

Inhalt

| | Seite |
|--------|--|
| 1 | Allgemeines 9 |
| 1.1 | Anwendungsbereich 9 |
| 1.2 | Anzuwendende Prüfungen 9 |
| 1.3 | Klassifizierung der Prüfungen..... 9 |
| 1.4 | Probenentnahme 9 |
| 1.5 | Prüfbedingungen 9 |
| 1.5.1 | Umgebungstemperatur..... 9 |
| 1.5.2 | Grenzabweichungen der Temperaturwerte..... 9 |
| 1.5.3 | Frequenz und Wellenform der Netzfrequenz-Prüfspannungen 10 |
| 1.5.4 | Vorbehandlung 10 |
| 2 | Nicht-elektrische Prüfungen 10 |
| 2.1 | Prüfung der Maße..... 10 |
| 2.1.1 | Messung der Isolierwanddicke 10 |
| 2.1.2 | Messung der Wanddicke des nicht-metallinen Mantels..... 11 |
| 2.1.3 | Bestimmung der Maße des Kabels 11 |
| 2.1.4 | Messung der Drähte, Streifen und Bänder..... 11 |
| 2.1.5 | Messung der Dicke von Metallmänteln 12 |
| 2.1.6 | Prüfung der Anordnung von Schirm- oder Bewehrungsbändern oder -drähten 13 |
| 2.1.7 | Prozentuale Bedeckung durch ein Metallgeflecht 13 |
| 2.1.8 | Messung des Abstands zwischen nicht-metallinen Bändern der Bandzwischen-schicht 14 |
| 2.1.9 | Messung der Dicke der Gummischicht..... 14 |
| 2.1.10 | Unregelmäßigkeiten in den Leitschichten und der Isolierung 14 |
| 2.1.11 | Maße der Adern..... 21 |
| 2.1.12 | Wanddicke des Mantels und Dicke der Bewehrung..... 24 |
| 2.1.13 | Maße des Leiters..... 24 |
| 2.1.14 | Messung der Dicke des Metallmantels..... 25 |
| 2.1.15 | Messung der Überlappung des Schirms oder der Bewehrungsbänder 25 |
| 2.2 | Mechanische Prüfungen an nicht-metallinen Aufbauelementen..... 27 |
| 2.2.1 | Härteprüfung nach Shore D am PE-Mantel..... 27 |
| 2.2.2 | Bestimmung des Weiterreißwiderstands des Mantels 29 |
| 2.2.3 | Druckprüfung 31 |
| 2.2.4 | Wärmedruckprüfung an der Isolierhülle und am Mantel 32 |
| 2.2.5 | Bestimmung der Härte von elastomeren Isolierhüllen und Mänteln 32 |
| 2.2.6 | Prüfung des Zugmoduls 33 |
| 2.2.7 | (freibleibend) 33 |
| 2.2.8 | Abziehbarkeitsprüfung an extrudierten Leitschichten 33 |
| 2.2.9 | Umweltbeständigkeit von Proben des Mantels 36 |
| 2.2.10 | Umweltbeständigkeit des Mantels des Luftkabeltragseils (Luftkabel)..... 37 |

| | Seite |
|--------|---|
| 2.2.11 | Schneidprüfung der äußeren Leitschicht..... 37 |
| 2.2.12 | Wassereindringprüfung am Mantel..... 37 |
| 2.2.13 | Klimabeständigkeit des Außenmantels 38 |
| 2.3 | Mechanische Prüfungen an metallenen Aufbauelementen 40 |
| 2.3.1 | Zugprüfung metallener Aufbauelemente 40 |
| 2.3.2 | Wickelprüfung an verzinkten Stahldrähten 41 |
| 2.3.3 | Zugkraft und Reißdehnung des Drahts und des Leiters (für aluminiumumhüllte Stahlleiter)..... 41 |
| 2.3.4 | Torsionsprüfung..... 41 |
| 2.4 | Nicht-elektrische Prüfungen an Proben des vollständigen Kabels..... 42 |
| 2.4.1 | Biegeprüfung des vollständigen Kabels 42 |
| 2.4.2 | Prüfung der Lage der Bänder bei einer Bewehrung aus Formdrähten nach der Biegeprüfung..... 46 |
| 2.4.3 | Eindringprüfung am Kabelmantel 47 |
| 2.4.4 | Schrumpfungsprüfung am Kabelmantel 48 |
| 2.4.5 | Abriebprüfung 53 |
| 2.4.6 | Kerbkraftprüfung am Kabelmantel..... 54 |
| 2.4.7 | Druckprüfung 55 |
| 2.4.8 | Verhalten des PVC-Mantels bei niedriger Temperatur..... 55 |
| 2.4.9 | Längswasserdichtheit 56 |
| 2.4.10 | Prüfung des Neutral-/Erdleiters auf Korrosion..... 58 |
| 2.4.11 | Wirksamkeit der Korrosionsschutzschicht nach der Alterung 59 |
| 2.4.12 | Besondere Prüfungen der gegenseitigen Beeinflussung 59 |
| 2.4.13 | Verhalten bei hohen Temperaturen..... 60 |
| 2.4.14 | Überlastungsprüfung von Leitern im Installationskanal..... 60 |
| 2.4.15 | Unversehrtheit von einlagigen Schichten aus Gummi..... 61 |
| 2.4.16 | Prüfung der Klimabeständigkeit am roten PVC- oder PE-Außenmantel..... 61 |
| 2.4.17 | Haftungsprüfung des Mantels auf dem Metallband..... 62 |
| 2.4.18 | (freibleibend)..... 64 |
| 2.4.19 | Beständigkeit des PVC-Außenmantels gegen H ₂ S..... 64 |
| 2.4.20 | Bestimmung der UV-Beständigkeit des MDPE-Mantels 64 |
| 2.4.21 | Rissprüfung am PE-Mantel unter Umweltbeanspruchung 65 |
| 2.4.22 | Abriebprüfung (konisches Teil)..... 67 |
| 2.4.23 | Beständigkeit gegenüber UV-Strahlen 68 |
| 2.4.24 | Prüfverfahren zur Messung der Steifigkeit von Kunststoffkabeln..... 69 |
| 2.5 | Physikalische und chemische Prüfungen 74 |
| 2.5.1 | Verzinkungsgüte 74 |
| 2.5.2 | Thermogravimetrische Prüfung an nicht-metallinen Werkstoffen 78 |
| 2.5.3 | Kontrolle der Verzinnung der Kupferdrähte 79 |
| 2.5.4 | Kontrolle der Haltbarkeit von Farben und Kennzeichnung..... 79 |

| | Seite |
|--------|---|
| 2.5.5 | Prüfung auf Wasserdampfdurchlässigkeit..... 79 |
| 2.5.6 | Bestimmung der Wasseraufnahme durch Kapazitätsmessung 82 |
| 2.5.7 | Thermogravimetrische Prüfung von Isolierung, Füllstoffen und nicht-metallenem Mantelwerkstoff 83 |
| 2.5.8 | Prüfung des Rußgehalts und/oder des Gehalts an Mineralfüllstoffen und der Rußverteilung 84 |
| 2.5.9 | Quellhöhe des Quellbandes 86 |
| 2.5.10 | Messung des Wassergehalts der Isolierung 88 |
| 2.5.11 | Verfahren zur Bestimmung der Dichte 88 |
| 2.5.12 | Künstliche Witterungsprüfung 90 |
| 2.5.13 | Abriebprüfung 91 |
| 2.5.14 | Prüfung der Beständigkeit gegen Feuchtigkeit für die Typprüfung 92 |
| 2.5.15 | Vernetzungsgrad von VPE 93 |
| 3 | Elektrische Prüfungen 94 |
| 3.1 | Elektrischer Widerstand..... 94 |
| 3.1.1 | Leiter..... 94 |
| 3.1.2 | Bewehrung 95 |
| 3.1.3 | Elektrischer Widerstand einer Kombination von Bewehrungs- und Schutzleiter 95 |
| 3.1.4 | Besondere Widerstandsprüfung des Schirms oder konzentrischen Leiters 97 |
| 3.2 | Spannungsprüfungen 97 |
| 3.2.1 | Prüfungen am vollständigen Kabel..... 98 |
| 3.2.2 | Prüfungen an Adern 98 |
| 3.2.3 | Prüfungen am Außenmantel 98 |
| 3.2.4 | Impulsspannungsprüfung 99 |
| 3.2.5 | Spezielle 4-Stunden-Spannungsprüfung..... 99 |
| 3.2.6 | Wechselspannungs-Durchschlagprüfung..... 99 |
| 3.2.7 | Impulsdurchschlagspannungsprüfung..... 103 |
| 3.2.8 | 50-Hz-Stufenspannungsprüfung 104 |
| 3.3 | Isolationswiderstandsprüfungen 104 |
| 3.3.1 | Isolationswiderstandsprüfung an isolierten Adern..... 104 |
| 3.3.2 | Isolationswiderstand am vollständigen Kabel mit Schirm oder Bewehrung..... 106 |
| 3.3.3 | Isolationswiderstandsprüfung am vollständigen Kabel ohne Schirm oder Bewehrung 106 |
| 3.3.4 | Widerstandsprüfung des Außenmantels am vollständigen Kabel mit Schirm oder Bewehrung 106 |
| 3.3.5 | Prüfverfahren für die Isolationskonstante (<i>K</i> -Wert) des Mantels 106 |
| 3.4 | Oberflächenwiderstand des Kabelaußenmantels..... 107 |
| 3.4.1 | Prüfeinrichtung 107 |
| 3.4.2 | Prüfen 107 |
| 3.5 | Prüfen des Isoliervermögens der Kabelfüllmischung 108 |
| 3.5.1 | Anwendungsbereich 108 |

| | Seite |
|---|-------|
| 3.5.2 Verfahren | 108 |
| 3.6 Durchlaufspannungsprüfung..... | 108 |
| 3.6.1 Verfahren 1 | 108 |
| 3.6.2 Verfahren 2 | 108 |
| 3.6.3 Verfahren 3 | 108 |
| 3.6.4 Verfahren 4 | 108 |
| 3.7 Messung des Kopplungswiderstands | 108 |
| 3.7.1 Messaufbau | 109 |
| 3.7.2 Theoretische Kurve des Kopplungswiderstands | 109 |
| 3.8 Prüfung mit Erwärmungszyklen | 110 |
| 3.8.1 Verfahren 1 | 110 |
| 3.8.2 Verfahren 2 – Erwärmungsprüfung unter Spannung..... | 111 |
| 3.8.3 Verfahren 3 – Langzeitprüfung mit Heizzyklen..... | 111 |
| 3.8.4 Verfahren 4 | 112 |
| 3.8.5 Verfahren 5 | 114 |
| 3.8.6 Verfahren 6 – Langzeitstabilitätsprüfung | 114 |
| 3.9 Messung des spezifischen elektrischen Widerstands der Leitschichten..... | 114 |
| 3.9.1 Verfahren 1 | 114 |
| 3.9.2 Verfahren 2 | 117 |
| 3.9.3 Verfahren 3 | 117 |
| 3.9.4 Verfahren 4 – Äußere Leitschicht | 117 |
| 3.10 Teilentladungsprüfung | 117 |
| 3.10.1 Verfahren 1 | 117 |
| 3.10.2 Verfahren 2 | 117 |
| 3.10.3 Verfahren 3 | 117 |
| 3.10.4 Verfahren 4 | 117 |
| 3.10.5 Verfahren 5 | 118 |
| 3.11 Verlustfaktormessung | 119 |
| 3.11.1 Verfahren 1 – Messung des Verlustfaktors in Abhängigkeit von der Temperatur..... | 119 |
| 3.11.2 Verfahren 2 – Messung des Verlustfaktors in Abhängigkeit von der Temperatur..... | 119 |
| 3.11.3 Verfahren 3 – Messung des Verlustfaktors | 119 |
| 3.11.4 Verfahren 4 – Messung des Verlustfaktors in Abhängigkeit von der Temperatur..... | 119 |
| 3.12 Beständigkeit des Isoliermantels gegenüber Witterungseinflüssen | 120 |
| 3.13 Haftung der Schirme bei Kurzschlussstemperatur | 122 |
| 3.14 Widerstandsprüfung an wassersperrenden Bändern | 123 |
| 3.15 Prüfung der Feuchtigkeitsaufnahme – Elektrische Prüfung | 123 |
| 3.16 Beschleunigte Alterung in Hinblick auf Water-Treeing | 124 |
| 3.17 Kurzschlussprüfung am Leiter | 125 |
| 3.18 Kurzschlussprüfung am Schirm | 125 |

| | Seite |
|--|-------|
| 3.19 Erdschlussprüfung (Nagelprüfung)..... | 126 |
| 4 Prüfungen des Brandverhaltens..... | 126 |
| 4.1 Prüfungen des Brennverhaltens (Brandweiterleitung) | 126 |
| 4.1.1 Brennverhalten – Prüfverfahren 1 | 126 |
| 4.1.2 Brennverhalten – Prüfverfahren 2 | 127 |
| 4.1.3 Brennverhalten – Prüfverfahren 3 | 148 |
| 4.1.4 Brennverhalten – Prüfverfahren 4 | 150 |
| 4.1.5 (freibleibend)..... | 152 |
| 4.1.6 (freibleibend)..... | 152 |
| 4.2 Rauchdichte..... | 152 |
| 4.2.1 Rauchdichte – Prüfverfahren 1..... | 152 |
| 4.2.2 Rauchdichteprüfung – Verfahren 2 | 153 |
| 4.2.3 (freibleibend)..... | 155 |
| 4.2.4 (freibleibend)..... | 155 |
| 4.2.5 Rauchdichteprüfung – Verfahren 5 | 155 |
| 4.3 Korrosivität von Brandgasen | 156 |
| 4.3.1 Korrosivität von Brandgasen – Verfahren 1 | 156 |
| 4.4 Toxizität der Brandgase..... | 161 |
| 4.4.1 Toxizität der Brandgase – Prüfverfahren 1..... | 161 |
| 4.4.2 (freibleibend)..... | 167 |
| 4.5 (freibleibend)..... | 167 |
| 4.6 (freibleibend)..... | 167 |
| 5 Langzeitprüfung..... | 167 |
| 5.1 Thermische Langzeitprüfung..... | 167 |
| 5.1.1 Thermische Langzeitprüfung – Prüfverfahren 1 | 167 |
| 5.1.2 Thermische Langzeitprüfung – Prüfverfahren 2..... | 172 |
| 5.1.3 Thermische Langzeitprüfung – Prüfverfahren 3..... | 172 |
| 5.1.4 Thermische Langzeitprüfung – Prüfverfahren 4..... | 172 |
| 5.1.5 Thermische Langzeitprüfung – Prüfverfahren 5..... | 172 |
| 5.1.6 Thermische Langzeitprüfung – Prüfverfahren 6..... | 173 |
| 5.1.7 Thermische Langzeitprüfung – Prüfverfahren 7..... | 173 |
| 5.2 Beständigkeit gegen Ziehschmiermittel..... | 174 |
| 5.3 Langzeitprüfung in Wasser..... | 174 |
| 5.3.1 Verfahren 1 | 174 |
| 5.3.2 Verfahren 2..... | 175 |
| 5.4 Langzeitspannungsprüfung | 175 |
| 5.4.1 Verfahren 1 – Langzeitprüfung mit Heizzyklen | 175 |
| 5.4.2 Verfahren 2 – Langzeit-Wärmezyklenprüfung..... | 176 |
| 5.4.3 Verfahren 3 – Langzeitqualifikationsprüfung..... | 176 |

| | Seite |
|---------------------|--|
| 5.4.4 | Verfahren 4 – Langzeitqualifikationsprüfung 176 |
| 5.4.5 | Verfahren 5 – Elektrische Langzeitprüfung 176 |
| 5.4.6 | Verfahren 6 – Prüfung der Water-Tree-Beständigkeit 176 |
| 5.4.7 | Verfahren 7 – Beschleunigte Alterungsprüfung 176 |
| 5.4.8 | Verfahren 8 – Prüfung auf Beständigkeit gegen Wasser 176 |
| 5.4.9 | Verfahren 9 – Langzeitqualifikationsprüfung 177 |
| 5.4.10 | Verfahren 10 – Langzeitprüfung 177 |
| 5.4.11 | Verfahren 11 – Langzeitqualifikationsprüfung 177 |
| 5.4.12 | Verfahren 12 – Langzeitqualifizierungsprüfung 177 |
| 5.4.13 | Verfahren 13 – Langzeitprüfung der Wasserbeständigkeit und der Beständigkeit gegen elektrochemische Tree-Bildung 178 |
| 5.4.14 | Verfahren 14 – Langzeitqualifizierungsprüfung der Beständigkeit gegen die Bildung von Water-Trees und der chemischen Beständigkeit 178 |
| 5.4.15 | Harmonisierte Langzeitprüfung 178 |
| 5.5 | Prüfung der Querwasserbeständigkeit und der Beständigkeit des metallenen Schirms gegen Korrosion 181 |
| 5.6 | Wasserbeständigkeit der Isolierung 181 |
| Anhang A (normativ) | Normative Verweisungen 183 |
| Anhang B (normativ) | Runden von Zahlen 185 |