

## Inhalt

	Seite
Vorwort .....	2
Vorwort zu A1 .....	2
Vorwort zu A2 .....	3
1 Allgemeines .....	10
1.1 Anwendungsbereich und Zweck .....	10
1.2 Normative Verweisungen .....	11
2 Begriffe .....	14
2.1 Allgemeine Begriffe .....	20
2.2 Schaltgeräte .....	24
2.3 Teile von Schaltgeräten .....	28
2.4 Betätigung von Schaltgeräten .....	34
2.5 Kenngrößen .....	40
2.6 Prüfungen .....	51
2.7 Anschlüsse .....	52
3 Einteilung .....	52
4 Kennzeichnende Merkmale .....	53
4.1 Allgemeines .....	54
4.2 Art des Geräts .....	54
4.3 Bemessungs- und Grenzwerte für den Hauptstromkreis .....	54
4.4 Gebrauchskategorie .....	61
4.5 Steuerstromkreise .....	61
4.6 Hilfsstromkreise .....	62
4.7 Relais und Auslöser .....	62
4.8 Zuordnung von Kurzschlusschutzeinrichtungen (SCPD) .....	62
4.9 Schaltüberspannungen .....	62
5 Produktinformation .....	62
5.1 Art der Information .....	62
5.2 Aufschriften .....	63
5.3 Aufstellungs-, Bedienungs- und Wartungsanweisungen .....	64
5.4 Umweltinformationen .....	65
6 Übliche Betriebs-, Einbau- und Transportbedingungen .....	65
6.1 Übliche Betriebsbedingungen .....	65
6.2 Transport- und Lagerbedingungen .....	67
6.3 Einbau .....	67
7 Anforderungen an den Bau und das Verhalten .....	67
7.1 Bauanforderungen .....	67
7.2 Anforderungen an das Verhalten .....	75
7.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) .....	83
8 Prüfungen .....	84
8.1 Arten von Prüfungen .....	84

	Seite
8.2 Übereinstimmung mit den Bauanforderungen .....	85
8.3 Verhalten .....	92
8.4 Prüfungen auf elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) .....	113
Anhang A (informativ) Harmonisierung der Gebrauchskategorien für Niederspannungsschaltgeräte .....	149
Anhang B (informativ) Eignung des Geräts, wenn die Betriebsbedingungen von den üblichen Betriebsbedingungen abweichen .....	152
Anhang C (normativ) Schutzarten von Betriebsmitteln im Gehäuse .....	153
Anhang D (informativ) Beispiele für Klemmstellen und Beziehung zwischen Klemmstelle und Verbindungsmaterial.....	160
Anhang E (informativ) Beschreibung eines Verfahrens für die Einstellung des Lastkreises.....	166
Anhang F (informativ) Bestimmung des Leistungsfaktors oder der Zeitkonstante des Kurzschlussstromkreises.....	168
Anhang G (informativ) Messung von Kriech- und Luftstrecken.....	170
Anhang H (informativ) Zusammenhang zwischen der Nennspannung des Versorgungssystems und der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit von Geräten.....	176
Anhang J (informativ) Punkte, die Vereinbarungen zwischen Hersteller und Anwender beinhalten .....	178
Anhang K (normativ) Verfahren zur Bestimmung von Daten für elektromechanische Schaltgeräte in Anwendungen mit funktionaler Sicherheit.....	179
Anhang L (normativ) Anschlusskennzeichnung und Kennziffer .....	189
Anhang M (normativ) Entflammbarkeitsprüfung .....	200
Anhang N (normativ) Anforderungen und Prüfungen für Geräte mit sicherer Trennung .....	204
Anhang O (informativ) Umweltbewusstes Gestalten .....	209
Anhang P (informativ) Kabelschuhe für Niederspannungsschaltgeräte zum Anschluss an Kupferleiter .....	220
Anhang Q (normativ) Sonderprüfungen – Feuchte Wärme, Salznebel, Schwingen und Schock .....	221
Anhang R (normativ) Anwendung der Metallfolie bei der Hochspannungsprüfung auf die Teile, die bei Betätigung und Einstellung berührbar sind .....	226
Anhang S (normativ) Digitale Ein- und Ausgänge .....	232
Anhang T (normativ) Zusatzfunktionen in einem elektronischen Überlastrelais .....	246
Anhang U (informativ) Beispiele für Steuerstromkreisanordnungen .....	252
Anhang V (informativ) Energiemanagement bei Schaltgeräten zur elektrischen Energieeffizienz .....	255
Anhang W (normativ) Methode zur Erstellung einer Materialdeklaration .....	259
Literaturhinweise.....	261
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen .....	263
Anhang ZZ (informativ) Zusammenhang mit grundlegenden Anforderungen von EU-Richtlinien .....	268

## **Bilder**

Bild 1 – Prüfeinrichtung für die Biegeprüfung (siehe 8.2.4.3 und Tabelle 5).....	130
Bild 2 – Lehren der Formen A und B (siehe 8.2.4.5.2 und Tabelle 7).....	130
Bild 3 – Schaltbild des Prüfkreises für den Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens einpoliger Geräte in einem einphasigen Wechselspannungskreis oder bei Gleichspannung (siehe 8.3.3.5.2) .....	131

	Seite
Bild 4 – Schaltbild des Prüfkreis für den Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens zweipoliger Geräte in einem einphasigen Wechselspannungskreis oder bei Gleichspannung (siehe 8.3.3.5.2) .....	132
Bild 5 – Schaltbild des Prüfkreis für den Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens dreipoliger Geräte (siehe 8.3.3.5.2) .....	133
Bild 6 – Schaltbild des Prüfkreis für den Nachweis des Ein- und Ausschaltvermögens vierpoliger Geräte (siehe 8.3.3.5.2) .....	134
Bild 7 – Vereinfachte Darstellung der wiederkehrenden Spannung an den Kontakten des erstlöschenden Pols unter idealen Bedingungen (siehe 8.3.3.5.2, Aufzählung e)) .....	135
Bild 8a – Schaltbild zur Einstellung des Lastkreises: Sternpunkt der Last geerdet .....	136
Bild 8b – Schaltbild zur Einstellung des Lastkreises: Sternpunkt der Einspeisung geerdet .....	137
Bild 9 – Schaltbild des Prüfkreis für den Nachweis des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens einpoliger Geräte in einem einphasigen Wechselspannungskreis oder bei Gleichspannung (siehe 8.3.4.1.2) .....	138
Bild 10 – Schaltbild des Prüfkreis für den Nachweis des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens zweipoliger Geräte in einem einphasigen Wechselspannungskreis oder bei Gleichspannung (siehe 8.3.4.1.2) .....	139
Bild 11 – Schaltbild des Prüfkreis für den Nachweis des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens dreipoliger Geräte (siehe 8.3.4.1.2) .....	140
Bild 12 – Schaltbild des Prüfkreis für den Nachweis des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens vierpoliger Geräte (siehe 8.3.4.1.2) .....	141
Bild 13 – Beispiel der Aufzeichnung des Strom- und Spannungsverlaufs bei der Prüfung des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens eines einpoligen Geräts in einem einphasigen Wechselspannungskreis (siehe 8.3.4.1.8) .....	142
Bild 14 – Nachweis des Kurzschlussein- und -ausschaltvermögens bei Gleichspannung (siehe 8.3.4.1.8) .....	143
Bild 15 – Bestimmung des unbeeinflussten Ausschaltstroms, wenn die erste Einstellung des Prüfkreis bei einem niedrigeren Strom als dem Bemessungsausschaltvermögen erfolgte (siehe 8.3.4.1.8, Aufzählung b)) .....	144
Bild 16 – Prüfkraft am Bedienteil (siehe 8.2.5.2.1 und Tabelle 17) .....	144
Bild 17 – Beispiele von Anschlüssen .....	145
Bild 18 – Prüfaufbau für den Nachweis der Störfestigkeit gegen Entladungen statischer Elektrizität .....	145
Bild 19 – Prüfaufbau für den Nachweis der Störfestigkeit gegen gestrahlte hochfrequente elektromagnetische Felder .....	146
Bild 20 – Prüfaufbau für den Nachweis der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Bursts .....	147
Bild 21 – Prüfaufbau für den Nachweis der Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, erzeugt von hochfrequenten Feldern an Hauptleitern .....	147
Bild 22 – Beispiel eines Prüfaufbaus für den Nachweis der Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, erzeugt durch hochfrequente Felder an Mess- und Steuerleitungen, wenn keine Koppel-Entkoppel-Netzwerke angewendet werden können .....	148
Bild 23 – Prüfaufbau für den Nachweis der Störfestigkeit gegen netzfrequente elektromagnetische Felder .....	148
Bild C.1 – IP-Schutzarten .....	159
Bild D.8 – Klemmstelle in einem Verbindungsmaterial .....	160
Bild D.1 – Schraubklemmen .....	161
Bild D.2 – Buchsenklemmen .....	162
Bild D.3 – Bolzenanschlüsse/-klemmen .....	163

	Seite
Bild D.4 – Laschenanschlüsse/-klemmen.....	163
Bild D.5 – Schraubenflachanschlüsse .....	164
Bild D.6 – Mantelklemmen .....	165
Bild D.7 – Schraubenlose Klemmen .....	165
Bild E.1 – Bestimmung des tatsächlichen Faktors $\gamma$ .....	167
Bild G.1 – Messung von Rippen .....	171
Bild G.2 – Kriechstrecke über die feste und die bewegliche Isolierung von Kontaktträgern .....	171
Bild K.1 – Darstellung einer Weibull-Median-Rank-Regression .....	188
Bild M.1 – Prüfvorrichtung für die Heißdrahtzündprüfung .....	200
Bild M.2 – Schaltung für Lichtbogenzündprüfung.....	202
Bild N.1 – Beispiel für den Einbau eines Bauteils zwischen sicher getrennten Schaltkreisen .....	208
Bild O.1 – Konzeptionelle Beziehung zwischen Festlegungen in Produktnormen und den dem Produkt während seines Lebenswegs zugeordneten Umweltauswirkungen .....	215
Bild O.2 – Überblick über den ECD-Prozess .....	216
Bild P.1 – Maße .....	220
Bild R.1 – Betätigung außerhalb der Kapselung .....	228
Bild R.2 – Betätigungsraum bei Drucktasterbetätigung.....	229
Bild R.3 – Beispiele für eine Finger schützende Umgebung bei gefährlichen Strom führenden Teilen in einer Drucktaster-Umgebung (etwa 25 mm) .....	230
Bild R.4 – Betätigungsraum für die Betätigung bei Drehhebeln .....	231
Bild S.1 – E/A-Parameter.....	234
Bild S.2 – $U/I$ -Arbeitsbereiche von Strom ziehenden Eingängen.....	235
Bild S.3 – Schwingungsverlauf bei kurzzeitiger Überlast für digitale Wechselspannungsausgänge .....	238
Bild S.4 – Schwingungsverlauf bei kurzzeitiger Überlast für digitale Gleichspannungsausgänge.....	240
Bild T.1 – Prüfkreis für den Nachweis der Ansprechcharakteristik von Fehlerstrom-empfindlichen elektronischen Relais .....	251
Bild U.1 – Schematische Darstellung einer externen Steuereinrichtung.....	252
Bild U.2 – Ein einziger Eingang für Speise- und Steuerspannung .....	253
Bild U.3 – Getrennte Eingänge für Speise- und Steuerspannung.....	253
Bild U.5 – Gerät mit mehreren externen Steuerversorgungen .....	254
Bild U.6 – Gerät mit Bus-Schnittstelle.....	254

## **Tabellen**

Tabelle 1 – Nennquerschnitte runder Kupferleiter und angenäherte Beziehung zwischen mm <sup>2</sup> - und AWG/kcmil-Größen (siehe 7.1.8.2) .....	116
Tabelle 2 – Grenzübertemperaturen von Anschlüssen/Klemmen (siehe 7.2.2.1 und 8.3.3.3.4) .....	116
Tabelle 3 – Grenzübertemperaturen von berührbaren Teilen (siehe 7.2.2.2 und 8.3.3.3.4).....	117
Tabelle 4 – Anzugsdrehmomente für den Nachweis der mechanischen Festigkeit von Schraubanschlüssen/-klemmen (siehe 8.2.4.2 und 8.3.2.1).....	117
Tabelle 5 – Prüfwerte für die Biege- und Herausziehprüfungen von runden Kupferleitern (siehe 8.2.4.4.1) .....	118
Tabelle 6 – Prüfwerte für die Herausziehprüfung von flachen Kupferleitern (siehe 8.2.4.4.2).....	119
Tabelle 7 – Größte Leiterquerschnitte und dazugehörige Lehren (siehe 8.2.4.5.1).....	119

	Seite
Tabelle 7a – Zusammenhang zwischen Leiterquerschnitt und Durchmesser .....	120
Tabelle 8 – Grenzwerte der Prüfgrößen (siehe 8.3.4.3, Aufzählung a)).....	121
Tabelle 9 – Prüfleiter aus Kupfer für Prüfströme bis einschließlich 400 A (siehe 8.3.3.3.4).....	121
Tabelle 10 – Prüfleiter aus Kupfer für Prüfströme über 400 A bis einschließlich 800 A (siehe 8.3.3.3.4).....	122
Tabelle 11 – Prüfschienen aus Kupfer für Prüfströme über 400 A bis einschließlich 3 150 A (siehe 8.3.3.3.4).....	122
Tabelle 12 – Stoßspannungen für die Prüfung der Isolationsfestigkeit.....	123
Tabelle 12a – Isolationsprüfspannung in Abhängigkeit von der Bemessungsisolationsspannung.....	123
Tabelle 13 – Mindestluftstrecken.....	124
Tabelle 14 – Prüfspannungen über die offenen Kontakte von Geräten mit Trennfunktion.....	124
Tabelle 15 – Mindestkriechstrecken.....	125
Tabelle 16 – Leistungsfaktoren und Zeitkonstanten in Abhängigkeit von den Prüfströmen sowie das Verhältnis $n$ zwischen Scheitelwert und Effektivwert der Prüfströme (siehe 8.3.4.3, Aufzählung a)).....	126
Tabelle 17 – Prüfkraft am Bedienteil (siehe 8.2.5.2.1).....	126
Tabelle 18 – Bleibt frei.....	126
Tabelle 19 – Bleibt frei.....	126
Tabelle 20 – Prüfwerte für die Schutzrohr-Herausziehprüfung (siehe 8.2.7.1).....	126
Tabelle 21 – Prüfwerte für die Schutzrohr-Biegeprüfung (siehe 8.2.7.2).....	127
Tabelle 22 – Prüfwerte für die Schutzrohr-Drehmomentprüfung (siehe 8.2.7.1 und 8.2.7.3).....	127
Tabelle 23 – Prüfungen auf elektromagnetische Verträglichkeit – Störfestigkeit (siehe 8.4.1.2).....	128
Tabelle 24 – Annahmekriterien bei Vorliegen elektromagnetischer Störungen.....	129
Tabelle A.1 – In der Reihe IEC 60947 verwendete Gebrauchskategorien .....	149
Tabelle H.1 – Zusammenhang zwischen Nennspannung des Versorgungssystems und Bemessungsstoßspannungsfestigkeit des Geräts bei Schutz durch Überspannungsableiter nach IEC 60099-1.....	177
Tabelle K.1 – Fehlerarten von Schaltgeräten.....	182
Tabelle K.2 – Beispiel von 15 aufsteigend gelisteten Zeiten bis zum Ausfall von Schützen .....	186
Tabelle K.3 – Beispiel Median-Ranks-Auswertung .....	187
Tabelle M.1 – HWI- und AI-Kennwerte für Werkstoffe, die Strom führende Teile in Position halten.....	203
Tabelle M.2 – HWI- und AI-Kennwerte für Werkstoffe, die nicht durch diejenigen der Tabelle M.1 abgedeckt sind .....	203
Tabelle P.1 – Beispiele für Kabelschuhe für Niederspannungsschaltgeräte zum Anschluss an Kupferleiter.....	220
Tabelle Q.1 – Prüffolgen.....	223
Tabelle S.1 – Steuerstromkreisspeisespannung und Arbeitsbereiche der Netzeinspeisung .....	233
Tabelle S.2 – Normarbeitsbereiche für digitale Eingänge (Strom ziehend).....	236
Tabelle S.3 – Nennwerte und Arbeitsbereiche für Strom liefernde digitale Wechselspannungsausgänge .....	237
Tabelle S.4 – Steuerstromkreisspeisespannung und Arbeitsbereiche (DC) für Strom liefernde digitale Gleichspannungsausgänge .....	240
Tabelle S.5 – Überlast- und Kurzschlussprüfungen von digitalen Ausgängen .....	242
Tabelle T.1 – Ansprechzeit für elektronische Fehlerstrom-Überlastrelais .....	248