

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Vorwort zu A1	46
Vorwort zu A2	54
Einleitung	65
1 Anwendungsbereich	66
2 Normative Verweisungen	67
3 Begriffe	67
3.1 Begriffe in Bezug auf Ströme von aktiven Teilen zur Erde.....	67
3.2 Begriffe in Bezug auf die Auslösung eines Fehlerstrom-Schutzschalters.....	68
3.3 Begriffe in Bezug auf die Auslösung und auf die Funktionen von Fehlerstrom-Schutzschaltern	68
3.4 Begriffe in Bezug auf Werte und Bereiche der Auslösegrößen	71
3.5 Begriffe in Bezug auf Werte und Bereiche von Einflussgrößen	75
3.6 Begriffe in Bezug auf Anschlussklemmen	76
3.7 Begriffe in Bezug auf Schaltbedingungen	77
3.8 Begriffe in Bezug auf Bauteile	78
3.9 Begriffe in Bezug auf Prüfungen	80
3.10 Begriffe, die sich auf Isolationskoordination beziehen	80
4 Klassifikation.....	82
4.1 Nach der Art der Auslösung	82
4.1.1 RCBO, dessen Funktion unabhängig von der Netzspannung ist (siehe 3.3.8)	82
4.1.2 RCBO, dessen Funktion von der Netzspannung abhängt (siehe 3.3.9).....	82
4.2 Nach der Art der Installation	82
4.3 Nach der Anzahl der Pole und Strompfade.....	83
4.4 Nach der Möglichkeit zum Einstellen des Fehlerstroms	83
4.5 Nach dem Widerstand gegen ungewolltes Auslösen infolge von Stoßspannungen.....	83
4.6 Nach dem Verhalten bei dem Auftreten von Gleichstromanteilen	83
4.7 Nach der Zeitverzögerung (bei vorhandenem Fehlerstrom)	83
4.8 Nach dem Schutz gegen äußere Einflüsse	83
4.9 Nach der Befestigungsart.....	83
4.10 Nach der Anschlussart	84
4.11 Nach dem unverzögerten Auslösestrom (siehe 3.4.18).....	84
4.12 Nach der I^2t -Charakteristik	84
4.13 Nach der Bauform der Anschlussklemmen	84
4.Z1 Nach dem Bereich der Umgebungstemperatur.....	84
5 Charakteristische Eigenschaften der RCBOs	84
5.1 Übersicht über die charakteristischen Eigenschaften	84
5.2 Bemessungsgrößen und andere charakteristische Werte	85

	Seite
5.2.1 Bemessungsspannung.....	85
5.2.2 Bemessungsstrom (I_n).....	86
5.2.3 Bemessungsfehlerstrom ($I_{\Delta n}$).....	86
5.2.4 Bemessungsnichtauslösefehlerstrom ($I_{\Delta no}$).....	86
5.2.5 Bemessungsfrequenz.....	86
5.2.6 Bemessungsschaltvermögen (I_{cn}).....	86
5.2.7 Bemessungsfehlerschaltvermögen ($I_{\Delta m}$).....	86
5.2.8 RCBO des Typs S.....	86
5.2.9 Auslösecharakteristik im Falle von Fehlerströmen mit Gleichstromanteilen.....	86
5.3 Normwerte und Vorzugswerte.....	87
5.3.1 Normwerte der Bemessungsspannung (U_n).....	87
5.3.2 Vorzugswerte des Bemessungsstroms (I_n).....	87
5.3.3 Normwerte des Bemessungsfehlerstroms ($I_{\Delta n}$).....	87
5.3.4 Normwert des Nichtauslösefehlerstroms ($I_{\Delta no}$).....	87
5.3.5 Wert der Bemessungsfrequenz.....	87
5.3.6 Werte des Bemessungsschaltvermögens (I_{cn}) und des Bemessungsfehlerschaltvermögens ($I_{\Delta m}$).....	87
5.3.7 Frei.....	88
5.3.8 Grenzwerte der Abschalt- und Nichtauslösezeiten für RCBOs des Typs AC und des Typs A.....	88
5.3.9 Normbereiche der unverzögerten Überstromabschaltung.....	89
5.3.10 Normwerte der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit (U_{imp}).....	89
5.3.Z1 Normbereiche der Umgebungstemperatur.....	89
6 Aufschriften und andere Produktinformationen.....	90
6.Z1 Standardaufschriften.....	90
6.Z2 Zusätzliche Aufschriften.....	91
7 Normbedingungen für den Betrieb und den Einbau.....	93
7.1 Normbedingungen.....	93
7.2 Einbaubedingungen.....	93
7.3 Verschmutzungsgrad.....	93
8 Anforderungen an Konstruktion und Betrieb.....	94
8.1 Mechanischer Aufbau.....	94
8.1.1 Allgemeines.....	94
8.1.2 Mechanismus.....	94
8.1.3 Luft- und Kriechstrecken (siehe auch Anhang B).....	95
8.1.4 Schrauben, stromführende Teile und Verbindungen.....	98
8.1.5 Klemmen zum Anschluss äußerer Leiter.....	99
8.1.Z1 Mechanische Montage von RCBOs zum Einstecken.....	100

	Seite
8.1.6 Nichtaustauschbarkeit	102
8.2 Schutz gegen elektrischen Schlag	102
8.3 Dielektrische Eigenschaften und Trennfähigkeit	102
8.4 Erwärmung	103
8.4.1 Erwärmungsgrenzen	103
8.4.2 Umgebungstemperatur.....	103
8.5 Auslösecharakteristiken.....	103
8.5.1 Unter Fehlerstrombedingungen.....	103
8.5.2 Unter Überstrombedingungen	103
8.6 Mechanische und elektrische Lebensdauer	105
8.7 Verhalten bei Kurzschlussströmen.....	105
8.8 Widerstand gegen mechanische Erschütterung und Stoß.....	106
8.9 Wärmebeständigkeit.....	106
8.10 Widerstand gegen übermäßige Wärme und Feuer.....	106
8.11 Prüfeinrichtung	106
8.12 Anforderungen an RCBOs, deren Funktion von der Netzspannung abhängt.....	107
8.13 Frei.....	107
8.14 Verhalten von RCBOs bei Stromstößen, die durch Stoßspannungen erzeugt werden	107
8.15 Verhalten von RCBOs bei Auftreten von Erdfehlerströmen mit einer Gleichstromkomponente.....	107
8.16 Zuverlässigkeit.....	107
8.17 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).....	107
8.Z1 Verhalten von RCBOs bei niedrigen Umgebungstemperaturen	108
9 Prüfungen	108
9.1 Allgemeines	108
9.2 Prüfbedingungen	109
9.3 Prüfung der Unverwischbarkeit der Aufschriften	110
9.4 Prüfung der Zuverlässigkeit von Schrauben, stromführenden Teilen und Verbindungen	110
9.5 Prüfung der Zuverlässigkeit von Schraubklemmen für äußere Kupferleiter	111
9.6 Prüfung des Schutzes gegen elektrischen Schlag.....	113
9.7 Prüfung der dielektrischen Eigenschaften und der Trennfähigkeit	113
9.7.1 Feuchtigkeitsbeständigkeit	113
9.7.2 Isolationswiderstand des Hauptstromkreises	114
9.7.3 Isolationsfestigkeit des Hauptstromkreises	115
9.7.4 Isolationswiderstand und Isolationsfestigkeit von Hilfsstromkreisen.....	115
9.7.5 Sekundärkreis des Summenstromwandlers.....	116
9.7.6 Fähigkeit der mit dem Hauptstromkreis verbundenen Steuerstromkreise, hohen Gleichspannungen infolge von Isolationsmessungen standzuhalten	116
9.7.7 Nachweis der Stoßspannungsfestigkeit (über Luftstrecken und über feste Isolierung) und von Ableitströmen über geöffneten Kontakten	117

	Seite
9.8 Erwärmungsprüfung	121
9.8.1 Umgebungstemperatur	121
9.8.2 Prüfverfahren	121
9.8.3 Messung der Temperatur von Teilen	121
9.8.4 Erwärmung eines Teils.....	121
9.9 Prüfung der Auslösecharakteristik	121
9.9.1 Prüfung der Auslösecharakteristik unter Fehlerstrombedingungen.....	121
9.9.2 Prüfung der Auslösecharakteristik unter Überstrombedingungen	124
9.10 Prüfung der mechanischen und elektrischen Lebensdauer.....	126
9.10.1 Allgemeine Prüfbedingungen.....	126
9.10.2 Prüfverfahren	126
9.10.3 Zustand des RCBO nach der Prüfung	127
9.11 Prüfung des Mechanismus der Freiauslösung.....	127
9.11.1 Allgemeine Prüfbedingungen.....	127
9.11.2 Prüfverfahren	127
9.12 Kurzschlussprüfungen.....	128
9.12.1 Allgemeine Bedingungen für die Prüfung	128
9.12.2 Prüfstromkreis zum Nachweis des Kurzschlussverhaltens	129
9.12.3 Werte der Prüfgrößen	130
9.12.4 Grenزابweichungen von Prüfgrößen	130
9.12.5 Leistungsfaktor des Prüfstromkreises.....	130
9.12.6 Messen und Prüfen von I^2t und des Spitzenstroms (I_p)	131
9.12.7 Kalibrierung des Prüfstromkreises	131
9.12.8 Auswertung der Berichte.....	131
9.12.9 Zustand des RCBO für die Prüfung	132
9.12.10 Verhalten des RCBO während der Kurzschlussprüfungen.....	133
9.12.11 Prüfverfahren	133
9.12.12 Prüfung des RCBO nach der Kurzschlussprüfung	137
9.13 Mechanische Beanspruchungen.....	138
9.13.1 Mechanische Erschütterung	138
9.13.2 Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beanspruchungen und Stoß	138
9.14 Prüfung der Wärmebeständigkeit.....	141
9.15 Prüfung der Widerstandsfähigkeit gegen übermäßige Wärme und gegen Feuer	142
9.16 Prüfung der Funktion der Prüfeinrichtung bei den Grenzwerten der Bemessungsspannung	143
9.17 Prüfung des Verhaltens von netzspannungsabhängigen RCBOs nach 4.1.2.1 bei Ausfall der Netzspannung	143
9.17.1 Bestimmung des Grenzwerts der Netzspannung (U_x).....	143
9.17.2 Prüfung des Verhaltens bei Ausfall der Netzspannung	144

	Seite
9.17.3 Prüfung der ordnungsgemäßen Auslösung bei Vorhandensein eines Fehlerstroms von RCBOs, die bei Ausfall der Netzspannung mit Verzögerung auslösen	144
9.17.4 Prüfung der ordnungsgemäßen Auslösung von 3- oder 4-poligen RCBOs bei einem Fehlerstrom, wobei nur der Neutralleiter und eine Netzklemme an Spannung liegen.....	144
9.17.5 Gestrichen.	145
9.18 Frei.....	145
9.19 Prüfung des Verhaltens von RCBOs bei Stoßströmen, die durch Stoßspannungen erzeugt werden.....	145
9.19.1 Stoßstromprüfung für alle RCBOs (0,5 µs/100 kHz-Ring-wave-Prüfung).....	145
9.19.2 Prüfung des Verhaltens bei Stoßströmen bis 3 000 A (8/20-µs-Stoßstromprüfung)	145
9.20 Frei.....	146
9.21 Frei.....	146
9.22 Überprüfung der Zuverlässigkeit	146
9.22.1 Klimaprüfung	146
9.22.2 Prüfung bei einer Temperatur von 40 °C	148
9.23 Prüfung der Alterung	148
9.24 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).....	149
9.24.1 In der vorliegenden Norm enthaltene Prüfungen	149
9.24.2 Zusätzliche Prüfungen.....	149
9.25 Prüfung der Beständigkeit gegen Rostbildung	150
9.Z1 Prüfung der ordnungsgemäßen Auslösung bei niedrigen Umgebungstemperaturen für RCBOs zum Gebrauch bei Temperaturen zwischen –25 °C und +40 °C.....	150
Anhang A (normativ) Prüfreihen und Anzahl der Prüflinge zur Einreichung für die Prüfbescheinigungen.....	173
Anhang B (normativ) Bestimmung von Luft- und Kriechstrecken.....	180
Anhang C (normativ) Anordnung zur Erfassung des Ausstoßes von ionisierten Gasen während der Kurzschlussprüfungen	185
Anhang D (normativ) Stückprüfungen	188
Anhang E (normativ) Besondere Anforderungen an Hilfsstromkreise für Sicherheitskleinspannung	189
Anhang F (normativ) Koordination von RCBOs mit einer anderen Kurzschlussschutzeinrichtung im selben Stromkreis unter Kurzschlussbedingungen	190
Anhang G (normativ) Zusätzliche Anforderungen und Prüfungen für aus einem Leitungsschutzschalter und einer Fehlerstromeinheit bestehende RCBOs, die zur Montage am Aufstellungsort bestimmt sind	191
Anhang H (Leer)	194
Anhang IA (informativ) Verfahren zur Bestimmung des Leistungsfaktors im Kurzschlussstromkreis.....	195
Anhang IB (informativ) Übersicht über die verwendeten Symbole.....	196
Anhang IC (informativ) Beispiele von Klemmenausführungen.....	197
Anhang ID (Gestrichen).....	199
Anhang IE (informativ) Nachfolgeprüfprogramm für RCBOs	200
Anhang J (normativ) Besondere Anforderungen an RCBOs mit schraubenlosen Klemmen für den Anschluss äußerer Kupferleiter	204

	Seite
Anhang K (normativ) Besondere Anforderungen an RCBOs mit Flachsteckverbindungen.....	211
Anhang L (Gestrichen).....	217
Anhang ZXX (informativ) Liste der Abschnitte, die Wiederholungsprüfungen erfordern	218
Literaturhinweise	219
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	221
Anhang ZB (informativ) Besondere nationale Bedingungen.....	223
Anhang ZC (informativ) A-Abweichungen.....	224
Anhang ZD (normativ) Einteilung von RCBOs der Typen B und C bis einschließlich 63 A in Energiebegrenzungsklassen.....	225
Anhang ZE (Gestrichen).....	226
Anhang ZF (Gestrichen).....	226
Anhang ZZ (informativ) Zusammenhang mit grundlegenden Anforderungen von EU-Richtlinien.....	227
 Bilder	
Bild 1 – Gewindeformende Schraube (siehe 3.6.10)	151
Bild 2 – Gewineschneidende Schraube (siehe 3.6.11)	151
Bild 3 – Normprüffinger mit Gelenken (9.6).....	152
Bild 4 – Prüfstromkreis zur Prüfung.....	153
Bild 5 – Prüfstromkreis zur Prüfung der ordnungsgemäßen Auslösung von RCBOs bei pulsierenden Gleichfehlerströmen	154
Bild 6 – Prüfstromkreis zur Prüfung der ordnungsgemäßen Auslösung von RCBOs bei pulsierenden Gleichfehlerströmen mit Überlagerung durch einen glatten Gleichfehlerstrom von 0,006 A.....	155
Bild 7 – Typisches Schaltbild für alle Kurzschlussprüfungen, ausgenommen für 9.12.11.2.2.....	157
Bild 8 – Typisches Schaltbild für Kurzschlussprüfungen nach 9.12.11.2.2.....	158
Bild 9 – Einzelheit der Impedanzen Z , Z_1 , Z_2	158
Bild 10 – Frei	158
Bild 11 – Frei	158
Bild 12 – Frei	158
Bild Z4 – Beispiel einer Aufzeichnung für die Kalibrierung der Kurzschlussprüfungen im Falle eines 1-poligen RCBO in einem einphasigen Wechselstromnetz	159
Bild 14 – Gerät zur mechanischen Erschütterungsprüfung (9.13.1)	160
Bild 15 – Mechanisches Schlaggerät (9.13.2.1).....	161
Bild 16 – Schlagelement des Pendelschlaggerätes (9.13.2.1).....	162
Bild 17 – Befestigungsrahmen des Prüflings für die mechanische Schlagprüfung (9.13.2.1)	163
Bild 18 – Beispiel der Befestigung eines RCBO ohne Gehäuse für die mechanische Schlagprüfung (9.13.2.1).....	164
Bild 19 – Beispiel der Befestigung eines RCBO für Schalttafeleinbau für die mechanische Schlagprüfung (9.13.2.1).....	165
Bild 20 – Ausübung der Kraft für die mechanische Prüfung am schienenbefestigten RCBO (9.13.2.2).....	166
Bild 21 – Kugeldruck-Prüfgerät (9.14.2)	166

	Seite
Bild 22 – Frei.....	166
Bild 23 – Stabilisierungsdauer für die Zuverlässigkeitsprüfung (9.22.1.3)	167
Bild 24 – Zyklus für die Zuverlässigkeitsprüfung (9.22.1.3).....	168
Bild 25 – Beispiel für einen Prüfstromkreis zur Prüfung der Alterung (9.23).....	169
Bild 26 – Gedämpfte oszillierende Stromwelle (Ring-wave) 0,5 µs/100 kHz	169
Bild 27 – Prüfstromkreis für die Ring-wave-Prüfung an RCBOs	170
Bild 28 – Stoßstromimpuls 8/20 µs.....	170
Bild 29 – Prüfstromkreis für die Stoßstromprüfung an RCBOs	171
Bild Z5 – Beispiel für die Kraftanwendung für die mechanische Prüfung von Einsteck-RCBOs, die nur durch ihre Steckanschlüsse gehalten werden (siehe 9.13.2.3)	171
Bild Z6 – Prüfzyklus für die Prüfung bei niedrigen Temperaturen (9.Z1)	172
Bild Z7 – Schematische Darstellung eines kleinen Teils	172
Bild B.1 – Beispiele für die Messung von Kriech- und Luftstrecken	184
Bild C.1 – Prüfanordnung	186
Bild C.2 – Gitter.....	187
Bild C.3 – Gitterstromkreis.....	187
Bild IC.1 – Beispiele von Buchsenklemmen	197
Bild IC.2 – Beispiele von Flach- und Bolzenklemmen	198
Bild IC.3 – Beispiele von Sattelklemmen	199
Bild IC.4 – Beispiele von Kabelschuhklemmen	199
Bild J.1 – Anschluss der Prüflinge	209
Bild J.2 – Beispiele für schraubenlose Klemmen	210
Bild K.1 – Beispiel der Anordnung des Thermoelements zur Messung des Temperaturanstiegs	214
Bild K.2 – Maße von Flachsteckern	215
Bild K.3 – Maße von runden Rastpunkten (siehe Bild K.2)	216
Bild K.4 – Maße von rechteckigen Rastpunkten (siehe Bild K.2)	216
Bild K.5 – Maße von Rastlöchern	216
Bild K.6 – Maße von Steckhülsen.....	217
 Tabellen	
Tabelle Z1 – Übersicht der RCBO-Typen nach ihrer Arbeitsweise	82
Tabelle 1 – Normwerte des Bemessungsschaltvermögens und des Bemessungsfehlerschaltvermögens	88
Tabelle 2 – Grenzwerte der Abschalt- und Nichtauslösezeit für Wechselfehlerströme (Effektivwerte) für RCBOs des Typs AC und des Typs A	88
Tabelle 3 – Maximale Werte der Abschaltzeit für Halbwellen-Fehlerströme (Effektivwerte) für RCBOs des Typs A	89
Tabelle 4 – Bereiche der momentanen Überstromauslösung	89
Tabelle Z3 – Anforderungen an die Beschriftung	92
Tabelle 6 – Normbedingungen für den Betrieb.....	93

	Seite
Tabelle 7 – Minimale Luftstrecken und Kriechstrecken.....	96
Tabelle 8 – Anschließbare Querschnitte von Kupferleitern für Schraubklemmen	100
Tabelle 9 – Erwärmungswerte.....	103
Tabelle 10 – Zeit/Strom-Auslösekennlinie.....	104
Tabelle 11 – Festlegungen für RCBOs, deren Funktion von der Netzspannung abhängt.....	107
Tabelle 12 – Aufstellung der Typprüfungen	108
Tabelle 13 – Querschnitte von Prüfkupferleitern entsprechend den Bemessungsströmen.....	109
Tabelle 14 – Gewindedurchmesser der Schrauben und anzuwendende Drehmomente	111
Tabelle 15 – Zugkräfte.....	112
Tabelle 17 – Prüfspannung der Hilfsstromkreise	116
Tabelle 18 – frei.....	118
Tabelle 19 – Prüfspannung für den Nachweis der Stoßspannungsfestigkeit	118
Tabelle 28 – Prüfspannung für den Nachweis der Eignung zum Trennen, bezogen auf die Bemessungs-Stehstoßspannung des RCBO und die Höhe, bei der die Prüfung durchgeführt wird	119
Tabelle 26 – Auslösestrombereiche für RCBOs Typ A.....	124
Tabelle 20 – Anwendbarkeit von Kurzschlussprüfungen	128
Tabelle 21 – Leistungsfaktorbereiche für den Prüfstromkreis.....	131
Tabelle 22 – Verhältnis zwischen Betriebsschaltvermögen (I_{CS}) und Bemessungsschaltvermögen (I_{CN}) – (Faktor k).....	135
Tabelle 23 – Prüfverfahren für I_{CS} bei 2-poligen RCBOs.....	135
Tabelle 24 – Prüfverfahren für I_{CS} bei 3- und 4-poligen RCBOs	136
Tabelle 25 – Prüfverfahren für I_{CN}	136
Tabelle 27 – In dieser Norm enthaltene Prüfungen	149
Tabelle 29 – Prüfungen, die nach IEC 61543 durchzuführen sind	149
Tabelle A.1 – Prüfreiheiten.....	173
Tabelle A.2 – Anzahl der Prüflinge für den vollständigen Prüfvorgang.....	175
Tabelle A.3 – Anzahl der Prüflinge für das vereinfachte Prüfverfahren	177
Tabelle A.4 – Prüfreiheiten für RCBOs mit unterschiedlichen Sofortauslöseströmen.....	178
Tabelle A.5 – Prüfreiheiten für RCBOs unterschiedlicher Klassifikation nach 4.6.....	179
Tabelle IE.1 – Prüfreiheiten bei Nachfolgeprüfungen	200
Tabelle IE.2 – Anzahl der Prüflinge.....	202
Tabelle J.1 – Anschließbare Leiter.....	206
Tabelle J.2 – Querschnitte von Kupferleitern, die an schraubenlose Klemmen anschließbar sind.....	206
Tabelle J.3 – Zugkräfte.....	208
Tabelle K.1 – Farbcodetabelle (informativ) der Steckhülsen bezüglich des Leiterquerschnitts.....	212
Tabelle K.2 – Kräfte bei der Überlastungsprüfung	213

	Seite
Tabelle K.3 – Maße von Flachsteckern	214
Tabelle K.4 – Maße von Steckhülsen	217
Tabelle ZD.1 – Zulässige I^2t -(Durchlass-)Werte für RCBOs des Typs B mit Bemessungsströmen bis einschließlich 63 A.....	225
Tabelle ZD.2 – Zulässige I^2t -(Durchlass-)Werte für RCBOs des Typs C mit Bemessungsströmen bis einschließlich 63 A.....	225