

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Vorwort zu A1	46
Vorwort zu A2	54
Europäisches Vorwort zu A11	56
Europäisches Vorwort zu A12	56
Einleitung	66
1 Anwendungsbereich	67
2 Normative Verweisungen	68
3 Begriffe	68
3.1 Begriffe in Bezug auf Ströme von aktiven Teilen zur Erde	68
3.2 Begriffe in Bezug auf die Auslösung eines Fehlerstrom-Schutzschalters	69
3.3 Begriffe in Bezug auf die Auslösung und auf die Funktionen von Fehlerstrom-Schutzschaltern	69
3.4 Begriffe in Bezug auf Werte und Bereiche der Auslösegrößen	72
3.5 Begriffe in Bezug auf Werte und Bereiche von Einflussgrößen	76
3.6 Begriffe in Bezug auf Anschlussklemmen	77
3.7 Begriffe in Bezug auf Schaltbedingungen	78
3.8 Begriffe in Bezug auf Bauteile	79
3.9 Begriffe in Bezug auf Prüfungen	81
3.10 Begriffe, die sich auf Isolationskoordination beziehen	81
4 Klassifikation	83
4.1 Nach der Art der Auslösung	83
4.1.1 RCBO, dessen Funktion unabhängig von der Netzspannung ist (siehe 3.3.8)	83
4.1.2 RCBO, dessen Funktion von der Netzspannung abhängt (siehe 3.3.9)	83
4.2 Nach der Art der Installation	83
4.3 Nach der Anzahl der Pole und Strompfade	84
4.4 Nach der Möglichkeit zum Einstellen des Fehlerstroms	84
4.5 Nach dem Widerstand gegen ungewolltes Auslösen infolge von Stoßspannungen	84
4.6 Nach dem Verhalten bei dem Auftreten von Gleichstromanteilen	84
4.7 Nach der Zeitverzögerung (bei vorhandenem Fehlerstrom)	84
4.8 Nach dem Schutz gegen äußere Einflüsse	84
4.9 Nach der Befestigungsart	84
4.10 Nach der Anschlussart	85
4.11 Nach dem unverzögerten Auslösestrom (siehe 3.4.18)	85
4.12 Nach der I^2t -Charakteristik	85
4.13 Nach der Bauform der Anschlussklemmen	85
4.Z1 Nach dem Bereich der Umgebungstemperatur	85

	Seite
5	Charakteristische Eigenschaften der RCBOs 85
5.1	Übersicht über die charakteristischen Eigenschaften 85
5.2	Bemessungsgrößen und andere charakteristische Werte 86
5.2.1	Bemessungsspannung 86
5.2.2	Bemessungsstrom (I_n) 87
5.2.3	Bemessungsfehlerstrom ($I_{\Delta n}$) 87
5.2.4	Bemessungsnichtauslösefehlerstrom ($I_{\Delta no}$) 87
5.2.5	Bemessungsfrequenz 87
5.2.6	Bemessungsschaltvermögen (I_{cn}) 87
5.2.7	Bemessungsfehlerschaltvermögen ($I_{\Delta m}$) 87
5.2.8	RCBO des Typs S 87
5.2.9	Auslösecharakteristik im Falle von Fehlerströmen mit Gleichstromanteilen 87
5.3	Normwerte und Vorzugswerte 88
5.3.1	Normwerte der Bemessungsspannung (U_n) 88
5.3.2	Vorzugswerte des Bemessungsstroms (I_n) 88
5.3.3	Normwerte des Bemessungsfehlerstroms ($I_{\Delta n}$) 88
5.3.4	Normwert des Nichtauslösefehlerstroms ($I_{\Delta no}$) 88
5.3.5	Wert der Bemessungsfrequenz 88
5.3.6	Werte des Bemessungsschaltvermögens (I_{cn}) und des Bemessungsfehlerschaltvermögens ($I_{\Delta m}$) 88
5.3.7	Frei 89
5.3.8	Grenzwerte der Abschalt- und Nichtauslösezeiten für RCBOs des Typs AC und des Typs A 89
5.3.9	Normbereiche der unverzögerten Überstromabschaltung 90
5.3.10	Normwerte der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit (U_{imp}) 90
5.3.21	Normbereiche der Umgebungstemperatur 90
6	Aufschriften und andere Produktinformationen 91
6.Z1	Standardaufschriften 91
6.Z2	Zusätzliche Aufschriften 92
7	Normbedingungen für den Betrieb und den Einbau 94
7.1	Normbedingungen 94
7.2	Einbaubedingungen 94
7.3	Verschmutzungsgrad 94
8	Anforderungen an Konstruktion und Betrieb 95
8.1	Mechanischer Aufbau 95
8.1.1	Allgemeines 95
8.1.2	Mechanismus 95
8.1.3	Luft- und Kriechstrecken (siehe auch Anhang B) 96

	Seite
8.1.4	Schrauben, stromführende Teile und Verbindungen 99
8.1.5	Klemmen zum Anschluss äußerer Leiter 100
8.1.Z1	Mechanische Montage von RCBOs zum Einstecken 101
8.1.6	Nichtaustauschbarkeit..... 103
8.2	Schutz gegen elektrischen Schlag 103
8.3	Dielektrische Eigenschaften und Trennfähigkeit..... 103
8.4	Erwärmung 104
8.4.1	Erwärmungsgrenzen 104
8.4.2	Umgebungstemperatur 104
8.5	Auslösecharakteristiken 104
8.5.1	Unter Fehlerstrombedingungen 104
8.5.2	Unter Überstrombedingungen..... 104
8.6	Mechanische und elektrische Lebensdauer..... 106
8.7	Verhalten bei Kurzschlussströmen..... 106
8.8	Widerstand gegen mechanische Erschütterung und Stoß 107
8.9	Wärmebeständigkeit 107
8.10	Widerstand gegen übermäßige Wärme und Feuer..... 107
8.11	Prüfeinrichtung 107
8.12	Anforderungen an RCBOs, deren Funktion von der Netzspannung abhängt 108
8.13	Frei 108
8.14	Verhalten von RCBOs bei Stromstößen, die durch Stoßspannungen erzeugt werden..... 108
8.15	Verhalten von RCBOs bei Auftreten von Erdfehlerströmen mit einer Gleichstromkomponente 108
8.16	Zuverlässigkeit 108
8.17	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) 108
8.Z1	Verhalten von RCBOs bei niedrigen Umgebungstemperaturen 109
9	Prüfungen..... 109
9.1	Allgemeines..... 109
9.2	Prüfbedingungen 110
9.3	Prüfung der Unverwischbarkeit der Aufschriften..... 111
9.4	Prüfung der Zuverlässigkeit von Schrauben, stromführenden Teilen und Verbindungen 111
9.5	Prüfung der Zuverlässigkeit von Schraubklemmen für äußere Kupferleiter 112
9.6	Prüfung des Schutzes gegen elektrischen Schlag..... 114
9.7	Prüfung der dielektrischen Eigenschaften und der Trennfähigkeit 114
9.7.1	Feuchtigkeitsbeständigkeit..... 114
9.7.2	Isolationswiderstand des Hauptstromkreises..... 115
9.7.3	Isolationsfestigkeit des Hauptstromkreises..... 116
9.7.4	Isolationswiderstand und Isolationsfestigkeit von Hilfsstromkreisen 116
9.7.5	Sekundärkreis des Summenstromwandlers 117

	Seite
9.7.6	Fähigkeit der mit dem Hauptstromkreis verbundenen Steuerstromkreise, hohen Gleichspannungen infolge von Isolationsmessungen standzuhalten 117
9.7.7	Nachweis der Stoßspannungsfestigkeit (über Luftstrecken und über feste Isolierung) und von Ableitströmen über geöffneten Kontakten 118
9.8	Erwärmungsprüfung 122
9.8.1	Umgebungstemperatur 122
9.8.2	Prüfverfahren 122
9.8.3	Messung der Temperatur von Teilen 122
9.8.4	Erwärmung eines Teils 122
9.9	Prüfung der Auslösecharakteristik 122
9.9.1	Prüfung der Auslösecharakteristik unter Fehlerstrombedingungen 122
9.9.2	Prüfung der Auslösecharakteristik unter Überstrombedingungen 125
9.10	Prüfung der mechanischen und elektrischen Lebensdauer 127
9.10.1	Allgemeine Prüfbedingungen 127
9.10.2	Prüfverfahren 127
9.10.3	Zustand des RCBO nach der Prüfung 128
9.11	Prüfung des Mechanismus der Freiauslösung 128
9.11.1	Allgemeine Prüfbedingungen 128
9.11.2	Prüfverfahren 128
9.12	Kurzschlussprüfungen 129
9.12.1	Allgemeine Bedingungen für die Prüfung 129
9.12.2	Prüfstromkreis zum Nachweis des Kurzschlussverhaltens 130
9.12.3	Werte der Prüfgrößen 131
9.12.4	Grenzabweichungen von Prüfgrößen 131
9.12.5	Leistungsfaktor des Prüfstromkreises 131
9.12.6	Messen und Prüfen von I^2t und des Spitzenstroms (I_p) 132
9.12.7	Kalibrierung des Prüfstromkreises 132
9.12.8	Auswertung der Berichte 132
9.12.9	Zustand des RCBO für die Prüfung 133
9.12.10	Verhalten des RCBO während der Kurzschlussprüfungen 134
9.12.11	Prüfverfahren 134
9.12.12	Prüfung des RCBO nach der Kurzschlussprüfung 138
9.13	Mechanische Beanspruchungen 139
9.13.1	Mechanische Erschütterung 139
9.13.2	Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beanspruchungen und Stoß 139
9.14	Prüfung der Wärmebeständigkeit 142
9.15	Prüfung der Widerstandsfähigkeit gegen übermäßige Wärme und gegen Feuer 143
9.16	Prüfung der Funktion der Prüfeinrichtung bei den Grenzwerten der Bemessungsspannung 144
9.17	Prüfung des Verhaltens von netzspannungsabhängigen RCBOs nach 4.1.2.1 bei Ausfall der Netzspannung 144

	Seite
9.17.1 Bestimmung des Grenzwerts der Netzspannung (U_x).....	144
9.17.2 Prüfung des Verhaltens bei Ausfall der Netzspannung	145
9.17.3 Prüfung der ordnungsgemäßen Auslösung bei Vorhandensein eines Fehlerstroms von RCBOs, die bei Ausfall der Netzspannung mit Verzögerung auslösen.....	145
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	145
9.17.5 Gestrichen.....	146
9.18 Frei	146
9.19 Prüfung des Verhaltens von RCBOs bei Stoßströmen, die durch Stoßspannungen erzeugt werden.....	146
9.19.1 Stoßstromprüfung für alle RCBOs (0,5 µs/100 kHz-Ring-wave-Prüfung)	146
9.19.2 Prüfung des Verhaltens bei Stoßströmen bis 3 000 A (8/20-µs-Stoßstromprüfung)	146
9.20 Frei	147
9.21 Frei	147
9.22 Überprüfung der Zuverlässigkeit.....	147
9.22.1 Klimaprüfung	147
9.22.2 Prüfung bei einer Temperatur von 40 °C	149
9.23 Prüfung der Alterung	149
9.24 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	150
9.24.1 In der vorliegenden Norm enthaltene Prüfungen.....	150
9.24.2 Zusätzliche Prüfungen	150
9.25 Prüfung der Beständigkeit gegen Rostbildung.....	151
9.Z1 Prüfung der ordnungsgemäßen Auslösung bei niedrigen Umgebungstemperaturen für RCBOs zum Gebrauch bei Temperaturen zwischen –25 °C und +40 °C.....	151
Anhang A (normativ) Prüfreihen und Anzahl der Prüflinge zur Einreichung für die Prüfbescheinigungen ¹⁾	174
Anhang B (normativ) Bestimmung von Luft- und Kriechstrecken	181
Anhang C (normativ) Anordnung zur Erfassung des Ausstoßes von ionisierten Gasen während der Kurzschlussprüfungen.....	186
Anhang D (normativ) Stückprüfungen	189
Anhang E (normativ) Besondere Anforderungen an Hilfsstromkreise für Sicherheitskleinspannung*	190
Anhang F (normativ) Koordination von RCBOs mit einer anderen Kurzschlusschutzeinrichtung im selben Stromkreis unter Kurzschlussbedingungen.....	191
Anhang G (normativ) Zusätzliche Anforderungen und Prüfungen für aus einem Leitungsschutzschalter und einer Fehlerstromeinheit bestehende RCBOs, die zur Montage am Aufstellungsort bestimmt sind	192
Anhang H (Leer).....	195
Anhang IA (informativ) Verfahren zur Bestimmung des Leistungsfaktors im Kurzschlussstromkreis	196
Anhang IB (informativ) Übersicht über die verwendeten Symbole	197
Anhang IC (informativ) Beispiele von Klemmendausführungen.....	198
Anhang ID (Gestrichen).....	200
Anhang IE (informativ) Nachfolgeprüfprogramm für RCBOs	201

	Seite
Anhang J (normativ) Besondere Anforderungen an RCBOs mit schraubenlosen Klemmen für den Anschluss äußerer Kupferleiter	204
Anhang K (normativ) Besondere Anforderungen an RCBOs mit Flachsteckverbindungen	212
Anhang L (Gestrichen).....	218
Anhang ZXX (informativ) Liste der Abschnitte, die Wiederholungsprüfungen erfordern.....	219
Literaturhinweise.....	220
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	222
Anhang ZB (informativ) Besondere nationale Bedingungen	224
Anhang ZC (informativ) A-Abweichungen	227
Anhang ZD (normativ) Einteilung von RCBOs der Typen B und C bis einschließlich 63 A in Energiebegrenzungsklassen	228
Anhang ZE (Gestrichen).....	229
Anhang ZF (Gestrichen).....	229
Anhang ZZ (informativ) Zusammenhang mit grundlegenden Anforderungen von EU-Richtlinien	230
Bilder	
Bild 1 – Gewindeformende Schraube (siehe 3.6.10).....	152
Bild 2 – Gewindeschneidende Schraube (siehe 3.6.11).....	152
Bild 3 – Normprüffinger mit Gelenken (9.6).....	153
Bild 4 – Prüfstromkreis zur Prüfung	154
Bild 5 – Prüfstromkreis zur Prüfung der ordnungsgemäßen Auslösung von RCBOs bei pulsierenden Gleichfehlerströmen	155
Bild 6 – Prüfstromkreis zur Prüfung der ordnungsgemäßen Auslösung von RCBOs bei pulsierenden Gleichfehlerströmen mit Überlagerung durch einen glatten Gleichfehlerstrom von 0,006 A	156
Bild 7 – Typisches Schaltbild für alle Kurzschlussprüfungen, ausgenommen für 9.12.11.2.2.....	158
Bild 8 – Typisches Schaltbild für Kurzschlussprüfungen nach 9.12.11.2.2.....	159
Bild 9 – Einzelheit der Impedanzen Z , Z_1 , Z_2	159
Bild 10 – Frei.....	159
Bild 11 – Frei.....	159
Bild 12 – Frei.....	159
Bild Z4 – Beispiel einer Aufzeichnung für die Kalibrierung der Kurzschlussprüfungen im Falle eines 1-poligen RCBO in einem einphasigen Wechselstromnetz	160
Bild 14 – Gerät zur mechanischen Erschütterungsprüfung (9.13.1)	161
Bild 15 – Mechanisches Schlaggerät (9.13.2.1).....	162
Bild 16 – Schlagelement des Pendelschlaggerätes (9.13.2.1).....	163
Bild 17 – Befestigungsrahmen des Prüflings für die mechanische Schlagprüfung (9.13.2.1).....	164
Bild 18 – Beispiel der Befestigung eines RCBO ohne Gehäuse für die mechanische Schlagprüfung (9.13.2.1)	165
Bild 19 – Beispiel der Befestigung eines RCBO für Schalttafeleinbau für die mechanische Schlagprüfung (9.13.2.1).....	166
Bild 20 – Ausübung der Kraft für die mechanische Prüfung am schienenbefestigten RCBO (9.13.2.2)	167

	Seite
Bild 21 – Kugeldruck-Prüfgerät (9.14.2)	167
Bild 22 – Frei	167
Bild 23 – Stabilisierungsdauer für die Zuverlässigkeitsprüfung (9.22.1.3)	168
Bild 24 – Zyklus für die Zuverlässigkeitsprüfung (9.22.1.3)	169
Bild 25 – Beispiel für einen Prüfstromkreis zur Prüfung der Alterung (9.23).....	170
Bild 26 – Gedämpfte oszillierende Stromwelle (Ring-wave) 0,5 µs/100 kHz	170
Bild 27 – Prüfstromkreis für die Ring-wave-Prüfung an RCBOs	171
Bild 28 – Stoßstromimpuls 8/20 µs.....	171
Bild 29 – Prüfstromkreis für die Stoßstromprüfung an RCBOs	172
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)	172
Bild Z6 – Prüfzyklus für die Prüfung bei niedrigen Temperaturen (9.Z1).....	173
Bild Z7 – Schematische Darstellung eines kleinen Teils.....	173
Bild B.1 – Beispiele für die Messung von Kriech- und Luftstrecken.....	185
Bild C.1 – Prüfanordnung	187
Bild C.2 – Gitter	188
Bild C.3 – Gitterstromkreis.....	188
Bild IC.1 – Beispiele von Buchsenklemmen.....	198
Bild IC.2 – Beispiele von Flach- und Bolzenklemmen.....	199
Bild IC.3 – Beispiele von Sattelklemmen.....	200
Bild IC.4 – Beispiele von Kabelschuhklemmen	200
Bild J.1 – Anschluss der Prüflinge	210
Bild J.2 – Beispiele für schraubenlose Klemmen	211
Bild K.1 – Beispiel der Anordnung des Thermoelements zur Messung des Temperaturanstiegs.....	215
Bild K.2 – Maße von Flachsteckern.....	216
Bild K.3 – Maße von runden Rastpunkten (siehe Bild K.2)	217
Bild K.4 – Maße von rechteckigen Rastpunkten (siehe Bild K.2).....	217
Bild K.5 – Maße von Rastlöchern	217
Bild K.6 – Maße von Steckhülsen	218
 Tabellen	
Tabelle Z1 – Übersicht der RCBO-Typen nach ihrer Arbeitsweise.....	83
Tabelle 1 – Normwerte des Bemessungsschaltvermögens und des Bemessungsfehlerschaltvermögens	89
Tabelle 2 – Grenzwerte der Abschalt- und Nichtauslösezeit für Wechselfehlerströme (Effektivwerte) für RCBOs des Typs AC und des Typs A	89
Tabelle 3 – Maximale Werte der Abschaltzeit für Halbwellen-Fehlerströme (Effektivwerte) für RCBOs des Typs A	90
Tabelle 4 – Bereiche der momentanen Überstromauslösung.....	90
Tabelle Z3 – Anforderungen an die Beschriftung.....	93
Tabelle 6 – Normbedingungen für den Betrieb	94

	Seite
Tabelle 7 – Minimale Luftstrecken und Kriechstrecken	97
Tabelle 8 – Anschließbare Querschnitte von Kupferleitern für Schraubklemmen	101
Tabelle 9 – Erwärmungswerte	104
Tabelle 10 – Zeit/Strom-Auslösekennlinie	105
Tabelle 11 – Festlegungen für RCBOs, deren Funktion von der Netzspannung abhängt	108
Tabelle 12 – Aufstellung der Typprüfungen	109
Tabelle 13 – Querschnitte von Prüfkupferleitern entsprechend den Bemessungsströmen	110
Tabelle 14 – Gewindedurchmesser der Schrauben und anzuwendende Drehmomente	112
Tabelle 15 – Zugkräfte	113
Tabelle 17 – Prüfspannung der Hilfsstromkreise	117
Tabelle 18 – frei	119
Tabelle 19 – Prüfspannung für den Nachweis der Stoßspannungsfestigkeit	119
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	120
Tabelle 26 – Auslösestrombereiche für RCBOs Typ A	125
Tabelle 20 – Anwendbarkeit von Kurzschlussprüfungen	129
Tabelle 21 – Leistungsfaktorbereiche für den Prüfstromkreis	132
Tabelle 22 – Verhältnis zwischen Betriebsschaltvermögen (I_{CS}) und Bemessungsschaltvermögen (I_{CN}) – (Faktor k)	136
Tabelle 23 – Prüfverfahren für I_{CS} bei 2-poligen RCBOs	136
Tabelle 24 – Prüfverfahren für I_{CS} bei 3- und 4-poligen RCBOs	137
Tabelle 25 – Prüfverfahren für I_{CN}	137
Tabelle 27 – In dieser Norm enthaltene Prüfungen	150
Tabelle 29 – Prüfungen, die nach IEC 61543 durchzuführen sind	150
Tabelle A.1 – Prüfreiien	174
Tabelle A.2 – Anzahl der Prüflinge für den vollständigen Prüfvorgang	176
Tabelle A.3 – Anzahl der Prüflinge für das vereinfachte Prüfverfahren	178
Tabelle A.4 – Prüfreiien für RCBOs mit unterschiedlichen Sofortauslöseströmen	179
Tabelle A.5 – Prüfreiien für RCBOs unterschiedlicher Klassifikation nach 4.6	180
Tabelle IE.1 – Prüfreiien bei Nachfolgeprüfungen	201
Tabelle IE.2 – Anzahl der Prüflinge	203
Tabelle J.1 – Anschließbare Leiter	207
Tabelle J.2 – Querschnitte von Kupferleitern, die an schraubenlose Klemmen anschließbar sind	207
Tabelle J.3 – Zugkräfte	209
Tabelle K.1 – Farbcodetabelle (informativ) der Steckhülsen bezüglich des Leiterquerschnitts	213
Tabelle K.2 – Kräfte bei der Überlastungsprüfung	214
Tabelle K.3 – Maße von Flachsteckern	215
Tabelle K.4 – Maße von Steckhülsen	218

	Seite
Tabelle ZD.1 – Zulässige I^2t -(Durchlass-)Werte für RCBOs des Typs B mit Bemessungsströmen bis einschließlich 63 A	228
Tabelle ZD.2 – Zulässige I^2t -(Durchlass-)Werte für RCBOs des Typs C mit Bemessungsströmen bis einschließlich 63 A	228