

	DIN EN 62109-1 (VDE 0126-14-1)	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

Einsprüche bis 2008-08-31

Entwurf

Sicherheit von Leistungsumrichtern zur Anwendung in photovoltaischen Energiesystemen –

Teil 1: Allgemeine Anforderungen

(IEC 82/505/CDV:2007);

Deutsche Fassung prEN 62109-1:2007

Safety of power converters for use in photovoltaic power systems –

Part 1: General requirements

(IEC 82/505/CDV:2007);

German version prEN 62109-1:2007

Sécurité des convertisseurs utilisés pour les systèmes de puissance photovoltaïques –

Partie 1 : Exigences générales

(CEI 82/505/CDV:2007);

Version allemande prEN 62109-1:2007

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2008-06-09 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 326 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 prEN 62109-1:2007 „Sicherheit von Leistungsumrichtern zur Anwendung in photovoltaischen Energiesystemen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen“ (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 82/505/CDV:2007 „Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – Part 1: General requirements“ unverändert in den Entwurf prEN 62109-1:2007 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 beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 82 „Solar photovoltaic energy systems“ 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 373 „Photovoltaische Solarenergie-Systeme“ 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
EN 50102:1995	—	DIN EN 50102; DIN EN 62262 (VDE 0470-100):1997-09	VDE 0470-100
EN 60027	IEC 60027	DIN EN 60027	—
HD 588.1 S1	IEC 60060-1	DIN IEC 60060-1 (VDE 0432-1)	VDE 0432-1
EN 60061-1	IEC 60061-1	DIN EN 60061-1	—
EN 60065	IEC 60065	DIN EN 60065 (VDE 0860)	VDE 0860
Normen der Reihe EN 60068-2	Normen der Reihe IEC 60068-2	Normen der Reihe DIN EN 60068-2 (VDE 0468-2)	Normen der Reihe VDE 0468-2
60071-1	IEC 60071-1	DIN EN 60071-1 (VDE 0111-1)	VDE 0111-1
EN 60071-2	IEC 60071-2	DIN EN 60071-2 (VDE 0111-2)	VDE 0111-2
—	IEC/TR 60083	—	—
EN 60112	IEC 60112	DIN EN 60112 (VDE 0303-11)	VDE 0303-11
EN 60216	IEC 60216	DIN EN 60216 (VDE 0304)	VDE 0304
EN 60216-4-1	IEC 60216-4-1	DIN EN 60216-4-1 (VDE 0304-4-1)	VDE 0304-4-1
EN 60309	IEC 60309	DIN EN 60309 (VDE 0623)	VDE 0623
EN 60417	IEC 60417	DIN EN 60417	—
EN 60529:1991 + A1:2000	IEC 60529:1989 + A1:1999	DIN EN 60529 (VDE 0470-1):2000-09	VDE 0470-1
EN 60664	IEC 60664	DIN EN 60664 (VDE 0110)	VDE 0110
EN 60664-3	IEC 60664-3	DIN EN 60664-3 (VDE 0110-3)	VDE 0110-3
EN 60695-2-11	IEC 60695-2-11	DIN EN 60695-2-11 (VDE 0471-2-11)	—
—	IEC 60695-2-20	—	—
EN 60695-10-2	IEC 60695-10-2	DIN EN 60695-10-2 (VDE 0471-10-2)	VDE 0471-10-2
—	IEC/TR 60755	—	—
EN 60950-1	IEC 60950-1	DIN EN 60950-1 (VDE 0805-1)	VDE 0805-1
EN 60990	IEC 60990	DIN EN 60990 (VDE 0106-102)	VDE 0106-102
Normen der Reihe EN 61000-4	Normen der Reihe IEC 61000-4	Normen der Reihe DIN EN 61000-4 (VDE 0847-4)	Normen der Reihe VDE 0847-4
EN 61008-1	IEC 61008-1	DIN EN 61008-1 (VDE 0664-10)	VDE 0664-10
EN 61140	IEC 61140	DIN EN 61140 (VDE 0140-1)	VDE 0140-1
—	IEC/TS 61201	—	—
EN 61672-1	IEC 61672-1	DIN EN 61672-1	—
EN 61672-2	IEC 61672-2	DIN EN 61672-2	—
EN 61730-2	IEC 61730-2	DIN EN 61730-2 (VDE 0126-30-2)	VDE 0126-30-2
EN ISO 178	ISO 178	DIN EN ISO 178	—
EN ISO 179	ISO 179	DIN EN ISO 179	—
EN ISO 180	ISO 180	DIN EN ISO 180	—

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
Normen der Reihe EN ISO 527	Normen der Reihe ISO 527	Normen der Reihe DIN EN ISO 527	–
EN ISO 3746	ISO 3746	DIN EN ISO 3746	–
EN ISO 8256	ISO 8256	DIN EN ISO 8256	–
Normen der Reihe EN ISO 9000	Normen der Reihe ISO 9000	Normen der Reihe DIN EN ISO 9000	–
EN ISO 9614-1	ISO 9614-1	DIN EN ISO 9614-1	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 50102; DIN EN 62262 (VDE 0470-100):1997-09, *Schutzarten durch Gehäuse für elektrische Betriebsmittel (Ausrüstung) gegen äußere mechanische Beanspruchungen (IK-Code)*; Deutsche Fassung EN 50102:1995

DIN EN 60027, *Formelzeichen für die Elektrotechnik*

DIN EN 60061-1, *Lampensockel und -fassungen sowie Lehren zur Kontrolle der Austauschbarkeit und Sicherheit – Teil 1: Lampensockel*

DIN EN 60065 (VDE 0860), *Audio-, Video- und ähnliche elektronische Geräte – Sicherheitsanforderungen*

Normen der Reihe DIN EN 60068-2 (VDE 0468-2), *Umgebungseinflüsse – Teil 2: Prüfverfahren (IEC 60068-2)*; Deutsche Fassung EN 60068-2

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

DIN EN 60071-2 (VDE 0111-2), *Isulationskoordination – Teil 2: Anwendungsrichtlinie*

DIN EN 60112 (VDE 0303-11), *Verfahren zur Bestimmung der Prüfzahl und der Vergleichszahl der Kriechwegbildung von festen, isolierenden Werkstoffen*

DIN EN 60216 (VDE 0304), *Elektroisolierstoffe – Eigenschaften hinsichtlich des thermischen Langzeitverhaltens*

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

DIN EN 60417, *Graphische Symbole für Betriebsmittel*

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

DIN EN 60664, *Isulationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen*

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

DIN EN 60695-2-11 (VDE 0471-2-11), *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-11: Prüfungen mit dem Glühdraht – Prüfungen mit dem Glühdraht zur Entzündbarkeit von Enderzeugnissen*

DIN EN 60695-10-2 (VDE 0471-10-2), *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 10-2: Unübliche Wärme – Kugeldruckprüfung*

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

DIN EN 60990 (VDE 0106-102), *Verfahren zur Messung von Berührungsstrom und Schutzleiterstrom*

Normen der Reihe DIN EN 61000-4 (VDE 0847-4), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4: Prüf- und Messverfahren (IEC 61000-4); Deutsche Fassung EN 61000-4*

DIN EN 61008-1 (VDE 0664-10), *Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter ohne eingebauten Überstromschutz (RCCBs) für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

DIN EN 61140 (VDE 0140-1), *Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel*

DIN EN 61672-1, *Elektroakustik – Schallpegelmesser – Teil 1: Anforderungen*

DIN EN 61672-2, *Elektroakustik – Schallpegelmesser – Teil 2: Baumusterprüfungen*

DIN EN 61730-2 (VDE 0126-30-2), *Photovoltaik(PV)-Module – Sicherheitsqualifikation – Teil 2: Anforderungen an die Prüfung*

DIN EN ISO 178, *Kunststoffe – Bestimmung der Biegeeigenschaften*

DIN EN ISO 179, *Kunststoffe – Bestimmung der Charpy-Schlageigenschaften*

DIN EN ISO 180, *Kunststoffe – Bestimmung der Izod-Schlagzähigkeit*

Normen der Reihe DIN EN ISO 527, *Kunststoffe – Bestimmung der Zugeigenschaften*

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

DIN EN ISO 8256, *Kunststoffe – Bestimmung der Schlagzugzähigkeit*

Normen der Reihe DIN EN ISO 9000, *Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe*

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

DIN IEC 60060-1 (VDE 0432-1), *Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 1: Allgemeine Festlegungen und Prüfbedingungen*

— **Entwurf** —

E DIN EN 62109-1 (VDE 0126-14-1):2008-06

– Leerseite –

Deutsche Fassung

**Sicherheit von Leistungsumrichtern zur Anwendung in photovoltaischen
Energiesystemen –
Teil 1: Allgemeine Anforderungen**

Inhalt

	Seite
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich und Zweck	6
1.1 Anwendungsbereich	6
1.2 Zweck	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	9
4 Allgemeine Prüfanforderungen	20
4.1 Allgemeines	20
4.2 Allgemeine Prüfbedingungen	20
4.3 Wärmeprüfungen	23
4.4 Prüfung unter EINZELFEHLERBEDINGUNGEN	25
4.5 Feuchtigkeitsvorbehandlung	30
4.6 Spannungsrückspeisungsschutz	30
4.7 Prüfungen der elektrischen BEMESSUNGSDATEN	31
5 Aufschriften und Dokumentation	31
5.1 Aufschriften	31
5.2 Warnaufschriften	34
5.3 Dokumentation	36
6 Umwelanforderungen und -bedingungen	39
6.1 UMWELTKATEGORIEN und Mindestwerte der Umgebungsbedingungen	39
6.2 VERSCHMUTZUNGSGRAD	40
6.3 Eindringenschutz	41
6.4 UV-Bestrahlung	41
6.5 Temperatur und Feuchte	41
7 Schutz gegen elektrischen Schlag und GEFAHREN durch elektrische Energie	42
7.1 Allgemeines	42
7.2 Fehlerbedingungen	42
7.4 Schutz gegen Gefahren durch elektrische Energie	72
7.5 Elektrische Prüfungen, die sich auf die GEFAHR eines elektrischen Schlages beziehen	74
8 Schutz gegen mechanische Gefahren	83
8.1 Allgemeines	83

	Seite
8.2 Bewegliche Teile	83
8.3 Standsicherheit	84
8.4 Vorrichtungen zum Anheben und Tragen	84
8.5 Wandmontage	85
8.6 Herausgeschleuderte Teile	85
9 Schutz gegen BrandGEFAHREN	85
9.1 Brandbeständigkeit	85
9.2 BEGRENZTE STROMQUELLEN	95
10 Schutz gegen Gefahren durch Schalldruck	97
10.1 Allgemeines	97
10.2 Schalldruck und Schallpegel	97
11 Schutz gegen GEFAHREN durch Flüssigkeiten	97
11.1 Behälter für Flüssigkeiten, Flüssigkeitsdruck und Auslaufen von Flüssigkeit	97
11.2 Flüssigkeitsdruck und Auslaufen von Flüssigkeit	97
11.3 Öl und Fett	98
12 Chemische GEFAHREN	99
12.1 Allgemeines	99
13 Physikalische Anforderungen	99
13.1 Handgriffe und manuelle Betätigungselemente	99
13.2 Sichern von Teilen	99
13.3 Vorrichtungen für äußere Verbindungen	100
13.4 Innere Verdrahtung und Verbindungen	109
13.5 Öffnungen in GEHÄUSEN	110
13.6 Polymerwerkstoffe	112
13.7 Mechanische Beständigkeit gegen Durchbiegung, Schlag oder Fall	114
13.8 Anforderungen an die Dicke von MetallGEHÄUSEN	116
14 Bauteile	118
14.1 Allgemeines	118
14.2 Übertemperaturschutzeinrichtung für Motoren	120
14.3 Übertemperaturschutzeinrichtungen	120
14.4 Sicherungshalter	120
14.5 Geräte zur Auswahl der Netzspannung	120
14.6 Leiterplatten	121
14.7 Stromkreise oder Bauteile, die als Begrenzungseinrichtung für transiente Überspannungen benutzt werden	121
14.8 Batterien	121
Anhang A (normativ) Messung von LUFT- und KRIECHSTRECKEN (siehe 7.3.7.4 und 7.3.7.5)	124
Anhang B (normativ) Programmierbare Einrichtungen	130
B.1 Software oder Firmware, die sicherheitskritische Funktionen ausführt	130

	Seite
B.2 Bewertung von Regel- und Steuergeräten, die Software verwenden	130
B.2.1 Risikoanalyse	130
Anhang C (informativ) Teile, zwischen denen Isolationsanforderungen festgelegt sind	131
Anhang D (normativ) Symbole zur Kennzeichnung von Einrichtungen	132
Anhang E (informativ) Prüfsonden für die Feststellung des Zugangs	134
Anhang F (informativ) Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen	136
F.1 Auswahl des RCD-Typs in einem Wechselstromkreis	136
F.2 Kurvenverläufe von Fehlerströmen	137
Anhang G (informativ) Höhenkorrektur für LUFTSTRECKEN	139
Anhang H (informativ) Bestimmung von LUFT- und KRIECHSTRECKEN für Frequenzen über 30 kHz	141
H.1 LUFTSTRECKE	141
H.2 KRIECHSTRECKE	142
Anhang I (informativ) Liste der Prüfanforderungen	144
Anhang J (informativ) Messeinrichtungen für die Messung des Berührungsstromes (siehe 7.5.5)	146
J.1 Messeinrichtung	146
J.2 Alternative Messeinrichtung	147
Anhang K (informativ) Beispiele für Anforderungen an den Schutz, die Isolierung und die ÜBERSpannungSKATEGORIE für LEISTUNGsumRICHTER	148
K.1 Schutz, Isolierung und Überspannung	148
Anhang L (normativ) Prüfung der Beständigkeit gegen ultraviolette Licht (siehe 13.6.4)	153
L.1 Prüfeinrichtung	153
L.2 Montage der Prüfmuster	153
L.3 Kohlelichtbogen-Bestrahlungseinrichtung	153
L.4 Xenonlichtbogen-Bestrahlungseinrichtung	153
 Bild 7.1 – Zusammenfassung der Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag	 43
Bild 7.2 – Typische Kurvenform für Betriebswechselspannung	45
Bild 7.3 – Typische Kurvenform für Betriebsgleichspannung	46
Bild 7.4 – Typische Kurvenform für pulsierende Betriebsspannung	46
Bild 7.5 – Beispiele für den Schutz gegen direktes Berühren für Stromkreise mit DVC C	50
Bild 7.6 – Schutz durch DVC A mit SCHUTZTRENNUNG	51
Bild 7.7 – Schutz durch SCHUTZIMPEDANZ	52
Bild 7.8 – Schutz durch Begrenzung der Entladungsenergie	53
Bild 7.9 – Schutz durch Spannungsbegrenzung	54
Bild 7.10 – Beispiel für eine SCHUTZVERBINDUNG	55
Bild 7.11 – Spannungsgrenzwerte unter Fehlerbedingungen	57
Bild 7.12 – Verfahren der Spannungsprüfung	79
Bild 9.1 – Bodenöffnungen einer BRANDSCHUTZUMHÜLLUNG unter nicht umhüllten oder teilweise umhüllten Bauteilen	92
Bild 9.2 – Aufbau einer Ablenkplatte einer BRANDSCHUTZUMHÜLLUNG	93

	Seite
Bild 13.1 – Beispiele für Querschnitte von Öffnungen, die ein senkrechtes Eindringen verhindern	111
Bild 13.2 – Beispiele für die Ausführung von Luftschlitzen	111
Bild 13.3 – GEHÄUSEÖFFNUNGEN	112
Bild 13A – Verfahren des Nachweises der Übereinstimmung	119
Bild A.1 – Schmale Nut	125
Bild A.2 – Breite Nut	125
Bild A.3 – V-förmige Nut	125
Bild A.4 – Rippe	125
Bild A.5 – Ungeklebtes Verbindungselement mit schmaler Nut	126
Bild A.6 – Ungeklebtes Verbindungselement mit breiter Nut	126
Bild A.7 – Ungeklebtes Verbindungselement mit schmaler und breiter Nut	126
Bild A.8 – Schmale Einsenkung	127
Bild A.9 – Breite Einsenkung	127
Bild A.10 – Beschichtung um ANSCHLÜSSE	128
Bild A.11 – Beschichtung über der gedruckten Verdrahtung	128
Bild A.12 – Dazwischen liegendes, nicht angeschlossenes leitfähiges Teil	128
Bild A.13 – Abstände auf mehrlagigen Leiterplatten	129
Bild E.1 – Prüffinger	134
Bild E.2 – Prüfstift	135
Bild E.3 – Gerader starrer Prüffinger	135
Bild F.1 – Flussdiagramm für die Auswahl des RCD/RCM-Typs, der dem LEISTUNGSUMRICHTER vorgeschalet ist	136
Bild H.1 – Bestimmung von LUFTSTRECKEN für Frequenzen über 30 kHz	141
Bild H.2 – Bestimmung von KRIECHSTRECKEN für Frequenzen über 30 kHz	142
Bild J.1 – Messeinrichtung	146
Bild J.2 – Alternative Messeinrichtung	147
Bild K.1 – Durch einen Transformator getrennter (BASISOLIERUNG) PV-Umrichter	148
Bild K.2 – Durch einen Transformator getrennter (BASISOLIERUNG) PV-Umrichter mit SPD zur Herabsetzung der Stoßspannung für FUNKTIONSOLIERUNG	149
Bild K.3 – Durch einen Transformator getrennter (BASISOLIERUNG) PV-Umrichter mit SPD zur Herabsetzung der Stoßspannung für BASISOLIERUNG	149
Bild K.4 – Durch einen Transformator getrennter (BASISOLIERUNG) PV-Umrichter mit SPD zur Herabsetzung der Stoßspannung für BASISOLIERUNG	150
Bild K.5 – Ohne Transformator getrennter PV-Umrichter	150
Bild K.6 – Mit einem Transformator funktionsisolierter PV-Umrichter mit PV-Leistungseingang mit DVC A oder B	151
Bild K.7 – PV-Umrichter ohne Transformator mit PV-Leistungseingang mit DVC A oder B	151
Bild K.8 – PV-Umrichter mit batteriegestützter Stromversorgung	152
Bild K.9 – Ladesteuergerät	152
Tabelle 4.1 – Grenzwerte der Gesamttemperatur von Spulen und deren Isoliersysteme	24

	Seite
Tabelle 4.2 – Grenzwerte der Gesamttemperatur für Werkstoffe und Bauteile, für die keine BEMESSUNGSDATEN des Herstellers und Bauteilnormen vorliegen (siehe 4.3.2).....	25
Tabelle 4.3 – Grenzwerte der Gesamttemperatur für Flächen.....	25
Tabelle 6.1 – UMWELTKATEGORIEN, Umgebungsbedingungen und Prüfanforderungen	40
Tabelle 6.2 – Herabsetzung des VERSCHMUTZUNGSGRADES der inneren Umgebung durch Verwendung eines zusätzlichen Schutzes	41
Tabelle 7.1 – Übersicht über die Grenzwerte der MAßGEBLICHEN SPANNUNGSKLASSEN	44
Tabelle 7.2 – Schutzanforderungen für betrachtete Stromkreise	45
Tabelle 7.3 – Isolierung zwischen ungeerdeten BERÜHRBAREN Teilen und Stromkreisen mit DVC A oder DVC B, die an Stromkreise mit DVC B oder DVC C angrenzen.....	49
Tabelle 7.8 – Schutz durch Begrenzung der Entladungsenergie	53
Tabelle 7.5 – Querschnitt des äußeren SCHUTZERDUNGSLEITERS.....	57
Tabelle 7.6 – Isolationsspannung für Niederspannungskreise.....	62
Tabelle 7.7 – LUFTSTRECKEN.....	65
Tabelle 7.8 – KRIECHSTRECKEN (mm).....	67
Tabelle 7.9 – Stoßspannungsprüfung.....	75
Tabelle 7.10 – Stoßprüfspannung	76
Tabelle 7.11 – Prüfwechsel- oder -gleichspannung für Stromkreise, die direkt an das STROMVERSORGUNGSNETZ angeschlossen sind.....	77
Tabelle 7.12 – Prüfwechsel- oder -gleichspannung für Stromkreise, die nicht direkt an das STROMVERSORGUNGSNETZ angeschlossen sind.....	78
Tabelle 7.13 – Teilentladungsprüfung	81
Tabelle 9.1 – Zusammenfassung der Entflammbarkeitsanforderungen für Werkstoffe	91
Tabelle 9.2 – Zulässige Öffnungen in Böden von BRANDSCHUTZUMHÜLLUNGEN	93
Tabelle 9.3 – Grenzwerte für intern BEGRENZTE STROMQUELLEN	96
Tabelle 9.4 – Grenzwerte für Stromquellen ohne interne Begrenzung	96
Tabelle 13.1 – Leitergrößen.....	103
Tabelle 13.2 – Physikalische Prüfungen an Netzanschlussleitungen	104
Tabelle 13.3 – Biegeraum für Drähte zwischen ANSCHLÜSSEN und Hindernissen	107
Tabelle 13.4 – Mindestwerte der Erhaltung von Eigenschaften nach der UV-Bestrahlung	114
Tabelle 13.5 – Blechdicken für MetallGEHÄUSE: Kohlenstoff- oder Edelstahl	117
Tabelle 13.6 – Blechdicken für MetallGEHÄUSE: Aluminium, Kupfer oder Messing	118
Tabelle A.1 – Wert für X.....	124
Tabelle D.1 – Symbole.....	132
Tabelle G.1 – Korrekturfaktor für LUFTSTRECKEN in Höhen zwischen 2 000 m und 20 000 m (siehe 7.3.7.4.1).....	139
Tabelle G.2 – Prüfspannungen zum Nachweis von LUFTSTRECKEN in unterschiedlichen Höhen	140
Tabelle H.1 – Mindestwerte von LUFTSTRECKEN in Luft bei einem atmosphärischen Druck für INHOMOGENE FELDBEDINGUNGEN (IEC 60664-4, Tabelle 1)	142
Tabelle H.2 – Mindestwerte von KRIECHSTRECKEN für unterschiedliche Frequenzbereiche (IEC 60664-4, Tabelle 2)	143

Einleitung

Dieser Teil 1 legt die Sicherheitsanforderungen fest, die allgemein für alle Einrichtungen gelten, die zum Anwendungsbereich der vorliegenden Norm gehören. Für bestimmte Arten von Einrichtungen werden diese Anforderungen durch besondere Anforderungen in einem oder mehreren der Folgeteile dieser Norm (z. B. IEC 62109-2, IEC 62109-3 usw.) ergänzt oder geändert. Diese besonderen Anforderungen müssen zusammen mit den Anforderungen im Teil 1 angewendet werden.

1 Anwendungsbereich und Zweck

1.1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gilt für LEISTUNGSUMRICHTER zur Anwendung in photovoltaischen (PV) Anlagen, bei denen ein gleich bleibendes technisches Sicherheitsniveau erforderlich ist. Die vorliegende Norm legt die Mindestanforderungen für die Auslegung und Herstellung von LEISTUNGSUMRICHTERN für den Schutz gegen elektrischen Schlag, elektrische Energie, Brand, mechanische und sonstige GEFAHREN fest.

Diese Norm enthält allgemeine Anforderungen für alle Typen von PV-LEISTUNGSUMRICHTERN. Es gibt weitere Teile dieser Norm, die besondere Anforderungen für verschiedene Arten von LEISTUNGSUMRICHTERN angeben, wie Teil 2 „Wechselrichter“. Wenn neue Produkte und Technologien auf den Markt kommen, können weitere Teile veröffentlicht werden.

1.1.1 Einrichtungen, die zum Anwendungsbereich dieser Norm gehören

Diese Norm behandelt LEISTUNGSUMRICHTER, die an Systeme mit einer Höchstspannung des PV-Quellenstromkreises von 1 500 V Gleichspannung angeschlossen werden. Diese Einrichtungen dürfen auch an Systeme mit höchstens 1 000 V Wechselspannung an Wechselspannungs-Netzstromkreisen, an Wechselspannungs-Laststromkreisen außer Netzstromkreisen und an anderen Gleichspannungsquellen oder Gleichspannungs-Laststromkreisen wie Batterien angeschlossen werden. Diese Norm darf auch für Zubehör von LEISTUNGSUMRICHTERN verwendet werden, wenn keine besser geeignete Norm vorliegt.

1.1.2 Einrichtungen, die aus dem Anwendungsbereich dieser Norm ausgeschlossen sind

Die vorliegende Norm gilt nicht für Kennwerte anderer Quellen wie Windturbinen, Quellen sonstiger drehender Maschinen usw.

ANMERKUNG Anforderungen für andere Quellen können zukünftig in die Normenreihe IEC 62109 aufgenommen werden.

Ergänzende und andere Anforderungen sind für Einrichtungen erforderlich, die für den Einsatz in explosionsfähiger Atmosphäre (siehe IEC 60079 „Explosionsfähige Atmosphäre“), Luftfahrzeugen, Schiffen, medizinischen elektrischen Anwendungen (siehe IEC 60601 „Medizinische elektrische Geräte“) oder in Höhen über 2 000 m vorgesehen sind.

1.2 Zweck

1.2.1 Aspekte, die zum Anwendungsbereich dieser Norm gehören

Der Zweck der Anforderungen dieses Teils 2 ist die Sicherstellung, dass die Auslegung und die angewendeten Konstruktionsverfahren einen ausreichenden Schutz für den BEDIENER und die Umgebung bieten gegen:

- a) elektrischen Schlag und GEFAHREN durch elektrische Energie;
- b) mechanische GEFAHREN;
- c) GEFAHREN durch übermäßige Temperatur;
- d) Brandausbreitung von der Einrichtung aus;

- e) chemische GEFAHREN;
- f) GEFAHREN durch Schalldruck;
- g) GEFAHREN durch freigesetzte Flüssigkeiten und Gase sowie ExplosionsGEFAHR.

ANMERKUNG Es wird erwartet, dass das BEDIENPERSONAL die notwendigen Kenntnisse und die Ausbildung für den Umgang mit GEFAHREN bei der Bedienung, Reparatur und Wartung dieser Einrichtungen hat. Unter dieser Voraussetzung enthält dieses Dokument nur begrenzte Anforderungen (z. B. für Aufschriften und Schutzeinrichtungen), die für den Schutz des BEDIENPERSONALS gegen GEFAHREN vorgesehen sind und die möglicherweise selbst für Fachpersonal nicht offensichtlich sind.

1.2.2 Aspekte, die aus dem Anwendungsbereich dieser Norm ausgeschlossen sind

Aspekte, die in der vorliegenden Norm nicht behandelt werden, sind unter anderem:

- a) Funktionszuverlässigkeit, Betriebsverhalten oder andere Merkmale der Einrichtung, die nicht mit der Sicherheit im Zusammenhang stehen;
- b) Wirksamkeit der Transportverpackung;
- c) EMV-Anforderungen;
- d) Errichtungsanforderungen, die durch örtliche und nationale Errichtungsvorschriften vorgegeben werden.

ANMERKUNG Diese Norm enthält keine Anforderungen für die sichere Errichtung von LEISTUNGSUMRICHTERN einschließlich von Anforderungen an Errichtungsanweisungen, die mit dem Produkt geliefert werden.

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).

EN 50102:1995, *Schutzarten durch Gehäuse für elektrische Betriebsmittel (Ausrüstung) gegen äußere mechanische Beanspruchungen (IK-Code)*

IEC 60529:1989-11, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60068-2 (all parts), *Environmental testing – Part 2: Tests*

IEC 61000-4 (all parts), *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques*

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

IEC 60027, *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61201, *Extra-low voltage (ELV) – Limit values*

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

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

IEC 61008-1, *Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs) – Part 1: General rules*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60664, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems*

— Entwurf —

E DIN EN 62109-1 (VDE 0126-14-1):2008-06
prEN 62109-1:2007

IEC 60083, *Plugs and socket-outlets for domestic and similar general use standardized in member countries of IEC*

IEC 60950-1, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*

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

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

IEC 60071-1, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

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

IEC 60061-1, *Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 1: Lamp caps*

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

IEC 60695-2-20, *Fire hazard testing – Part 2-20: Glowing/hot wire based test methods – Hot-wire coil ignitability – Apparatus, test method and guidance*

IEC 60065, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*

IEC 61672-1, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications*

IEC 61672-2, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 2: Pattern evaluation tests*

IEC 60216-4-1, *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Part 4: Ageing ovens – Section 1: Single-chamber ovens*

IEC 60695-10-2, *Fire hazard testing – Part 10-2: Abnormal heat – Ball pressure test*

IEC 60216, *Electrical insulating materials – Properties of thermal endurance*

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

IEC 61730-2, *Photovoltaic (PV) module safety qualification – Part 2: Requirements for testing*

ASTM D 3638-85, *Standard Test Method for Comparative Tracking Index of Electrical Insulation Materials*

ISO 9000 (series), *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*

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

ISO 527 (series), *Plastics – Determination of tensile properties*

ISO 178, *Plastics – Determination of flexural properties*

ISO 179, *Plastics – Determination of Charpy impact strength*

ISO 180, *Plastics – Determination of Izod impact strength*

ISO 8256, Plastics – *Determination of tensile-impact strength*

ASTM E162, *Standard test method for surface flammability of materials using a radiant heat energy source*

ANSI/ASTM E84, *Standard test method for surface burning characteristics of building materials*

3 Begriffe

Für die Anwendung des vorliegenden Teils von IEC 62109 gelten folgende Begriffe.

ANMERKUNG Wenn es nicht anders festgelegt ist, sind für die „Spannung“ und den „Strom“ die Effektivwerte einer Wechselspannung oder eines Wechselstromes, einer Gleichspannung oder eines Gleichstromes oder einer zusammengesetzten Spannung oder eines zusammengesetzten Stromes angegeben.

3.1

berührbar

kann mit Normzugangssonden berührt werden, wenn diese nach den Festlegungen nach 7.3.4 angewendet werden

3.2

Schutzabdeckung

Teil, das Schutz gegen direktes Berühren aus allen üblichen Zugangsrichtungen oder gegen Brandausbreitung bietet

3.3

Basisisolierung

Isolierung als Basisschutz gegen elektrischen Schlag unter fehlerfreien Bedingungen

ANMERKUNG BASISISOLIERUNG darf auch Funktionszwecken dienen.

3.4

Batterietyp

Batteriechemie (z. B. Bleisäure) und Typ (z. B. Nassbatterien, Gelbatterien usw.) oder Arten von Batterien zur Verwendung mit dem LEISTUNGSUMRICHTER

3.5

Batterie – versiegelt

Batterie ohne Möglichkeit der Zugabe von Wasser oder Elektrolyt, die so aufgebaut ist, dass beim bestimmungsgemäßen Betrieb keine Flüssigkeiten oder keine Gase austreten können

3.6

Batterie – unversiegelt

Batterie mit abnehmbaren Deckeln oder anderen Möglichkeiten der Zugabe von Wasser und/oder Elektrolyt

3.7

Batterie – ventilgesteuert

VERSIEGELTE BATTERIE mit der Möglichkeit der Freisetzung von Überdruck unter außergewöhnlichen Bedingungen

3.8

Luftstrecke

kürzester Abstand durch Luft zwischen zwei leitfähigen Teilen

3.9

geschlossener elektrischer Betriebsbereich

Raum oder Ort mit elektrischen Einrichtungen, zu dem der Zugang auf ausgebildete oder unterwiesene Personen beschränkt ist, die mit einem Schlüssel oder WERKZEUG eine Tür öffnen oder eine SCHUTZABDECKUNG entfernen müssen, und der durch geeignete Warnhinweise eindeutig gekennzeichnet ist

3.10

Vergleichszahl der Kriechwegbildung **CTI (comparative tracking index)**

Spannung, die unter den Bedingungen bestimmt wird, die im Verfahren zur Bestimmung der Prüfwahl und der Vergleichszahl der Kriechwegbildung von festen, isolierenden Werkstoffen nach IEC 60112 (ASTM D 3638-85) festgelegt sind, und die bei der Anwendung von 50 Tropfen Elektrolyt, das mit einer Rate von einem Tropfen alle 30 s auf den Prüfling getropft wird, einen elektrisch dauerhaft leitfähigen Kohlenstoffweg verursacht

3.11

Kriechstrecke

kürzester Abstand auf der Oberfläche eines Isolierstoffes zwischen zwei leitfähigen Teilen [IEV 151-03-37]

3.12

maßgebliche Spannung

die maßgebliche Spannung eines Stromkreises ist die höchste Spannung, die beim vorgesehenen Einsatz unter den ungünstigsten BEMESSUNGSbetriebsbedingungen dauernd zwischen zwei beliebigen AKTIVEN TEILEN des LEISTUNGSUMRICHTERS anliegt (siehe Grenzwerte der maßgeblichen Spannungs-kategorie in 7.3.2)

3.13

dekoratives Teil

Teil der Einrichtung außerhalb des GEHÄUSES ohne Sicherheitsfunktion

3.14

Steckergerät

Einrichtung mit einem Netzstecker, der Teil der Einrichtung ist, so dass diese von der Netzsteckdose getragen wird

3.15

doppelte Isolierung

Isolierung, die aus der BASISISOLIERUNG und der ZUSÄTZLICHEN ISOLIERUNG besteht

3.16

DVC A

maßgebliche Spannungs-kategorie (decisive voltage classification, DVC) A nach den Festlegungen in 7.3.2

3.17

DVC B

maßgebliche Spannungs-kategorie (DVC) B nach den Festlegungen in 7.3.2

3.18

DVC C

maßgebliche Spannungs-kategorie (DVC) C nach den Festlegungen in 7.3.2

3.19

Umhüllung gegen elektrische Gefahren

Teil der Einrichtung, der die inneren Teile umschließt und der Einschränkung des Zugangs zu den GEFAHREN eines elektrischen Schlages, durch elektrische Energie oder eines Brandes dient

3.20

Gehäuse

Teil der Einrichtung, der die inneren Teile umschließt und dem Schutz gegen äußere Einflüsse, gegen Brandausbreitung oder gegen den Zugang zu GEFAHREN dient

3.21

Umweltkategorie

Menge von Umweltbedingungen nach den Festlegungen in Abschnitt 6, denen der LEISTUNGSUMRICHTER ausgesetzt ist

3.22

Potentialausgleich

Herstellen elektrischer Verbindungen zwischen leitfähigen Teilen, um Potentialgleichheit zu erzielen [IEV 195-01-10]

ANMERKUNG Die Wirksamkeit des POTENTIALAUSGLEICHS kann von der Häufigkeit des Stromflusses in der Potentialausgleichsverbindung abhängen.

3.23

Potentialausgleichsleiter

Leiter, der elektrisch leitfähige Metallteile zum Zweck des POTENTIALAUSGLEICHS miteinander verbindet

3.24

EUT (equipment under test)

zu prüfende Einrichtung

3.25

Brandschutzhülle

Teil der Einrichtung, der die inneren Teile umschließt und dazu dient, die Ausbreitung eines Brandes oder den Austritt brennender Stoffe aus dem Inneren zu verhindern

3.26

fest angebrachte Einrichtung

Einrichtung, die auf einer Haltevorrichtung angebracht oder in einer anderen Weise fest an einer bestimmten Stelle montiert ist [IEV 826-07-07]

3.27

Entflammbarkeitsklassifizierung von Stoffen

Einteilung des Brandverhaltens von Stoffen und deren Fähigkeit zu verlöschen, wenn sie sich entzündet haben. Die Stoffe werden nach den Festlegungen in der vorliegenden Norm und den Prüfungen in IEC 60695-11-10, IEC 60695-11-20, ISO 9772 oder ISO 9773 klassifiziert

ANMERKUNG 1 Nach der Anwendung der Anforderungen in der vorliegenden Norm werden Schaumstoffe der Klasse HF-1 als höherwertiger angesehen als Schaumstoffe der Klasse HF-2 und diese wiederum als höherwertiger als Schaumstoffe der Klasse HBF.

ANMERKUNG 2 In gleicher Weise werden andere Stoffe einschließlich Hartschaum (technischer Integralschaumstoff) der Klasse 5VA als höherwertiger angesehen als Stoffe der Klasse 5VB, diese wiederum als höherwertiger als Stoffe der Klasse V-0, V-0 ist höherwertiger als V-1, V-1 ist höherwertiger als V-2, V-2 ist höherwertiger als HB40 und HB40 höherwertiger als HB75.

ANMERKUNG 3 In gleicher Weise werden andere Stoffe der Klasse VTM-0 als höherwertiger angesehen als Stoffe der Klasse VTM-1 und diese wiederum als höherwertiger als Stoffe der Klasse VTM-2.

ANMERKUNG 4 Stoffe der Entflammbarkeitsklassen VTM-0, VTM-1 bzw. VTM-2 werden als den Stoffen der Entflammbarkeitsklassen V-0, V-1 bzw. V-2 gleichwertig angesehen, allerdings nur hinsichtlich der Entflammbarkeitseigenschaften. Ihre elektrischen und mechanischen Eigenschaften sind nicht notwendigerweise gleichwertig.

3.28

F_{NOM} Eingang

Nennwert der Wechselstrom-Eingangsfrequenz

3.29

F_{NOM} Ausgang

Nennwert der Wechselstrom-Ausgangsfrequenz

3.30

Funktionserdungsanschluss

ANSCHLUSS für eine elektrische Verbindung mit einem Teil oder einem Stromkreis für Funktionszwecke ausgenommen Sicherheitszwecke

3.31

Funktionsisolierung (FI)

Isolierung, die nur für den ordnungsgemäßen Betrieb der Einrichtung erforderlich ist

ANMERKUNG FUNKTIONISOLIERUNG bietet der Definition nach keinen Schutz gegen elektrischen Schlag. Sie kann jedoch die Wahrscheinlichkeit einer Entzündung und eines Brandes herabsetzen.

3.32

Handgerät

tragbares Gerät, das beim BESTIMMUNGSGEMÄßEN GEBRAUCH in einer Hand gehalten wird

3.33

Gefahr

mögliche Schadensquelle

3.34

gefährlicher Energiepegel

verfügbarer Leistungspegel von 240 VA oder mehr mit einer Dauer von 60 s oder mehr oder ein gespeicherter Energiepegel von 20 J oder mehr (z. B. von einem oder mehreren Kondensatoren) mit einem Potential von 2 V oder mehr (siehe 7.4.1.1)

3.35

gefährlich aktiv

Möglichkeit des Verursachens eines elektrischen Schlages oder einer elektrischen Verbrennung; ein Stromkreis oder Teil, von dem entweder die GEFAHR eines elektrischen Schlages oder eine GEFAHR durch elektrische Energie nach den Festlegungen in Abschnitt 7 ausgeht

3.36

gefährliche Spannung

Spannung, die die Grenzwerte für die GEFAHR eines elektrischen Schlages nach 7.3 überschreitet

3.37

homogenes Feld (homogene Feldverteilung)

ein homogenes Feld ist ein elektrisches Feld mit im Wesentlichen konstanten Spannungsgradienten zwischen den Elektroden (gleichförmiges Feld) wie das Feld zwischen zwei Kugeln, wobei der Radius jeder Kugel größer ist als der Abstand zwischen ihnen

3.38

$I_{\max}$ (Wechselstrom) Eingang

höchste Wechselstromaufnahme am Eingang des LEISTUNGSUMRICHTERS bei jeder Spannung innerhalb des Bereiches der Betriebs-Eingangsspannungen unter BESTIMMUNGSGEMÄßEN BEDINGUNGEN

3.39

$I_{\max}$ (Wechselstrom) Ausgang

höchster Wechselstrom, den ein Ausgang des LEISTUNGSUMRICHTERS unter BESTIMMUNGSGEMÄßEN BEDINGUNGEN dauerhaft abgeben kann

3.40

$I_{\max}$ (Batterie) Eingang

höchste Gleichstromaufnahme am Batterieeingang des LEISTUNGSUMRICHTERS bei jeder Spannung innerhalb des Bereiches der Betriebs-Eingangsspannungen unter BESTIMMUNGSGEMÄßEN BEDINGUNGEN

3.41

$I_{\max}$ (Batterie) Ausgang

höchster Gleichstrom, den ein Batterieausgang (z. B. zum Laden der Batterie) des LEISTUNGSUMRICHTERS unter BESTIMMUNGSGEMÄßEN BEDINGUNGEN dauerhaft abgeben kann

3.42

$I_{\max}$ PV

höchste Gleichstromaufnahme des LEISTUNGSUMRICHTERS am PV-Feld bei jeder Spannung innerhalb des Bereiches der Betriebs-Eingangsgleichspannungen am PV-Eingang (V_{op} PV)

3.43

inhomogene Verteilung (eines elektrischen Feldes)

eine inhomogene Verteilung eines elektrischen Feldes bezieht sich auf ein Feld ohne im Wesentlichen konstante Spannungsgradienten zwischen den Elektroden (ungleichförmiges Feld)

3.44

I_{sc} (Wechselstrom) Ausgang

höchster verfügbarer Kurzschlusswechselstrom (Fehlerstrom) an einem Wechselstromausgang des LEISTUNGSUMRICHTERS

ANMERKUNG I_{sc} (Wechselstrom) Ausgang kann zeitabhängig sein, so dass sowohl eine Stromstärke als auch eine Zeit (oder eine Wertemenge) festgelegt werden müssen.

3.45

I_{sc} PV

absolut höchster Gesamtkurzschlussstrom (Gleichstrom) des PV-Feldes, für den der PV-Eingang des LEISTUNGSUMRICHTERS bemessen ist

ANMERKUNG Diese BEMESSUNGSDATEN des LEISTUNGSUMRICHTERS beziehen sich auf den absoluten Höchststrom, für den der PV-Eingang des LEISTUNGSUMRICHTERS unter den erwarteten Einsatzbedingungen ausgelegt ist. Dieser Wert unterscheidet sich von der einfachen Summe der angegebenen I_{sc} -BEMESSUNGSDATEN der angeschlossenen PV-Module, da diese Aufschriften auf den Kurzschlussbedingungen unter Normprüfbedingungen beruhen, die bei kalten Temperaturen oder bei Sonneneinstrahlung den Normpegel überschreiten können.

3.46

begrenzte Stromquelle

Quelle, die den Anforderungen nach 9.2 dieser Norm genügt

3.47

aktives Teil

Leiter oder leitfähiges Teil, das dazu bestimmt ist, beim BESTIMMUNGSGEMÄßEN GEBRAUCH unter Spannung zu stehen, einschließlich eines Neutralleiters

3.48

Niederspannung

Menge von Spannungspegeln, die zur Energieverteilung benutzt wird, wobei die Obergrenze der Außenleiterspannung oder der Phasenspannung 1 000 V Wechselspannung oder 1 500 V Gleichspannung beträgt

3.49

Stromversorgungsnetz

elektrisches Wechselstrom-Niederspannungsversorgungssystem, an das der LEISTUNGSUMRICHTER angeschlossen werden soll

3.50

Netzstromkreis

Stromkreis, der leitend mit dem Stromversorgungsnetz verbunden werden soll

3.51

Umhüllung gegen mechanische Gefahren

ein Teil der Einrichtung, der die inneren Teile umschließt und der Herabsetzung des VerletzungsRISIKOS durch mechanische und andere physikalische GEFAHREN dient

3.52

bestimmungsgemäße Bedingung

Bedingung, bei der sämtliche Schutzeinrichtungen gegen GEFAHREN unversehrt sind und der LEISTUNGSUMRICHTER nach den BEMESSUNGSDATEN und Errichtungsanweisungen installiert ist und betrieben wird

3.53

bestimmungsgemäßer Gebrauch

Betrieb einschließlich Bereitschaftsbetrieb nach der Gebrauchsanweisung oder für den offensichtlich vorgesehenen Zweck

ANMERKUNG In den meisten Fällen bedeutet BESTIMMUNGSGEMÄßER GEBRAUCH auch unter BESTIMMUNGSGEMÄßEN BEDINGUNGEN, weil die Gebrauchsanweisung vor dem Gebrauch der Einrichtung unter nicht bestimmungsgemäßen Bedingungen warnt.

3.54

Bediener

Person, die die Einrichtung für den vorgesehenen Zweck bedient

3.55

Bedienerbereich

Bereich, für den unter bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen einer der folgenden Punkte gilt:

- Zugang kann ohne Verwendung eines WERKZEUGES erlangt werden;
- die Mittel zum Zugang werden dem BEDIENER ausdrücklich zur Verfügung gestellt;
- der BEDIENER ist ungeachtet dessen, ob ein WERKZEUG zum Zugang benötigt wird oder nicht, beauftragt, den Bereich zu betreten.

3.56

Überspannungskategorie

Zuordnung einer Ziffer, die die Klassifizierung der transienten Überspannungsbedingungen festlegt [nach IEC 60664-1]

ANMERKUNG 1 Beschreibung der vier ÜBERSPANNUNGSKATEGORIEN siehe 7.3.7.1.2.

ANMERKUNG 2 Eine transiente Überspannung ist definiert als „schwingende oder nichtschwingende, in der Regel stark gedämpfte Überspannung mit einer Dauer von einigen Millisekunden oder weniger“ [IEV 604-03-13]. Sie sollte nicht mit einer zeitweiligen Überspannung (Anwachsen) verwechselt werden, die definiert ist als „netzfrequente Überspannung von relativ langer Dauer“ [IEV 616-01-16].

3.57

Teilentladungslöschspannung

U_e

niedrigster Scheitelwert der Prüfspannung, bei dem die scheinbare Ladung kleiner als die festgelegte Ladungsstärke wird, wenn die Prüfspannung, ausgehend von einem hohen Wert, bei dem Teilentladungen aufgetreten sind, verringert wird (IEC 60664-1)

ANMERKUNG Bei Wechselspannungsprüfungen darf der Effektivwert angegeben werden.

3.58

Einrichtungen mit Festanschluss

Einrichtung, die elektrisch an eine oder mehrere Versorgungsquellen mit Mitteln angeschlossen ist, die nur mit einem WERKZEUG getrennt werden können

3.59

Photovoltaisch

PV

bezieht sich auf die direkte Umwandlung von Licht in elektrische Energie

3.60

Einrichtung mit Steckanschluss des Typs A

Einrichtung, die für eine Verbindung mit der Gebäudeinstallation über einen nicht industriellen Stecker und eine nicht industrielle Steckdose oder eine nicht industrielle Gerätesteckvorrichtung oder beides vorgesehen ist

3.61

Einrichtung mit Steckanschluss des Typs B

Einrichtung, die für eine Verbindung mit der Gebäudeinstallation über einen industriellen Stecker und eine industrielle Steckdose oder eine Gerätesteckvorrichtung oder beides nach IEC 60309 oder einer vergleichbaren nationalen Norm vorgesehen ist

3.62

$P_{\max}$ Ausgang

höchster BEMESSUNGSWERT der Dauerausgangleistung eines Anschlusses des LEISTUNGSUMRICHTERS

3.63

Verschmutzung

Zugabe fester, flüssiger oder gasförmiger (ionisierte Gase) Fremdstoffe, die die Spannungsfestigkeit oder den Oberflächenwiderstand verringern kann

3.64

Verschmutzungsgrad

Klassifizierungsschema, mit dem das Ausmaß der zu erwartenden VERSCHMUTZUNG in einer Mikro-Umgebung in oder um die Einrichtung herum angegeben wird

3.65

Verschmutzungsgrad 1

es tritt keine oder nur trockene, nicht leitfähige VERSCHMUTZUNG auf; die VERSCHMUTZUNG hat keinen Einfluss

3.66

Verschmutzungsgrad 2

es tritt gewöhnlich nur nicht leitfähige VERSCHMUTZUNG auf; gelegentlich muss jedoch mit vorübergehender Leitfähigkeit durch Betauung gerechnet werden

3.67

Verschmutzungsgrad 3

es tritt leitfähige VERSCHMUTZUNG auf oder trockene, nicht leitfähige VERSCHMUTZUNG, die leitfähig wird, da Betauung zu erwarten ist

3.68

tragbares Gerät

EINRICHTUNG MIT STECKANSCHLUSS, die dazu vorgesehen ist, von Ort zu Ort bewegt zu werden

3.69

Leistungsumrichter

ein elektrisches Gerät, das eine elektrische Energieart einer Spannungs- oder Stromquelle in Bezug auf Spannung, Strom und Frequenz in eine andere elektrische Energieart umwandelt

ANMERKUNG Beispiele sind Wechselstrom-Gleichstrom-Umrichter, Wechselrichter, Ladesteuergeräte, Frequenzwandler usw.

3.70

Schutzverbindung

elektrische Verbindung BERÜHRBARER leitfähiger Teile oder elektrische Schutzschirmung zur Herstellung einer durchgehenden elektrischen Verbindung mit dem Schutzleiteranschluss

3.71

Schutzverbindungsleiter

ein Leiter zur Verbindung BERÜHRBARER leitfähiger Teile oder zum Anschluss an die Schutzschirmung zur Herstellung einer SCHUTZVERBINDUNG

3.72

Schutzklasse I

Schutz gegen elektrischen Schlag durch BASISISOLIERUNG und SCHUTZERDUNG der BERÜHRBAREN leitfähigen Teile, so dass diese bei einem Versagen der BASISISOLIERUNG nicht aktiv werden können

3.73

Schutzklasse II

Schutz gegen elektrischen Schlag, der nicht nur auf BASISISOLIERUNG beruht, sondern bei dem zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen wie DOPPELTE oder VERSTÄRKTE ISOLIERUNG vorgesehen sind, bei dem es aber keine Vorkehrungen für eine SCHUTZERDUNG gibt oder bei dem kein Vertrauen auf Installationsbedingungen besteht

3.74

Schutzklasse III

Einrichtung, bei der der Schutz gegen elektrischen Schlag auf einer Stromversorgung durch Stromkreise mit der MAßGEBLICHEN SPANNUNGSKLASSE A beruht und in der keine GEFÄHRLICHEN SPANNUNGEN erzeugt werden

ANMERKUNG Für Einrichtungen der Klasse III gelten sämtliche anderen Anforderungen der vorliegenden Norm, obwohl es keine Anforderungen an den Schutz gegen elektrischen Schlag gibt.

3.75

Schutzerdung

Verbindung eines Punktes der Einrichtung, des Systems oder der Anlage mit Erde zum Schutz gegen elektrischen Schlag im Fehlerfall

3.76

Schutzerdungsleiter

Leiter, der zum Anschluss einer Einrichtung, eines Systems oder einer Anlage an Erde zum Schutz gegen elektrischen Schlag im Fehlerfall benutzt wird

3.77

Schutzleiteranschluss

ANSCHLUSS, der für Sicherheitszwecke mit den leitfähigen Teilen einer Einrichtung verbunden ist und der für die Verbindung mit einem SCHUTZERDUNGSLEITER vorgesehen ist

3.78

Schutzimpedanz

Bauteil, Baugruppe oder die Kombination aus BASISISOLIERUNG und einer den Strom oder die Spannung begrenzenden Einrichtung, deren Impedanz, Aufbau und Zuverlässigkeit bewirken sollen, dass sie beim Anschluss zwischen BERÜHRBAREN leitfähigen Teilen und GEFÄHRLICH AKTIVEN Teilen einen Schutz in dem Umfang bieten, der in dieser Norm unter BESTIMMUNGSGEMÄßEN BEDINGUNGEN und bei EINZELFEHLERBEDINGUNGEN gefordert wird

3.79

Schutztrennung

Konstruktionsmittel zur Erhaltung der Trennung zwischen Stromkreisen unterschiedlicher Schutzpegel selbst bei einem Einzelfehler, wie in 7.3.3 beschrieben

ANMERKUNG SCHUTZTRENNUNG ist eine Trennung zwischen Stromkreisen durch Basisschutz und zusätzlichen Schutz (BASISISOLIERUNG und ZUSÄTZLICHE ISOLIERUNG oder SCHUTZSCHIRMUNG) oder durch gleichwertige Schutzmaßnahmen (z. B. VERSTÄRKTE ISOLIERUNG).

3.80

Bemessungswert

Wert, der im Allgemeinen vom Hersteller für eine festgelegte Betriebsbedingung eines Bauteils, eines Gerätes oder einer Einrichtung zugeordnet wird [IEV 151-04-03]

3.81

Bemessungsdaten

Gesamtheit der Bemessungswerte und Betriebsbedingungen [IEV 151-04-04]

3.82

Referenzprüfbedingungen

die elektrischen Bedingungen, die Betriebs- und Umgebungsbedingungen, unter denen die Prüfungen durchzuführen sind, wie in 4.2.2 festgelegt

3.83

verstärkte Isolierung

einzelnes Isoliersystem für AKTIVE TEILE, das unter den festgelegten Bedingungen im gleichen Maße Schutz gegen elektrischen Schlag bietet wie die DOPPELTE ISOLIERUNG

ANMERKUNG Einzelnes Isoliersystem bedeutet nicht, dass die Isolierung aus einem homogenen Stück bestehen muss. Sie darf mehrere Lagen umfassen, die nicht einzeln als BASISISOLIERUNG oder ZUSÄTZLICHE ISOLIERUNG geprüft werden können.

3.84

Fehlerstrom

Vektorsumme der Ströme, die in den normalerweise stromführenden Leitern eines NETZSTROMKREISES fließen, angegeben als Effektivwert

3.85

zuständige Stelle

Einzelperson oder Gruppe, die für den Einsatz und die Wartung einer Einrichtung verantwortlich ist und die sicherstellt, dass die BEDIENER ausreichend ausgebildet sind

3.86

Risiko

Kombination aus der Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Schadens und der Schwere dieses Schadens

3.87

Stückprüfung

Prüfung jedes einzelnen Gerätes (jeder einzelnen Einrichtung) während oder nach der Fertigung zum Nachweis, dass es (sie) bestimmte Anforderungen erfüllt [IEV 151-04-16, modifiziert]

3.88

Sicherheitsverriegelung

Mittel entweder zur Verhinderung des Zugangs zu einem gefährlichen Bereich, bis die GEFAHR beseitigt ist, oder zur selbsttätigen Beseitigung der gefährlichen Bedingungen, wenn Zugang erlangt worden ist

3.89

Stichprobenprüfung

Prüfungen an einer Anzahl von Geräten, die dem Fertigungslos zufällig entnommen wurden

3.90

Sekundärstromkreis

Stromkreis ohne direkte Verbindung mit einem NETZSTROMKREIS, der als Stromversorgung einen Transformator, einen Umrichter oder eine gleichwertige Trenneinrichtung oder eine Batterie oder eine andere nicht mit dem Stromversorgungsnetz verbundene Stromquelle (z. B. ein PV-Feld) nutzt

3.91

Bedienpersonal

Personen mit der entsprechenden technischen Ausbildung und Erfahrung, die notwendig ist, um die GEFAHREN zu erkennen, denen eine Person bei der Ausführung einer Aufgaben ausgesetzt sein kann, und um Maßnahmen zu ergreifen, die der Herabsetzung der RISIKEN für diese Person oder andere Personen dienen

3.92

Einzelfehlerbedingung

Bedingung, bei der ein Mittel zum Schutz gegen eine GEFAHR ausgefallen ist oder ein Fehler vorliegt, der eine GEFAHR verursachen kann

ANMERKUNG Wenn eine EINZELFEHLERBEDINGUNG zu anderen Folgefehlern führt, wird die Menge der Fehler als eine EINZELFEHLERBEDINGUNG betrachtet.

3.93

zusätzliche Isolierung

unabhängige Isolierung, die zusätzlich zur BASISISOLIERUNG bei einem Versagen der BASISISOLIERUNG als Schutz gegen elektrischen Schlag angewendet wird

3.94

Anschluss

Bauteil für die Verbindung eines Gerätes (einer Einrichtung) mit äußeren Leitern [IEV 151-01-03, modifiziert]

ANMERKUNG Anschlüsse können einen oder mehrere Kontakte enthalten und der Begriff umfasst daher auch Buchsen, Steckverbinder usw.

3.95

Werkzeug

Schraubendreher, eine Münze, ein Schlüssel oder ein anderer Gegenstand, der zur Betätigung einer Schraube, einer Einrastung oder dergleichen benutzt wird

3.96

bewegliche Einrichtung

Einrichtungen mit einer Masse unter 18 kg, die nicht befestigt ist und gewöhnlich vom Anwender getragen wird

3.97

Typprüfung

Prüfung eines oder mehrerer Prüfmusters (Baumuster) einer Einrichtung (oder Teile einer Einrichtung), die nach einer bestimmten Bauart hergestellt wurden, zum Nachweis dafür, dass der Entwurf und der Aufbau eine oder mehrere Anforderungen der vorliegenden Norm erfüllt [IEV 151-04-15, modifiziert]

ANMERKUNG Dies ist eine Erweiterung der Definition in IEV 151-04-15, so dass sowohl Anforderungen an den Entwurf als auch an den Aufbau einbezogen sind.

3.98

$V_{A_{max}}$ Ausgang

höchster Bemessungswert der Dauerscheinleistung am Wechselspannungsausgang des LEISTUNGsumrichters

3.99

$V_{\max}$ PV

höchster BEMESSUNGSWERT der Eingangsgleichspannung, der der LEISTUNGSUMRICHTER vom PV-Feld standhalten muss (d. h. höchste Leerlaufspannung)

3.100

V_{nom} (Wechselspannung) Eingang

BEMESSUNGSwechselspannung für einen Wechselspannungseingang des LEISTUNGSUMRICHTERS

3.101

V_{nom} (Wechselspannung) Ausgang

BEMESSUNGSwechselspannung, die an einem Wechselspannungsausgang des LEISTUNGSUMRICHTERS abgegeben wird

3.102

V_{nom} Batterie

BEMESSUNGsgleichspannung für einen Batterieanschluss des LEISTUNGSUMRICHTERS

3.103

V_{op} (Wechselspannung) Eingang

BEMESSUNGSbereich der Eingangsbetriebswechselspannung, über den der LEISTUNGSUMRICHTER nach den Festlegungen betrieben wird

3.104

V_{op} Batterie Eingang

BEMESSUNGSbereich der Batterie-Eingangsbetriebsspannung, über den der LEISTUNGSUMRICHTER nach den Festlegungen betrieben wird

3.105

V_{op} Batterie Ausgang

BEMESSUNGSbereich der Batterieladegleichspannung, die der LEISTUNGSUMRICHTER liefern kann

3.106

V_{op} PV

BEMESSUNGSbereich der PV-Eingangsbetriebsspannung, über den der LEISTUNGSUMRICHTER nach den Festlegungen betrieben wird

3.107

Nassraum

Ort, an dem Wasser oder eine andere leitfähige Flüssigkeit vorhanden sein kann, das (die) möglicherweise die Impedanz des menschlichen Körpers dadurch herabsetzt, dass die Berührung zwischen dem menschlichen Körper und der Einrichtung oder zwischen dem menschlichen Körper und der Umgebung unter feuchten Bedingungen stattfindet

3.108

Betriebsspannung

Spannung, für die ein Stromkreis ausgelegt ist oder die über der Isolierung der Auslegung nach ansteht, wenn der LEISTUNGSUMRICHTER bei BEMESSUNGSversorgungsbedingungen und bei den ungünstigsten bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen betrieben wird

ANMERKUNG 1 Es werden sowohl der Effektivwert als auch periodische Scheitelwerte angegeben.

ANMERKUNG 2 Transienten und Spannungsschwankungen werden vernachlässigt.

ANMERKUNG 3 Es werden sämtliche Ladezustände vom Leerlauf bis zur Volllast berücksichtigt.

4 Allgemeine Prüfanforderungen

4.1 Allgemeines

Die in dieser Norm geforderten Prüfungen dienen dem Nachweis dafür, dass die ZU PRÜFENDEN EINRICHTUNGEN den nach dieser Norm geltenden Anforderungen genügen. In diesem Abschnitt der Norm sind enthalten:

- allgemeine Bedingungen und Anforderungen, unter denen die Prüfungen durchzuführen sind;
- einige Prüfungen, die durchgeführt werden müssen, wobei diese Prüfungen allgemein gelten und sich nicht auf eine bestimmte Art der GEFAHR beziehen (wie z. B. Wärmeprüfungen).

Andere Prüfanforderungen, die für eine bestimmte Art der GEFAHR gelten, befinden sich in den zutreffenden Abschnitten dieser Norm.

Prüfungen an Unterbaugruppen der Einrichtung, die die Anforderungen der zutreffenden, in dieser Norm angegebenen Referenznormen erfüllen und gemäß dieser Normen und unter Bedingungen eingesetzt werden, die nicht strenger sind, als die Bedingungen, die bei den Prüfungen zur Feststellung der Übereinstimmung mit den Referenznormen gelten, brauchen bei den TYPPRÜFUNGEN der gesamten Einrichtung nicht wiederholt zu werden.

Um sicherzustellen, dass die Einrichtung unter den erwarteten Feuchtebedingungen nach Tabelle 6.1 nicht gefährlich wird, wird die ZU PRÜFENDE EINRICHTUNG vor bestimmten Prüfungen, die an anderen Stellen in der vorliegenden Norm festgelegt sind, einer Feuchtigkeitsvorbehandlung unterzogen.

Um sicherzustellen, dass bei Durchführung der Prüfungen die größten und/oder kleinsten festgelegten Umgebungs- oder Prüfwerte vorliegen, müssen Toleranzen und Messunsicherheiten vollständig berücksichtigt werden.

Die Übereinstimmung mit den Anforderungen dieser Norm wird mit der Durchführung aller zutreffenden Prüfungen in dieser Norm nachgewiesen, mit der Ausnahme, dass eine Prüfung unterlassen werden kann, wenn die Untersuchung der Einrichtung schlüssig beweist, dass die Einrichtung die Prüfung bestehen würde.

Prüfungen werden unter REFERENZPRÜFBEDINGUNGEN (siehe 4.2.2) durchgeführt und, wie festgelegt, sowohl unter BESTIMMUNGSGEMÄßEN BEDINGUNGEN als auch unter EINZELFEHLERBEDINGUNGEN.

4.2 Allgemeine Prüfbedingungen

4.2.1 Prüffolge

Wenn es in der vorliegenden Norm nicht anders angegeben ist, ist die Prüffolge wahlfrei. Die ZU PRÜFENDE EINRICHTUNG muss nach jeder Prüfung sorgfältig einer Prüfung auf Beschädigungen unterzogen werden, die eine mögliche GEFAHR im Sinne dieser Norm verursachen. Wenn es in dieser Norm nicht anders festgelegt ist, muss nicht für alle Prüfungen dasselbe Prüfmuster benutzt werden.

4.2.2 Referenzprüfbedingungen

4.2.2.1 Umgebungsbedingungen

Wenn es z. B. unter Berücksichtigung der UMWELTKATEGORIE nach den Festlegungen nach 6.1 in dieser Norm nicht anders angegeben ist, müssen am Prüfort folgende Umgebungsbedingungen vorliegen:

- a) eine Temperatur von 15 °C bis 40 °C;
- b) eine relative Feuchte von höchstens 75 % und mindestens 5 %;
- c) ein Luftdruck zwischen 75 kPa und 106 kPa;
- d) kein Frost, kein Tau, kein Sickerwasser, kein Regen, keine Sonneneinstrahlung usw.

4.2.2.2 Zustand der Einrichtung

Das Produkt, das den TYPPRÜFUNGEN unterzogen wird, muss physikalisch und elektrisch repräsentativ für die zukünftige Fertigung des Produktes sein, so dass die Beurteilung nach dieser Norm die zukünftigen Produktionseinheiten angemessen repräsentiert.

Wenn es nicht anders angegeben ist, muss jede Prüfung an der für den BESTIMMUNGSGEMÄßEN GEBRAUCH zusammengebauten Einrichtung und unter der ungünstigsten Kombination der Bedingungen nach 4.2.2.1 bis 4.2.2.10 geprüft werden. Wenn bestimmte Prüfungen nicht an einer vollständigen ZU PRÜFENDEN EINRICHTUNG durchgeführt werden können, sind Prüfungen an Unterbaugruppen zulässig, sofern nachgewiesen werden kann, dass die zusammengebaute Einrichtung die Anforderungen dieser Norm erfüllt.

4.2.2.3 Lage der Einrichtung

Die Einrichtung muss nach den Herstelleranweisungen und in der Anordnung errichtet worden sein, bei der sich die ungünstigsten Prüfbedingungen ergeben. Dabei müssen die Auswirkungen der Belüftung sowie des Einbaus in Wände, Vertiefungen und Schränke usw. und die Errichtung in der Nähe von Bauwerken, anderen Einrichtungen usw. berücksichtigt werden.

4.2.2.4 Zubehör

Zubehör und vom BEDIENER austauschbare Teile, die vom Hersteller zu beziehen sind oder von diesem zur Verwendung mit der ZU PRÜFENDEN EINRICHTUNG empfohlen werden, müssen entweder angeschlossen sein oder nicht, je nachdem, welcher Zustand ungünstiger ist.

4.2.2.5 Abdeckungen und abnehmbare Teile

Abdeckungen oder Teile, die ohne WERKZEUG abgenommen werden können, müssen entfernt werden oder nicht, je nachdem, welcher Zustand ungünstiger ist.

4.2.2.6 Netzversorgung

Prüfungen, deren Ergebnisse von den Bedingungen der Netzversorgung nicht wesentlich beeinflusst werden, dürfen bei beliebigen BEMESSUNGSversorgungsbedingungen durchgeführt werden. Prüfungen, deren Ergebnisse von den Bedingungen der Netzversorgung wesentlich beeinflusst werden, müssen bei den ungünstigsten Bedingungen der Netzversorgung durchgeführt werden, wobei mehrere BEMESSUNGSbedingungen und Toleranzen für BEMESSUNGSbedingungen zu berücksichtigen sind, wie nachfolgend angegeben:

- a) Spannung: Wenn in der Spezifikation für die ZU PRÜFENDE EINRICHTUNG kein größerer Bereich angegeben ist, gilt eine Toleranz von 90 % bis 110 % der BEMESSUNGSSpannung(en), ansonsten wird der größere Bereich angewendet. Wenn die ZU PRÜFENDE EINRICHTUNG nicht über den gesamten Bereich von 90 % bis 110 % betriebsfähig ist, wird als Toleranzangabe der festgelegte Betriebsbereich übernommen. Eine Prüfung unter Nennversorgungsbedingungen oder unter Versorgungsbedingungen an den Bereichsenden ist nur erforderlich, wenn die Prüfung an den Bereichsenden nicht den ungünstigsten Fall darstellt.
- b) Frequenz: Es sind mehrere BEMESSUNGSfrequenzen zu berücksichtigen (z. B. 50 Hz oder 60 Hz), aber es brauchen gewöhnlich keine Toleranzen um diesen Bereich herum betrachtet zu werden.
- c) Polarität: Wenn das Ergebnis einer bestimmten Prüfung davon beeinflusst werden könnte, müssen EINRICHTUNGEN MIT STECKANSCHLUSS DES TYP A sowohl in bestimmungsgemäßer als auch in umgekehrter Polarität angeschlossen werden.
- d) Erdung: Abhängig vom vorgesehenen Aufbau der Prüfstromversorgung für die ZU PRÜFENDE EINRICHTUNG muss diese entweder geerdet oder ungeerdet sein. Für Einrichtungen, die entweder von einem geerdeten oder einem ungeerdeten Versorgungssystem gespeist werden, muss das Versorgungssystem angewendet werden, was die ungünstigsten Prüfbedingungen liefert, oder die Prüfungen müssen mit beidem Anordnungen durchgeführt werden.
- e) Überstromschutz: Eingänge müssen mit der Überstromschutzeinrichtung ausgerüstet sein, die in der Anlage vorhanden ist, und diese Schutzeinrichtung darf bei keiner Prüfung unter BESTIMMUNGSGEMÄßEN

BEDINGUNGEN ansprechen, sie darf aber unter EINZELFEHLERBEDINGUNGEN während der Prüfung zum Schutz des Systems ansprechen.

4.2.2.7 Versorgungsanschlüsse außer am STROMVERSORGUNGSNETZ

Die Prüfungen müssen bei der ungünstigsten Kombination der Versorgungsbedingungen innerhalb des BEMESSUNGSbereiches (der BEMESSUNGSbereiche) für jeden Versorgungsanschluss unter Berücksichtigung von Spannung, Frequenz, Polarität, Erdung und allen anderen BESTIMMUNGSGEMÄßEN BEDINGUNGEN durchgeführt werden, wenn diese Überlegungen das Prüfergebnis beeinflussen könnten.

Eingänge müssen mit der Überstromschutzeinrichtung ausgerüstet sein, die in der Anlage vorhanden ist, und diese Schutzeinrichtung darf bei keiner Prüfung unter BESTIMMUNGSGEMÄßEN BEDINGUNGEN ansprechen, sie darf aber bei EINZELFEHLERBEDINGUNGEN während der Prüfungen zum Schutz des Systems ansprechen.

Für PV- und Batterieeingänge gelten die folgenden zusätzlichen Anforderungen.

4.2.2.7.1 PV-Versorgungsquellen

Wenn die Prüfergebnisse von der Strom-Spannungs-Kennlinie der Versorgung beeinflusst werden können, muss die verwendete PV-Quelle die Strom-Spannungs-Kennlinie des größten PV-Feldes nachbilden, für das die Einrichtung unter Berücksichtigung von Leerlaufspannung (V_{MAX} PV) und Kurzschlussstrom (I_{SC} PV) bemessen ist.

Prüfungen unter außergewöhnlichen Bedingungen oder Fehlerbedingungen müssen mit einer Quelle durchgeführt werden, die für diesen Eingang den 1,25fachen bis 1,5fachen Wert des höchsten EingangsBEMESSUNGSstromes des LEISTUNGSUMRICHTERS (I_{SC} PV) liefern kann. Falls Überstromschutzeinrichtungen vorhanden oder für den LEISTUNGSUMRICHTER festgelegt sind, dürfen diese nicht verändert werden.

ANMERKUNG Bei der Auswahl der Prüfbedingungen für die PV-Versorgung müssen die Kennwerte der PV-Felder berücksichtigt werden: Wenn die höchste Spannung ansteht, ist der verfügbare Strom am geringsten, und wenn der Höchststrom geliefert wird, ist die Spannung am geringsten. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass jede Prüfung sowohl mit dem Höchststrom als auch mit der Höchstspannung der PV-Quelle durchgeführt wird.

4.2.2.7.2 Batterieeingänge

Batterieeingänge können entweder von einer Gleichstromversorgungsquelle oder von einem Batterieblock versorgt werden; eine Ausnahme bildet die Fehlerprüfung, bei der die Höhe des fließenden Fehlerstromes die Prüfergebnisse beeinflussen kann und bei der ein Batterieblock einer Größe eingesetzt werden muss, die gewöhnlich mit dem Produkt angewendet wird.

4.2.2.8 Bedingungen für die Ausgangsanschlüsse beim Laden

Die Prüfungen müssen unter den ungünstigsten Ladebedingungen innerhalb des BEMESSUNGSbereiches (der BEMESSUNGSbereiche) für jeden Anschluss unter Berücksichtigung von Spannung, Frequenz, Polarität, Erdung, Laststrom und Lastart und allen anderen BESTIMMUNGSGEMÄßEN BEDINGUNGEN durchgeführt werden, wenn diese Merkmale das Prüfergebnis beeinflussen können. Ein Wechselstromausgang muss zum Erzielen des höchsten BEMESSUNGSwertes der Ausgangsleistung oder des Ausgangsstromes, je nachdem, welcher Fall ungünstiger ist, mit einer (oder mehreren) linearen Widerstandslast(en) oder Blindlast(en) belastet werden. Ein Gleichstromausgang (z. B. eine Batterieladeausgang oder ein Gleichspannungsladeanschluss) muss zum Erzielen des höchsten BEMESSUNGSwertes der Ausgangsleistung oder des Ausgangsstromes, je nachdem, welcher Fall ungünstiger ist, mit einer (oder mehreren) Widerstandslast(en) belastet werden. Bei Anschlüssen, die für eine Verbindung mit einer Batterie vorgesehen sind, muss anstelle der Last oder parallel zu dieser eine Batterie verwendet werden, wenn die Prüfergebnisse dadurch beeinflusst werden können.

Wenn es in der vorliegenden Norm nicht anders festgelegt ist, müssen die Ladebedingungen für folgende Dauer aufrechterhalten bleiben:

- bei Dauerbetrieb bis Beharrungsbedingungen erreicht sind, mit der Ausnahme einer Prüfung, bei der der PV-Eingang die einzige Stromquelle ist; dann ist die Prüfung auf 7 h bei voller Leistung (annähernd ein Sonnentag) beschränkt;
- bei Aussetzbetrieb bis bei BEMESSUNGSWERTEN der „EIN“- und „AUS“-Zeiten Beharrungsbedingungen erreicht sind;
- bei Kurzzeitbetrieb für die Dauer der BEMESSUNGSbetriebszeit.

4.2.2.9 Erdungsanschlüsse

SCHUTZLEITERANSCHLÜSSE, falls vorhanden, müssen an Erde angeschlossen sein. FUNKTIONSERDUNGSANSCHLÜSSE dürfen an Erde angeschlossen sein oder nicht, je nachdem, welcher Fall ungünstiger ist.

4.2.2.10 Steuer- und Regeleinrichtungen

Steuer- und Regeleinrichtungen, die der BEDIENER einstellen kann, müssen auf eine beliebige Stellung eingestellt werden, außer

- a) Netzspannungswähler, die auf den richtigen Wert eingestellt werden müssen, wenn es in dieser Norm nicht anders angegeben ist;
- b) es dürfen keine Kombinationen von Einstellungen vorgenommen werden, wenn sie durch Herstelleranweisungen, die mit der Einrichtung geliefert werden, verboten sind.

4.2.2.11 Verfügbarer Kurzschlussstrom

Wenn die Prüfergebnisse beeinflusst werden können, muss die Kurzschlussfestigkeit der bei der Prüfung benutzten Quelle berücksichtigt werden. Wenn ein hoher verfügbarer Kurzschlussstrom als ungünstigste Prüfbedingung angesehen wird, darf die Kurzschlussfestigkeit der Quelle nicht geringer sein als der höchste Kurzschlussstrom, für den der LEISTUNGSUMRICHTER ausgelegt ist.

ANMERKUNG Bei einigen Prüfungen kann ein geringerer Wert als der höchste Kurzschlussstrom der ungünstigste Fall sein, wenn sich dadurch z. B. die Prüfdauer verlängert.

4.3 Wärmeprüfungen

4.3.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt legt Anforderungen fest, die GEFAHREN verhindern sollen, aufgrund von:

- BERÜHRBAREN Teilen, deren Temperatur sichere Temperaturen übersteigt und
- Bauelementen, Teilen, Isolierung und Kunststoffen mit so hohen Temperaturen, so dass sich beim BESTIMMUNGSGEMÄßEN GEBRAUCH während der erwarteten Lebensdauer der Einrichtung elektrische, mechanische oder andere Eigenschaften verschlechtern können und
- Konstruktionen und Montageflächen mit so hohen Temperaturen, so dass sich während der erwarteten Lebensdauer der Einrichtung die Werkstoffe verschlechtern können.

4.3.2 Höchsttemperaturen

Werkstoffe und Bauteile müssen so ausgewählt werden, dass unter den strengsten BEMESSUNGSbetriebsbedingungen die Temperaturen die nachfolgenden Grenzwerte nicht überschreiten.

Die Prüfung erfolgt durch Temperaturmessung unter den in 4.2 angegebenen Bedingungen für jede BEMESSUNGSbetriebsbedingung oder jede Betriebsart des LEISTUNGSUMRICHTERS, die die resultierenden Temperaturen beeinflussen können.

Die nachfolgend festgelegten Temperaturgrenzwerte sind Grenzwerte der Gesamttemperatur (keine Grenzwerte für den Temperaturanstieg). Die Prüfung von Einrichtungen, die für den Einsatz bei Umgebungstemperaturen bis 40 °C bemessen sind, dürfen bei jeder Umgebungstemperatur in dem in 4.2.2.1 angegebenen Bereich durchgeführt werden. In diesem Fall muss für einen Vergleich mit den nachfolgend angegebenen Grenzwerten die Differenz zwischen dem höchsten BEMESSUNGSWERT der Umgebungstemperatur und der Umgebungstemperatur bei der Prüfung von den gemessenen Temperaturen abgezogen oder zu diesen hinzuaddiert werden (wie zutreffend).

LEISTUNGSUMRICHTER für einen Einsatz bei dauerhaft herrschenden Umgebungstemperaturen von mehr als 40 °C müssen beim höchsten BEMESSUNGSWERT der Umgebungstemperatur ± 5 °C geprüft werden. Wenn die Umgebungstemperatur bei der Prüfung nicht genau dem höchsten BEMESSUNGSWERT der Umgebungstemperatur entspricht, muss für einen Vergleich mit den nachfolgend angegebenen Grenzwerten die Differenz zwischen dem höchsten BEMESSUNGSWERT der Umgebungstemperatur und der Umgebungstemperatur bei der Prüfung von den gemessenen Temperaturen abgezogen oder zu diesen hinzuaddiert werden (wie zutreffend).

LEISTUNGSUMRICHTER mit verschiedenen AusgangsbEMESSUNGSDATEN oder mit automatischer Leistungsmin- derung bei unterschiedlichen Umgebungstemperaturen müssen unter so vielen Bedingungen geprüft werden, wie es für die Aufzeichnung der ungünstigsten Temperaturen notwendig ist.

Bei der Wärmeprüfung unter BESTIMMUNGSGEMÄßEN BEDINGUNGEN dürfen Schutzeinrichtungen nicht ansprechen.

Temperaturen sind mit Thermoelementen zu messen, mit der Ausnahme, dass bei Spulen das Verfahren der Widerstandsänderung angewendet werden darf.

Grenzwerte:

- für Spulen und deren Isoliersysteme gelten die Temperaturgrenzwerte nach Tabelle 4.1;
- für andere Bauteile dürfen die gemessenen Temperaturen den niedrigsten Werte folgender Temperaturen nicht überschreiten:
 - dem Wert in den zutreffenden Bauteilnormen der IEC;
 - die vom Hersteller angegebene BEMESSUNGSbetriebstemperatur für Bauteile oder Werkstoffe;
 - wenn keiner der beiden Werte angegeben ist, gelten die in Tabelle 4.2 angegebenen Grenzwerte;
- für Flächen an oder neben der ZU PRÜFENDEN EINRICHTUNG gelten die in Tabelle 4.3 angegebenen Grenzwerte.

Tabelle 4.1 – Grenzwerte der Gesamttemperatur von Spulen und deren Isoliersysteme

Klasse der Isolierung (siehe IEC 62114)	Grenzwerte für Messungen mit ober- flächenmontierten Thermoelementen	Grenzwerte für das Widerstandsver- fahren und Messungen mit mehreren eingebauten Thermoelementen
Klasse A (105)	90 °C	95 °C
Klasse E (120)	105 °C	110 °C
Klasse B (130)	110 °C	120 °C
Klasse F (155)	130 °C	140 °C
Klasse H (180)	150 °C	160 °C
Klasse N (200)	165 °C	175 °C
Klasse R (220)	180 °C	190 °C
Klasse S (240)	195 °C	205 °C

ANMERKUNG Es wird vorausgesetzt, dass oberflächenmontierte Thermoelemente nicht an heißen Stellen angebracht sind. Mehrere eingebaute Thermoelemente sind zur Aufnahme von Temperaturen von heißen Stellen besser geeignet. Das Widerstands- verfahren führt zu einer mittleren Temperatur für die spezifische Wicklung, deren Widerstandsanstieg gemessen wurde.

Tabelle 4.2 – Grenzwerte der Gesamttemperatur für Werkstoffe und Bauteile, für die keine BEMESSUNGSDATEN des Herstellers und Bauteilnormen vorliegen (siehe 4.3.2)

Werkstoffe und Bauteile	Grenzwert
Kondensatoren – Elektrolytkondensatoren	65 °C
Kondensatoren – außer Elektrolytkondensatoren	90 °C
VerdrahtungsANSCHLÜSSE für äußere Verbindungen ^a	60 °C
Jede Stelle am oder im Verdrahtungsraum, die von äußeren Leitern berührt werden können ¹	60 °C
Isolierte Leiter innerhalb des LEISTUNGSUMRICHTERS	Bemessungstemperatur
Sicherungen	90 °C
Leiterplatten	105 °C
Isolierstoffe	90 °C
^a Die an den ANSCHLÜSSEN und an Stellen innerhalb eines Anschlusskastens oder eines Verdrahtungsraumes einer Einheit gemessene Temperatur kann die festgelegten Werte überschreiten, wenn die Aufschriften nach 5.1.9 eine Verdrahtung mit einer geeigneten BEMESSUNG für hohe Temperaturen fordern. In diesem Fall sind die an den ANSCHLÜSSEN und im Verdrahtungsraum gemessenen Temperaturen auf die TemperaturBEMESSUNGSDATEN der Verdrahtung begrenzt, die auf der Aufschrift gefordert werden.	

Tabelle 4.3 – Grenzwerte der Gesamttemperatur für Flächen

Ort	Zusammensetzung der Fläche	
	Metallisch	Nichtmetallisch ^b
Handgriffe oder Knöpfe, die zum Anheben, Tragen oder Halten von tragbaren LEISTUNGSUMRICHTERN oder Teilen eines LEISTUNGSUMRICHTERS angefasst werden ^a	50 °C	60 °C
Handgriffe oder Knöpfe von LEISTUNGSUMRICHTERN, die berührt werden, aber nicht zum Anheben, Tragen oder Halten ^a dienen, und andere Flächen, die berührt und von Anwender gewartet werden	60 °C	85 °C
Flächen von LEISTUNGSUMRICHTERN, die gelegentlich berührt werden	70 °C	95 °C
Flächen von LEISTUNGSUMRICHTERN, die gelegentlich berührt werden und die Aufschrift für eine heiße Fläche nach Tabelle D.1 tragen	90 °C	95 °C
Fläche, auf denen ein LEISTUNGSUMRICHTER befestigt ist, und Flächen neben der montierten Einheit	90 °C	90 °C
^a Ein Handgriff, ein Knopf oder ein ähnliches Bauteil aus anderem Werkstoff als Metall, das mit Metall mit einer Dicke von höchstens 0,127 mm beschichtet oder plattiert ist, wird als nichtmetallisches Teil eingestuft. ^b Nichtmetallische Werkstoffe dürfen nicht oberhalb ihrer TemperaturBEMESSUNGSDATEN eingesetzt werden.		

4.4 Prüfung unter EINZELFEHLERBEDINGUNGEN

4.4.1 Allgemeines

Eine Prüfung unter EINZELFEHLERBEDINGUNGEN wird durchgeführt um nachzuweisen, dass bei erwarteten Fehlerbedingungen, wie sie beim bestimmungsgemäßen Betrieb oder bei einem erwarteten Missbrauch auftreten können, keine GEFAHREN entstehen.

Es sind Fehlerprüfungen durchzuführen, wenn nicht schlüssig nachgewiesen werden kann, dass aus einer bestimmten Fehlerbedingung keine GEFAHR entsteht, oder wenn nicht anstelle der Fehlerprüfung alternative Verfahren zur Prüfung der Übereinstimmung festgelegt sind.

Die Prüfung erfolgt anhand der Kriterien in 4.4.3 nach jeder der in 4.4.4 festgelegten Prüfungen unter den in 4.4.2 festgelegten Bedingungen.

4.4.2 Prüfbedingungen und Prüfdauer für die Prüfung unter Fehlerbedingungen

4.4.2.1 Allgemeines

Die Einrichtung muss mit der Kombination der Bedingungen in 4.2 betrieben werden, die für die durchgeführte Fehlerprüfung am ungünstigsten ist.

ANMERKUNG Bei der Konfiguration der Quellen für die Fehlerprüfung ist zu beachten, dass für manche Fehlerprüfungen eine Quelle, die auf einen geringeren Wert als den höchsten BEMESSUNGSstrom oder die höchste BEMESSUNGSleistung für diesen Eingang des LEISTUNGSUMRICHTERS begrenzt ist, eine strengere Bedingung darstellen kann als eine Quelle mit dem höchsten BEMESSUNGSstrom. Unter diesen begrenzten Bedingungen kann die Prüfdauer länger und die Erwärmung im Fehlerpfad stärker sein. An einem PV-Eingang kann z. B. die Prüfung mit einem nachgebildeten Feld, das auf einen geringeren Wert als $I_{SC\ max}$ begrenzt ist, strenger sein.

Es darf jeweils nur eine Fehlerbedingung gleichzeitig angewendet werden und die Fehlerbedingungen müssen nacheinander in einer beliebigen Reihenfolge angewendet werden. Es dürfen nicht gleichzeitig mehrere Fehler angelegt werden, es sei denn, sie sind Folge des angewendeten Fehlers. Für jede einzelne durchgeführte Fehlerprüfung dürfen andere Prüfmuster der ZU PRÜFENDEN EINRICHTUNG benutzt werden oder es darf für viele Prüfungen dasselbe Prüfmuster benutzt werden, wenn Beschädigungen durch vorangegangene Fehlerprüfungen repariert wurden oder diese die Ergebnisse weiterer Prüfungen nicht beeinflussen.

4.4.2.2 Prüfdauer

Die Einrichtung muss betrieben werden, bis eine weitere Veränderung infolge des angelegten Fehlers unwahrscheinlich ist, wie es (z. B.) durch das Auslösen einer Einrichtung entschieden wird, mit dem die Einwirkung des Fehlers beseitigt wird, durch Stabilisierung von Temperaturen usw.

Wenn eine nicht rücksetzbare, eine von Hand rücksetzbare oder eine automatisch rücksetzende Schutzeinrichtung oder Schaltung so anspricht, dass die Fehlerbedingung unterbrochen oder abgemildert wird, gilt folgende Prüfdauer:

- für automatisch rücksetzende Einrichtungen oder Schaltungen: es wird ein Zyklus mit einer Ein- und einer Abschaltung der Schutzeinrichtung durchlaufen, bis keine weitere Änderung infolge des angelegten Fehlers mehr wahrscheinlich ist, bis das Endergebnis erzielt wird oder bis sich die Temperatur stabilisiert;
- für von Hand rücksetzbare Einrichtungen oder Schaltungen: drei Zyklen, wobei die Einrichtung oder Schaltung nach dem Auslösen möglichst schnell zurückgesetzt wird;
- für nicht rücksetzbare Einrichtungen oder Schaltungen: ein Zyklus.

4.4.3 Übereinstimmung nach dem Anwenden von Fehlerbedingungen

4.4.3.1 Schutz gegen die GEFAHR eines elektrischen Schlages

Die Übereinstimmung mit den Anforderungen an den Schutz gegen elektrischen Schlag wird nach der Anwendung eines einzelnen Fehlers wie folgt geprüft:

- a) *mit den Messungen nach 7.3.6.3.3 zur Prüfung, dass keine BERÜHRBAREN leitfähigen Teile berührungsgefährlich geworden sind und*
- b) *mit der Prüfung der Spannungsfestigkeit nach 7.5.2 (ohne Feuchtigkeitsvorbehandlung) in den folgenden Fällen:*
 - i) *für VERSTÄRKTE oder DOPPELTE ISOLIERUNG mit dem Prüfpegel für BASISISOLIERUNG und*
 - ii) *für BASISISOLIERUNG in Einrichtungen der SCHUTZKLASSE I mit dem Prüfpegel für BASISISOLIERUNG, wenn nicht nachgewiesen werden kann, dass der Fehler nicht zu einer Beschädigung des SCHUTZERDUNGSLEITERS oder -ANSCHLUSSES oder der SCHUTZVERBINDUNG führt und*

- c) durch Sichtprüfung des GEHÄUSES um sicherzustellen, dass keine Beschädigung den Zugang zu Teilen ermöglicht, die GEFÄHRlich AKTIV sind oder eine mechanische GEFAHR darstellen.

4.4.3.2 Schutz gegen Brandausbreitung

Die Übereinstimmung mit den Anforderungen an den Schutz gegen Brandausbreitung wird geprüft, indem die Einrichtung bei der Fehlerprüfung auf weißes Seidenpapier auf einer Weichholzfläche gestellt und mit Gaze oder Mull abgedeckt wird. Als Alternative braucht die Gaze oder der Mull nur über die Öffnungen von großen Einrichtungen gelegt werden.

Aus der BRANDSCHUTZUMHÜLLUNG dürfen kein geschmolzenes Metall, keine brennende Isolierung, keine brennenden oder glühenden Teilchen fallen und das Seidenpapier, die Gaze oder der Mull darf nicht verkohlen, glühen oder brennen.

4.4.3.3 Schutz gegen andere GEFAHREN

Die Übereinstimmung mit den Anforderungen an den Schutz gegen andere GEFAHREN nach der Durchführung der Fehlerprüfungen wird geprüft, wie es an anderen Stellen der vorliegenden Norm festgelegt ist.

4.4.3.4 Schutz gegen GEFAHREN durch das Herausschleudern von Teilen

Der Ausfall von Bauteilen innerhalb des LEISTUNGSUMRICHTERS darf nicht dazu führen, dass Teile aus dem GEHÄUSE des LEISTUNGSUMRICHTERS mit so viel Energie herausgeschleudert werden, dass eine GEFAHR entsteht, wie z. B. das Herausschleudern von Werkstoff in einen Bereich, in dem sich Personen aufhalten.

4.4.4 Anzuwendende EINZELFEHLERBEDINGUNGEN

4.4.4.1 Fehlerprüfungen für Bauteile

Mit einer Schaltungsanalyse werden Bauteile (einschließlich Isoliersysteme) identifiziert, deren Fehler zu einer BrandGEFAHR oder zur GEFAHR eines elektrischen Schlages führen würden. Bei der Analyse müssen die Auswirkungen von Kurzschluss- und Leerlaufbedingungen des Bauteils untersucht werden. Auf der Grundlage der Analyse müssen bei den entsprechenden Bauteilen Fehler in einer Weise verursacht werden, wie sie auch im Einsatz auftreten würden. Wenn keine Fehlerart vorherrscht, braucht bei den Bauteilen nur eine einzige Fehlerart verursacht zu werden (Kurzschluss oder Leerlauf).

Es werden folgende Fehler nachgebildet:

- a) Kurzschluss oder Leerlauf des entsprechenden Bauteils;
- b) Kurzschluss oder Leerlauf jedes Bauteils oder jeder Isolierung, bei dem (der) der Fehler die ZUSÄTZLICHE oder VERSTÄRKTE ISOLIERUNG nachteilig beeinflussen könnte;
- c) außerdem gilt, wenn es nach Verfahren 2 von 9.1.1 gefordert wird, dass Bauteile, von denen eine BrandGEFAHR ausgehen kann, zu überlasten sind, wenn sie nicht den Anforderungen von 9.1.3 entsprechen.

ANMERKUNG 1 Eine Überlastungsbedingung ist jede Bedingung zwischen bestimmungsgemäßer Last und Höchststrom bis zum Kurzschluss.

ANMERKUNG 2 Die Fehlerprüfung von Bauteilen braucht nicht an Bauteilen durchgeführt zu werden, für die bei anderen Fehlerprüfungen wie bei Kurzschlussprüfungen am Ausgang gleichwertige Prüfungen ausgeführt wurden.

4.4.4.2 Einrichtungen oder Teile für den Kurzzeit- oder Aussetzbetrieb

Bauteile wie Motoren, Relais, sonstige elektromagnetische Einrichtungen und Heizgeräte, die gewöhnlich nur im Aussetzbetrieb betrieben werden, müssen dauerhaft betrieben werden, wenn eine EINZELFEHLERBEDINGUNG einen Dauerbetrieb zur Folge haben kann.

4.4.4.3 Motoren

Motoren müssen bei voll anliegender Spannung blockiert oder am Anlauf gehindert werden, je nachdem, welcher Zustand ungünstiger ist.

4.4.4.4 Kurzschlussprüfungen von Transformatoren

Die Ausgangswicklungen von Transformatoren müssen nacheinander jeweils einzeln kurzgeschlossen werden. Ein Transformator, der bei einer Prüfung beschädigt wird, darf vor der nächsten Prüfung repariert oder ersetzt werden.

4.4.4.5 Kurzschluss des Ausgangs

Jeder Ausgang des LEISTUNGSUMRICHTERS und jeder Abschnitt eines Ausgangs mit Abgriffen muss nacheinander jeweils einzeln geprüft werden, um Kurzschlüsse in der Last nachzubilden. Überstromschutzeinrichtungen im LEISTUNGSUMRICHTER oder wie in den Errichtungsanweisungen festgelegt, müssen während dieser Prüfung angeschlossen bleiben. Alle anderen Ausgänge werden entweder belastet oder nicht, je nachdem, welche Lastbedingung beim BESTIMMUNGSGEMÄßEN GEBRAUCH ungünstiger ist.

Zusätzlich zu den Anforderungen in 4.4.3 sind die Kurzschlussströme aufzuzeichnen und wenn sie den höchsten Bemessungsstrom des Stromkreises überschreiten, muss der gemessene Höchststrom für die Koordination der Überstromschutzeinrichtungen der äußeren Leiter des Stromkreises im Errichtungshandbuch angegeben werden (siehe 5.3.2).

4.4.4.6 Stromrückspeisungsprüfung für Einrichtungen mit mehreren Versorgungsquellen

Bei Einrichtungen, die gleichzeitig an mehrere Versorgungsquellen angeschlossen werden sollen, muss jeder Eingang des LEISTUNGSUMRICHTERS nacheinander jeweils einzeln geprüft werden um nachzuweisen, ob gefährliche Bedingungen dazu führen können, dass unter Fehlerbedingungen Strom von einer Versorgungsquelle in die Eingangsverdrahtung einer anderen Quelle fließen kann.

Wird der LEISTUNGSUMRICHTER unter BESTIMMUNGSGEMÄßEN BEDINGUNGEN betrieben, muss ein Kurzschluss an den Eingangsanschlüssen des betreffenden Eingangsstromkreises angewendet werden, wobei alle anderen vorgesehenen Quellen an den LEISTUNGSUMRICHTER über Überstromschutzeinrichtungen (soweit vorhanden) angeschlossen werden, die in der Anlage vorhanden sind. Der Kurzschluss ist mit einer Kurzschlusseinrichtung mit einer kurzen Länge und der Leiterart und dem Leiterquerschnitt an den Eingangsanschlüssen auszuführen, wie sie gewöhnlich für die Verbindung mit diesem Eingang verwendet werden. Die Kurzschlusseinrichtung muss eine angemessene Stromfestigkeit aufweisen und die Impedanz muss so gering sein (bezogen auf den Leiter), dass die Prüfergebnisse nicht wesentlich beeinflusst werden.

Zusätzlich zu den Anforderungen in 4.4.3 sind die Kurzschlussströme aufzuzeichnen und wenn sie den höchsten BEMESSUNGSstrom des Stromkreises überschreiten, muss der gemessene Höchststrom für die Koordination der Überstromschutzeinrichtungen der äußeren Leiter des Stromkreises im Errichtungshandbuch angegeben werden (siehe 5.3.2).

4.4.4.7 Überlastung des Ausgangs

Jeder Ausgang des LEISTUNGSUMRICHTERS und jeder Abschnitt eines Ausgangs mit Abgriffen wird nacheinander jeweils einzeln überlastet. Die anderen Wicklungen werden entweder belastet oder nicht, je nachdem, welche Lastbedingung beim BESTIMMUNGSGEMÄßEN GEBRAUCH ungünstiger ist. Eine Überlastung wird erzeugt, indem ein einstellbarer Widerstand über der Wicklung angeschlossen wird. Der Widerstand wird so schnell wie möglich eingestellt und gegebenenfalls nach 1 min erneut eingestellt, um die angelegte Überlastung aufrechtzuerhalten. Anschließend ist keine weitere Einstellung zulässig.

Wenn der Überstromschutz durch eine den Strom unterbrechende Einrichtung oder Schaltung gewährleistet wird, ist der Überlastprüfstrom der Höchststrom, den die Überstromschutzeinrichtung für 1 h gerade noch führen kann. Wenn dieser Wert nicht aus der Spezifikation abgeleitet werden kann, ist er durch Prüfung zu ermitteln. Vor der Prüfung wird die Einrichtung außer Betrieb gesetzt oder durch eine Verbindung mit vernachlässigbarer Impedanz ersetzt.

Bei Einrichtungen, die so ausgelegt sind, dass die Ausgangsspannung zusammenbricht, wenn ein bestimmter Überlaststrom erreicht wird, wird die Überlastung langsam erhöht, bis zu dem Punkt kurz bevor die Ausgangsspannung zusammenbricht.

In allen anderen Fällen ist die Belastung die höchste Ausgangsleistung, die der Transformator abgeben kann.

4.4.4.8 Kühlung

Die Kühlung der Einrichtung muss nacheinander mit folgenden Fehlern eingeschränkt werden:

- a) Lufteinlässe müssen verschlossen oder teilweise verschlossen werden;
- b) Kühlgebläse müssen nacheinander blockiert oder abgeschaltet werden;
- c) die Kühlung durch einen Wasserkreislauf oder andere Kühlmittel muss blockiert oder teilweise eingeschränkt werden.

4.4.4.9 Heizgeräte

In Einrichtungen mit Heizgeräten müssen nacheinander folgende Fehler angewendet werden:

- a) Zeitschaltuhren, die die Heizdauer beschränken, müssen umgangen werden und der Heizstromkreis muss ununterbrochen an Spannung anliegen;
- b) bei Temperaturregeleinrichtungen oder -schaltungen müssen EINZELFEHLERBEDINGUNGEN so angewendet werden, dass die Regelung der Heizeinrichtung versagt. Übertemperaturschutzeinrichtungen nach 14.3 müssen bei der Prüfung in Betrieb bleiben.

4.4.4.10 Sicherheitsverriegelungssysteme

Jeder Teil eines Verriegelungssystems zum Schutz des BEDIENERS muss nacheinander kurzgeschlossen oder im Leerlauf betrieben werden um zu ermitteln, ob das System den Zugang zu GEFAHREN weiterhin verhindert, wenn eine Abdeckung, usw. ohne Anwendung eines WERKZEUGES entfernt werden kann.

4.4.4.11 Umgekehrt gepolte Gleichspannungsanschlüsse

Wenn nicht die Verbindungsmittel eine Umpolung verhindern, muss die äußere Gleichspannungsverbindung mit umgekehrter Polarität hergestellt werden.

4.4.4.12 Fehleinstellung des Spannungswählers

Bei Einrichtungen mit einem Spannungswähler zur Einstellung auf die Versorgungsspannung muss die Stellung des Spannungswählers in jede Schaltstellung möglich sein, wenn die Einrichtung an einen ihrer BEMESSUNGSversorgungsstromkreise angeschlossen ist.

4.4.4.13 Fehlverdrahtung mit falscher Phasenfolge oder falscher Polarität

Wenn der Anschluss an die Wechselstromversorgung mit falscher Phasenfolge oder falscher Polarität einer geerdeten einphasigen Versorgung zu einer GEFAHR führen kann, muss eine Fehlverdrahtungsprüfung durchgeführt werden.

4.4.4.14 Kurzschlussprüfung von Leiterplatten

Wenn es nach 7.3.7.7 zulässig ist, muss FUNKTIONISOLIERUNG auf Leiterplatten, die durch Abstände bereitgestellt wird, die kleiner sind als nach Tabelle 7.7 und 7.8 festgelegt (siehe 7.3.7.7), wie nachfolgend beschrieben, einer TYPPRÜFUNG unterzogen werden.

Jede Stelle mit verringerten Abständen muss nacheinander jeweils einzeln kurzgeschlossen werden und der Kurzschluss muss aufrechterhalten bleiben, bis keine weitere Beschädigung mehr stattfindet. Ein in den LEISTUNGSUMRICHTER eingebauter Überstromschutz oder ein Überstromschutz, der zusammen mit dem LEISTUNGSUMRICHTER verwendet werden muss, darf ansprechen. Während und nach jeder Prüfung muss der LEISTUNGSUMRICHTER den Anforderungen von 4.4.3 entsprechen.

4.5 Feuchtigkeitsvorbehandlung

4.5.1 Allgemeines

Wenn es in anderen Abschnitten der vorliegenden Norm als Vorbehandlung für eine andere Prüfung gefordert wird, muss die ZU PRÜFENDE EINRICHTUNG folgender Feuchtigkeitsvorbehandlung unterzogen werden.

4.5.2 Bedingungen

Die Einrichtung wird bei der Vorbehandlung nicht betrieben. Elektrische Bauteile, Abdeckungen und sonstige Teile, die von Hand abgenommen werden können, werden entfernt und zusammen mit dem Hauptteil der Feuchtigkeitsvorbehandlung unterzogen.

Die Vorbehandlung wird in einer Klimakammer durchgeführt, die Luft mit einer relativen Feuchte von $92,5 \% \pm 2,5 \%$ enthält. Die Lufttemperatur in der Kammer wird bei $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ gehalten. Bevor die Einrichtung der Feuchtigkeit ausgesetzt wird, wird sie auf eine Temperatur von $42\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ gebracht, gewöhnlich indem sie vor der Feuchtigkeitsbehandlung mindestens 4 h lang bei dieser Temperatur gelagert wird. Die Luft in der Kammer wird umgewälzt und die Kammer ist so aufgebaut, dass sich auf der Einrichtung kein Kondensat niederschlägt.

Vor der Durchführung der Prüfung, für die die Vorbehandlung gefordert wurde, bleibt die Einrichtung 48 h in der Kammer, wird anschließend herausgenommen und kann sich unter den Umgebungsbedingungen nach 4.2.2.1 2 h lang erholen, wobei die Abdeckungen von nicht belüfteten Einrichtungen abgenommen werden.

4.6 Spannungsrückspeisungsschutz

Unter BESTIMMUNGSGEMÄßEN BEDINGUNGEN und unter EINZELFEHLERBEDINGUNGEN dürfen an den Anschlüssen keiner Quelle GEFÄHRLICHE SPANNUNGEN oder ENERGIEPEGEL auftreten, wobei diese Quelle abgeschaltet oder abgetrennt wird. Die Abschaltung oder Abtrennung der zu prüfenden Quelle wird als BESTIMMUNGSGEMÄßE BEDINGUNG betrachtet und nicht als angewendeter Fehler.

Der LEISTUNGSUMRICHTER wird mit allen so angeschlossenen und unter Spannung stehenden Quellen durchgeführt, die beim bestimmungsgemäßen Betrieb vorhanden sind.

Innere Quellen (z. B. innere Batterien), die nicht ohne Zugang zum Inneren des LEISTUNGSUMRICHTERS mit einem WERKZEUG abgetrennt oder abgeschaltet werden können, müssen nicht geprüft werden.

Ein Halbleiterbauelement, das zwischen einzelnen Quellen angeschlossen ist, ist kurzzuschließen und dieser Kurzschluss ist nicht als Fehler anzusehen. Weitere Einzelfehler sind anzuwenden.

4.6.1 Rückspeisungsprüfungen unter BESTIMMUNGSGEMÄßEN BEDINGUNGEN

Jede Eingangsquelle muss einzeln geprüft werden, indem die Quelle zuerst abgetrennt und dann abgeschaltet wird (falls möglich).

ANMERKUNG Die Abschaltung soll Bedingungen nachbilden, unter denen die Quelle keine Spannung oder keinen Strom liefert, aber die Versorgungseinrichtung und andere Lasten an diesen Stromkreis angeschlossen bleiben, was zu einer geringen Impedanz für den LEISTUNGSUMRICHTER führen kann, im Gegensatz zu der hohen Impedanz, wenn die Quelle abgetrennt ist. Beispiele für eine abgeschaltete Quelle sind ein PV-Feld ohne Lichteinfall und ein Ausfall des Netzstromkreises.

4.6.2 Rückspeisungsprüfungen unter EINZELFEHLERBEDINGUNGEN

Die Prüfungen in 4.6.1 werden für jede betrachtete EINZELFEHLERBEDINGUNG wiederholt. Anzuwendende Fehler werden auf der Grundlage der Analyse des Schaltungsaufbaus unter besonderer Beachtung von Einrichtungen ausgewählt, die Energie zwischen unterschiedlichen Quellen steuern oder übertragen.

4.6.3 Einhaltung der Anforderungen bei den Rückspeisungsprüfungen

Der LEISTUNGSUMRICHTER entspricht den Anforderungen, wenn bei den Prüfungen in 4.6.1 und 4.6.2 die geprüfte Quelle keine GEFÄHRliche SPANNUNG oder keinen GEFÄHRlichen ENERGIEPEGEL an die Anschlüsse des LEISTUNGSUMRICHTERS abgibt. Messungen werden 15 s oder 1 s nach der Abschaltung oder der Abtrennung der Quelle wie folgt vorgenommen:

- 15 s für Quellen, die fest verdrahtet angeschlossen sind;
- 1 s für Quellen, die mit Anschlussleitungen oder Steckverbindern angeschlossen sind und ohne Anwendung eines WERKZEUGES abgetrennt werden können.

4.7 Prüfungen der elektrischen BEMESSUNGSDATEN

4.7.1 Eingangsbemessungsdaten

Beim Betrieb unter den REFERENZPRÜFBEDINGUNGEN nach 4.2.2 darf der gemessene Eingangsdauerstrom oder die gemessene Eingangsdauerleistung, wie zutreffend, die angegebenen Eingangsbemessungsdaten um höchstens 10 % überschreiten.

4.7.2 Ausgangsbemessungsdaten

Beim Betrieb unter den REFERENZPRÜFBEDINGUNGEN nach 4.2.2 muss jeder Ausgangsanschluss des LEISTUNGSUMRICHTERS seine angegebenen BEMESSUNGSDATEN der Ausgangsleistung oder des Ausgangsstromes, wie zutreffend, liefern können, ohne dass Überstromschutzeinrichtungen ansprechen und ohne dass eine Abschaltung aufgrund des Ansprechens von Übertemperaturschutzsystemen erfolgt. Der gemessene Dauerausgangsstrom oder die gemessene Dauerausgangsleistung, wie zutreffend, darf die angegebenen Ausgangsbemessungsdaten um höchstens 10 % überschreiten.

5 Aufschriften und Dokumentation

5.1 Aufschriften

5.1.1 Allgemeines

Einrichtungen müssen Aufschriften nach den Festlegungen in 5.1 bis 5.2 tragen.

Mit Ausnahme der Aufschriften auf inneren Teilen müssen diese Aufschriften nach der Errichtung von außen sichtbar sein oder sie müssen nach dem Entfernen einer Abdeckung oder Öffnen einer Tür ohne Zuhilfenahme eines WERKZEUGES sichtbar sein, wenn die Abdeckung oder die Tür vom BEDIENER zu entfernen oder zu öffnen ist. Aufschriften, die für die Einrichtung insgesamt gelten, dürfen nicht auf vom BEDIENER ohne Verwendung eines WERKZEUGES entfernbaren Teilen angebracht sein.

Für Einrichtung, die auf Gestellen oder Schaltfeldern montiert werden, sind Aufschriften auf einer Fläche zulässig, die nach Entfernung der Einrichtung aus dem Gestell oder dem Schaltfeld sichtbar wird.

Grafische Symbole dürfen verwendet werden und müssen gegebenenfalls Tabelle 1 oder IEC 60417 entsprechen. Sie müssen in der mit dem LEISTUNGSSUMRICHTER gelieferten Dokumentation erklärt werden.

Die Prüfung erfolgt durch Sichtprüfung.

5.1.2 Haltbarkeit von Aufschriften

Die in diesem Abschnitt auf dem LEISTUNGSSUMRICHTER geforderten Aufschriften müssen unter den Bedingungen des BESTIMMUNGSGEMÄßEN GEBRAUCHS deutlich und lesbar bleiben und den Wirkungen der vom Hersteller angegebenen Reinigungsmittel standhalten.

Die Übereinstimmung wird durch Sichtprüfung und mit der nachfolgenden Prüfung der Haltbarkeit von Aufschriften auf der Außenseite der Einrichtung nachgewiesen. Die Aufschriften werden ohne übermäßigen Druck 30 s von Hand mit einem Tuch gerieben, das mit dem festgelegten Reinigungsmittel (oder, falls kein Festlegung vorliegt, mit Isopropylalkohol) getränkt ist. Nach dieser Behandlung müssen die Aufschriften deutlich lesbar sein und aufgeklebte Etiketten dürfen sich nicht abgelöst oder an den Kanten aufgerollt haben.

5.1.3 Kennzeichnung

Die Einrichtung muss mindestens dauerhaft gekennzeichnet sein mit:

- a) dem Namen oder Handelszeichen des Herstellers oder Lieferanten;
- b) einer Modellnummer, einem Namen oder anderen Mitteln zur Kennzeichnung der Einrichtung;
- c) einer Seriennummer, einem Code oder einer anderen Aufschrift, die die Ermittlung des Herstellungsortes und der Herstellungscharge oder des Herstellungsdatums innerhalb einer Periode von drei Monaten erlaubt.

Die Prüfung erfolgt durch Sichtprüfung.

5.1.4 BEMESSUNGSDATEN der Einrichtung

Wenn es in einem anderen Teil von IEC 61290 nicht anders angegeben ist, müssen auf der Einrichtung gegebenenfalls folgende BEMESSUNGSDATEN als Aufschriften angegeben sein:

- Eingangsspannung, Spannungsart (Wechsel- oder Gleichspannung), Frequenz und höchster Dauerstrom für jeden Eingang;
- Ausgangsspannung, Spannungsart (Wechsel- oder Gleichspannung), Frequenz, höchster Dauerstrom und für Wechselspannungsausgänge entweder die Leistung oder der Leistungsfaktor;
- SCHUTZKLASSE (I, II oder III);
- ÜBERSPANNUNGSKATEGORIE;
- die in Abschnitt 6 geforderten Informationen hinsichtlich der Umwelt.

Die Prüfung erfolgt durch Sichtprüfung.

5.1.5 Kennzeichnung von Sicherungen

Die Aufschriften müssen sich neben jeder Sicherung oder jedem Sicherungshalter, auf dem Sicherungshalter oder an einer anderen Stelle befinden, sofern ersichtlich ist, zu welcher Sicherung die Aufschrift gehört, und sie müssen die BEMESSUNGSDATEN des Sicherungsstromes und, wenn Sicherungen mit unterschiedlichen Spannungsbemessungswerten eingesetzt werden können, die Spannungsbemessungsdaten der Sicherung angeben.

Wenn Sicherungen mit besonderen Kennlinien wie z. B. hinsichtlich der Trägheit oder des Ausschaltvermögens gefordert werden, muss außerdem der Typ angegeben werden.

Für Sicherungen, die nicht im BEDIENERBEREICH angeordnet sind, und für eingelötete Sicherungen im BEDIENERBEREICH ist es zulässig, eine eindeutige Querverweisung (wie z. B. F1, F2 usw.) auf die Bedienungsanleitung anzugeben, die die entsprechende Information enthalten muss.

Die Prüfung erfolgt durch Sichtprüfung.

5.1.6 ANSCHLÜSSE, Verbindungen und Betätigungselemente

Wenn es für die Sicherheit erforderlich ist, muss eine Angabe über den Zweck der ANSCHLÜSSE, Verbindungen, Betätigungselemente und Anzeigen einschließlich ihrer verschiedenen Stellungen und jeglicher Verbindungen für Kühlflüssigkeiten wie Wasser und Entwässerung erfolgen. Es dürfen die Symbole aus Tabelle D.1 angewendet werden und wenn nicht ausreichend Platz zur Verfügung steht, darf Symbol 9 aus Tabelle D.1 verwendet werden.

ANMERKUNG Einzelne Steckerstifte von mehrpoligen Steckverbindern für Signal-, Steuerungs- und Kommunikationsverbindungen brauchen nicht beschriftet zu werden, aber der allgemeine Zweck des Steckverbinders muss angegeben werden. Sofern der Steckverbinder nicht für Standardzwecke angewendet wird (wie z. B. RS 232), muss die mitgelieferte Anweisung eine Erläuterung der Anschlussbelegung enthalten.

Druckknöpfe und Stellglieder von Notaus-Einrichtungen und Anzeigelampen, die nur als Warnanzeige für eine Gefährdung oder die Notwendigkeit einer dringenden Handlung dienen, müssen rot sein.

Eine Mehrfachspannungseinheit muss mit der bestimmten Spannung gekennzeichnet sein, die nach dem Versand aus dem Werk eingestellt ist. Diese Aufschrift darf auf einem Papieretikett oder einem anderen nicht beständigen Werkstoff erfolgen.

Eine Einheit mit GleichspannungsANSCHLÜSSEN muss mit einer deutlichen Aufschrift der Polarität der Verbindung gekennzeichnet werden mit:

- den Zeichen „+“ für positiv und „–“ für negativ; oder
- einer bildlichen Darstellung der richtigen Polarität, wobei die richtige Polarität aus der Darstellung eindeutig bestimmbar sein muss.

Die Prüfung erfolgt durch Sichtprüfung.

5.1.6.1 SCHUTZLEITERANSCHLÜSSE

Die Anschlussvorrichtung für den SCHUTZERDUNGSLEITER muss gekennzeichnet werden mit:

- Symbol 7 aus Tabelle D.1; oder
- den Buchstaben „PE“; oder
- der Farbcodierung grüngelb.

Die Prüfung erfolgt durch Sichtprüfung.

5.1.7 Schalter und Leistungsschalter

Die Ein- und die Aus-Stellung von Schaltern und Leistungsschaltern müssen eindeutig gekennzeichnet sein. Wenn als Netzschalter ein Druckschalter benutzt wird, dürfen zur Kennzeichnung der Ein-Stellung die Symbole 10 und 16 aus Tabelle D.1 und zur Kennzeichnung der Aus-Stellung die Symbole 11 und 17 verwendet werden, wobei die Symbolpaare (10 und 16 oder 11 und 17) dicht nebeneinander stehen müssen.

Die Prüfung erfolgt durch Sichtprüfung.

5.1.8 Einrichtungen der Klasse II

Einrichtungen, die insgesamt mit Schutzeinrichtungen der Klasse II ausgerüstet sind, sind mit Symbol 12 aus Tabelle D.1 zu kennzeichnen. Einrichtungen, die nur teilweise durch DOPPELTE oder VERSTÄRKTE ISOLIERUNG geschützt sind, dürfen nicht mit Symbol 12 aus Tabelle D.1 gekennzeichnet sein.

Wenn diese Einrichtungen aus Funktionsgründen Möglichkeiten für eine Verbindung mit einem Erdungsleiter besitzen (siehe 7.3.6.4), sind sie mit Symbol 6 aus Tabelle D.1 zu kennzeichnen.

Die Prüfung erfolgt durch Sichtprüfung.

5.1.9 Anschlusskästen für äußere Verbindungen

Wenn es in Tabelle 4.2, Anmerkung 1, infolge der hohen Temperaturen der ANSCHLÜSSE oder Teile im Verdrahtungsraum gefordert wird, muss eine Aufschrift, die neben dem ANSCHLUSS vor dem Anschließen sichtbar ist, vorhanden sein, die angibt entweder:

- a) die MindesttemperaturBEMESSUNG und den Querschnitt des an den ANSCHLUSS anzuschließenden Kabels;
- oder
- b) eine Aufschrift als Hinweis für den Errichter, die Errichtungsanweisungen zu berücksichtigen. Eine zulässige Aufschrift ist Symbol 9 aus Tabelle D.1.

Die Prüfung erfolgt durch Sichtprüfung und mit den Temperaturmessungen nach 4.3.

5.2 Warnaufschriften

5.2.1 Anforderungen an die Sichtbarkeit und die Lesbarkeit von Warnaufschriften

Warnaufschriften müssen sichtbar sein, wenn die Einrichtung für den BESTIMMUNGSGEMÄßEN GEBRAUCH aufgestellt und bereit ist. Wenn die Warnung für ein bestimmtes Teil der Einrichtung gilt, muss die Aufschrift auf oder neben diesem Teil angebracht sein.

Warnaufschriften müssen lesbar sein und mindestens folgende Größenanforderungen erfüllen:

- aufgedruckte Symbole müssen mindestens 2,75 mm groß sein;
- gedruckte Textzeichen müssen mindestens 1,5 mm groß und in einer Kontrastfarbe zum Hintergrund ausgeführt sein;
- Symbole oder Texte, die in ein Material eingepresst, eingeprägt oder eingraviert sind, müssen mindestens 2,0 mm groß sein und wenn sie nicht in einer Kontrastfarbe zum Hintergrund ausgeführt sind, müssen sie eine Vertiefung oder Erhöhung von mindestens 0,5 mm aufweisen.

Wenn es zur Aufrechterhaltung der Schutzfunktionen der Einrichtung erforderlich ist, das Bedienhandbuch hinzuzuziehen, muss die Einrichtung mit Symbol 9 aus Tabelle D.1 beschriftet sein.

Symbol 9 aus Tabelle D.1 muss nicht bei Symbolen verwendet werden, die im Handbuch erläutert sind.

Die Prüfung erfolgt durch Sichtprüfung.

5.2.2 Inhalt von Warnaufschriften

5.2.2.1 Ungeerdete Kühlkörper und ähnliche Teile

Ein ungeerdeter Kühlkörper oder ein anderes Teil, das mit einem geerdeten Teil verwechselt werden kann und von dem nach 7.3 das RISIKO eines elektrischen Schlages ausgeht, muss mit Symbol 13 aus Tabelle D.1 oder einem gleichwertigen Symbol gekennzeichnet werden.

Die Prüfung erfolgt durch Sichtprüfung.

5.2.2.2 Heiße Flächen

Ein Teil des LEISTUNGSUMRICHTERS, das die in 4.3.2 festgelegten Temperaturgrenzwerte überschreitet, muss mit Symbol 14 aus Tabelle D.1 oder einem gleichwertigen Symbol gekennzeichnet werden.

Die Prüfung erfolgt durch Sichtprüfung und mit den Messungen nach 4.3.

5.2.2.3 Kühlmittel

Eine Einheit mit einem Kühlmittel, dessen Temperatur 70 °C überschreitet, muss außen an einer Stelle, die nach der Errichtung gut sichtbar ist, lesbar mit Symbol 15 aus Tabelle D.1 gekennzeichnet werden. Die Dokumentation muss eine Warnung hinsichtlich des BrandRISIKOS, das von heißen Kühlmitteln ausgeht, angeben und entweder:

- a) eine Aussage dazu, dass die Bedienung des Kühlmittelsystems nur durch das BEDIENPERSONAL auszuführen ist oder
- b) Anweisungen für eine sichere Entlüftung, Entwässerung oder andere Tätigkeiten am Kühlsystem, wenn diese Tätigkeiten ohne den Zugang des BEDIENERS zu GEFAHREN innerhalb der Einrichtung ausgeführt werden können.

Die Prüfung erfolgt durch Sichtprüfung und mit den Messungen nach 4.3.

5.2.2.4 Gespeicherte Energie

Wenn es in 7.3.9.2 oder 7.4.2 gefordert wird, muss der LEISTUNGSUMRICHTER mit Symbol 21 aus Tabelle D.1 gekennzeichnet werden und neben dem Symbol muss die Entladezeit des Kondensators auf sichere Spannungs- und Energiepegel angegeben sein.

Die Prüfung erfolgt durch Sichtprüfung.

5.2.2.5 Motorschutzvorrichtungen

Wenn es in 8.2 a) gefordert wird, muss eine Aufschrift vorgesehen werden, mit der das BEDIENPERSONAL vor der Entfernung einer Schutzvorrichtung sichtbar vor der GEFAHR gewarnt wird und die Anweisungen für eine sichere Bedienung gibt (z. B. Abtrennung der Quelle vor der Entfernung der Schutzvorrichtung).

Die Prüfung erfolgt durch Sichtprüfung.

5.2.3 Aufschriften und Anweisungen für GEFAHREN durch Schall

Wenn es in 10.2.1 gefordert wird, muss ein LEISTUNGSUMRICHTER:

- a) so gekennzeichnet sein, dass der BEDIENER vor GEFAHREN durch Schalldruck gewarnt wird oder
- b) mit Errichtungsanweisungen geliefert werden, die festlegen, wie der Errichter sicherstellen kann, dass der Schalldruckpegel der Einrichtung an ihrem Einsatzort nach der Errichtung nicht einen Wert erreicht, der eine GEFAHR darstellen kann. Diese Anweisungen müssen leicht verfügbare und nutzbare Schutzwerkstoffe oder -maßnahmen angeben einschließlich der Anbringung von Schallschutzwänden oder -hauben.

Die Prüfung erfolgt durch Sichtprüfung und mit den Messungen nach Abschnitt 10.

5.2.4 Einrichtungen mit mehreren Versorgungsquellen

Ein LEISTUNGSUMRICHTER mit Verbindungen zu mehreren Energiequellen muss mit Symbol 13 aus Tabelle D.1 gekennzeichnet werden und mit folgendem oder einem ähnlichen Wortlaut:

„Mehr als eine Versorgungsquelle. Vor der Wartung alle Quellen abtrennen.“

Die Aufschrift muss sich auf der Außenseite der Einheit befinden oder sie muss unter jeder Abdeckung, die Zugang zu gefährlichen Teilen ermöglicht, hervortretend sichtbar sein.

5.2.5 Übermäßiger Berührungsstrom

Wenn es in 7.3.6.3.6 gefordert wird, muss der LEISTUNGSUMRICHTER mit Symbol 15 aus Tabelle D.1 gekennzeichnet werden. Informationen, die im Errichtungshandbuch anzugeben sind, können auch 5.3.2 entnommen werden.

5.3 Dokumentation

5.3.1 Allgemeines

Die mit dem LEISTUNGSUMRICHTER gelieferte Dokumentation muss die Informationen enthalten, die für den sicheren Betrieb, für die Errichtung und (soweit zutreffend) für die Wartung der Einrichtung notwendig sind. Die Dokumentation muss die in 5.3.2 bis 5.3.4 geforderten Angaben enthalten und Folgendes:

- a) Erklärungen der Aufschriften auf der Einrichtung einschließlich verwendeter Symbole;
- b) Ort und Funktion von ANSCHLÜSSEN und Betätigungselementen;
- c) sämtliche BEMESSUNGSDATEN und Spezifikationen, die für die sichere Errichtung und den sicheren Betrieb des LEISTUNGSUMRICHTERS erforderlich sind, einschließlich der folgenden UmweltBEMESSUNGSDATEN zusammen mit einer Erklärung ihrer Bedeutung und den sich daraus ergebenden Errichtungsanforderungen:
 - UMWELTKATEGORIE nach 6.1;
 - Klassifizierung der NASSRÄUME nach 6.1;
 - Klassifizierung des VERSCHMUTZUNGSGRADES für die vorgesehene äußere Umgebung nach 6.2;
 - BEMESSUNG des Eindringenschutzes nach 6.3;
 - BEMESSUNGSDATEN der Umgebungstemperatur und der relativen Feuchte;
 - ÜBERSpannungskategorie, die jedem Eingangs- und Ausgangsanschluss nach 7.3.7.1.2 zugeordnet wird.
- d) eine Warnung, dass das PV-Feld eine Gleichspannung an den LEISTUNGSUMRICHTER liefert, wenn es bestrahlt wird.

5.3.1.1 Sprache

Anweisungen, die die Sicherheit betreffen, müssen in einer Sprache verfasst sein, die in dem Land gesprochen wird, in dem die Einrichtung errichtet wird.

5.3.1.2 Form

Die Dokumentation muss in gedruckter Form mit der Einrichtung geliefert werden.

ANMERKUNG Ein elektronisches Medium mit der Dokumentation darf der gedruckten Dokumentation beigelegt werden, aber es darf den Druck nicht ersetzen.

Die Prüfung erfolgt durch Sichtprüfung.

5.3.2 Informationen, die sich auf die Errichtung beziehen

Die Dokumentation muss Errichtungsanweisungen und gegebenenfalls spezielle Anweisungen zur Inbetriebnahme enthalten und, falls es für die Sicherheit erforderlich ist, Warnungen vor GEFAHREN, die bei der Errichtung oder Inbetriebnahme der Einrichtung auftreten können. Folgende Informationen sind anzugeben:

- a) Anforderungen an Zusammenbau, Standort und Montage;
- b) BEMESSUNGSDATEN und Mittel für die Verbindung mit jeder Versorgungsquelle und alle Anforderungen, die sich beziehen auf die Verdrahtung und äußere Betätigungselemente, die Farbcodierung der Zuleitungen, erforderliche Abschalteinrichtungen oder Überstromschutzeinrichtungen einschließlich von Anweisungen, dass der Errichtungsort nicht den Zugang zu Abschalteinrichtungen verhindern darf;
- c) BEMESSUNGSDATEN und Verbindungsmittel sämtlicher Ausgänge des LEISTUNGSUMRICHTERS und alle Anforderungen, die sich beziehen auf die Verdrahtung und äußere Betätigungselemente, die Farbcodierung der Zuleitungen, erforderliche Überstromschutzeinrichtungen;
- d) Belüftungsanforderungen;
- e) Anforderungen an spezielle Versorgungen wie z. B. Kühlflüssigkeit;
- f) Anweisungen und Informationen bezogen auf den Schalldruckpegel, wenn es nach 10.2.1 erforderlich ist;
- g) falls in 14.8.1.3 gefordert Anweisungen für eine ausreichende Belüftung des Raumes oder des Ortes, in dem oder an dem sich LEISTUNGSUMRICHTER mit offenen oder VENTILGESTEUERTEN BATTERIEN befinden, damit die Ansammlung gefährlicher Gase verhindert wird;
- h) Anzugsdrehmoment für die ANSCHLUSSbeschaltung;
- i) Werte des Rückspeisungs-Kurzschlussstromes, die an den Eingangs- und Ausgangsleitern des LEISTUNGSUMRICHTERS unter Fehlerbedingungen anstehen, wenn diese Ströme den höchsten BEMESSUNGSstrom des Stromkreises nach 4.4.4.6 überschreiten;
- j) für jeden Eingang des LEISTUNGSUMRICHTERS den Höchstwert des Kurzschlussstromes, der von der Quelle abgegeben wird und für den der LEISTUNGSUMRICHTER ausgelegt ist und

ANMERKUNG Dieser BEMESSUNGSWERT des Eingangskurzschlussstromes gilt für Anschlüsse z. B. von Netz-, PV-Eingangs- und Batteriestromkreisen, er gilt nicht für Niederspannungs-Signal-, Steuerungs- und Kommunikationsstromkreise.

- k) Kompatibilität mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) und Differenzstrom-Überwachungsgeräten (RCM);
- l) Anweisungen für die SCHUTZERDUNG einschließlich, falls zutreffend, der Informationen, die in 7.3.6.3.6 gefordert werden.

Wenn es in 7.3.8 gefordert wird, müssen die Errichtungsanweisungen den folgenden oder einen gleichwertigen Wortlaut enthalten:

„Dieses Produkt kann einen Gleichstrom im äußeren SCHUTZERDUNGSLEITER verursachen. Wenn zum Schutz gegen direktes oder indirektes Berühren Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) und Differenzstrom-Überwachungsgeräte (RCM) verwendet werden, sind auf der Versorgungsseite dieses Produktes nur RCD oder RCM des Typs B zulässig.“

Die Prüfung erfolgt durch Sichtprüfung.

5.3.3 Informationen, die sich auf den Betrieb beziehen

Die Bedienungsanleitung muss alle für einen sicheren Betrieb notwendigen Betriebsanweisungen gegebenenfalls einschließlich folgender Anweisungen enthalten:

- Anweisungen für die Einstellung der Betätigungselemente einschließlich der Auswirkungen der Einstellungen;
- Anweisungen für den die Verbindung mit Zubehör und anderen Einrichtungen einschließlich der Angabe des geeigneten Zubehörs, der abnehmbaren Teile und aller speziellen Werkstoffe;

- Warnhinweise hinsichtlich des BrandRISIKOS, das von Flächen ausgeht, die die Temperaturgrenzwerte nach 4.3.2 überschreiten dürfen, und notwendige Tätigkeiten des BEDIENERS zur Herabsetzung des RISIKOS und
- Hinweis, dass beim Einsatz der Einrichtung in einer anderen Weise als vom Hersteller festgelegt, der von der Einrichtung gelieferte Schutz beeinträchtigt sein kann.

Die Prüfung erfolgt durch Sichtprüfung.

5.3.4 Informationen, die sich auf die Wartung beziehen

Die Wartungsanweisungen müssen Folgendes enthalten:

- Abstände und Anweisungen für eine vorbeugende Wartung, die erforderlich ist, um die Sicherheit zu erhalten (z. B. Ersatz von Luftfiltern oder periodisches Nachziehen von ANSCHLUSSbefestigungen);
- Anweisungen für den Zugang zu BEDIENERBEREICHEN, soweit vorhanden, einschließlich einer Warnung, keine anderen Bereiche der Einrichtung zu betreten;
- Teilenummern und Anweisungen für den Bezug der vom BEDIENER zu ersetzenden Teile;
- Anweisungen für eine sichere Reinigung (soweit empfohlen);
- wenn der LEISTUNGSUMRICHTER aus mehreren Versorgungsquellen gespeist wird, müssen im Handbuch Informationen darüber enthalten sein, die angeben, welche Abschalteneinrichtung(en) ansprechen muss (müssen), um die Einrichtung vollständig abzutrennen und
- wenn es in 7.3.9.2 gefordert wird, Informationen hinsichtlich der Anordnung und der sicheren Entladezeiten von Kondensatoren.

5.3.4.1 Wartung von Batterien

Wenn es in 14.8.5 gefordert wird, gelten die zutreffenden Anforderungen der folgenden Liste für die Wartung von Batterien:

ANMERKUNG Es muss nicht der genaue Wortlaut benutzt werden, solange die vorgesehene Information geliefert wird.

- Die Wartung der Batterien sollte von Personal mit Fachkenntnissen über Batterien mit der gebotenen Vorsicht ausgeführt werden.
- Der Ersatz von Batterien muss durch Batterien des gleichen Typs und mit der gleichen Anzahl der Batterien oder Batterieblocks erfolgen.
- Es gelten die allgemeinen Anforderungen für die Entfernung und das Einsetzen von Batterien.
- ACHTUNG: Batterien dürfen nicht ins Feuer geworfen werden. Sie können explodieren.
- ACHTUNG: Batterien dürfen nicht geöffnet oder deformiert werden. Freigesetztes Elektrolyt ist für Haut und Augen gefährlich. Es kann giftig sein.
- ACHTUNG: Von einer Batterie kann das RISIKO eines elektrischen Schlages und hoher Kurzschlussströme ausgehen. Bei der Arbeit mit Batterien sollten folgende Vorsichtsmaßnahmen ergriffen werden:
 - a) Uhren, Ringe und andere Metallobjekte sind abzulegen.
 - b) Es sind WERKZEUGE mit isolierten Handgriffen zu benutzen.
 - c) Es sind Gummihandschuhe und Gummistiefel zu tragen.
 - d) Keine WERKZEUGE oder Metallteile auf die Batterien legen.
 - e) Vor dem Anschluss oder der Abtrennung der BatterieANSCHLÜSSE ist die Ladequelle abzutrennen.
 - f) Es ist festzustellen, ob die Batterie unbeabsichtigt geerdet ist. Falls das der Fall ist, ist die Quelle von der Erde zu trennen. Die Berührung eines Teils einer geerdeten Batterie kann zu einem elektrischen Schlag führen. Die Wahrscheinlichkeit eines elektrischen Schlages kann verringert werden, wenn die Erdung bei der Errichtung und Wartung entfernt wird (gilt für Einrichtungen und abgesetzte Batterieversorgungen ohne geerdeten Versorgungsstromkreis).

6 Umwelthanforderungen und -bedingungen

Der Hersteller muss die BEMESSUNGSDATEN des LEISTUNGSUMRICHTERS für folgende Umweltbedingungen angeben:

- UMWELTKATEGORIE nach 6.1;
- Eignung für NASSRÄUME;
- VERSCHMUTZUNGSGRAD nach 6.2;
- EINDRINGSCHUTZ (IP) nach 6.3;
- Bestrahlung mit ultravioletter (UV) Licht nach 6.4;
- Umgebungstemperatur und relative Feuchte nach 6.5.

In der mit dem LEISTUNGSUMRICHTER gelieferten Dokumentation müssen diese BEMESSUNGSDATEN nach 5.3.1 angegeben werden.

Diese Parameter müssen den in den folgenden Abschnitten und nach Tabelle 6.1 angegebenen Prüfungen und Untersuchungen unterzogen werden und die angegebenen Mindestanforderungen erfüllen.

6.1 UMWELTKATEGORIEN und Mindestwerte der Umgebungsbedingungen

Die UMWELTKATEGORIEN von LEISTUNGSUMRICHTERN sind wie folgt festgelegt.

ANMERKUNG Der Begriff UMWELTKATEGORIE ersetzt den in IEC 62093 verwendeten Begriff „EINSATZBEDINGUNGEN“, um eine Verwechslung zwischen Einsatz und Wartung zu vermeiden.

6.1.1 Im Freien

Der LEISTUNGSUMRICHTER ist Regen, Sonne, Wind, Staub, Pilzen, Eis, Kondensation, Strahlung des kalten Nachthimmels usw. und dem gesamten Bereich der Außentemperatur und der Luftfeuchte vollkommen oder teilweise ausgesetzt. Es gelten NASSRAUMANforderungen.

6.1.2 Nicht klimatisiert in Innenräumen

Der LEISTUNGSUMRICHTER ist vollständig durch ein Gebäude oder GEHÄUSE eingeschlossen und vor Regen, Sonne, Windböen, Staub, Pilzen, Strahlung des kalten Nachthimmels usw. geschützt, das Gebäude bzw. GEHÄUSE ist hinsichtlich Temperatur, Luftfeuchte oder Luftfilterung jedoch nicht klimatisiert und die Einrichtung darf Kondensation ausgesetzt sein. Wenn der LEISTUNGSUMRICHTER nicht für einen Einsatz in NASSRÄUMEN bemessen und überprüft wurde, muss in den Errichtungsanweisungen festgelegt sein, dass der Errichtungsort außer auftretender Kondensation trocken sein muss.

6.1.3 Klimatisiert in Innenräumen

Der LEISTUNGSUMRICHTER ist vollständig durch ein Gebäude oder GEHÄUSE eingeschlossen und vor Regen, Sonne, Windböen, Staub, Pilzen, Strahlung des kalten Nachthimmels usw. geschützt und das Gebäude bzw. GEHÄUSE ist im Allgemeinen hinsichtlich Temperatur, Luftfeuchte und Luftfilterung klimatisiert. Kondensation ist nicht zu erwarten. Wenn der LEISTUNGSUMRICHTER nicht für einen Einsatz in NASSRÄUMEN bemessen und überprüft wurde, muss in den Errichtungsanweisungen festgelegt sein, dass der Errichtungsort ohne erwartete Kondensation und trocken sein muss.

Tabelle 6.1 – UMWELTKATEGORIEN, Umgebungsbedingungen und Prüfanforderungen

BEMESSUNGSDATEN	Mindestanforderungen an die Umgebung		
	Nach den Festlegungen des Herstellers gelten folgende Mindestanforderungen ^d		
	im Freien	nicht klimatisiert in Innenräumen	klimatisiert in Innenräumen
VERSCHMUTZUNGSGRAD ^a	min. VERSCHMUTZUNGSGRAD 3	min. VERSCHMUTZUNGSGRAD 3	min. VERSCHMUTZUNGSGRAD 2
NASSRAUM	ja	nein	nein
Eindringenschutz ^b	min. IP34 ^c	min. IP20	min. IP20
Äußerer Betriebstemperaturbereich	–20 °C bis +55 °C (Klasse 4K4H)	–5 °C bis +45 °C (Klasse 3K5)	+0 °C bis +40 °C (Klasse 3K3)
Bereich der relativen Feuchte	4 % bis 100 % (keine Kondensation) (Klasse 4K4H)	5 % bis 95 % (keine Kondensation) (Klasse 3K5)	5 % bis 85 % (keine Kondensation) (Klasse 3K3)
UV-Bestrahlung	erforderlich	nicht erforderlich	nicht erforderlich
^a Das ist der VERSCHMUTZUNGSGRAD der äußeren Umgebung. Hinsichtlich der Herabsetzung des VERSCHMUTZUNGSGRADES in bestimmten Bereichen innerhalb der Einrichtung siehe auch 6.2. ^b Diese Anforderungen gelten zusätzlich zu den Anforderungen der anderen Abschnitte in dieser Norm, die hinsichtlich des Zugangs zu AKTIVEN TEILEN und mechanischen GEFAHREN und der Eindämmung von BrandGEFAHREN strenger sein können. ^c Es ist zu beachten, dass für die Umwelteignung von PV-Bauteilen die Forderung von IP34 nicht so streng ist wie die Forderung von IP44 in IEC 62093. ^d Diese Tabelle definiert den sicheren Umgebungsbetriebsbereich für den LEISTUNGSUMRICHTER und dient nicht der Festlegung des Betriebsverhaltens.			

6.2 VERSCHMUTZUNGSGRAD

Die vom Hersteller angegebenen BEMESSUNGSDATEN für den VERSCHMUTZUNGSGRAD müssen bei der Bestimmung der erforderlichen KRIECH- und LUFTSTRECKEN in 7.3.7 verwendet werden. Die angegebenen BEMESSUNGSDATEN für den VERSCHMUTZUNGSGRAD müssen den Angaben in der Tabelle und den Begriffen 3.70 bis 3.73 entsprechen.

ANMERKUNG VERSCHMUTZUNGSGRAD 4 wird in dieser Norm nicht behandelt. LEISTUNGSUMRICHTER für den Einsatz in Umgebungen mit VERSCHMUTZUNGSGRAD 4 sind mit Mitteln auszurüsten, die den VERSCHMUTZUNGSGRAD der Mikroumgebung auf VERSCHMUTZUNGSGRAD 1, 2 oder 3 herabsetzen.

Der VERSCHMUTZUNGSGRAD wird in bestimmten Bereichen der Einrichtung, in denen die Einrichtung selbst Verunreinigungen oder Feuchtigkeit erzeugt (z. B. durch ein Kühlsystem verursachte Kondensation oder leitfähige Verunreinigung durch Motorbürsten), erhöht.

Der VERSCHMUTZUNGSGRAD darf in bestimmten Bereichen der Einrichtung durch Verwendung einer Einkapselung, einer konformen Beschichtung usw. wie in Tabelle 6.2 und in Abschnitt 7 angegeben herabgesetzt werden. Eine Herabsetzung des VERSCHMUTZUNGSGRADES innerhalb der gesamten Einrichtung kann auch mit einem GEHÄUSE erreicht werden, das den nach Tabelle 6.2 angegebenen Schutz bietet.

Tabelle 6.2 – Herabsetzung des VERSCHMUTZUNGSRADES der inneren Umgebung durch Verwendung eines zusätzlichen Schutzes

Zusätzlicher Schutz	Von VERSCHMUTZUNGSRADE 2 der äußeren Umgebung auf:	Von VERSCHMUTZUNGSRADE 3 der äußeren Umgebung auf:	Bereich, für den der herabgesetzte VERSCHMUTZUNGSRADE gilt
GEHÄUSE mit IPX5 mit Staubprüfung nach IEC 60529 und ohne im Inneren erzeugte Verunreinigung	1	2	gesamtes Inneres des GEHÄUSES oder der Teil, der IPX5 entspricht
GEHÄUSE mit IPX7 oder IPX8 nach IEC 60529	2	2	gesamtes Inneres des GEHÄUSES oder der Teil, der IPX7 oder IPX8 entspricht
konforme Beschichtung oder Einkapselung durch Eingießen oder Vergießen nach Abschnitt 7	1	1	Bereich unter der Beschichtung oder der Einkapselung
hermetisch abgedichtetes GEHÄUSE mit Maßnahmen zur Beseitigung der VERSCHMUTZUNG vor der Abdichtung und ohne im Inneren erzeugte Verunreinigung	1	1	gesamtes Inneres des GEHÄUSES

6.3 Eindringenschutz

Die vom Hersteller angegebenen BEMESSUNGSDATEN für den Eindringenschutz müssen Tabelle 6.1 entsprechen und nach IEC 60529 nachgewiesen werden.

Diese Anforderungen gelten zusätzlich zu den Anforderungen in anderen Abschnitten dieser Norm, die den Zugang zu AKTIVEN TEILEN, die BrandGEFAHR und mechanische GEFAHREN betreffen.

Die Prüfung erfolgt nach IEC 60529.

Der Schutz gegen das Eindringen von Wasser wird mit den zutreffenden Prüfungen in IEC 60529 gefolgt von einer Sichtprüfung, der Spannungsprüfung nach 7.5.2 und der Prüfung des Berührungstromes nach 7.5.5 nachgewiesen, wenn es in 7.3.6.3.6 gefordert wird.

6.4 UV-Bestrahlung

Die äußeren Kunststoffteile der Einrichtung für den Betrieb im Freien dürfen durch die Bestrahlung mit UV-Licht nicht so verschlechtert werden, dass der Schutz gegen GEFAHREN unter die in 13.6.4 angegebenen Werte herabgesetzt wird. Wenn es nach Tabelle 6.1 gefordert wird, müssen die Polymerwerkstoffe auf die Beständigkeit gegen UV-Bestrahlung nach 13.6.4 geprüft werden. Wenn eine Verschlechterung der Teile den Schutz nicht beeinflusst, wird auf diese Forderung verzichtet.

6.5 Temperatur und Feuchte

Die vom Hersteller angegebenen Bereiche für die Umgebungstemperatur und die relative Feuchte werden an anderen Stellen dieser Norm zur Festlegung der Vorbehandlungs- und Prüfparameter verwendet.

7 Schutz gegen elektrischen Schlag und GEFAHREN durch elektrische Energie

7.1 Allgemeines

In diesem Abschnitt werden die Mindestanforderungen für die Entwurf und den Aufbau von LEISTUNGSUMRICHTERN für den Schutz gegen elektrischen Schlag und GEFAHREN durch elektrische Energie bei der Errichtung, beim Betrieb und bei der Wartung unter BESTIMMUNGSGEMÄßEN BEDINGUNGEN und unter EINZELFEHLERBEDINGUNGEN für die erwartete Lebensdauer des LEISTUNGSUMRICHTERS angegeben. Außerdem wird die Verringerung von GEFAHREN durch absehbare Fehlbedienung betrachtet.

7.2 Fehlerbedingungen

Der Schutz gegen elektrischen Schlag und GEFAHREN durch elektrische Energie muss nach den Prüfungen in 4.4.4 unter BESTIMMUNGSGEMÄßEN BEDINGUNGEN und unter EINZELFEHLERBEDINGUNGEN aufrechterhalten bleiben.

7.3 Schutz gegen elektrischen Schlag

7.3.1 Allgemeines

Jeder zu bewertende Stromkreis muss Bild 7.1 entsprechen, in dem eine Zusammenfassung der möglichen Entwurfslösungen in Bezug auf den Schutz gegen elektrischen Schlag beim direkten und indirekten Berühren dargestellt ist.

Die MAßGEBLICHE SPANNUNGSKLASSE jedes Stromkreises im LEISTUNGSUMRICHTER nach 7.3.2 bestimmt den mindestens geforderten Schutzpegel.

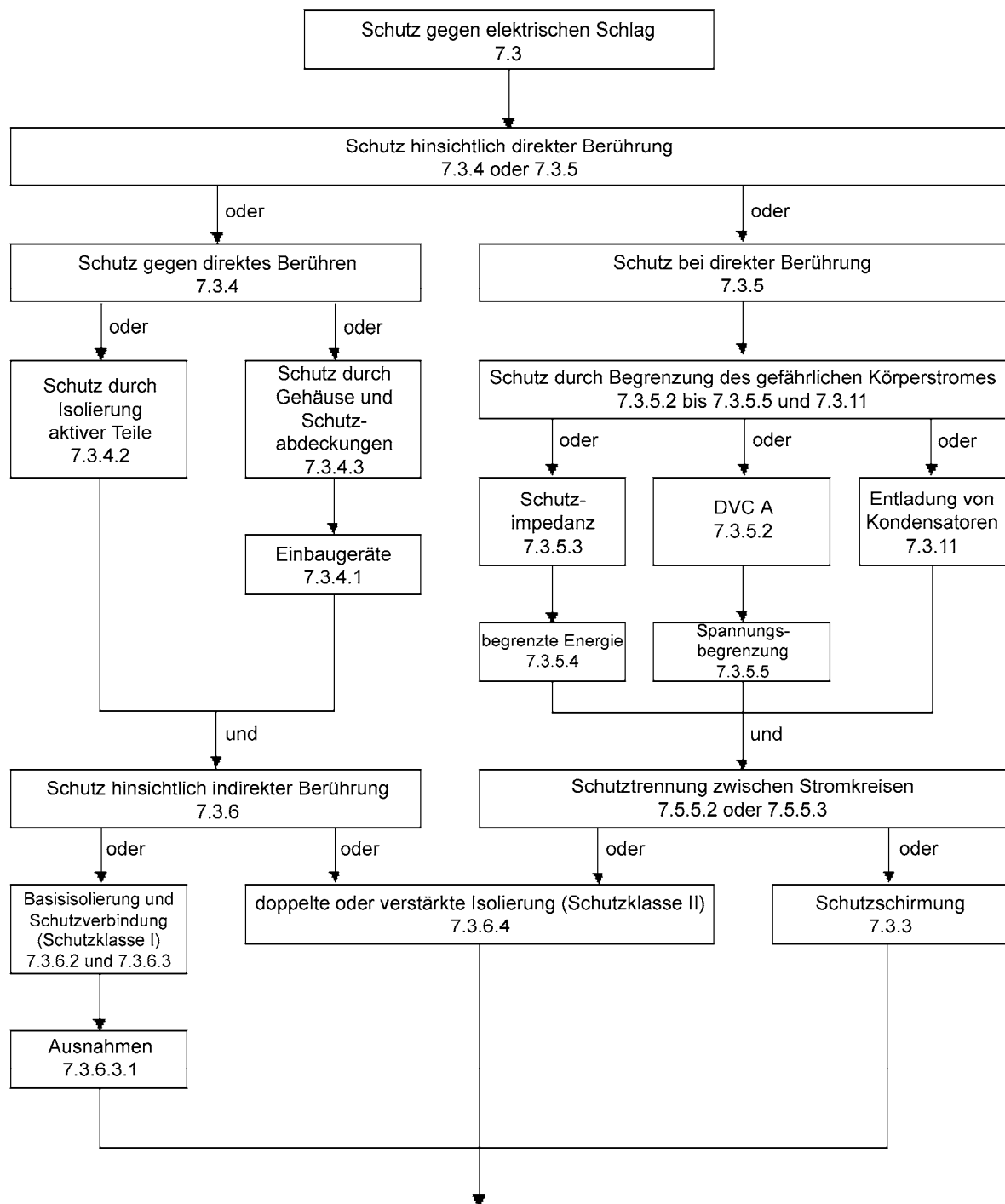


Bild 7.1 – Zusammenfassung der Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag

ANMERKUNG Für verschiedene Stromkreise, Isolierungen und Teile des LEISTUNGSUMRICHTERS werden verschiedene Herangehensweisen an den Schutz gegen elektrischen Schlag benutzt und somit ergeben sich verschiedene Wege durch diesen Ablaufplan.

7.3.2 Klassifizierung der MAßGEBLICHEN SPANNUNG

7.3.2.1 Gebrauch der MAßGEBLICHEN SPANNUNGSKLASSE (DVC)

Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag hängen von der Klassifizierung der MAßGEBLICHEN SPANNUNG des Stromkreises ab, die mit den Tabellen 7.1 und 7.2 bestimmt wird. Die Klassifizierung der MAßGEBLICHEN SPANNUNG für einen Stromkreis richtet sich nach der schwächsten Klassifizierung, bei der die folgenden beiden Bedingungen erfüllt sind:

- die Grenzwerte der BETRIEBSSPANNUNG nach Tabelle 7.1 und
- sämtliche Schutzmaßnahmen nach Tabelle 7.2.

Die DVC gibt wiederum den für den Stromkreis erforderlichen Mindestschutzpegel an.

Wenn die Schutzmaßnahmen nach Tabelle 7.2 nicht erfüllt werden, muss die Klassifizierung der MAßGEBLICHEN SPANNUNG eines Stromkreises auf eine strengere Klassifizierung heraufgesetzt werden, auch wenn die Grenzwerte der BETRIEBSSPANNUNG nach Tabelle 7.1 erfüllt werden.

Wenn zwei Stromkreise miteinander verbunden oder nur durch FUNKTIONISOLIERUNG voneinander getrennt sind, werden sie bei der Klassifizierung der MAßGEBLICHEN SPANNUNG und bei der Anwendung von Tabelle 7.2 wie ein einziger Stromkreis behandelt (nicht als „aneinander angrenzende Stromkreise“).

7.3.2.2 Grenzwerte der DVC

Tabelle 7.1 – Übersicht über die Grenzwerte der MAßGEBLICHEN SPANNUNGSKLASSEN

Klassifizierung der MAßGEBLICHEN SPANNUNG (DVC)	Grenzwerte der BETRIEBSSPANNUNG V		
	Wechselspannung (Effektiv- wert)	Wechselspannung (Scheitelwert)	Gleichspannung (Mittelwert)
	U_{ACL}	U_{ACPL}	U_{DCL}
A	25 (16)	35,4 (22,6)	60 (35)
B	50 (33)	71 (46,7)	120 (70)
C	1 000	4 500	1 500

Die Tabellenwerte in Klammern gelten für LEISTUNGSUMRICHTER oder Teile von LEISTUNGSUMRICHTERN, die für eine Errichtung in NASSRÄUMEN ausgelegt sind, wie es in 6.1 bei den UMWELTKATEGORIEN und den mindestens geltenden Umweltbedingungen angegeben ist.

7.3.2.3 Anforderungen an den Schutz

Tabelle 7.2 enthält die Anforderungen für die Anwendung von FUNKTIONS- und BASISISOLIERUNG oder die SCHUTZTRENNUNG in Abhängigkeit von der DVC des betrachteten Stromkreises und von angrenzenden Stromkreisen.

ANMERKUNG Beispiele sind im Anhang K enthalten.