

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	54
1 Anwendungsbereich	55
2 Normative Verweisungen	56
3 Begriffe	56
3.1 Begriffe in Bezug auf Ströme von aktiven Teilen zur Erde	56
3.2 Begriffe in Bezug auf die Auslösung eines Fehlerstrom-Schutzschalters	57
3.3 Begriffe in Bezug auf die Auslösung und auf die Funktionen von Fehlerstrom-Schutzschaltern	57
3.4 Begriffe in Bezug auf Werte und Bereiche der Auslösegrößen	60
3.5 Begriffe in Bezug auf Werte und Bereiche von Einflussgrößen	64
3.6 Begriffe in Bezug auf Anschlussklemmen	65
3.7 Begriffe in Bezug auf Schaltbedingungen	66
3.8 Begriffe in Bezug auf Bauteile	67
3.9 Begriffe in Bezug auf Prüfungen	68
3.10 Begriffe, die sich auf Isolationskoordination beziehen	69
4 Klassifikation	70
4.1 Nach der Art der Auslösung	71
4.1.1 RCBO, dessen Funktion unabhängig von der Netzspannung ist	71
4.1.2 RCBO, dessen Funktion von der Netzspannung abhängt	71
4.2 Nach der Art der Installation	71
4.3 Nach der Anzahl der Pole und Strompfade	71
4.4 Nach der Möglichkeit zum Einstellen der Fehlerstroms	72
4.5 Nach dem Widerstand gegen ungewolltes Auslösen infolge von Stoßspannungen	72
4.6 Nach dem Verhalten bei dem Auftreten von Gleichstromanteilen	72
4.7 Nach der Zeitverzögerung (bei vorhandenem Fehlerstrom)	72
4.8 Nach dem Schutz gegen äußere Einflüsse	72
4.9 Nach der Befestigungsart	72
4.10 Nach der Anschlussart	72
4.10.1 Nach der Befestigungsart	72
4.10.2 Nach der Bauform der Anschlussklemmen	73
4.11 Nach dem unverzögerten Auslösestrom	73
4.12 Nach der I^2t -Charakteristik	73
4.Z1 Nach dem Bereich der Umgebungstemperatur	73
5 Charakteristische Eigenschaften der RCBOs	73
5.1 Übersicht über die charakteristischen Eigenschaften	73
5.2 Bemessungsgrößen und andere charakteristische Werte	74
5.2.1 Bemessungsspannung	74
5.2.2 Bemessungsstrom (I_n)	74
5.2.3 Bemessungsfehlerstrom ($I_{\Delta n}$)	74
5.2.4 Bemessungsnichtauslösefehlerstrom ($I_{\Delta n0}$)	74
5.2.5 Bemessungsfrequenz	75
5.2.6 Bemessungsschaltvermögen (I_{cn})	75

	Seite
5.2.7 Bemessungsfehlerschaltvermögen ($I_{\Delta m}$)	75
5.2.8 RCBO des Typs S	75
5.2.9 Auslösecharakteristik im Falle von Fehlerströmen mit Gleichstromanteilen.....	75
5.3 Normwerte und Vorzugswerte	75
5.3.1 Normwerte der Bemessungsspannung (U_n)	75
5.3.2 Vorzugswerte des Bemessungsstroms (I_n).....	75
5.3.3 Normwerte des Bemessungsfehlerstroms ($I_{\Delta n}$)	76
5.3.4 Normwert des Nichtauslösefehlerstroms ($I_{\Delta no}$).....	76
5.3.5 Werte der Bemessungsfrequenz.....	76
5.3.6 Werte des Bemessungsschaltvermögens (I_{cn}) und des Bemessungsfehlerschaltvermögens ($I_{\Delta m}$).....	76
5.3.7 Frei	77
5.3.8 Grenzwerte der Abschalt- und Nichtauslösezeiten für RCBOs des Typs AC und des Typs A.....	77
5.3.9 Normbereiche der unverzögerten Überstromabschaltung	78
5.3.10 Normwert der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit (U_{imp})	78
5.3.Z1 Normbereiche der Umgebungstemperatur.....	78
6 Aufschriften und andere Produktinformationen	78
6.Z1 Standardaufschriften	78
6.Z2 Zusätzliche Aufschriften	79
7 Normbedingungen für den Betrieb und den Einbau.....	81
7.1 Normbedingungen	81
7.2 Einbaubedingungen.....	81
7.3 Verschmutzungsgrad.....	81
8 Anforderungen an Konstruktion und Betrieb	82
8.1 Mechanischer Aufbau.....	82
8.1.1 Allgemeines	82
8.1.2 Mechanismus	82
8.1.3 Luft- und Kriechstrecken	83
8.1.4 Schrauben, stromführende Teile und Verbindungen	85
8.1.5 Klemmen zum Anschluss äußerer Leiter	86
8.1.Z1 Mechanische Montage von RCBOs zum Einstecken.....	87
8.1.6 Nichtaustauschbarkeit.....	88
8.2 Schutz gegen elektrischen Schlag	89
8.3 Dielektrische Eigenschaften und Trennfähigkeit	89
8.4 Erwärmung	90
8.4.1 Erwärmungsgrenzen	90
8.4.2 Umgebungstemperatur.....	90
8.5 Auslösecharakteristiken.....	90
8.5.1 Unter Fehlerstrombedingungen.....	90
8.5.2 Unter Überstrombedingungen.....	90
8.6 Mechanische und elektrische Lebensdauer	92
8.7 Verhalten bei Kurzschlussströmen.....	92
8.8 Widerstand gegen mechanische Erschütterung und Stoß.....	92

	Seite
8.9	Wärmebeständigkeit 93
8.10	Widerstand gegen übermäßige Wärme und Feuer..... 93
8.11	Prüfeinrichtung 93
8.12	Anforderungen an RCBOs, deren Funktion von der Netzspannung abhängt 93
8.13	Frei 94
8.14	Verhalten von RCBOs bei Stromstößen, die durch Stoßspannungen erzeugt werden..... 94
8.15	Verhalten von RCBOs bei Auftreten von Erdfehlerströmen mit einer Gleichstromkomponente 94
8.16	Zuverlässigkeit 94
8.17	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) 94
8.Z1	Verhalten von RCBOs bei niedrigen Umgebungstemperaturen 94
9	Prüfungen..... 95
9.1	Allgemeines..... 95
9.2	Prüfbedingungen..... 96
9.3	Prüfung der Unverwischbarkeit der Aufschriften..... 97
9.4	Prüfung der Zuverlässigkeit von Schrauben, stromführenden Teilen und Verbindungen 97
9.5	Prüfung der Zuverlässigkeit von Klemmen für äußere Leiter 98
9.6	Prüfung des Schutzes gegen elektrischen Schlag..... 99
9.7	Prüfung der dielektrischen Eigenschaften und der Trennfähigkeit 100
9.7.1	Feuchtigkeitsbeständigkeit..... 100
9.7.2	Isolationswiderstand des Hauptstromkreises..... 101
9.7.3	Isolationsfestigkeit des Hauptstromkreises..... 102
9.7.4	Isolationswiderstand und Isolationsfestigkeit von Hilfsstromkreisen 102
9.7.5	Sekundärkreis des Summenstromwandlers 103
9.7.6	Fähigkeit der mit dem Hauptstromkreis verbundenen Steuerstromkreise, hohen Gleichspannungen infolge von Isolationsmessungen standzuhalten 103
9.7.7	Nachweis der Stoßspannungsfestigkeit (über Luftstrecken und über feste Isolierung) und von Ableitströmen über geöffneten Kontakten..... 103
9.8	Erwärmungsprüfung..... 106
9.8.1	Umgebungstemperatur 106
9.8.2	Prüfverfahren 106
9.8.3	Messung der Temperatur von Teilen 106
9.8.4	Erwärmung eines Teils..... 106
9.9	Prüfung der Auslösecharakteristik 106
9.9.1	Prüfung der Auslösecharakteristik unter Fehlerstrombedingungen..... 106
9.9.2	Prüfung der Auslösecharakteristik unter Überstrombedingungen 108
9.10	Prüfung der mechanischen und elektrischen Lebensdauer..... 110
9.10.1	Allgemeine Prüfbedingungen..... 110
9.10.2	Prüfverfahren 110
9.10.3	Zustand des RCBO nach der Prüfung 111
9.11	Prüfung des Mechanismus der Freiauslösung..... 111
9.11.1	Allgemeine Prüfbedingungen..... 111
9.11.2	Prüfverfahren 111
9.12	Kurzschlussprüfungen..... 112
9.12.1	Allgemeine Bedingungen für die Prüfung 112

	Seite
9.12.2	Prüfstromkreis zum Nachweis des Kurzschlussverhaltens..... 112
9.12.3	Werte der Prüfgrößen..... 114
9.12.4	Grenzabweichungen von Prüfgrößen 114
9.12.5	Leistungsfaktor des Prüfstromkreises 114
9.12.6	Messen und Prüfen von I^2t und des Spitzenstroms (I_p)..... 115
9.12.7	Kalibrierung des Prüfstromkreises 115
9.12.8	Auswertung der Berichte 115
9.12.9	Zustand des RCBO für die Prüfung..... 115
9.12.10	Verhalten des RCBO während der Kurzschlussprüfungen..... 116
9.12.11	Prüfverfahren..... 117
9.12.12	Prüfung des RCBO nach der Kurzschlussprüfung..... 121
9.13	Mechanische Beanspruchungen 122
9.13.1	Mechanische Erschütterung..... 122
9.13.2	Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beanspruchungen und Stoß..... 122
9.14	Prüfung der Wärmebeständigkeit..... 125
9.15	Prüfung der Widerstandsfähigkeit gegen übermäßige Wärme und gegen Feuer..... 126
9.16	Prüfung der Funktion der Prüfeinrichtung bei den Grenzwerten der Bemessungsspannung..... 127
9.17	Prüfung des Verhaltens von netzspannungsabhängigen RCBOs nach 4.1.2.1 bei Ausfall der Netzspannung 127
9.17.1	Bestimmung des Grenzwerts der Netzspannung (U_X) 127
9.17.2	Prüfung des Verhaltens bei Ausfall der Netzspannung 128
9.17.3	Prüfung der ordnungsgemäßen Auslösung bei Vorhandensein eines Fehlerstroms von RCBOs, die bei Ausfall der Netzspannung mit Verzögerung auslösen 128
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..... 128
9.17.5	Gestrichen 129
9.18	Frei..... 129
9.19	Prüfung des Verhaltens von RCBOs bei Stoßströmen, die durch Stoßspannungen erzeugt werden..... 129
9.19.1	Stoßstromprüfung für alle RCBOs (0,5 µs/100 kHz-Ring-wave-Prüfung)..... 129
9.19.2	Prüfung des Verhaltens bei Stoßströmen bis 3 000 A (8/20-µs-Stoßstromprüfung) 129
9.20	Prüfung der Widerstandsfähigkeit der Isolierung gegen eine Stoßspannung..... 130
9.21	Prüfung des ordnungsgemäßen Abschaltens bei Fehlerströmen mit Gleichstromkomponenten..... 131
9.21.1	RCBOs des Typs A 131
9.22	Prüfung der Zuverlässigkeit..... 132
9.22.1	Klimaprüfung 132
9.22.2	Prüfung bei einer Temperatur von 40 °C 134
9.23	Prüfung der Alterung 134
9.Z1	Prüfung der ordnungsgemäßen Auslösung bei niedrigen Umgebungstemperaturen für RCBOs zum Gebrauch bei Temperaturen zwischen –25 °C und +40 °C 135
9.24	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)..... 136
Anhang A	Prüfreihen und Anzahl der Prüflinge zur Einreichung für den Konformitätsnachweis 158
Anhang B (normativ)	Bestimmung von Luft- und Kriechstrecken..... 164
Anhang C (normativ)	Anordnung zur Erfassung des Ausstoßes von ionisierten Gasen während der Kurzschlussprüfungen..... 166

	Seite
Anhang D (normativ) Stückprüfungen	169
Anhang E (normativ) Besondere Anforderungen an Hilfsstromkreise für Sicherheitskleinspannung.....	170
Anhang F (informativ) Koordination von RCBOs mit einer anderen Kurzschlusschutzeinrichtung im selben Stromkreis unter Kurzschlussbedingungen.....	171
Anhang G (normativ) Zusätzliche Anforderungen und Prüfungen für aus einem Leitungsschutzschalter und einer Fehlerstromeinheit bestehende RCBOs, die zur Montage am Aufstellungsort bestimmt sind	172
Anhang H (informativ) (Leer).....	175
Anhang IA (informativ) Verfahren zur Bestimmung des Leistungsfaktors im Kurzschlussstromkreis	176
Anhang IB (informativ) Übersicht über die verwendeten Symbole	177
Anhang IC (informativ) Beispiele von Klemmendausführungen.....	178
Anhang ID Gestrichen.....	180
Anhang IE (informativ) Nachfolgeprüfprogramm für RCBOs	181
Anhang ZXX (informativ) Liste der Abschnitte, die Wiederholungsprüfungen erfordern	185
Literaturhinweise	186
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	187
Anhang ZB (informativ) Besondere nationale Bedingungen.....	189
Anhang ZC (informativ) A-Abweichungen	190
Anhang ZD (normativ) Einteilung von RCBOs der Typen B und C bis einschließlich 63 A in Energiebegrenzungsklassen.....	191
Anhang ZE (normativ) Spezifische Anforderungen für RCBOs mit schraubenlosen Klemmen für externe Kupferleiter	193
Anhang ZF (normativ) Spezifische Anforderungen für RCBOs mit Flachsteckvorrichtungen	200
Anhang ZZ (informativ) Zusammenhang mit grundlegenden Anforderungen von EU-Richtlinien.....	206
Bilder	
Bild 1 – Gewindeformende Schraube.....	136
Bild 2 – Gewindeschneidende Schraube	136
Bild 3 – Normprüffinger mit Gelenken	137
Bild 4 – Prüfstromkreis zur Prüfung	
– der Auslösecharakteristik,	
– der Freiauslösung,	
– des Verhaltens bei Ausfall der Netzspannung für netzspannungsabhängige RCBOs,	
– des Verhaltens bei niedriger Umgebungstemperatur von RCBOs zum Gebrauch im Bereich von –25 °C bis +40 °C	138
Bild 5 – Prüfstromkreis zur Prüfung der ordnungsgemäßen Auslösung von RCBOs bei pulsierenden Gleichfehlerströmen	139
Bild 6 – Prüfstromkreis zur Prüfung der ordnungsgemäßen Auslösung von RCBOs bei pulsierenden Gleichfehlerströmen mit Überlagerung durch einen glatten Gleichfehlerstrom von 0,006 A.....	140
Bild 7 – Prüfstromkreis zur Prüfung der Eignung eines RCBO zur Verwendung in IT-Systemen	142
Bild 8 bis Bild 10 – Gestrichen (enthalten in Bild 11).	142
Bild 11 – Prüfstromkreis zur Prüfung des Bemessungs-Ein- und -Ausschaltvermögens eines 2-poligen 400-V-RCBO, 3- oder 4-poligen RCBO in einem dreiphasigen Stromkreis mit Neutralleiter	143
Bild 12 – Gestrichen (enthalten in Bild 11).	143
Bild Z4 – Beispiel einer Aufzeichnung für die Kalibrierung der Kurzschlussprüfungen im Falle eines einpoligen RCBO in einem einphasigen Wechselstromnetz	144

	Seite
Bild 14 – Gerät zur mechanischen Erschütterungsprüfung	145
Bild 15 – Mechanisches Schlaggerät.....	146
Bild 16 – Schlagelement des Pendelschlaggerätes	147
Bild 17 – Befestigungsrahmen des Prüflings für die mechanische Schlagprüfung	148
Bild 18 – Beispiel der Befestigung eines RCBO ohne Gehäuse für die mechanische Schlagprüfung	149
Bild 19 – Beispiel der Befestigung eines RCBO für Schalttafeleinbau für die mechanische Schlagprüfung	150
Bild 20 – Ausübung der Kraft für die mechanische Prüfung am schienenbefestigten RCBO	151
Bild 21 – Kugeldruck-Prüfgerät.....	151
Bild 22 – Frei.....	151
Bild 23 – Stabilisierungsdauer für die Zuverlässigkeitsprüfung	152
Bild 24 – Zyklus für die Zuverlässigkeitsprüfung	153
Bild 25 – Beispiel für einen Prüfstromkreis zur Prüfung der Alterung	154
Bild 26 – Gedämpfte oszillierende Stromwelle (Ring-wave) 0,5 µs/100 kHz	154
Bild 27 – Prüfstromkreis für die Ring-wave-Prüfung an RCBOs	155
Bild 28 – Stoßstromimpuls 8/20 µs	155
Bild 29 – Prüfstromkreis für die Stoßstromprüfung an RCBOs	156
Bild Z5 – Beispiel für die Kraftanwendung für die mechanische Prüfung von Einsteck-RCBOs, die nur durch ihre Steckanschlüsse gehalten werden	156
Bild Z6 – Prüfzyklus für die Prüfung bei niedrigen Temperaturen.....	157
Bild Z7 – Schematische Darstellung eines kleinen Teils	157
Bilder B.1 bis B.10 – Erläuterungen der Anwendung von Kriechstrecken	165
Bild C.1 – Prüfanordnung	167
Bild C.2 – Gitter.....	168
Bild C.3 – Gitterstromkreis.....	168
Bild IC.1 – Beispiele von Buchsenklemmen	178
Bild IC.2 – Beispiele von Flach- und Bolzenklemmen	179
Bild IC.3 – Beispiele von Sattelklemmen.....	180
Bild IC.4 – Beispiele von Kabelschuhklemmen	180
Bild ZE.1 – Anschluss der Prüflinge	197
Bild ZE.2 – Beispiele für schraubenlose Klemmen.....	199
Bild ZF.1 – Beispiel für die Position des Thermoelements zur Messung des Temperaturanstiegs	202
Bild ZF.2 – Maße von männlichen Steckern.....	203
Bild ZF.3 – Maße von runden, vertieft liegenden Arretierungen.....	204
Bild ZF.4 – Maße von rechteckigen, vertieft liegenden Arretierungen	204
Bild ZF.5 – Maße von lochförmigen Arretierungen.....	204
Bild ZF.6 – Maße von Steckerbuchsen	205
Tabellen	
Tabelle 1 – Normwerte des Bemessungsschaltvermögens und des Bemessungsfehlerschaltvermögens	76
Tabelle 2 – Grenzwerte der Abschalt- und Nichtauslösezeit für Wechselfehlerströme (Effektivwerte) für RCBOs des Typs AC und des Typs A.....	77
Tabelle 3 – Maximale Werte der Abschaltzeit für Halbwellen-Fehlerströme (Effektivwerte) für RCBOs des Typs A.....	77
Tabelle 4 – Bereiche der momentanen Überstromauslösung	78
Tabelle Z3 – Anforderungen an die Beschriftung	80

	Seite
Tabelle 6 – Normbedingungen für den Betrieb	81
Tabelle 7 – Minimale Luftstrecken und Kriechstrecken.....	84
Tabelle 8 – Anschließbare Querschnitte von Kupferleitern für Schraubklemmen	87
Tabelle 9 – Erwärmungswerte.....	90
Tabelle 10 – Zeit/Strom-Auslösekennlinie.....	91
Tabelle 11 – Festlegungen für RCBOs, deren Funktion von der Netzspannung abhängt.....	94
Tabelle 12 – Aufstellung der Typrüfungen	95
Tabelle 13 – Querschnitte von Prüfkupferleitern entsprechend den Bemessungsströmen	96
Tabelle 14 – Gewindedurchmesser der Schrauben und anzuwendende Drehmomente	97
Tabelle 15 – Zugkräfte.....	98
Tabelle 16 – Leiterabmessungen	99
Tabelle 17 – Prüfspannung der Hilfsstromkreise	102
Tabelle 18 – Prüfspannung über die offenen Kontakte zum Nachweis der Trennfähigkeit in Abhängigkeit von der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit des RCBO und von der Höhe, in der die Prüfung durchgeführt wurde	104
Tabelle 19 – Prüfspannung für den Nachweis der Stoßspannungsfestigkeit für die Teile, die nicht in 9.7.7.1 geprüft werden	105
Tabelle 20 – Anwendbarkeit von Kurzschlussprüfungen	112
Tabelle 21 – Leistungsfaktorbereiche für den Prüfstromkreis.....	114
Tabelle 22 – Verhältnis zwischen Betriebsschaltvermögen (I_{cs}) und Bemessungsschaltvermögen (I_{cn}) – (Faktor k).....	119
Tabelle 23 – Prüfverfahren für I_{cs} bei 2-poligen RCBOs.....	119
Tabelle 24 – Prüfverfahren für I_{cs} bei 3- und 4-poligen RCBOs	120
Tabelle 25 – Prüfverfahren für I_{cn}	120
Tabelle 26 – Auslösestrombereiche für RCBOs des Typs A	131
Tabelle 27 – Prüfungen, die bezüglich der EMV durchzuführen sind	136
Tabelle A.1 – Prüfreiheiten.....	158
Tabelle A.2 – Anzahl der Prüflinge für den vollständigen Prüfvorgang.....	159
Tabelle A.3 – Anzahl der Prüflinge für das vereinfachte Prüfverfahren	161
Tabelle A.4 – Prüfreiheiten für RCBOs mit unterschiedlichen Sofortauslöseströmen	162
Tabelle A.5 – Prüfreiheiten für RCBOs unterschiedlicher Klassifikation nach 4.6.....	163
Tabelle IE.1 – Prüfreiheiten bei Nachfolgeprüfungen	181
Tabelle IE.2 – Anzahl der Prüflinge.....	183
Tabelle ZD.1 – Zulässige I^2t -(Durchlass-)Werte für RCBOs des Typs B mit Bemessungsströmen bis einschließlich 63 A	191
Tabelle ZD.2 – Zulässige I^2t -(Durchlass-)Werte für RCBOs des Typs C mit Bemessungsströmen bis einschließlich 63 A	191
Tabelle ZE.1 – Anschließbare Leiter	195
Tabelle ZE.2 – Querschnitte von Kupferleitern, die an schraubenlose Klemmen anschließbar sind	195
Tabelle ZE.3 – Zugkräfte	197
Tabelle ZF.1 – Informative Tabelle zu Farbkennzeichnung von Steckerbuchsen im Zusammenhang mit dem Leiterquerschnitt.....	201
Tabelle ZF.2 – Überlastungskräfte	202
Tabelle ZF.3 – Maße von Steckern	202
Tabelle ZF.4 – Maße von Steckerbuchsen	205