

## Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ...

### Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	11
1 Anwendungsbereich.....	12
2 Normative Verweisungen .....	12
3 Begriffe .....	13
4 Klassifikation.....	15
4.1 Nach der Art des Aufbaus .....	15
4.1.1 Die POP wird vom Hersteller an die MPD montiert oder als eine Einheit in diese eingebaut.....	15
4.1.2 In die POP ist eine Freigabeeinheit eingebaut, und sie wird am Errichtungsort mechanisch mit einer Hauptschutzeinrichtung gekoppelt. ....	15
4.1.3 Die POP ist am Errichtungsort mit der Freigabeeinheit der Hauptschutzeinrichtung elektrisch zu koppeln.....	15
4.1.4 Die POP ist eine einzelne Einrichtung, die über eine Öffnungseinrichtung verfügt und dafür vorgesehen ist, in Reihe mit einer geeigneten vom Hersteller angegebenen Kurzschlussstromschutzeinrichtung geschaltet zu werden, die mit einer oder mehreren der Normen IEC 60898-1, IEC 61009-1 oder mit der Normenreihe IEC 60269 übereinstimmt. ....	15
4.2 Nach der Anzahl der zu überwachenden Außenleiter-Neutralleiter-Spannungen .....	15
4.2.1 Eine zu überwachende Außenleiter-Neutralleiter-Spannung.....	15
4.4.2 Drei zu überwachende Außenleiter-Neutralleiter-Spannungen. ....	15
5 Charakteristische Eigenschaften.....	16
5.1 Übersicht über die charakteristischen Eigenschaften .....	16
5.2 Bemessungsgrößen und weitere charakteristische Eigenschaften .....	16
5.2.1 Bemessungsspannung.....	16
5.2.2 Bemessungsstrom ( $I_n$ ) .....	16
5.2.3 Bemessungsfrequenz.....	16
5.2.4 Bemessungs-Ein- und -Ausschaltvermögen ( $I_m$ ).....	17
5.2.5 Bemessungs-Ein- und -Ausschaltvermögen an einem Pol ( $I_{m1}$ ).....	17
5.3 Norm- und Vorzugswerte.....	17
5.3.1 Vorzugswerte der Bemessungsspannung ( $U_n$ ).....	17
5.3.2 Vorzugswerte des Bemessungsstroms ( $I_n$ ).....	17
5.3.3 Vorzugswerte der Bemessungsfrequenz .....	17
5.3.4 Mindestwert des Bemessungs-Ein- und -Ausschaltvermögens ( $I_m$ ).....	17
5.3.5 Mindestwert des Bemessungs-Ein- und -Ausschaltvermögens an einem Pol ( $I_{m1}$ ).....	17
5.3.6 Norm- und Vorzugswerte des bedingten Bemessungs-Kurzschlussstromes ( $I_{nc}$ ) und Norm- und Vorzugswerte des bedingten Bemessungs-Kurzschlussstromes für einen Pol ( $I_{nc1}$ ) .....	18
5.3.7 Grenzwerte der Ausschaltzeiten und Nichtauslösezeiten.....	18

	Seite
5.4	Normwert der Bemessungs-Stehstoßspannung ( $U_{imp}$ ) ..... 18
5.5	Koordinierung mit Kurzschlussstromschutzeinrichtungen (SCPDs) ..... 19
5.5.1	Allgemeines ..... 19
5.5.2	Bedingter Bemessungskurzschlussstrom ( $I_{nc}$ ) und bedingter Bemessungskurzschlussstrom an einem Pol ( $I_{nc1}$ ) ..... 19
5.5.3	Betriebskennwerte von Öffnungseinrichtungen für POPs nach 4.1.4 ..... 19
6	Kennzeichnung und sonstige Produktangaben ..... 20
6.1	Kennzeichnung ..... 20
6.2	Zusätzliche Kennzeichnung für POPs nach 4.1.4 ..... 22
6.2.1	Kennzeichnung von POPs ..... 22
6.2.2	Anweisungen für die Verdrahtung und den Betrieb ..... 22
7	Normbedingungen für den Betrieb und den Einbau ..... 23
7.1	Normbedingungen ..... 23
7.2	Einbaubedingungen ..... 23
7.3	Verschmutzungsgrad ..... 24
8	Anforderungen an den Aufbau und Betrieb ..... 24
8.1	Allgemeines ..... 24
8.2	Mechanische Konstruktion ..... 25
8.2.1	Allgemeines ..... 25
8.2.2	Mechanismus ..... 25
8.2.3	Luft- und Kriechstrecken ..... 26
8.2.4	Schrauben, stromführende Teile und Verbindungen ..... 29
8.2.5	Klemmen zum Anschluss äußerer Leiter ..... 30
8.3	Schutz gegen elektrischen Schlag ..... 32
8.4	Dielektrische Eigenschaften und Trennfähigkeit ..... 33
8.5	Erwärmung ..... 33
8.5.1	Erwärmungsgrenzwerte ..... 33
8.5.2	Umgebungstemperatur ..... 34
8.6	Betriebseigenschaften ..... 34
8.6.1	Betriebseigenschaften des Schutzeinrichtungsteils ..... 34
8.6.2	Auslösecharakteristik ..... 34
8.7	Mechanische und elektrische Lebensdauer ..... 34
8.8	Verhalten bei Kurzschlussströmen ..... 35
8.9	Widerstand gegen mechanische Erschütterung und Schlag ..... 35
8.10	Wärmebeständigkeit ..... 35
8.11	Widerstand gegen übermäßige Wärme und Feuer ..... 35
8.12	Sicherheitsverhalten von überbeanspruchten POPs ..... 35
8.13	Verhalten von POPs bei durch Stoßspannungen verursachten Stoßströmen ..... 35
8.14	Zuverlässigkeit ..... 35

	Seite
8.15 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).....	36
9 Prüfverfahren.....	36
9.1 Allgemeines.....	36
9.1.1 Allgemeines Prüfverfahren für die verschiedenen Arten von POPs .....	36
9.1.2 Die Eigenschaften der POPs werden mittels Typprüfungen überprüft .....	37
9.1.3 Zu Zertifizierungszwecken werden die Typprüfungen in Prüfreiheiten durchgeführt.....	38
9.2 Prüfbedingungen .....	38
9.3 Prüfung der Unverwischbarkeit der Aufschriften.....	39
9.4 Prüfung der Zuverlässigkeit von Schrauben, stromführenden Teilen und Verbindungen .....	39
9.5 Prüfung der Zuverlässigkeit von Klemmen zum Anschluss von äußeren Leitern.....	40
9.6 Überprüfung des Schutzes gegen elektrischen Schlag .....	42
9.7 Prüfung der dielektrischen Eigenschaften.....	42
9.7.1 Allgemeines.....	42
9.7.2 Feuchtigkeitsbeständigkeit.....	42
9.7.3 Isolationswiderstand des Hauptstromkreises.....	43
9.7.4 Spannungsfestigkeit des Hauptstromkreises.....	44
9.7.5 Isolationswiderstand und Spannungsfestigkeit von Hilfsstromkreisen.....	44
9.7.6 Fähigkeit von mit dem Hauptstromkreis verbundenen Steuerstromkreisen, hohen Gleichspannungen aufgrund von Isolationsmessungen standzuhalten.....	45
9.7.7 Nachweis der Steh-Stoßspannungen (über Luftstrecken und Feststoffisolierung) und von Ableitströmen über offenen Kontakten.....	46
9.8 Prüfung der Erwärmung .....	49
9.8.1 Umgebungstemperatur.....	49
9.8.2 Prüfverfahren.....	50
9.8.3 Messung der Temperatur von Teilen .....	50
9.8.4 Erwärmung eines Teiles.....	50
9.9 Verifizierung der Betriebseigenschaften.....	50
9.9.1 Prüfstromkreis .....	50
9.9.2 Prüfungen der Auslösecharakteristik ohne Last mit sinusförmigen Wechsel-Fehlerströmen bei einer Bezugstemperatur von $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .....	50
9.9.3 Prüfung des Einflusses der Umgebungstemperatur auf die Auslösecharakteristik .....	51
9.10 Verifizierung der mechanischen und elektrischen Lebensdauer.....	51
9.10.1 Allgemeine Prüfbedingungen .....	51
9.10.2 Prüfverfahren.....	51
9.10.3 Zustand der POP nach der Prüfung.....	52
9.11 Verifizierung des Verhaltens der POP unter Kurzschlussbedingungen.....	52
9.11.1 Allgemeines.....	52
9.11.2 Kurzschlussprüfungen für POPs nach 4.1.4 .....	52
9.12 Verifizierung der Beständigkeit gegen mechanische Erschütterung und Schlag.....	60
9.12.1 Mechanische Erschütterung.....	60

	Seite
9.12.2 Mechanischer Schlag.....	61
9.13 Prüfung der Wärmebeständigkeit.....	63
9.14 Widerstand gegen übermäßige Wärme und Feuer.....	64
9.15 Prüfung des Sicherheitsverhaltens von überbeanspruchten POPs.....	65
9.16 Verifizierung des Verhaltens von POPs bei durch Stoßspannungen verursachten Stoßströmen.....	65
9.16.1 Allgemeines.....	65
9.16.2 Verifizierung des Verhaltens bei Stoßströmen bis 3 000 A (8/20 µs-Stoßstromprüfung).....	65
9.17 Überprüfung der Alterung elektronischer Bauelemente.....	66
9.18 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) .....	66
9.18.1 Allgemeines.....	66
9.18.2 EMV-Prüfungen, die von anderen Abschnitten der vorliegenden Norm abgedeckt werden .....	66
9.18.3 Durchzuführende EMV-Prüfungen.....	66
9.18.4 Leistungskriterien für POPs .....	68
9.18.5 Prüfung von Störaussendungen .....	69
9.19 Prüfungen von Luft- und Kriechstrecken für elektronische Stromkreise (anomale Bedingungen).....	70
9.19.1 Allgemeines.....	70
9.19.2 Anomale Bedingungen.....	70
9.19.3 Prüfverfahren .....	70
9.20 Anforderungen an Kondensatoren und spezielle Widerstände und Drosselspulen, die in elektronischen Schaltungen eingesetzt werden.....	72
9.20.1 Allgemeines.....	72
9.20.2 Kondensatoren.....	72
9.20.3 Widerstände .....	73
9.20.4 Drosselspulen und Wicklungen.....	73
Anhang A (normativ) Prüffolge und Anzahl der für Zertifizierungszwecke) vorzulegenden Prüflinge .....	89
A.1 Prüffolgen .....	89
A.2 Anzahl der Prüflinge, die für das vollständige Prüfverfahren vorzulegen sind .....	92
A.3 Anzahl der Prüflinge, die für vereinfachte Prüfverfahren vorzulegen sind, wenn gleichzeitig eine Reihe von POPs mit der gleichen Grundkonstruktion vorgelegt wird .....	92
Anhang B (normativ) Bestimmung der Luft- und Kriechstrecken .....	94
B.1 Ausrichtung und Lage einer Kriechstrecke .....	94
B.2 Kriechstrecken wenn mehrere Werkstoffe verwendet wurden .....	94
B.3 Kriechstrecken, die durch ein potentialfreies leitfähiges Teil aufgeteilt werden .....	94
B.4 Messung von Luft- und Kriechstrecken.....	94
Anhang C (normativ) Anordnung zur Erkennung des Ausstoßens ionisierter Gase bei Kurzschlussprüfungen.....	99
Anhang IA (informativ) Verfahren zur Bestimmung des Leistungsfaktors im Kurzschlussstromkreis .....	102
IA.1 Allgemeines.....	102
IA.2 Verfahren I – Bestimmung anhand der Gleichstromkomponenten.....	102

	Seite
IA.3 Verfahren II – Bestimmung mit Hilfsgenerator .....	102
Anhang IB (informativ) Beispiele für die Ausführung der Klemmen .....	103
Anhang IC (informativ) Entsprechung zwischen ISO- und AWG-Kupferleitern.....	106
Anhang IE (informativ) KurzschlussSchutzeinrichtungen (SCPD) für Kurzschlussprüfungen.....	107
IE.1 Einleitung .....	107
IE.2 Silberdrähte .....	107
IE.3 Ausgewiesene Schutzeinrichtungen .....	108
IE.4 Andere Vorrichtungen.....	108
Anhang J (normativ) Besondere Anforderungen an POPs mit schraubenlosen Klemmen für den Anschluss äußerer Kupferleiter .....	110
J.1 Anwendungsbereich .....	110
J.2 Normative Verweisungen .....	110
J.3 Begriffe .....	110
J.4 Klassifizierung .....	111
J.5 Charakteristische Eigenschaften von POPs.....	111
J.6 Kennzeichnung.....	111
J.7 Bestimmungsgemäße Betriebsbedingungen für den Einsatz .....	111
J.8 Anforderungen an den Aufbau .....	111
J.8.1 Allgemeines .....	111
J.8.2 Anschließen oder Lösen von Leitern.....	112
J.8.3 Abmessungen von anschließbaren Leitern.....	112
J.8.4 Anschließbare Querschnittsflächen.....	112
J.8.5 Anschließen und Lösen von Leitern .....	113
J.8.6 Konstruktion und Bauform von Klemmen.....	113
J.8.7 Beständigkeit gegen Alterung .....	113
J.9 Prüfungen .....	113
J.9.1 Allgemeines .....	113
J.9.2 Prüfung der Zuverlässigkeit von schraubenlosen Klemmen.....	113
J.9.3 Prüfungen der Zuverlässigkeit von Klemmen zum Anschluss von äußeren Leitern: mechanische Festigkeit.....	114
J.9.4 Zyklusprüfung.....	115
J.10 Bezugsdokumente.....	117
Anhang K (normativ) Besondere Anforderungen an POPs mit Flachsteckverbindungen.....	118
K.1 Anwendungsbereich .....	118
K.2 Normative Verweisungen .....	118
K.3 Begriffe .....	118
K.4 Klassifizierung .....	118
K.5 Charakteristische Eigenschaften von POPs.....	119
K.6 Kennzeichnung.....	119
K.7 Bestimmungsgemäße Betriebsbedingungen für den Einsatz .....	119

	Seite
K.8 Anforderungen an den Aufbau .....	119
K.8.1 Allgemeines .....	119
K.8.2 Luft- und Kriechstrecken (siehe Anhang B) .....	119
K.8.3 Klemmen zum Anschluss äußerer Leiter .....	119
K.9 Prüfungen .....	120
K.9.1 Allgemeines .....	120
K.9.2 Prüfung der mechanischen Überlast .....	120
Anhang L (normativ) Besondere Anforderungen an POPs mit Schraubklemmen für den Anschluss äußerer unbehandelter Aluminiumleiter und mit Aluminiumschraubklemmen zur Anwendung mit Kupfer- oder Aluminiumleitern .....	125
L.1 Anwendungsbereich .....	125
L.2 Normative Verweisungen .....	125
L.3 Begriffe .....	125
L.4 Klassifizierung .....	126
L.5 Charakteristische Eigenschaften der POPs .....	126
L.6 Kennzeichnung .....	126
L.7 Bestimmungsgemäße Betriebsbedingungen für den Einsatz .....	126
L.8 Anforderungen an den Aufbau .....	126
L.9 Prüfungen .....	127
L.9.1 Allgemeines .....	127
L.9.2 Prüfbedingungen .....	129
L.9.3 Stromwechselprüfung .....	129
L.9.3.1 Allgemeines .....	129
L.9.3.2 Vorbereitung .....	129
L.9.3.3 Prüfanordnung .....	129
L.9.3.4 Temperaturmessung .....	130
L.9.3.5 Prüfverfahren und Annahmekriterien .....	131
Literaturhinweise .....	135
<b>Bilder</b>	
Bild 1 – Gewindeformende Schraube .....	73
Bild 2 – Gewindeschneidende Schraube .....	73
Bild 3 – Normprüffinger (9.6) .....	74
Bild 4 – Kurzschlussprüfung .....	75
Bild 5 – Typisches Schaltbild für Kurzschlussprüfungen (9.11.2.4 c) .....	76
Bild 6 – Einzelheit der Impedanz $Z$ , $Z_1$ und $Z_2$ .....	76
Bild 7 – Beispiel für ein Kalibrierprotokoll für eine Kurzschlussprüfung (9.11.2.2 j) .....	77
Bild 8 – Prüfeinrichtung für die mechanische Erschütterungsprüfung (9.12.1) .....	78
Bild 9 – Mechanische Schlagprüfvorrichtung (9.12.2.2) .....	79
Bild 10 – Schlagstück des Pendels der Schlagprüfvorrichtung (9.12.2.2) .....	80
Bild 11 – Montagerahmen für einen Prüfling für die mechanische Schlagprüfung (9.12.2.2) .....	81

	Seite
Bild 12 – Beispiel für die Montage einer nicht in einem Gehäuse befindlichen POP für die mechanische Schlagprüfung (9.12.2.2).....	82
Bild 13 – Beispiel für die Montage einer POP für Schalltafeleinbau für die mechanische Schlagprüfung (9.12.2.2).....	83
Bild 14 – Aufbringung der Kraft für die mechanische Prüfung von POPs für Schienenbefestigung (9.13.2.3).....	84
Bild 15 – Kugeldruckprüfeinrichtung (9.13.2).....	84
Bild 16 – Stoßstromimpuls 8/20 µs.....	85
Bild 17 – Prüfstromkreis für die Stoßstromprüfung bei Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen (AFDD).....	85
Bild 18 – Beispiel für einen Prüfstromkreis zur Überprüfung der Alterung elektronischer Bauelemente (9.20).....	86
Bild 19 – Mindestwerte der Kriech- und Luftstrecken, gemessen in Millimeter.....	87
Bild 20 – Mindestwerte der Kriech- und Luftstrecken in Abhängigkeit vom Scheitelwert der Auslösespannung.....	88
Bild C.1 – Prüfanordnung.....	100
Bild C.2 – Gitter.....	101
Bild C.3 – Gitterstromkreis.....	101
Bild IB.1 – Beispiele für Buchsenklemmen.....	103
Bild IB.2 – Beispiele für Kopfkontakt- und Bolzenklemmen.....	104
Bild IB.3 – Beispiele für Sattelklemmen.....	105
Bild IB.4 – Beispiele für Kabelschuhklemmen.....	105
Bild IE.1 – Prüfeinrichtung zur Verifizierung der Mindestwerte von $I^2t$ und $I_p$ , denen die POP standhalten muss.....	109
Bild J.1 – Anschluss der Prüflinge.....	115
Bild J.2 – Beispiele für schraubenlose Klemmen.....	116
Bild K.1 – Beispiel für die Lage des Thermoelements zur Messung der Erwärmung.....	121
Bild K.2 – Maße von Flachsteckern.....	122
Bild K.3 – Maße von runden Rastprägungen (siehe Bild K.2).....	123
Bild K.4 – Maße von rechteckigen Rastprägungen (siehe Bild K.2).....	123
Bild K.5 – Maße von Rastlöchern.....	124
Bild K.6 – Maße von Steckerbuchsen.....	124
Bild L.1 – Allgemeine Prüfanordnung.....	133
Bild L.2 – Beispiel für die Verwendung der Klemmen in der POP.....	134
Bild L.3 – Beispiel für die Verwendung der Klemmen in der POP.....	134
Bild L.4 – Beispiel für die Verwendung der Klemmen in der POP.....	134
Bild L.5 – Beispiel für die Verwendung der Klemmen in der POP.....	134
Bild L.6 – Beispiel für die Verwendung der Klemmen in der POP.....	134
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 – Grenzwerte der Ausschaltzeiten und der Nichtauslösezeiten.....	18
Tabelle 2 – Bemessungs-Stehstoßspannung in Abhängigkeit von der Nennspannung der Anlage.....	19

	Seite
Tabelle 3 – Kennzeichnung und Position der Kennzeichnung.....	20
Tabelle 4 – Normbedingungen für den Betrieb .....	23
Tabelle 5 – Mindestluft- und -kriechstrecken.....	27
Tabelle 6 – Anschließbare Querschnitte von Kupferleitern für Schraubklemmen .....	31
Tabelle 7 – Erwärnungswerte.....	33
Tabelle 8 – Auflistung der Typprüfungen .....	37
Tabelle 9 – Prüfkupferleiter entsprechend den Bemessungsströmen .....	38
Tabelle 10 – Gewindedurchmesser der Schrauben und angewendete Drehmomente .....	40
Tabelle 11 – Zugkräfte.....	41
Tabelle 12 – Prüfspannung der Hilfsstromkreise .....	45
Tabelle 13 – Prüfspannung zur Verifizierung der Steh-Stoßspannung.....	47
Tabelle 14 – Prüfspannung zur Verifizierung der Eignung zur Isolierung, mit Bezug auf die Bemessungs-Stehstoßspannung der POP und die Höhenlage, in der die Prüfung durchgeführt wird.....	48
Tabelle 15 – Prüfungen zur Verifizierung des Verhaltens von POPs unter Kurzschlussbedingungen.....	52
Tabelle 16 – Mindestwerte von $I^2t$ und $I_p$ .....	54
Tabelle 17 – Leistungsfaktoren für Kurzschlussprüfungen .....	55
Tabelle 18 – Bereits in dieser Norm behandelte Prüfungen .....	66
Tabelle 19 – Durchzuführende EMV-Prüfungen .....	67
Tabelle 20 – Prüfbedingungen für Störaussendungen.....	69
Tabelle 21 – Maximal zulässige Temperaturen unter anomalen Bedingungen.....	71
Tabelle A.1 – Prüffolgen für POPs, die nach 4.1.1 klassifiziert sind .....	89
Tabelle A.2 – Prüffolgen für POPs, die nach 4.1.1, 4.1.2 und 4.1.3 klassifiziert sind .....	91
Tabelle A.4 – Anzahl der Prüflinge für das vollständige Prüfverfahren.....	92
Tabelle A.5 – Anzahl der Prüflinge für das vereinfachte Prüfverfahren .....	93
Tabelle IE.1 – Angabe der Silberdrahtdurchmesser in Abhängigkeit von den Bemessungs- und Kurzschlussströmen .....	107
Tabelle J.1 – Anschließbare Leiter.....	112
Tabelle J.2 – Querschnitte von Kupferleitern, die an schraubenlose Klemmen anschließbar sind .....	113
Tabelle J.3 – Zugkräfte.....	114
Tabelle K.1 – Informative Tabelle für die Farbkennzeichnung der Steckerbuchsen in Zusammenhang mit dem Querschnitt des Leiters .....	119
Tabelle K.2 – Kräfte für die Überlastprüfung .....	120
Tabelle K.3 – Steckermaße .....	121
Tabelle K.4 – Maße von Steckerbuchsen .....	124
Tabelle L.1 – Kennzeichnung für Klemmen .....	126
Tabelle L.2 – Anschließbare Querschnitte von Aluminiumleitern für Schraubklemmen .....	127
Tabelle L.3 – Liste der Prüfungen in Abhängigkeit vom Leiter- und Klemmenwerkstoff.....	128
Tabelle L.4 – Anschließbare Leiter und ihre theoretischen Durchmesser .....	128
Tabelle L.5 – Querschnitte (S) von Aluminiumprüfleitern nach den Bemessungsströmen .....	129



	Seite
Tabelle L.6 – Länge des Prüfleiters .....	130
Tabelle L.7 – Maße von Ausgleichsleitern und Sammelleitern .....	130
Tabelle L.8 – Prüfstrom in Abhängigkeit vom Bemessungsstrom .....	132
Tabelle L.9 – Berechnungsbeispiel für die Bestimmung der mittleren Temperaturänderung $D$ .....	132