

	DIN EN 61800-5-1 (VDE 0160-105-1)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 29.130	<p>Ersatz für DIN EN 61800-5-1 (VDE 0160-105):2003-09 und DIN EN 61800-5-1 Berichtigung 1 (VDE 0160-105 Berichtigung 1):2004-03 und DIN EN 61800-5-1 Berichtigung 2 (VDE 0160-105 Berichtigung 2):2006-01 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit</p> <p>Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl – Teil 5-1: Anforderungen an die Sicherheit – Elektrische, thermische und energetische Anforderungen (IEC 61800-5-1:2007); Deutsche Fassung EN 61800-5-1:2007</p> <p>Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-1: Safety requirements – Electrical, thermal and energy (IEC 61800-5-1:2007); German version EN 61800-5-1:2007</p> <p>Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 5-1: Exigences de sécurité – Electrique, thermique et énergétique (CEI 61800-5-1:2007); Version allemande EN 61800-5-1:2007</p> <p>Gesamtumfang 124 Seiten</p> <p>DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE</p>	

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2007-08-01 angenommene EN 61800-5-1 gilt als DIN-Norm ab 2008-04-01.

Daneben dürfen **DIN EN 61800-5-1 (VDE 0160-105):2003-09**, **DIN EN 61800-5-1 Berichtigung 1 (VDE 0160-105 Berichtigung 1):2004-03** und **DIN EN 61800-5-1 Berichtigung 2 (VDE 0160-105 Berichtigung 2):2006-01** noch bis 2010-08-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 61800-5-1 (VDE 0160-105-1):2006-05.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 226 „Ausrüstung von Starkstromgeräten und -anlagen mit elektronischen Betriebsmitteln“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 22G „Adjustable speed electric drive systems incorporating semiconductor power converters“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (maintenance result date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 61800-5-1 (VDE 0160-105):2003-09**, **DIN EN 61800-5-1 Berichtigung 1 (VDE 0160-105 Berichtigung 1):2004-03** und **DIN EN 61800-5-1 Berichtigung 2 (VDE 0160-105 Berichtigung 2):2006-01** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Ergänzung eines alphabetischen Verzeichnisses der Begriffe von Abschnitt 3 in Tabelle 1;
- b) Ergänzung von Tabelle 2 in 4.1 mit dem Geltungsbereich der Anforderungen für PDS/CDM/BDM^{*)};
- c) Ergänzung von Tabelle 4 mit einer Zusammenfassung der Anforderungen an die maßgeblichen Spannungsklassen;
- d) Erweiterung des Abschnittes über den Schutzanschluss (4.3.5.3);
- e) Klärung des Unterschiedes zwischen Berührungsstrom und Strom im Schutzleiter;
- f) Überarbeitung des Abschnittes über die Isolierung (jetzt 4.3.6) und Aufnahme von fester Isolierung;
- g) Ergänzung der Überspannungskategorien I und II für HV^{*)}-Isolationsspannung;
- h) Überarbeitung des Abschnittes über feste Isolierung (jetzt 4.3.6.8);
- i) Ergänzung der Hochfrequenzanforderungen an Isolierungen (4.3.6.9, Anhang E);
- j) Ergänzung der Anforderungen an flüssigkeitsgekühlte PDS (4.4.5);
- k) Ergänzung der Klimaprüfung und der Schwingprüfung (5.2.6);
- l) Klärung der Durchführung der Spannungsprüfung, um Überlastung der Basisisolierung zu vermeiden (5.2.3.2.3);
- m) Überarbeitung der Anforderungen an die Kurzschlussprüfung für große PDS, Hochspannungs-PDS und Zweipunkt-PDS (jetzt 5.2.3.6);
- n) Ergänzung des informativen Anhangs B zur Herabsetzung der Überspannungskategorie.

^{*)} BDM = **B**asic **D**rive **M**odule = Leistungsteil
CDM = **C**omplete **D**rive **M**odule = kompletter Umrichter
PDS = **P**ower **D**rive **S**ystem = Antriebsanlage
HV = **H**igh **V**oltage = Hochspannung (> 1 000 V)

Frühere Ausgaben

DIN EN 61800-5-1 (VDE 0160-105): 2003-09

DIN EN 61800-5-1 Berichtigung 1 (VDE 0160-105 Berichtigung 1): 2004-03

DIN EN 61800-5-1 Berichtigung 2 (VDE 0160-105 Berichtigung 2): 2006-01

Nationaler Anhang NA
(informativ)**Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen**

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
Normen der Reihe EN 60034	Normen der Reihe IEC 60034	Normen der Reihe DIN EN 60034	–
EN 60034-1	IEC 60034-1	DIN EN 60034-1 (VDE 0530-1)	VDE 0530-1
EN 60034-5	IEC 60034-5	DIN EN 60034-5 (VDE 0530-5)	VDE 0530-5
EN 60034-9	IEC 60034-9	DIN EN 60034-9 (VDE 0530-9)	VDE 0530-9
–	IEC 60050-111	–	–
–	IEC 60050-151	–	–
–	IEC 60050-161	–	–
–	IEC 60050-191	–	–
–	IEC 60050-441	–	–
–	IEC 60050-442	–	–
–	IEC 60050-551	–	–
–	IEC 60050-601	–	–
HD 588.1 S1:1991	IEC 60060-1:1989	DIN IEC 60060-1 (VDE 0432-1):1994-06	VDE 0432-1
EN 60068-2-2:1993 + A1:1993	IEC 60068-2-2:1974 + IEC 68-2-2A:1976 + A1:1993	DIN EN 60068-2-2:1994-08 + A1:1993	–
EN 60068-2-6	IEC 60068-2-6	DIN EN 60068-2-6	–
EN 60068-2-78	IEC 60068-2-78	DIN EN 60068-2-78	–
EN 60071-1	IEC 60071-1	DIN EN 60071-1	VDE 0111-1

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60073	DIN IEC 60073 (VDE 0199)	VDE 0199
EN 60112 :2003	IEC 60112 :2003	DIN EN 60112 (VDE 0303-11) :2003-11	VDE 0303-11
EN 60204-11	IEC 60204-11	DIN EN 60204-11 (VDE 0113-11)	VDE 0113-11
Normen der Reihe EN 60309	Normen der Reihe IEC 60309	Normen der Reihe DIN EN 60309	–
HD 384.1 S2	IEC 60364-1 (mod)	DIN VDE 0100-100 (VDE 0100-100)	VDE 0100-100
HD 60364-5-54 :2007	IEC 60364-5-54 :2002 (mod)	DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540) :2007-06	VDE 0100-540
Normen der Reihe EN 60417	Normen der Reihe IEC 60417	Normen der Reihe DIN EN 60417	–
EN 60529:1991 + A1:2000	IEC 60529 :1989 + A1 :1999	DIN EN 60529 (VDE 0470-1) :2000-09	VDE 0470-1
Normen der Reihe EN 60617	Normen der Reihe IEC 60617	Normen der Reihe DIN EN 60617	–
EN 60664-1 :2003	IEC 60664-1 :1992 + A1 :2000 + A2 :2002	DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1) :2003-11	VDE 0110-1
EN 60664-3 :2003	IEC 60664-3 :2003	DIN EN 60664-3 (VDE 0110-3) :2003-09	VDE 0110-3
EN 60664-4 :2006	IEC 60664-4 :2005	DIN EN 60664-4 (VDE 0110-4) :2006-06	VDE 0110-4
EN 60695-2-10	IEC 60695-2-10	DIN EN 60695-2-10 (VDE 0471-2-10)	VDE 0471-2-10
EN 60695-2-13	IEC 60695-2-13	DIN EN 60695-2-13 (VDE 0471-2-13)	VDE 0471-2-13
EN 60695-11-10	IEC 60695-11-10	DIN EN 60695-11-10 (VDE 0471-11-10)	VDE 0471-11-10
EN 60695-11-20	IEC 60695-11-20	DIN EN 60695-11-20 (VDE 0471-11-20)	VDE 0471-11-20
–	IEC 60755	–	–
EN 60947-7-1 :2002	IEC 60947-7-1 :2002	DIN EN 60947-7-1 (VDE 0611-1) :2003-07	VDE 0611-1
EN 60947-7-2 :2002	IEC 60947-7-2 :2002	DIN EN 60947-7-2 (VDE 0611-3):2003-07	VDE 0611-2
EN 60990:1999	IEC 60990:1999	DIN EN 60990 (VDE 0106-102):2000-10	VDE 0106-102
–	IEC 61140	–	–
–	IEC 61180-1	–	–
EN 61230	IEC 61230	DIN EN 61230 (VDE 0683-100)	VDE 0683-100

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 61643-12	–	–
EN 61800-1	IEC 61800-1	DIN EN 61800-1 (VDE 0160-101)	VDE 0160-101
EN 61800-2	IEC 61800-2	DIN EN 61800-2 (VDE 0160-102)	VDE 0160-102
EN 61800-4	IEC 61800-4	DIN EN 61800-4 (VDE 0160-104)	VDE 0160-104
EN 62020	IEC 62020	DIN EN 62020 (VDE 0663)	VDE 0663
–	IEC 62079	–	–
EN 62271-102	IEC 62271-102	DIN EN 62271-102 (VDE 0671-102)	VDE 0671-102
–	Normen der Reihe ISO 3864	Normen der Reihe DIN ISO 3864	–
–	ISO 7000:2004	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

Normen der Reihe

DIN EN 60034 (alle Teile), *Drehende elektrische Maschinen*

DIN EN 60034-1 (VDE 0530-1), *Drehende elektrische Maschinen – Teil 1: Bemessung und Betriebsverhalten*

DIN EN 60034-5 (VDE 0530-5), *Drehende elektrische Maschinen – Teil 5: Schutzarten aufgrund der Gesamtkonstruktion von drehenden elektrischen Maschinen (IP-Code) – Einteilung*

DIN EN 60034-9 (VDE 0530-9), *Drehende elektrische Maschinen – Teil 9: Geräuschgrenzwerte*

DIN EN 60068-2-2:1994-08, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfgruppe B: Trockene Wärme (IEC 60068-2-2:1974 + IEC 68-2-2A:1976 + A1:1993); Deutsche Fassung EN 60068-2-2:1993 + A1:1993*

DIN EN 60068-2-6, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfung Fc: Schwingen, sinusförmig*

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

DIN EN 60071-1 (VDE 0111-1), *Isolationskoordination – Teil 1: Begriffe, Grundsätze und Anforderungen*

DIN EN 60112 (VDE 0303-11):2003-11, *Verfahren zur Bestimmung der Prüfzahl und der Vergleichszahl der Kriechwegbildung von festen, isolierenden Werkstoffen (IEC 60112:2003); Deutsche Fassung EN 60112:2003*

DIN EN 60204-11 (VDE 0113-11), *Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 11: Anforderungen an Hochspannungsausrüstung für Spannungen über 1000 V Wechselspannung oder 1500 V Gleichspannung, aber nicht über 36 kV*

Normen der Reihe

DIN EN 60309 (VDE 0623), *Stecker, Steckdosen und Kupplungen für industrielle Anwendungen*

DIN EN 61800-5-1 (VDE 0160-105-1):2008-04

Normen der Reihe

DIN EN 60417, *Graphische Symbole für Betriebsmittel*

DIN EN 60529 (VDE 0470-1):2000-09, Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989 + A1:1999); Deutsche Fassung EN 60529:1991 + A1:2000

Normen der Reihe

DIN EN 60617, *Graphische Symbole für Schaltpläne*

DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1):2003-11, Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen (IEC 60664-1:1992 + A1:2000 + A2:2002); Deutsche Fassung EN 60664-1:2003

DIN EN 60664-3 (VDE 0110-3):2003-09, Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 3: Anwendung von Beschichtungen, Eingießen oder Vergießen zum Schutz gegen Verschmutzung (IEC 60664-3:2003); Deutsche Fassung EN 60664-3:2003

DIN EN 60664-4 (VDE 0110-4):2006-06, Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 4: Berücksichtigung von hochfrequenten Spannungsbeanspruchungen (IEC 60664-4:2005); Deutsche Fassung EN 60664-4:2006

DIN EN 60695-2-10 (VDE 0471-2-10), Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-10: Prüfungen mit dem Glühdraht – Glühdrahtprüfeinrichtungen und allgemeines Prüfverfahren

DIN EN 60695-2-13 (VDE 0471-2-13), Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-13: Prüfungen mit dem Glühdraht – Prüfungen mit dem Glühdraht zur Entzündbarkeit von Werkstoffen

DIN EN 60695-11-10 (VDE 0471-11-10), Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11-10: Prüfflammen – Prüfverfahren mit 50-W-Prüfflamme horizontal und vertikal

DIN EN 60695-11-20 (VDE 0471-11-20), Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11-20: Prüfflammen – Prüfverfahren mit einer 500-W-Prüfflamme

DIN EN 60947-7-1 (VDE 0611-1):2003-07, Niederspannungsschaltgeräte – Teil 7-1: Hilfseinrichtungen – Reihenklemmen für Kupferleiter (IEC 60947-7-1:2002 + Corrigendum 1:2003); Deutsche Fassung EN 60947-7-1:2002

DIN EN 60947-7-2 (VDE 0611-3):2003-07, Niederspannungsschaltgeräte – Teil 7-2: Hilfseinrichtungen – Schutzleiter-Reihenklemmen für Kupferleiter (IEC 60947-7-2:2002); Deutsche Fassung EN 60947-7-2:2002

DIN EN 60990 (VDE 0106-102):2000-10, Verfahren zur Messung von Berührungsstrom und Schutzleiterstrom (IEC 60990:1999); Deutsche Fassung EN 60990:1999

DIN EN 61230 (VDE 0683-100), Arbeiten unter Spannung – Ortsveränderliche Geräte zum Erden oder Erden und Kurzschließen

DIN EN 61800-1 (VDE 0160-101), Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe – Teil 1: Allgemeine Anforderungen – Festlegungen für die Bemessung von Niederspannungs-Gleichstrom-Antriebssystemen

DIN EN 61800-2 (VDE 0160-102), Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe – Teil 2: Allgemeine Anforderungen – Festlegungen für die Bemessung von Niederspannungs-Wechselstrom-Antriebssystemen mit einstellbarer Frequenz

DIN EN 61800-4 (VDE 0160-104), Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe – Teil 4: Allgemeine Anforderungen – Festlegungen für die Bemessung von Wechselstrom-Antriebssystemen über 1 000 V AC und höchstens 35 kV

DIN EN 62020 (VDE 0663), Elektrisches Installationsmaterial – Differenzstrom- Überwachungsgeräte für Hausinstallationen und ähnliche Verwendungen (RCMs)

DIN EN 62271-102 (VDE 0671-102), *Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 102: Wechselstrom-Trennschalter und -Erdungsschalter*

DIN IEC 60060-1 (VDE 0432-1):1994-06, *Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 1: Allgemeine Festlegungen und Prüfbedingungen (IEC 60060-1:1989 + Corrigendum: 1990-03); Deutsche Fassung HD 588.1 S1:1991*

DIN IEC 60073 (VDE 0199), *Kennfarben für Leuchtmelder und Druckknöpfe*

Normen der Reihe

DIN ISO 3864, *Graphische Symbole – Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen*

DIN VDE 0100-100 (VDE 0100-100), *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 100: Anwendungsbereich, Zweck und Grundsätze*

DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540):2007-06, *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-54 : Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter (IEC 60364-5-54 :2002, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-5-54 :2007*

– Leerseite –

**Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl –
Teil 5-1: Anforderungen an die Sicherheit –
Elektrische, thermische und energetische Anforderungen
(IEC 61800-5-1:2007)**

Adjustable speed electrical power drive systems –
Part 5-1: Safety requirements –
Electrical, thermal and energy
(IEC 61800-5-1:2007)

Entraînements électriques de puissance à
vitesse variable –
Partie 5-1: Exigences de sécurité –
Electrique, thermique et énergétique
(CEI 61800-5-1:2007)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2007-08-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2007 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61800-5-1:2007 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 22G/178/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 61800-5-1, ausgearbeitet von dem SC 22G „Adjustable speed electric drive systems incorporating semiconductor power converters“ des IEC/TC 22 „Power electronic systems and equipment“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2007-08-01 als EN 61800-5-1 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 61800-5-1:2003.

Die Hauptänderungen in EN 61800-5-1:2007 betreffen folgende Gebiete:

- Ergänzung eines alphabetischen Verzeichnisses der Begriffe von Abschnitt 3 in Tabelle 1;
- Ergänzung von Tabelle 2 in 4.1 mit dem Geltungsbereich der Anforderungen für PDS/CDM/BDM;
- Ergänzung von Tabelle 4 mit einer Zusammenfassung der Anforderungen an die maßgeblichen Spannungsklassen;
- Erweiterung des Abschnittes über den Schutzanschluss (4.3.5.3);
- Klärung des Unterschiedes zwischen Berührungsstrom und Strom im Schutzleiter;
- Überarbeitung des Abschnittes über die Isolierung (jetzt 4.3.6) und Aufnahme von fester Isolierung;
- Ergänzung der Überspannungskategorien I und II für HV-Isolationsspannung;
- Überarbeitung des Abschnittes über feste Isolierung (jetzt 4.3.6.8);
- Ergänzung der Hochfrequenzanforderungen an Isolierungen (4.3.6.9, Anhang E);
- Ergänzung der Anforderungen an flüssigkeitsgekühlte PDS (4.4.5);
- Ergänzung der Klimaprüfung und der Schwingprüfung (5.2.6);
- Klärung der Durchführung der Spannungsprüfung, um Überlastung der Basisisolierung zu vermeiden (5.2.3.2.3);
- Überarbeitung der Anforderungen an die Kurzschlussprüfung für große PDS, Hochspannungs-PDS und Zweipunkt-PDS (jetzt 5.2.3.6);
- Ergänzung des informativen Anhangs B zur Herabsetzung der Überspannungskategorie.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2008-05-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2010-08-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61800-5-1:2007 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 60034-9	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60034-9:2005 (modifiziert).
IEC 60071	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 60071 (nicht modifiziert).
IEC 60071-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60071-1:2006 (nicht modifiziert).
IEC 60071-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60071-2:1997 (nicht modifiziert).
IEC 60146-1-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60146-1-1:1993 (nicht modifiziert).
IEC 60309-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60309-1:1999 (nicht modifiziert).
IEC 60364-4-44	ANMERKUNG	Änderung 1:2003 zu IEC 60364-4-44:2001 wurde harmonisiert als HD 60364-4-443:2006 (modifiziert).
IEC 60664	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 60664 (nicht modifiziert).
IEC 60695-2-11	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60695-2-11:2001 (nicht modifiziert).
IEC 60695-2-12	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60695-2-12:2001 (nicht modifiziert).
IEC 60721	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 60721 (nicht modifiziert).
IEC 61082	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 61082 (nicht modifiziert).
IEC 61140	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61140:2002 (nicht modifiziert).
IEC 61180-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61180-1:1994 (nicht modifiziert).
IEC 61189-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61189-2:2006 (nicht modifiziert).
IEC 61643-12	ANMERKUNG	Harmonisiert als CLC/TS 61643-12:2006 (modifiziert).
IEC 61800-3	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61800-3:2004 (nicht modifiziert).
IEC 62079	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62079:2001 (nicht modifiziert).

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Anerkennungsnotiz	3
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	9
4 Schutz gegen elektrischen Schlag, thermische und energiebezogene Gefahren	16
4.1 Allgemeines	16
4.2 Fehlerbedingungen	17
4.3 Schutz gegen elektrischen Schlag	18
4.4 Schutz gegen thermische Gefahren	49
4.5 Schutz gegen energiebezogene Gefahren	54
4.6 Schutz gegen Beanspruchungen durch die Umwelt	55
5 Anforderungen an Prüfungen	55
5.1 Allgemeines	55
5.2 Prüfbestimmungen	58
6 Anforderungen an Informationen und Aufschriften	80
6.1 Allgemeines	80
6.2 Informationen zur Auswahl	82
6.3 Informationen für die Errichtung und Inbetriebnahme	82
6.4 Informationen zum Einsatz	86
6.5 Informationen zur Instandhaltung	88
Anhang A (informativ) Beispiele für den Schutz im Falle direkter Berührung	90
Anhang B (informativ) Beispiele für die Herabsetzung der Überspannungskategorie	92
Anhang C (normativ) Messung der Luft- und Kriechstrecken	97
Anhang D (informativ) Höhenkorrektur für Luftstrecken	102
Anhang E (informativ) Bestimmung von Luft- und Kriechstrecken für Frequenzen über 30 kHz	104
Anhang F (informativ) Querschnitte von runden Leitern	107
Anhang G (informativ) Richtlinien der RCD-Kompatibilität	108
Anhang H (informativ) Symbole, auf die in diesem Teil der IEC 61800 verwiesen wird	111
Literaturhinweise	112
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	114
 Bild 1 – Hardware-Konfiguration eines <i>PDS</i> in einer <i>Anlage</i>	 16
Bild 2 – Typischer Kurvenverlauf für eine <i>Arbeitsspannung bei Wechselstrom</i>	19
Bild 3 – Typischer Kurvenverlauf für eine <i>Arbeitsspannung für Gleichstrom</i>	20
Bild 4 – Typischer Kurvenverlauf für eine pulsierende <i>Arbeitsspannung</i>	20
Bild 5 – Beispiele für den Schutz gegen direkte Berührung	22
Bild 6 – Beispiel für Schutzverbindung	26

	Seite
Bild 7 – Spannungsgrenzen unter Fehlerbedingungen	28
Bild 8 – Durchführung der Spannungsprüfung	66
Bild 9 – Schaltung für die Hochstrom-Lichtbogenprüfung	75
Bild 10 – Prüfaufbau für die Entzündungsprüfung mit dem Heizdraht	76
Bild A.1 – Schutz durch <i>DVC A</i> mit <i>Sicherer Trennung</i>	90
Bild A.2 – Schutz durch <i>Schutzimpedanz</i>	91
Bild A.3 – Schutz durch Spannungsbegrenzung	91
Bild B.1 – Bewertung der <i>Basisisolierung</i> für Stromkreise, die direkt am Einspeisungspunkt des Versorgungsnetzes der Anlage angeschlossen sind	92
Bild B.2 – Bewertung der <i>Basisisolierung</i> für Stromkreise, die direkt am Versorgungsnetz angeschlossen sind	92
Bild B.3 – Bewertung der <i>Basisisolierung</i> für Ausrüstungen, die nicht dauerhaft am Versorgungsnetz angeschlossen sind.....	93
Bild B.4 – Bewertung der Basisisolierung für Stromkreise, die direkt am Einspeisungspunkt des Versorgungsnetzes der <i>Anlage</i> angeschlossen sind, wobei innere SPDs benutzt werden.....	93
Bild B.5 – Bewertung der Basisisolierung für Stromkreise, die direkt am Versorgungsnetz der <i>Anlage</i> angeschlossen sind, wobei innere SPDs benutzt werden	93
Bild B.6 – Beispiel für die Bewertung der <i>Sicheren Trennung</i> für Stromkreise, die direkt am Versorgungsnetz angeschlossen sind, wobei innere SPDs benutzt werden	94
Bild B.7 – Beispiel für die Bewertung der <i>Sicheren Trennung</i> für Stromkreise, die direkt am Versorgungsnetz angeschlossen sind, wobei innere SPDs benutzt werden	94
Bild B.8 – Beispiel für die Bewertung der <i>Sicheren Trennung</i> für Stromkreise, die direkt am Versorgungsnetz angeschlossen sind, wobei innere SPDs benutzt werden	94
Bild B.9 – Bewertung der <i>Basisisolierung</i> für Stromkreise, die nicht direkt am Versorgungsnetz angeschlossen sind	95
Bild B.10 – Bewertung der <i>Basisisolierung</i> für Stromkreise, die nicht direkt am Versorgungsnetz angeschlossen sind	95
Bild B.11 – Bewertung der <i>Betriebsisolierung</i> innerhalb von Stromkreisen, die durch äußere Transienten beeinflusst werden.....	95
Bild B.12 – Bewertung der <i>Basisisolierung</i> für Stromkreise, die direkt am Versorgungsnetz angeschlossen und die nicht direkt am Versorgungsnetz angeschlossen sind.....	96
Bild B.13 – Bewertung der Isolierung für einen berührbaren Stromkreis mit <i>DVC A</i>	96
Bild E.1 – Bestimmung von Luftstrecken für Frequenzen über 30 kHz.....	104
Bild E.2 – Bestimmung von Kriechstrecken für Frequenzen über 30 kHz.....	105
Bild G.1 – Flussdiagramm für die Auswahl des RCD/RCM-Typs hinter einem <i>PDS</i>	108
Bild G.2 – Kurvenverläufe von Fehlerströmen in Schaltungen mit Halbleiterbauelementen.....	110
 Tabelle 1 – Alphabetisches Verzeichnis der Begriffe	 10
Tabelle 2 – Geltungsbereich der Anforderungen für <i>PDS/CDM/BDM</i>	17
Tabelle 3 – Zusammenfassung der Grenzwerte der <i>maßgeblichen Spannungsklassen</i>	18
Tabelle 4 – Schutzanforderungen für den betrachteten Stromkreis.....	19
Tabelle 5 – Querschnitt des <i>Schutzerdungsleiters</i>	28
Tabelle 6 – Definitionen von Verschmutzungsgraden	31
Tabelle 7 – Isolationsspannung für Niederspannungskreise.....	32

	Seite
Tabelle 8 – Isolationsspannung für Hochspannungskreise	33
Tabelle 9 – Luftstrecken.....	36
Tabelle 10 – Kriechstrecken (mm)	38
Tabelle 11 – Blechdicken für Gehäuse aus unlegiertem Stahl oder Edelstahl.....	43
Tabelle 12 – Blechdicken für Gehäuse aus Aluminium, Kupfer oder Messing.....	44
Tabelle 13 – Biegeraum für Drähte von Anschlussklemmen zum Gehäuse	47
Tabelle 14 – Grundwerkstoffe für die direkte Auflage von nicht isolierten <i>aktiven Teilen</i>	50
Tabelle 15 – Höchste gemessene Temperaturen für im Innern verwendete Werkstoffe und Bauelemente.....	52
Tabelle 16 – Höchste gemessene Temperaturen von außen liegenden Teilen des <i>CDM</i>	53
Tabelle 17 – Übersicht über die Prüfungen	57
Tabelle 18 – Stoßspannungsprüfung.....	61
Tabelle 19 – Prüfstoßspannung für <i>Niederspannungs-PDS</i>	62
Tabelle 20 – Prüfstoßspannung für <i>Hochspannungs-PDS</i>	62
Tabelle 21 – Prüfspannungen für Stromkreise, die direkt am Niederspannungsnetz angeschlossen sind	64
Tabelle 22 – Prüfspannungen für Stromkreise, die direkt am Hochspannungsnetz angeschlossen sind	64
Tabelle 23 – Prüfspannungen für Stromkreise, die nicht direkt am Netz angeschlossen sind.....	65
Tabelle 24 – Teilentladungsprüfung.....	68
Tabelle 25 – Prüfung mit trockener Wärme (konstant)	78
Tabelle 26 – Prüfung mit feuchter Wärme (konstant)	79
Tabelle 27 – Schwingprüfung.....	80
Tabelle 28 – Anforderungen an Informationen	81
Tabelle C.1 – Nutenbreiten für Verschmutzungsgrade.....	97
Tabelle D.1 – Korrekturfaktor für Luftstrecken in Höhen zwischen 2 000 m und 20 000 m (siehe 4.3.6.4.1)	102
Tabelle D.2 – Prüfspannungen zum Nachweis von Luftstrecken in unterschiedlichen Höhen	103
Tabelle E.1 – Mindestwerte von Luftstrecken bei Luftdruck für inhomogene Feldbedingungen (IEC 60664-4, Tabelle 1)	105
Tabelle E.2 – Mindestwerte von Kriechstrecken für unterschiedliche Frequenzbereiche (IEC 60664-4, Tabelle 2)	106
Tabelle F.1 – Genormte Querschnitte von runden Leitern	107
Tabelle H.1 – Verwendete Symbole	111

1 Anwendungsbereich

Der vorliegende Teil von IEC 61800 legt Anforderungen an *Leistungsantriebssysteme* mit einstellbarer Drehzahl oder ihre Bestandteile unter Berücksichtigung von Überlegungen zur elektrischen, thermischen und energiebezogenen Sicherheit fest. Er behandelt keine angetriebenen Einrichtungen außer für Anforderungen an Schnittstellen. Er gilt für elektrische Antriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl, die die Energiewandlung, Antriebssteuerung und den Motor oder die Motoren einschließen. Ausgeschlossen sind Bahnantriebe und elektrische Fahrzeugantriebe. Er gilt für Gleichstrom-Antriebssysteme, die aus Netzwechselspannungen bis zu 1 kV, 50 Hz oder 60 Hz, gespeist werden, sowie für Wechselstrom-Antriebssysteme mit Stromrichter-eingangsspannungen bis zu 35 kV, 50 Hz oder 60 Hz, und Ausgangsspannungen bis 35 kV.

Bemessungsspezifikationen, Aspekte der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV), Funktionssicherheit usw. werden in anderen Teilen von IEC 61800 behandelt.

Der Anwendungsbereich des vorliegenden Teils der IEC 61800 schließt keine Betriebsmittel ein, die als Bestandteil eines *Leistungsantriebssystems* verwendet werden, wenn sie den Anforderungen an die Sicherheit einer einschlägigen Produktnorm für gleiche Umgebungsbedingungen genügen. Motoren, die in *Leistungsantriebssystemen* eingesetzt werden, müssen beispielsweise den entsprechenden Teilen von IEC 60034 entsprechen.

Wenn es nicht besonders angegeben ist, gelten die Anforderungen der vorliegenden internationalen Norm für alle Teile des *Leistungsantriebssystems* einschließlich des *vollständigen Antriebsmoduls* / des *Antriebsgrundmoduls* (siehe Bild 1).

ANMERKUNG In einigen Fällen können Anforderungen an die Sicherheit für das *Leistungsantriebssystem* (z. B. Schutz gegen direkte Berührung) den Einsatz spezieller Bauteile und/oder zusätzlicher Maßnahmen erforderlich machen.

2 Normative Verweisungen

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

ANMERKUNG Das bedeutet nicht, dass Übereinstimmung mit allen Abschnitten des Referenzdokumentes bestehen muss, sondern dass das vorliegende Dokument eine Verweisung enthält, die ohne das Referenzdokument unverständlich ist.

IEC 60034 (alle Teile), *Rotating electrical machines*

IEC 60034-1, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60034-5, *Rotating electrical machines – Part 5: Degrees of protection provided by integral design of rotating electrical machines (IP code) – Classification*

IEC 60050-111, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 111: Physics and chemistry*

IEC 60050-151, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050-161, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 60050-191, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 191: Dependability and quality of service*

IEC 60050-441, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC 60050-442, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 442: Electrical accessories*

IEC 60050-551, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 551: Power electronics*

IEC 60050-601, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General*

IEC 60060-1:1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60068-2-2:1974, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test B: Dry heat*

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

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

IEC 60112:2003, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials*

IEC 60204-11, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 11: Requirements for HV equipment for voltages above 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. and not exceeding 36 kV*

IEC 60309, *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes*

IEC 60364-1, *Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

IEC 60364-5-54:2002, *Electrical installations of buildings – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)*

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60664-1:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests¹⁾*

Änderung 1 (2000)

Änderung 2 (2002)

IEC 60664-3:2003, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution*

IEC 60664-4:2005, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 4: Consideration of high-frequency voltage stress*

IEC 60695-2-10, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure*

IEC 60695-2-13, *Fire hazard testing – Part 2-13: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire ignitability test method for materials*

IEC 60695-11-10, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

IEC 60695-11-20, *Fire hazard testing – Part 11-20: Test flames – 500 W flame test methods*

IEC 60755, *General requirements for residual current operated protective devices*

¹⁾ Es liegt eine konsolidierte Ausgabe 1.2 (2002) vor, die IEC 60664-1:1992, und deren Änderungen 1 und 2 enthält.

IEC 60947-7-1:2002, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7-1: Ancillary equipment – Terminal blocks for copper conductors*

IEC 60947-7-2:2002, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7-2: Ancillary equipment – Protective conductor terminal blocks for copper conductors*

IEC 60990:1999, *Methods of measurement of touch current and protective conductor current*

IEC 61230, *Live working – Portable equipment for earthing or earthing and short-circuiting*

IEC 61800-1, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 1: General requirements – Rating specifications for low voltage adjustable speed d.c. power drive systems*

IEC 61800-2, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 2: General requirements – Rating specifications for low voltage adjustable frequency a.c. power drive systems*

IEC 61800-4, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 4: General requirements – Rating specifications for a.c. power drive systems above 1 000 V and not exceeding 35 kV*

IEC 62020, *Electrical accessories – Residual current monitors for household and similar uses (RCMs)*

ISO 62271-102, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches*

ISO 3864 (alle Teile), *Graphical symbols – Safety colours and safety signs*

ISO 7000:2004, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050-111, IEC 60050-151, IEC 60050-161, IEC 60050-191, IEC 60050-441, IEC 60050-442, IEC 60050-551, IEC 60050-601, IEC 60664-1, IEC 61800-1, **IEC 61800-2**, **IEC 61800-3** und **IEC 61800-4** (von denen einige aus praktischen Gründen wiederholt werden) und die folgenden Begriffe.

Tabelle 1 ist ein alphabetisches Verzeichnis der Begriffe mit einer Verweisung auf die Abschnittsnummern.

Tabelle 1 – Alphabetisches Verzeichnis der Begriffe

Begriff	Abschnitt	Begriff	Abschnitt	Begriff	Abschnitt
angrenzender Stromkreis	3.1	(Erd-)Ableitstrom	3.16	Schutzschirmung	3.31
Antriebsgrundmodul (BDM)	3.2	aktives Teil	3.17	Sichere Trennung	3.32
Basisisolierung	3.3	Niederspannungs-PDS	3.18	verstärkte Isolierung	3.33
vollständiges Antriebsmodul (CDM)	3.4	offene Bauart (eines Produktes)	3.19	Stückprüfung	3.34
geschlossener elektrischer Betriebsbereich	3.5	Leistungsantriebssystem (PDS)	3.20	Sicherheitskleinspannungskreis (SELV)	3.35
Inbetriebnahmeprüfung	3.6	Schutzkleinspannungskreis (PELV)	3.21	Stichprobenprüfung	3.36
maßgebliche Spannungsklasse (DVC)	3.7	unbeeinflusster Kurzschlussstrom	3.22	zusätzliche Isolierung	3.37
doppelte Isolierung	3.8	Schutzverbindung	3.23	Systemspannung	3.38
Kleinspannung (ELV)	3.9	Schutzklasse 0	3.24	zeitweilige Überspannung	3.39
elektrischer Durchschlag	3.10	Schutzklasse I	3.25	Berührungstrom	3.40
erwartete Lebensdauer	3.11	Schutzklasse II	3.26	Typprüfung	3.41
Betriebsisolierung	3.12	Schutzklasse III	3.27	Anwender-Anschlussklemme	3.42
Hochspannungs-PDS	3.13	Schutzerdung (PE)	3.28	Arbeitsspannung	3.43
Anlage	3.14	Schutzerdungsleiter	3.29	Bereich des Potentialausgleichs	3.44
integriertes PDS	3.15	Schutzimpedanz	3.30	Gehäuse	3.45

3.1

angrenzender Stromkreis

Stromkreis ohne galvanische Verbindung mit dem betrachteten Stromkreis

ANMERKUNG Eine *Schutzimpedanz* wird nicht als galvanische Verbindung angesehen.

3.2

Antriebsgrundmodul

BDM (en: basic drive module)

Antriebsmodul, das aus einer Stromrichterbaugruppe und einer Steuer- und Regeleinrichtung für Drehzahl, Drehmoment, Strom oder Spannung usw. besteht (siehe [Bild 1](#))

3.3

Basisisolierung

Isolierung, die als Basisschutz gegen elektrischen Schlag auf *aktive Teile* aufgebracht ist

[IEV 826-12-14, modifiziert]

3.4

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 (siehe [Bild 1](#))

3.5

geschlossener elektrischer Betriebsbereich

Raum oder Ort für elektrische Ausrüstungen, zu dem der Zugang auf ausgebildete oder unterwiesene Personen durch Öffnen einer Tür oder Entfernen einer Absperrung unter Verwendung eines Schlüssels oder Werkzeuges beschränkt ist und der eindeutig mit entsprechenden Warnzeichen gekennzeichnet ist

3.6

Inbetriebnahmeprüfung

Prüfung an einem Betriebsmittel oder einer Ausrüstung am Aufstellungsort zum Nachweis sachgemäßer Errichtung und einwandfreier Funktion

[IEV 151-16-24, modifiziert]

3.7

maßgebliche Spannungsklasse

DVC (en: decisive voltage class)

Einteilung des Spannungsbereiches, der zur Bestimmung der Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag eingesetzt wird

3.8

doppelte Isolierung

Isolierung, die aus der *Basisisolierung* und der *zusätzlichen Isolierung* besteht

[IEV 826-12-16]

ANMERKUNG *Basisisolierung* und *zusätzliche Isolierung* liegen getrennt voneinander vor, jede ist für den Basisschutz gegen elektrischen Schlag bemessen.

3.9

Kleinspannung

ELV (en: extra low voltage)

jede Spannung, die einen Effektivwert der Wechselspannung von 50 V und eine Gleichspannung von 120 V nicht überschreitet

ANMERKUNG 1 Effektivwert der überlagerten Wechselspannung von höchstens 10 % der Gleichspannungskomponente.

ANMERKUNG 2 In der vorliegenden internationalen Norm ist der Schutz gegen elektrischen Schlag abhängig von der *Klassifizierung der maßgeblichen Spannungen*. DVC A und B liegen im Spannungsbereich der ELV.

3.10

elektrischer Durchschlag

Ausfall der Isolierung bei elektrischer Beanspruchung, wenn die Entladung die Isolierung vollkommen überbrückt und damit die Spannung zwischen den Elektroden auf nahezu null sinkt

[IEC 60664-1:1992, 1.3.20]

3.11

erwartete Lebensdauer

Minstdauer, für die die Kennwerte des sicheren Betriebsverhaltens bei Bemessungs-Betriebsbedingungen gelten

3.12

Betriebsisolierung

Isolierung zwischen leitfähigen Teilen innerhalb eines Stromkreises, die für die einwandfreie Funktion des Stromkreises erforderlich ist, die aber keinen Schutz gegen elektrischen Schlag darstellt

3.13

Hochspannungs-PDS

Produkt mit einem Bemessungswert der Versorgungswechselspannung zwischen 1 kV und 35 kV bei 50 Hz oder 60 Hz

ANMERKUNG Diese Produkte fallen in den Anwendungsbereich von IEC 61800-4.

3.14

Anlage (en: installation)

Ausrüstung oder Ausrüstungen, die mindestens das *PDS* und die angetriebene Ausrüstung enthält (enthalten) (siehe [Bild 1](#))

ANMERKUNG Der englische Begriff „installation“ wird in der vorliegenden internationalen Norm auch zur Bezeichnung der Errichtung eines *PDS/CDM/BDM* benutzt. In diesen Fällen wird der Begriff nicht kursiv geschrieben.

3.15

integriertes *PDS*

PDS, bei dem Motor und *CDM/BDM* mechanisch in eine einzige Einheit eingebaut sind

3.16

(Erd-)Ableitstrom

Strom, der von den *aktiven Teilen* der *Anlage* zur Erde fließt, ohne dass ein Isolationsfehler vorliegt

[IEV 442-01-24]

3.17

aktives Teil

Leiter oder leitfähiges Teil, der/das dazu vorgesehen ist, im üblichen Betrieb unter Spannung zu stehen, einschließlich eines Neutralleiters, jedoch nicht, wenn er mit Schutz Erde verbunden ist

3.18

Niederspannungs-*PDS*

Produkt mit einem Bemessungswert der Versorgungswechselspannung bis 1 000 V bei 50 Hz oder 60 Hz

ANMERKUNG Diese Produkte fallen in den Anwendungsbereich von [IEC 61800-1](#) oder [IEC 61800-2](#).

3.19

offene Bauart (eines Produktes)

Produkt, das zum Einbau in ein Gehäuse oder eine Baugruppe vorgesehen ist, das/die einen Zugangsschutz darstellt

3.20

Leistungsantriebssystem

PDS (en: power drive system)

System zur Drehzahlsteuerung eines elektrischen Motors einschließlich *CDM* und Motor, jedoch ohne angetriebene Ausrüstung (siehe [Bild 1](#))

3.21

Schutzkleinspannungskreis

PELV (en: protective extra low voltage)

elektrischer Stromkreis mit nachfolgenden Eigenschaften:

- die Spannung überschreitet sowohl bei einer einzelnen Fehlerbedingung als auch bei Normalbedingungen die *ELV* nicht dauerhaft;
- *Schutztrennung* von anderen Stromkreisen als *PELV* oder *SELV*;
- Erdungseinrichtungen für den *PELV-Stromkreis*, seine berührbaren leitfähigen Teile oder beides

3.22

unbeeinflusster Kurzschlussstrom

Strom, der fließt, wenn die Versorgungsleitungen zum Stromkreis mit einem Leiter mit vernachlässigbarer Impedanz, der sich möglichst nahe an den Versorgungsanschlussklemmen des *PDS/CDM/BDM* befindet, kurzgeschlossen werden

3.23

Schutzverbindung

elektrische Verbindung leitfähiger Teile zu Sicherheitszwecken

3.24

Schutzklasse 0

Ausrüstung, bei der der Schutz gegen elektrischen Schlag nur auf der *Basisisolierung* beruht

ANMERKUNG Einrichtungen dieser Schutzklasse werden bei Ausfall der *Basisisolierung* gefährlich.

3.25

Schutzklasse I

Ausrüstung, bei der der Schutz gegen elektrischen Schlag nicht nur auf der *Basisisolierung* beruht, sondern zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen in solcher Form einschließt, dass Mittel für den Anschluss berührbarer leitfähiger Teile an den *Schutz(erdungs)leiter* in der festen Verdrahtung der *Anlage* in der Weise vorgesehen sind, dass berührbare leitfähige Teile im Fall des Ausfalls der *Basisisolierung* nicht aktiv werden können

3.26

Schutzklasse II

Ausrüstung, bei der der Schutz gegen elektrischen Schlag nicht nur auf der *Basisisolierung* beruht, sondern bei der zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen wie *zusätzliche* oder *verstärkte Isolierung* vorgesehen sind, so dass es keine Vorkehrungen für die *Schutzerdung* gibt oder das Vertrauen in den Anlagenzustand gesetzt wird

3.27

Schutzklasse III

Ausrüstung, bei der der Schutz gegen elektrischen Schlag auf der Versorgung mit *ELV* beruht und in der Spannungen, die höher als die der *ELV* sind, nicht erzeugt werden und in der es keine Vorkehrungen für die *Schutzerdung* gibt

[siehe IEC 61140, 7.4]

3.28

Schutzerdung

PE (en: protective earthing)

Erdung eines Punktes in einem System oder einer Ausrüstung für den Schutz gegen elektrischen Schlag im Falle eines Fehlers

3.29

Schutzerdungsleiter

Schutzleiter zum Zweck der *Schutzerdung*

[IEV 195-02-11]

3.30

Schutzimpedanz

Impedanz zwischen *aktiven Teilen* und berührbaren leitfähigen Teilen mit einem solchen Wert, dass die elektrische Stromstärke beim bestimmungsgemäßen Gebrauch und bei einem etwaigen Fehlzustand auf einen sicheren Wert begrenzt wird, und die so aufgebaut ist, dass sie während der gesamten Lebensdauer der Einrichtung funktionsfähig bleibt

[IEV 442-04-24, modifiziert]

3.31

Schutzschirmung

Abtrennung der Stromkreise von gefährlichen *aktiven Teilen* durch einen dazwischen liegenden leitfähigen Schirm, der mit den Möglichkeiten für den Anschluss an einen *Schutzerdungsleiter* versehen ist

3.32

Sichere Trennung

Trennung zwischen Stromkreisen mittels Basis- und Zusatzschutz (*Basisisolierung* plus *zusätzliche Isolierung* oder *Schutzschirmung*) oder durch eine gleichwertige Schutzeinrichtung (z. B. *verstärkte Isolierung*)

3.33

verstärkte Isolierung

einzelnes Isolationssystem, das bei *aktiven Teilen* angewendet wird und einen Schutzgrad gegen elektrischen Schlag liefert, der der *doppelten Isolierung* unter den Bedingungen gleichwertig ist, die in der entsprechenden IEC-Norm festgelegt sind

[IEC 60664-1:1992, 1.3.17.5]

3.34

Stückprüfung

Prüfung, die an jedem einzelnen Betriebsmittel während oder nach der Herstellung ausgeführt wird, um nachzuweisen, dass es bestimmten Anforderungen genügt

[IEV 151-16-17]

3.35

Sicherheitskleinspannungskreis

SELV (en: safety extra low voltage)

elektrischer Stromkreis mit nachfolgenden Eigenschaften:

- die Spannung überschreitet die *ELV* nicht;
- *Schutztrennung* von anderen Stromkreisen als *SELV* oder *PELV*;
- keine Vorkehrungen zur Erdung des *SELV-Stromkreises* oder seiner berührbaren leitfähigen Teile;
- *Basisisolierung* des *SELV-Stromkreises* vom Erdpotential und von *PELV-Stromkreisen*

3.36

Stichprobenprüfung

Prüfung an einer Anzahl von Betriebsmitteln, die einem Los willkürlich entnommen wurden

[IEV 151-16-20, modifiziert]

3.37

zusätzliche Isolierung

unabhängige Isolierung, die zusätzlich zur *Basisisolierung* angewendet wird, um einen Schutz gegen elektrischen Schlag im Fall eines Ausfalls der *Basisisolierung* zu bewirken

[IEC 60664-1:1992, 1.3.17.3]

ANMERKUNG *Basisisolierung* und *zusätzliche Isolierung* liegen getrennt voneinander vor, jede ist für den Basisschutz gegen elektrischen Schlag bemessen.

3.38

Systemspannung

Spannung zur Ermittlung der Isolationsanforderungen

ANMERKUNG Weitere Anmerkungen zur *Systemspannung* siehe [4.3.6.2.1](#).

3.39

zeitweilige Überspannung

Überspannung bei der Frequenz des Versorgungsnetzes mit relativ langer Dauer

[IEC 60664-1:1992, 1.3.7.1, modifiziert]

3.40

Berührungsstrom

Strom durch den Körper eines Menschen oder Tieres, wenn dieser Körper ein oder mehrere Teile einer elektrischen *Anlage* oder eines elektrischen Betriebsmittels berührt

[IEV 826-11-12]

3.41

Typprüfung

Prüfung, die an einem oder mehreren Betriebsmitteln einer bestimmten Bauart ausgeführt wird, um nachzuweisen, dass die Bauart bestimmte Festlegungen einhält

[IEV 151-16-16, modifiziert]

3.42

Anwender-Anschlussklemme

für den äußeren Anschluss von *PDS/CDM/BDM* vorgesehene Anschlussklemme

3.43

Arbeitsspannung

Spannung bei Bemessungs-Versorgungsbedingungen (ohne Grenabweichungen) und ungünstigsten Betriebsbedingungen, die durch Auslegung in einem Stromkreis oder über der Isolierung auftritt

ANMERKUNG Die *Arbeitsspannung* kann eine Gleich- oder eine Wechselspannung sein. Es werden Effektivwerte und periodische Scheitelwerte verwendet.

3.44

Bereich des Potentialausgleichs

Bereich, in dem alle gleichzeitig berührbaren leitfähigen Teile elektrisch miteinander verbunden sind, um gefährliche Spannungen zu verhindern, die zwischen diesen Teilen auftreten

ANMERKUNG Für den Potentialausgleich müssen die Teile nicht geerdet sein.

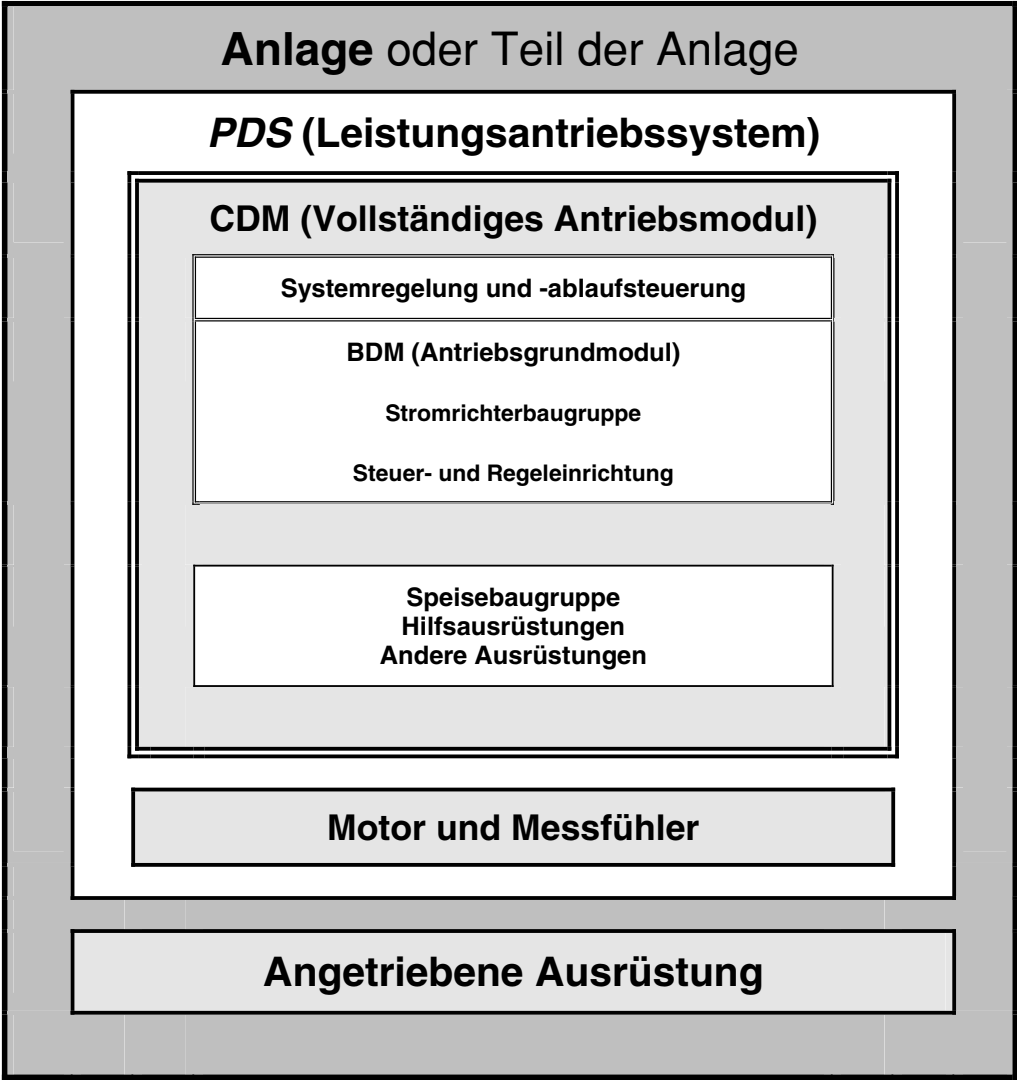


Bild 1 – Hardware-Konfiguration eines *PDS* in einer *Anlage*

4 Schutz gegen elektrischen Schlag, thermische und energiebezogene Gefahren

4.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt 4 legt die Mindestanforderungen an die Auslegung und den Aufbau eines *PDS* fest, damit die Sicherheit bei der Errichtung, bei bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen und bei der Instandhaltung während der *erwarteten Lebensdauer* des *PDS* sichergestellt ist. Außerdem wird die Verringerung von Gefahren durch vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlgebrauch betrachtet.

[Tabelle 2](#) zeigt die Anwendung der Anforderungen dieses Abschnittes 4 auf *PDS*, *CDM* oder *BDM*.

Tabelle 2 – Geltungsbereich der Anforderungen für PDS/CDM/BDM

Abschnitt	Titel	PDS ^a	CDM/BDM
4.2	(Schutz gegen elektrischen Schlag, thermische und energiebezogene Gefahren) – Fehlerbedingungen	A	A
4.3.1	Klassifizierung der maßgeblichen Spannungen	A	A
4.3.2	Schutztrennung	A	A
4.3.3	Schutz gegen direkte Berührung	A	C
4.3.4	Schutz im Fall von direkter Berührung	A	C
4.3.5.1	(Schutz gegen indirekte Berührung) – Allgemeines	A	A
4.3.5.2	Isolierung zwischen aktiven Teilen und berührbaren leitfähigen Teilen	A	C
4.3.5.3	Schutzverbindungskreis	A	C
4.3.5.4	Schutzerdungsleiter	A	A
4.3.5.5	Anschluss für den Schutzerdungsleiter	A	A
4.3.5.6	Besondere Anforderungen für Ausrüstungen der Schutzklasse II	A	C
4.3.6	Isolierung	A	A
4.3.7	Gehäuse	A	C
4.3.8	Verdrahtung und Verbindungen	A	A
4.3.9	Anforderungen an das Kurzschlussverhalten am Ausgang	A	A
4.3.10	Kompatibilität mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) oder Fehlerstrom-Überwachungsgeräten (RCM)	A	C
4.3.11	Kondensatorentladung	A	A
4.3.12	Zugangsbedingungen für Hochspannungs-PDS	A	C
4.4	Schutz gegen thermische Gefahren	A	A
4.4.3	Entflammbarkeit des Gehäusewerkstoffes	A	C
4.4.5	Besondere Anforderungen an flüssigkeitsgekühlte PDS	A	A
4.5	Schutz gegen energiebezogene Gefahren	A	A
4.5.2	Gefahren durch mechanische Energie	A	C
4.6	Schutz gegen Beanspruchungen durch die Umgebung	A	A
A Anforderung gilt immer.			
C Anforderung gilt, sofern das CDM oder das BDM nicht Bestandteil einer Anordnung ist, die den geforderten Schutz gewährleistet.			
^a Integrierte PDS müssen die Anforderungen für PDS erfüllen.			

4.2 Fehlerbedingungen

PDS müssen so ausgelegt sein, dass Betriebsarten oder Schaltfolgen verhindert werden, die zu einer Fehlerbedingung oder zu einem Bauelementeausfall und so zu einer Gefährdung führen können, wenn nicht andere Maßnahmen zur Verhinderung der Gefahr in der Anlage vorgesehen sind.

Der Schutz gegen thermische Gefahren und elektrischen Schlag muss erhalten werden bei einer einzelnen Fehlerbedingung wie auch unter bestimmungsgemäßen Bedingungen.

Es 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. Prüfung siehe [5.2.3.6.4](#).

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

Beachtet werden müssen potentielle Sicherheitsgefahren, die von den Hauptbauteilen des *PDS* ausgehen, wie z. B. drehende Teile des Motors oder die Entflammbarkeit von Transformator- und Kondensatoröl.

4.3 Schutz gegen elektrischen Schlag

4.3.1 Klassifizierung der maßgeblichen Spannungen

4.3.1.1 Verwendung der *maßgeblichen Spannungsklassen (DVC)*

Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag sind von der *Klassifizierung* der Stromkreise nach *maßgeblichen Spannungen* nach Tabelle 3 abhängig, die die Grenzwerte der *Arbeitsspannung* innerhalb des Stromkreises mit der *DVC* in Beziehung setzt. Die *DVC* gibt damit den erforderlichen Mindestschutzgrad für den Stromkreis an.

4.3.1.2 Grenzwerte der *DVC*

Tabelle 3 – Zusammenfassung der Grenzwerte der *maßgeblichen Spannungsklassen*

<i>DVC</i>	Grenzwert der <i>Arbeitsspannung</i> V			Abschnitt
	Wechselspannung (Effektivwert) U_{ACL}	Wechselspannung (Scheitelwert) U_{ACPL}	Gleichspannung (Mittelwert) U_{DCL}	
A ^a	25	35,4	60	4.3.4.2 , 4.3.4.4
B	50	71	120	4.3.5.3.1 a) , b)
C	1 000	4 500 ^b	1 500	
D	> 1 000	> 4 500 ^b	> 1 500	

^a Für Ausrüstungen mit nur einem Stromkreis mit *DVC* A betragen die Grenzwerte 30 V für den Effektivwert beziehungsweise 42,4 V für den Scheitelwert.

^b Der Wert 4 500 V ermöglicht es, dass [Tabelle 7](#) für sämtliche *Niederspannungs-PDS* gilt (mögliche Reflexionen bis $3 \times \sqrt{2} \times 1\,000\text{ V} = 4\,242\text{ V}$).

4.3.1.3 Anforderungen an den Schutz

[Tabelle 4](#) enthält die Anforderungen für die Anwendung von *Basisisolierung* oder *Schutztrennung* in Abhängigkeit von der *DVC* des betrachteten Stromkreises und der *angrenzenden Stromkreise*.

Tabelle 4 – Schutzanforderungen für den betrachteten Stromkreis

DVC des betrachteten Stromkreises	Schutz gegen direkte Berührung gefordert	Isolierung gegen geerdete Teile	Isolierung gegen ungeerdete berührbare leitfähige Teile	Isolierung gegen angrenzende Stromkreise der DVC:			
				A	B	C	D
A	Nein	a*	a	f*	b	p‡	p
B	Ja	b	p		b	p‡	p
C	Ja	b	p			b	p
D	Ja	b	p				b

^a Die Isolierung ist nicht aus Sicherheitsgründen erforderlich, sie kann aber aus Funktionsgründen erforderlich sein.

* Wenn der betrachtete Stromkreis als *SELV-Stromkreis* bezeichnet ist, ist gegen Erde und gegen *PELV-Stromkreise* Basisisolierung erforderlich.

f Funktionsisolierung für den Stromkreis mit der höheren Spannung.

b Basisisolierung für den Stromkreis mit der höheren Spannung.

p Schutztrennung für den Stromkreis mit der höheren Spannung.

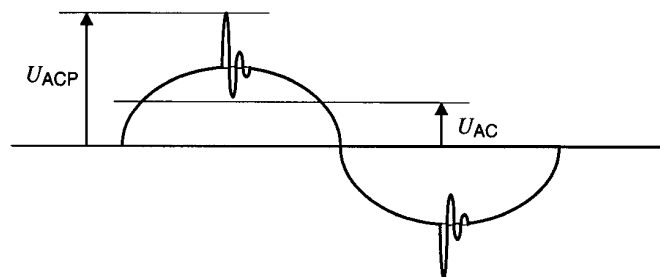
‡ Es ist erlaubt, Basisisolierung für den Stromkreis mit der höheren Spannung zu verwenden, wenn Schutz gegen direktes Berühren des betrachteten Stromkreises sichergestellt ist durch Basis- oder zusätzliche Isolierung für den Stromkreis mit der höheren Spannung.

4.3.1.4 Stromkreisbewertung

4.3.1.4.1 Allgemeines

Die DVC eines gegebenen Stromkreises wird mit dem nachstehenden Verfahren bewertet, wobei drei Fälle von Kurvenverläufen berücksichtigt werden.

4.3.1.4.2 Arbeitsspannung Wechselstrom (siehe Bild 2)



Legende

U_{AC} Effektivwert der Spannung

U_{ACP} periodischer Scheitelwert der Spannung

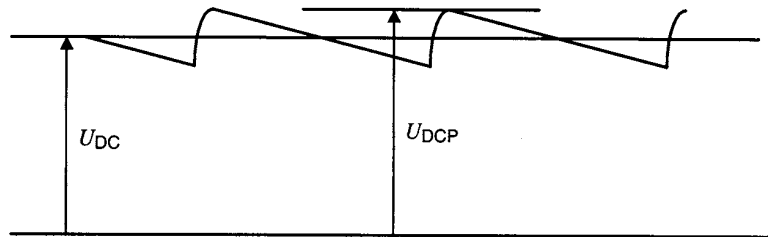
Bild 2 – Typischer Kurvenverlauf für eine Arbeitsspannung bei Wechselstrom

Die Arbeitsspannung hat einen Effektivwert von U_{AC} und einen periodischen Scheitelwert von U_{ACP} .

Die DVC entspricht der Zeile mit der niedrigsten Spannung in Tabelle 3, für die beide nachfolgenden Bedingungen erfüllt sind:

- $U_{AC} \leq U_{ACL}$
- $U_{ACP} \leq U_{ACPL}$

4.3.1.4.3 Arbeitsspannung Gleichstrom (siehe Bild 3)



Legende

U_{DC} arithmetischer Mittelwert der Spannung

U_{DCP} periodischer Scheitelwert der Spannung

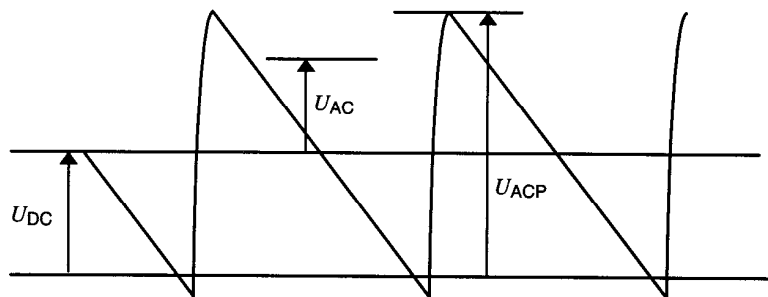
Bild 3 – Typischer Kurvenverlauf für eine Arbeitsspannung für Gleichstrom

Die *Arbeitsspannung* hat einen arithmetischen Mittelwert von U_{DC} und einen periodischen Scheitelwert von U_{DCP} , der durch eine überlagerte Wechselspannung mit einem Effektivwert von nicht mehr als 10 % von U_{DC} verursacht wird.

Die *DVC* entspricht der Zeile mit der niedrigsten Spannung in [Tabelle 3](#), für die beide nachfolgenden Bedingungen erfüllt sind:

- $U_{DC} \leq U_{DCL}$
- $U_{DCP} \leq 1,17 \times U_{DCL}$

4.3.1.4.4 Pulsierende Arbeitsspannung (siehe Bild 4)



Legende

U_{DC} arithmetischer Mittelwert der Spannung

U_{DCP} periodischer Scheitelwert der Spannung

Bild 4 – Typischer Kurvenverlauf für eine pulsierende Arbeitsspannung

Die *Arbeitsspannung* hat einen arithmetischen Mittelwert von U_{DC} und einen periodischen Scheitelwert von U_{ACP} , der durch eine überlagerte Wechselspannung mit einem Effektivwert U_{AC} größer als 10 % von U_{DC} verursacht wird.

Die *DVC* entspricht der Zeile mit der niedrigsten Spannung in [Tabelle 3](#), für die beide nachfolgenden Bedingungen erfüllt sind:

- $U_{AC}/U_{ACL} + U_{DC}/U_{DCL} \leq 1$

$$- \quad U_{ACP}/U_{ACPL} + U_{DC}/(1,17 \times U_{DCL}) \leq 1$$

4.3.2 Schutztrennung

Schutztrennung muss sowohl durch Einsatz von Werkstoffen, die gegen Abbau beständig sind, als auch durch spezielle konstruktive Maßnahmen erreicht werden und durch

- *doppelte oder verstärkte Isolierung*
oder
- *Schutzschirmung*, d. h. durch einen leitfähigen Schirm, der durch die Schutzverbindung des *PDS* mit Erde verbunden ist oder der mit dem Schutzerdungsleiter selbst verbunden ist, wobei der Schirm von *aktiven Teilen* mindestens durch *Basisisolierung* getrennt ist,
oder
- *Schutzimpedanz* nach 4.3.4.3, die eine Begrenzung der Entladungsenergie und des Stromes oder die Begrenzung der Spannung nach 4.3.4.4 einschließt.

Die *Schutztrennung* muss unter allen Bedingungen des bestimmungsgemäßen Gebrauchs des *PDS* vollständig und wirksam beibehalten werden.

4.3.3 Schutz gegen direkte Berührung

4.3.3.1 Allgemeines

Schutz gegen direkte Berührung wird verwendet, um zu verhindern, dass *aktive Teile* von Personen berührt werden können, die die Anforderungen nach 4.3.4 nicht erfüllen. Schutz gegen direkte Berührung muss durch eine oder mehrere Maßnahmen bewirkt werden, die in 4.3.3.2 und 4.3.3.3 angegeben sind.

Bei *integrierten PDS* muss der Motor die Anforderungen von IEC 60034-5 erfüllen. Für das *BDM* muss der Schutz durch eine oder mehrere der in 4.3.3.2 und 4.3.3.3 aufgeführten Maßnahmen erreicht werden.

4.3.3.2 Schutz durch Isolierung aktiver Teile

Aktive Teile müssen vollständig mit einer Isolierung umgeben sein, wenn ihre *Arbeitsspannung* höher ist als der größte Grenzwert von *DVC A* oder wenn sie keine *Schutztrennung* von *angrenzenden Stromkreisen* mit *DVC C* oder *D* haben. Die Isolierung muss nach der Stoßspannung, der *zeitweiligen Überspannung* oder der *Arbeitsspannung* (siehe 4.3.6.2.1) bemessen werden, je nachdem, welche die schärfste Anforderung ergibt. Die Isolierung darf nicht ohne Werkzeug entfernbar sein.

Jedes leitfähige Teil, das von *aktiven Teilen* nicht mindestens durch *Basisisolierung* getrennt ist, wird als *aktives Teil* angesehen. Ein metallisches berührbares Teil wird als leitfähig angesehen, wenn es eine blanke Oberfläche besitzt oder mit einer Isolierschicht überzogen ist, die nicht den Anforderungen an *Basisisolierung* entspricht.

Als Alternative zu fester oder flüssiger Isolierung darf eine Luftstrecke nach 4.3.6.4 vorgesehen werden, dargestellt in Bild 5 durch L_1 und L_2 .

Der Grad der Isolierung – *Basisisolierung*, *doppelte oder verstärkte Isolierung* – hängt ab von

- der *DVC* der *aktiven Teile* oder *angrenzenden Stromkreise*
und
- der Verbindung leitfähiger Teile über die *Schutzverbindung* mit Erde.

Beispiele für die Ausführung der Isolierung sind in Bild 5 angegeben, die auch die Anforderungen an Öffnungen zeigt.

Art der Isolierung	Anordnung der Isolierung		
	a Berührbare Teile sind leitfähig und über die Schutzverbindung mit Erde verbunden	b Berührbare Teile sind nicht leitfähig	c Berührbare Teile sind leitfähig, aber NICHT über die Schutzverbindung mit Erde verbunden
1) Fest oder flüssig			
2) Vollständig oder teilweise durch Luftstrecke			
3) Isolierung für angrenzende Stromkreise: Stromkreis A: Stromkreis mit kleinerer Spannung Stromkreis C: Stromkreis mit höherer Spannung; obere Zeile – nur DVC C, untere Zeile – DVC C oder D			
4) Anforderungen an Öffnungen in Gehäusen mit Schutzanforderungen			
<p>A aktives Teil</p> <p>B Basisisolierung für Stromkreis A</p> <p>Bc Basisisolierung für Stromkreis C</p> <p>C angrenzender Stromkreis</p> <p>D doppelte Isolierung für Stromkreis A</p> <p>I Isolierung kleiner als B</p> <p>L₁ Luftstrecke für Basisisolierung</p> <p>L₂ Luftstrecke für verstärkte Isolierung</p> <p>M leitfähiges Teil</p> <p>R verstärkte Isolierung für Stromkreis A</p> <p>Rc verstärkte Isolierung für Stromkreis C</p> <p>S Oberfläche der Ausrüstung</p>			<p>T Prüffinger (IEC 60529, Abschnitt 12)</p> <p>Z zusätzliche Isolierung für Stromkreis A</p> <p>Zc zusätzliche Isolierung für Stromkreis C</p> <p>* gilt auch für Kunststoffschrauben</p> <p>F Funktionsisolierung für Stromkreis A</p>
ANMERKUNG 1 In Spalte c wird eine Kunststoffschraube wie eine Metallschraube behandelt, weil ein Anwender sie während der Lebensdauer der Ausrüstung durch eine Metallschraube ersetzen könnte.			
ANMERKUNG 2 In Zeile 4) wird das Einführen des Prüffingers als Erstfehler betrachtet.			

Bild 5 – Beispiele für den Schutz gegen direkte Berührung

Es werden drei Fälle berücksichtigt:

Fall a): Berührbare Teile sind leitfähig und sind über die Schutzverbindung mit Erde verbunden.

- *Basisisolierung* ist erforderlich zwischen berührbaren Teilen und *aktiven Teilen*. Die entsprechende Spannung ist die der *aktiven Teile* (siehe Bild 5, Zellen 1)a), 2)a), 3)a)).

Fälle b) und c): Berührbare Teile sind nicht leitfähig (Fall b)) oder leitfähig, jedoch nicht über die *Schutzverbindung* mit Erde verbunden (Fall c)). Die erforderliche Isolierung ist:

- *doppelte* oder *verstärkte Isolierung* zwischen berührbaren Teilen und *aktiven Teilen* mit DVC C oder D. Die entsprechende Spannung ist die der *aktiven Teile* (siehe Bild 5, Zellen 1)b), 1)c), 2)b), 2)c));
- *zusätzliche Isolierung* zwischen berührbaren Teilen und *aktiven Teilen* der Stromkreise mit DVC A oder B, die durch *Basisisolierung* von *angrenzenden Stromkreisen* mit DVC C getrennt sind. Die zutreffende Spannung ist die höchste Spannung der *angrenzenden Stromkreise* (siehe Bild 5, obere Zellen 3)b), 3)c));
- *Basisisolierung* zwischen berührbaren Teilen und *aktiven Teilen* der Stromkreise mit DVC B, die *Schutztrennung* von *angrenzenden Stromkreisen* mit DVC C oder D haben. Die entsprechende Spannung ist die der *aktiven Teile* (siehe Bild 5, untere Zellen 3)b), 3)c)).

4.3.3.3 Schutz durch Gehäuse oder Absperrungen

Aktive Teile mit DVC B, C oder D müssen in Gehäusen angeordnet sein oder hinter Gehäusen oder Absperrungen platziert sein, die mindestens den Anforderungen der Schutzart IPXXB nach IEC 60529, 15.1, entsprechen. Die Deckflächen von Gehäusen oder Absperrungen, die berührbar sind, wenn die Ausrüstung unter Spannung steht, müssen bezüglich des senkrechten Zugangs mindestens der Schutzart IP3X entsprechen. Prüfung siehe 5.2.2.3. Gehäuse und Absperrungen dürfen sich nur mit einem Werkzeug oder nach Abschaltung *aktiver Teile* öffnen bzw. entfernen lassen.

Wenn das Gehäuse geöffnet werden muss und das *PDS* bei der Errichtung oder Instandhaltung unter Spannung gesetzt wird:

- a) berührbare *aktive Teile* mit DVC B, C oder D müssen mindestens mit IPXXA geschützt werden;
- b) *aktive Teile* mit DVC B, C oder D, die bei Einstellarbeiten wahrscheinlich berührt werden, müssen mindestens mit IPXXB geschützt werden;
- c) muss sichergestellt werden, dass sich Personen bewusst sind, dass *aktive Teile* mit DVC B, C oder D berührbar sind.

Unterbaugruppen und Betriebsmittel *offener Bauart* erfordern selbst keine Schutzmaßnahme gegen direkte Berührung.

Produkte mit Stromkreisen mit DVC A, B oder C, die für den Einbau in *geschlossenen elektrischen Betriebsräumen* nach 3.5 vorgesehen sind, erfordern selbst keine Schutzmaßnahmen gegen direkte Berührung.

Für Produkte mit Stromkreisen mit DVC D, die für den Einbau in *geschlossenen elektrischen Betriebsbereichen* vorgesehen sind, gelten zusätzliche Anforderungen (siehe 4.3.12).

4.3.4 Schutz im Fall von direkter Berührung

4.3.4.1 Allgemeines

Schutz im Fall von direkter Berührung ist erforderlich, um sicherzustellen, dass die Berührung *aktiver Teile* keine Gefährdung durch elektrischen Schlag erzeugt.

Der Schutz gegen direkte Berührung nach 4.3.3 ist nicht erforderlich, wenn der berührte Stromkreis von allen anderen Stromkreisen nach 4.3.1.3 getrennt ist und

- DVC A und 4.3.4.2 entspricht
oder
- eine Strombegrenzung über eine *Schutzimpedanz* nach 4.3.4.3 besitzt
oder

- eine Spannungsbegrenzung nach 4.3.4.4 besitzt.

Beispiele für derartige Maßnahmen siehe [Anhang A](#).

ANMERKUNG Die Anforderungen dieses Abschnittes gelten für den gesamten Stromkreis einschließlich Stromversorgung und alle zugehörigen peripheren Betriebsmittel.

Übereinstimmung mit den Anforderungen an die *Schutztrennung* müssen nach [5.2.1](#), [5.2.2](#) und [5.2.3](#), soweit zutreffend, nachgewiesen werden.

4.3.4.2 Schutz durch DVC A

Ungeerdete Stromkreise mit *DVC A* und geerdete Stromkreise mit *DVC A*, die in einem *Bereich des Potentialausgleichs* (siehe [3.44](#)) verwendet werden, erfordern keinen Schutz im Falle einer direkten Berührung.

Geerdete Stromkreise mit *DVC A*, die nicht in einem *Bereich des Potentialausgleichs* verwendet werden, erfordern im Falle der direkten Berührung zusätzlichen Schutz durch eine der in 4.3.4.3 oder 4.3.4.4 angegebenen Maßnahmen für einen Schutz in Fällen, in denen sich die Erdbezugspotentiale der Stromkreise mit *DVC A* unterscheiden. Die Bedienungsanleitung muss Hinweise enthalten bezüglich der Anwendung dieser Stromkreise (siehe [6.3.6.5](#)).

4.3.4.3 Schutz durch Schutzimpedanz

Die Verbindung von berührbaren *aktiven Teilen* zu Stromkreisen mit *DVC B*, *C* oder *D* oder zu geerdeten Stromkreisen mit *DVC A*, die nicht in einem *Bereich des Potentialausgleichs* verwendet werden, darf nur über *Schutzimpedanzen* vorgenommen werden (wenn nicht 4.3.4.4 gilt).

Es müssen dieselben baulichen Maßnahmen wie jene der *Schutztrennung* für den Aufbau und die Anordnung der *Schutzimpedanz* angewendet werden. Der nachfolgend angegebene Stromwert darf im Fall des Ausfalls eines einzelnen Bauteils nicht überschritten werden. Die gespeicherte Ladung zwischen gleichzeitig berührbaren Teilen, die durch eine *Schutzimpedanz* geschützt sind, darf 50 µC nicht überschreiten.

Die *Schutzimpedanzen* müssen so bemessen sein, dass der Strom durch diese zur Erde an den berührbaren *aktiven Teilen* bei Wechselstrom 3,5 mA oder bei Gleichstrom 10 mA nicht überschreitet. Prüfung siehe [5.2.3.4](#).

Schutzimpedanzen müssen entsprechend gestaltet und geprüft sein, um den Stoßspannungen und den *zeitweiligen Überspannungen* zu widerstehen für die Stromkreise, an die sie angeschlossen sind. Prüfungen siehe [5.2.3.1](#) und [5.2.3.2](#).

4.3.4.4 Schutz durch begrenzte Spannungen

Diese Schutzart beruht auf der Spannungsteilertechnik bei einem gegen direkte Berührung geschützten Stromkreis, die zu einer Spannung zum Erdpotential von höchstens *DVC A* führt.

Dieser Stromkreis muss so bemessen sein, dass selbst bei einem Fehler eines einzelnen Bauteils im Spannungsteilerkreis sowohl die Spannung über den Ausgangsanschlussklemmen als auch die Spannung gegen Erdpotential nicht höher werden kann als *DVC A*. In diesem Fall müssen die gleichen baulichen Maßnahmen wie bei der *Schutztrennung* angewendet werden.

Diese Schutzart darf im Fall der *Schutzklasse II* nicht angewendet werden, weil sie von der angeschlossenen Schutzterde abhängig ist.

4.3.5 Schutz gegen indirekte Berührung

4.3.5.1 Allgemeines

Schutz gegen indirekte Berührung ist erforderlich, um einen elektrischen Schlag zu verhindern, der durch berührbare leitfähige Teile bei einem Ausfall der Isolierung entstehen kann. Dieser Schutz muss den Anforderungen der *Schutzklassen I, II* oder *III* entsprechen.

Der Teil eines *PDS*, der den Anforderungen nach 4.3.5.2, 4.3.5.3 und 4.3.5.3.2 entspricht, ist als *Schutzklasse I* definiert.

Der Teil eines *PDS*, der den Anforderungen nach 4.3.5.6 entspricht, ist als *Schutzklasse II* definiert.

Der Teil eines *PDS*, der die Anforderungen von *SELV* erfüllt, ist als *Schutzklasse III* definiert.

Die *Schutzklasse 0* ist nur für Teile eines *PDS* zulässig, wenn Anweisungen zur Erfüllung der Anforderungen von 4.3.3.3 angegeben sind (*geschlossene elektrische Betriebsbereiche*) (siehe 6.3.6.5). Für *Hochspannungs-PDS* gelten besondere Anforderungen (siehe 4.3.12).

4.3.5.2 Isolierung zwischen *aktiven Teilen* und berührbaren leitfähigen Teilen

Berührbare leitfähige Teile der Ausrüstung müssen mindestens durch *Basisisolierung* oder Luftstrecken nach 4.3.6.4 von *aktiven Teilen* getrennt sein.

4.3.5.3 Schutzverbindung

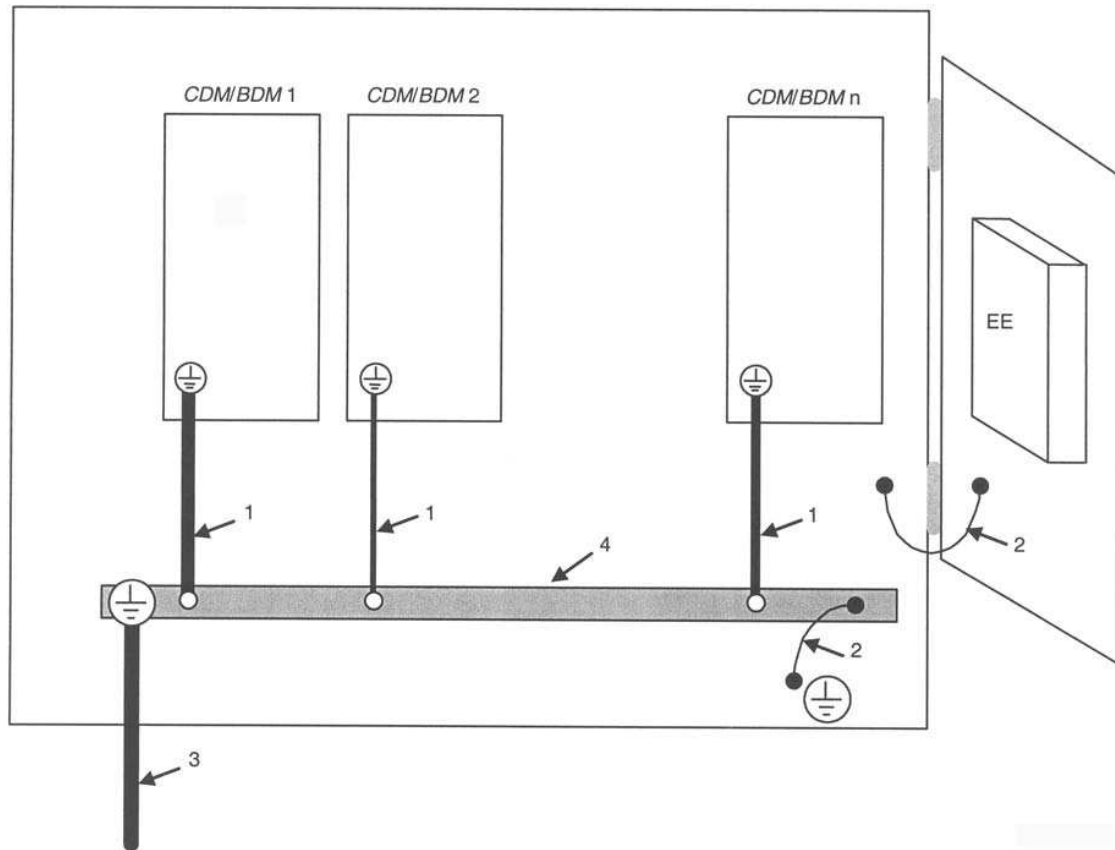
4.3.5.3.1 Allgemeines

In anderen Fällen als in a) oder b) angegeben, müssen *Schutzverbindungen* zwischen berührbaren leitfähigen Teilen der Ausrüstung und dem Anschlusselement für den externen *Schutzerdungsleiter* vorgesehen werden:

- a) wenn berührbare leitfähige Teile durch eine der in 4.3.4.2 bis 4.3.4.4 beschriebenen Maßnahmen geschützt werden;
- b) wenn berührbare leitfähige Teile unter Verwendung von *doppelter* oder *verstärkter Isolierung* von *aktiven Teilen* getrennt sind.

ANMERKUNG Einige Beispiele für solche Teile sind Magnetkerne, Schrauben, Nieten, Leistungsschilder und Kabel-clipse.

Bild 6 zeigt ein Beispiel für eine *CDM/BDM*-Anordnung und die zugehörigen *Schutzverbindungen*.



- 1 – Schutzerdungsleiter des BDM/CDM (nach den CDM/BDM-Anforderungen ausgelegt)
 2 – Schutzverbindung
 3 – Schutzerdungsleiter des PDS (nach den PDS-Anforderungen ausgelegt) zum Erdungspunkt der Anlage
 4 – Erdungsschiene
 EE – andere elektrische Ausrüstungen (mit der für diese Ausrüstung vorgesehenen Verbindung)

Bild 6 – Beispiel für Schutzverbindung

Elektrischer Kontakt mit dem Anschlusselement des *Schutzerdungsleiters* muss durch eine oder mehrere der folgenden Maßnahmen erreicht werden:

- durch direkten metallischen Kontakt;
- durch andere berührbare leitfähige Teile, die nicht entfernt werden, wenn das *PDS/CDM/BDM* wie vorgesehen angewendet wird;
- durch einen geeigneten *Schutzverbindungsleiter*;
- durch andere metallische Bauteile des *PDS/CDM/BDM*.

ANMERKUNG Wenn lackierte Flächen (vor allem pulverbeschichtete Flächen) miteinander verbunden werden, sollte eine separate Verbindung für einen zuverlässigen Kontakt vorgesehen werden.

Wenn elektrische Ausrüstungen auf Deckeln, Türen oder Abdeckplatten montiert sind, muss die Durchgängigkeit der *Schutzverbindungskreise* sichergestellt sein, und es wird die Verwendung eines gesonderten Leiters empfohlen. Anderenfalls müssen Verschlüsse, Scharniere oder Gleitkontakte mit einem niedrigen Widerstand verwendet werden, die für den niedrigen Widerstand ausgelegt sind und dieser durch Wartung auch beibehalten wird.

Flexible oder starre metallische Schutzrohre und metallische Schirme dürfen nicht als Schutzverbindungs- oder Schutzerdungsleiter verwendet werden.

Bei einem *Hochspannungs-PDS* müssen metallische Schutzrohre und metallische Schirmungen von allen Verbindungskabeln (z. B. Kabelbewehrung, Leiterschirm) über die *Schutzverbindungskreise* mit Erde verbunden werden. Falls nur ein Ende dieser Schutzrohre oder Schirmungen so angeschlossen ist, darf es nicht möglich sein, das andere Ende zu berühren. Dieses muss über eine Impedanz über den *Schutzverbindungskreis* mit Erde verbunden werden, um alle induzierten Wechselspannungen auf einen Höchstwert von 50 V zu begrenzen.

Der *Schutzverbindungskreis* darf kein Schaltgerät, kein Überstromschaltgerät (z. B. Schalter, Sicherung) oder Vorrichtung zur Stromerfassung für solche Betriebsmittel enthalten.

4.3.5.3.2 Bemessung der *Schutzverbindung*

Schutzverbindungen müssen den höchsten thermischen und dynamischen Beanspruchungen standhalten, die auftreten können, wenn das (die) betreffende(n) *PDS/CDM/BDM*-Teil(e) einem Fehler zu angeschlossenen berührbaren leitfähigen Teilen ausgesetzt ist (sind).

Die *Schutzverbindung* muss so lange wirksam bleiben, wie ein Fehler zu den berührbaren leitfähigen Teilen besteht oder bis durch eine vorgeschaltete Schutzeinrichtung die Energieversorgung der Teile abgeschaltet wird.

ANMERKUNG In Fällen, in denen die *Schutzverbindung* durch Leiter mit geringem Querschnitt (z. B. Leiterzüge einer Leiterplatte) geführt wird, sollte besonders darauf geachtet werden sicherzustellen, dass bei einem Fehler keine unerkannten Beschädigungen des *Schutzverbindungskreises* auftreten können.

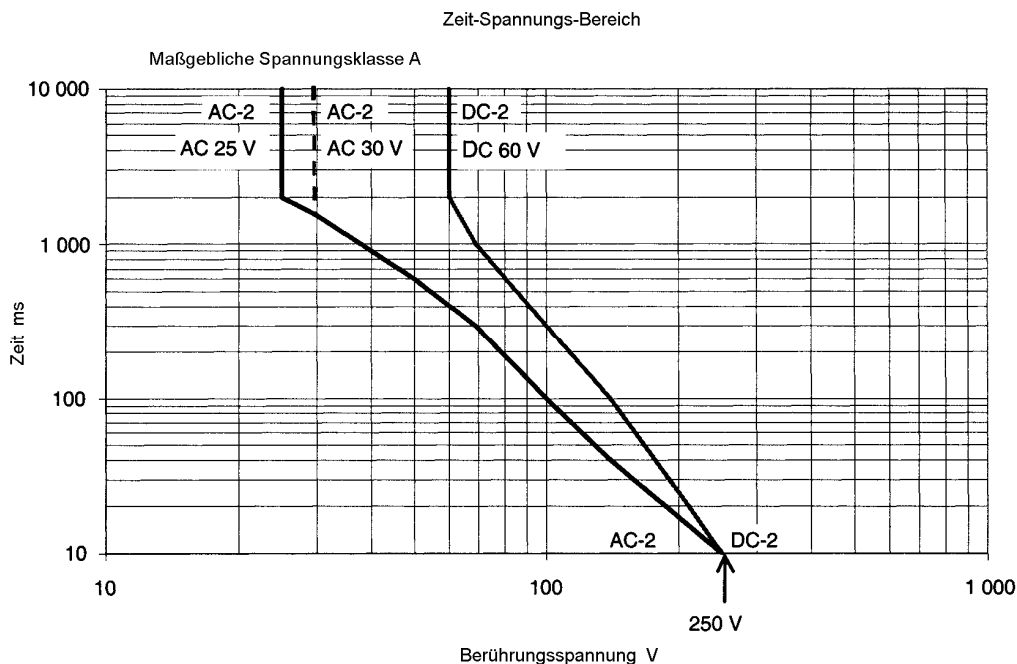
Diese Bedingungen sind erfüllt, wenn der Querschnitt des *Schutzverbindungsleiters* genauso groß ist wie der Querschnitt des *Schutzerdungsleiters* nach 4.3.5.4. Prüfung siehe 5.2.3.9.

Alternativ dazu kann die *Schutzverbindung* so ausgelegt werden, dass sie die Impedanzanforderungen nach 4.3.5.3.3 erfüllt.

4.3.5.3.3 Impedanz der *Schutzverbindung*

Die Impedanz der *Schutzverbindung* muss so gering sein, dass:

- beim bestimmungsgemäßen Betrieb keine Spannung dauernd über 5 V Wechselspannung oder 12 V Gleichspannung zwischen berührbaren leitfähigen Teilen und dem Anschlusselement für den *Schutzerdungsleiter* bestehen kann
- und
- unter Fehlerbedingungen keine Spannung die Grenzkurven AC-2 oder DC-2 im Bild 7 zwischen berührbaren leitfähigen Teilen und dem Anschlusselement für den *Schutzerdungsleiter* überschreiten kann, bis eine vorgeschaltete Schutzeinrichtung die Energieversorgung des Teils abschaltet. Die für diese Anforderung vorgesehene vorgeschaltete Schutzeinrichtung muss die Kennwerte aufweisen, die nach dem Errichtungshandbuch nach 6.3.7 gefordert werden.



ANMERKUNG Die gestrichelte Linie für AC-2 gilt, wenn nur ein einziger Stromkreis mit *DVCA* vorhanden ist; die Volllinie gilt, wenn mehr als ein Stromkreis mit *DVCA* vorhanden ist.

Bild 7 – Spannungsgrenzen unter Fehlerbedingungen

Prüfung siehe [5.2.3.9](#).

4.3.5.4 Schutzerdungsleiter

Ein *Schutzerdungsleiter* muss immer angeschlossen sein, wenn das *PDS/CDM/BDM* mit Energie versorgt wird, sofern das *PDS/CDM/BDM* nicht den Anforderungen der *Schutzklasse II* (siehe [4.3.5.6](#)) entspricht. Wenn es die örtlichen Verdrahtungsvorschriften nicht anders vorgeben, muss der Querschnitt des *Schutzerdungsleiters* nach Tabelle 5 oder durch Berechnung nach IEC 60364-5-54, 543.1, ermittelt werden.

Wenn der *Schutzerdungsleiter* über einen Stecker und eine Steckdose oder ähnliche Mittel zum Trennen geführt wird, darf es nicht möglich sein, den *Schutzerdungsleiter* zu unterbrechen, ohne dass gleichzeitig die Energiezufuhr zum zu schützenden Teil unterbrochen wird.

Tabelle 5 – Querschnitt des *Schutzerdungsleiters*

Querschnitt der Außenleiter des <i>PDS/CDM/BDM</i> <i>S</i>	Mindestquerschnitt des entsprechenden <i>Schutzerdungsleiters</i> <i>S_p</i>
mm ²	mm ²
$S \leq 16$	<i>S</i>
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S$	<i>S</i> /2

Die Werte in Tabelle 5 gelten nur, wenn der *Schutzerdungsleiter* aus dem gleichen Metall hergestellt ist wie die Außenleiter. Falls das nicht der Fall ist, muss der Querschnitt des *Schutzerdungsleiters* in der Weise ermittelt werden, dass eine Leitfähigkeit entsteht, die den Ergebnissen der Anwendungen in Tabelle 5 gleichwertig ist.

Der Querschnitt eines jeden *Schutzerdungsleiters*, der nicht Bestandteil des Stromversorgungskabels oder des Kabelmantels ist, darf in keinem Fall geringer sein als

- 2,5 mm², wenn mechanischer Schutz vorhanden ist,
oder
- 4 mm², wenn kein mechanischer Schutz vorhanden ist. Bei mit flexibler Leitung angeschlossener Ausrüstung müssen solche Maßnahmen ergriffen werden, dass im Falle des Ausfalls der Zugentlastungsvorrichtung der *Schutzerdungsleiter* in der Anschlussleitung der letzte Leiter ist, der unterbrochen wird.

Bei speziellen Systemtopologien, wie z. B. 6-Phasen-Motoren, muss der Konstrukteur des *PDS* den erforderlichen Querschnitt des *Schutzerdungsleiters* festlegen.

4.3.5.5 Anschlusselemente für den *Schutzerdungsleiter*

4.3.5.5.1 Allgemeines

Jedes *PDS* oder *PDS*-Element (Motor, Stromrichter, Transformator), das einen Anschluss an Erde über eine *Schutzverbindung* erfordert, muss ein Anschlusselement für den *Schutzerdungsleiter* haben, nahe den Anschlussklemmen für die entsprechenden aktiven Leiter. Die Anschlusselemente müssen korrosionsbeständig und für den Anschluss von Kabeln nach [Tabelle 5](#) und von Kabeln nach den für die *Anlage* geltenden Verdrahtungsregeln geeignet sein. Die Anschlusselemente für den *Schutzerdungsleiter* dürfen nicht als Teil des mechanischen Aufbaus der Ausrüstung oder für andere Verbindungen verwendet werden. Für jeden *Schutzerdungsleiter* muss ein separates Anschlusselement vorgesehen werden.

Bei *Hochspannungs-PDS* müssen die Schutzschirme von Hochspannungskabeln Vorkehrungen für den Anschluss an Erde über *Schutzverbindungen* nach [IEC 60204-11](#) und [IEC 61800-4](#) haben. Das Konzept der *Schutzverbindungen* muss zwischen Lieferer und Anwender vereinbart werden und mit den örtlichen Anforderungen im Errichtungsgebiet übereinstimmen.

Verbindungs- und Anschlusspunkte müssen so bemessen werden, dass ihre Strombelastbarkeit nicht durch mechanische, chemische oder elektrochemische Einflüsse beeinträchtigt wird. Wenn Gehäuse und/oder Leiter aus Aluminium oder Aluminiumlegierungen verwendet werden, sollten durch elektrolytische Korrosion entstehende Probleme berücksichtigt werden.

Anforderungen an Aufschriften siehe [6.3.6.6](#).

4.3.5.5.2 *Berührungsstrom bei Versagen des Schutzerdungsleiters*

Die Anforderungen dieses Abschnittes müssen erfüllt sein, damit bei einer Zerstörung oder Abtrennung des *Schutzerdungsleiters* die Sicherheit aufrechterhalten bleibt.

Bei einphasigen *PDS/CDM/BDM* mit Steckeranschluss, für die kein Steckverbinder für industrielle Anwendungen nach IEC 60309 verwendet wird, darf der *Berührungsstrom* (gemessen nach [5.2.3.5](#)) einen Wert von 3,5 mA Wechselstrom oder einen von 10 mA Gleichstrom nicht überschreiten.

Wenn nicht nachgewiesen werden kann, dass der (nach [5.2.3.5](#) gemessene) *Berührungsstrom* kleiner als 3,5 mA Wechselstrom oder kleiner als 10 mA Gleichstrom ist, müssen bei allen anderen *PDS/CDM/BDM* eine oder mehrere der nachfolgenden Bedingungen erfüllt sein:

a) ortsfester Anschluss und:

- ein Querschnitt des *Schutzerdungsleiters* von mindestens 10 mm² Cu oder 16 mm² 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 mm² als Teil eines mehradrigen Versorgungskabels. Eine angemessene Zugentlastung muss vorhanden sein.

Anforderungen an Kennzeichnung siehe [6.3.6.7](#).

4.3.5.6 Besondere Leistungsmerkmale für Ausrüstungen der Schutzklasse II

Falls eine Ausrüstung für den Einsatz von *doppelter* oder *verstärkter Isolierung* zwischen *aktiven Teilen* und berührbaren Oberflächen nach [4.3.3.2](#) ausgelegt ist, wird für die Konstruktion davon ausgegangen, dass sie der *Schutzklasse II* entspricht, wenn außerdem Nachfolgendes gilt:

- Eine für die *Schutzklasse II* ausgelegte Ausrüstung darf keine Anschlusselemente für den *Schutzerdungsleiter* aufweisen. Dies gilt jedoch nicht, wenn der *Schutzerdungsleiter* durch die Ausrüstung zu einer dahinter liegenden in Reihe geschalteten Ausrüstung durchgeschleift wird. Im letzteren Fall müssen der *Schutzerdungsleiter* und dessen Anschlusselemente mit *Basisisolierung* von der berührbaren Oberfläche der Ausrüstung und von Stromkreisen isoliert sein, die *Schutztrennung*, *Kleinspannung*, *Schutzimpedanz* und begrenzte Entladungsenergie nach [4.3.4](#) verwenden. Diese *Basisisolierung* muss der Bemessungsspannung der in Reihe geschalteten Ausrüstung entsprechen.
- Eine metallgekapselte Ausrüstung der *Schutzklasse II* darf an ihrem Gehäuse eine Vorrichtung für den Anschluss eines Potentialausgleichsleiters haben.
- Eine Ausrüstung der *Schutzklasse II* darf eine Vorrichtung für den Anschluss eines Erdungsleiters aus funktionellen Gründen oder für die Dämpfung von Überspannungen haben, sie muss jedoch so isoliert sein, als wenn sie ein *aktives Teil* wäre.
- Eine Ausrüstung der *Schutzklasse II* muss nach [6.3.6.6](#) gekennzeichnet sein.

4.3.6 Isolierung

4.3.6.1 Allgemeines

4.3.6.1.1 Einflussfaktoren

Dieser Abschnitt enthält die Mindestanforderungen für die Isolierung auf der Grundlage von IEC 60664 und IEC 60071.

Bei der Bemessung und Errichtung des *PDS* müssen Herstellungstoleranzen berücksichtigt werden.

Für integrierte *PDS* muss das Isolationssystem des Motors die Anforderungen des zutreffenden Teils von IEC 60034 erfüllen. Das *CDM/BDM* muss die Anforderungen von 4.3.6 erfüllen.

Die Isolierung muss unter Berücksichtigung der nachfolgenden Einflüsse ausgewählt werden:

- Verschmutzungsgrad;
- Überspannungskategorie;
- Erdungssystem der Versorgung;
- Isolationsspannung;
- Platzierung der Isolierung;
- Art der Isolierung.

Die Überprüfung der Isolierung muss nach [5.2.2.1](#), [5.2.3.1](#), [5.2.3.2](#) und [5.2.3.3](#) erfolgen.

4.3.6.1.2 Verschmutzungsgrad

Isolierung, besonders bei Verwendung von Luft- und Kriechstrecken, wird durch Verschmutzung beeinflusst, die während der *erwarteten Lebensdauer* des *PDS* auftritt. Die Bedingungen der Mikroumgebung für die Isolierung müssen nach [Tabelle 6](#) angewendet werden.