhabung und Montage,
- Umgebungsbedingungen für Lagerung und Betrieb (Temperatur, Luftfeuchte, Höhenlage, Vibrationen, usw.),
- Anforderungen an den Motor,
- Anschluss- und Verdrahtungspläne,
- Angaben zu den Anschlussklemmen,
- Schutzerfordernungen bzgl. Berührungsschutz und elektrischer Sicherheit,
- Anforderungen an Erdung,
- Angaben zu Strom im Schutzleiter,
- spezielle Anforderungen an Kabel und Verbindungen,
- Überstrom- bzw. Kurzschlussschutz (netzseitig),
- Überlastungs- und Übertemperaturschutz des Motors,
- Informationen zur Inbetriebnahme.

#### c) Informationen zum Einsatz

- Allgemeines zum sicheren Betrieb,

- Angaben zu Einstellmöglichkeiten durch den Anwender,
- Anforderungen an Schilder, Zeichen und Signale.

d) Informationen zur Instandhaltung

- Beschreibung des Instandhaltungsverfahrens,
- Instandhaltungspläne,
- Lage von aktiven Teilen, die berührbar sein könnten, wenn Abdeckungen entfernt werden,
- Verfahren zur Reparatur und Ersatz von Unterbaugruppen,
- Einstellverfahren,
- Verzeichnis von Spezialwerkzeugen (falls erforderlich),
- Warnhinweis zur Kondensatorentladung,
- Warnhinweise zu automatischem Wiederanlauf,
- Verwendung von Spannungs- bzw. Stromwandler,
- weitere Gefahren.

### **6.3.2. Informationen und Anweisungen für eine sichere Anwendung eines PDS(SR)**

Für eine sichere Anwendung des PDS(SR) müssen die folgenden Informationen vom Hersteller angegeben und dem Anwender zur Verfügung gestellt werden. Einzelheiten hierzu sind der DIN EN 61800-5-2, Abschnitt 7 zu entnehmen.

a) Funktionale Spezifikation jeder Sicherheits-Teilfunktion

- Beschreibung der Sicherheits-Teilfunktionen, Schnittstellen, Fehlerreaktionen, Antwortzeiten, Betriebsarten, Prioritäten, usw.

b) Angaben zur Sicherheitsintegrität für jede Sicherheits-Teilfunktion

- SIL oder SIL-Fähigkeit, PFH<sub>D</sub>-Wert;
- PL und Kategorie nach DIN EN ISO 13849-1 (falls anwendbar.)

c) Umgebungs- und Betriebsbedingungen (einschl. EMV)

- Für Lagerung, Transport, Inbetriebnahme, Betrieb, Prüfung und Instandhaltung.

d) Einschränkungen für das PDS(SR) im Hinblick auf

- Umgebungsbedingungen;
- Gebrauchsdauer;
- Anforderungen an Prüfung, Kalibrierung und Instandhaltung (z.B. begrenzte Anzahl von Betätigungen bei Relais);
- Grenzen der Anwendung, um systematische Ausfälle zu verhindern;

- alle Informationen über Hardware- und Softwareversionen, die für die Sicherheits-Teilfunktionen zulässig sind;
  - den Umstand, dass die Sicherheits-Teilfunktionen einen Ausfall von nicht sicherheitsbezogenen Teilfunktionen nicht verhindern können.
- e) Richtlinien für die Errichtung und Inbetriebnahme (einschließlich Einstellungen und Parametrierung).

f) Anforderungen an die Konfigurationsprüfung

Die Konfigurationsprüfung wird nach der Inbetriebnahme oder der Modifikation einer bestimmten Anwendung durchgeführt, um sicherzustellen, dass die verwendeten Sicherheits-Teilfunktionen des PDS(SR) wie vorgesehen konfiguriert wurden.

Mindestens die folgenden Punkte müssen aufgezeichnet werden:

- eine Beschreibung der Anwendung einschließlich eines Bildes;
- eine Beschreibung der sicherheitsbezogenen Bauteile (einschließlich Softwareversionen), die in der Anwendung benutzt werden;
- eine Liste der in der PDS(SR)-Anwendung verwendeten Sicherheits-Teilfunktionen;
- die Ergebnisse aller Prüfungen dieser Sicherheits-Teilfunktionen unter Anwendung der vorgegebenen Prüfverfahren;
- eine Liste aller sicherheitsbezogenen Parameter und ihrer Werte im PDS(SR);
- Prüfsummen, Prüfdatum und Bestätigung der durchgeführten Konfigurationsprüfung durch das Prüfpersonal.

Konfigurationsprüfungen für PDS(SR) in baugleichen Anwendungen dürfen als eine einzelne Typprüfung der baugleichen Anwendung durchgeführt werden, sofern sichergestellt werden kann, dass die Sicherheits-Teilfunktionen in allen Geräten wie vorgesehen konfiguriert werden.

g) Diagnosetests

- durch den Anwender,
- durch eine Steuerungskomponente.

h) Betriebs- und Instandhaltungsverfahren

- Routinehandlungen zur Aufrechterhaltung der funktionalen Sicherheit des PDS(SR);
- Handlungen zur Verhinderung eines gefahrbringenden Zustands;
- Verfahren zur Fehlerdiagnose, Reparatur und erneuter Validierung;
- notwendige Werkzeuge zur Instandhaltung und erneuten Validierung;
- Routinehandlungen zur Instandhaltung der Anwendung des PDS(SR).

i) EG-Konformitätserklärung gemäß Anhang II, Teil 1, Abschnitt A, der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG

**Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)**

Leiter der Prüf- und Zertifizierungsstelle

Fachzertifizierer

---

---

---

## Anhang B – Änderungshistorie

- 08/13 erste Ausgabe
- 11/17 Anpassung an aktuelle Normen
- 01/21 Anpassung an aktuelle Normen und Fehlerbeseitigung

### Bezugsquellen:

- Prüfgrundsätze: DGUV Test, Prüf- und Zertifizierungssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Geschäftsstelle DGUV Test, Alte Heerstraße 111, 53757 Sankt Augustin  
<http://www.dguv.de/dguv-test/prod-pruef-zert/pruefgrundsaeetze-erfahrung/pruefgrundsaeetze/index.jsp>
- BGG <http://www.dguv.de/de/mediencenter/publikation/index.jsp>
- DIN-Normen: Beuth-Verlag GmbH, 10787 Berlin