

	<p align="center">Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl</p> <p align="center">Teil 5-1: Anforderungen an die Sicherheit – Elektrische, thermische und energetische Anforderungen (IEC 61800-5-1:2003-02) Deutsche Fassung EN 61800-5-1:2003</p>	<p align="center">DIN</p> <p align="center">EN 61800-5-1</p>
<p align="center">VDE</p>	<p>Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.</p>	<p align="center">Klassifikation VDE 0160 Teil 105</p>
<p>ICS 29.160.30</p> <p>Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-1: Safety requirements – Electrical, thermal and energy (IEC 61800-5-1:2003-02); German version EN 61800-5-1:2003</p> <p>Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 5-1: Exigences de sécurité – Electrique, thermique et énergétique (CEI 61800-5-1:2003-02); Version allemande EN 61800-5-1:2003</p> <p>Die Europäische Norm EN 61800-5-1:2003 hat den Status einer Deutschen Norm.</p> <p>Beginn der Gültigkeit Die EN 61800-5-1 wurde am 2003-03-01 angenommen.</p> <p>Nationales Vorwort</p> <p>Für die vorliegende 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 zuständig.</p> <p>Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 61800-5-1 (VDE 0160 Teil 105):2001-08.</p> <p>Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 22G „Semiconductor power converters for adjustable speed electric drive systems“ erarbeitet.</p> <p>Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zum Jahr 2006 unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation</p> <ul style="list-style-type: none"> – bestätigt, – zurückgezogen, – durch eine Folgeausgabe ersetzt oder – geändert. <p align="right">Fortsetzung Seite 2 bis 6 und 92 Seiten EN</p> <p align="center">DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE</p>		

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.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

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 (VDE 0530)	VDE 0530
–	IEC 60050-111:1996	IEV Kapitel 111:1997	–
–	IEC 60050-151:2001	IEV Kapitel 151	–
–	IEC 60050-161:1990 A1:1997 A2:1998	IEV Kapitel 161	–
–	IEC 60050-191:1990 A1:1999 A2:2002	IEV Kapitel 191	–
–	IEC 60050-441:1984	IEV Kapitel 441	–
–	IEC 60050-442:1998	IEV Kapitel 442	–
–	IEC 60050-551:1985 A1:1998	IEV Teil 551	–
–	IEC 60050-601:	IEV Kapitel 601	–
HD 588.1 S1:1991	IEC 60060-1:1989	DIN IEC 60060-1 (VDE 0432 Teil 1):1994-06	VDE 0432 Teil 1
EN 60071-1:1995	IEC 60071-1:1993	DIN EN 60071-1 (VDE 0111 Teil 1):1996-07	VDE 0111 Teil 1
EN 60071-2:1997	IEC 60071-2:1996	DIN EN 60071-2 (VDE 0111 Teil 2):1997-09	VDE 0111 Teil 2
HD 214 S2:1980	IEC 60112:1979	DIN VDE 0303-1 (DIN IEC 60112) (VDE 0303 Teil 1):1984-06	VDE 0303 Teil 1
EN 60204-11:2000	IEC 60204-11:2000	DIN EN 60204-11 (VDE 0113 Teil 11):2001-05	VDE 0113 Teil 11

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60249-1:1993 EN 60249-1/A4:1994	IEC 60249-1:1982 A4:1993	DIN EN 60249-1:1994-05	–
–	IEC 60364-1:2001	–	–
Normen der Reihe EN 60417	Normen der Reihe IEC 60417	Normen der Reihe DIN EN 60417	–
EN 60529:1991 EN 60529/A1:2000	IEC 60529:1989 A1:1999	DIN EN 60529 (VDE 0470 Teil 1):2000-09	VDE 0470 Teil 1
Normen der Reihe EN 60617	Normen der Reihe IEC 60617	Normen der Reihe DIN EN 60617	–
HD 625.1 S1:1996	IEC 60664-1:1992 A1:2000 A2:2002 modifiziert	DIN VDE 0110-1 (VDE 0110 Teil 1):1997-04	VDE 0110 Teil 1
HD 625.3 S1:1997	IEC 60664-3:1992 modifiziert	DIN VDE 0110-3 (VDE 0110 Teil 3):1998-05	VDE 0110 Teil 3
EN 60695-2-10:2001	IEC 60695-2-10:2000	DIN EN 60695-2-10 (VDE 0471 Teil 2-10):2001-11	VDE 0471 Teil 2-10
EN 60695-2-11:2001	IEC 60695-2-11:2000	DIN EN 60695-2-11 (VDE 0471 Teil 2-11):2001-11	VDE 0471 Teil 2-11
EN 60695-2-12:2001	IEC 60695-2-12:2000	DIN EN 60695-2-12 (VDE 0471 Teil 2-12):2001-11	VDE 0471 Teil 2-12
EN 60695-2-13:2001	IEC 60695-2-13:2000	DIN EN 60695-2-13 (VDE 0471 Teil 2-13):2001-11	VDE 0471 Teil 2-13
EN 60695-11-10: 1999	IEC 60695-11-10: 1999	DIN EN 60695-11-10 (VDE 0471 Teil 11-10):2000-01	VDE 0471 Teil 11-10
EN 60695-11-20: 1999	IEC 60695-11-20: 1999	DIN EN 60695-11-20 (VDE 0471 Teil 11-20):2000-01	VDE 0471 Teil 11-20
EN 60707:1999	IEC 60707:1999	DIN EN 60707 (VDE 0304 Teil 3):1999-12	VDE 0304 Teil 3
–	IEC 60755:1983 A1:1988 A2:1992	–	–
EN 60947-7-1:1991 EN 60947-7-1/A1: 1999	IEC 60947-7-1:1989 A1:1999	DIN EN 60947-7-1 (VDE 0611 Teil 1):2000-05	VDE 0611 Teil 1
EN 60947-7-2:1995	IEC 60947-7-2:1995	DIN EN 60947-7-2 (VDE 0611 Teil 3):1996-06	VDE 0611 Teil 3
EN 60990:1999	IEC 60990:1999	DIN EN 60990 (VDE 0106 Teil 102):2000-10	VDE 0106 Teil 102
EN 61800-1:1998	IEC 61800-1:1997	DIN EN 61800-1 (VDE 0160 Teil 101):1999-08	VDE 0160 Teil 101
EN 61800-2:1998	IEC 61800-2:1998	DIN EN 61800-2 (VDE 0160 Teil 102):1999-08	VDE 0160 Teil 102
EN 61800-3:1996 EN 61800-3/A11: 2000	IEC 61800-3:1996	DIN EN 61800-3 (VDE 0160 Teil 100):2001-02	VDE 0160 Teil 100

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 61800-4:2003	IEC 61800-4:2002	–	–
–	ISO 3864:1984	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60034 (VDE 0530), *Drehende elektrische Maschinen*.

DIN EN 60071-1 (VDE 0111 Teil 1):1996-07, *Isolationskoordination – Teil 1: Begriffe, Grundsätze und Anforderungen (IEC 60071-1:1993); Deutsche Fassung EN 60071-1:1995*.

DIN EN 60071-2 (VDE 0111 Teil 2):1997-09, *Isolationskoordination – Teil 2: Anwendungsrichtlinie (IEC 60071-2:1996); Deutsche Fassung EN 60071-2:1997*.

DIN EN 60204-11 (VDE 0113 Teil 11):2001-05, *Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 11: Anforderungen an Hochspannungsausrüstung für Spannungen über 1 000 V Wechselspannung oder 1 500 V Gleichspannung, aber nicht über 36 kV (IEC 60204-11:2000); Deutsche Fassung EN 60204-11:2000*.

DIN EN 60249-1:1994-05, *Basismaterialien für gedruckte Schaltungen – Teil 1: Prüfverfahren (IEC 60249-1:1982 + A4:1993); Deutsche Fassung EN 60249-1:1993 + A4:1994*.

DIN EN 60417, *Graphische Symbole für Betriebsmittel*.

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

DIN EN 60617, *Graphische Symbole für Schaltpläne*.

DIN EN 60695-2-10 (VDE 0471 Teil 2-10):2001-11, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-10: Prüfungen mit dem Glühdraht – Glühdrahtprüfeinrichtungen und allgemeines Prüfverfahren (IEC 60695-2-10:2000); Deutsche Fassung EN 60695-2-10:2001*.

DIN EN 60695-2-11 (VDE 0471 Teil 2-11):2001-11, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-11: Prüfungen mit dem Glühdraht – Prüfung mit dem Glühdraht zur Entflammbarkeit von Enderzeugnissen (IEC 60695-2-11:2000); Deutsche Fassung EN 60695-2-11:2001*.

DIN EN 60695-2-12 (VDE 0471 Teil 2-12):2001-11, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-12: Prüfungen mit dem Glühdraht – Prüfung mit dem Glühdraht zur Entflammbarkeit von Werkstoffen (IEC 60695-2-12:2000); Deutsche Fassung EN 60695-2-12:2001*.

DIN EN 60695-2-13 (VDE 0471 Teil 2-13):2001-11, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-13: Prüfungen mit dem Glühdraht – Prüfungen mit dem Glühdraht zur Entzündbarkeit von Werkstoffen (IEC 60695-2-13:2000); Deutsche Fassung EN 60695-2-13:2001*.

DIN EN 60695-11-10 (VDE 0471 Teil 11-10):2000-01, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11-10: Prüfungen mit 50-W-Prüfflamme horizontal und vertikal (IEC 60695-11-10:1999); Deutsche Fassung EN 60695-11-10:1999*.

DIN EN 60695-11-20 (VDE 0471 Teil 11-20):2000-01, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11-20: Prüfungen mit einer 500-W-Prüfflamme (IEC 60695-11-20:1999); Deutsche Fassung EN 60695-11-20:1999*.

DIN EN 60707 (VDE 0304 Teil 3):1999-12, *Entflammbarkeit fester, nichtmetallischer Materialien bei Einwirkung von Flammen als Zündquelle – Liste der Prüfverfahren (IEC 60707:1999); Deutsche Fassung EN 60707:1999.*

DIN EN 60947-7-1 (VDE 0611 Teil 1):2000-05, *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 7: Hilfseinrichtungen – Hauptabschnitt 1: Reihenklemmen für Kupferleiter (IEC 60947-7-1:1989 + A1:1999); Deutsche Fassung EN 60947-7-1:1991 + A1:1999.*

DIN EN 60947-7-2 (VDE 0611 Teil 3):1996-06, *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 7: Hilfseinrichtungen – Hauptabschnitt 2: Schutzleiter-Reihenklemmen für Kupferleiter (IEC 60947-7-2:1995); Deutsche Fassung EN 60947-7-2:1995.*

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

DIN EN 61800-1 (VDE 0160 Teil 101):1999-08, *Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe – Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Festlegungen für die Bemessung von Niederspannungs-Gleichstrom-Antriebssystemen (IEC 61800-1:1997); Deutsche Fassung EN 61800-1:1998.*

DIN EN 61800-2 (VDE 0160 Teil 102):1999-08, *Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe – Teil 2: Allgemeine Anforderungen; Festlegungen für die Bemessung von Niederspannungs-Wechselstrom-Antriebssystemen mit einstellbarer Frequenz (IEC 61800-2:1998); Deutsche Fassung EN 61800-2:1998.*

DIN EN 61800-3 (VDE 0160 Teil 100):2001-02, *Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe – Teil 3: EMV-Produktnorm einschließlich spezieller Prüfverfahren (IEC 61800-3:1996); Deutsche Fassung EN 61800-3:1996 + A11:2000.*

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

IEV Kapitel 111:1997, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 111: Physik und Chemie; Identisch mit IEC 60050-111:1996.*

IEV Kapitel 151:2002-03, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 115: Elektrische und magnetische Geräte und Einrichtungen; Hauptabschnitt 151-11: Allgemeines; Identisch mit IEC 60050-151:2001-07.*

IEV Kapitel 161:1999, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 161: Elektromagnetische Verträglichkeit; Konsolidierte Fassung aus IEC 60050-161:1990-08, Änderung A1:1997-10 und Änderung A2:1998-04.*

IEV Kapitel 191:2002-10, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 191: Zuverlässigkeit und Dienstgüte (Konsolidierte Fassung einschließlich Änderung 1 und Änderung 2); Identisch mit IEC 60050-191:1990-12 (Konsolidiert mit IEC 60050-191/A1:1993-03 und IEC 60050-191/A2:2002-01).*

IEV Kapitel 441:1990, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 441: Schaltanlagen, Schaltgeräte und Sicherungen; Identisch mit IEC 60050-441:1984.*

IEV Kapitel 442:1999, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 442: Elektrisches Installationsmaterial; Identisch mit IEC 60050-442:1998-11.*

IEV Kapitel 551:2002-07, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 551: Leistungselektronik – Hauptabschnitt 551-11: Allgemeines; Identisch mit IEC 60050-551:1998-11 einschließlich IEC 60050-551-20:2001-07.*

IEV Kapitel 601:1989, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 601: Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie – Allgemeines.*

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

DIN VDE 0110-1 (VDE 0110 Teil 1):1997-04, *Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen (IEC 60664-1:1992, modifiziert); Deutsche Fassung HD 625.1 S1:1996.*

DIN VDE 0110-3 (VDE 0110 Teil 3):1998-05, *Isolationskoordination für Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 3: Verwendung von Beschichtungen zum Zweck der Isolationskoordination bei bestückten Leiterplatten (IEC 60664-3:1992); Deutsche Fassung HD 625.3 S1:1997.*

DIN VDE 0303-1 (DIN IEC 60112) (VDE 0303 Teil 1):1984-06, *Verfahren zur Bestimmung der Vergleichszahl und Prüfzahl der Kriechwegbildung auf festen isolierenden Werkstoffen unter feuchten Bedingungen [VDE-Bestimmung].*

**Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl
Teil 5-1: Anforderungen an die Sicherheit – Elektrische, thermische und
energetische Anforderungen**
(IEC 61800-5-1:2003)

Adjustable speed electrical power drive systems
Part 5-1: Safety requirements – Electrical,
thermal and energy
(IEC 61800-5-1:2003)

Entraînements électriques de puissance à
vitesse variable
Partie 5-1: Exigences de sécurité – Electrique,
thermique et énergétique
(CEI 61800-5-1:2003)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2003-03-01 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, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 22G/108/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 61800-5-1, ausgearbeitet von dem SC 22G „Semiconductor power converters for adjustable speed electric drive systems“ des IEC TC 22 „Power electronic systems and equipment“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2003-03-01 als EN 61800-5-1 angenommen.

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): 2003-12-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2006-03-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm sind die [Anhänge C](#) und [ZA](#) normativ und die [Anhänge A, B, D](#) und [E](#) informativ.

Der [Anhang ZA](#) wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61800-5-1:2003 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	8
3.1 System	8
3.2 Allgemeines	8
3.3 Einteilung der Prüfungen	12
4 Schutz gegen gefährliche Körperströme, Brand und Energieausfälle	14
4.1 Allgemeines	14
4.2 Schutz gegen gefährliche Körperströme	15
4.3 Schutz gegen thermische Gefahren	42
4.4 Schutz gegen energiebezogene Gefahren	46
5 Anforderungen an Prüfungen	47
5.1 Allgemeines	47
5.2 Prüfbestimmungen	50
6 Anforderungen an Informationen und Aufschriften	67
6.1 Allgemeines	67
6.2 Informationen zur Auswahl	69
6.3 Informationen für die Errichtung und Inbetriebnahme	69
6.4 Informationen zum Einsatz	73
6.5 Informationen zur Instandhaltung	76
Anhang A (informativ) Beispiele für den Schutz im Falle direkter Berührung	77
A.1 Schutz durch ELV	77
A.2 Schutz durch Schutzimpedanz	77
A.3 Schutz durch Spannungsbegrenzung	78
Anhang B (informativ) Symbole, auf die in diesem Teil der IEC 61800 verwiesen wird	79
Anhang C (normativ) Messung der Kriech- und Luftstrecken	80
C.1 Messung	80
C.2 Beziehung der Messung zum Verschmutzungsgrad	80
C.3 Beispiele	80
Anhang D (informativ) Querschnitte von runden Leitern	85
Anhang E (informativ) Richtlinien der RCD-Kompatibilität	86
E.1 Auswahl des RCD-Typs	86
E.2 Kurvenverläufe von Fehlerströmen	87
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	89
Literaturhinweise	92

Bilder

Bild 1 – Hardware-Konfiguration eines Leistungsantriebssystems (PDS) in einer Anlage.....	14
Bild 2 – Typischer Kurvenverlauf für eine Arbeitswechselspannung.....	17
Bild 3 – Typischer Kurvenverlauf für eine Arbeitsgleichspannung.....	17
Bild 4 – Typischer Kurvenverlauf für eine pulsierende Arbeitsspannung	18
Bild 5 – Beispiele für den Schutz gegen direkte Berührung	20
Bild 6 – Durchführung der Spannungsprüfung.....	57
Bild 7 – Schaltung für die Hochstrom-Lichtbogenprüfung	64
Bild 8 – Prüf-Aufbau für die Entzündungsprüfung mit dem Heizdraht	66
Bild A.1 – Schutz durch SELV (nicht geerdet) oder PELV (geerdet), mit Schutztrennung.....	77
Bild A.2 – Schutz durch Schutzimpedanz	77
Bild A.3 – Schutz durch Spannungsbegrenzung	78
Bild C.1	80
Bild C.2	81
Bild C.3	81
Bild C.4	81
Bild C.5	81
Bild C.6	82
Bild C.7	82
Bild C.8	82
Bild C.9	83
Bild C.10	83
Bild C.11	83
Bild C.12	84
Bild C.13	84
Bild E.1 – Flussdiagramm für die Auswahl des RCD-Typs, wenn ein PDS nachgeschaltet wird.....	86
Bild E.2 – Kurvenverläufe von Fehlerströmen in Schaltungen mit Halbleiterbauelementen	87

Tabellen

Tabelle 1 – Zusammenfassung der Grenzwerte der Klassen der maßgeblichen Spannung	15
Tabelle 2 – Schutzleiterquerschnitt.....	24
Tabelle 3 – Definitionen von Verschmutzungsgraden	26
Tabelle 4 – Isolationsspannung für Niederspannungskreise	29
Tabelle 5 – Isolationsspannung für Hochspannungskreise	29
Tabelle 6 – Luftstrecken.....	30
Tabelle 7 – Kriechstrecken (mm)	32
Tabelle 8 – Blechdicken für Gehäuse aus Kohlenstoff oder Edelstahl.....	36
Tabelle 9 – Blechdicken für Gehäuse aus Aluminium, Kupfer oder Messing.....	37
Tabelle 10 – Biegeraum für Drähte von Anschlussklemmen zum Gehäuse	40
Tabelle 11 – Höchste gemessene Temperaturen für im Innern verwendete Werkstoffe und Bauelemente... ..	45

	Seite
Tabelle 12 – Höchste gemessene Temperaturen von außen liegenden Teilen des PDS	46
Tabelle 13 – Prüfungsübersicht	49
Tabelle 14 – Stoßspannungsprüfung.....	52
Tabelle 15 – Prüfstoßspannung für Niederspannungs-PDS	53
Tabelle 16 – Prüfstoßspannung für Hochspannungs-PDS.....	53
Tabelle 17 – Prüfwechsel- oder -gleichspannung für Stromkreise, die direkt am Niederspannungsnetz angeschlossen sind.....	54
Tabelle 18 – Prüfwechsel- oder -gleichspannung für Stromkreise, die direkt am Hochspannungsnetz angeschlossen sind.....	55
Tabelle 19 – Prüfwechsel- oder -gleichspannung für Stromkreise, die nicht direkt am Netz angeschlossen sind.....	56
Tabelle 20 – Teilentladungsprüfung	59
Tabelle 21 – Anforderungen an Informationen	68
Tabelle B.1 – Verwendete Symbole	79
Tabelle C.1 – Nutenbreiten für Verschmutzungsgrade	80
Tabelle D.1 – Genormte Querschnitte von runden Leitern.....	85

1 Anwendungsbereich

Der vorliegende Teil von IEC 61800 legt Anforderungen an Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl oder ihre Bestandteile in Bezug auf Überlegungen zur elektrischen, thermischen und energetischen Sicherheit fest. Er berücksichtigt keine angetriebenen Einrichtungen außer für Anforderungen an Schnittstellen. Er gilt für elektrische Leistungsantriebssysteme 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 Stromrichtereingangs- oder -ausgangsspannungen bis zu 35 kV, 50 Hz oder 60 Hz.

Bemessungsspezifikationen für Gleichstrom-Leistungsantriebssysteme, die aus Netzwechselspannungen bis zu 1 kV gespeist werden, sind in [IEC 61800-1](#) enthalten.

Bemessungsspezifikationen für Wechselstrom-Antriebssysteme mit Stromrichtereingangs- oder -ausgangswechselspannungen bis zu 1 kV sind in [IEC 61800-2](#) enthalten.

Aspekte der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) sind in [IEC 61800-3](#) enthalten.

Bemessungsspezifikationen für Wechselstrom-Antriebssysteme mit Stromrichtereingangs- oder -ausgangswechselspannungen größer als 1 kV und bis zu 35 kV sind in [IEC 61800-4](#) enthalten.

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 zutreffenden Produktnorm für gleiche Umgebungsbedingungen genügen.

ANMERKUNG 1 In einigen Fällen können jedoch Anforderungen an die Sicherheit für das gesamte Leistungsantriebssystem (z. B. Schutz gegen direkte Berührung) den Einsatz spezieller Bauteile und/oder zusätzlicher Maßnahmen erforderlich machen.

ANMERKUNG 2 Für die Anwendung dieser Internationalen Norm können energetische Gefahren z. B. die Explosion von Bauteilen oder die in Kondensatoren gespeicherte Energie sein.

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).

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

IEC 60050-111, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 111: Physics and chemistry*.

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

IEC 60050-161, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*.

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

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

IEC 60050-442, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 442: Electrical accessories*.

IEC 60050-551, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 551: Power electronics*.

IEC 60050-601, *International Electrotechnical Vocabulary – 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 60071-1:1993, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules.*

IEC 60071-2:1996, *Insulation co-ordination – Part 2: Application guide.*

IEC 60112:1979, *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions.*

IEC 60204-11:2000, *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 60249-1:1982, *Base materials for printed circuits – Part 1: Test methods.*

IEC 60364-1:2001, *Electrical installations of buildings – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions.*

IEC 60417 (alle Teile), *Graphical symbols for use on equipment.*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code).*¹

IEC 60617, *Graphic symbols for diagrams.*

IEC 60664-1:1992, *Insulation co-ordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests.*²

IEC 60664-3:1992, *Insulation co-ordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coatings to achieve insulation co-ordination of printed board assemblies.*

IEC 60695-2-10:2000, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure.*

IEC 60695-2-11:2000, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end products.*

IEC 60695-2-12:2000, *Fire hazard testing – Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for materials.*

IEC 60695-2-13:2000, *Fire hazard testing – Part 2-13: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire ignitability test method for materials.*

IEC 60695-11-10:1999, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods.*

IEC 60695-11-20:1999, *Fire hazard testing – Part 11-20: Test flames – 500 W flame test methods.*

IEC 60707:1999, *Flammability of solid non-metallic materials when exposed to flame sources – List of test methods.*

IEC 60755:1983, *General requirements for residual current operated protective devices.*

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

¹ Es gibt eine konsolidierte Ausgabe 2.1 (2001), die Ausgabe 2.0 und deren Änderung 1 enthält.

² Es gibt eine konsolidierte Ausgabe 1.2 (2002), die Ausgabe 1.0 und deren Änderungen 1 und 2 enthält.

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

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

IEC 61800-1:1997, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 1: General requirements – Rating specifications for low voltage adjustable speed d.c. power drive systems.*

IEC 61800-2:1998, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 2: General requirements – Rating specifications for low voltage adjustable frequency a.c. power drive systems.*

IEC 61800-3:1996, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 3: EMC product standard including specific test methods.*

IEC 61800-4:2002, *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.*

ISO 3864:1984, *Safety colours and safety signs.*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Teils der IEC 61800 gelten die Begriffe aus den Kapiteln 111, 151, 161, 191, 441, 442, 551 und 601 der IEC 60050, aus IEC 60664-1, aus den Teilen 1 bis 4 von IEC 61800 (von denen einige aus praktischen Gründen wiederholt werden) und folgende Begriffe.

3.1 System

3.1.1

Antriebsgrundmodul (en: Basic Drive Module, BDM)

Antriebsmodul, das aus einer Stromrichterbaugruppe, einer Steuer- und Regeleinrichtung für Drehzahl, Drehmoment, Strom oder Spannung und einem Steuersystem für die Leistungshalbleiterbauelemente usw. besteht (siehe Bild 1)

3.1.2

vollständiges Antriebsmodul (en: Complete Drive Module, CDM)

Antriebssystem ohne den Motor und die mechanisch mit der Motorwelle verbundenen Messfühler, das aus dem BDM und aus Erweiterungen wie z. B. der Speisebaugruppe, der Feldstromversorgung und Hilfsausrüstungen besteht, aber nicht darauf beschränkt ist (siehe Bild 1)

3.1.3

Anlage

Ausrüstung oder Ausrüstungen, die mindestens das PDS (siehe 3.1.4) und die angetriebene Ausrüstung enthält (enthalten) (siehe Bild 1)

3.1.4

Leistungsantriebssystem (en: Power Drive System, PDS)

Antriebssystem einschließlich CDM und Motor, jedoch ohne angetriebene Ausrüstung (siehe Bild 1)

3.2 Allgemeines

3.2.1

Hilfsstromkreis

Stromkreis, der ein anderes Element oder Elemente eines PDS als den Hauptmotor, der mechanische Energie mit der angetriebenen Einrichtung austauscht, speist

ANMERKUNG Beispiele für Hilfsstromkreise sind Stromkreise für Schnittstellen, Steuerung, Kühlung, Messung sowie für die unabhängige Feldversorgung des Hauptmotors.

3.2.2**Basisisolierung**

Isolierung, die auf alle aktiven Teile aufgebracht ist, um einen Schutz gegen gefährliche Körperströme zu bieten

[IEV 826-03-17, modifiziert]

3.2.3**geschlossener elektrischer Betriebsbereich**

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

3.2.4**Vergleichszahl der Kriechwegbildung** (en: comparative tracking index, CTI)

numerischer Wert der größten Spannung in Volt, bei der ein Werkstoff 50 Auftropfungen ohne Kriechwegbildung standhält

ANMERKUNG Der Wert jeder Prüfspannung und der CTI sollte durch 25 teilbar sein.

[IEC 60112, 1979, Begriff 2.3]

3.2.5**bedingt kurzschlussfest**

Stromkreise, in denen vorgeschriebene Schutzeinrichtungen wie Sicherungen, Schalter, elektronische Verriegelungen oder elektronische Strombegrenzer nur ansprechen, wenn sie einem Kurzschluss ausgesetzt sind

3.2.6**maßgebliche Spannungsklasse**

berechneter Spannungsbereich, der zur Bestimmung der Einteilung der zum Schutz gegen gefährliche Körperströme eingesetzten Maßnahmen verwendet wird

3.2.7**doppelte Isolierung**

Isolierung, die sowohl aus Basisisolierung als auch aus Zusatzisolierung besteht

[IEV 826-03-19, modifiziert]

ANMERKUNG Basis- und Zusatzisolierung sind getrennt, jede ist für den Basisschutz gegen gefährliche Körperströme bemessen.

3.2.8**elektrischer Durchschlag**

Fehler 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, Begriff 1.3.20]

3.2.9**Kleinspannung** (en: Extra Low Voltage, ELV)

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

ANMERKUNG Effektivwert der überlagerten Wechselspannung von nicht größer als 10 % der Gleichspannungskomponente.

3.2.10**FELV-Stromkreis** (en: Functional Extra Low Voltage, FELV)

elektrischer Stromkreis, in dem die Spannung die Kleinspannung (ELV) nicht überschreitet und in dem die Anforderungen an die Sicherheit für Sicherheitsspannungssysteme (SELV, siehe [3.2.29](#)) oder Schutzkleinspannungssysteme (PELV, siehe [3.2.16](#)) nicht erfüllt werden

3.2.11

Betriebsisolierung

Isolierung zwischen elektrisch leitenden Teilen, die keinen Schutz gegen gefährliche Körperströme darstellt

3.2.12

Hochspannungsprodukt

Produkt, das Bemessungs-Wechselspannungen zwischen 1 kV und 35 kV, 50 Hz oder 60 Hz, liefert

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

3.2.13

(Erd-)Ableitstrom

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

[IEV 442-01-24]

3.2.14

aktives Teil

elektrischer Leiter oder elektrisch leitfähiges Teil, der (das) im bestimmungsgemäßen Gebrauch gespeist wird, einschließlich Neutralleiter, jedoch nicht, wenn er mit Schutz Erde verbunden ist

3.2.15

Niederspannungsprodukt

Produkt, das Bemessungs-Wechselspannungen bis 1 000 V, 50 Hz oder 60 Hz, liefert

ANMERKUNG Diese Produkte fallen in den Anwendungsbereich von IEC 61800-1 oder IEC 61800-2.

3.2.16

Schutzkleinspannungskreis (en: Protective Extra Low Voltage, PELV)

elektrischer Stromkreis mit nachfolgenden Eigenschaften:

- die Spannung überschreitet die Kleinspannung (ELV) nicht;
- Schutztrennung von anderen Stromkreisen als PELV oder SELV und
- Erdungseinrichtungen für den PELV-Stromkreis, seinen freiliegenden leitenden Teile oder beiden

3.2.17

professionelle Ausrüstung

Ausrüstung für den Einsatz in Handwerk, Gewerbe oder Industrie, die nicht für den allgemeinen öffentlichen Verkauf vorgesehen ist. Die Bezeichnung muss vom Hersteller festgelegt werden.

[IEC 61000-3-2, 2000, Begriff 3.15]

3.2.18

Schutzanschluss

elektrische Verbindung elektrisch leitender Teile mit Erdpotenzial zu Sicherheitszwecken

3.2.19

Schutzklasse 0

Ausrüstung, bei der der Schutz gegen gefährliche Körperströme nur auf der Basisisolierung beruht

ANMERKUNG Einrichtungen dieser Schutzklasse werden bei Ausfall der Basisisolierung gefährlich.

3.2.20

Schutzklasse I

Ausrüstung, bei der der Schutz gegen gefährliche Körperströme nicht nur auf der Basisisolierung beruht, sondern die zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen in solcher Form einschließt, dass Mittel für den Anschluss berührbarer elektrisch leitender Teile an einen Schutzleiter (Erdleiter) in der festen Verdrahtung der Anlage in der Weise vorgesehen sind, dass berührbare elektrisch leitende Teile im Fall des Ausfalls der Basisisolierung nicht aktiv werden können

3.2.21**Schutzklasse II**

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

3.2.22**Schutzklasse III**

Ausrüstung, bei der der Schutz gegen gefährliche Körperströme auf der Versorgung mit Sicherheitskleinspannung (SELV) beruht und in der Spannungen, die höher als die der SELV sind, nicht erzeugt werden

3.2.23**Schutzleiter**

Leiter, der den Schutz gegen gefährliche Körperströme durch Verbindung elektrisch leitender Teile mit dem Erdpotenzial bewirkt

3.2.24**Schutzerdung** (en: protective earthing, PE)

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

3.2.25**Schutzimpedanz**

Impedanz zwischen aktiven Teilen und freiliegenden elektrisch leitenden 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]

3.2.26**Schutzschirmung**

Abtrennung der Stromkreise von gefährlichen aktiven Teilen durch einen dazwischenliegenden elektrisch leitenden Schirm, der mit den Möglichkeiten für den Anschluss an einen äußeren Schutzleiter versehen ist

3.2.27**Schutztrennung**

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

3.2.28**verstärkte Isolierung**

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

[IEC 60664-1, 1992, Begriff 1.3.17.5]

3.2.29**Sicherheitskleinspannungskreis** (en: Safety Extra Low Voltage, SELV)

elektrischer Stromkreis mit nachfolgenden Eigenschaften:

- die Spannung überschreitet die Kleinspannung (ELV) nicht und
- Schutztrennung von anderen Stromkreisen als SELV und PELV und
- keine Vorkehrungen zur Erdung des SELV-Stromkreises oder seiner freiliegenden elektrisch leitenden Teile und
- Basisisolierung des SELV-Stromkreises vom Erdpotenzial und von PELV-Stromkreisen

3.2.30

Zusatzisolierung

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

[IEC 60664-1, 1992, Begriff 1.3.17.3]

ANMERKUNG Basis- und Zusatzisolierung sind getrennt, jede ist für den Basisschutz gegen gefährliche Körperströme bemessen.

3.2.31

Netzspannung

Spannung zur Ermittlung der Isolationsanforderungen

- bei geerdeten Niederspannungsnetzen: der Effektivwert der Bemessungsspannung zwischen einem Außenleiter und Erdpotenzial;
- bei nicht geerdeten Niederspannungs-Drehstromnetzen: der Effektivwert der Bemessungsspannung zwischen einem Außenleiter und einem künstlichen Neutralpunkt (eine imaginäre Verbindung von gleichen Impedanzen jedes Außenleiter);

ANMERKUNG Bei den meisten Netzen entspricht das der Division der Außenleiterspannung durch $\sqrt{3}$.

- bei nicht geerdeten einphasigen Niederspannungs-Wechsel- oder -Gleichstromnetzen: der Effektivwert der Bemessungsspannung zwischen den Außenleitern;
- bei Hochspannungsnetzen: der Effektivwert der Bemessungsspannung zwischen den Außenleitern.

3.2.32

zeitweilige Überspannung

Überspannung bei der Frequenz des Versorgungsnetzes mit relativ langer Dauer

[IEC 60664-1, 1992, Begriff 1.3.7.1]

3.2.33

Anwender-Anschlussklemme

für den Anschluss bei der Installation vorgesehene Anschlussklemme

3.2.34

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 Wechselspannung sein. Es werden Effektivwerte und periodische Scheitelwerte verwendet.

3.3 Einteilung der Prüfungen

3.3.1

Typprüfung

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

[IEV 151-04-15]

3.3.2

Stückprüfung

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

[IEV 151-04-16]

3.3.3

Stichprobenprüfung

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

[IEV 151-04-17]

3.3.4

Inbetriebnahmeprüfung

Prüfung an einem Betriebsmittel oder einer Ausrüstung, die am Aufstellungsort ausgeführt wird, um die Richtigkeit der Errichtung und der Arbeitsweise nachzuweisen

[IEV 151-04-21]

3.3.5

Sonderprüfung

zusätzlich zu Typ- und Stückprüfungen durchgeführte Prüfung, die entweder im Ermessen des Herstellers oder nach einer Vereinbarung zwischen Hersteller und Käufer oder dessen Vertreter ausgeführt wird

3.3.6

Abnahmeprüfung

vertragsgemäße Prüfung, um dem Käufer nachzuweisen, dass das Betriebsmittel bestimmte Bedingungen seiner Festlegungen erfüllt

[IEV 151-04-20]

3.3.7

Bestätigungsprüfung

irgendeine der vorgenannten Prüfungen, die in Gegenwart des Käufers, Anwenders oder seines Vertreters durchgeführt wird

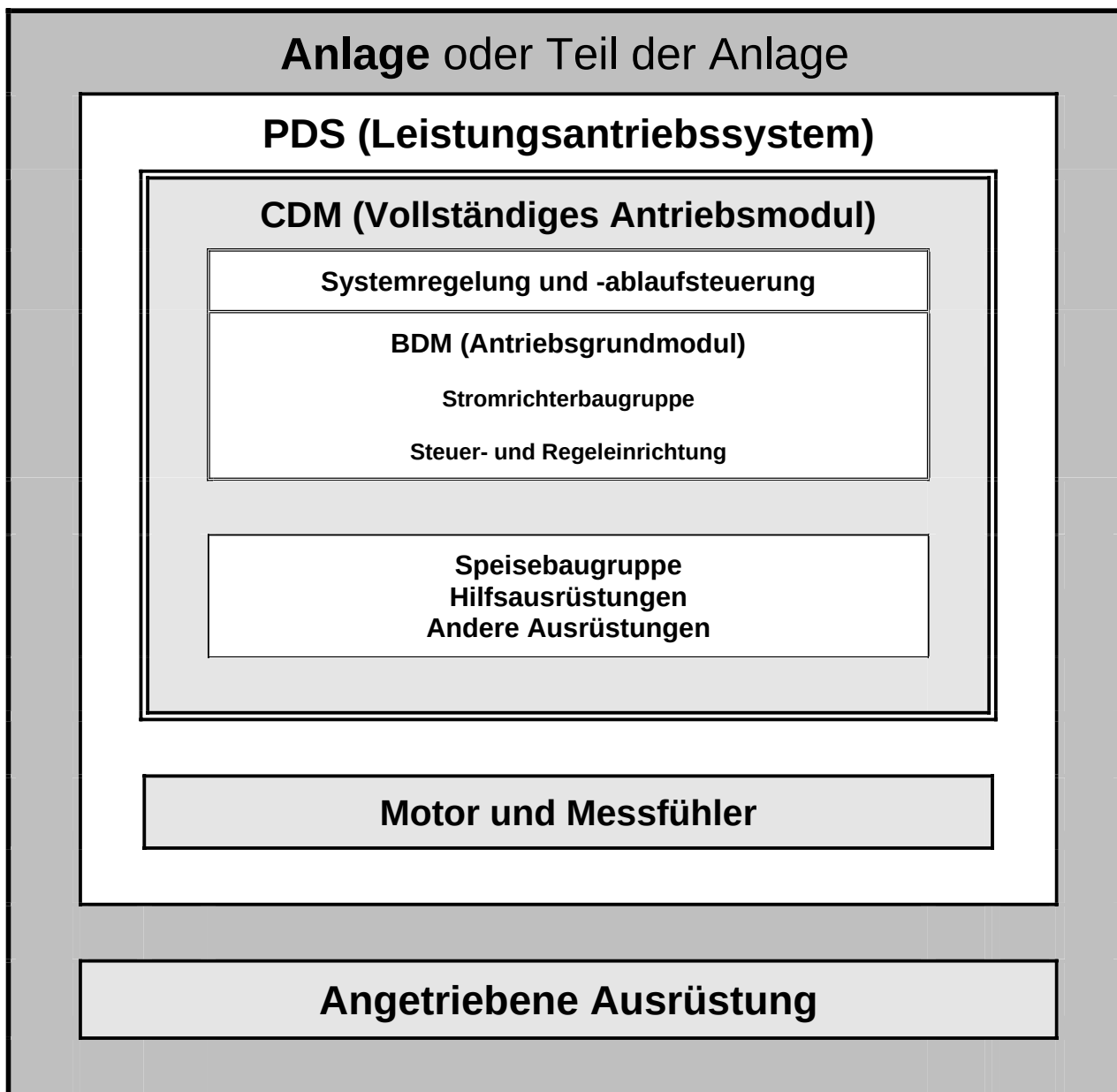


Bild 1 – Hardware-Konfiguration eines Leistungsantriebssystems (PDS) in einer Anlage

4 Schutz gegen gefährliche Körperströme, Brand und Energieausfälle

4.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt 4 legt die Mindestanforderungen an die Auslegung und den Aufbau eines PDS fest. Der Schutz gegen gefährliche Körperströme muss bei einer einzelnen Fehlerbedingung ebenso beibehalten werden wie unter bestimmungsgemäßen Bedingungen.

Die Auslegung eines PDS muss auch so sein, dass es die Festigkeit und Steifheit hat, um angemessen vorhersehbarem Missbrauch, der mit seiner vorgesehenen Anwendung verbunden ist, ohne vollständige oder teilweise Zerstörung zu widerstehen, die eine Brandgefahr, gefährliche Körperströme oder andere Gefahren zur Folge hat.

Ein PDS muss so ausgelegt sein, dass Betriebsarten oder Schaltfolgen vermieden werden, die zu einem Ausfall des Bauteils führen können.

Es muss eine Stromkreisanalyse an den anderen als SELV- und PELV-Stromkreisen des PDS durchgeführt werden, um Bauteile zu kennzeichnen, deren Ausfall eine Brandgefahr oder gefährliche Körperströme ergeben würde. Die Analyse muss die Auswirkung von Kurzschluss- und Leerlaufbedingungen auf das Bauelement einschließen. Die Analyse braucht keine Leistungs-Halbleiterbauelemente einzuschließen, wenn eine gleichwertige Prüfung während der Kurzschlussprüfungen durchgeführt wurde, oder Bauelemente, die unabhängig bewertet wurden. Prüfungen siehe [5.2.3.8](#).

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 potenzielle Sicherheitsgefahren, die mit den Hauptbauteilen des PDS verbunden sind, wie z. B. drehende Teile des Motors oder die Entflammbarkeit von Transformator- und Kondensatoröl.

4.2 Schutz gegen gefährliche Körperströme

4.2.1 Klassen der maßgeblichen Spannungen

4.2.1.1 Verwendung der Klassen der maßgeblichen Spannungen

Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme sind von der Einteilung der Stromkreise nach maßgeblichen Spannungen nach Tabelle 1 abhängig, die die Grenzwerte der Arbeitsspannung innerhalb des Stromkreises mit der Klasse der maßgeblichen Spannung zueinander in Beziehung setzt. Die Klasse der maßgeblichen Spannung gibt damit den erforderlichen Mindestschutzgrad des Stromkreises an.

Tabelle 1 – Zusammenfassung der Grenzwerte der Klassen der maßgeblichen Spannung

Klasse der maßgeblichen Spannung	Grenzwert der Arbeitsspannung V			Abschnitt
	Wechselspannung (Effektivwert) U_{ACL}	Wechselspannung (Scheitelwert) U_{ACPL}	Gleichspannung (Mittelwert) U_{DCL}	
A ^a	30	42,4	60	4.2.4.2 , 4.2.4.4
B	50	71	120	4.2.5.3 a), b)
C	1000	4500 ^b	1500	
D	> 1000	> 4500 ^b	> 1500	
^a Für Ausrüstungen mit mehr als einem Stromkreis mit der maßgeblichen Spannung der Klasse A dürfen der Effektivwert und die Scheitelspannungen 25 V bzw. 35,4 V nicht überschreiten. ^b Der Wert 4 500 V ermöglicht es, dass Tabelle 4 für sämtliche Niederspannungsprodukte gilt (mögliche Reflexionen bis $3 \times \sqrt{2} \times 1\,000\text{ V} = 4\,242\text{ V}$).				

4.2.1.1.1 Stromkreise mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse A

Stromkreise mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse A erfordern nicht:

- Schutz gegen direkte Berührung oder
- Schutzanschluss für freiliegende elektrisch leitende Teile.

Sie erfordern:

- mindestens Basisisolierung von Stromkreisen mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse B;
- Schutztrennung von Stromkreisen mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse C (falls kein Schutz gegen direkte Berührung vorgesehen ist) oder
- Basisisolierung von Stromkreisen mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse C (falls Schutz gegen direkte Berührung durch Zusatzisolierung für den Hochspannungskreis vorgesehen ist);

- Schutztrennung von Stromkreisen mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse D.

4.2.1.1.2 Stromkreise mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse B

Stromkreise mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse B erfordern nicht:

- Schutzanschluss für freiliegende elektrisch leitende Teile.

Sie erfordern:

- Schutz gegen direkte Berührung;
- mindestens Basisisolierung von anderen Stromkreisen mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse B;
- Schutztrennung von Stromkreisen mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse C (falls Schutz gegen direkte Berührung durch Basisisolierung für Stromkreise mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse B vorgesehen ist) oder
- Basisisolierung von Stromkreisen mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse C (falls Schutz gegen direkte Berührung durch Zusatzisolierung für den Hochspannungskreis vorgesehen ist);
- Schutztrennung von Stromkreisen mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse D.

4.2.1.1.3 Stromkreise mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse C

Stromkreise mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse C erfordern:

- Schutz gegen direkte Berührung;
- Schutztrennung von Stromkreisen mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse D;
- mindestens Basisisolierung von anderen Stromkreisen mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse C;
- Schutzanschluss oder doppelte oder verstärkte Isolierung für freiliegende elektrisch leitende Teile.

4.2.1.1.4 Stromkreise mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse D

Stromkreise mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse D erfordern:

- Schutz gegen direkte Berührung und
- mindestens Basisisolierung von anderen Stromkreisen mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse D und
- Schutzanschluss oder doppelte oder verstärkte Isolierung für freiliegende elektrisch leitende Teile.

4.2.1.2 Stromkreisbewertung

4.2.1.2.1 Allgemeines

Die Einteilung eines gegebenen Stromkreises nach der maßgeblichen Spannung wird mit dem nachstehenden Verfahren bewertet, wobei drei Fälle von Kurvenverläufen berücksichtigt werden.

4.2.1.2.2 Arbeitswechselspannung (siehe Bild 2)

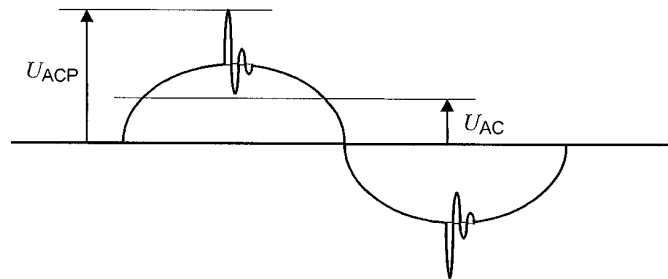


Bild 2 – Typischer Kurvenverlauf für eine Arbeitswechselspannung

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

Die Klasse der maßgeblichen Spannung entspricht der Reihe der niedrigsten Spannung in [Tabelle 1](#), für die beide nachfolgenden Bedingungen erfüllt sind:

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

4.2.1.2.3 Arbeitsgleichspannung (siehe Bild 3)

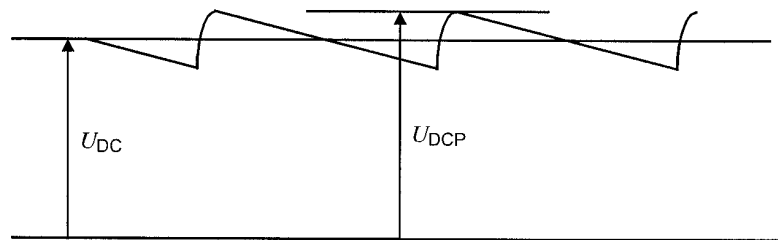


Bild 3 – Typischer Kurvenverlauf für eine Arbeitsgleichspannung

Die Arbeitsspannung hat einen 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 Klasse der maßgeblichen Spannung entspricht der Reihe der niedrigsten Spannung in [Tabelle 1](#), für die beide nachfolgenden Bedingungen erfüllt sind:

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

4.2.1.2.4 Pulsierende Arbeitsspannung (siehe Bild 4)

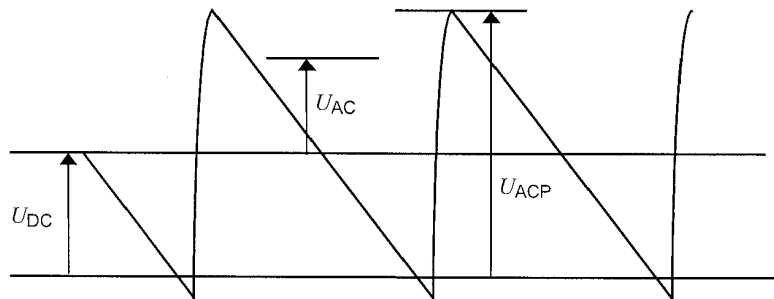


Bild 4 – Typischer Kurvenverlauf für eine pulsierende Arbeitsspannung

Die Arbeitsspannung hat einen 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 Klasse der maßgeblichen Spannung entspricht der Reihe der niedrigsten Spannung in [Tabelle 1](#), für die beide nachfolgenden Bedingungen erfüllt sind:

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

4.2.2 Schutztrennung

Schutztrennung ist bei allen nachfolgenden Schnittstellen erforderlich:

- zwischen ELV-Stromkreisen nach [4.2.4.2](#) (SELV oder PELV) und anderen Stromkreisen als nach [4.2.4](#);
- zwischen Stromkreisen mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse D und Stromkreisen mit einer niedrigeren Klasse der maßgeblichen Spannung.

Schutztrennung der Stromkreise muss sowohl durch Einsatz von Werkstoffen, die gegen Alterung und Umweltverschmutzung beständig sind, als auch spezielle bauliche Maßnahmen erreicht werden und durch

- doppelte oder verstärkte Isolierung oder
- Schutzschirmung, d. h. durch einen elektrisch leitenden Schirm, der mit dem Schutzanschluss des PDS oder dem Schutzleiter selbst verbunden ist, wobei der Schirm von aktiven Teilen mindestens durch Basisisolierung getrennt ist, oder
- Schutzimpedanz nach [4.2.4.3](#), die eine Begrenzung der Entladungsenergie und des Stromes oder die Begrenzung der Spannung nach [4.2.4.4](#) einschließt.

Schutztrennung muss an allen Schnittstellen zwischen den vorstehend genannten Stromkreisen verwirklicht werden.

Die Schutztrennung muss unter allen Bedingungen des vorgesehenen Einsatzes des PDS vollständig und wirksam beibehalten werden.

4.2.3 Schutz gegen direkte Berührung

4.2.3.1 Allgemeines

Schutz gegen direkte Berührung wird verwendet, um zu verhindern, dass aktive Teile, die die Anforderungen nach [4.2.4](#) nicht erfüllen, von Personen berührt werden können. Er muss durch eine oder mehrere Maßnahmen bewirkt werden, die in [4.2.3.2](#) und [4.2.3.3](#) angegeben sind.

Jedes elektrisch leitende Teil, das nicht mindestens durch Basisisolierung von aktiven Teilen getrennt ist, muss als ein aktives Teil angesehen werden.

Ein metallenes berührbares Teil wird als elektrisch leitend angesehen, wenn seine Oberfläche blank oder mit einer Isolierschicht bedeckt ist, die die Anforderungen an die Basisisolierung nicht erfüllt.

4.2.3.2 Schutz durch Isolierung aktiver Teile

Aktive Teile müssen vollständig mit einer dauerhaften Isolierung umgeben sein, wenn ihre Arbeitsspannung höher als der größte Grenzwert der maßgeblichen Spannung der Klasse A ist oder wenn sie keine Schutztrennung von angrenzenden Stromkreisen mit einer maßgeblichen Spannung der Klassen B, C oder D haben. Die Isolierung muss nach der Stoßspannung, der zeitweiligen Überspannung oder der Arbeitsspannung (siehe 4.2.6.3.1) bemessen werden, je nachdem, was die schärfste Anforderung ergibt.

Als Alternative zu fester Isolierung darf eine Luftstrecke nach 4.2.6.6, durch L_1 und L_2 in Bild 5 dargestellt, vorgesehen werden.

Der Grad der Isolierung – Basisisolierung, doppelte oder verstärkte Isolierung – hängt

- von der Klasse der maßgeblichen Spannung der aktiven Teile oder angrenzenden Stromkreise und
- der Verbindung elektrisch leitender Teile mit dem Schutzanschluss ab.

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

Es werden drei Fälle berücksichtigt:

Fall a) Berührbare Teile sind elektrisch leitend und mit dem Schutzanschluss verbunden.

- Basisisolierung ist zwischen berührbaren Teilen und aktiven Teilen erforderlich. 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 elektrisch nicht leitend (Fall b)) oder leitend, jedoch nicht mit dem Schutzanschluss verbunden (Fall c)). Die erforderliche Isolierung ist:

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

Feste Isolierung muss durch Ausführung der Stoßspannungsprüfung nach 5.2.3.1, der Wechsel- oder Gleichspannungsprüfung nach 5.2.3.2 oder der Teilentladungsprüfung nach 5.2.3.3, wie geeignet, geprüft werden. Die Übereinstimmung der Luftstrecken muss durch Sichtprüfung nachgewiesen werden und, sofern erforderlich, durch Ausführung der Stoßspannungsprüfung nach 5.2.3.1 und der Wechsel- oder Gleichspannungsprüfung nach 5.2.3.2.

Art der Isolierung	Ausführung der Isolierung		
	a berührbare Teile sind leitend und mit dem Schutzanschluss verbunden	b berührbare Teile sind nicht leitend	c berührbare Teile sind leitend und <u>nicht</u> mit dem Schutzanschluss verbunden
1) Fest oder flüssig			
2) Vollständig oder teilweise durch Luftstrecke			
3) Isolierung für angrenzende Stromkreise: Stromkreis A: Niederspannungskreis Stromkreis C: Hochspannungskreis; obere Zeile – nur Klasse C, untere Zeile – Klassen C oder D			
4) Anforderungen an Öffnungen in Gehäusen			
A aktives Teil	L ₁ Luftstrecke für Basisisolierung	T Prüffinger (IEC 60529, Abschnitt 12)	
B Basisisolierung für Stromkreis A	L ₂ Luftstrecke für doppelte Isolierung	Z Zusatzisolierung für Stromkreis A	
Bc Basisisolierung für Stromkreis C	M elektrisch leitendes Teil	Zc Zusatzisolierung für Stromkreis C	
C angrenzender Stromkreis	R verstärkte Isolierung für Stromkreis A	* gilt auch für Kunststoffschrauben	
D doppelte Isolierung für Stromkreis A	Rc verstärkte Isolierung für Stromkreis C	† Keine direkte Berührung	
I Isolierung kleiner als B	S Oberfläche der Ausrüstung		

ANMERKUNG In Spalte c wird eine Kunststoffschraube wie eine Metallschraube behandelt, weil ein Anwender sie während der Lebensdauer der Ausrüstung durch eine Metallschraube ersetzen könnte.

Bild 5 – Beispiele für den Schutz gegen direkte Berührung

4.2.3.3 Schutz durch Gehäuse oder Trennwände

Aktive Teile müssen in Gehäusen angeordnet oder hinter Gehäusen oder Trennwänden liegen, die mindestens den Anforderungen der Schutzart IP2X nach [IEC 60529, 5.1](#), entsprechen. Die oberen Oberflächen von Gehäusen oder Trennwänden, die berührbar sind, wenn die Einrichtung gespeist wird, müssen bezüglich des senkrechten Zugangs mindestens der Schutzart IP3X entsprechen. Prüfung siehe [5.2.2.3](#).

Wo Öffnungen während des Ersatzes von bestimmten Teilen entstehen, die die Schutzart auf weniger als IP1X verringern:

- a) müssen geeignete Vorsichtsmaßnahmen zur Verhinderung der unabsichtlichen Berührung ergriffen werden;
- b) muss sichergestellt werden, dass Personen davor bewahrt werden, dass sie aktive Teile berühren können.

Offene Unterbaugruppen und Betriebsmittel, die für den Einbau in ein größeres Betriebsmittel vorgesehen sind, oder Gehäuse, die den erforderlichen Schutz liefern, erfordern selbst keine Schutzmaßnahme gegen direkte Berührung. Bauelemente, die für die manuelle Betätigung vorgesehen sind, und andere Bauelemente, die während solcher Betätigung berührbar sind, müssen jedoch mit IP2X geschützt werden.

Produkte mit maßgeblichen Spannungen der Klassen A, B oder C, die für den Einbau in geschlossenen elektrischen Betriebsbereichen, die in [3.2.3](#) definiert sind, vorgesehen sind, erfordern selbst keine Schutzmaßnahmen gegen direkte Berührung. Es kann jedoch aus anderen Gründen, wie z. B. als mechanischer Schutz oder als Schutz gegen die Ablagerung äußerer Teilchen, eine Trennwand erforderlich sein.

Für Produkte mit einer maßgeblichen Spannung der Klasse D, die für den Einbau in geschlossenen elektrischen Betriebsbereichen vorgesehen sind, gelten zusätzliche Anforderungen (siehe [4.2.13](#)).

4.2.4 Schutz im Fall von direkter Berührung

4.2.4.1 Allgemeines

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

Auf den Schutz gegen direkte Berührung nach [4.2.3](#) darf verzichtet werden, wenn der berührte Stromkreis einer der Maßnahmen genügt, die in 4.2.4.2 bis 4.2.4.4 angegeben sind, vorausgesetzt, dass die Schutztrennung von allen anderen Stromkreisen sichergestellt ist. 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.

4.2.4.2 Schutz durch Kleinspannung

Ungeerdete Stromkreise der maßgeblichen Spannung der Klasse A und geerdete Stromkreise der maßgeblichen Spannung der Klasse A, die in einem Bereich des Äquipotenzialanschlusses verwendet werden, erfordern keinen Schutz im Falle einer direkten Berührung.

Geerdete Stromkreise der maßgeblichen Spannung der Klasse A, die nicht in einem Bereich des Äquipotenzialanschlusses verwendet werden, erfordern im Falle der direkten Berührung weiteren Schutz durch eine der in [4.2.4.3](#) oder [4.2.4.4](#) angegebenen Maßnahmen. Im Handbuch der Bedienungsanweisung muss darauf hingewiesen werden (siehe [6.3.6.5](#)).

4.2.4.3 Schutz durch eine Schutzimpedanz

Die Verbindung von berührbaren aktiven Teilen mit einem Stromkreis der maßgeblichen Spannung der Klassen B, C oder D darf nur über eine Schutzimpedanz vorgenommen werden.

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. Wenn Kondensatoren mit der Schutzimpedanz verbunden sind, darf die gespeicherte Ladung zwischen gleichzeitig berührbaren Teilen 50 μC nicht überschreiten.

Die Schutzimpedanz muss so bemessen sein, dass der Strom 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 den Stoßspannungen und den zeitweiligen Überspannungen für die Stromkreise widerstehen, an die sie angeschlossen ist. Prüfungen siehe [5.2.3.1](#) und [5.2.3.2](#).

4.2.4.4 Schutz durch begrenzte Spannungen

Diese Schutzart beinhaltet die Technik mit einem Spannungsteiler von einem Stromkreis, der gegen direkte Berührung durch eine Spannung nach Erdpotenzial geschützt ist, die nicht höher als die maßgebliche Spannung der Klasse A ist.

Dieser Stromkreis muss so bemessen sein, dass selbst bei einem Fehler eines einzelnen Bauteils im Spannungsteilerstromkreis sowohl die Spannung über den Ausgangsanschlussklemmen als auch die Spannung gegen Erdpotenzial nicht höher werden kann als die maßgebliche Spannung der Klasse 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.

4.2.5 Schutz gegen indirekte Berührung

4.2.5.1 Allgemeines

Schutz gegen indirekte Berührung ist erforderlich, um gefährliche Körperströme zu verhindern, die durch freiliegende elektrisch leitende Teile bei einem Isolierungsausfall entstehen können. Dieser Schutz muss den Anforderungen der entsprechenden Schutzklassen I, II oder III entsprechen.

Der Teil eines PDS, der den Anforderungen nach [4.2.5.2](#), [4.2.5.3](#) und [4.2.5.4](#) entspricht, ist als Schutzklasse I definiert.

Der Teil eines PDS, der den Anforderungen nach [4.2.5.5](#) entspricht, ist als Schutzklasse II definiert.

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

Die Schutzklasse 0 ist nur für Teile des PDS annehmbar, wenn Anweisungen vorgesehen sind, die die Anforderungen nach [4.2.3.3](#) erfüllen (geschlossene elektrische Betriebsbereiche) (siehe [6.3.6.5](#)). Für Hochspannungsprodukte gelten besondere Anforderungen (siehe [4.2.13](#)).

4.2.5.2 Isolierung zwischen aktiven und freiliegenden elektrisch leitenden Teilen

Freiliegende elektrisch leitende Teile der Ausrüstung müssen mindestens durch Basisisolierung oder Luftstrecken nach [4.2.6.6](#) von aktiven Teilen getrennt sein.

4.2.5.3 Schutzanschlusskreis

In anderen Fällen, als nachfolgend in a), b) oder c) angegeben, müssen der Schutzanschluss zwischen freiliegenden elektrisch leitenden Teilen der Ausrüstung und die Mittel der Verbindung mit dem Schutzleiter vorgesehen werden:

- a) wenn freiliegende elektrisch leitende Teile nur auf SELV- und PELV-Stromkreise, wie in 4.2.4.2 beschrieben, bezogen sind;
- b) wenn freiliegende elektrisch leitende Teile nur auf Stromkreise der in 4.2.4.4 beschriebenen begrenzten Spannung bezogen sind;
- c) wenn freiliegende elektrisch leitende Teile unter Verwendung von doppelter oder verstärkter Isolierung von aktiven Teilen getrennt sind.

Wo elektrische Ausrüstungen auf Deckeln, Türen oder Abdeckplatten montiert sind, muss die Durchgängigkeit des Schutzleiteranschlusskreises sichergestellt sein, und es wird empfohlen, dass ein Schutzleiter verwendet wird. Andererseits müssen Verschlüsse, Scharniere oder Gleitkontakte mit einem niedrigen Widerstand verwendet werden.

Schutzanschlussleiter müssen 4.2.5.4 entsprechen.

Flexible oder starre metallene Schutzrohre und metallene Schirme dürfen nicht als Schutzleiter verwendet werden. Bei Hochspannungsprodukten müssen metallene Schutzrohre und metallene Schirmungen von allen Verbindungskabeln (z. B. Kabelbewehrung, Leiterschirm) mit dem Schutzanschlusskreis 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 mit dem Schutzanschlusskreis über eine Impedanz verbunden werden, um alle induzierten Wechselspannungen auf einen Höchstwert von 50 V zu begrenzen.

Der elektrische Widerstand eines jeden freiliegenden elektrisch leitenden Teils zum Anschlusselement des Leiters für den Schutzanschluss darf 0,1 Ω nicht überschreiten. Prüfung siehe 5.2.3.10.

Bei Niederspannungsprodukten muss ein Schutzleiter immer angeschlossen sein, wenn das PDS mit Energie versorgt wird. Wenn er über einen Stecker und eine Steckdose oder ähnliche Mittel zum Trennen geführt wird, darf es nicht möglich sein, den Schutzleiter zu unterbrechen, ohne dass gleichzeitig die Energiezufuhr zum schützenden Teil unterbrochen wird.

Bei Hochspannungsprodukten darf der Schutzleiteranschlusskreis kein Schaltgerät, kein Überstromschaltgerät (z. B. Schalter, Sicherung) oder Stromnachweisgerät für solche Betriebsmittel enthalten.

4.2.5.4 Anschlusselemente für den Schutzleiter

4.2.5.4.1 Allgemeines

Jedes PDS oder PDS-Element (Motor, Stromrichter, Transformator), das einen Schutzanschluss erfordert, muss Anschlusselemente für den äußeren Schutzleiter nahe den Anschlussklemmen für die entsprechenden aktiven Leiter haben. Die Anschlusselemente müssen korrosionsbeständig und für den Anschluss von Kabeln nach Tabelle 2 und von Kabeln nach den für die Anlage geltenden Verdrahtungsregeln geeignet sein. Die Anschlusselemente für den äußeren Schutzleiter dürfen nicht als Teil des mechanischen Aufbaus der Ausrüstung oder für andere Verbindungen verwendet werden. Für jeden äußeren Schutzleiter muss ein separates Anschlusselement vorgesehen werden.

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

Bei Hochspannungsprodukten müssen die Hochspannungskabel Vorkehrungen für den Schutzleiteranschluss nach IEC 60204-11 und IEC 61800-4 haben. Das Konzept des Schutzanschlusses muss zwischen Lieferer und Anwender vereinbart werden und mit den örtlichen Anforderungen im Errichtungsgebiet übereinstimmen.

Verbindungs- und Anschlusspunkte müssen so bemessen werden, dass ihre Fähigkeit zur Stromübertragung 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.

Tabelle 2 – Schutzleiterquerschnitt

Querschnittsfläche der Außenleiter der Anlage S mm^2	Mindestquerschnittsfläche des entsprechenden Schutzleiters S_p mm^2
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S$	$S/2$

Die Werte in Tabelle 2 gelten nur, wenn der Schutzleiter aus dem gleichen Metall hergestellt ist wie die Außenleiter. Falls das nicht der Fall ist, muss die Querschnittsfläche des Schutzleiters in der Weise ermittelt werden, dass eine Leitfähigkeit entsteht, die den Ergebnissen der Anwendungen in Tabelle 2 gleichwertig ist.

Die Querschnittsfläche eines jeden Schutzleiters, der nicht Bestandteil des Stromversorgungskabels oder des Kabelmantels ist, darf in keinem Fall geringer sein als:

- 2,5 mm², wenn mechanischer Schutz vorhanden ist;
- 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 Schutzleiter in der Anschlussleitung der letzte Leiter ist, der unterbrochen wird.

Anforderungen an Aufschriften siehe [6.3.6.7](#).

4.2.5.4.2 Anschluss bei hohem Ableitstrom

Wenn der (nach [5.2.3.5](#) gemessene) Ableitstrom bei Wechselstrom größer als 3,5 mA ist und bei Gleichstrom größer als 10 mA, ist ein ortsfester Anschluss erforderlich und es muss eine oder mehrere der nachfolgenden Bedingungen erfüllt sein:

- a) ein Querschnitt des Schutzleiters von mindestens 10 mm² Cu oder 16 mm² Al;
- b) automatische Abschaltung des Netzes bei Unterbrechung des Schutzleiters;
- c) Anbringen einer zusätzlichen Anschlussklemme für einen Schutzleiter mit demselben Querschnitt wie der ursprüngliche Schutzleiter.

Außerdem muss das Warnsymbol B.3.1 von ISO 3864 am Produkt befestigt und im Anlagenhandbuch müssen dazu Angaben aufgenommen werden (siehe [6.3.6.8](#) und [Anhang B](#)).

In PDS, die für die ortsfeste Errichtung vorgesehen sind, bei der die Querschnittsfläche des Schutzleiters nach Tabelle 2 mit größer als 10 mm² Cu (oder 16 mm² Al) ermittelt wird, braucht der Ableitstrom nicht gemessen zu werden.

4.2.5.5 Besondere Maßnahmen für Ausrüstungen der Schutzklasse II

Falls eine Ausrüstung für den Einsatz von doppelter oder verstärkter Isolierung zwischen aktiven Teilen und berührbaren Oberflächen nach [4.2.3.2](#) 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 Schutzleiter aufweisen. Dies gilt jedoch nicht, wenn der Schutzleiter durch sie zu einer dahinter liegenden in Reihe geschalteten Ausrüstung hindurchgeführt wird. Im letzteren Fall müssen der Schutzleiter und seine Anschlusselemente mit Basisisolierung von der berührbaren Oberfläche der Ausrüstung und Stromkreisen, die Schutztrennung, Kleinspannung, Schutzimpedanz und begrenzte Entladungsenergie nach [4.2.4](#) verwenden, isoliert sein. Diese Basisisolierung muss der Bemessungsspannung der in Reihe geschalteten Ausrüstung entsprechen.