

# Inhalt

<b>Zu 1</b>	<b>Anwendungsbereich</b> .....	15
<b>Zu 2</b>	<b>Normative Verweisungen</b> .....	17
<b>Zu 3</b>	<b>Begriffe</b> .....	19
Zu 3.1	Allgemeine Begriffe .....	19
Zu 3.6	Isolationseigenschaften .....	19
Zu 3.8	Merkmale .....	19
Zu 3.8.1	Nennwert .....	20
Zu 3.8.3	Bemessungswert .....	20
Zu 3.8.7	Unbeeinflusster Kurzschlussstrom .....	21
Zu 3.8.8	Durchlassstrom .....	21
Zu 3.8.13	Begriffe zu EMV .....	21
<b>Zu 4</b>	<b>Formelzeichen und Abkürzungen</b> .....	23
<b>Zu 5</b>	<b>Kennzeichnende Merkmale von Schnittstellen</b> .....	25
Zu 5.1	Allgemeines .....	25
Zu 5.2	Bemessungswerte für Spannungen .....	28
Zu 5.3	Bemessungswerte für Ströme .....	29
Zu 5.3.1	Bemessungsstrom der Schaltgerätekombination ( $I_{nA}$ ) .....	29
Zu 5.3.2	Bemessungsstrom eines Stromkreises ( $I_{nc}$ ) .....	31
Zu 5.3.3	Bemessungsstoßstromfestigkeit ( $I_{pk}$ ) .....	36
Zu 5.3.4	Bemessungskurzzeitstromfestigkeit ( $I_{cw}$ ) (eines Stromkreises) ...	36
Zu 5.3.5	Bedingter Bemessungskurzschlussstrom ( $I_{cc}$ ) .....	40
Zu 5.4	Bemessungsbelastungsfaktor ( $RDF$ ) .....	44
Zu 5.5	Bemessungsfrequenz ( $f_n$ ) .....	47
Zu 5.6	Weitere kennzeichnende Merkmale .....	50
<b>Zu 6</b>	<b>Angaben</b> .....	57
Zu 6.1	Kennzeichnung der Schaltgerätekombination .....	57
Zu 6.2	Dokumentation .....	58
Zu 6.2.1	Angaben für die Schaltgerätekombination .....	58
Zu 6.2.2	Handhabungs-, Aufstellungs-, Betriebs- und Wartungsanweisungen .....	59
Zu 6.3	Identifizierung von Geräten und/oder Bauteilen .....	61

<b>Zu 7</b>	<b>Betriebsbedingungen</b> .....	63
Zu 7.1	Übliche Betriebsbedingungen .....	63
Zu 7.1.2	Bedingungen hinsichtlich Luftfeuchte .....	64
Zu 7.1.3	Verschmutzungsgrad (siehe auch Anhang A1 „Grundlagen zu Isolationseigenschaften“) .....	64
Zu 7.1.4	Höhenlage .....	66
Zu 7.2	Besondere Betriebsbedingungen .....	68
Zu 7.3	Bedingungen während des Transports, der Lagerung und der Aufstellung .....	75
<b>Zu 8</b>	<b>Bauanforderungen</b> .....	77
Zu 8.1	Festigkeit von Werkstoffen und Teilen .....	77
Zu 8.1.1	Allgemeines .....	77
Zu 8.1.2	Korrosionsschutz .....	78
Zu 8.1.3	Eigenschaften von Isolierstoffen .....	78
Zu 8.1.4	UV-Beständigkeit .....	80
Zu 8.1.5	Mechanische Festigkeit .....	81
Zu 8.1.6	Hebevorrichtung .....	81
Zu 8.2	Schutzart realisiert durch das Gehäuse einer Schaltgerätekombination .....	83
Zu 8.2.1	Schutz gegen mechanische Einwirkungen .....	83
Zu 8.2.2	Schutz gegen Berührung aktiver Teile, gegen Eindringen fester Fremdkörper und Wasser .....	84
Zu 8.3	Luft- und Kriechstrecken .....	87
Zu 8.3.2	Luftstrecken .....	87
Zu 8.3.3	Kriechstrecken .....	88
Zu 8.4	Schutz gegen elektrischen Schlag .....	90
Zu 8.4.1	Allgemeines .....	90
Zu 8.4.2	Basisschutz .....	90
Zu 8.4.3	Fehlerschutz .....	93
Zu 8.4.4	Schutz durch Schutzisolierung .....	101
Zu 8.4.5	Begrenzung von Berührungsstrom und Ladung .....	102
Zu 8.4.6	Bedienungs- und Instandhaltungsbedingungen .....	103
Zu 8.5	Einbau von Betriebsmitteln .....	107
Zu 8.5.1	Einsätze .....	107
Zu 8.5.2	Herausnehmbare Teile .....	108
Zu 8.5.2	Herausnehmbare Teile und Einschübe .....	110
Zu 8.5.3	Auswahl der elektrischen Betriebsmittel .....	112
Zu 8.5.4	Einbau der Betriebsmittel .....	113
Zu 8.5.5	Zugänglichkeit .....	115
Zu 8.6	Stromkreise und Verbindungen innerhalb von Schaltgerätekombinationen .....	117

Zu 8.6.1	Hauptstromkreise .....	117
Zu 8.6.2	Hilfsstromkreise .....	118
Zu 8.6.3	Blanke und isolierte Leiter .....	119
Zu 8.6.4	Auswahl und Verlegung von nicht geschützten aktiven Leitern, um die Möglichkeit von Kurzschlüssen zu reduzieren ..	122
Zu 8.6.5	Kennzeichnung der Leiter in Haupt und Hilfsstromkreisen .....	123
Zu 8.6.6	Kennzeichnung des Schutzleiters (PE, PEN) und des Neutralleiters (N) in Hauptstromkreisen .....	123
Zu 8.7	Wärmeabfuhr .....	125
Zu 8.8	Anschlüsse für von außen eingeführte Leiter .....	126
<b>Zu 9</b>	<b>Anforderungen an das Verhalten .....</b>	<b>133</b>
Zu 9.1	Isolationseigenschaften .....	133
Zu 9.1.1	Allgemein .....	133
Zu 9.1.2	Betriebsfrequente Spannungsfestigkeit .....	134
Zu 9.1.3	Stoßspannungsfestigkeit .....	134
Zu 9.1.4	Schutz von Überspannungsschutzeinrichtungen .....	135
Zu 9.2	Grenzübertemperaturen .....	137
Zu 9.3	Kurzschlusschutz und Kurzschlussfestigkeit .....	142
Zu 9.3.1	Allgemeines .....	142
Zu 9.3.2	Angaben über die Kurzschlussfestigkeit .....	143
Zu 9.3.3	Beziehung zwischen Stoßstrom und Kurzzeitstrom .....	143
Zu 9.3.4	Koordination von Schutzeinrichtungen .....	144
Zu 9.4	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) .....	145
Zu J.9.4.1	Allgemeines .....	145
Zu J.9.4.2	Prüfanforderungen .....	147
Zu J.9.4.3	Störfestigkeit .....	147
Zu J.9.4.4	Störaussendung .....	148
<b>Zu 10</b>	<b>Bauartnachweis .....</b>	<b>151</b>
Zu 10.1	Allgemeines .....	151
Zu 10.2	Festigkeit von Werkstoffen und Teilen .....	156
Zu 10.2.1	Allgemeines .....	156
Zu 10.2.2	Korrosionsbeständigkeit .....	156
Zu 10.2.3	Eigenschaften von Isolierwerkstoffen .....	157
Zu 10.2.4	Beständigkeit gegen ultraviolette (UV-)Strahlung .....	158
Zu 10.2.5	Anheben .....	158
Zu 10.2.6	Schlagprüfung .....	158
Zu 10.2.7	Aufschriften .....	159
Zu 10.3	Schutzart von Gehäusen .....	159
Zu 10.4	Luft- und Kriechstrecken .....	160

Zu 10.5	Schutz gegen elektrischen Schlag und Durchgängigkeit von Schutzleiterkreisen .....	161
Zu 10.5.2	Durchgängigkeit der Verbindung zwischen Körpern der Schaltgerätekombination und dem Schutzleiterkreis .....	161
Zu 10.5.3	Kurzschlussfestigkeit des Schutzleiterkreises .....	161
Zu 10.6	Einbau von Betriebsmitteln .....	161
Zu 10.6.1	Allgemeines .....	161
Zu 10.6.2	Elektromagnetische Verträglichkeit .....	161
Zu 10.7	Innere elektrische Stromkreise und Verbindungen .....	162
Zu 10.8	Anschlüsse für von außen eingeführte Leiter .....	162
Zu 10.9	Bauartnachweis der Isolationseigenschaften .....	162
Zu 10.9.1	Allgemeines .....	162
Zu 10.9.2	Betriebsfrequente Spannungsfestigkeit .....	163
Zu 10.9.3	Stoßspannungsfestigkeit .....	165
Zu 10.9.4	Prüfung von Gehäusen aus Isolierstoff .....	168
Zu 10.9.5	Äußere Bedienelemente aus Isolierstoff .....	168
Zu 10.10	Nachweis der Erwärmung .....	168
Zu 10.10.1	Allgemeines .....	168
Zu 10.10.2	Nachweis durch Prüfung .....	171
Zu 10.10.3	Ableitung von Bemessungswerten für ähnliche Varianten .....	196
Zu 10.10.4	Nachweis durch Begutachtung .....	202
Zu 10.11	Kurzschlussfestigkeit .....	214
Zu 10.11.1	Allgemeines .....	214
Zu 10.11.2	Stromkreise von Schaltgerätekombinationen, für die der Nachweis der Kurzschlussfestigkeit nicht gefordert ist .....	214
Zu 10.11.3	Nachweis durch Vergleich mit einer Referenzkonstruktion – mittels einer Checkliste .....	215
Zu 10.11.4	Nachweis durch Vergleich mit einer Referenzkonstruktion – mittels Berechnung .....	216
Zu 10.11.5	Nachweis durch Prüfung .....	217
Zu 10.12	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) .....	230
Zu J10.12.1	Störfestigkeitsprüfungen .....	230
Zu J10.12.2	Störaussendungsprüfungen .....	231
Zu 10.13	Mechanische Funktion .....	231
<b>Zu 11</b>	<b>Stücknachweis</b> .....	<b>233</b>
Zu 11.2	Schutzart von Gehäusen .....	233
Zu 11.3	Luft- und Kriechstrecken .....	234
Zu 11.4	Schutz gegen elektrischen Schlag und Durchgängigkeit der Schutzleiterkreise .....	234
Zu 11.5	Einbau von Betriebsmitteln .....	234
Zu 11.6	Innere elektrische Stromkreise und Verbindungen .....	235

Zu 11.8	Mechanische Funktion .....	235
Zu 11.9	Isolationseigenschaften .....	235
Zu 11.10	Verdrahtung, Betriebsverhalten und Funktion .....	235
<b>Anhang A1 Grundlagen zu Isolationseigenschaften .....</b>		<b>237</b>
A1.1	Einleitung .....	237
A1.2	Isolationskoordination .....	237
A1.2.1	Isolationskoordination hinsichtlich der Dauerspannungen .....	238
A1.2.2	Isolationskoordination hinsichtlich zeitweiliger Überspannungen {Abschnitt 3.6.4} .....	238
A1.2.3	Isolationskoordination hinsichtlich transienter Überspannungen {Abschnitt 3.6.5} .....	238
A1.2.4	Isolationskoordination hinsichtlich periodischer Spitzenspannungen ( $U_{rp}$ ) .....	239
A1.2.5	Isolationskoordination hinsichtlich der Umgebungsbedingungen ..	240
<b>Anhang A2 Grundlagen zu Kurzschlusschutz und Kurzschlussfestigkeit</b>		<b>245</b>
A2.1	Einleitung .....	245
A2.2	Kurzschlussstrombeanspruchungen {Abschnitt 9.3} .....	249
A2.3	Kurzschlussstromberechnung .....	256
A2.3.1	Berechnung des dreipoligen Kurzschlussstroms .....	257
A2.3.2	Berechnung des einpoligen Kurzschlussstroms .....	258
A2.3.3	Beispiel für eine Kurzschlussstromberechnung .....	260
A2.3.4	Beitrag des Asynchronmotors zum Kurzschlussstrom .....	265
<b>Anhang A3 Grundlagen zur Erwärmung .....</b>		<b>271</b>
A3.1	Einführung .....	271
A3.2	Physikalische Grundlagen der Wärmeübertragung .....	271
A3.3	Zeitliche Temperaturänderungen .....	273
A3.4	Erwärmungsverhältnisse in Schaltgerätekombinationen .....	275
A3.4.1	Schaltgeräte .....	275
A3.4.2	Verhältnisse in Fächern und Feldern .....	277
<b>Anhang A4 Anforderungen an Gehäuse .....</b>		<b>281</b>
A4.1	Einleitung .....	281
<b>Anhang A5 Erwärmungsnachweis mittels Begutachtung nach {Abschnitt 10.10.4} .....</b>		<b>285</b>
A5.1	Beispiel zur Nachweismethode nach {Abschnitt 10.10.4.2 Schaltgerätekombinationen mit einem einzelnen Abteil und einem Bemessungsstrom nicht über 630 A} .....	285

A5.2	Hinweise zur Verlustleistungsbestimmung verschiedener Arten von Betriebsmitteln . . . . .	293
<b>Literatur</b>	. . . . .	297
<b>Stichwortverzeichnis</b>	. . . . .	303