

	DIN EN 62477-1 (VDE 0558-477-1)	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 29.200; 31.080.99

Einsprüche bis 2010-07-03

Ersatz für
E DIN IEC 62477
(VDE 0558-477):2008-05

Entwurf

**Sicherheitsanforderungen an Leistungshalbleiter-Umrichtersysteme –
Teil 1: Allgemeines
(IEC 22/168/CDV:2010);
Deutsche Fassung FprEN 62477-1:2010**

Safety requirements for power semiconductor converter systems –
Part 1: General
(IEC 22/168/CDV:2010);
German version FprEN 62477-1:2010

Exigences de sécurité applicables aux systèmes de conversion de puissance à semi-conducteurs –
Partie 1: Généralités
(CEI 22/168/CDV:2010);
Version allemande FprEN 62477-1:2010

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2010-05-03 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an **dke@vde.com** in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter **www.dke.de/stellungnahme** abgerufen werden
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 331 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments FprEN 62477-1:2010 „Sicherheitsanforderungen an Leistungshalbleiter-Umrichtersysteme – Teil 1: Allgemeines“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 22/168/CDV:2010 „Safety requirements for power semiconductor converter systems – Part 1: General“ unverändert in den Entwurf FprEN 62477-1:2010 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 22 „Power electronic systems and equipment“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium K 331 „Leistungselektronik“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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
–	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 S11:1991	IEC 60060-1:1989 + Cor.:März 1990	DIN IEC 60060-1 (VDE 0432-1):1994-06	VDE 0432-1
EN 60068-2-2	IEC 60068-2-2	DIN EN 60068-2-2	–
EN 60068-2-6	IEC 60068-2-6	DIN EN 60068-2-6	–
EN 60068-2-52	IEC 60068-2-52	DIN EN 60068-2-52	–
EN 60068-2-68	IEC 60068-2-68	DIN EN 60068-2-68	–
EN 60068-2-78	IEC 60068-2-78	DIN EN 60068-2-78	–
–	IEC 60073:2002	–	–
EN 60112:2003	IEC 60112:2003	DIN EN 60112 (VDE 0303-11):2003-11	VDE 0303-11
EN 60204-1	IEC 60204-1	DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1)	VDE 0113-1
EN 60216-4-1	IEC 60216-4-1	DIN EN 60216-4-1 (VDE 0304-4-1)	VDE 0304-4-1
EN 60249-1:1993	IEC 60249-1:1982	DIN EN 60249-1:1994-04	–
–	–	zurückgezogen	–
EN 60309-1 + A1	IEC 60309-1 + A1, modifiziert	DIN EN 60309-1 (VDE 0623-1)	VDE 0623-1

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60364-1:2005	–	–
HD 60364-4-443:2006	IEC 60364-4-44:2001 + A1:2003, modifiziert	DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443):2007-06	VDE 0100-443
–	IEC 60364-4-44:2007 ^{a)}	–	–
–	IEC 60364-5-53	–	–
HD 60364-5-54	IEC 60364-5-54, modifiziert	DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540)	VDE 0100-540
(Normen der Reihe) EN 60417	(Normen der Reihe) IEC 60417	(Normen der Reihe) DIN EN 60417	–
–	IEC 60449	–	–
–	IEC/TS 60479-1:2005 + Cor.:Oktober 2006	DIN IEC/TS 60479-1 (VDE V 0140-479-1):2007-05	VDE V 0140-479-1
–	IEC/TR 60479-5:2007	–	–
	IEC 60529:2001 ^{a)}		
(Normen der Reihe) EN 60617	(Normen der Reihe) IEC 60617	(Normen der Reihe) DIN EN 60617	–
EN 60664-1:2007	IEC 60664-1:2007	DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1):2008-01	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 60664-5	IEC 60664-5	DIN EN 60664-5 (VDE 0110-5)	VDE 0110-5
EN 60695-2-10:2001	IEC 60695-2-10:2000	DIN EN 60695-2-10 (VDE 0471-2-10):2001-11	VDE 0471-2-10
EN 60695-2-11:2001	IEC 60695-2-11:2000	DIN EN 60695-2-11 (VDE 0471-2-11):2001-11	VDE 0471-2-11
EN 60695-2-12:2001	IEC 60695-2-12:2000	DIN EN 60695-2-12 (VDE 0471-2-12):2001-11	VDE 0471-2-12
EN 60695-2-13:2001	IEC 60695-2-13:2000	DIN EN 60695-2-13 (VDE 0471-2-13):2001-11	VDE 0471-2-13
EN 60695-11-10:1999 + A1:2003	IEC 60695-11-10:1999 + A1:2003	DIN EN 60695-11-10 (VDE 0471-11-10):2004-05	VDE 0471-11-10
EN 60695-11-20:1999 + A1:2003	IEC 60695-11-20:1999 + A1:2003	DIN EN 60695-11-20 (VDE 0471-11-20):2004-05	VDE 0471-11-20
(Normen der Reihe) EN 60721	(Normen der Reihe) IEC 60721	(Normen der Reihe) DIN EN 60721	–

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60730-1 + A1 + A12 + A13 + A14 + A16 + A2	IEC 60730, modifiziert + A1, modifiziert + A2, modifiziert	DIN EN 60730-1 (VDE 0631-1)	VDE 0631-1
–	IEC 60755:1983 zurückgezogen ersetzt durch IEC/TR 60755:2008	–	–
EN 60947-7-1:2002 zurückgezogen ersetzt durch EN 60947-7-1:2009	IEC 60947-7-1:2002 + Cor.1:2003 zurückgezogen ersetzt durch IEC 60947-7-1:2009	DIN EN 60947-7-1 (VDE 0611-1):2003-07 zurückgezogen ersetzt durch DIN EN 60947-7-1 (VDE 0611-1):2010-03	VDE 0611-1 zurückgezogen ersetzt durch VDE 0611-1
EN 60947-7-2:2002 zurückgezogen ersetzt durch EN 60947-7-2:2009	IEC 60947-7-2:2002 zurückgezogen ersetzt durch IEC 60947-7-2:2009	DIN EN 60947-7-2 (VDE 0611-3):2003-07 zurückgezogen ersetzt durch DIN EN 60947-7-2 (VDE 0611-3):2010-03	VDE 0611-3 zurückgezogen ersetzt durch VDE 0611-3
EN 60950-1	IEC 60950-1	DIN EN 60950-1 (VDE 0805-1)	VDE 0805-1
EN 60990:1999	IEC 60990:1999	DIN EN 60990 (VDE 0106-102):2000-10	VDE 0106-102
EN 61032	IEC 61032	DIN EN 61032 (VDE 0470-2)	VDE 0470-2
(Normen der Reihe) EN 61082	(Normen der Reihe) IEC 61082	(Normen der Reihe) DIN EN 61082 (VDE 0040)	(Normen der Reihe) VDE 0040
EN 61140:2002 + A1:2006	IEC 61140:2001 + A1:2004, modifiziert	DIN EN 61140 (VDE 0140-1):2007-03	VDE 0140-1
EN 61180-1	IEC 61180-1	DIN EN 61180-1 (VDE 0432-10)	VDE 0432-10
(Normen der Reihe) EN 61508	(Normen der Reihe) IEC 61508	(Normen der Reihe) DIN EN 61508 (VDE 0803)	(Normen der Reihe) VDE 0803
CLC/TS 61643-12:2006	IEC 61643-12:2002, modifiziert	DIN CLC/TS 61643-12 (VDE V 0675-6-12):2007-10	VDE V 0675-6-12
EN 61800-5-1	IEC 61800-5-1	DIN EN 61800-5-1 (VDE 0160-105-1)	VDE 0160-105-1
EN 61800-5-2	IEC 61800-5-2	DIN EN 61800-5-2 (VDE 0160-105-2)	VDE 0160-105-2
–	IEC 62020:2001	–	–

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 62040-1 + Cor.	IEC 62040-1 + Cor.	DIN EN 62040-1 (VDE 0558-510)	VDE 0558-510
EN 62079:2001	IEC 62079:2001	DIN EN 62079 (VDE 0039):2001-11	VDE 0039
–	IEC 62103	–	–
–	IEC 62477 ^{a)}	–	–
–	ISO 3864-1:1984 zurückgezogen ersetzt durch ISO 3864-1:2002	–	–
EN ISO 3746	ISO 3746	DIN EN ISO 3746	–
–	ISO 7000	DIN ISO 7000	–
–	ISO 7010:2003	–	–
EN ISO 9614-1	ISO 9614-1	DIN EN ISO 9614-1	–
^{a)} Im Entwurfsstadium.			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60068-2-2, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfgruppe B: Trockene Wärme*

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

DIN EN 60068-2-52, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfverfahren – Prüfung Kb: Salznebel, zyklisch (Natriumchloridlösung)*

DIN EN 60068-2-68, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfung L: Staub und Sand*

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

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 60204-1 (VDE 0113-1), *Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

DIN EN 60216-4-1 (VDE 0304-4-1), *Elektroisolierstoffe – Eigenschaften hinsichtlich des thermischen Langzeitverhaltens – Teil 4-1: Wärmeschränke für die Warmlagerung – Einzelkammerwärmeschränke*

DIN EN 60309-1 (VDE 0623-1), *Stecker, Steckdosen und Kupplungen für industrielle Anwendungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

DIN EN 60417 (Normen der Reihe), *Graphische Symbole für Betriebsmittel*.

DIN IEC/TS 60479-1 (VDE V 0140-479-1):2007-05, *Wirkungen des elektrischen Stromes auf Menschen und Nutztiere – Teil 1: Allgemeine Aspekte (IEC/TS 60479-1:2005 + Corrigendum Oktober 2006)*

DIN EN 60617 (Normen der Reihe), *Graphische Symbole für Schaltpläne*

DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1):2008-01, *Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen (IEC 60664-1:2007); Deutsche Fassung EN 60664-1:2007*

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 60664-5 (VDE 0110-5), *Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 5: Ein umfassendes Verfahren zur Bemessung der Luft- und Kriechstrecken für Abstände gleich oder unter 2 mm*

DIN EN 60695-2-10 (VDE 0471-2-10):2001-11, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-10: Prüfverfahren – Prüfung 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 0471-2-11):2001-11, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-11: 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 0471-2-12):2001-11, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-12: 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 0471-2-13):2001-11, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-13: Prüfung 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 0471-11-10):2004-05, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11-10: Prüfflammen – Prüfverfahren mit 50-W-Prüfflamme horizontal und vertikal (IEC 60695-11-10:1999 + A1:2003); Deutsche Fassung EN 60695-11-10:1999 + A1:2003*

DIN EN 60695-11-20 (VDE 0471-11-20):2004-05, *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11-20: Prüfflammen – Prüfverfahren mit einer 500-W-Prüfflamme (IEC 60695-11-20:1999 + A1:2003); Deutsche Fassung EN 60695-11-20:1999 + A1:2003*

DIN EN 60721 (Normen der Reihe), *Klassifizierung von Umweltbedingungen*

DIN EN 60730-1 (VDE 0631-1), *Automatische elektrische Regel- und Steuergeräte für den Hausgebrauch und ähnliche Anwendungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

DIN EN 60947-7-1 (VDE 0611-1):2010-03, *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 7-1: Hilfseinrichtungen – Reihenklemmen für Kupferleiter (IEC 60947-7-1:2009); Deutsche Fassung EN 60947-7-1:2009*.

DIN EN 60947-7-2 (VDE 0611-3):2010-03, *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 7-2: Hilfseinrichtungen – Schutzleiter-Reihenklemmen für Kupferleiter (IEC 60947-7-2:2009); Deutsche Fassung EN 60947-7-2:2009*.

DIN EN 60950-1 (VDE 0805-1), *Einrichtungen der Informationstechnik – Sicherheit – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

E DIN EN 62477-1 (VDE 0558-477-1):2010-05

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 61032 (VDE 0470-2):1998-10, *Schutz von Personen und Ausrüstung durch Gehäuse – Prüfsonden zum Nachweis*

DIN EN 61082 (VDE 0040) (Normen der Reihe), *Dokumente der Elektrotechnik*

DIN EN 61140 (VDE 0140-1):2007-03, *Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel (IEC 61140:2001 + A1:2004, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61140:2002 + A1:2006*

DIN EN 61180-1 (VDE 0432-10), *Hochspannungs-Prüftechnik für Niederspannungsgeräte – Teil 1: Begriffe, Prüfung und Prüfbedingungen*

DIN EN 61508 (VDE 0803), *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme*

DIN CLC/TS 61643-12 (VDE V 0675-6-12):2007-10, *Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung – Teil 12: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen – Auswahl und Anwendungsgrundsätze (IEC 61643-12:2002, modifiziert); Deutsche Fassung CLC/TS 61643-12:2006*

DIN EN 61800-5-1 (VDE 0160-105-1), *Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl – Teil 5-1: Anforderungen an die Sicherheit – Elektrische, thermische und energetische Anforderungen*

DIN EN 61800-5-2 (VDE 0160-105-2), *Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl – Teil 5-2: Anforderungen an die Sicherheit – Funktionale Sicherheit*

DIN EN 62040-1 (VDE 0558-510), *Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV) – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Sicherheitsanforderungen*

DIN EN 62079 (VDE 0039):2001-11, *Erstellen von Anleitungen – Gliederung, Inhalt und Darstellung (IEC 62079:2001); Deutsche Fassung EN 62079:2001*

DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443):2007-06, *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-44: Schutzmaßnahmen – Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen – Abschnitt 443: Schutz bei Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse oder von Schaltvorgängen (IEC 60364-4-44:2001 + A1:2003, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-4-44:2006*

DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540), *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-54: Auswahl und Errichten elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter*

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

DIN EN ISO 3746, *Akustik – Bestimmung der Schallleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen – Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 3 über einer reflektierenden Ebene*

DIN ISO 7000, *Graphische Symbole auf Einrichtungen – Index und Übersicht*

DIN EN ISO 9614-1, *Akustik – Bestimmung der Schallleistungspegel von Geräuschquellen aus Schallintensitätsmessungen – Teil 1: Messung an diskreten Punkten*

Deutsche Fassung

**Sicherheitsanforderungen an Leistungshalbleiter-Umrichtersysteme –
Teil 1: Allgemeines**

Inhalt

	Seite
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen.....	8
3 Begriffe.....	11
4 Schutz gegen Gefährdungen.....	18
4.1 Allgemeines.....	18
4.2 Fehlerbedingungen und außergewöhnliche Bedingungen	19
4.3 Kurzschluss- und Überstromschutz	20
4.4 Schutz gegen elektrischen Schlag.....	22
4.5 Schutz gegen energetische Gefährdungen	51
4.6 Schutz gegen Brand und thermische Gefährdungen	52
4.7 Schutz gegen mechanische Gefährdungen.....	61
4.8 Betriebsmittel mit mehreren Versorgungsquellen.....	63
4.9 Schutz gegen Beanspruchungen durch die Umwelt.....	64
4.10 Schutz gegen Gefährdungen durch Schalldruck	65
4.11 Verdrahtung und Verbindungen.....	65
4.12 Gehäuse.....	68
5 Anforderungen an Prüfungen.....	73
5.1 Allgemeines.....	73
5.2 Prüfbestimmungen.....	77
6 Anforderungen an Informationen und Aufschriften	108
6.1 Allgemeines.....	108
6.2 Informationen zur Auswahl	110
6.3 Informationen für die Errichtung und Inbetriebnahme	111
6.4 Informationen zum Einsatz	114
6.5 Informationen zur Instandhaltung	116
Anhang A (informativ) Ergänzende Informationen für den Schutz im Falle des direkten Berührens	118
Anhang B (informativ) Verringerung des Verschmutzungsgrades.....	128
Anhang C (informativ) Symbole, auf die in IEC 62477 verwiesen wird	129
Anhang D (normativ) Bewertung von Luft- und Kriechstrecken.....	130
Anhang E (informativ) Höhenkorrektur für Luftstrecken.....	137

	Seite
Anhang F (informativ) Bestimmung von Kriech- und Luftstrecken für Frequenzen über 30 kHz.....	138
Anhang G (informativ) Querschnitte von runden Leitern.....	144
Anhang H (informativ) Richtlinien der RCD-Kompatibilität.....	145
Anhang I (informativ) Beispiele für die Herabsetzung der Überspannungskategorie	148
Anhang J (informativ) Schwellenwerte für Verbrennungen an heißen Oberflächen.....	155
Anhang K (informativ) Literaturhinweise	158

Bilder

Bild 1 – Zeit/Berührungsspannung-Bereich für <i>Herzkammerflimmern</i> bei trockenem Zustand der Haut	24
Bild 2 – Zeit/Berührungsspannung-Bereich für <i>Herzkammerflimmern</i> bei wassernassem Zustand der Haut	25
Bild 3 – Zeit/Berührungsspannung-Bereich für <i>Herzkammerflimmern</i> bei salzwassernassem Zustand der Haut.....	25
Bild 4 – Beispiel für eine <i>PSCS</i> -Baueinheit und deren zugehörige <i>Schutzverbindung</i>	33
Bild 5 – Beispiel für eine <i>PSCS</i> -Baueinheit und deren zugehörige <i>Schutzverbindung</i>	34
Bild 6 – Öffnungen in der Unterseite einer <i>Brandschutzhülle</i> unter einem ungekapselten oder teilgekapselten brandgefährdeten Bauelement	56
Bild 7 – Bauweise der Ablenkbleche für Brandschutzhüllen.....	56
Bild 8 – Unterstützte und nicht unterstützte Gehäuseteile	70
Bild 9 – Schlagprüfung mit einer Stahlkugel.....	79
Bild 10 – Durchführung der Spannungsprüfung	87
Bild 11 – Prüfung der Impedanz der <i>Schutzverbindung</i> für eine getrennte Einheit, deren Stromversorgung von der <i>PSCS</i> gemeinsam mit dem Schutz über das Stromversorgungskabel erfolgt	92
Bild 12 – Prüfung der Impedanz der <i>Schutzverbindung</i> für eine Teilbaugruppe mit berührbaren Teilen und mit Stromversorgung aus dem <i>PSCS</i>	93
Bild 13 – Schaltung für die Hochstrom-Lichtbogenprüfung.....	100
Bild 14 – Prüfaufbau für die Entzündungsprüfung mit dem Heizdraht	102
Bild A.1 – Schutz durch <i>DVC</i> As, mit <i>Schutztrennung</i>	118
Bild A.2 – Schutz durch <i>Schutzimpedanz</i>	118
Bild A.3 – Schutz durch Spannungsbegrenzung.....	119
Bild A.4 – Zeit/Berührungsspannung-Bereiche für trockenen Zustand der Haut.....	121
Bild A.5 – Zeit/Berührungsspannung-Bereiche für wassernassen Zustand der Haut.....	122
Bild A.6 – Zeit/Berührungsspannung-Bereiche für salzwassernassen Zustand der Haut	122
Bild A.7 – Zeit/Berührungsspannung-Bereiche für trockenen Zustand der Haut	123
Bild A.8 – Zeit/Berührungsspannung-Bereiche für wassernassen Zustand der Haut.....	123
Bild A.9 – Zeit/Berührungsspannung-Bereiche für salzwassernassen Zustand der Haut	124
Bild A.10 – Zeit/Berührungsspannung-Bereiche für trockenen Zustand der Haut	124
Bild A.11 – Zeit/Berührungsspannung-Bereiche für wassernassen Zustand der Haut.....	125
Bild A.12 – Typischer Kurvenverlauf für eine Arbeitswechselspannung	125
Bild A.13 – Typischer Kurvenverlauf für eine Arbeitsgleichspannung	126
Bild A.14 – Typischer Kurvenverlauf für eine pulsierende <i>Arbeitsspannung</i>	126

	Seite
Bild F.1 – Bemessung der Luftstrecken	139
Bild F.2 – Bemessung der Kriechstrecken	141
Bild F.3 – Zulässige Feldstärke für die Bemessung der festen Isolierung nach Gleichung (1)	143
Bild H.1 – Flussdiagramm für die Auswahl des RCD-Typs, wenn ein <i>PSCS</i> nachgeschaltet wird	145
Bild H.2 – Kurvenverläufe von Fehlerströmen in Schaltungen mit Halbleiterbauelementen	146
Bild I.1 – Bewertung der <i>Basisisolierung</i> für Stromkreise, die direkt am Einspeisungspunkt des <i>Versorgungsnetzes</i> der <i>Anlage</i> angeschlossen sind	148
Bild I.2 – Bewertung der <i>Basisisolierung</i> für Stromkreise, die direkt an das <i>Versorgungsnetz</i> angeschlossen sind	149
Bild I.3 – Bewertung der <i>Basisisolierung</i> für Betriebsmittel, die nicht dauerhaft an das <i>Versorgungsnetz</i> angeschlossen sind	149
Bild I.4 – Bewertung der <i>Basisisolierung</i> für Stromkreise, die am Einspeisungspunkt des <i>Versorgungsnetzes</i> der <i>Anlage</i> angeschlossen sind, wobei innere SPDs benutzt werden	149
Bild I.5 – Bewertung der <i>Basisisolierung</i> für Stromkreise, die an das <i>Versorgungsnetz</i> angeschlossen sind, wobei innere SPDs benutzt werden	150
Bild I.6 – Beispiel für die Bewertung der <i>Schutztrennung</i> für Stromkreise, die an das <i>Versorgungsnetz</i> angeschlossen sind, wobei innere SPDs benutzt werden	150
Bild I.7 – Beispiel für die Bewertung der <i>Schutztrennung</i> für Stromkreise, die an das <i>Versorgungsnetz</i> angeschlossen sind, wobei innere SPDs benutzt werden	150
Bild I.8 – Beispiel für die Bewertung der <i>Schutztrennung</i> für Stromkreise, die an das <i>Versorgungsnetz</i> angeschlossen sind, wobei innere SPDs benutzt werden	151
Bild I.9 – Bewertung der <i>Basisisolierung</i> für Stromkreise, die nicht direkt an das <i>Versorgungsnetz</i> angeschlossen sind	151
Bild I.10 – Bewertung der <i>Basisisolierung</i> für Stromkreise, die nicht direkt an das <i>Versorgungsnetz</i> angeschlossen sind	151
Bild I.11 – Bewertung der <i>Funktionsisolierung</i> innerhalb von Stromkreisen, die durch äußere Transienten beeinflusst werden	152
Bild I.12 – Bewertung der <i>Basisisolierung</i> für Stromkreise, die direkt an das <i>Versorgungsnetz</i> angeschlossen und die nicht direkt an das <i>Versorgungsnetz</i> angeschlossen sind	152
Bild I.13 – Bewertung der Isolierung für einen berührbaren Stromkreis mit einer <i>maßgeblichen Spannung der Klasse (DVC) A</i>	153
Bild I.14 – PSC mit Netz- und Fremdnetzversorgung ohne galvanische Trennung	153
Bild I.15 – Transformatorisolierter (basisisolierter) PSC-Umrichter mit SPD und Transformator zur Verringerung der Stoßspannung für <i>Funktionsisolierung</i> und <i>Basisisolierung</i>	154
Bild J.1 – Verteilung der Schwellenwerte für Verbrennungen, wenn die Haut eine heiße und glatte Oberfläche aus blankem (unbeschichtetem) Metall berührt	155
Bild J.2 – Anstieg der Verteilung der Schwellenwerte für Verbrennungen aus Bild J.1 für Metalle, die mit Schichtdicken von 50 µm, 100 µm und 150 µm lackiert sind	156
Bild J.3 – Anstieg der Verteilung der Schwellenwerte für Verbrennungen aus Bild J.1 für Metalle, die mit Emaille (160 µm) / Pulver (60 µm), Pulver (90 µm) und Polyamid 11 oder 12 (Dicke 400 µm) beschichtet sind	156
Bild J.4 – Verteilung der Schwellenwerte für Verbrennungen, wenn die Haut eine heiße und glatte Oberfläche aus Keramik-, Glas- und Steinwerkstoffen berührt	157
Bild J.5 – Verteilung der Schwellenwerte für Verbrennungen, wenn die Haut eine heiße und glatte Oberfläche aus Kunststoffen berührt	157

Tabellen

Tabelle 1 – Alphabetische Aufstellung der Begriffe	11
Tabelle 2 – Auswahl der DVC für die Berührungsspannung für <i>Herzkammerflimmern</i>	23
Tabelle 3 – Auswahl der Körperkontaktfläche.....	23
Tabelle 4 – Auswahl des Feuchtigkeitszustandes der Haut.....	23
Tabelle 5 – Spannungsgrenzwerte für die <i>Klassen der maßgeblichen Spannung</i>	24
Tabelle 6 – Schutzanforderungen für den betrachteten Stromkreis	27
Tabelle 7 – Beispiele für den Schutz gegen direktes Berühren	28
Tabelle 8 – Querschnitte der <i>Schutzleiter</i>	35
Tabelle 9 – Definitionen der Verschmutzungsgrade	37
Tabelle 10 – Stehstoßspannung und <i>zeitweilige Überspannung</i> in Abhängigkeit von der <i>Systemspannung</i>	39
Tabelle 11 – Luftstrecken für <i>Funktions-, Basis- oder zusätzliche Isolierung</i>	44
Tabelle 12 – Kriechstrecken in mm	46
Tabelle 13 – Zulässige Öffnungen in den Unterseiten von <i>Brandschutzumhüllungen</i>	57
Tabelle 14 – Höchste gemessene Temperaturen für im Innern verwendete Werkstoffe und Bauelemente	58
Tabelle 15 – Höchste gemessene Temperaturen von berührbaren Teilen des <i>PSCS</i>	59
Tabelle 16 – Grenzwerte für Stromquellen ohne Überstrom-Schutzeinrichtung.....	60
Tabelle 17 – Grenzwerte für Stromquellen mit Überstrom-Schutzeinrichtung.....	61
Tabelle 18 – Umweltbetriebsbedingungen	64
Tabelle 19 – Mindestbiegeraum von den Anschlussklemmen zum Gehäuse	68
Tabelle 20 – Dicke des Metallbleches für Gehäuse: Kohlenstoffstahl oder Edelstahl.....	71
Tabelle 21 – Dicke des Metallbleches für Gehäuse: Aluminium, Kupfer oder Messing	72
Tabelle 22 – Übersicht über die Prüfungen.....	75
Tabelle 23 – Werte der Zugkraft für die Prüfung der Sicherung von Griffen und handbetätigten Einstellelementen	81
Tabelle 24 – Stoßspannungsprüfung	82
Tabelle 25 – Prüfstoßspannung	82
Tabelle 26 – Prüfwechsel- oder -gleichspannung für Stromkreise, die direkt an das <i>Versorgungsnetz</i> angeschlossen sind	84
Tabelle 27 – Prüfwechsel- oder -gleichspannung für Stromkreise, die an ein <i>Fremdversorgungsnetz</i> angeschlossen sind, ohne <i>zeitweilige Überspannungen</i>	85
Tabelle 28 – Teilentladungsprüfung	89
Tabelle 29 – Prüfdauer für die Prüfung der <i>Schutzverbindung</i>	94
Tabelle 30 – Umweltprüfungen	104
Tabelle 31 – Prüfung mit trockener Wärme (konstant)	105
Tabelle 32 – Prüfung mit feuchter Wärme (konstant)	106
Tabelle 33 – Schwingprüfung.....	107
Tabelle 34 – Prüfung mit Salzsprühnebel	107

	Seite
Tabelle 35 – Prüfung mit Staub und Sand	108
Tabelle 36 – Anforderungen an Informationen	109
Tabelle A.1 – Auswahl von Berührungsspannungsgruppen für <i>Herzkammerflimmern</i>	120
Tabelle A.2 – Auswahl von Berührungsspannungsgruppen für <i>Muskelreaktion</i>	120
Tabelle A.3 – Auswahl von Berührungsspannungsgruppen für <i>Schreckreaktion</i>	120
Tabelle C.7 – Verwendete Symbole	129
Tabelle D.1 – Nutenbreiten für Verschmutzungsgrade	130
Tabelle E.1 – Korrekturfaktor für Luftstrecken in Höhenlagen zwischen 2 000 m und 20 000 m	137
Tabelle E.2 – Prüfspannungen für die Überprüfung von Luftstrecken in unterschiedlichen Höhenlagen	137
Tabelle F.1 – Mindestwerte der Luftstrecken in Luft bei atmosphärischem Druck für inhomogene Feldbedingungen (IEC 60664-4, Tabelle 1)	140
Tabelle F.2 – Multiplikationsfaktoren für Luftstrecken in Luft bei atmosphärischem Druck für nahezu homogene Feldbedingungen	140
Tabelle F.3 – Mindestwerte der Kriechstrecken für verschiedene Frequenzbereiche (IEC 60664-4, Tabelle 2)	142
Tabelle G.1 – Genormte Querschnitte von runden Leitern	144

Einleitung

Diese Internationale Norm gilt für Produkte mit *Leistungshalbleiterumrichtern* deren Bemessungsnetzspannung 1 000 V Wechselspannung oder 1 500 V Gleichspannung nicht überschreitet. Sie legt Anforderungen fest zur Verringerung der Risiken von Bränden, elektrischem Schlag, Gefährdungen durch Wärme und Energie sowie weiterer Sicherheitsfragen mit Ausnahme der Funktionssicherheit, welche in IEC 61508 definiert und in IEC 61800-5-2 interpretiert wird, und ihre Zielstellung besteht in der Festlegung einer einheitlichen Terminologie und Grundlage für die Sicherheitsanforderungen an Produkte, die *Leistungshalbleiterumrichter* enthalten.

Diese Norm soll von den Produktkomitees des TC22 als Bezugsschriftstück verwendet werden oder soll die Mindestanforderungen hinsichtlich der Sicherheitsaspekte von *Leistungshalbleiter-Umrichtersystemen* in Betriebsmitteln liefern, für die es keine Produktnorm gibt. Es wird erwartet, dass sie auch von anderen Produktkomitees der IEC als Gruppensicherheitsnorm angewendet wird.

Diese Internationale Norm ist eine Gruppensicherheitspublikation nach den Grundsätzen des IEC_Guide 104 und des ISO/IEC Guide 51.

Die Existenz dieser Norm liefert mehrere Vorteile:

1. Konsolidierung der existierenden Sicherheitsnormen für elektronische Leistungsumrichter, die dadurch preisgünstiger und übereinstimmender für die Anwender bei Auslegung, Bewertung und Prüfung von *Leistungshalbleiter-Umrichtersystemen* (en: power semiconductor converter systems – PSCS) werden.
2. Die optimierte Entwicklung und Fortschreibung von Sicherheitsnormen für PSCS führt zur kostengünstigeren, einfacheren und schnelleren Entwicklung von Produktnormen.
3. Die Verfügbarkeit einer Gruppensicherheitsnorm für PSCS, die von weiteren Produktkomitees (z. B. TC82, TC88 oder TC105) herangezogen werden kann.
4. Das gleiche Niveau der Mindestsicherheitsanforderungen für die Interoperabilität von Produkten, die in Normen behandelt werden, welche von verschiedenen TCs erarbeitet worden sind.

1. Konsolidierung von Normen

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt gibt es innerhalb des TC22 Normen, die beschreiben, wie ein sicheres PSCS zu konstruieren, bewerten und zu prüfen ist, jedoch sind diese Normen auf unterschiedlichen Wegen entstanden.

Einige von ihnen enthalten spezifische Anforderungen, die aus Grundnormen oder anderen einschlägigen Normen abgeleitet wurden, wobei sich andere weitgehend auf weitere Produktfamiliennormen stützen (besonders auf IEC 60950-1) mit den gegebenenfalls notwendigen Ergänzungen oder Abänderungen. Jede Herangehensweise hat ihre Vorteile und die Endergebnisse sind im Wesentlichen ähnlich. Da jedoch die Produkte hinsichtlich der Auslegung der PCSC sehr ähnlich sind, wäre eine übereinstimmende Herangehensweise vorteilhaft.

Diese Norm wurde durch Untersuchung der vorhandenen Normen mit Sicherheitsaspekten entwickelt (schwerpunktmäßig waren dies IEC 60950-1, IEC 61800-5-1, FDIS/IEC 62109-1, IEC 62040-1, IEC 62103, IEC 62140-7, IEC 62310-1 und IEC 60204-1 hinsichtlich der Schutzverbindungen) sowie deren Quellnormen und anschließend wurden deren Anforderungen in einem einzigen zusammenhängenden Dokument kombiniert. Außerdem wurden mögliche Anforderungen weiterer Produktkomitees berücksichtigt, die PSCS-Technologien anwenden.

2. Optimierte Erarbeitung von Normen

Die strategische Grundsatzerklärung des TC22 führt an, dass „es schwierig ist, Fachleute zu gewinnen“. Der neue Aufbau wird die Anzahl der Fachleute, die für die Erarbeitung und Fortschreibung von einzelnen Produktnormen erforderlich sind, erheblich verringern.

3. Gruppensicherheitsnorm

In naher Zukunft werden viele neue Produkte PSCS enthalten (beispielsweise im Bereich des TC88 „Windenergieanlagen“ oder des TC105 „Brennstoffzellensysteme“). Sogar jetzt gibt es einen Bedarf an Normen, mit denen die Sicherheitsanforderungen existierender Umrichterprodukte abgedeckt werden (z. B. Umrichter für die Anwendung in Fahrzeugen, Vergnügungsbooten usw., die von 12-V-Batterien gespeist werden und 230 V an die Betriebsmittel liefern).

Die Entwicklung einer Gruppensicherheitsnorm für PSCS, die von weiteren Produktkomitees angewendet werden kann, liegt im Arbeitsbereich des TC22.

Hinsichtlich der IEC 62477 22_142e_CD.pdf gelten die wesentlichsten Aktualisierungen für:

- Definitionen wurden ergänzt, gestrichen oder abgeändert.
 - Ergänzte Definitionen: fest angeschlossen (Betriebsmittel), DVC Ax, Leistungshalbleiter, (elektrische) Trennung;
 - Aktualisierte Definitionen: angrenzender Stromkreis, doppelte Isolierung, Niederspannung, unbeeinflusster Kurzschlussstrom, Schutzleiter, Schutzschirmung, eingeschränkter Zugangsbereich, Kurzschluss-Reserveschutz, System, (elektronisches) (Leistungs-)Umrichter, Leistungshalbleiter-Umrichter (PSC), Leistungshalbleiter-Umrichtersystem (PSCS), Herzkammerflimmern, maßgebliche Spannungsklasse, (Loslass-)Muskelreaktion, Schreckreaktion
 - Gestrichene Definitionen: (Erd-)Ableitstrom, elektronisches Ventilbauelement, Halbleiter-Ventilbauelement, Stromwahrnehmung
- Abänderungen der Festlegung für Kurzschluss- und Überstromschutz;
- Klassifikation von DVC-As. Für die Bestimmung der DVC As wurde die Struktur zu einer logisch besseren Struktur geändert;
- Aktualisierung von Schutzverbindung und Schutzimpedanz (*Typprüfung* und *Stückprüfung*);
- Die Höchsttemperatur von äußeren Teilen der PSCS während des Normalbetriebes wurde an den CENELEC-Guide 29 angepasst. Ergänzt wurde die Höchsttemperatur von berührbaren Teilen bei einem Ausfall der Kühlung;
- Bestimmung der Luftstrecken für Fremdversorgungsnetze, die basierend auf der Stoßstehspannung und der zeitweiligen Überspannung einschließlich der Prüfanforderungen für Wechselstrom-/Gleichstrom-Isolationsprüfungen abgeändert worden sind;
- Anwendung der Wechsel- oder Gleichspannungsprüfung als alternatives Verfahren zur Stoßspannungsprüfung;
- Einführung der Umweltprüfung zur Sicherstellung der Übereinstimmung mit allen Umweltsicherheitsanforderungen;
- Aktualisierung von Anhängen:
 - Anhang A (Bewertung der Arbeitsspannung und Auswahl der DVC für Berührungsspannung, PELV- und SELV-Stromkreise);
 - Anhang F (Luft- und Kriechstrecken bei Frequenzen über 30 kHz);
 - Aufnahme von Anhang J (Schwellenwerte für Verbrennungen an berührbaren Oberflächen)

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gilt für Systeme und Teilen davon, deren Hauptzweck das Umrichten von Strom ist, einschließlich für Produkte, die Leistungshalbleiter-Umrichter (PSC) enthalten, deren Bemessungsspannung 1 000 V Wechselspannung oder 1 500 V Gleichspannung nicht überschreitet.

Diese Internationale Norm:

- legt eine einheitliche Terminologie für Sicherheitsaspekte von *Leistungshalbleiter-Umrichtersystemen* (PSCS) fest;
- legt Anforderungen an die Koordination von Sicherheitsfragen für die in Wechselbeziehung stehenden Teile innerhalb eines PSCS fest;
- schafft eine einheitliche Basis für Sicherheitsanforderungen an den *PSC*-Anteil von Produkten, die *PSC* enthalten;
- legt Anforderungen zur Verringerung der Risiken von Brand, elektrischem Schlag, thermischen und energetischen Gefährdungen und weiteren Sicherheitsfragen, mit Ausnahme der Funktionssicherheit, während des Gebrauchs und Betriebes fest, die, wenn speziell angegeben, auch für Wartung und Instandhaltung gelten;
- legt Anforderungen zur Verringerung von Risiken hinsichtlich steckbarer und *fest angeschlossener* Betriebsmittel fest, die aus einem *System* zusammengeschalteter Einheiten oder unabhängiger Einheiten bestehen und von Installation, Betrieb und Instandhaltung des Betriebsmittels in der vom Hersteller vorgeschriebenen Weise abhängig sind.

Diese Internationale Norm ist anzuwenden:

- als Bezugsschriftstück für Produktnormen; oder
- als Mindestanforderungen für die Sicherheitsaspekte von PSCS in Betriebsmitteln, für die keine Produktnorm existiert.

Für Produkte, die bereits in Produktnormen behandelt werden, gelten die jeweiligen Produktnormen.

Diese Internationale Norm behandelt keine funktionellen Sicherheitsaspekte. Die Produktkomitees sollten Anforderungen an die Funktionssicherheit hinsichtlich der jeweiligen Anwendung angeben.

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 Dies bedeutet nicht, dass die Übereinstimmung mit allen Abschnitten des in Bezug genommenen Schriftstückes gefordert wird, sondern, dass diese Internationale Norm einen Hinweis gibt, der beim Fehlen des herangezogenen Schriftstücks nicht verstanden werden kann.

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, Part 442: Electrical accessories*

- IEC 60050(551), *International Electrotechnical Vocabulary, Part 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 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests B: Dry heat*
- IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*
- IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*
- IEC 60112:2003, *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions*
- IEC 60216-4-1, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 4-1: Ageing ovens – Single-chamber ovens*
- IEC 60309-1, *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes – Part 1: General requirements*
- IEC 60364-1:2001, *Electrical installations of buildings, Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*
- IEC 60364-4-44:2007, *Low-voltage electrical installations – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*
- IEC 60364-5-54, *Electrical installations of buildings – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors*
- IEC 60417 (alle Teile), *Graphical symbols for use on equipment*
- IEC/TS 60479-1:2005, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*
- IEC/TR 60479-5:2007, *Effects of current on human beings and livestock – Part 5: Touch voltage threshold values for physiological effects*
- IEC 60529:2001, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)*
- IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams*
- IEC 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*
- IEC 60664-3:2003, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coatings to achieve insulation coordination of printed board assemblies*
- IEC 60664-4:2005, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 4: Consideration of high-frequency voltage stress*
- 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*

— Entwurf —

E DIN EN 62477-1 (VDE 0558-477-1):2010-05
FprEN 62477-1:2010

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

IEC 61032: *Protection of Persons and Equipment by Enclosures Probes for Verification*

IEC 61180-1: *High-voltage test techniques for low-voltage equipment – Part 1: Definitions, test and procedure requirements*

ISO 3864-1:1984, *Safety colours and safety signs – Part 1: Design principles for safety signs in workplaces and public areas*

ISO 3746, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane*

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

ISO 7010:2003, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Safety signs used in workplaces and public areas*

ISO 9614-1, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 1: Measurement at discrete points*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die Begriffe aus IEC 60050, Kapitel 111, 151, 161, 191, 441, 442, 551 und 601, IEC 60664-1 (von denen einige aus Gründen der Zweckmäßigkeit wiederholt werden) und die folgenden Begriffe.

Eine Aufstellung der Begriffe in alphabetischer Reihenfolge enthält Tabelle 1.

Tabelle 1 – Alphabetische Aufstellung der Begriffe

Begriff	Begriff-Nr.	Begriff	Begriff-Nr.
angrenzender Stromkreis	3.1	unbeeinflusster Kurzschlussstrom	3.31
Basisisolierung	3.2	Schutzverbindung	3.32
Basisschutz	3.3	Schutzklasse I	3.33
Inbetriebnahmeprüfung	3.4	Schutzklasse II	3.34
maßgebliche Spannungsstufe (DVC)	3.5	Schutzklasse III	3.35
doppelte Isolierung	3.6	Schutzerdung (PE)	3.36
DVC As	3.7	Schutzleiter	3.37
DVC Ax	3.8	Schutzimpedanz	3.38
elektrischer Durchschlag	3.9	Schutzschirmung	3.39
(elektrische) Isolierung	3.10	Schutztrennung	3.40
(elektronisches) (Leistungs-)Umrichten	3.11	Leistungshalbleiter-Umrichter (PSC)	3.41
erwartete Lebensdauer	3.12	Leistungshalbleiter-Umrichtersystem (PSCS)	3.42
Kleinspannung (ELV)	3.13	verstärkte Isolierung	3.43
Anwenderanschlussklemme	3.14	eingeschränkter Zugangsbereich	3.44
Brandschutzumhüllung	3.15	Stückprüfung	3.45
Funktionsisolierung	3.16	Stichprobenprüfung	3.46
gefährliches aktives Teil	3.17	Sicherheitskleinspannungskreis (SELV-Kreis)	3.47
Anlage	3.18	Kurzschluss-Reserveschutz	3.48
aktives Teil	3.19	einfache elektrische Trennung	3.49
Niederspannung	3.20	Einzelfehler	3.50
Versorgungsnetz	3.21	Schreckreaktion	3.51
(Loslass-)Muskelreaktion	3.22	zusätzliche Isolierung	3.52
Fremdversorgungsnetz	3.23	System	3.53
offene Bauform	3.24	Systemspannung	3.54
Schutz-ELV-(PELV)-Kreis	3.25	zeitweilige Überspannung	3.55
fest angeschlossen (Betriebsmittel)	3.26	Berührungsstrom	3.56
Betriebsmittel mit Steckanschluss Typ A	3.27	Typprüfung	3.57
Betriebsmittel mit Steckanschluss Typ B	3.28	Herzkammerflimmern	3.58
Tor	3.29	Arbeitsspannung	3.59
Leistungshalbleiter	3.30	Zone des Potentialausgleichs	3.60

In dieser Internationalen Norm werden Verweisungen auf die folgenden Begriffe dadurch kenntlich gemacht, dass sie in *Kursivschrift* geschrieben werden.

3.1

angrenzender Stromkreis

Stromkreis, der keine galvanische Verbindung zum betrachteten Stromkreis hat

3.2

Basisisolierung

Isolierung, die bei aktiven Teilen als Basisschutz gegen elektrischen Schlag angewendet wird

[IEV 826-03-17, modifiziert]

3.3

Basisschutz

Schutz gegen elektrischen Schlag, wenn keine Fehlzustände vorliegen

[IEV 151-04-21]

3.4

Inbetriebnahmeprüfung

Prüfung an einem Gerät oder einer Einrichtung, die am Aufstellungsort vorgenommen wird, um die sachgemäße Errichtung und Funktion nachzuweisen

[IEV 151-04-21]

3.5

maßgebliche Spannungs- klasse (DVC)

Einstufung eines Spannungsbereichs, der zur Bestimmung der Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag und der Anforderungen an die *Isolierung* zwischen Stromkreisen angewendet wird

3.6

doppelte Isolierung

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

[IEV 826-12-16]

3.7

DVC As

maximale sichere Spannungswerte, die berührbar sind und die von DVC Ax abgeleitet werden

3.8

DVC Ax

allgemeiner DVC-Wert, der für DVC A, DVC A1, DVC A2 oder DVC A3 verwendet wird

3.9

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 60664-1:2007, Begriff 3.20]

3.10

(elektrische) Isolierung

elektrische Trennung zwischen Stromkreisen oder leitenden Teilen, die durch Luftstrecken oder Kriechstrecken oder feste *Isolierung* oder deren Kombinationen hergestellt wird

3.11

(elektronisches) (Leistungs-)Umrichten

Änderung eines oder mehrerer Kenndaten eines Elektrizitätsversorgungssystems praktisch ohne wesentlichen Leistungsverlust mit Hilfe von *Leistungshalbleitern*

[IEV 551-11-02, modifiziert]

ANMERKUNG Kenndaten sind zum Beispiel Spannung, Phasenzahl und Frequenz einschließlich der Frequenz null.

3.12

erwartete Lebensdauer

Dauer, für die die Kennwerte des Betriebsverhaltens bei Bemessungsbedingungen des Betriebs gültig sind

3.13

Kleinspannung

ELV

Spannung, die die in IEC 60449 für den Spannungsbereich I festgelegten Spannungsgrenzwerte nicht überschreitet

[IEV 826-12-30]

ANMERKUNG 1 Der Spannungsbereich I ist in IEC 60449 so festgelegt, dass kein Effektivwert der Wechselspannung von 50 V oder Gleichspannung von 120 V überschritten wird. Andere Produktkomitees dürfen Festlegungen über Kleinspannungen mit anderen Werten haben.

ANMERKUNG 2 In dieser Internationalen Norm hängt der Schutz gegen elektrischen Schlag von der *maßgeblichen Spannungsklasse* ab.

3.14

Anwenderanschlussklemme

Anschlussklemme, die für die äußere Verbindung zum *PSCS* vorgesehen ist

3.15

Brandschutzumhüllung

Teil des Betriebsmittels, welches dazu vorgesehen ist, die Ausbreitung von Feuer oder Flammen aus dem Inneren auf ein Mindestmaß zu verringern

3.16

Funktionsisolierung

Isolierung zwischen leitenden Teilen in einem Stromkreis, die für das ungestörte Funktionieren des Stromkreises erforderlich ist, jedoch keinen Schutz gegen elektrischen Schlag bietet

ANMERKUNG Die Funktionsisolierung kann jedoch die Wahrscheinlichkeit von Entzündung und Feuer verringern.

3.17

gefährliches aktives Teil

aktives Teil, von dem unter bestimmten Bedingungen ein schädlicher elektrischer Schlag ausgehen kann

[IEV 195-06-05]

3.18

Anlage

Betriebsmittel, einschließlich mindestens des *PSCS* (siehe 3.42)

ANMERKUNG Das (englische) Wort „installation“ wird in dieser Internationalen Norm auch dazu verwendet, den Vorgang des Zusammenbaus eines *PSCS* zu bezeichnen. In diesen Fällen erscheint das Wort nicht in Kursivschrift.

3.19

aktives Teil

elektrischer Leiter oder elektrisch leitfähiges Teil, der (das) im bestimmungsgemäßen Gebrauch gespeist wird, einschließlich eines Neutralleiters, jedoch nicht eines Schutzleiters oder eines Neutralleiters mit Schutzfunktion

ANMERKUNG Dieser Begriff besagt nicht unbedingt, dass das Risiko eines elektrischen Schlags besteht.

[IEV 195-02-19, modifiziert]

3.20

Niederspannung

LV

Gesamtheit der Spannungsebenen, die der Verteilung elektrischer Energie dienen und in einem Bereich liegen, der sich im Allgemeinen bei Wechselstromnetzen bis 1 000 V oder bei Gleichstromnetzen bis 1 500 V als obere Grenze erstreckt

[IEV 601-01-26, modifiziert]

3.21

Versorgungsnetz

Niederspannungs-Wechselstrom-Verteilungsnetz für die Versorgung eines Wechselstromgerätes mit Energie

3.22

(Loslass-)Muskelreaktion

physiologische Reaktion aufgrund eines kleinsten abgeleiteten Wertes der Berührungsspannung für eine Grundgesamtheit, bei der ein durch den Körper fließender Strom gerade ausreicht, die unwillkürliche Kontraktion eines Muskels auszulösen, wie die Unfähigkeit zum Loslassen einer Elektrode, jedoch ohne Schreckreaktion

[IEC 60479-5, modifiziert]

3.23

Fremdversorgungsnetz

elektrischer Stromkreis, der nicht direkt aus dem Netz, sondern durch einen Transformator getrennt ist oder von einer Batterie, einem Generator oder ähnlichen Quellen versorgt wird, die nicht direkt an das öffentliche Verteilungsnetz angeschlossen sind

3.24

offene Bauform

Produkt, vorgesehen zum Einbau in ein Gehäuse oder Baugruppe, das bzw. die den Schutz vor Zugriff sichert

3.25

PELV-System

elektrisches System, in dem die Spannung die Grenzwerte für *Kleinspannung* nicht überschreitet:

- unter üblichen Bedingungen; und
- unter *Einzelfehlerbedingungen*, ausgenommen bei Erdschlüssen in anderen elektrischen Stromkreisen

ANMERKUNG PELV ist die Abkürzung für Funktionskleinspannung mit elektrisch sicherer Trennung.

[IEV 826-12-32]

3.26

fest angeschlossen (Betriebsmittel)

Betriebsmittel, welches zum Anschluss an die Gebäudeinstallation mit Schraubklemmen der anderen zuverlässigen Mittel vorgesehen ist

3.27

Betriebsmittel mit Steckanschluss Typ A

Betriebsmittel, das durch eine nicht-industrielle Steckvorrichtung oder eine nicht-industrielle Gerätesteckvorrichtung oder durch beide an das *Versorgungsnetz* angeschlossen wird

3.28

Betriebsmittel mit Steckanschluss Typ B

Betriebsmittel, das durch eine industrielle Steckvorrichtung oder eine (industrielle) Gerätesteckvorrichtung oder durch beide nach IEC 60309 oder einer vergleichbaren nationalen Norm an das *Versorgungsnetz* angeschlossen wird

3.29

Tor

Zugang zu einer Einrichtung oder einem Netzwerk, an dem elektromagnetische Energie oder Signale abgegeben oder aufgenommen werden können, oder die veränderlichen Größen der Einrichtung/des Netzwerks beobachtet oder gemessen werden können

[IEV 131-12-60]

3.30

Leistungshalbleiter

Halbleiterbauelement, welches für das *elektronische Leistungsumrichten* eingesetzt wird

3.31

unbeeinflusster Kurzschlussstrom

Strom, der bei einem Kurzschluss durch einen Leiter vernachlässigbarer Impedanz fließt

3.32

Schutzverbindung

elektrische Verbindung von leitfähigen Teilen zu Sicherheitszwecken

3.33

Schutzklasse I

Betriebsmittel, bei dem der Schutz gegen elektrischen Schlag nicht nur auf der *Basisisolierung* beruht, sondern die zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen in solcher Form einschließt, dass Mittel für den Anschluss berührbarer leitfähiger Teile an einen *Schutzleiter (Erdleiter)* 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

3.34

Schutzklasse II

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

3.35

Schutzklasse III

Betriebsmittel, bei dem der Schutz gegen elektrischen Schlag auf der Versorgung mit *DVC Ax* (oder B unter bestimmten Umständen) beruht und in der Spannungen, die höher als *DVC Ax* (B) sind, nicht erzeugt werden, und in der es keine Vorkehrungen für die *Schutzerdung* gibt

ANMERKUNG Weitere Normen definieren die *Schutzklasse III* mit der Versorgung durch ELV.

3.36

Schutzerdung

PE

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

3.37

Schutzleiter

Leiter in der Verkabelung einer Gebäudeinstallation oder in der Netzversorgungsleitung, die eine Hauptschutzleiterklemme im Betriebsmittel mit einem Erdungspunkt der Gebäudeinstallation zu Sicherheitszwecken verbindet

3.38

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 des Betriebsmittels funktionsfähig bleibt

[IEV 442-04-24, modifiziert]

3.39

Schutzschirmung

Abtrennung der Stromkreise von *gefährlichen aktiven Teilen* durch einen dazwischen liegenden elektrisch leitenden Schirm, der entweder direkt oder über eine *Schutzverbindung* an die Einrichtungen für den Anschluss an einen *Schutzleiter* angeschlossen ist

3.40

Schutztrennung

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

3.41

Leistungshalbleiter-Umrichter

PSC

Einrichtung oder ein Teil davon für das elektronische Leistungsumrichten, einschließlich Signalgabe-, Mess- und Steuerschaltungen sowie weitere Teile, sofern sie für die Stromumrichtungsfunktion von Bedeutung sind

3.42

Leistungshalbleiter-Umrichtersystem

PSCS

ein oder mehr *Leistungshalbleiter-Umrichter*, gemeinsam mit weiteren Einrichtungen, die mit der Stromumrichtungsfunktion in Verbindung stehen oder nicht, welche gemeinsam arbeiten sollen

ANMERKUNG Zu weiteren Angaben siehe 4.1.

3.43

verstärkte Isolierung

Isolierung von *gefährlichen aktiven Teilen*, die den gleichen Schutz gegen elektrischen Schlag wie die *doppelte Isolierung* bietet

[IEC 60664-1:2007, Begriff 3.17.5]

3.44

eingeschränkter Zugangsbereich

Bereich, der nur Elektrofachkräften und elektrotechnisch unterwiesenen Personen, jeweils mit entsprechender Berechtigung, zugänglich ist

[IEV 195-04-04]

ANMERKUNG 1 Eine Elektrofachkraft ist eine Person mit entsprechender Ausbildung und Erfahrung, die s ihm oder ihr ermöglicht, Risiken zu erkennen und mögliche Gefährdungen durch Elektrizität zu vermeiden.

ANMERKUNG 2 Eine elektrotechnisch unterwiesene Person ist eine Person, die von Elektrofachkräften ausreichend informiert oder überwacht und damit befähigt wird, Risiken zu erkennen und mögliche Gefährdungen durch Elektrizität zu vermeiden.

3.45

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]

3.46

Stichprobenprüfung

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

[IEV 151-04-17]

3.47

SELV-System

elektrisches *System*, in dem die Spannung die Grenzwerte für *Kleinspannung* (ELV) nicht überschreitet:

- unter üblichen Bedingungen; und
- unter *Einzelfehlerbedingungen*, auch bei Erdschlüssen in anderen Stromkreisen

ANMERKUNG SELV ist die Abkürzung für Sicherheitskleinspannung in einem nicht geerdeten System.

[IEV 286-12-31]

3.48

Kurzschluss-Reserveschutz

Schutz, der ansprechen soll, wenn andere Schutzmaßnahmen innerhalb eines Systems oder Betriebsmittels versagen, um einen Fehler zu klären

3.49

einfache elektrische Trennung

Trennung zwischen elektrischen Stromkreisen oder zwischen einem elektrischen Stromkreis und örtlicher Erde durch einfache Mittel des Schutzes wie *Basisisolierung*

[IEV 826-12-28, modifiziert]

3.50

Einzelfehler

Zustand, bei dem ein Fehler vorliegt, der eine in dieser Norm behandelte Gefährdung hervorrufen könnte

ANMERKUNG 1 Wenn ein *Einzelfehler* zu weiteren nachfolgenden Ausfällen führt, das wird die Gesamtheit der Ausfälle als *Einzelfehler* angesehen.

ANMERKUNG 2 Beispiele für Gefährdungen sind neben anderen elektrischer Schlag, Brand, energetische und mechanische Gefährdungen, Schalldruck usw.

3.51

Schreckreaktion

physiologische Reaktion aufgrund eines kleinsten abgeleiteten Wertes der Berührungsspannung für eine Grundgesamtheit, bei der ein Strom durch den Körper gerade ausreicht, um eine unwillkürliche Kontraktion des Muskels bei der Person auszulösen, durch die der Strom fließt

[IEC 60479-5, modifiziert]

3.52

zusätzliche Isolierung

unabhängige *Isolierung*, zusätzlich zur *Basisisolierung*, die den Schutz Fehlerfall sicherstellt

[IEC 60664-1:2007, Begriff 3.17.3]

ANMERKUNG *Basisisolierung* und *zusätzliche Isolierung* sind getrennt, jede ist für die *einfache elektrische Trennung* gegen elektrischen Schlag bemessen.

3.53

System

Menge in Wechselbeziehung stehender und/oder miteinander zusammenhängender unabhängiger Elemente

ANMERKUNG Ein System ist im Allgemeinen im Hinblick auf die Erfüllung einer bestimmten Zielstellung definiert, beispielsweise durch die Ausführung einer bestimmten Funktion.

3.54

Systemspannung

Spannung, die zur Festlegung der Isolationsanforderungen angewendet wird

ANMERKUNG Zu weiteren Überlegungen hinsichtlich der Systemspannung siehe 4.4.7.1.6.

3.55

zeitweilige Überspannung

Überspannung mit Netzfrequenz von verhältnismäßig langer Dauer

[IEC 60664-1:1992, Begriff 3.7.1]

3.56

Berührungsstrom

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

[IEV 826-11-12]

3.57

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]

3.58

Herzkammerflimmern

physiologische Reaktion aufgrund eines kleinsten abgeleiteten Wertes der Berührungsspannung für eine Grundgesamtheit, bei der ein durch den Körper fließender Strom gerade ausreicht, das Herzkammerflimmern auszulösen

[IEC 60479-5, modifiziert]

3.59

Arbeitsspannung

Spannung bei Bemessungs-Versorgungsbedingungen (ohne Grenzüberschreitungen) und ungünstigen 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.

3.60

Zone des Potentialausgleichs

Zone, in der alle gleichzeitig berührbaren leitfähigen Teile elektrisch miteinander verbunden sind, um zu verhindern, dass zwischen ihnen eine gefährliche Spannung auftritt

ANMERKUNG Für den Potentialausgleich ist es nicht erforderlich, dass die Teile geerdet sind.

4 Schutz gegen Gefährdungen

4.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt 4 legt die Mindestanforderungen an die Auslegung und den Aufbau eines *PSCS* fest, um dessen Sicherheit bei der Installation, bei bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen und bei der Instandhaltung für die *erwartete Lebensdauer* des *PSCS* sicherzustellen. Zu berücksichtigen sind ebenso Gefährdungen, die sich aus vorhersehbaren Fehlanwendungen ergeben.

Hersteller und Produktkomitees, die die vorliegende Norm als Bezugsschriftstück verwenden, müssen eindeutig festlegen, was im *PSCS* enthalten ist und von dieser Norm erfasst und bewertet wird. Als Minimum muss der *PSC* und die Schnittstellen zur Last und zur Versorgung erfasst werden.

Der Schutz gegen Gefährdungen muss bei einem *Einzelfehler* ebenso beibehalten werden wie unter bestimmungsgemäßen Bedingungen und außergewöhnlichen Bedingungen, wie sie in dieser Norm festgelegt sind.

Für Bauteile, die in einer entsprechenden Produktnorm behandelt und in der die zugehörigen Sicherheitsanforderungen vorgesehen werden, ist keine gesonderte Bewertung erforderlich. Bauteile oder Baugruppen aus Bauteilen, für die es keine entsprechende Produktnorm gibt, müssen nach den Anforderungen der vorliegenden Norm geprüft werden.

4.2 Fehlerbedingungen und außergewöhnliche Bedingungen

PSCS müssen so ausgelegt sein, dass Betriebsarten oder Schaltfolgen vermieden werden, die eine Fehlerbedingung oder einen Bauelementeausfall verursachen, durch die eine Gefährdung entsteht, sofern nicht weitere Maßnahmen durch die *Anlage* vorgesehen und in den mit dem *PSCS* bereitgestellten Installationsangaben beschrieben sind. Die Anforderungen in diesem Abschnitt gelten gleichermaßen für außergewöhnliche Bedingungen, sofern anwendbar.

Es muss eine Stromkreisanalyse oder -prüfung durchgeführt werden, um zu bestimmen, ob der Ausfall bestimmter Bauelemente (einschließlich des Isolationssystems) zu einer Gefährdung führen würde.

Die Analyse muss Situationen einschließen, in denen der Ausfall eines Bauelements oder der (Funktions-, Basis- oder zusätzlichen) *Isolierung* führen würde zu:

- einem Einfluss auf die Bestimmung der maßgeblichen Spannung nach Abschnitt 0;
- einem Risiko des elektrischen Schlages aufgrund von:
 - Verschlechterung des Schutzes gegen direktes Berühren nach 4.4.2; oder
 - Verschlechterung des Schutzes bei direktem Berühren nach 4.4.3; oder
 - Verschlechterung des Schutzes gegen indirektes Berühren nach 4.4.5;
- einem Risiko der Funktionsbeeinträchtigung aufgrund der Abgabe von Flammen, geschmolzenen Teilchen oder geschmolzenem Metall des Schutzes gegen Brand und thermische Gefährdungen aufgrund zu hoher Temperaturen nach 4.6;
- einem Risiko der mechanischen Gefährdung nach 4.7;
- einem Risiko der energetischen Gefährdung nach 4.5;
- einem Risiko der chemischen Gefährdung.

Die Analyse muss die Auswirkung von Kurzschluss- und Leerlaufbedingungen auf das Bauelement einschließen. Die Prüfung ist notwendig, sofern nicht durch die Analyse überzeugend nachgewiesen werden kann, dass durch den Ausfall des Bauelements keine Gefährdung entstehen kann, oder dass der Ausfall des Bauelements während der *erwarteten Lebensdauer* des *PSCS* unwahrscheinlich ist. Prüfungen siehe 5.2.4.6.

Die Bewertung der Bauelemente muss auf der erwarteten Beanspruchung beruhen, die während der *erwarteten Lebensdauer* des *PSCS* auftritt, einschließlich, aber nicht beschränkt auf:

- festgelegte klimatische und mechanische Bedingungen nach 4.9 (Temperatur, Luftfeuchte, Schwingungen usw.);
- elektrische Kennwerte nach 4.4.7 (erwartete Stoßspannung, *Arbeitsspannung*, zeitweilige Überspannung usw.);
- Mikroumgebung nach 4.4.7 (Verschmutzungsgrad, Luftfeuchte, usw.).

Bauelemente, deren Zuverlässigkeit nach entsprechenden Produktnormen bewertet worden ist, werden so angesehen, dass sie diese Anforderungen erfüllen und brauchen keiner weiteren Untersuchung unterzogen werden, wenn sie unter den Bedingungen geprüft worden sind, für die das *PSCS* konstruktiv ausgelegt worden ist.

Die Luft- und Kriechstrecken auf Leiterplatten für die *Funktions-, Basis, zusätzliche* und *verstärkte Isolierung*, nach 4.4.7.4 und 4.4.7.5 ausgelegt ist, wird so angesehen, dass sie diese Anforderungen erfüllt und braucht keiner weiteren Untersuchung unterzogen zu werden.

Zu berücksichtigen sind potentielle Sicherheitsgefahren, die mit den Hauptbauelementen des *PSCS* in Verbindung stehen, wie Entflammbarkeit von Transformator- und Kondensatoröl.

4.3 Kurzschluss- und Überstromschutz

4.3.1 Allgemeines

Das *PSCS* darf keine Gefährdung unter Kurzschlussbedingungen oder Überstrombedingungen an keinem Tor, einschließlich Leiter gegen Leiter, Leiter gegen Erde und Leiter gegen Neutralleiter darstellen und es sind zweckentsprechende Angaben für die ordnungsgemäße Auswahl der äußeren Verdrahtung und Schutzeinrichtungen bereitzustellen.

Der Schutz gegen Kurzschlüsse und Überströme muss an allen Eingangskreisen und an den Ausgangskreisen vorgesehen werden, die nicht den Anforderungen an begrenzte Stromquellen nach 4.6.5 entsprechen.

Wenn das *PSCS* allen bestimmungsgemäßen, außergewöhnlichen und Fehlerfallbedingungen in dieser Norm ohne derartig vorgesehenen Schutz entspricht, ist die Bereitstellung oder Festlegung des Kurzschluss- oder Überstromschutzes an Eingangskreisen zum Schutz des *PSCS* nicht notwendig.

ANMERKUNG Örtliche Errichtungsregeln werden üblicherweise noch das Vorsehen eines derartigen Schutzes für den Schutz der Eingangsverdrahtung in der Anlage fordern.

Für *Betriebsmittel mit Steckanschluss Typ B* oder fest angeschlossene Betriebsmittel darf dieser Schutz durch externe Einrichtungen vorgesehen werden, wobei in den Installationsanweisungen die Notwendigkeit für den in der *Anlage* vorzusehenden Schutz anzugeben und Festlegungen für den geforderten Kurzschluss- und Überstromschutz enthalten muss (siehe 6.3.6).

Prüfung: Besichtigung und mit den Prüfungen nach 5.2.4.4 und 5.2.4.5.

4.3.2 Festlegungen für den unbeeinflussten Kurzschlussstrom

4.3.2.1 Eingangstore

Für die Koordination und Auswahl der inneren und äußeren Überstromschutzvorrichtungen muss der Hersteller des *PSCS* den Bemessungswert des höchsten *unbeeinflussten Kurzschlussstromes* festlegen, für den jedes Eingangstor des *PSCS* ausgelegt ist (siehe 6.2).

Wenn eine innere oder äußere Überstromschutzvorrichtung, die vom Hersteller festgelegt oder bereitgestellt wird, zur ordnungsgemäßen Klärung des Fehlers einen Kleinstwert des Kurzschlussstromes erforderlich macht, dann muss der Hersteller des *PSCS* auch den kleinsten *unbeeinflussten Kurzschlussstrom* festlegen (siehe 6.2).

ANMERKUNG Diese Anforderung gilt besonders für Sicherungen, für die nicht festgelegt ist, dass sie unterhalb eines bestimmten Fehlerstromwertes ansprechen.

Diese Eingangsbemessungswerte des *unbeeinflussten Kurzschlussstromes* gelten für *Tore*, die mit Batteriekreisen, einem äußeren Versorgungsnetz, fremden Wechsel- und Gleichstromquellen verbunden werden sollen sowie für andere *Tore*, für die der Überstromschutz erforderlich ist.

4.3.2.2 Ausgangstore

Die Kurzschlussbewertung ist für alle Ausgangstore nach 5.2.4.4 zur Bestimmung des kleinsten und des größten *unbeeinflussten Kurzschlussstromes* durchzuführen und der *unbeeinflusste verfügbare Kurzschlussstrom*, der vom PSCS verfügbar ist, muss nach 5.2.4.4 und 6.2 festgelegt werden.

Diese Ausgangsbemessung des *unbeeinflussten Kurzschlussstromes* und die Prüfung gilt für Wechselstrom- und Gleichstromausgangstore sowie für sonstige *Tore*, für die der Überstromschutz erforderlich ist.

4.3.2.3 Kombinierte Eingangs- und Ausgangstore

Für Tore, die Eingangs- und Ausgangstore sind, gelten die anwendbaren Anforderungen von 4.3.2.1 und 4.3.2.2.

4.3.3 Kurzschlusskoordination (Reserveschutz)

Vorgesehene oder festgelegte Schutzeinrichtungen müssen ein hinreichendes Ausschaltvermögen für die Unterbrechung des höchsten *unbeeinflussten Kurzschlussstromes* besitzen, der für das *Tor* festgelegt ist, an welches sie angeschlossen werden.

Wenn der innerhalb des *PSCS* vorgesehene Schutz nicht für den *unbeeinflussten Kurzschlussstrom* bemessen ist, müssen die Installationsanweisungen die Festlegung enthalten, dass eine vorgeschaltete Schutzeinrichtung zu verwenden ist, die für den *unbeeinflussten Kurzschlussstrom* dieses *Tores* bemessen sein und als Reserveschutz eingesetzt werden muss. Die Koordination des Schutzes zwischen äußeren und inneren Schutzeinrichtungen ist mit einer Untersuchung sicherzustellen.

Für ein *Betriebsmittel mit Steckanschluss Typ A* wird die Gebäudeinstallation so angesehen, dass sie den *Kurzschluss-Reserveschutz* bietet.

Prüfung: Besichtigung und die Prüfungen nach 5.2.4.4 und 5.2.4.5.

4.3.4 Anzahl und Lage von Schutzeinrichtungen

Schutzsysteme oder -einrichtungen müssen in einer solchen Anzahl vorhanden und so angeordnet sein, dass sie den Stromfluss in jedem möglichen Fehlerstrompfad zwischen den Leitern oder von Leitern gegen Erde erfassen und unterbrechen oder begrenzen.

ANMERKUNG In einem IT-Erdungssystem (siehe 4.4.7.1.4) erfolgt die Unterbrechung des Kurzschlussstromes, wenn ein zweiter Fehler auftritt. In einem IT-Erdungssystem erfolgt nach einem ersten Fehler nur die Erfassung.

Kein Schutz ist für Kurzschlüsse gegen Erde in Betriebsmitteln erforderlich, die entweder:

- keine Verbindung mit dem Erdpotential haben; oder
- zwischen *aktiven Teilen* und allen mit Erde verbundenen Teilen mit *doppelter Isolierung* oder *verstärkter Isolierung* ausgerüstet sind.

ANMERKUNG 1 Wo *doppelte Isolierung* oder *verstärkte Isolierung* vorgesehen ist, würde ein Kurzschluss gegen Erde als zwei Fehler angesehen.

Wenn eine Schutzeinrichtung einen Neutralleiter unterbricht, dann muss sie auch gleichzeitig alle weiteren Versorgungsleiter desselben Stromkreises unterbrechen. Für die Schutzeinrichtung ist es zulässig, dass sie den Neutralleiter nach den anderen Versorgungsleitern desselben Stromkreises unterbricht.

Prüfung: Besichtigung und, falls erforderlich, durch Nachbildung der *Bedingungen für einen Einzelfehler* (siehe 4.2).

4.3.5 Schutz durch mehrere Einrichtungen

Wo Schutzeinrichtungen, die ein manuelles Ersetzen oder Rücksetzen erforderlich machen, in mehr als einem Pol der Versorgung einer bestimmten Last eingesetzt werden, müssen diese Einrichtungen zusammen angeordnet werden. Es ist zulässig, zwei oder mehr Schutzeinrichtungen in einem Bauelement zu kombinieren.

Prüfung: Besichtigung.

4.4 Schutz gegen elektrischen Schlag

4.4.1 Allgemeines

Der Schutz gegen elektrischen Schlag ist von der *Klasse der maßgeblichen Spannung* nach 4.4.2 und der ausreichenden *Isolierung* nach 4.4.2.3 abhängig und ist durch mindestens eine der folgenden Maßnahmen vorzusehen:

- Schutz gegen direktes Berühren nach 4.4.3;
- Schutz im Fall des direkten Berührens nach 4.4.5;
- Schutz gegen indirektes Berühren nach 4.4.6.

Zusätzlicher Schutz kann durch Fehlerstromschutzschalter (RCD) oder Fehlerstromüberwachungen (RCM) vorgesehen werden. Zu zusätzlichen Angaben siehe 4.4.8 *Klasse der maßgeblichen Spannung*.

4.4.2 Klasse der maßgeblichen Spannung

4.4.2.1 Allgemeines

Die Klasseneinteilung des Spannungsbereiches wird zur Bestimmung der Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag und der Anforderungen an die *Isolierung* zwischen Stromkreisen verwendet.

Für einen berührbaren Stromkreis steht die *Klasse der maßgeblichen Spannung* A_x in Wechselbeziehung mit:

- der Reaktion des Körpers;
- der Fläche des berührbaren Teils des Betriebsmittels im Verhältnis zur Körperkontaktfläche, siehe Tabelle 3;
- dem Feuchtigkeitszustand der Körperhaut nach Tabelle 4.

Unter Berücksichtigung der in Tabelle 5 angegebenen *DVC* werden 95 % der Bevölkerung hinsichtlich der angegebenen Werte geschützt. Die Werte berücksichtigen einen Strompfad vom Fuß zur Körperkontaktfläche einer aufrecht stehenden Person.

Kein Schutz ist erforderlich, wenn beide Werte nach Tabelle 5 bei bestimmungsgemäßen Betrieb und die Grenzwerte der Berührungsspannung aus den Bildern 1 bis 3 unter den Bedingungen eines *Einzelfehlers* erfüllt sind.

Die nach Tabelle 5 ausgewählte *DVC* A_x wird der höchste Spannungswert, der bei der betrachteten *PSCS* berührbar und ist für die Anwendung in dieser Norm die so genannte *DVC* A_s . Andere Werte der *DVC* A_x , die höher als *DVC* A_s sind, müssen dann als *DVC* B behandelt werden.

Für die Anwendung dieses Schriftstückes ist es nicht zulässig, Spannungen mit den Werten von *DVC* B und *DVC* C zu berühren.

ANMERKUNG Im *PSCS* ist nach dieser Norm mehr als ein Stromkreis der *DVC* A_s mit unterschiedlichen Spannungswerten der *DVC* A_s zulässig.

4.4.2.2 Bestimmung der Klasse der maßgeblichen Spannung

4.4.2.2.1 Allgemeines

Zum Schutz gegen *Herzkammerflimmern* darf die *DVC* aus Tabelle 2 ausgewählt werden. Zu weniger starken Reaktionen des Körpers werden in A.4 weitere Angaben zur Verfügung gestellt.

Der Schutz gegen direktes Berühren ist erforderlich, wenn es nicht möglich ist gegen eine Körperreaktion hinsichtlich der *DVC* As zu schützen.

Die *DVC*-Spannungsgrenzwerte für die Beharrungswerte bei bestimmungsgemäßem Betrieb nach Tabelle 2 sind in Tabelle 5 angegeben. Die Grenzwerte der kurzzeitigen nichtperiodischen Berührungsspannung sind in 4.4.2.2.3, Bild 1 bis Bild 3, angegeben.

Tabelle 2 – Auswahl der DVC für die Berührungsspannung für *Herzkammerflimmern*

Feuchtigkeitszustand der Haut	Körperkontaktfläche		
	Körperteil	Hand	Finger
Trocken	<i>DVC</i> A2	<i>DVC</i> A	<i>DVC</i> B
Wassernass	<i>DVC</i> A1	<i>DVC</i> A2	<i>DVC</i> A
Salzwassernass	Schutz gegen direktes Berühren ist erforderlich	<i>DVC</i> A1	<i>DVC</i> A2

4.4.2.2.2 Auswahltabellen für die Kontaktfläche und den Feuchtigkeitszustand der Haut

Zum Schutz gegen *Herzkammerflimmern* sind die Produktkomitees gehalten, die entsprechenden Bedingungen aus Tabelle 3 und Tabelle 4 auszuwählen. Wenn diese Norm für ein Produkt angewendet wird, für das es keine Produktnorm gibt, dann sind Hand als Kontaktfläche und Trocken für den Feuchtigkeitszustand der Haut auszuwählen.

Tabelle 3 – Auswahl der Körperkontaktfläche

Kontaktfläche, die mit berührbaren Teilen in Berührung kommt		
Finger cm ²	Hand cm ²	Teil des Körpers cm ²
berührbare Teile < 1	1 < berührbare Teile < 80	80 < berührbare Teile < 500

Tabelle 4 – Auswahl des Feuchtigkeitszustandes der Haut

Feuchtigkeitszustandes der Haut		
Trocken	Wassernass	Salzwassernass
Normale, in Innenräumen vorhandene Bedingungen	Eintauchen in Wasser der öffentlichen Wasserversorgung für mehr als 1 Minute (Mittelwert $\rho = 35 \Omega\text{m}$, pH = 7,7 bis 9)	Eintauchen in eine 3 %ige wässrige NaCl-Lösung für mehr als 1 Minute (Mittelwert $\rho = 0,25 \Omega\text{m}$, pH = 7,5 bis 8,5)

ANMERKUNG 1 Angaben und Werte aus IEC 60479-1.

ANMERKUNG 2 Zur Auswahl der Feuchtigkeitsbedingungen der Haut siehe auch Tabelle 19 zur Berücksichtigung der Umweltbetriebsbedingungen.

4.4.2.2.3 Grenzwerte der Arbeitsspannung für die DVC

In Tabelle 5 werden die Grenzwerte für den Beharrungswert der Berührungsspannung bei bestimmungsgemäßem Betrieb angegeben.

Tabelle 5 – Spannungsgrenzwerte für die Klassen der maßgeblichen Spannung

Klasse der maßgeblichen Spannung	Grenzwerte der Arbeitsspannung V		
	Wechselspannung (Effektivwert)	Wechselspannung (Scheitelwert)	Gleichspannung (Mittelwert)
	U_{ACL}	U_{ACPL}	U_{DCL}
A1	8	1,3	22
A2	12	17	28
A3	20	28,3	48
B	30	42,4	60
C	50	71	120
D	>50	>71	>120

In A.5 werden drei Beispiele für verschiedene Wellenformen der *Arbeitsspannung* und Bewertungsverfahren für die betreffende Spannung hinsichtlich der Anpassung an die DVC-Pegel angegeben.

In Bild 1, Bild 2 und Bild 3 werden die Grenzwerte der kurzzeitigen nichtperiodischen Berührungsspannung angegeben.

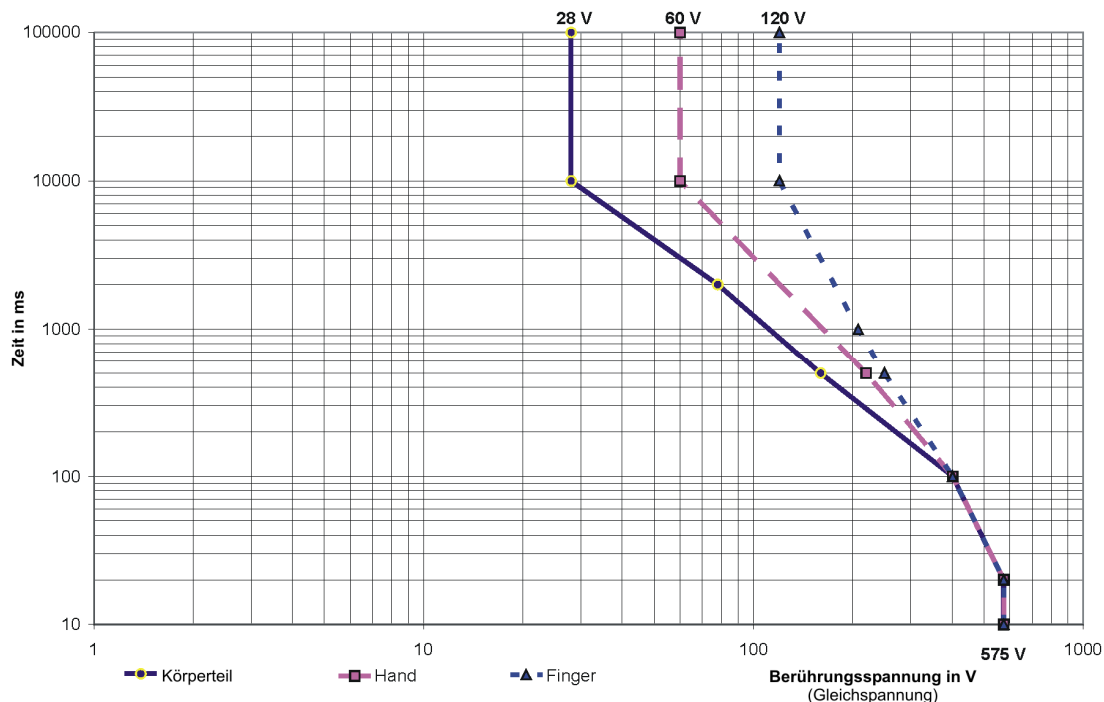


Bild 1 – Zeit/Berührungsspannung-Bereich für Herzkammerflimmern bei trockenem Zustand der Haut

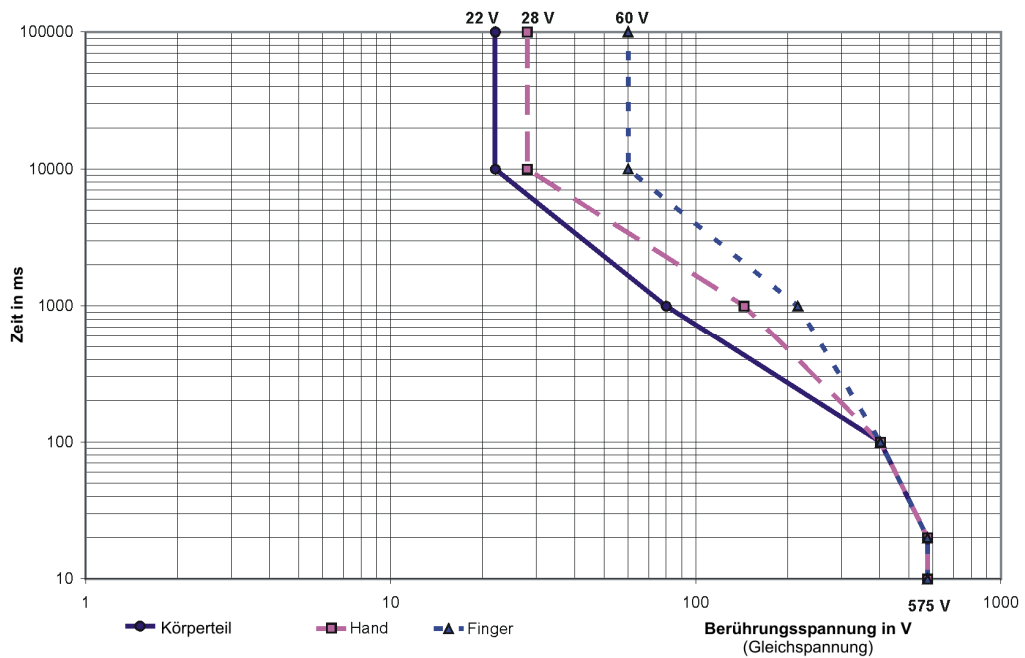


Bild 2 – Zeit/Berührungsspannung-Bereich für *Herzkammerflimmern* bei wassernassem Zustand der Haut

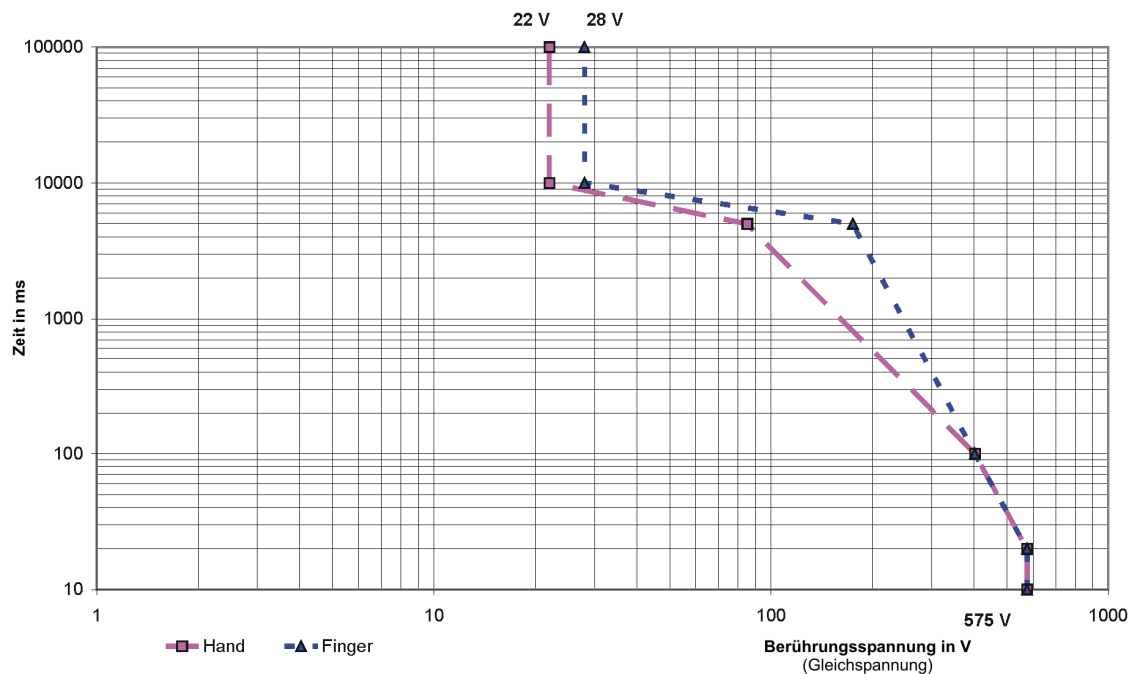


Bild 3 – Zeit/Berührungsspannung-Bereich für *Herzkammerflimmern* bei salzwassernassem Zustand der Haut

ANMERKUNG Für einen Körperteil wird kein Zeit/Spannung-Bereich angegeben. Der Schutz gegen direktes Berühren ist erforderlich.

Die Spannung muss sich innerhalb von 10 000 ms auf einen Beharrungswert nach Tabelle 5 verringern oder der Fehler ist mit einer Schutzvorrichtung zu unterbrechen. Unter Fehlerbedingungen, wo eine Schutzvorrichtung verwendet wird, müssen die Eigenschaften einer derartigen Einrichtung sicherstellen, dass die in Bild 1 bis Bild 3 angegebenen Zeit/Spannung-Grenzwerte nicht überschritten werden. Bei der Verwendung einer äußeren Schutzeinrichtung müssen Angaben über die Eigenschaften einer derartigen Einrichtung vom Hersteller des *PSCS* im Installationshandbuch nach 6.3.6.5 festgelegt werden.

ANMERKUNG Bild 1 bis Bild 3 sieht für die Berührungsspannungen nur Gleichspannungen vor, weil die häufigsten Berührungsspannungen Gleichspannungen sind. Wenn der Hersteller Werte für Wechselspannung benötigt, dann sollte IEC 60479-1 zur Bestimmung angewendet werden.

Für Prüfungen siehe 5.2.3.11.

4.4.2.2.4 Verbindung zu äußeren *PELV*- und *SELV*-Stromkreisen

Wenn es für einen zu betrachtenden Stromkreis im *PSCS* vorgesehen ist, dass er mit anderen *PELV*- oder *SELV*-Stromkreisen außerhalb des *PSCS* verbunden werden soll, dann ist die Kompatibilität der *PELV* und *SELV* anhand der *Klasse der maßgeblichen Spannung* des internen Stromkreises zu überprüfen.

Die Verbindung der äußeren *PELV*- oder *SELV*-Stromkreise mit einem internen Stromkreis ist unter folgenden Bedingungen zulässig:

- ohne Maßnahmen nur dann, wenn die *DVC* der *PELV*- und *SELV*-Spannung niedriger als oder gleich der nach Tabelle 5 ausgewählten *DVC* für den betrachteten internen Stromkreis ist; und
- mit Maßnahmen, wenn die *DVC* der *PELV*- und *SELV*-Spannung höher als die nach Tabelle 5 ausgewählte *DVC* für den betrachteten internen Stromkreis ist. Aufgrund der sehr kleinen Kontaktfläche von wenigen mm² an den Kontaktstiften von Signalsteckverbindern ist ein höherer Spannungspegel nach Tabelle 5 als *DVC* As zulässig. Beispiel: *DVC* A1 ist *DVC* As, dann ist *DVC* A2 an den Kontaktstiften von Signalsteckverbindern zulässig.

Die Maßnahmen könnten der Schutz gegen direktes Berühren der *PELV* und *SELV* und *DVC* As sein.

In Betracht zu ziehen ist ebenfalls die Möglichkeit, dass sich unter Fehlerbedingungen die Spannungen der zu betrachtenden Stromkreise addieren können.

4.4.2.3 Anforderungen an den Schutz

In Tabelle 6 sind die möglichen Lösungen für die Übereinstimmung mit 4.4 zur Anwendung der *einfachen Trennung* oder *Schutztrennung* in Abhängigkeit von der *DVC* des betrachteten Stromkreises und von *angrenzenden Stromkreisen* angegeben.

Die Anforderungen dieser Internationalen Norm für den Schutz gegen elektrischen Schlag können durch andere Maßnahmen als die in Tabelle 6 aufgeführten erfüllt werden, wobei der Konstrukteur in diesem Fall mit einer Fehleranalyse nachweisen muss, dass die Anforderungen in 4.1 und 4.4 erfüllt werden.

Tabelle 6 – Schutzanforderungen für den betrachteten Stromkreis

DVC des betrachteten Stromkreises	Geforderter Schutz gegen direktes Berühren	Isolation gegen geerdete Teile	Isolation gegen berührbare leitfähige Teile, die nicht geerdet sind	Isolation gegen angrenzenden Stromkreis mit DVC:		
				As ^{x)}	B oder unsichere Ax	C
As ^{x)}	Keiner	a ^{*)}	a	b ^{&)} oder a ^{▫)}	b	p
B oder unsichere Ax	Einfache Trennung	b	b		b oder a	b
C	Schutztrennung	b	p			b oder a

a Isolation ist nicht notwendig aus Gründen der Sicherheit, kann jedoch aufgrund der Funktion gefordert sein.

x) A, A1, A2 oder A3 je nach Zweckmäßigkeit in Bezug auf 4.4.2.2.

*) Wenn der betrachtete Stromkreis als SELV-Kreis ausgelegt ist, dann ist die *einfache Trennung* gegen Erde und von PELV-Kreisen gefordert.

▫) Die beiden betrachteten Stromkreise haben den gleichen DVC.As-Pegel.

&) Die beiden betrachteten Stromkreise haben unterschiedliche DVC.As-Pegel.

b *Einfache Trennung* für Stromkreis höherer Spannung.

p *Schutztrennung* für Stromkreis höherer Spannung.

b oder a Abhängig von der Trennung zu anderen Stromkreisen.

Zur Sicherung der Unversehrtheit der *Isolierung* des PSCS muss der Hersteller des PSCS die zulässige höchste Spannung angeben, die an jedes *Tor* angelegt werden darf. (Zu Aufschriften siehe 6.3.6.1.)

4.4.3 Schutz gegen direktes Berühren

4.4.3.1 Allgemeines

Der Schutz gegen direktes Berühren wird angewendet, um zu verhindern, dass *aktive Teile*, die den Anforderungen in 4.4.5 nicht entsprechen, von Personen berührt werden können. Dieser Schutz muss durch eine oder mehrere Maßnahmen bewirkt werden, die in 4.4.3.2 oder in 4.4.3.3 angegeben sind.

4.4.3.2 Schutz durch Isolierung aktiver Teile

Aktive Teile müssen vollständig mit einer dauerhaften *Isolierung* umgeben sein, wenn ihre *Arbeitsspannung* höher ist als der Grenzwert der *maßgeblichen Spannung der Klasse As* oder wenn sie keine *Schutztrennung* von *angrenzenden Stromkreisen* mit der *maßgeblichen Spannung der Klasse C* haben. Die Isolierung muss nach der Stoßspannung, der *zeitweiligen Überspannung* oder der *Arbeitsspannung* (siehe 4.4.7.2.1) bemessen werden, je nachdem, was die schärfste Anforderung darstellt. Es darf nicht möglich sein, die Isolierung ohne Zuhilfenahme eines Werkzeugs zu entfernen.

Jedes elektrisch leitende Teil, das nicht mindestens durch *einfache Trennung* von *aktiven Teilen* getrennt ist, muss als *aktives Teil* angesehen werden. Ein metallisches 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.

Als eine Alternative zu fester oder flüssiger Isolierung darf eine Luftstrecke nach 4.4.7.4, in Tabelle 7 als L_1 und L_2 dargestellt, vorgesehen werden.

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

- der DVC der *aktiven Teile* oder *angrenzenden Stromkreise*; und
- der Verbindung der elektrisch leitenden Teile mit Erde durch die *Schutzverbindung*.

Beispiele für Anordnungen der Isolierung sind in Tabelle 7 angegeben, in der auch Anforderungen an Öffnungen dargestellt sind.

Tabelle 7 – Beispiele für den Schutz gegen direktes Berühren

Art der Isolierung	Ausführung der Isolierung		
	a	b	c
	Berührbare Teile sind leitend und mit Erde durch die Schutzverbindung verbunden	Berührbare Teile sind nicht leitend	Berührbare Teile sind leitend, jedoch <u>nicht</u> mit Erde durch die Schutzverbindung verbunden
1) Fest oder flüssig			
2) Vollständig oder teilweise durch Luftstrecke			
3) Isolierung für angrenzende Stromkreise	Stromkreis A: Stromkreis niedrigerer Spannung Stromkreis C: Stromkreis höherer Spannung obere Zeile – nur DVCC untere Zeile – DVCC	 	
4) Anforderungen an Öffnungen in Gehäusen			
A Aktives Teil B Basisisolierung für Stromkreis A Bc Basisisolierung für Stromkreis C C Angrenzender Stromkreis D Doppelte Isolierung I Isolierung kleiner als B			L₁ Luftstrecke für Basisisolierung L₂ Luftstrecke für verstärkte Isolierung M Elektrisch leitendes Teil R Verstärkte Isolierung für Stromkreis A Rc Verstärkte Isolierung für Stromkreis C S Oberfläche des Betriebsmittels
			T Prüffinger (IEC 60529, Abschnitt 12) Z Zusätzliche Isolierung für Stromkreis A Zc Zusätzliche Isolierung für Stromkreis C * Gilt auch für Kunststoffschrauben F Funktionsisolierung für Stromkreis A
ANMERKUNG 1 In Spalte c wird eine Kunststoffschraube wie eine Metallschraube behandelt, weil ein Anwender sie während der Lebensdauer des Betriebsmittels durch eine Metallschraube ersetzen könnte.			
ANMERKUNG 2 In Zeile 4 wird das Einführen eines Prüffingers als Darstellung des ersten Fehlers angesehen.			

Es werden drei Fälle berücksichtigt:

Fall a) – Berührbare Teile sind elektrisch leitend und durch die *Schutzverbindung* mit Erde verbunden

- *Basisisolierung* ist zwischen berührbaren Teilen und *aktiven Teilen* erforderlich. Die entsprechende Spannung ist die der *aktiven Teile* (siehe Tabelle 7, Zellen 1)a), 2)a), 3)a)).

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

- *Doppelte* oder *verstärkte Isolierung* zwischen berührbaren Teilen und *aktiven Teilen* von *DVC C*. Die entsprechende Spannung ist die der *aktiven Teile* (siehe Tabelle 7, Zellen 1)b), 1)c), 2)b), 2)c)).
- *Zusätzliche Isolierung* zwischen berührbaren Teilen und *aktiven Teilen* der Stromkreise mit *DVC A* oder *DVC B*, die von *angrenzenden Stromkreisen* mit *DVC C* durch *Basisisolierung* getrennt sind. Die entsprechende Spannung ist die höchste Spannung der *angrenzenden Stromkreise* (siehe Tabelle 7, obere Zellen 3)b), 3)c)).
- *Basisisolierung* zwischen berührbaren Teilen und *aktiven Teilen* der Stromkreise mit *DVC B*, die von *angrenzenden Stromkreisen* mit *DVC C* durch *Schutztrennung* getrennt sind. Die entsprechende Spannung ist die der *aktiven Teile* (siehe Tabelle 7, untere Zellen 3)b), 3)c)).

4.4.3.3 Schutz durch Gehäuse und Trennwände

Aktive Teile mit *DVC B* oder *DVC C* müssen in Gehäusen angeordnet oder hinter Gehäusen oder Trennwänden liegen, die mindestens den Anforderungen der Schutzart IPXXB nach IEC 60529, 5.1, entsprechen. Die oberen Oberflächen von Gehäusen oder Trennwänden, die berührbar sind, wenn das Betriebsmittel gespeist wird, müssen hinsichtlich des senkrechten Zugangs mindestens der Schutzart IP3X entsprechen. Bei ortsveränderlichen Betriebsmitteln mit nicht festgelegter Ober- und Unterseite gilt diese Anforderung von allen Seiten. Für Prüfungen siehe 5.2.2.2.

Das Öffnen von Gehäusen oder das Entfernen von Trennwänden darf nur mit Werkzeugen möglich sein oder nachdem diese *aktiven Teile* spannungsfrei geschaltet wurden.

Wo es erforderlich ist, ein Gehäuse zu öffnen, oder das *PSCS* während der Installation oder Instandhaltung eingeschaltet zu lassen:

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

Unterbaugruppen und Einrichtungen in *offener Bauform* erfordern keine Schutzmaßnahmen gegen direktes Berühren. In den mit der *PSCS* bereitgestellten Informationen muss angegeben sein, dass der Schutz in der Endanwendung vorgesehen wird.

Zu Anforderungen an Aufschriften siehe 6.4.3.

Produkte, die Stromkreise mit *DVC A*, *DVC B* oder *DVC C* enthalten und die für den Einbau in einem *eingeschränkten Zugangsbereich* nach 3.44 vorgesehen sind, brauchen keine Schutzmaßnahmen gegen direktes Berühren zu haben.

4.4.4 Schutztrennung

Schutztrennung muss sowohl durch Einsatz von Werkstoffen, die gegen Verschlechterung der Eigenschaften beständig sind, sowie durch spezielle bauliche Maßnahmen erreicht werden und

- durch *doppelte* oder *verstärkte Isolierung*; oder
- durch *Schutzschirmung*, d. h. durch einen elektrisch leitenden Schirm, der mit einer *Schutzverbindung* des *PSCS* mit dem Erdpotential oder dem *Schutzleiter* selbst verbunden ist, wobei der Schirm von aktiven Teilen mindestens durch *einfache Trennung* getrennt ist; oder
- durch eine *Schutzimpedanz* nach 4.4.5.2, die eine Begrenzung der Entladungsenergie und des Stroms umfasst; oder
- durch Begrenzung der Spannung nach 4.4.5.3.

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

4.4.5 Schutz im Fall von direktem Berühren

4.4.5.1 Allgemeines

Der Schutz im Fall von direkter Berührung ist erforderlich, um sicherzustellen, dass das Berühren *aktiver Teile*, selbst unter der *Bedingung eines Einzelfehlers*, keine Gefährdung durch elektrischen Schlag hervorruft.

Auf den Schutz gegen direktes Berühren nach 4.4.3 darf verzichtet werden, wenn der berührte Stromkreis von allen anderen Stromkreisen nach 4.4.2.3 getrennt ist und

- die *DVC* As hat und 4.4.2.2 entspricht; oder
- der Strom über eine *Schutzimpedanz* nach 4.4.5.2 begrenzt wird; oder
- hinsichtlich der Spannung nach 4.4.5.3 begrenzt ist.

Siehe A.1, A.2 und A.3 für Beispiele dieser Maßnahmen.

Die Übereinstimmung mit den Anforderungen nach 4.4.2.2, 4.4.5.2 oder 4.4.5.3 ist mit der Durchführung der entsprechenden Prüfungen nach 5.2.1, 5.2.2 und 5.2.3 zu überprüfen.

4.4.5.2 Schutz durch eine *Schutzimpedanz*

4.4.5.2.1 Bauanforderungen

Die *Schutzimpedanz* muss so angeordnet sein, dass sie unter bestimmungsgemäßen Bedingungen und unter den *Bedingungen eines Einzelfehlers* den Strom und die verfügbare Entladungsenergie entsprechend den Angaben in 4.4.5.2.2 und 4.4.5.2.3 begrenzen muss.

Die *Schutzimpedanzen* müssen so ausgelegt und geprüft worden sein, dass sie den Stoßspannungen und den *zeitweiligen Überspannungen* für die Stromkreise widerstehen, an die sie angeschlossen sind. Zu Prüfungen siehe 5.2.3.1 und 5.2.3.4.

ANMERKUNG Eine *Schutzimpedanz*, die nach diesem Abschnitt ausgelegt ist, wird nicht als galvanische Verbindung angesehen.

4.4.5.2.2 Zugänglicher Berührungsstrom durch die *Schutzimpedanz*

Die *Schutzimpedanzen* müssen für den bestimmungsgemäßen Betrieb und unter den *Bedingungen eines Einzelfehlers* so ausgelegt sein, dass zur Verhinderung eines elektrischen Schlages der Strom durch sie gegen Erde an den berührbaren *aktiven Teilen* bei Wechselstrom 3,5 mA und bei Gleichstrom 10 mA nicht überschreitet. Prüfung siehe 5.2.3.6.

ANMERKUNG Der Wert des *Berührungsstroms* ist von der *DVC* Ax unabhängig.

4.4.5.2.3 Zugängliche Entladungsenergie durch die *Schutzimpedanz*

Die *Schutzimpedanzen* müssen für den bestimmungsgemäßen Betrieb und unter den *Bedingungen eines Einzelfehlers* so ausgelegt sein, dass die zugängliche Energie zwischen gleichzeitig berührbaren *aktiven Teilen* und von berührbaren *aktiven Teilen* gegen Erde nicht 50 µC überschreitet.

Die Übereinstimmung ist mit Berechnungen und/oder Messungen zur Bestimmung der Spannung und Kapazität zu überprüfen.

4.4.5.3 Schutz durch begrenzte Spannungen

4.4.5.3.1 Allgemeines

Diese Schutzart beinhaltet die Technik mit einem Spannungsteiler von einem Stromkreis, der gegen direktes Berühren durch eine Spannung gegen Erdpotential geschützt ist, die nicht größer als die von *DVC* As ist.

Dieser Stromkreis muss so bemessen sein, dass selbst bei einem Ausfall eines einzelnen Bauelements im Spannungsteilerstromkreis sowohl die Spannung über den Ausgangsanschlussklemmen als auch die Spannung gegen Erdpotential nicht höher werden kann als die von *DVC* As. In diesem Fall sind die gleichen baulichen Maßnahmen wie bei der *Schutztrennung* anzuwenden. Diese Schutzart darf im Fall der *Schutzklasse II* nicht angewendet werden, weil sie von der angeschlossenen Schutz Erde abhängig ist.

4.4.5.3.2 Verbindung zu PELV- und SELV-Stromkreisen

Wenn es vorgesehen ist, Signal-, Kommunikations- oder Steuertore des *PSCS* mit äußeren *PELV*- oder *SELV*-Einrichtungen oder -Stromkreisen zu verbinden, dann muss die Verträglichkeit der unterschiedlichen Systeme derart bestimmt werden, dass:

- die *PELV*- oder *SELV*-Klassifikation des äußeren Stromkreises nicht verändert wird; und
- die *DVC*-Klassifikation des äußeren Tores des *PSCS* nicht verändert wird.

ANMERKUNG Zu berücksichtigen sind solche Faktoren, wie z. B., ob die betreffenden Stromkreise geerdet oder nicht geerdet sind, was für Spannungen vorhanden sind, ob das direkte Berühren aktiver Teile möglich ist oder nicht, Einzelfehler in jedem Betriebsmittel oder den Zwischenverbindungen usw.

4.4.6 Schutz gegen indirektes Berühren

4.4.6.1 Allgemeines

Schutz gegen indirektes Berühren ist erforderlich, um gefährliche Körperströme zu verhindern, die durch das Berühren elektrisch leitender Teile bei und nach einem Ausfall der Isolierung verursacht werden können.

Der Teil eines *PSCS*, der den Anforderungen nach 4.4.6.2 entspricht, ist als *Schutzklasse I* definiert.

Der Teil eines *PSCS*, der den Anforderungen nach 4.4.6.5 entspricht, ist als *Schutzklasse II* definiert.

Der Teil eines *PSCS*, der die Anforderungen der *DVC* As erfüllt, ist als *Schutzklasse III* definiert.

Die Übereinstimmung ist hinsichtlich der Erfüllung der Anforderungen an *Schutzklasse I*, *Schutzklasse II* oder *Schutzklasse III* zu überprüfen.

4.4.6.2 Schutzverbindungskreis

4.4.6.2.1 Allgemeines

Die *Schutzverbindung* ist zwischen den berührbaren elektrisch leitenden Teilen des Betriebsmittels und den Mitteln der Verbindung mit dem *Schutzleiter* vorzusehen, außer

- a) wenn berührbare elektrisch leitende Teile im Fall des direkten Berührens nach 4.4.5 geschützt sind; oder
- b) wenn berührbare elektrisch leitende Teile von *aktiven Teilen* mit *doppelter* oder *verstärkter Isolierung* getrennt sind.

Der elektrische Kontakt zu den Anschlussmitteln des *Schutzleiters* muss wie folgt hergestellt werden:

- mit direktem metallischem Kontakt;
- mit anderen berührbaren elektrisch leitenden Teilen, die nicht entfernt werden, wenn das *PSCS* wie vorgesehen betrieben wird;
- mit einer fest zugeordneten *Schutzverbindung*;
- mit weiteren metallischen Bauelementen des *PSCS*.

Wenn Oberflächen mit Farbüberzügen (insbesondere pulverbeschichtete Oberflächen) miteinander verbunden werden, dann ist durch Abkleben vor dem Farbauftrag, die Farbe durchstechenden Verfahren oder mit einer gesonderten Verbindung ein zuverlässiger Kontakt sicherzustellen.

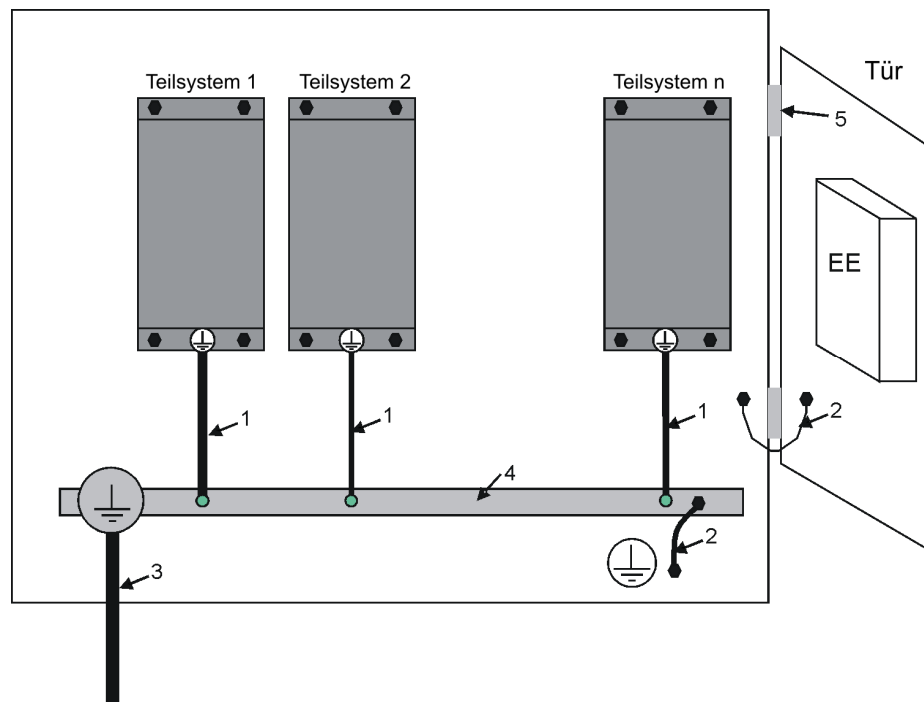
Wo elektrische Betriebsmittel auf Deckeln, Türen oder Abdeckplatten montiert sind, muss die Durchgängigkeit des *Schutzverbindungskreises* mit einem fest zugeordneten Leiter oder gleichwertigen Mitteln sichergestellt sein, die die Anforderungen an die *Schutzverbindung* erfüllen. Es sollten Verschlüsse, Scharniere oder Gleitkontakte zum Einsatz kommen, die für einen niedrigen Widerstand konstruiert sind und entsprechend instandgehalten werden.

Flexible oder starre metallische Schutzrohre und metallische Schirme dürfen nicht als *Schutzleiter* verwendet werden, sofern sie nicht geprüft und vom Hersteller festgelegt worden sind. Trotzdem müssen alle derartigen Metallrohre und die metallischen Mäntel von Verbindungskabeln (z. B. Kabelarmierung, Bleimantel) an den *Schutzverbindungskreis* angeschlossen werden.

Im *Schutzverbindungskreis* dürfen keine Schaltgeräte oder Überstromschutzvorrichtungen (z. B. Schalter, Sicherung) liegen.

Die elektrischen Verbindungspunkte der *Schutzverbindung* müssen korrosionsbeständig sein.

Bild 4 zeigt ein Beispiel für eine *PSCS*-Baueinheit und deren zugehörige *Schutzverbindung*.

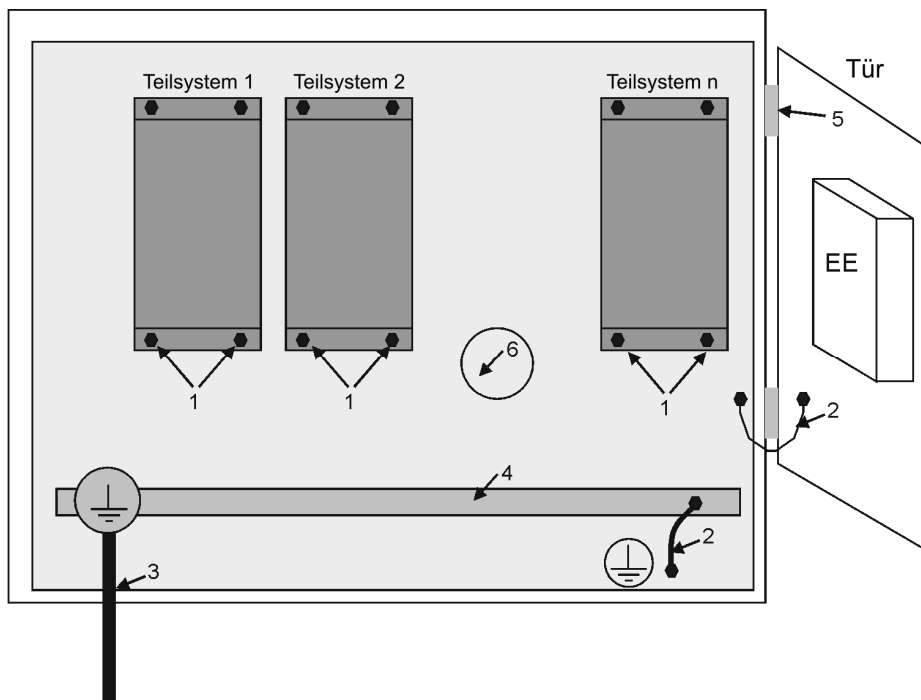


Legende

- 1 Schutzverbindung der Teilsysteme oder Schutzleiter des PSCS (nach den Anforderungen des PSCS bemessen)
- 2 Schutzverbindung
- 3 Schutzleiter des PSCS (nach den Anforderungen des PSCS bemessen) zum Erdungspunkt der Anlage
- 4 Erdsammelschiene
- 5 Scharnier
- EE weitere elektrische Betriebsmittel (für diese Betriebsmittel entsprechend angeschlossen)

Bild 4 – Beispiel für eine PSCS-Baueinheit und deren zugehörige Schutzverbindung

In Bild 5 ist ein Beispiel für eine PSCS-Baueinheit und deren zugehörige Schutzverbindung durch direkten metallischen Kontakt dargestellt.



Legende

- 1 Schutzverbindung der Teilsysteme durch direkten metallischen Kontakt (Farbe entfernt)
- 2 Schutzverbindung
- 3 Schutzleiter des PSCS (nach den Anforderungen des PSCS bemessen) zum Erdungspunkt der Anlage
- 4 Erdsammelschiene
- 5 Scharnier
- 6 Metallische Unterlage
- EE weitere elektrische Betriebsmittel (für diese Betriebsmittel entsprechend angeschlossen)

Bild 5 – Beispiel für eine PSCS-Baueinheit und deren zugehörige Schutzverbindung

4.4.6.2.2 Bemessung der Schutzverbindung

- a) Die Schutzverbindung muss entweder nach den Anforderungen an den Schutzleiter in 4.4.6.3 und die Anschlusselemente für den Schutzleiter in 4.4.6.4 bemessen werden, wobei in diesem Fall keine Typprüfungen der Impedanz der Schutzverbindung und des Kurzschlussstehvermögens durchgeführt zu werden brauchen;

oder

- b) so bemessen werden,
 - dass die höchsten Beanspruchungen ausgehalten werden, die an den betreffenden Teilen des PSCS auftreten kann, wenn sie einer Fehlverbindung zu berührbaren elektrisch leitenden Teilen ausgesetzt wird; und
 - so lange wirksam bleiben, wie der Fehler an den berührbaren elektrisch leitenden Teilen besteht oder bis eine nachgeschaltete Schutzeinrichtung die Versorgung dieses Teils abschaltet; und
 - gewährleisten, dass kein Spannungsfall auftritt, der die Werte nach 4.4.2.2.3 während des bestimmungsgemäßen Betriebes und bei einem Fehler überschreitet.

Die Übereinstimmung wird mit den Typprüfungen nach 5.2.3.11 geprüft.

4.4.6.3 Schutzleiter

Ein *Schutzleiter* muss immer angeschlossen sein, wenn das *PSCS* mit Energie versorgt wird, sofern das *PSCS* nicht den Anforderungen an die *Schutzklasse II* (siehe 4.4.6.5) oder die *Schutzklasse III* entspricht. Wenn die lokalen Errichtungsvorschriften keine anderen Vorgaben treffen, sind die Querschnitte der *Schutzleiter* nach Tabelle 8 oder durch Berechnung nach IEC 60364-5-54, 543.1, zu bestimmen.

Wenn der *Schutzleiter* 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 zu schützenden Teil unterbrochen wird.

Tabelle 8 – Querschnitte der *Schutzleiter*^{a)}

Querschnitt der Außenleiter des <i>PSCS</i> S mm ²	Mindestquerschnittsfläche des entsprechenden <i>Schutzleiters</i> S_p mm ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S$	$S/2$

a) Die Werte in Tabelle 8 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 8 gleichwertig ist.

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

- 2,5 mm², wenn mechanischer Schutz vorhanden ist; oder
- 4 mm², wenn kein mechanischer Schutz vorhanden ist.

Bei Betriebsmitteln, die mit flexibler Leitung angeschlossen sind, müssen solche Maßnahmen ergriffen werden, dass im Falle des Ausfalls der Zugentlastungsvorrichtung der *Schutzleiter* in der Anschlussleitung der letzte Leiter ist, der unterbrochen wird.

Bei besonderen Systemtopologien muss der *PSCS*-Konstrukteur den geforderten Querschnitt des *Schutzleiters* nachprüfen.

4.4.6.4 Anschlüsselemente für den *Schutzleiter*

4.4.6.4.1 Allgemeines

PSCS müssen Anschlüsselemente für den äußeren *Schutzleiter* nahe den Anschlussklemmen für die entsprechenden aktiven Leiter haben. Die Anschlüsselemente müssen korrosionsbeständig für den Anschluss von Kabeln nach Tabelle 8 sein und von Kabeln nach den für die *Anlage* geltenden Errichtungsvorschriften geeignet sein. Die Anschlüsselemente für den äußeren *Schutzleiter* dürfen nicht als Teil des mechanischen Aufbaus des Betriebsmittels oder für andere Verbindungen verwendet werden. Verbindungs- und Anschlusspunkte müssen so bemessen werden, dass ihre Fähigkeit zur Stromübertragung nicht durch mechanische, chemische oder elektrochemische Einflüsse beeinträchtigt wird.

ANMERKUNG Wenn Gehäuse und/oder Leiter aus Aluminium verwendet werden, sollten durch elektrochemische Korrosion entstehende Probleme beachtet werden.

Die Übereinstimmung wird durch Besichtigen überprüft.

Anforderungen an Aufschriften siehe 6.3.6.2.

4.4.6.4.2 *Berührungsstrom bei Ausfall des Schutzleiters*

Die Anforderungen dieses Abschnitts müssen eingehalten werden, um die *Sicherheit* im Falle einer Beschädigung oder Abtrennung des *Schutzleiters* beizubehalten.

Bei *Betriebsmitteln mit Steckanschluss Typ A* darf der *Berührungsstrom* bei Wechselstrom nicht größer als 3,5 mA oder bei Gleichstrom nicht größer als 10 mA sein.

Bei allen anderen *PSCS* gelten eine oder mehrere der nachfolgenden Bedingungen, sofern nicht nachgewiesen werden kann, dass der *Berührungsstrom* kleiner als 3,5 mA bei Wechselstrom oder kleiner als 10 mA bei Gleichstrom ist.

a) Anwendung eines Festanschlusses und:

- eines Querschnitts des *Schutzleiters* von mindestens 10 mm² Cu oder 16 mm² Al; oder
- automatische Abschaltung des Netzes bei Unterbrechung des *Schutzleiters* oder
- Anbringen einer zusätzlichen Anschlussklemme für einen zweiten *Schutzleiter* mit demselben Querschnitt wie der ursprüngliche *Schutzleiter*.

oder

b) Anwendung einer Verbindung für Einrichtungen mit *Steckanschluss Typ B* mit einem Mindestquerschnitt des *Schutzleiters* von 2,5 mm² als Teile einer vieladrigen Netzleitung. Eine entsprechende Zugentlastung muss vorhanden sein.

Anforderungen an Aufschriften siehe 6.3.6.3.

Die Übereinstimmung wird durch Besichtigen und mit der Prüfung nach 5.2.3.7 überprüft.

Bei Betriebsmitteln, die aus mehreren Quellen gespeist werden können, gelten die vorstehend angegebenen Grenzwerte des *Berührungsstroms* für alle möglichen Installationskonfigurationen und -kombinationen der Quelle, die gleichzeitig eingeschaltet sein können, sofern nicht eine der vorstehend angegebenen Maßnahmen a) oder b) angewendet wird.

Wenn es vorgesehen und zulässig ist, zwei oder mehrere *PSCS* mit einem gemeinsamen PE-Leiter miteinander zu verbinden, gelten die obigen Anforderungen an den *Berührungsstrom* für die maximale Anzahl von *PSCS*, die miteinander zu verbinden sind, sofern nicht eine der vorstehend angegebenen Maßnahmen a) oder b) angewendet wird. Die maximale Anzahl der verbundenen *PSCS* ist bei der Prüfung zu verwenden und im Installationshandbuch anzugeben.

4.4.6.5 *Besondere Maßnahmen für Betriebsmittel der Schutzklasse II*

Falls ein Betriebsmittel für den Einsatz von *doppelter* oder *verstärkter Isolierung* zwischen *aktiven Teilen* und berührbaren Oberflächen nach 4.4.3.2 ausgelegt ist, wird für die Konstruktion davon ausgegangen, dass sie der *Schutzklasse II* entspricht, wenn das Folgende ebenso gilt:

- Ein für die *Schutzklasse II* ausgelegtes Betriebsmittel darf keine Anschlusselemente für den *Schutzleiter* aufweisen. Dies gilt jedoch nicht, wenn der *Schutzleiter* zu einem dahinter liegenden, in Reihe geschalteten Betriebsmittel hindurchgeführt wird. Im letzteren Fall müssen der *Schutzleiter* und seine Anschlusselemente mit *Basisisolierung* von der berührbaren Oberfläche des Betriebsmittels und Stromkreisen versehen sein, die *Schutztrennung*, *Kleinspannung*, *Schutzimpedanz* und begrenzte Entladungsenergie nach 4.4.5 verwenden. Diese *Basisisolierung* muss der Bemessungsspannung der in Reihe geschalteten Betriebsmittel entsprechen.
- Ein metallgekapseltes Betriebsmittel der *Schutzklasse II* darf an seinem Gehäuse eine Vorrichtung für den Anschluss eines Potentialausgleichsleiters besitzen.
- Ein Betriebsmittel 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.
- Ein Betriebsmittel der *Schutzklasse II* muss nach 6.3.6.2 gekennzeichnet sein.

Die Übereinstimmung wird durch Besichtigen überprüft.

4.4.7 Isolierung

4.4.7.1 Allgemeines

4.4.7.1.1 Einflussfaktoren

Dieser Abschnitt enthält beruhend auf den Grundsätzen von IEC 60664 die Mindestanforderungen an die Isolierung.

Für die Anforderungen nach 4.4.7 sind die Fertigungstoleranzen zu berücksichtigen.

Die Isolierung muss unter Berücksichtigung der nachfolgenden Einflüsse ausgewählt werden:

- Verschmutzungsgrad;
- Überspannungskategorie;
- Erdungssystem der Versorgung;
- *Arbeitsspannung*;
- Ort der *Isolierung*;
- Typ der *Isolierung*.

Die Überprüfung der Isolierung muss nach 5.2.2.1, 5.2.3.1, 5.2.3.4 und 5.2.3.5 erfolgen.

4.4.7.1.2 Verschmutzungsgrad

Die Isolierung, besonders bei Verwendung von Luft- und Kriechstrecken, wird durch Verschmutzung beeinflusst, die während der *erwarteten Lebensdauer* des *PSCS* auftritt. Die Bedingungen der Mikroumgebung für Isolierung müssen nach Tabelle 9 angewendet werden.

Tabelle 9 – Definitionen der Verschmutzungsgrade

Verschmutzungs- grad	Beschreibung
1	Es tritt keine oder nur trockene, elektrisch nicht leitende Verschmutzung auf. Die Verschmutzung hat keinen Einfluss.
2	Es tritt üblicherweise nur eine elektrisch nichtleitende Verschmutzung auf. Gelegentlich muss jedoch eine zeitweilige Leitfähigkeit durch Kondensation erwartet werden.
3	Es tritt eine elektrisch leitende oder trockene nichtleitende Verschmutzung auf, die durch zu erwartende Kondensation leitend wird.
4	Die Verschmutzung erzeugt ständige elektrische Leitfähigkeit, die z. B. durch elektrisch leitenden Staub, Regen oder Schnee verursacht wird.

Der Hersteller des *PSCS* muss den Verschmutzungsgrad angeben, für den das *PSCS* ausgelegt worden ist. Sofern vom Hersteller nicht anders festgelegt, muss *PSCS* mindestens für den Verschmutzungsgrad 2 ausgelegt sein. Für die Bestimmung der Isolationsanforderungen ist aus Gründen der Sicherheit ein Verschmutzungsgrad von 3 anzunehmen. Dadurch ist das *PSCS* in Umgebungen mit den Verschmutzungsgraden 1, 2 und 3 einsetzbar.

Die Isolierung darf entsprechend einem niedrigeren Verschmutzungsgrad bestimmt werden, wenn eines der nachfolgenden gilt:

- a) mit dem *PSCS* bereitgestellte Anweisungen, dass es in einer Umgebung mit dem Verschmutzungsgrad 2 errichtet werden muss; oder
- b) vor dem Einsatz des *PSCS* ist bei der Errichtung bekannt, dass die Umgebung den Verschmutzungsgrad 2 besitzt; oder

- c) das *PCSC*-Gehäuse oder die im *PSCS* nach 4.4.7.8.4.2 oder 4.4.7.8.6 angewendeten Überzüge liefern einen angemessenen Schutz gegen die bei Verschmutzungsgrad 3 und 4 erwarteten Einflussfaktoren (elektrisch leitfähige Verschmutzung und Kondensation).

Wenn der Betrieb in einer Umgebung mit Verschmutzungsgrad 4 gefordert ist, muss der Schutz mit einer geeigneten Kapselung gesichert werden.

ANMERKUNG Zu weiteren Angaben hinsichtlich der Verringerung des Verschmutzungsgrades siehe Anhang B.

4.4.7.1.3 Überspannungskategorie (OVC)

Das Konzept der Überspannungskategorie (beruhend auf IEC 60364-4-44 und IEC 60664-1) wird für Betriebsmittel verwendet, die aus dem Netz gespeist werden und widmet sich den Pegeln des erwarteten Überspannungsschutzes. Die Überspannungskategorie für *PSCS*, die aus dem *Fremdversorgungsnetz* gespeist werden, wird unter der Berücksichtigung bestimmt, ob eine Kontrolle der Überspannungen vorgesehen ist oder nicht und ob das *PSCS* an Freileitungen angeschlossen ist oder nicht, und wenn ja, die Länge dieser Leitungen.

Es sind vier Kategorien zu berücksichtigen:

- Kategorie IV (OVC IV) gilt für Betriebsmittel, die dauerhaft am Einspeisepunkt einer *Anlage* angeschlossen sind (der Hauptverteilung vorgeschaltet). Beispiele sind Elektrizitätszähler, primärseitige Überstromschutzvorrichtungen oder weitere Betriebsmittel, die direkt an Freileitungen angeschlossen sind;
- Kategorie III (OVC III) gilt für Betriebsmittel, die an ortsfeste *Anlagen* angeschlossen sind (der Hauptverteilung nachgeschaltet und einschließlich der Hauptverteilung). Beispiele sind Schaltanlagen und weitere Betriebsmittel in industriellen *Anlagen*;
- Kategorie II (OVC II) gilt für Betriebsmittel, die nicht dauerhaft an eine ortsfeste *Anlage* angeschlossen sind. Beispiele sind Geräte, ortsveränderliche Werkzeuge und weitere Betriebsmittel mit Steckanschluss;
- Kategorie I (OVC I) gilt für Betriebsmittel, die an einen Stromkreis angeschlossen sind, in dem Maßnahmen zur Verringerung transienter Überspannungen auf einen niedrigen Pegel eingesetzt wurden.

In Anhang I werden Beispiele für Betrachtungen der Überspannungskategorie für Isolationsanforderungen angegeben.

Für *PSCS* und Stromkreise, die nicht aus dem Versorgungsnetz gespeist werden sollen, muss die für die Anwendung geeignete Überspannungskategorie beruhend auf der Kontrolle der Überspannung, wie sie an der Versorgung der Einrichtung oder des Stromkreises vorgesehen ist, bestimmt werden.

ANMERKUNG Produktkomitees, die das vorliegende Schriftstück als Bezugsschriftstück verwenden, sollten die Bestimmung von Überspannungskategorien für Sonderanwendungen in Betracht ziehen.

4.4.7.1.4 Erdungssysteme für Versorgungsnetze

In IEC 60364-1 sind drei Grundtypen von Erdungsnetzen beschrieben. Diese sind:

- TN-System: hat einen direkt geerdeten Punkt, die berührbaren elektrisch leitfähigen Teile der *Anlage* sind über *Schutzleiter* mit diesem Punkt verbunden. Nach der Anordnung des Neutral- und *Schutzleiters* werden drei Arten des TN-Netzes unterschieden: TN-C, TN-S und TN-C-S.
- TT-System: hat einen direkt geerdeten Punkt, die berührbaren elektrisch leitfähigen Teile der *Anlage* sind mit Erdelektroden verbunden, die elektrisch von den Erdelektroden des Versorgungsnetzes unabhängig sind.
- IT-System: alle *aktiven Teile* dieses Netzes sind von Erde getrennt oder einen über eine Impedanz mit Erdpotential verbundenen Punkt; die berührbaren elektrisch leitenden Teile der *Anlage* sind unabhängig oder zusammen am Erdsystem geerdet.

4.4.7.1.5 Isolationsspannungen

In Tabelle 10 wird die *Systemspannung* (siehe 4.4.7.1.6) und die Überspannungskategorie des betrachteten Stromkreises verwendet, um die Stehstoßspannung zu bestimmen. Die *Systemspannung* wird ebenfalls verwendet, um die *zeitweilige Überspannung* zu bestimmen.

Ein *PSCS* mit mehr als einem Eingang oder Ausgang muss danach bewertet werden, welcher Eingang oder Ausgang die strengsten Anforderungen ergibt.

Tabelle 10 – Stehstoßspannung und zeitweilige Überspannung in Abhängigkeit von der Systemspannung

Spalte 1		2	3	4	5	6
Systemspannung ^{a)} V (siehe 4.4.7.1.6) bis einschließlich Wechselspannung Gleichspannung		Stehstoßspannung V				Zeitweilige Überspannung ^{b)} V Effektivwert/ Scheitelwert
		Überspannungskategorie				
		I	II	III	IV	
50	75	330	500	800	1 500	1 250 / 1 770
100	150	500	800	1 500	2 500	1 300 / 1 840
150	225	800	1 500	2 500	4 000	1 350 / 1 910
300	450	1 500	2 500	4 000	6 000	1 500 / 2 120
600	900	2 500	4 000	6 000	8 000	1 800 / 2 550
1 000 ^{c)}	1 500 ^{c)}	4 000	6 000	8 000	10 000	2 200 / 3 110
a) Bei der Bestimmung der Stehstoßspannung ist die Interpolation der Systemspannung nicht zulässig.						
b) Die Effektivwerte werden abgeleitet aus der Gleichung (1 200 V + Systemspannung) aus IEC 60664-1.						
c) Die letzte Zeile gilt nur für Einphasennetze und die Leiter-Leiter-Spannung in Drehstromnetzen.						

4.4.7.1.6 Bestimmung der Systemspannung

4.4.7.1.6.1 Versorgungsnetz

Für *PSCS*, die von einem Wechselstromnetz versorgt werden, ist die *Systemspannung* in Tabelle 12, Spalte 1:

- In TN- und TT-Systemen: der Effektivwert der Bemessungsspannung zwischen einem Außenleiter und Erdpotential;

ANMERKUNG 1 Ein geerdetes Dreiecksnetz ist ein *TN-System*, bei dem ein Außenleiter geerdet ist und in dem die *Systemspannung* der Effektivwert der Bemessungsspannung zwischen einem nicht-geerdeten Außenleiter und Erdpotential ist (d. h., der Außenleiter-Außenleiter-Spannung).

- in Drehstrom-IT-Systemen:
 - für die Bestimmung der Stehstoßspannung, der Effektivwert der Bemessungsspannung zwischen einem Außenleiter und einem künstlichen Neutralpunkt (eine imaginäre Verbindung von gleichen Impedanzen von jedem Außenleiter);

ANMERKUNG 2 Bei den meisten Systemen entspricht dies der Division der Leiter-Leiter-Spannung durch $\sqrt{3}$.

- für die Bestimmung der *zeitweiligen Überspannung* der Effektivwert der Bemessungsspannung zwischen den Außenleitern;
- in einphasigen IT-Systemen: der Effektivwert der Bemessungsspannung zwischen den Außenleitern.

ANMERKUNG 3 Bei *PSCS* mit in Reihe geschalteten Diodenbrücken (12-Puls, 18-Puls usw.) ist die *Systemspannung* die Summe der Wechselspannungen an den Diodenbrücken.

Wenn die Versorgungsspannung gleichgerichtet wird, dann wird der Gleichstrom aus dem Wechselstromnetz abgeleitet und die *Systemspannung* ist der Effektivwert der Wechselstromquelle vor der Gleichrichtung, wobei das Erdungssystem der Versorgung zu berücksichtigen ist.

ANMERKUNG 4 Spannungen, die innerhalb der *PSCS* durch die Sekundärwicklungen von Transformatoren erzeugt werden, welche die galvanische Trennung von der Netzseite sichern, werden für die Bestimmung der Stoßspannungen auch als *Systemspannungen* angesehen.

4.4.7.1.6.2 *Fremdversorgung*

Bei *PSCS*, die mit fremdversorgter Wechsel- oder Gleichspannung gespeist werden, ist die *Systemspannung* der Effektivwert der Versorgungsspannung zwischen den Außenleitern.

4.4.7.1.7 *Bauelemente, die die Isolierung überbrücken*

Bauelement, die die Isolierung überbrücken, müssen die Anforderungen an das Niveau der Isolierung (z. B. *Basisisolierung*, *verstärkte Isolierung*, *doppelte Isolierung*) erfüllen, die sie überbrücken.

4.4.7.2 *Isolierung zur Umgebung*

4.4.7.2.1 *Allgemeines*

Die Isolierung für *Basis-*, *zusätzliche* und *verstärkte Isolierung* zwischen einem Stromkreis und seiner Umgebung muss bemessen sein nach:

- der Stehstoßspannung; oder
- der *zeitweiligen Überspannung*; oder
- der *Arbeitsspannung* des Stromkreises

je nachdem, welches die ungünstigsten Anforderungen ergibt.

ANMERKUNG 1 Für Kriechstrecken wird der Effektivwert der *Arbeitsspannung* verwendet.

ANMERKUNG 2 Für Luftstrecken und Feststoffisolierung wird die Stehstoßspannung, die zeitweilige Überspannung oder der periodische Scheitelwert der *Arbeitsspannung* verwendet, wie in 4.4.7.2.2 bis 4.4.7.2.4 beschrieben.

ANMERKUNG 3 Beispiele für eine *Arbeitsspannung* mit der Kombination aus Wechselspannung, Gleichspannung und periodischen Scheitelwerten sind die Gleichstromverbindung eines Spannungszwischenkreisumrichters oder die gedämpfte Schwingung eines Thyristordämpfungsgliedes oder die internen Spannungen eines Schaltnetzteils. (Zu weiteren Angaben siehe A.5.)

Die Stehstoßspannung und die *zeitweilige Überspannung* hängen von der *Systemspannung* des Stromkreises ab, ebenso hängt die Stehstoßspannung von der Überspannungskategorie ab, wie in Tabelle 10 angegeben.

Für *PSC* mit galvanischer Trennung zwischen dem Netz- und Fremdnetzkreis werden die Bemessungswerte der Stehstoßspannung der Netz- und Fremdnetzkreise nach 4.4.7.2.2 und 4.4.7.2.3 bestimmt, anschließend wird die Auswirkung der Verringerung der Überspannungskategorie (OVC) über der Isolierung wie folgt bewertet:

- Die Größe der Stoßspannungen vom Netzkreis auf den Fremdnetzkreis wird durch Verringerung der OVC der *Fremdversorgungsnetze* um eine Stufe bestimmt und beruhend auf der *Systemspannung* des Netzes wird die sich ergebende Bemessung der Stehstoßspannung bestimmt.
- Die am Fremdnetzkreis anzuwendende Bemessung ist der entsprechende höhere Wert der Werte nach 4.4.7.2.3 und dem wie vorstehend berechneten.
- Die Größe der Stoßspannungen vom Fremdnetzkreis auf den Netzkreis wird durch Verringerung der OVC des Fremdnetzkreises um eine Stufe bestimmt und beruhend auf der *Systemspannung* des Fremdversorgungsnetzes wird die sich ergebende Bemessung der Stehstoßspannung bestimmt.
- Die am Netzkreis anzuwendende Bemessung ist der entsprechende höhere Wert der Werte nach 4.4.7.2.2 und dem wie vorstehend berechneten.

Für PSC ohne galvanische Trennung zwischen den Netz- und Fremdnetzkreisen werden die Bemessungswerte der Stehstoßspannung der Netz- und Fremdnetzkreise nach 4.4.7.2.2 und 4.4.7.2.3 bestimmt, und der höhere der beiden Bemessungswerte der Stehstoßspannung wird für den gesamten kombinierten Stromkreis angewendet. Für Stromkreise, die mit dem kombinierten Stromkreis ohne galvanische Trennung verbunden sind, gilt der Bemessungswert der Stehstoßspannung des kombinierten Stromkreises.

ANMERKUNG Zu Beispielen siehe I.5.

4.4.7.2.2 An das *Versorgungsnetz* angeschlossene Stromkreise

Die Isolierung zwischen Umgebungen und Stromkreisen, die direkt an das *Versorgungsnetz* angeschlossen sind, muss nach der Stehstoßspannung, *zeitweiligen Überspannung* oder der *Arbeitsspannung* bemessen werden, je nachdem, welcher Wert die strengste Anforderung liefert.

Diese Isolierung wird üblicherweise mit Stoßspannungen der Überspannungskategorie III bewertet, außer dass die Überspannungskategorie IV angewendet werden muss, wenn das PSCS direkt am Einspeisungspunkt der *Anlage* angeschlossen ist. Die Überspannungskategorie II darf für Betriebsmittel mit Steckanschluss angewendet werden, die mit einer Versorgung für nichtindustrielle Zwecke ohne besondere Anforderungen an die Zuverlässigkeit verbunden ist.

Wenn Maßnahmen vorgesehen sind, die Stoßspannungen der Überspannungskategorie IV auf Werte der Kategorie III zu verringern, oder die Werte der Kategorie III auf Werte der Kategorie II zu verringern, darf die *Basis-* oder *zusätzliche Isolierung* für die verringerten Werte bemessen werden. Die Anforderungen an die *doppelte* oder *verstärkte Isolierung* dürfen nicht auf Werte verringert werden, die kleiner als die für *Basisisolierung* geforderten sind, welche für das Stehvermögen gegen Stoßspannungen ausgelegt sind und wenn keine Maßnahmen gegen Stoßspannungen angewendet werden.

Wenn die Einrichtungen, die für diese Maßnahmen eingesetzt werden, durch die Überspannungen oder wiederholten Stoßspannungen beschädigt werden können, und damit ihr Vermögen zur Verringerung der Stoßspannungen abnimmt, dann müssen sie überwacht und eine Anzeige für ihren Zustand vorgesehen werden. Angaben über die Auswahl und die Anwendung derartiger Einrichtungen enthält IEC 61643-12.

ANMERKUNG Stromkreise, die mit dem Versorgungsnetz über *Schutzimpedanzen* nach 4.4.5.2 oder über Mittel zur Spannungsbegrenzung nach 4.4.5.3 verbunden sind, werden nicht als direkt mit dem *Versorgungsnetz* verbunden angesehen.

4.4.7.2.3 An das *Fremdversorgungsnetz* angeschlossene Stromkreise

Die Isolierung zwischen Umgebungen und Stromkreisen, die von einem *Fremdversorgungsnetz* gespeist werden, sind zu bemessen nach:

- der mit der *Systemspannung* nach Tabelle 10 bestimmten Stehstoßspannung; oder
- der *Arbeitsspannung*; oder
- der *zeitweiligen Überspannung*, wenn bekannt ist, dass sie aufgrund der Art der Versorgung vorhanden ist;

je nachdem, welche die strengere Anforderung ergibt.

Diese Werte für die Anwendung von Tabelle 11 für die Auslegung der Luftstrecke verwendet.

Die *zeitweilige Überspannung* an einem *Fremdversorgungsnetz* ist folgendermaßen zu bestimmen:

- Ohne detaillierte Kenntnisse über die zeitweilige Überspannung muss sie nach Tabelle 10 bestimmt werden.
- Wenn die zeitweilige Überspannung bekannt ist, dann muss dieser Wert angewendet werden.

ANMERKUNG 1 Durch die Bestimmung der zeitweiligen Überspannungen an *Fremdversorgungsnetzen* sollten die folgenden Situationen berücksichtigt werden:

- Ausfall des Neutralleiters in einem Fremd-Niederspannungsnetz;
- versehentliche Erdung eines Fremd-Niederspannungs-IT-Netzes; und
- Kurzschluss in Fremd-Niederspannungsanlagen.

Zu weiteren Angaben siehe IEC 60364-4-44, Abschnitt 442.

Die Überspannungskategorie für *Fremdversorgungsnetze* ist die Überspannungskategorie II. Wenn keine Kontrolle der Überspannung vorgesehen ist und wenn es einen Anschluss an lange Freileitungen gibt, dann muss eine höhere Überspannungskategorie zugewiesen werden. Bei Anwendungen mit einem bekannten niedrigen Niveau der Stoßspannungen und für die nachgewiesen werden kann, dass die Stoßspannungen selbst unter den *Bedingungen eines Einzelfehlers* auf einem niedrigen Niveau bleiben, darf die Überspannungskategorie I angewendet werden. Diese Anforderung wird als erfüllt angesehen, wenn die erwarteten Stoßspannungen die in Tabelle 10 angegebenen Werte für die Überspannungskategorie I bei der entsprechenden *Systemspannung* nicht überschreiten.

ANMERKUNG 2 Die Überspannungskategorie für *Fremdversorgungsnetze* darf sich zwischen fest angeschlossenen Betriebsmitteln in ortsfesten Anlagen und nicht fest an eine ortsfeste Anlage angeschlossenen Betriebsmitteln nicht unterscheiden.

Die Produktkomitees, die das vorliegende Schriftstück als Bezugsschriftstück verwenden müssen beruhend auf der Systemspannung und der wahrscheinlich in ihren Anwendungen auftretenden höchsten Stoßspannung die entsprechende Überspannungskategorie nach Tabelle 10 bestimmen. Für produktspezifische Anwendungen, die in der vorliegenden Norm nicht behandelt sind, können besondere Überlegungen erforderlich sein.

Kommunikationsleitungen sind als *Fremdversorgungsnetze* zu betrachten.

Falls Maßnahmen vorgesehen sind, die Stoßspannungen der Überspannungskategorie III auf Werte der Kategorie II oder Werte der Kategorie II auf Werte der Kategorie I zu verringern, darf die *Basis-* oder *zusätzliche Isolierung* für die verringerten Werte bemessen werden. Die Anforderungen an die *doppelte* oder *verstärkte Isolierung* dürfen nicht auf Werte verringert werden, die unter den für die *Basisisolierung* geforderten Werten liegt, welche für das Stehvermögen gegen Stoßspannungen ausgelegt sind und wenn keine Maßnahmen gegen Stoßspannungen angewendet werden.

Wenn die Einrichtungen, die für diese Maßnahmen eingesetzt werden, durch die Überspannungen oder wiederholten Stoßspannungen beschädigt werden können, und damit ihr Vermögen zur Verringerung der Stoßspannungen abnimmt, dann müssen sie überwacht und eine Anzeige für ihren Zustand vorgesehen werden.

ANMERKUNG 3 Angaben über die Auswahl und die Anwendung derartiger Einrichtungen enthält IEC 61643-12.

Die Isolierung zwischen Umgebungen und Stromkreisen der *maßgeblichen Spannungsklassen* A oder B, die über einen Transformator mit einer höheren Frequenz als der Netzfrequenz oder die durch andere Mittel versorgt werden, die die galvanische Trennung vom Netz sichern, müssen nach der *Arbeitsspannung* des Stromkreises bewertet werden.