

Anwendungsbereich

Anwendungsbereich dieser Norm ist ...

Inhalt

	Seite
Einleitung	20
1 Anwendungsbereich	21
2 Normative Verweisungen	21
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen	25
3.1 Allgemeines	25
3.2 Alphabetisches Verzeichnis der Begriffe	25
3.3 Allgemeine Begriffe	30
3.4 Schaltgeräte	34
3.5 Teile von Schaltgeräten	38
3.6 Betätigung von Schaltgeräten	44
3.7 Kenngrößen	50
3.8 Prüfungen	61
3.9 Anschlüsse	61
4 Einteilung	62
5 Kennzeichnende Merkmale	62
5.1 Zusammenstellung der kennzeichnenden Merkmale	62
5.2 Art des Geräts	64
5.3 Bemessungs- und Grenzwerte für den Hauptstromkreis	64
5.3.1 Bemessungsspannungen	64
5.3.1.1 Bemessungsbetriebsspannung (U_e)	64
5.3.1.2 Bemessungsisolationsspannung (U_i)	65
5.3.1.3 Bemessungsstoßspannungsfestigkeit (U_{imp})	65
5.3.2 Ströme	65
5.3.2.1 Konventioneller thermischer Strom in freier Luft (I_{th})	65
5.3.2.2 Konventioneller thermischer Strom von Geräten im Gehäuse (I_{the})	65
5.3.2.3 Bemessungsbetriebsstrom (I_e) oder Bemessungsbetriebsleistung	66
5.3.2.4 Bemessungsdauerstrom (I_u)	66
5.3.3 Bemessungsfrequenz	66
5.3.4 Bemessungsbetriebsarten	66
5.3.4.1 Acht-Stunden-Betrieb	66
5.3.4.2 Dauerbetrieb	66
5.3.4.3 Periodischer Aussetzbetrieb oder Aussetzbetrieb	67
5.3.4.4 Zeitweiliger Betrieb	67
5.3.4.5 Periodischer Betrieb	68
5.3.5 Kennzeichnende Merkmale bei bestimmungsgemäßer Last und Überlast (siehe 8.2.4)	68

	Seite
5.3.5.1	Überlastfestigkeit beim Schalten von Motoren 68
5.3.5.2	Bemessungseinschaltvermögen 68
5.3.5.3	Bemessungsausschaltvermögen 68
5.3.6	Kennzeichnende Merkmale unter Kurzschlussbedingungen 69
5.3.6.1	Bemessungskurzzeitstromfestigkeit (I_{cw}) 69
5.3.6.2	Bemessungskurzschlusseinschaltvermögen (I_{cm}) 69
5.3.6.3	Bemessungskurzschlusausschaltvermögen (I_{cn}) 69
5.3.6.4	Bedingter Bemessungskurzschlussstrom (I_q , alternativ I_{cc}) 69
5.3.7	Impedanz der Strombahn eines Schaltgeräts (Z) 70
5.4	Gebrauchskategorie 70
5.5	Steuerstromkreise 70
5.5.1	Elektrisch und elektronisch gesteuerte Stromkreise 70
5.5.2	Druckluft-Steuerkreise (mit Druckluftantrieb oder elektrisch betätigtem Druckluftantrieb) 70
5.6	Hilfsstromkreise 71
5.7	Relais und Auslöser 71
5.8	Zuordnung von Kurzschlusschutzeinrichtungen (SCPD) 71
6	Produktinformation 71
6.1	Art der Information 71
6.2	Aufschriften 73
6.3	Anweisungen für die Aufstellung, Bedienung, Wartung, Außerbetriebnahme und Demontage 74
6.4	Umweltinformationen 74
7	Übliche Betriebs-, Einbau- und Transportbedingungen 74
7.1	Übliche Betriebsbedingungen 74
7.1.1	Umgebungstemperatur 74
7.1.2	Höhenlage 75
7.1.3	Atmosphärische Bedingungen 75
7.1.3.1	Luftfeuchte 75
7.1.3.2	Verschmutzungsgrad 75
7.1.4	Schocken und Schwingen 76
7.2	Transport- und Lagerbedingungen 76
7.3	Einbau 76
8	Anforderungen an den Bau und das Verhalten 76
8.1	Bauanforderungen 76
8.1.1	Allgemeines 76
8.1.2	Werkstoffe 76
8.1.2.1	Allgemeine Werkstoffanforderungen 76
8.1.2.2	Glühdrahtprüfung 77
8.1.2.3	Prüfung auf der Basis der Entflammbarkeitskategorie 77
8.1.3	Strom führende Teile und ihre Verbindungen 77

	Seite
8.1.4 Luft- und Kriechstrecken	78
8.1.4.1 Allgemeines	78
8.1.4.2 Isolationskoordination mit Barrieren für Kriechstrecken.....	78
8.1.4.3 Isolationskoordination mit Barrieren für Luftstrecken.....	78
8.1.5 Bedienteil	78
8.1.5.1 Isolierung.....	78
8.1.5.2 Bewegungsrichtung.....	78
8.1.6 Anzeige der Kontaktstellung.....	79
8.1.6.1 Anzeigeeinrichtungen.....	79
8.1.6.2 Anzeige durch das Bedienteil.....	79
8.1.7 Zusätzliche Anforderungen an Geräte mit Trennfunktion	79
8.1.7.1 Zusätzliche Bauanforderungen	79
8.1.7.2 Ergänzende Anforderungen an Geräte mit einer Vorrichtung zur elektrischen Verriegelung durch Schütze oder Leistungsschalter	80
8.1.7.3 Ergänzende Anforderungen an Geräte mit einer Vorrichtung zum mechanischen Abschließen in Offenstellung mit Vorhängeschloss.....	80
8.1.8 Anschlüsse	81
8.1.8.1 Bauanforderungen.....	81
8.1.8.2 Anschlussmöglichkeit.....	81
8.1.8.3 Verbindung	82
8.1.8.4 Anschlussbezeichnung und -kennzeichnung.....	82
8.1.9 Zusätzliche Anforderungen an Geräte mit Neutralleiter	82
8.1.10 Anforderungen an Schutzmaßnahmen mit Schutzleiter.....	82
8.1.10.1 Bauanforderungen.....	82
8.1.10.2 Schutzleiteranschluss.....	83
8.1.10.3 Bezeichnung und Kennzeichnung des Schutzleiteranschlusses.....	83
8.1.11 Für das Gerät vorgesehene Gehäuse.....	83
8.1.11.1 Ausführung	83
8.1.11.2 Isolierung.....	84
8.1.12 Schutzarten von Betriebsmitteln im Gehäuse	84
8.1.13 Herausziehen, Verdrehen und Biegen eines Schutzrohrs mit Metall-Schutzrohren.....	84
8.2 Anforderungen an das Verhalten	84
8.2.1 Betätigungsbedingungen.....	84
8.2.1.1 Allgemeines.....	84
8.2.1.2 Grenzwerte für die Betätigung von Geräten mit Kraftantrieb	84
8.2.1.3 Ansprechgrenzen von Unterspannungsrelais und -auslösern	85
8.2.1.4 Ansprechgrenzen von Spannungsauslösern	85
8.2.1.5 Ansprechgrenzen von stromabhängigen Relais und Auslösern	86
8.2.2 Erwärmung	86
8.2.2.1 Allgemeines.....	86

	Seite	
8.2.2.2	Anschlüsse.....	86
8.2.2.3	Berühnbare Teile	86
8.2.2.4	Umgebungstemperatur	86
8.2.2.5	Hauptstromkreis	86
8.2.2.6	Steuerstromkreise	86
8.2.2.7	Wicklungen von Spulen und Elektromagneten	86
8.2.2.8	Hilfsstromkreise.....	87
8.2.2.9	Andere Teile.....	87
8.2.3	Isolationseigenschaften.....	87
8.2.3.1	Allgemeines.....	87
8.2.3.2	Stoßspannungsfestigkeit.....	87
8.2.3.3	Betriebsfrequente Spannungsfestigkeit oder Gleich–Spannungsfestigkeit von Haupt-, Hilfs- und Steuerstromkreisen.....	88
8.2.3.4	Luftstrecken.....	88
8.2.3.5	Kriechstrecken	88
8.2.3.6	Feste Isolierung.....	89
8.2.3.7	Abstände zwischen getrennten Stromkreisen	89
8.2.3.8	Anforderungen an Geräte mit sicherer Trennung	89
8.2.4	Ein- und Ausschalten und Belastbarkeit ohne Last, bei bestimmungsgemäßer Last und Überlast.....	90
8.2.4.1	Ein- und Ausschaltvermögen	90
8.2.4.2	Betriebsverhalten	90
8.2.4.3	Lebensdauer	90
8.2.5	Ein- und Ausschalten und Belastbarkeit unter Kurzschlussbedingungen	90
8.2.6	Impedanz der Strombahn.....	91
8.2.7	Ableitströme von Geräten mit Trennfunktion	91
8.3	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	91
8.3.1	Allgemeines.....	91
8.3.2	Störfestigkeit	92
8.3.3	Störaussendung	92
8.3.3.1	Geräte, die keine elektronischen Schaltkreise enthalten.....	92
8.3.3.2	Geräte, die elektronische Schaltkreise enthalten – Grenzwerte für hochfrequente Störaussendungen.....	92
9	Prüfungen.....	93
9.1	Arten von Prüfungen	93
9.1.1	Allgemeines.....	93
9.1.2	Typprüfungen	93
9.1.3	Stückprüfungen	94
9.1.4	Stichprobenprüfungen.....	94
9.1.5	Sonderprüfungen	94

	Seite
9.1.5.1 Allgemeines	94
9.1.5.2 Prüfungen zur Ermittlung von Zuverlässigkeitsdaten.....	94
9.1.5.3 Umweltprüfungen	94
9.2 Übereinstimmung mit den Bauanforderungen	94
9.2.1 Allgemeines	94
9.2.2 Werkstoffe	95
9.2.2.1 Prüfung auf Beständigkeit gegen außergewöhnliche Wärme und Feuer	95
9.2.3 Geräte.....	95
9.2.4 Gehäuse für Geräte.....	95
9.2.5 Mechanische und elektrische Eigenschaften von Anschlüssen.....	95
9.2.5.1 Allgemeine Prüfbedingungen	95
9.2.5.2 Prüfungen der mechanischen Festigkeit von Anschlüssen	95
9.2.5.3 Prüfung der Leiter auf Beschädigung und unbeabsichtigtes Lösen (Biegeprüfung)	96
9.2.5.4 Herausziehprüfung	97
9.2.5.5 Prüfung der Einführbarkeit von unvorbereiteten runden Kupferleitern mit dem größten Querschnitt	97
9.2.5.6 (frei)	98
9.2.5.7 Elektrisches Verhalten von schraubenlosen Klemmstellen	98
9.2.5.8 Alterungsprüfung für schraubenlose Klemmstellen	98
9.2.6 Nachweis der Wirksamkeit der Stellungsanzeige der Hauptkontakte von Geräten mit Trennfunktion.....	98
9.2.6.1 Wirksamkeit der Stellungsanzeige	98
9.2.6.2 Prüfverfahren.....	98
9.2.6.3 Zustand des Geräts während und nach der Prüfung	100
9.2.7 Bleibt frei.....	100
9.2.8 Schutzrohr-Herausziehprüfung, Drehmomentprüfung und Biegeprüfung mit Metallschutzrohren	100
9.2.8.1 Allgemeines	100
9.2.8.2 Herausziehprüfung	101
9.2.8.3 Biegeprüfung	101
9.2.8.4 Drehmomentprüfung	101
9.3 Verhalten	101
9.3.1 Prüffolgen	101
9.3.2 Allgemeine Prüfbedingungen	101
9.3.2.1 Allgemeine Anforderungen.....	101
9.3.2.2 Prüfgrößen	103
9.3.2.3 Beurteilung von Prüfergebnissen	103
9.3.2.4 Prüfbericht	103
9.3.3 Verhalten ohne Last sowie bei bestimmungsgemäßer Last und Überlast.....	104
9.3.3.1 Betätigung	104

	Seite
9.3.3.2	Grenzwerte für die Betätigung 104
9.3.3.3	Erwärmung 105
9.3.3.4	Isolationseigenschaften 108
9.3.3.5	Ein- und Ausschaltvermögen 113
9.3.3.6	Betriebsverhalten 115
9.3.3.7	Lebensdauer 115
9.3.3.8	Polimpedanz 116
9.3.4	Verhalten unter Kurzschlussbedingungen 116
9.3.4.1	Allgemeine Bedingungen für Kurzschlussprüfungen 116
9.3.4.2	Kurzschlussein- und -ausschaltvermögen 120
9.3.4.3	Nachweis der Bemessungskurzzeitstromfestigkeit 120
9.3.4.4	Koordination von Kurzschlussschutzeinrichtungen und bedingtem Bemessungskurzschlussstrom 122
9.4	Prüfungen auf elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) 122
9.4.1	Allgemeines 122
9.4.2	Störfestigkeit 122
9.4.2.1	Allgemeines 122
9.4.2.2	Entladungen statischer Elektrizität 122
9.4.2.3	Abgestrahlte hochfrequente elektromagnetische Felder 122
9.4.2.4	Leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder 122
9.4.2.5	Schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst 122
9.4.2.6	Stoßspannungen 122
9.4.2.7	Betriebsfrequente elektromagnetische Felder 122
9.4.2.8	Spannungseinbrüche und Kurzzeitunterbrechungen 123
9.4.3	Störaussendung 123
Anhang A (informativ)	Harmonisierung der Gebrauchskategorien für Niederspannungsschaltgeräte 151
Anhang B -(Bleibt frei) 154
Anhang C (normativ)	Schutzarten von Betriebsmitteln im Gehäuse 155
C.1	Allgemeines 155
C.2	Anwendungsbereich und Zweck 155
C.3	Begriffe 155
C.4	Bezeichnungen 155
C.5	Schutzart gegen die Berührung gefährlicher Teile und gegen das Eindringen fester Fremdkörper, bezeichnet durch die erste Kennziffer 155
C.6	Schutzart gegen das Eindringen von Wasser, bezeichnet durch die zweite Kennziffer 156
C.7	Schutzart gegen die Berührung gefährlicher Teile, bezeichnet durch einen zusätzlichen Buchstaben 156
C.8	Ergänzende Buchstaben 156
C.9	Beispiele für die Bezeichnung mit der IP-Schutzart 156
C.10	Kennzeichnung 156

	Seite
C.11 Allgemeine Anforderungen an die Prüfungen	156
C.12 Prüfungen für den Schutz gegen das Berühren gefährlicher Teile, bezeichnet durch die erste Kennziffer	157
C.13 Prüfungen für den Schutz gegen das Eindringen fester Fremdkörper, bezeichnet durch die erste Kennziffer	157
C.14 Prüfungen für den Schutz gegen Wasser, bezeichnet durch die zweite Kennziffer	158
C.15 Prüfungen für den Schutz gegen das Berühren gefährlicher Teile, bezeichnet durch einen zusätzlichen Buchstaben.....	158
C.16 Zusammenstellung von Verantwortlichkeiten zuständiger Technischer Komitees	158
Anhang D (informativ) Beispiele für Klemmstellen und Beziehung zwischen Klemmstelle und Verbindungsmaterial.....	162
D.1 Klemmstelle in einem Verbindungsmaterial	162
D.2 Beispiele für Klemmstellen	163
Anhang E (informativ) Beschreibung eines Verfahrens für die Einstellung des Lastkreises.....	169
Anhang F (informativ) Bestimmung des Leistungsfaktors oder der Zeitkonstante des Kurzschlussstromkreises.....	171
F.1 Bestimmung des Leistungsfaktors des Kurzschlussstromkreises	171
F.1.1 Verfahren I – Bestimmung aus der Gleichstromkomponente	171
F.1.2 Verfahren II – Bestimmung mit einem Hilfsgenerator/einer Hilfsstromquelle.....	172
F.2 Bestimmung der Zeitkonstante (Verfahren mit Oszillograph)	172
Anhang G (informativ) Messung von Kriech- und Luftstrecken.....	173
G.1 Grundregeln.....	173
G.2 Verwendung von Rippen	173
Anhang H (informativ) Zusammenhang zwischen der Nennspannung des Versorgungssystems und der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit von Geräten.....	179
Anhang J (informativ) Punkte, die zwischen Hersteller und Anwender zu vereinbaren sind	181
Anhang K (normativ) Verfahren zur Bestimmung von Daten für elektromechanische Schaltgeräte in Anwendungen mit funktionaler Sicherheit.....	182
K.1 Allgemeines	182
K.1.1 Übersicht	182
K.1.2 Anwendungsbereich und Zweck	182
K.1.3 Allgemeine Anforderungen	182
K.2 Begriffe und Symbole	183
K.2.1 Begriffe	183
K.2.2 Formelzeichen	184
K.3 Verfahren, abgestützt auf Lebensdauerprüfungsergebnissen	184
K.3.1 Allgemeines Verfahren	184
K.3.2 Prüfanforderungen.....	184
K.3.3 Anzahl der Muster	184
K.3.4 Beschreibung der Fehlerart.....	185
K.3.5 Weibull-Modellierung	185

	Seite
K.3.5.1 Auswertung von Daten.....	185
K.3.5.2 Modellierungsverfahren.....	185
K.3.5.3 Median-Rank-Regression	186
K.3.6 Brauchbarkeitsdauer und obere Grenze der Ausfallrate	187
K.3.6.1 Numerisches Verfahren	187
K.3.6.2 Punktschätzungen der Quantile (10 %) der Zeit bis zum Ausfall.....	187
K.3.6.3 Brauchbarkeitsdauer	187
K.3.6.4 Obergrenze der Ausfallrate	188
K.3.7 Zuverlässigkeitsdaten	188
K.4 Anzugebende Daten	188
K.5 Beispiel.....	189
K.5.1 Prüfergebnisse	189
K.5.2 Weibull-Verteilung und Median-Rank-Regression	189
K.5.3 Brauchbarkeitsdauer und Ausfallrate	190
Anhang L (normativ) Anschlusskennzeichnung und Kennziffer	192
L.1 Allgemeines	192
L.2 Anschlusskennzeichnung bei Impedanzen (alphanumerisch).....	192
L.2.1 Spulen	192
L.2.2 Elektromagnetische Auslöser.....	193
L.2.2.1 Spannungsauslöser	193
L.2.2.2 Unterspannungsauslöser	193
L.2.3 Elektromagnetische Verriegelung	193
L.2.4 Leuchtmeldeeinrichtungen	194
L.3 Anschlusskennzeichnung von Kontaktelementen für Schaltgeräte mit zwei Stellungen (numerisch)	194
L.3.1 Kontaktelemente für Hauptstromkreise (Hauptkontaktelemente).....	194
L.3.2 Kontaktelemente für Hilfsstromkreise (Hilfskontaktelemente)	194
L.3.2.1 Funktionsziffer	195
L.3.2.2 Folgeziffer.....	195
L.4 Anschlusskennzeichnung von Überlastschutzeinrichtungen	196
L.5 Kennziffer	197
L.6 Anschlusskennzeichnung von externen angeschlossenen elektronischen Schaltkreiskomponenten, Kontakten und kompletten Geräten.....	197
L.6.1 Anschlusskennzeichnung von externen angeschlossenen elektronischen Schaltkreiskomponenten und Kontakten	197
L.6.1.1 Allgemeines.....	197
L.6.1.2 Anschlusskennzeichnung von externen angeschlossenen Impedanzen	197
L.6.1.3 Anschlusskennzeichnung von externen angeschlossenen Kontakten	198
L.6.2 Kennzeichnung von Anschlussklemmen von kompletten externen Geräten.....	200
Anhang M (normativ) Entflammbarkeitsprüfung.....	203

	Seite
M.1 Heißdrahtzündprüfung (HWI)	203
M.1.1 Prüfling.....	203
M.1.2 Beschreibung des Prüfgeräts	203
M.1.3 Beanspruchung	204
M.1.4 Prüfverfahren.....	204
M.2 Lichtbogenzündprüfung (AI)	204
M.2.1 Prüfling.....	204
M.2.2 Beschreibung des Prüfgeräts	204
M.2.3 Vorbehandlung	205
M.2.4 Prüfverfahren.....	205
M.3 HWI- und AI-Anforderungen	206
Anhang N (normativ) Anforderungen und Prüfungen für Geräte mit sicherer Trennung	207
N.1 Allgemeines	207
N.2 Begriffe	207
N.3 Anforderungen.....	209
N.3.1 Allgemeines	209
N.3.2 Isolationsanforderungen.....	209
N.3.2.1 Kriechstrecken.....	209
N.3.2.2 Luftstrecken.....	210
N.3.3 Konstruktive Anforderungen.....	210
N.4 Prüfungen	210
N.4.1 Allgemeines	210
N.4.2 Isolationsprüfungen	210
N.4.2.1 Kriechstreckenprüfung	210
N.4.2.2 Luftstreckenprüfung.....	210
N.4.2.2.1 Anforderung an das zu prüfende Gerät.....	210
N.4.2.2.2 Anlegen der Prüfspannung	210
N.4.2.2.3 Prüfstoßspannung.....	210
N.4.2.2.4 Prüfung.....	211
N.4.2.2.5 Zu erzielende Prüfergebnisse	211
N.4.3 Beispiele von konstruktiven Maßnahmen.....	211
Anhang O (informativ) Umweltbewusstes Gestalten	212
O.1 Allgemeines	212
O.2 Anwendungsbereich	212
O.3 Begriffe	213
O.5 Grundlagen des umweltbewussten Gestaltens (ECD).....	219
O.6 Der Prozess des umweltbewussten Gestaltens (ECD-Prozess).....	220
O.6.1 Allgemeines	220
O.6.2 Prozessschritte von ECD.....	220

	Seite
O.7 Werkzeuge zur Berücksichtigung von Umweltaspekten beim Entwerfen und Entwickeln von Produkten	221
O.8 Relevante Technische Komitees bei ISO	221
Anhang P (informativ) Kabelschuhe für Niederspannungsschaltgeräte zum Anschluss an Kupferleiter	222
Anhang Q (normativ) Sonderprüfungen – EMV, Feuchte Wärme, Salznebel, Schwingen und Schock.....	223
Q.1 Allgemeines.....	223
Q.2 Geräteklassen	223
Q.3 Prüfungen.....	224
Q.3.1 Allgemeine Prüfbedingungen	224
Q.3.2 Prüffolgen	224
Anhang R (normativ) Anwendung der Metallfolie bei der Hochspannungsprüfung auf die Teile, die bei Betätigung und Einstellung berührbar sind	229
R.1 Allgemeines.....	229
R.2 Zweck	229
R.3 Beschreibung der Zonen.....	230
R.3.1 Allgemeines.....	230
R.3.2 Anwendung der Metallfolie bezüglich berührbarer Teile bei üblicher Betätigung oder Einstellung.....	230
Anhang S (normativ) Digitale Ein- und Ausgänge.....	237
S.1 Anwendungsbereich.....	237
S.2 Begriffe	237
S.3 Funktionsanforderungen	238
S.3.1 Steuerstromkreisspeisespannung und Arbeitsbereiche.....	238
S.3.2 Digitale Ein- und Ausgänge.....	239
S.3.2.1 Allgemeines.....	239
S.3.2.2 Digitale Eingänge (Strom ziehend)	240
S.3.2.2.1 Allgemeines.....	240
S.3.2.2.2 Terminologie (U/I-Arbeitsbereiche).....	240
S.3.2.2.3 Normarbeitsbereiche für digitale Eingänge (Strom ziehend).....	240
S.3.2.2.4 Zusätzliche Anforderungen	241
S.3.2.3 Digitale Ausgänge für Wechselspannung (Strom liefernd).....	241
S.3.2.3.1 Allgemeines.....	241
S.3.2.3.2 Nennwerte und Arbeitsbereiche (Wechselspannung)	242
S.3.2.3.3 Zusätzliche Anforderungen	243
S.3.2.4 Digitale Ausgänge für Gleichspannung (Strom liefernd).....	244
S.3.2.4.1 Allgemeines.....	244
S.3.2.4.2 Steuerstromkreisspeisespannung und Arbeitsbereiche (Gleichspannung).....	244
S.3.2.4.3 Zusätzliche Anforderungen	246
S.4 Nachprüfung der Anforderungen an Eingänge/Ausgänge	246

	Seite
S.4.1 Allgemeines	246
S.4.2 Nachprüfungen von digitalen Eingängen	246
S.4.2.1 Prüfung des Arbeitsbereichs	246
S.4.2.2 Prüfung mit Umkehr der Signalpolarität (Beständigkeitsprüfung)	246
S.4.3 Nachprüfungen von digitalen Ausgängen	246
S.4.3.1 Prüfung des Arbeitsbereichs	246
S.4.3.2 Prüfung von geschützten, nicht geschützten und kurzschlussfesten Ausgängen	247
S.4.3.3 Prüfung mit Umkehr der Signalpolarität (Beständigkeitsprüfung)	247
S.4.4 Verhalten des Geräts	248
S.5 Allgemeine Herstellerangaben	248
S.5.1 Angaben über digitale Eingänge (Strom ziehend)	248
S.5.2 Informationen über digitale Ausgänge für Wechselspannung (Strom liefernd)	248
S.5.3 Angaben zu digitalen Ausgängen für Gleichspannung (Strom liefernd)	249
S.6 Gleichungen für den Normarbeitsbereich für digitale Eingänge	249
Anhang T (normativ) Zusatzfunktionen in einem elektronischen Überlastrelais	251
T.1 Anwendungsbereich	251
T.1.1 Allgemeines	251
T.1.2 Fehlerstromfunktion	251
T.2 Begriffe	251
T.3 Einteilung der elektronischen Überlastrelais	252
T.4 Arten von Relais mit Fehlerstrom(Erdschluss)-Funktion	252
T.5 Anforderungen an das Verhalten	252
T.5.1 Ansprechgrenzen elektronischer Fehlerstromrelais	252
T.5.2 Ansprechgrenzen von Fehlerstrom-empfindlichen elektronischen Relais vom Typ CI und vom Typ CII (-A und -B)	253
T.5.3 Ansprechgrenzen von Spannungsasymmetrirelais	253
T.5.4 Ansprechgrenzen von Phasenumkehrrelais	253
T.5.5 Ansprechgrenzen von Stromasymmetrirelais	253
T.5.6 Ansprechgrenzen von Unterspannungsrelais und -auslösern	254
T.6 Prüfungen	254
T.6.1 Ansprechgrenzen von Fehlerstrom-empfindlichen elektronischen Relais vom Typ CI und vom Typ CII (-A und -B)	254
T.6.2 Nachweis der Sperrfunktion bei Fehlerstrom-empfindlichen elektronischen Relais vom Typ CII (-A und -B)	254
T.6.3 Stromasymmetrirelais	255
T.6.4 Spannungsasymmetrirelais	255
T.6.5 Phasenumkehrrelais	255
T.6.6 Überspannungsrelais	255
T.7 Stück- und Stichprobenprüfungen	255
Anhang U (informativ) Beispiele für Steuerstromkreisanordnungen	257

	Seite
U.1 Externe Steuereinrichtung (ECD).....	257
U.1.1 Begriff.....	257
U.1.2 Schematische Darstellung einer externen Steuereinrichtung.....	257
U.1.3 Parameter einer externen Steuereinrichtung.....	257
U.2 Steuerstromkreisanordnungen.....	258
U.2.1 Gerät mit externer Steuerspannungsversorgung.....	258
U.2.1.1 Ein einziger Eingang für Speise- und Steuerspannung.....	258
U.2.1.2 Getrennte Eingänge für Speise- und Steuerspannung.....	258
U.2.2 (frei).....	259
U.2.3 Gerät mit mehreren externen Steuerversorgungen.....	259
U.2.4 Gerät mit Bus-Schnittstelle (darf mit anderen Schaltkreisanordnungen kombiniert werden).....	259
Anhang V (informativ) Energiemanagement bei Schaltgeräten zur elektrischen Energieeffizienz.....	260
V.1 Allgemeines.....	260
V.2 Anwendungsbereich.....	260
V.3 Begriffe.....	260
V.4 Elektrische Energieeffizienz und Sicherheit.....	261
V.5 Grundlagen der elektrischen Energieeffizienz.....	261
V.5.1 Allgemeines.....	261
V.5.2 Strategie des Energiemanagements.....	261
V.5.3 Energiemanagement mit Automatisierungs- und Steuerungstechnik.....	261
V.6 Energieeffizienzanwendungen.....	262
V.6.1 Einsparung der Halbleiterverluste.....	262
V.6.2 Korrektur des Leistungsfaktors.....	262
V.6.3 Lastabwurf.....	262
V.6.4 Motorsteuerung bei Festdrehzahlanwendungen.....	262
Anhang W (normativ) Methode zur Erstellung einer Materialdeklaration.....	264
W.1 Allgemeines.....	264
W.2 Anwendungsbereich.....	264
W.3 Normative Verweisungen.....	264
W.4 Begriffe.....	264
W.5 Anforderungen an die Materialdeklaration.....	265
W.5.1 Allgemeine Berichtsanforderungen.....	265
W.5.2 Zusätzliche Berichtsanforderungen.....	266
W.6 Beispiel einer Materialdeklaration entsprechend W.5.....	266
Anhang X (normativ) Koordination eines Leistungsschalters oder CPS mit einer weiteren Kurzschlusschutzeinrichtung im selben Stromkreis unter Kurzschlussbedingungen.....	272
X.1 Allgemeines.....	272
X.2 Anwendungsbereich und Zweck.....	272
X.3 Allgemeine Anforderungen an die Koordination eines Leistungsschalters oder CPS mit einer weiteren SCPD.....	273

	Seite
X.3.1 Allgemeine Betrachtungen	273
X.3.2 Übernahmestrom	273
X.3.3 Verhalten von C1 in Verbindung mit einer weiteren SCPD	273
X.4 Typ und kennzeichnende Merkmale der zugeordneten SCPD	273
X.5 Nachweis der Selektivität	274
X.5.1 Allgemeines	274
X.5.2 Theoretische Ermittlung der Selektivität	274
X.5.2.1 Selektivität im Überlastbereich	274
X.5.2.2 Bestimmung der Selektivität im Fehlerstrombereich (Kurzschluss)	274
X.5.2.3 Bestimmung des Grenzstroms bei Selektivität für bestimmte Einbaubedingungen	275
X.5.3 Durch Prüfung bestimmte Selektivität	275
X.6 Nachweis des Back-up-Schutzes	276
X.6.1 Bestimmung des Übernahmestroms	276
X.6.2 Nachweis des Back-up-Schutzes	276
X.6.3 Prüfungen zum Nachweis des Back-up-Schutzes	277
X.6.4 Zu erzielende Prüfergebnisse	278
Literaturhinweise	283
Bilder	
Bild 1 – Prüfeinrichtung für die Biegeprüfung (siehe 9.2.5.3 und Tabelle 5)	137
Bild 2 – Lehren der Formen A und B (siehe 9.2.5.5.2 und Tabelle 7)	137
Bild 3 – Schaltbild des Prüfkreises für den Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens einpoliger Geräte in einem einphasigen Wechselspannungskreis oder bei Gleichspannung (siehe 9.3.3.5.2)	138
Bild 4 – Schaltbild des Prüfkreises für den Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens zweipoliger Geräte in einem einphasigen Wechselspannungskreis oder bei Gleichspannung (siehe 9.3.3.5.2)	139
Bild 5 – Schaltbild des Prüfkreises für den Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens dreipoliger Geräte (siehe 9.3.3.5.2)	140
Bild 6 – Schaltbild des Prüfkreises für den Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens vierpoliger Geräte (siehe 9.3.3.5.2)	141
Bild 7 – Vereinfachte Darstellung der wiederkehrenden Spannung an den Kontakten des erstlöschenden Pols unter idealen Bedingungen (siehe 9.3.3.5.2, Aufzählung e))	142
Bild 8 – Schaltbild zur Einstellung des Lastkreises	143
Bild 9 – Schaltbild des Prüfkreises für den Nachweis des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens einpoliger Geräte in einem einphasigen Wechselspannungskreis oder bei Gleichspannung (siehe 9.3.4.1.2)	144
Bild 10 – Schaltbild des Prüfkreises für den Nachweis des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens zweipoliger Geräte in einem einphasigen Wechselspannungskreis oder bei Gleichspannung (siehe 9.3.4.1.2)	145
Bild 11 – Schaltbild des Prüfkreises für den Nachweis des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens dreipoliger Geräte (siehe 9.3.4.1.2)	146
Bild 12 – Schaltbild des Prüfkreises für den Nachweis des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens vierpoliger Geräte (siehe 9.3.4.1.2)	147
Bild 13 – Beispiel der Aufzeichnung des Strom- und Spannungsverlaufs bei der Prüfung des	

	Seite
Kurzschluss- und -ausschaltvermögens eines einpoligen Geräts in einem einphasigen Wechselspannungskreis (siehe 9.3.4.1.8)	148
Bild 14 – Nachweis des Kurzschluss- und -ausschaltvermögens bei Gleichspannung (siehe 9.3.4.1.8)	149
Bild 15 – Bestimmung des unbeeinflussten Ausschaltstroms, wenn die erste Einstellung des Prüfkreises bei einem niedrigeren Strom als dem Bemessungsausschaltvermögen erfolgte (siehe 9.3.4.1.8, Aufzählung b))	150
Bild 16 – Prüfkraft am Bedienteil (siehe 9.2.6.2.1 und Tabelle 17)	150
Bild D.8 – Klemmstelle in einem Verbindungsmaterial	162
Bild D.1 – Schraubklemmstellen	163
Bild D.2 – Buchsenklemmen	164
Bild D.3 – Bolzenanschlüsse/-klemmstellen	165
Bild D.4 – Laschenanschlüsse/-klemmstellen	165
Bild D.5 – Schraubenflachanschlüsse	166
Bild D.6 – Mantelklemmen	167
Bild D.7 – Schraubenlose Klemmen	168
Bild E.1 – Bestimmung des tatsächlichen Faktors γ	170
Bild G.1 – Messung von Rippen	174
Bild G.2 – Kriechstrecke über die feste und die bewegliche Isolierung von Kontaktträgern	174
Bild K.1 – Darstellung einer Weibull-Median-Rank-Regression	191
Bild M.1 – Prüfvorrichtung für die Heißdrahtzündprüfung	203
Bild M.2 – Schaltung für Lichtbogenzündprüfung	205
Bild N.1 – Beispiel für den Einbau eines Bauteils zwischen sicher getrennten Schaltkreisen	211
Bild O.1 – Konzeptionelle Beziehung zwischen Festlegungen in Produktnormen und den dem Produkt während seines Lebenswegs zugeordneten Umweltauswirkungen	218
Bild O.2 – Überblick über den ECD-Prozess	219
Bild P.1 – Maße	222
Bild R.1 – Betätigungsmechanismus außerhalb des Gehäuses	231
Bild R.2 – Betätigungsraum bei Drucktasterbetätigung	232
Bild R.3 – Beispiel für einen fingersicheren Bereich bei gefährlichen Strom führenden Teilen in einer Drucktaster-Umgebung	233
Bild R.4 – Anwendung der Folie – Beispiel I	233
Bild R.5 – Anwendung der Folie – Beispiel II	234
Bild R.6 – Anwendung der Folie – Beispiel III	234
Bild R.7 – Anwendung der Metallfolie an Öffnungen und Nuten	235
Bild R.8 – Betätigungsraum für die Betätigung bei Drehhebeln	236
Bild S.1 – E/A-Parameter	239
Bild S.2 – U/I-Arbeitsbereiche von Strom ziehenden Eingängen	240
Bild S.3 – Schwingungsverlauf bei kurzzeitiger Überlast für digitale Wechselspannungsausgänge	243
Bild S.4 – Schwingungsverlauf bei kurzzeitiger Überlast für digitale Gleichspannungsausgänge	245
Bild T.1 – Prüfkreis für den Nachweis der Ansprechcharakteristik von Fehlerstrom-empfindlichen elektronischen Relais	256

	Seite
Bild U.1 – Schematische Darstellung einer externen Steuereinrichtung.....	257
Bild U.2 – Ein einziger Eingang für Speise- und Steuerspannung.....	258
Bild U.3 – Getrennte Eingänge für Speise- und Steuerspannung.....	258
Bild U.5 – Gerät mit mehreren externen Steuerversorgungen.....	259
Bild U.6 – Gerät mit Bus-Schnittstelle.....	259
Bild W.1 – Beispiel für Haupt- und Business-Informationen, graphische Darstellung des XML-Codes.....	268
Bild W.2 – Beispiel für Produktinformationen, graphische Darstellung des XML-Codes.....	269
Bild W.3 – Beispiel für Informationen bzgl. deklarationspflichtiger Stoffe, graphische Darstellung des XML-Codes.....	270
Bild W.4 – Beispiel für Informationen bzgl. Der Materialklasse, graphische Darstellung des XML-Codes.....	271
Bild X.1 – Überstromkoordination zwischen einem Leistungsschalter oder CPS und einer Sicherung oder Back-up-Schutz durch eine Sicherung: Ausschaltkennlinien.....	278
Bild X.2 – Volle Selektivität zwischen zwei Leistungsschaltern oder einem Leistungsschalter und einem CPS.....	279
Bild X.3 – Back-up-Schutz durch einen Leistungsschalter oder CPS – Ausschaltkennlinien.....	280
Bild X.4 – Prüfkreisbeispiel für die Prüfung des bedingten Kurzschlussausschaltvermögens, mit Leitungsverbindungen für einen dreipoligen Leistungsschalter oder CPS (C ₁).....	281
Bild X.5 – Prüfkreisbeispiel zum Nachweis der Selektivität.....	282
Tabellen	
Tabelle 25 – Formelzeichen und Abschnittsverweisungen der in dieser Publikation verwendeten kennzeichnenden Merkmale.....	63
Tabelle 1 – Nennquerschnitte runder Kupferleiter und angenäherte Beziehung zwischen mm ² - und AWG/kcmil-Größen (siehe 8.1.8.2).....	123
Tabelle 2 – Grenzübertemperaturen von Anschlüssen/Klemmen (siehe 8.2.2.2 und 9.3.3.3.4).....	124
Tabelle 3 – Grenzübertemperaturen von berührbaren Teilen (siehe 8.2.2.3 und 9.3.3.3.4).....	124
Tabelle 4 – Anzugsdrehmomente für den Nachweis der mechanischen Festigkeit von Schraubanschlüssen/-klemmen (siehe 9.2.5.2 und 9.3.2.1).....	125
Tabelle 5 – Prüfwerte für die Biege- und Herausziehprüfungen von runden Kupferleitern (siehe 9.2.5.4.1).....	126
Tabelle 6 – Prüfwerte für die Herausziehprüfung von flachen Kupferleitern (siehe 9.2.5.4.2).....	127
Tabelle 7 – Größte Leiterquerschnitte und dazugehörige Lehren (siehe 9.2.5.5.1).....	127
Tabelle 18 – Zusammenhang zwischen Leiterquerschnitt und Durchmesser.....	128
Table 8 – Grenzabweichungen der Prüfgrößen (siehe 9.3.4.3, Aufzählung a)).....	129
Tabelle 9 – Prüfleiter aus Kupfer für Prüfströme bis einschließlich 400 A (siehe 9.3.3.3.4).....	129
Tabelle 10 – Prüfleiter aus Kupfer für Prüfströme über 400 A bis einschließlich 800 A (siehe 9.3.3.3.4).....	130
Tabelle 11 – Prüfschienen aus Kupfer für Prüfströme über 400 A bis einschließlich 3 150 A (siehe 9.3.3.3.4).....	130
Tabelle 13 – Mindestluftstrecken.....	132
Tabelle 14 – Prüfspannungen über die offenen Kontakte von Geräten mit Trennfunktion.....	132
Tabelle 15 – Mindestkriechstrecken.....	133
Tabelle 16 – Leistungsfaktoren und Zeitkonstanten in Abhängigkeit von den Prüfströmen sowie das	

	Seite
Verhältnis n zwischen Scheitelwert und Effektivwert der Prüfströme (siehe 9.3.4.3, Aufzählung a).....	134
Tabelle 17 – Prüfkraft am Bedienteil (siehe 9.2.6.2.1).....	134
Tabelle 20 – Prüfwerte für die Schutzrohr-Herausziehprüfung (siehe 9.2.8.2).....	134
Tabelle 21 – Prüfwerte für die Schutzrohr-Biegeprüfung (siehe 9.2.8.3).....	134
Tabelle 22 – Prüfwerte für die Schutzrohr-Drehmomentprüfung (siehe 9.2.8.2 und 9.2.8.4).....	134
Tabelle 23 – Prüfungen auf elektromagnetische Verträglichkeit – Störfestigkeit (siehe 9.4.1).....	135
Tabelle 24 – Annahmekriterien bei Vorliegen elektromagnetischer Störungen.....	136
Tabelle A.1 – In der Reihe IEC 60947 verwendete Gebrauchskategorien.....	151
Tabelle C.1 – IP-Schutzarten.....	159
Tabelle H.1 – Zusammenhang zwischen Nennspannung des Versorgungssystems und Bemessungsstoßspannungsfestigkeit des Geräts bei Schutz durch Überspannungsableiter nach IEC 60099-1.....	180
Tabelle K.2 – Beispiel von 15 aufsteigend gelisteten Zeiten bis zum Ausfall von Schützen.....	189
Tabelle K.3 – Beispiel Median-Ranks-Auswertung.....	190
Tabelle M.1 – HWI- und AI-Kennwerte für Werkstoffe, die Strom führende Teile in Position halten.....	206
Tabelle M.2 – HWI- und AI-Kennwerte für Werkstoffe, die nicht durch Tabelle M.1 abgedeckt sind.....	206
Tabelle P.1 – Beispiele für Kabelschuhe für Niederspannungsschaltgeräte zum Anschluss an Kupferleiter.....	222
Tabelle S.1 – Steuerstromkreisspeisespannung und Arbeitsbereiche der Netzeinspeisung.....	238
Tabelle S.2 – Normarbeitsbereiche für digitale Eingänge (Strom ziehend).....	241
Tabelle S.3 – Nennwerte und Arbeitsbereiche für Strom liefernde digitale Wechselspannungsausgänge.....	242
Tabelle S.4 – Steuerstromkreisspeisespannung und Arbeitsbereiche (Gleichspannung) für Strom liefernde digitale Gleichspannungsausgänge.....	245
Tabelle S.5 – Überlast- und Kurzschlussprüfungen von digitalen Ausgängen.....	247
Tabelle W.1 – Beispiel für Haupt- und Business-Informationen, Darstellung in tabellarischer Form.....	267
Tabelle W.2 – Beispiel für Produktinformationen, Darstellung in tabellarischer Form.....	268
Tabelle W.3 – Beispiel für Informationen bzgl. deklarationspflichtiger Stoffe, Darstellung in tabellarischer Form.....	270
Tabelle W.4 – Beispiel für Informationen bzgl. der Materialklasse, Darstellung in tabellarischer Form.....	271