

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung	11
1 Anwendungsbereich	12
2 Normative Verweisungen	12
3 Begriffe	15
3.1 Allgemeine Begriffe	15
3.2 Baueinheiten von Schaltgerätekombinationen	17
3.3 Äußere Bauformen von Schaltgerätekombinationen	18
3.4 Konstruktionsteile von Schaltgerätekombinationen	19
3.5 Aufstellungsbedingungen von Schaltgerätekombinationen	21
3.6 Isolationseigenschaften	22
3.7 Schutz gegen elektrischen Schlag	25
3.8 Merkmale	28
3.9 Nachweise	31
3.10 Hersteller/Anwender	32
4 Formelzeichen und Abkürzungen.....	33
5 Kennzeichnende Merkmale von Schnittstellen	33
5.1 Allgemeines	33
5.2 Bemessungswerte für Spannungen	33
5.2.1 Bemessungsspannung (U_n) (einer Schaltgerätekombination)	33
5.2.2 Bemessungsbetriebsspannung (U_e) (eines Stromkreises einer Schaltgerätekombination)	34
5.2.3 Bemessungsisolationsspannung (U_i) (eines Stromkreises einer Schaltgerätekombination).....	34
5.2.4 Bemessungsstoßspannungsfestigkeit (U_{imp}) (der Schaltgerätekombination).....	34
5.3 Bemessungswerte für Ströme	34
5.3.1 Bemessungsstrom der Schaltgerätekombination (I_{nA})	34
5.3.2 Bemessungsstrom eines Stromkreises (I_{nc}).....	34
5.3.3 Bemessungsstoßstromfestigkeit (I_{pk}).....	35
5.3.4 Bemessungskurzzeitstromfestigkeit (I_{cw}) (eines Stromkreises einer Schaltgerätekombination).....	35
5.3.5 Bedingter Bemessungskurzschlussstrom einer Schaltgerätekombination (I_{cc}).....	35
5.4 Bemessungsbelastungsfaktor (RDF)	35
5.5 Bemessungsfrequenz (f_n).....	36
5.6 Weitere kennzeichnende Merkmale	36
6 Angaben	36
6.1 Kennzeichnung der Schaltgerätekombination.....	36
6.2 Dokumentation	37

	Seite
6.2.1	Angaben für die Schaltgerätekombination 37
6.2.2	Handhabungs-, Aufstellungs-, Betriebs- und Wartungsanweisungen 37
6.3	Identifizierung von Geräten und/oder Bauteilen 37
7	Betriebsbedingungen 38
7.1	Übliche Betriebsbedingungen 38
7.1.1	Umgebungstemperatur 38
7.1.2	Bedingungen hinsichtlich Luftfeuchte 38
7.1.3	Verschmutzungsgrad 38
7.1.4	Höhenlage 39
7.2	Besondere Betriebsbedingungen 39
7.3	Bedingungen während des Transports, der Lagerung und der Aufstellung 40
8	Bauanforderungen 40
8.1	Festigkeit von Werkstoffen und Teilen 40
8.1.1	Allgemeines 40
8.1.2	Korrosionsschutz 40
8.1.3	Eigenschaften von Isolierstoffen 40
8.1.4	UV-Beständigkeit 41
8.1.5	Mechanische Festigkeit 41
8.1.6	Hebevorrichtung 41
8.2	Schutzart realisiert durch das Gehäuse einer Schaltgerätekombination 41
8.2.1	Schutz gegen mechanische Einwirkung 41
8.2.2	Schutz gegen Berührung aktiver Teile, gegen Eindringen fester Fremdkörper und Wasser 41
8.2.3	Schaltgerätekombination mit herausnehmbaren Teilen 42
8.3	Luft- und Kriechstrecken 42
8.3.1	Allgemeines 42
8.3.2	Luftstrecken 43
8.3.3	Kriechstrecken 43
8.4	Schutz gegen elektrischen Schlag 44
8.4.1	Allgemeines 44
8.4.2	Basisschutz 44
8.4.3	Fehlerschutz 45
8.4.5	Begrenzung von Beharrungsberührungsstrom und Ladung 48
8.4.6	Bedienungs- und Instandhaltungsbedingungen 48
8.5	Einbau von Betriebsmitteln 50
8.5.1	Einsätze 50
8.5.2	Herausnehmbare Teile 50
8.5.3	Auswahl der Betriebsmittel 50
8.5.4	Einbau der Betriebsmittel 51
8.5.5	Zugängigkeit 51

	Seite
8.5.6	Abdeckungen..... 51
8.5.7	Betätigungssinn und Anzeige von Schaltstellungen 52
8.5.8	Leuchtmelder und Drucktaster 52
8.6	Stromkreise und Verbindungen innerhalb von Schaltgerätekombinationen 52
8.6.1	Hauptstromkreise 52
8.6.2	Hilfsstromkreise 52
8.6.3	Blanke und isolierte Leiter 53
8.6.4	Auswahl und Verlegung von nicht geschützten aktiven Leitern, um die Möglichkeit von Kurzschlüssen zu reduzieren 53
8.6.5	Kennzeichnung der Leiter in Haupt- und Hilfsstromkreisen 54
8.6.6	Kennzeichnung des Schutzleiters (PE, PEN) und des Neutralleiters (N) in Hauptstromkreisen 54
8.7	Wärmeabfuhr..... 54
8.8	Anschlüsse für von außen eingeführte Leiter 54
9	Anforderungen an das Verhalten 56
9.1	Isolationseigenschaften 56
9.1.1	Allgemeines 56
9.1.2	Betriebsfrequente Spannungsfestigkeit 56
9.1.3	Stoßspannungsfestigkeit 56
9.1.4	Schutz von Überspannungs-Schutzeinrichtungen 56
9.2	Grenzübertemperaturen 56
9.3	Kurzschlusschutz und Kurzschlussfestigkeit 57
9.3.1	Allgemeines 57
9.3.2	Angaben über die Kurzschlussfestigkeit 57
9.3.3	Beziehung zwischen Stoßstrom und Kurzzeitstrom 58
9.3.4	Koordination von Schutzeinrichtungen 58
9.4	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)..... 58
10	Bauartnachweis 59
10.1	Allgemeines 59
10.2	Festigkeit von Werkstoffen und Teilen 60
10.2.1	Allgemeines 60
10.2.2	Korrosionsbeständigkeit 60
10.2.3	Eigenschaften von Isolierwerkstoffen 62
10.2.4	Beständigkeit gegen ultra-violette (UV-)Strahlung 63
10.2.5	Anheben 63
10.2.6	Schlagprüfung 64
10.2.7	Aufschriften..... 64
10.3	Schutzart von Gehäusen 64
10.4	Luft- und Kriechstrecken..... 64
10.5	Schutz gegen elektrischen Schlag und Durchgängigkeit von Schutzleiterkreisen..... 65

	Seite
10.5.1	Wirksamkeit des Schutzleiterkreises 65
10.5.2	Durchgängigkeit der Verbindung zwischen Körpern der Schaltgerätekombination und Schutzleiterkreis 65
10.5.3	Kurzschlussfestigkeit des Schutzleiterkreises 65
10.6	Einbau von Betriebsmitteln 66
10.6.1	Allgemeines 66
10.6.2	Elektromagnetische Verträglichkeit 66
10.7	Innere elektrische Stromkreise und Verbindungen 66
10.8	Anschlüsse für von außen eingeführte Leiter 66
10.9	Isolationseigenschaften 66
10.9.1	Allgemeines 66
10.9.2	Betriebsfrequente Spannungsfestigkeit 66
10.9.3	Stoßspannungsfestigkeit 67
10.9.4	Prüfung von Gehäusen aus Isolierstoff 69
10.9.5	Äußere Bedienelemente aus Isolierstoff 69
10.10	Nachweis der Erwärmung 69
10.10.1	Allgemeines 69
10.10.2	Nachweis durch Prüfung 69
10.10.3	Ableitung von Bemessungswerten für ähnliche Varianten 75
10.10.4	Nachweis durch Begutachtung 77
10.11	Kurzschlussfestigkeit 80
10.11.1	Allgemeines 80
10.11.2	Stromkreise von Schaltgerätekombinationen, für die der Nachweis der Kurzschlussfestigkeit nicht gefordert ist 80
10.11.3	Nachweis durch Vergleich mit einer Referenzkonstruktion – mittels einer Checkliste 80
10.11.4	Nachweis durch Vergleich mit einer Referenzkonstruktion – mittels Berechnung 80
10.11.5	Nachweis durch Prüfung 81
10.12	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) 86
10.13	Mechanische Funktion 86
11	Stücknachweis 86
11.1	Allgemeines 86
11.2	Schutzart von Gehäusen 87
11.3	Luft- und Kriechstrecken 87
11.4	Schutz gegen elektrischen Schlag und Durchgängigkeit der Schutzleiterkreise 87
11.5	Einbau von Betriebsmitteln 87
11.6	Innere elektrische Stromkreise und Verbindungen 87
11.7	Anschlüsse für von außen eingeführte Leiter 87
11.8	Mechanische Funktion 87
11.9	Isolationseigenschaften 88
11.10	Verdrahtung, Betriebsverhalten und Funktion 88

	Seite
Anhang A (normativ) Größte und kleinste Anschlussquerschnitte für von außen eingeführte Kupferleiter (siehe 8.8)	96
Anhang B (normativ) Verfahren für die Querschnittsberechnung von Schutzleitern im Hinblick auf thermische Beanspruchung durch Ströme von kurzer Dauer	97
Anhang C (informativ) Vorlage für durch den Anwender festzulegende Punkte	98
Anhang D (informativ) Bauartnachweis	102
Anhang E (informativ) Bemessungsbelastungsfaktor	103
Anhang F (normativ) Messung von Kriechstrecken und Luftstrecken	111
Anhang G (normativ) Zusammenhang zwischen der Nennspannung des Versorgungsnetzes und der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit von Betriebsmitteln	116
Anhang H (informativ) Betriebsstrom und Verlustleistung von Kupferleitern	118
Anhang I (bleibt frei)	120
Anhang J (normativ) Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	121
Anhang K (normativ) Schutz durch Schutztrennung	128
Anhang L (informativ) Luft- und Kriechstrecken in der Region Nordamerika	131
Anhang M (informativ) Erwärmungsgrenzen in Nordamerika	132
Anhang N (normativ) Betriebsstrom und Verlustleistung von blanken Kupferschienen	133
Annex O (informativ) Anleitung zum Nachweis der Erwärmung	135
Anhang P (normativ) Nachweis zur Ermittlung der Kurzschlussfestigkeit von Sammelschienenanordnungen durch Vergleich mit einer geprüften Referenzkonstruktion mittels Berechnung	139
Literaturhinweise	143
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	146
Anhang ZZ (informativ) Zusammenhang mit grundlegenden Anforderungen von EG-Richtlinie 2004/108/EG	150
Bild E.1 – Typische Schaltgerätekombination	104
Bild E.2 – Beispiel 1: Tabelle E.1 – Belastung der Funktionseinheiten für eine Schaltgerätekombination bei einem Bemessungsbelastungsfaktor von 0,8	105
Bild E.3 – Beispiel 2: Tabelle E.1 – Belastung der Funktionseinheiten für eine Schaltgerätekombination bei einem Bemessungsbelastungsfaktor von 0,8	106
Bild E.4 – Beispiel 3: Tabelle E.1 – Belastung der Funktionseinheiten für eine Schaltgerätekombination bei einem Bemessungsbelastungsfaktor von 0,8	107
Bild E.5 – Beispiel 4: Tabelle E.1 – Belastung der Funktionseinheiten für eine Schaltgerätekombination bei einem Bemessungsbelastungsfaktor von 0,8	108
Bild E.6 – Beispiel für die Berechnung des Mittelwerts der Erwärmung	109
Bild E.7 – Beispielkurven für die Beziehung zwischen dem äquivalenten Bemessungsbelastungsfaktor und den Parametern bei Aussetzbetrieb mit $t_1 = 0,5$ s, $I_1 = 7 \cdot I_2$ bei unterschiedlichen Zykluszeiten	110
Bild E.8 – Beispielkurven für die Beziehung zwischen dem äquivalenten Bemessungsbelastungsfaktor und den Parametern bei Aussetzbetrieb mit $I_1 = I_2$ (kein Überstrom beim Start)	110
Bild F.1 – Messung von Rippen	115
Bild J.1 – Beispiele für Ports	121

	Seite
Bild O.1 – Verfahren zum Nachweis der Erwärmung.....	138
Bild P.1 – Geprüfte Sammelschienenanführung (TS).....	139
Bild P.2 – Nicht geprüfte Sammelschienenanführung (NTS).....	140
Bild P.3 – Winklige Sammelschienenanordnung mit Abstützungen an den Ecken	141
Tabelle 1 – Mindestluftstrecken (8.3.2).....	89
Tabelle 2 – Mindestkriechstrecken (8.3.3).....	89
Tabelle 3 – Querschnitte für Schutzleiter aus Kupfer (8.4.3.2.2).....	90
Tabelle 4 – Leiterauswahl und Verlegebedingungen (8.6.4).....	90
Tabelle 5 – Mindest-Anschlussvermögen für Schutzleiter aus Kupfer (PE, PEN) (8.8).....	90
Tabelle 6 – Grenzübertemperaturen (9.2).....	91
Tabelle 7 – Werte des Faktors n (9.3.3).....	92
Tabelle 8 – Betriebsfrequente Spannungsfestigkeit für Hauptstromkreise (10.9.2).....	92
Tabelle 9 – Betriebsfrequente Spannungsfestigkeit für Hilfs- und Steuerstromkreise (10.9.2).....	92
Tabelle 10 – Prüfstoßspannungen (10.9.3).....	93
Tabelle 11 – Kupfer-Prüfleiter für Bemessungsströme bis einschließlich 400 A (10.10.2.3.2).....	93
Tabelle 12 – Kupfer-Prüfleiter für Bemessungsströme von 400 A bis 4 000 A (10.10.2.3.2).....	94
Tabelle 13 – Kurzschluss-Nachweis durch Vergleich mit einer Referenzkonstruktion: Checkliste (10.5.3.3, 10.11.3 und 10.11.4).....	95
Tabelle 14 – Zusammenhang zwischen unbeeinflusstem Fehlerstrom und dem Durchmesser des Kupferdrahts.....	95
Tabelle A.1 – Anschlussquerschnitte für von außen eingeführte Kupferleiter	96
Tabelle B.1 – Werte des Faktors k für isolierte Schutzleiter, die nicht in Kabeln/Leitungen enthalten sind, oder für blanke Schutzleiter bei Berührung mit Kabelumhüllungen	97
Tabelle C.1 – Vorlage.....	98
Tabelle D.1 – Liste der durchzuführenden Bauartnachweise	102
Tabelle E.1 – Beispiele für die Belastung einer Schaltgerätekombination bei einem Bemessungsbelastungsfaktor von 0,8	104
Tabelle E.2 – Beispiele für die Belastung einer Gruppe von Stromkreisen (Feld B – Bild E.1) bei einem Bemessungsbelastungsfaktor von 0,9	108
Tabelle E.3 – Beispiele für die Belastung einer Gruppe von Stromkreisen (Unterverteilung – Bild E.1) bei einem Bemessungsbelastungsfaktor von 0,9.....	109
Tabelle F.1 – Kleinste Breite von Nuten	111
Tabelle G.1 – Zusammenhang zwischen Nennspannung der Stromversorgung und der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit des Betriebsmittels	117
Tabelle H.1 – Betriebsstrom und Verlustleistung einadriger Kupferleitungen mit einer zulässigen Leitertemperatur von 70 °C (Umgebungstemperatur innerhalb der Schaltgerätekombination: 55 °C).....	118
Tabelle H.2 – Reduktionsfaktor k_1 für Leitungen mit einer zulässigen Leitertemperatur von 70 °C (Auszug aus IEC 60364-5-52:2009, Tabelle B.52-14).....	119
Tabelle J.1 – Prüfungen der EMV-Störfestigkeit für Umgebung A (siehe J.10.12.1).....	125
Tabelle J.2 – Prüfungen auf EMV-Störfestigkeit für Umgebung B (siehe J.10.12.1).....	126
Tabelle J.3 – Anerkennungskriterien bei Vorliegen elektromagnetischer Störungen	127

	Seite
Tabelle K.1 – Maximale Ausschaltzeit für TN-Systeme.....	130
Tabelle L.1 – Mindest-Luftstrecken.....	131
Tabelle L.2 – Mindest-Kriechstrecken	131
Tabelle M.1 – Erwärmungsgrenzen in Nordamerika	132
Tabelle N.1 – Betriebsstrom und Verlustleistung von blanken Kupferschienen mit rechteckigem Querschnitt, horizontal angeordnet, hochkant liegend, bei einer Frequenz von 50 Hz bis 60 Hz (Umgebungstemperatur innerhalb der Schaltgerätekombination: 55 °C, Leitertemperatur 70 °C).....	133
Table N.2 – Faktor k_4 für andere Temperaturen der Luft innerhalb des Gehäuses und/oder für die Leiter	134