110-kV-Kabelsysteme und Garnituren bis 1800 mm² Cu

Technische Beschreibung – TB 3501

Hamburger Energienetze GmbH
Bramfelder Chaussee 130
022177 Hamburg

info@hamburger-energienetze.de
hamburger-energienetze.de

HAMBURGER ENERGIENETZE

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis **5**

1. Änderungshinweise **6**

2. Ziel und Zweck **6**

3. Geltungsbereich **6**

4. Mitgeltende Dokumente **6**

4.1 Verordnungen 6

4.2 Normen 6

4.3 Interne Vorschriften 7

5. Copyright **7**

6. Elektrische Kennwerte **7**

7. Grundqualifizierung und technische Zulassung **8**

7.1 EU-Qualifizierungssystem 8

7.2 Technische Zulassung/Freigabe im Netz 8

7.3 Änderung an zugelassenen Betriebsmitteln 8

8. Anforderungen an Kabel **9**

8.1 Standardkabel Hamburger Energienetze 9

8.2 Leiter 9

8.3 Isolierung 9

8.3.1 Extrusionslinie und Materialzuführung 9

8.3.2 Wanddicke und Mindestwerte 9

8.3.3 Kleinster und größter Messwert 10

8.3.4 Unregelmäßigkeiten 10

8.4 Leitschichten 10

8.4.1 Innere Leitschicht 10

8.4.2 Unregelmäßigkeiten 11

8.4.3 Äußere Leitschicht 11

8.5 Kabelader 11

8.6 Kabelschirm 11

8.6.1 Querschnitt und Integration Lichtwellenleitern (LWL) 11

8.6.2 Cu-Schirm-Aufbau und Längswasserdichtheit 12

8.7 Trennschichten 12

8.8 Außenmantel 12

8.8.1 Außenmantel mit besonderer Schutzfunktion 13

8.8.2 Al/PE-Schichtenmantel 13

8.8.3 Metallene Folie 13

8.8.4 Kennzeichnung auf dem Außenmantel 13

9. Prüfungen an Kabeln 14
9.1 Allgemeine Prüfbedingungen 14
9.2 Stückprüfungen an Kabeln 14
9.3 Auswahlprüfungen 14
9.4 Aufbauprüfungen/Aufklartest 14
9.4.1 Probenvorbereitung 14
9.4.2 Testeinrichtung 15
9.4.3 Testdurchführung 15
9.5 Typprüfung an Kabeln 15
9.5.1 Typprüfung (elektr. Eigenschaften) 15
9.5.2 Typprüfung (nicht-elektr. Eigenschaften) 15
9.6 Wiederholung von Typprüfungen 15

10. Anforderungen an Garnituren 16
10.1 Technische Grundanforderungen 16
10.2 Verbindungsmuffen 16
10.3 Schaltanlagen-Steck-Endverschluss 16
10.4 Freiluft-Endverschluss 16
10.4.1 Freiluft-Endverschluss (nassisolierend) 16
10.4.2 Freiluft-Endverschluss (trockenisolierend) 17

11. Prüfungen an Garnituren 18
11.1 Stückprüfungen an Garnituren 18
11.2 Typprüfung an Garnituren (elektr. Eigenschaften) 18
11.2.1 Allgemeines 18
11.2.2 Wiederholung von Prüfungen 18

12. Fertigungsabnahmen im Werk (FAT) 18
12.1 FAT/Terminplanung 18
12.2 FAT/Stückprüfungen an Kabeln 19
12.3 FAT/Auswahlprüfungen an Kabeln 19
12.4 Stückprüfungen an Garnituren 21

13. Prüftabellen Kabel 21
13.1 Stückprüfungen an Kabeln 21
13.2 Auswahlprüfungen an Kabeln 22
13.3 Typprüfungen von Kabeln (elektr. Eigenschaften) 23
13.4 Typprüfungen von Kabeln (nicht-elektr. Eigenschaften) 24

14. Prüftabellen Garnituren 26
14.1 Stückprüfungen: vorgefertigte Steuerkörper u. vorprüfbare Garniturenteile 26
14.2 Typprüfung von Garnituren 27
14.3 Prüfung von äußeren Schutzhüllen von Muffen ohne Schirmunterbrechung 29
14.4 Prüfung von äußeren Schutzhüllen von Muffen mit Schirmunterbrechung 30
14.5 Begutachtung der Garnituren 32

15 Anhang 34

Abkürzungsverzeichnis

AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
CB-Muffe	Cross-Bonding-Verbindungsmuffe
CV-Anlage	Continous Vulcanisation-Anlage
FAT	Factory Acceptance Test
PQ-Verfahren	EU-Präqualifizierungsverfahren
PSA	Persönliche Schutzausrüstung
HNE	Hamburger Energienetze GmbH
Tab.	Tabelle
TB	Technische Beschreibung
TB-Abschn.	Abschnitt dieser TB
TE-Prüfung	Teilentladungs-Prüfung
VPE	Vernetztes Polyethylen
U-Prüfung	Spannungsprüfung
Al	Aluminium
Cu	Kupfer
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
rms	Rund, mehrdrähtig, sektorförmig
DIN	Deutsches Institut für Normung
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission
EN	Europäische Norm
VDE	Verband der Elektrotechnik
HD	Harmonisiertes Dokument

1. Änderungshinweise

Die hier vorliegende Technische Beschreibung (TB) 3501 Version 1.0 ist die Erstversion.

2. Ziel und Zweck

Diese TB definiert den Sollzustand der technischen Parameter und weiterer Eigenschaften der Betriebsmittel und ist für Beschaffungsvorgänge, Qualitätssicherung und Zulassung von 110-kV-Kabelsystemen im Verteilungsnetz der Hamburger Energienetze GmbH anzuwenden.
Die Geschäfts- und Verkehrssprache ist deutsch.

3. Geltungsbereich

Diese TB gilt für den Einsatz im 110-kV-Verteilungsnetz der Hamburger Energienetze GmbH.
Diese Technische Beschreibung (TB) beinhaltet die Anforderungen an den Aufbau und die Prüfung von 110-kV-Kabeln mit extrudierter Isolierung aus vernetztem Polyethylen für Segmentleiter und einem geometrischen Querschnitt von 1800 mm2 Cu und ihre Garnituren.

4. Mitgeltende Dokumente

4.1 Verordnungen

- Keine -

4.2 Normen

Diese Fassung der TB ist ergänzend zu den jeweils geltenden Fassungen der IEC, EN, HD und DIN VDE Bestimmungen anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Tabelle 4-1 Normen

Normen	
Nummer	**Titel**
DIN VDE 0276-632	Starkstromkabel mit extrudierter Isolierung und ihre Garnituren für Nennspannungen über 36 kV (U_m = 42 kV) bis 150 kV (U_m = 170 kV) Deutsche Fassung HD 632, S3: 2016, Teil 0, 1, 3-D, 4-D und 5-D
DIN EN 60229 (VDE 0473-229)	Starkstromkabel – Prüfungen an extrudierten Außenmänteln mit besonderer Schutzfunktion Deutsche Fassung EN 60229:2008
DIN EN 60071-1 (VDE 0111-1)	Isolationskoordination - Teil 1: Begriffe, Grundsätze und Anforderungen
DIN EN 60071-2 (VDE 0111-2)	Isolationskoordination - Teil 2: Anwendungsrichtlinie

Normen	
Nummer	**Titel**
DIN EN 60228 (VDE 0295)	Leiter für Kabel und isolierte Leitungen Deutsche Fassung EN 60228:2005 + Corrigendum:2005
DIN EN 60811-201	Prüfverfahren für nichtmetallene Werkstoffe, Allgemeine Prüfverfahren- Messung der Wanddicke von Isolierhüllen
DIN EN 60811-507	Prüfverfahren für Wärmedehnungsmessung (Hot Set)

4.3 Interne Vorschriften

Tabelle 4-2 Interne Vorschriften

Interne Vorschriften	
Nummer	**Titel**
TB 3502	Lichtwellenleiter in 110-kV-Kabeln

5. Copyright

Alle Inhalte dieser technischen Beschreibung inklusive der Abbildungen und Zeichnungen [Tabellen, Diagramme usw.] unterliegen, sofern nicht anders angegeben, urheberrechtlichem Schutz. Es ist untersagt, sie ganz oder teilweise, ohne ausdrückliche vorherige schriftliche Zustimmung der Hamburger Energienetze GmbH zu vervielfältigen, zu verbreiten, zu bearbeiten oder umzugestalten.

6. Elektrische Kennwerte

Tabelle 6-1 Kennwerte

Kennwerte für 110-kV-Kabel und -Garnituren		
Zeichen	**Kennwert**	**Bezeichnung**
U_0/U	64/110 kV	Nennspannung
U_m	123 kV	Höchste Spannung für Betriebsmittel (Leiter gegen Leiter)
U_{rB}	550 kV	Bemessungs-Blitzstoßspannung
I_{k3}	40 kA / 1s	Bemessungs-Kurzschlussstrom/ Bemessungs-Kurzschlussdauer
I_S	100 kA	Bemessungs-Stoßstrom
I_{k1}	12 kA / 1s	Erdkurzschlussstrom

7. Grundqualifizierung und technische Zulassung

7.1 EU-Qualifizierungssystem

Die Prüfung und Zulassung von Lieferanten für 110-kV-Kabelsysteme erfolgt im Rahmen der EU-Lieferantenqualifizierung (PQ-Verfahren)

„QUALIFIZIERUNGSSYTEM KABEL UND LEITUNGEN"

der Hamburger Energienetze GmbH.

Weitere Informationen unter www.deutsche-evergabe.de.

Im Verfahren wird eine Prüfung nach Mindestkriterien (technisch und wirtschaftlich) durchgeführt und eine Präqualifizierungsaussage erteilt. Zusätzlich erfolgt eine technische Zulassung nach Pkt. 7.2 für die 110-kV-Komponenten (Kabel, Garnituren) und deren Fertigungsstätte.

Möchte ein Hersteller eine weitere Fertigungsstätte zulassen oder wird eine präqualifizierte Fertigungsstätte verlagert, muss eine neue EU-Lieferantenqualifizierung (PQ-Verfahren) durchgeführt werden.
Für den Fall der Standort-Verlagerung einer präqualifizierten Fertigungsstätte wird darüber hinaus die Übertragung der technischen Zulassung/Freigabe im Netz entsprechend Pkt. 7.2 geprüft.

7.2 Technische Zulassung/Freigabe im Netz

Die Beschaffung von Betriebsmitteln bzw. der Einsatz von 110-kV-Kabeln und -Garnituren im Netz der Hamburger Energienetze GmbH ist erst nach der erfolgreichen Lieferantenqualifizierung (Pkt. 7.1) und abgeschlossener Systemtypprüfung nach dieser TB (siehe auch Abschnitt 9.5) und der technischen Zulassung durch den Technischen Bereich gestattet.
Diese Systemtypprüfungen sind als Grundlage für eine technische Zulassung einmalig für einen der folgenden Kabeltypen bzw. -querschnitte mit rms-Leiterausführung nachzuweisen:

Tabelle 7-1 Kabeldaten für Systemtypprüfung

Kabeldaten (Vorzugswerte)			
Kurzzeichen	**Querschnitt in mm²**	**Nenn-Isolierwandstärke**	**Leiterform**
N2XS(FL)2Y	1x1400	15-16 mm	rms
N2XS(FL)2Y	1x1600	16-18 mm	rms
N2XS(FL)2Y	1x1800	16 mm	rms
NA2XS(FL)2Y	1x2500	14-15 mm	rms

Die Typprüfberichte von zertifizierten Prüfinstituten oder unter zertifizierter Begleitung sind dem Technischen Bereich der HNE zu übergeben. Der entsprechende Freigabeantrag ist über die Deutsche-eVergabe-Plattform einzureichen und die Nachweise dort bereitzustellen (s. Pkt. 7.1).

7.3 Änderung an zugelassenen Betriebsmitteln

Die Grundqualifizierung und technische Zulassung von Betriebsmitteln bei der Hamburger Energienetze GmbH hat grundsätzlich eine Gültigkeit von 10 Jahren.
Werkseitige Änderungen im Kabel- oder Garnituren-Design, der Materialien (z, B. Kunststoffe, Bänder) oder der Fertigungsprozesse (z.B. neue CV-Anlage) sind dem Fachbereich der HNE mitzuteilen.
Im Vordergrund stehen die Auswirkungen der Änderungen auf elektrische und mechanische Parameter des Produkts, auf die Montage und den Betrieb im Netz Hamburg. Gegebenenfalls ist, bei erheblichen Änderungen, eine neue Typprüfung in Abstimmung mit dem Technischen Bereich/HNE erforderlich und zeitlich einzuplanen.
Nichtangezeigte, werkseitige Änderungen zum Stand der Zulassung können zum Erlöschen der Zulassung führen.

8. Anforderungen an Kabel

8.1 Standardkabel Hamburger Energienetze

Tabelle 8-1 Standardkabel

110-kV-VPE-Kabel mit Leiterquerschnitt 1800mm² im HS-Netz der Hamburger Energienetze GmbH		
	Kurzzeichen	**Leitermaterial**
Standard	**N2XS(FL)2Y >c< 1x1800 rms/70 64/110 kV** Mit integriertem Lichtwellenleiter im Schirm-Bereich (s. Abschnitt 8.6 dieser TB)	Kupfer

8.2 Leiter

Der Leiter muss DIN EN 60228 (Klasse 2) entsprechen.
Der Leiter ist in seiner Bauart als mehrdrähtiger Sektorleiter aus Kupfer mit 5 Segmenten auszuführen. Die Segment-Teilleiter sind gegeneinander zu isolieren. Eine Isolierung von Einzeldrähten (z.B. Lack) ist nicht zulässig. Ein zusätzlicher Teil-Rundleiter im Zwickelbereich ist zulässig, dieser kann in den Gesamtquerschnitt mit eingerechnet werden.
Über dem Gesamt-Leiter darf ein halbleitendes Band vorhanden sein.

8.3 Isolierung

8.3.1 Extrusionslinie und Materialzuführung

Die Isolierung muss aus einer einschichtigen, extrudierten und vernetzten Polyethylen-Mischung bestehen. Die Extrusion der Ader muss mit einem Dreifachextruder erfolgen. Die Vernetzung muss trocken und peroxidisch erfolgen.
Die Zuführung des Isoliermaterials muss über Windsichter und Magnetabscheider erfolgen. Eine direkte, sehr kurze Materialzuführung zum Extruder ist ebenfalls zulässig.

8.3.2 Wanddicke und Mindestwerte

Die Messwerte sind gemäß der DIN EN 60811-201 zu ermitteln. Zusätzlich muss der größte Wert ermittelt werden. Der Mittelwert (arithmetisches Mittel) ist aus dieser Messreihe zu bilden.

Tabelle 8-2 Wanddicke und Mindestwerte/Isolierung

Anforderungen an die Wanddicke der Isolierung		
Leiterquerschnitt (in mm²)	**Nenn- und Mittelwert (in mm²)**	**Mindestwert (in mm²)**
1800	16,0	14,4

Das Verhältnis größter Wert (Messwert) zu kleinstem Wert (Messwert) darf
1,1 in einer Schnittebene nicht überschreiten.

$(T_{max} - T_{min}) / T_{min} \leq 0{,}1$.

8.3.3 Kleinster und größter Messwert

Die Erfassung der Messwerte der Isolierung muss so erfolgen, dass folgende Werte gemessen und protokolliert werden:

- **größte Wanddicke der Isolierung (gesamter Umfang)**
- **kleinste Wanddicke der Isolierung (gesamter Umfang)**

Nach DIN EN 60811-201 sind radial sechs Messungen nach jeweils annähernd 60° durchzuführen, ausgehend vom der kleinsten ermittelten Wanddicke. Mit dieser Messmethode ist die Erfassung der größten Wanddicke dem Zufall überlassen, da sich die größte Wanddicke zwischen den 60° Messlinien befinden kann. Daher muss der Messwert der **größten Wanddicke** nachträglich erfasst und protokolliert werden.
Moderne Kamera- oder Scanner-Messsysteme (optische Digitalbildanalyse) erfassen den größten Messwert automatisch. Somit muss dieser Wert nur noch im Protokoll erfasst werden.
Der Messwert der größten Wanddicke wird für Abschnitt 8.3.2 benötigt.
Innere und äußere Leitschichten dürfen in die Wanddicke der Isolierung nicht eingerechnet werden.

8.3.4 Unregelmäßigkeiten

Tabelle 8-3 Unregelmäßigkeiten der Isolierung (DIN VDE 0276-632)

Unregelmäßigkeiten der Isolierung	
Unregelmäßigkeiten	**Anforderung**
vereinzelt zulässig	max. 2 auf 250 mm Probenlänge - größenunabhängig
mit einer größten Ausdehnung größer 0,1 mm	nicht zugelassen
mit einer größten Ausdehnung ≥ 0,05 mm bis ≤ 0,1 mm	in Anwesenheit des AG - untersuchen - auswerten - abhängig vom Ergebnis der Untersuchung vereinzelt zugelassen
von der Isolierung in die innere Leitschicht	≤ 0,2 mm
erkannte Unregelmäßigkeiten	- weitere Prüfungen (Aufklartest), siehe 9.6 Wiederholung von Prüfungen - Untersuchung (Größe, Material)

8.4 Leitschichten

Die Kabel müssen zur Feldbegrenzung über dem Leiter mit einer inneren und über der Isolierhülle mit einer äußeren Leitschicht ausgeführt werden.
Die Leitschichten müssen durch Dreifachextrusion fest mit der Isolierung verbunden sein. Die Extrusion muss durch einen Dreifachextruderkopf erfolgen.
Die Leitschichten müssen aus einer extrudierten, leitfähigen Polymermischung bestehen.
Die Wanddicke der inneren Leitschicht darf den Wert 0,50 mm nicht unterschreiten.
Die Differenz zwischen dem größten und kleinsten Wert der Wanddicke – in einer Schnittebene – darf 0,80 mm nicht überschreiten.

8.4.1 Innere Leitschicht

Bänder unter der inneren Leitschicht sind zulässig. Die innere Leitschicht darf nicht so weit in die äußeren Drahtlagen des Leiters und der Leitersegmente eindringen, dass die Grenzschicht zur Isolierung verändert wird.

Die innere Leitschicht darf keine ausgeprägten Spitzen oder Einfallstellen aufweisen. Vereinzelte Unregelmäßigkeiten sind zugelassen, wenn folgende Anforderungen erfüllt sind (s. Tab. 8-4):

- Unregelmäßigkeiten der inneren Leitschicht dürfen nicht mehr als 0,08 mm in die Isolierhülle hineinragen
- Für Unregelmäßigkeiten mit einer Höhe 0,04 mm ≤ h ≤ 0,08 mm muss das Verhältnis ihrer Basis b zu ihrer Höhe h ≥ 3 sein
- Unregelmäßigkeiten mit einer Höhe h kleiner 0,04 mm werden nicht gewertet

8.4.2 Unregelmäßigkeiten

Tabelle 8-4 Innere Leitschicht (DIN VDE 0276-632)

Unregelmäßigkeiten der inneren Leitschicht	
Unregelmäßigkeiten	**Anforderung**
vereinzelt	zulässig
ausgeprägten Spitzen	nicht zulässig
Einfallstellen	nicht zulässig
von der Leitschicht in die Isolierung	≤ 0,08 mm zulässig
≥ 0,04 mm bis ≤ 0,08 mm	vereinzelt zugelassen, wenn das Verhältnis ihrer Basis zu ihrer Höhe mindestens 3:1 beträgt
erkannte Unregelmäßigkeiten	in Anwesenheit des AG - untersuchen - auswerten

8.4.3 Äußere Leitschicht

Schirmdrähte dürfen sich nur leicht in die äußere Leitschicht eindrücken. Die geforderte Mindestwandstärke (0,50 mm) darf dadurch nicht unterschritten werden.

8.5 Kabelader

Die Entgasung der gefertigten Ader muss in einer dafür vorgesehenen Wärmekammer erfolgen und ist zu protokollieren. Das Protokoll ist dem Auftraggeber auf Anforderung zu übergeben. Aus dem Protokoll muss der Beginn (Datum, Uhrzeit), das Ende (Datum, Uhrzeit) und die Temperatur (Messung über den Zeitraum) ersichtlich sein. Des Weiteren ist auf Verlangen des AG die entsprechende Arbeitsanweisung zur Entgasung vorzulegen.

8.6 Kabelschirm

8.6.1 Querschnitt und Integration Lichtwellenleitern (LWL)

Der Querschnitt des Kupferschirms – als geometrischer Querschnitt der Schirmdrähte und der Querleitwendel ermittelt – ist **70 mm²**. Der Querschnittswert darf um max. +5,0 mm² überschritten werden.

Für eine Temperaturüberwachung und evtl. Fehlerlokalisierung sind im Schirmaufbau neben den Cu-Drähten auch zwei Edelstahlröhrchen, jedes jeweils mit 2 Fasern vom Typ GI50 (Multimode) und 2 Fasern vom Typ G.652 (Singlemode), zu integrieren.
Die beiden Stahlröhrchen sind über den Schirmumfang 180° versetzt (bei Fertigung von Phasenlängen in allen drei Leitern) anzuordnen. Notwendige Stützdrähte zum Schutz der LWL-Stahlröhrchen sind zulässig. Der Durchmesser der Stützdrähte ist größer als der Außendurchmesser der Stahlröhrchen zu wählen.

Die Anforderungen aus der TB 3502 sind zu berücksichtigen.

8.6.2 Cu-Schirm-Aufbau und Längswasserdichtheit

Der spezifische Widerstand der Aufbauelemente des Schirms darf den Wert 0,01786 Ohm x mm²/m bei 20° C nicht überschreiten.
Die Kabel müssen im Schirmbereich längs- und querwasserdicht ausgeführt sein. Quellpulver in ungebundener Form ist nicht zulässig. Die für das Erreichen der Längswasserdichtheit verwendeten Materialien dürfen nicht toxisch sein. Entsprechende Sicherheitsdatenblätter sind zu übergeben.
Der Schirm muss aus Kupferdrähten und einer oder zwei Querleitwendel(n) aus Kupfer bestehen. Der Schirm muss unmittelbar über der Bebänderung der äußeren Leitschicht aufgebracht werden.
Der Mindestdurchmesser der Schirmdrähte muss 1,00 mm betragen. Die Mindestdicke der Querleitwendeln muss 0,10 mm betragen. Für die Anzahl und Maße der Querleitwendeln gilt: Es dürfen entweder eine Querleitwendel von mindestens 1,00 mm² Querschnitt aufgebracht sein, wobei der Abstand zwischen zwei benachbarten Windungen in Längsachse des Kabels 4D nicht überschreiten soll, oder zwei Querleitwendeln von je mindestens 0,50 mm² Querschnitt und einem Abstand zwischen zwei benachbarten Windungen von höchstens 2D (D = rechnerisch ermittelter Durchmesser unter Schirm).
Die Drähte sollen über den Umfang gleichmäßig aufgeteilt sein. Der durchschnittliche Abstand (gemessen werden die fünf größten Abstände und fünf kleinsten Abstände eines Umfangs) zwischen den Einzeldrähten und eventuell vorhandenen anderen metallischen Aufbauelementen (z. B. Stahlröhrchen für Lichtwellenleiter) darf nicht größer als 4,0 mm sein. Der Abstand zwischen den Einzeldrähten und eventuell vorhandenen anderen metallischen Aufbauelementen darf an keiner Stelle mehr als 8,0 mm betragen.
Schirmdrahtknicke sind nur ≥ 150° zulässig.
Der Querschnitt des Schirmes wird als geometrischer Querschnitt ermittelt. Es sind mindestens 10% der Drähte zu messen. Der geforderte Schirmquerschnitt wird aus den geometrischen Querschnitten der einzelnen Aufbauelemente (Einzeldrähte + Querleitwendel; ohne Aluminiumfolie der Querwassersperre) additiv ermittelt.

8.7 Trennschichten

Zwischen den Schirmdrähten und der Aluminiumfolie als Querwassersperre des Mantels muss eine geeignete, **leitfähige** Trennschicht (schwach leitendes Band) aufgebracht werden.
Die Trennschicht darf bei der höchstzulässigen Kurzschlussbeanspruchung keine Veränderungen erfahren, die die Funktionsfähigkeit des Kabels (einschließlich der Längswasserdichtigkeit) beeinträchtigt.

8.8 Außenmantel

Der Außenmantel muss den Anforderungen nach DIN VDE 0276-632, Tabelle 2, 5 und 7, mit Außenmantelmischung ST_7 entsprechen. Der Außenmantel aus PE (2Y) muss in der Farbe Rot (UV-stabilisiert) ausgeführt werden. Des Weiteren muss auf dem Außenmantel eine äußere Umhüllung aus einer schwarzen, schwach leitenden Abdeckung extrudiert werden.
• Kurzzeichen: > c <
Eine graphitierte äußere Umhüllung ist nicht gestattet.
Die Abriebfestigkeit der äußeren Umhüllung muss die Anforderungen nach DIN EN 60229 Abschnitt 4.1/Abriebprüfung, hier auch für die Mantelmischung ST_7, erfüllen.

8.8.1 Außenmantel mit besonderer Schutzfunktion

Der Kabelmantel ist als Außenmantel mit besonderer Schutzfunktion nach DIN EN 60229 (VDE 0473-229) auszulegen und den entsprechenden Prüfungen zu unterziehen. Die Prüfungen sind entsprechend zu protokollieren und dem Auftraggeber zu übergeben.

8.8.2 Al/PE-Schichtenmantel

Der Außenmantel muss als Aluminium/Polyethylen-Schichtenmantel (Al/PE-Mantel) ausgeführt werden. Er muss aus einer längseinlaufenden, laminierten Al-Folie und einer PE-Schicht bestehen. Beide Komponenten müssen vollflächig und fest verbunden sein.
Die PE-Schicht ist in einem Extrusionsvorgang zu fertigen. Eine andere Lösung zum Erreichen der Mindestwandstärke (z.B. zweiter Extrusionsvorgang) ist **nicht statthaft**.
Hinweis: Bei fehlerhafter Fertigung des Al/PE-Schichtenmantels oder des Cu-Schirms ist das **Entfernen des Mantels** (sowie der Schirmdrähte) und ein erneuter Extrusionsvorgang unter Nutzung der bisherigen Ader **nicht zugelassen**.
Der Mittelwert (arithmetisches Mittel) der Wanddicke des PE-Außenmantels beträgt **4,0 mm**. Die Aluminiumfolie darf in die Wanddicke des Außenmantels nicht eingerechnet werden. Der Kleinstwert **3,3 mm** darf an keiner Stelle unterschritten werden.
Die Messung der Wandstärke des Mantels erfolgt ohne Al-Folie – die Al-Folie ist hierfür zu entfernen.

8.8.3 Metallene Folie

Folgende Anforderungen muss die Aluminium-Folie erfüllen:

Tabelle 8-5 Metallene Folie

Metallene Folie	
Dicke, Verklebung, Überlappung, Ablösung	**Anforderung**
Al-Folie	längseinlaufend, überlappend
Dicke der Al-Folie	≥ 0,2 mm
Haftfestigkeit der laminierten Al-Folie am PE-Mantel	vollflächig, dauerhaft und fest verbunden ≥ 0,5 N/mm (DIN VDE 0276-632 Anhang F3)
Innenseite des Schichtenmantel (Oberfläche der Al-Folien)	keine Risse oder Ablösungen (blasenfrei, faltenfrei)
Überlappungsbreite der Al-Folie	≥ 15 mm
Verklebung der Überlappung der Al-Folie	vollflächig und faltenfrei
Überlappungsbereich	dauerhaft und fest verbunden
Haftfestigkeit des Bereiches mit überlappender Al-Folie	≥ 0,5 N/mm (DIN VDE 0276-632 Anhang F3)

8.8.4 Kennzeichnung auf dem Außenmantel

Die Kennzeichnungen (gilt auch für die Meterprägung) müssen **langzeitbeständig** sein. Hierfür gelten grundsätzlich die Anforderungen nach DIN VDE 0276-605, Abschnitt 2.5.4. Die Kennzeichnungen müssen nach der Kabellegung weiterhin lesbar sein.
Für alle Kennzeichnungen auf dem Außenmantel muss ein **Prägeverfahren** (**Tiefprägung oder erhabene Prägung**) angewendet werden.
Eine **Bedruckung (Farb- oder Laserverfahren)** ist als Verfahren zur Kennzeichnung auf dem Außenmantel **unzulässig**.
Die Kennzeichnung auf dem Außenmantel muss sich mindestens alle 100 cm wiederholen bzw. fortlaufen.
Der Außenmantel der Kabel muss folgende Kennzeichnungen aufweisen:

- Hersteller
- Fertigungsjahr
- Bauartkurzzeichen
- Leiterquerschnitt
- Leiterform
- Schirmquerschnitt
- Nennspannung
- Meterprägung (vierstellig)
- > c < für schwach leitende Abdeckung
- Code-Nummer

Es ist eine einmalige **Kabel-Code-Nummer** (bzw. einmalig je Fertigungslänge je Fertigungsjahr) auf den Mantel des Kabels zu prägen. Diese dient zur Identifizierung der Kabellänge und der Rückverfolgung von Herstellungsprozessen.

9. Prüfungen an Kabeln

9.1 Allgemeine Prüfbedingungen

Die Umgebungstemperatur während der Prüfung soll 15 bis 25 °C betragen, es sei denn, es ist ein anderer Wert vereinbart.
Die Einhaltung des folgenden Abschnitts der **DIN VDE 0276-632: Abschnitt 10.5 Messung des elektrischen Widerstands von Leitern und Metallschirm/-mantel** ist zu gewährleisten:
„Die Kabellänge oder eine Probe davon ist im Prüfraum zu lagern und vor der Prüfung für eine Dauer von mindestens 12 h bei annähernd gleichbleibender Temperatur zu halten".

9.2 Stückprüfungen an Kabeln

Ergänzend zur DIN VDE 0276-632 gilt für die durchzuführenden Prüfungen Tabelle 13.1 dieser TB.

9.3 Auswahlprüfungen

Ergänzend zur DIN VDE 0276-632 gilt für die durchzuführenden Prüfungen Tabelle 13.2 dieser TB.

9.4 Aufbauprüfungen/Aufklartest

Die Untersuchung auf Unregelmäßigkeiten der Leitschichten und der VPE-Isolierung hat vorzugsweise nach dem 2. Verfahren der DIN VDE 0276-632 (Abschnitt 2.1.10.2) und den nachfolgenden Ergänzungen in diesem Abschnitt zu erfolgen.
Der Aufklartest ist an beiden Kabelenden jeder Lieferspule durchzuführen und zu dokumentieren. Die Protokolle sind vor Auslieferung dem technischen Bereich des AG zu übergeben.

9.4.1 Probenvorbereitung

Axiale Prüfmuster
Die axialen Prüfmuster müssen mindestens eine Länge von 300 mm (mind. 250 mm im Silikonöl + 50 mm zum Drehen der Probe im Öl) haben.
Die äußere Leitschicht ist vollständig zu entfernen. Der Abtrag der Isolierung darf aber nur sehr gering erfolgen – möglichst viel Isolierung soll erhalten bleiben.

Radiale Prüfmuster
Die radialen Prüfmuster der Kabelader sind mit äußerer Leitschicht und ohne Leiter anzufertigen.

Die Länge sollte mindestens 80 mm betragen.
Die Sichtflächen der Isolierung müssen so bearbeitet werden, dass ein deutlicher, klarer und ungetrübter Einblick in die Isolierung möglich ist.

Prüfmuster temperieren
Die Prüfmuster können im Wärmeschrank (80° C) für ein bis zwei Stunden erwärmt werden.
Es ist auch möglich die Prüfmuster in Bechergläsern mit Silikonöl aufzuheizen (ca. 130° C).

9.4.2 Testeinrichtung

Der Aufklartest muss in einem ausreichend großen, zylindrischen Becherglas durchgeführt werden.
Das verwendete Silikonöl muss klar und sauber sein.
Es ist eine geeignete Lichtquelle (flächenausleuchtend, keine punktförmige Ausleuchtung) zu verwenden. Ein Blendschutz für den Bediener sollte vorhanden sein.

9.4.3 Testdurchführung

Geeignete Schutzausrüstung/PSA (Arbeitsschutzbrille, geeignete Handschuhe) ist für den Prüfer bereit zu stellen.
Die Prüfung erfolgt **im heißen Silikonöl** (ca. 130° C). Die VPE-Isolierung muss vollständig durchsichtig sein.
Sichtbare Unregelmäßigkeiten sind zu markieren und zu untersuchen.
Wurden in einem Aufklartest nichtzulässige Auffälligkeiten gefunden, müssen weitere Tests vorgenommen werden. An mindestens drei weiteren Prüfmustern des auffälligen Kabelendes sind Prüfungen vorzunehmen. Sollten bei einem dieser Prüfmuster erneut Auffälligkeiten gefunden werden, gilt der Aufklartest als nicht bestanden und die Abnahme der Kabellänge wird verweigert.

9.5 Typprüfung an Kabeln

9.5.1 Typprüfung (elektr. Eigenschaften)

Für die durchzuführenden Prüfungen gelten die Anforderungen der DIN VDE 0276-632 (Tabelle 13.3 dieser TB).
Die geforderten Prüfungen werden an einem Kabelstück in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt. Die Kabellänge muss mindestens 20 m ohne Garnituren, bzw. 10 m zwischen Endverschluss und anderen Garnituren betragen.
Die Kabellänge zwischen weiteren Garnituren (nicht Endverschluss) muss mindestens 5 m betragen.
Die Typprüfung an Kabeln hat grundsätzlich als Systemprüfung, mit Garnituren, zu erfolgen. Für die Garnituren gilt TB Abschn. 11.2.

9.5.2 Typprüfung (nicht-elektr. Eigenschaften)

Für die durchzuführenden Prüfungen gilt Abschn. 13.4 dieser TB.

9.6 Wiederholung von Typprüfungen

Entsprechend DIN VDE 0276-632.

10. Anforderungen an Garnituren

10.1 Technische Grundanforderungen

Grundsätzlich werden im Verteilungsnetz der Hamburger Energienetze nur Garnituren (Verbindungsmuffen, Übergangsmuffen, Freiluft-Endverschlüsse, Steck-Endverschlüsse) nach Vorgaben dieser TB eingesetzt.
Die Muffenkörper bzw. Stresskonen müssen folgende Bedingungen erfüllen:

- werkseitig vorgefertigt
- werkseitig vorprüfbar
- aufschiebbar

10.2 Verbindungsmuffen

Die Hamburger Energienetze verwendet ausschließlich werkseitig vorgefertigte, aufschiebbare Muffenkörper (einteilig oder dreiteilig), vorzugweise aus Silikon.

Als Schutz vor äußeren Beschädigungen und als Wasserdampfbarriere müssen glasfaserverstärkte Manschetten mit integrierter metallischer Diffusionssperre verwendet werden. Sollte im Aufbau der Muffe bereits eine konstruktive Wasserdampfbarriere vorhanden sein, sind auch Manschetten ohne integrierte metallische Diffusionssperre zulässig.
Die Wasserdampfbarriere muss elektrisch leitend mit dem Schirm des Kabels verbunden werden.
Es sind stromtragfähige Verbindungen zwischen der metallenen Querwassersperre (Al-Folie) des Kabels und dem Schirm des Kabels vorzunehmen.

10.3 Schaltanlagen-Steck-Endverschluss

Der Schaltanlagen-Steck-Endverschluss muss in den Einbaumaßen kompatibel zur IEC 62271-209 (Spannungsreihen 123 kV – 145 kV) sein.

10.4 Freiluft-Endverschluss

10.4.1 Freiluft-Endverschluss (nassisolierend)

Tabelle 10-1 Freiluft-Endverschluss nassisolierend

Freiluft-Endverschluss mit Verbundisolator - nassisolierend	
Bauteil	**Anforderung**
Verbundisolatoren	• glasfaserverstärktes Kunststoffrohr (GFK) • selbststützend
Schirm	elektrisch hochwertiger Silikonkautschuk • angegossen • parallel angeordnete Schirme • gewindeartig gedrehter Schirm ist nicht zugelassen
Verschmutzungsgrad	II Mittel • gem. DIN EN 60071-2 Tabelle 1 • 20,0 mm/kV, Kleinster bezogener Nenn-Kriechweg (U_m)
Neigungswinkel	mindestens bis 30° einsetzbar

Freiluft-Endverschluss mit Verbundisolator - nassisolierend	
Bauteil	**Anforderung**
Mindest-Kriechweglänge	2460 mm, ± 5%
Anschlussbolzen	Durchmesser 30 mm
	Schaftlänge 100 mm
	Material Kupfer oder Aluminium
Leiterverbindung	Schraub- oder Presstechnik
Isoliermedium	Silikonöl

Es sind stromtragfähige Verbindungen zwischen der metallenen Querwassersperre (Al-Folie) des Kabels und dem Schirm des Kabels vorzunehmen.

10.4.2 Freiluft-Endverschluss (trockenisolierend)

Freiluft-Endverschlüsse in trockener Ausführung mit und ohne eigene Stützfunktion (aber mit Stützisolator) können nach Absprache mit dem Technischen Bereich und nach erfolgreicher Typprüfung zugelassen werden.

Tabelle 10-2 Freiluft-Endverschluss trockenisolierend (ungefüllt oder nicht-Silikon)

Freiluft-Endverschluss mit Verbundisolator - trockenisolierend	
Bauteil	**Anforderung**
Verbundisolatoren	• glasfaserverstärktes Kunststoffrohr (GFK) • selbststützend
Schirm	elektrisch hochwertigem Silikonkautschuk • angegossen • parallel angeordnete Schirme • gewindeartig gedrehte Schirme sind nicht zugelassen
Verschmutzungsgrad	II Mittel • gem. DIN EN 60071-2 Tabelle 1 • 20,0 mm/kV Kleinster bezogener Nenn-Kriechweg (U_m)
Neigungswinkel	mindestens bis 30° einsetzbar
Mindest-Kriechweglänge	2460 mm, ± 5%
Anschlussbolzen	Durchmesser 50 mm
	Schaftlänge 100 mm
	Material Kupfer oder Aluminium
Leiterverbindung	Schraub- oder Presstechnik
Isoliermedium	ungefüllt/nicht-Silikon

11. Prüfungen an Garnituren

11.1 Stückprüfungen an Garnituren

Generell sind an **allen** vorgefertigten, vorprüfbaren Muffenkörpern, Gießharzkörpern sowie Stresskonen von Freiluft-Endverschlüssen bzw. Schaltanlagen-Endverschlüssen Stückprüfungen durchzuführen. Der AG behält sich nach Absprache/Beauftragung eine Teilnahme an diesen Prüfungen vor. In diesem Fall sind Termine und Umfang zwischen AG und AN abzustimmen.
In der elektrischen Stückprüfung der vorgefertigten Muffenkörper, Gießharzkörper und Stresskonen sind die Spannungsfestigkeit und die TE-Freiheit nachzuweisen.
Die Untersuchung auf mechanische Beschädigungen der Muffenkörper und Stresskonen nach der elektrischen Prüfung hat durch eine optische Kontrolle der gesäuberten Prüflinge zu erfolgen. Es darf keine Änderung zum Sollzustand erkennbar sein.
Die Nachweise der Prüfungen sind dem AG zu übergeben.
Für die durchzuführenden Stückprüfungen gilt TB Abschn. 14.1.

11.2 Typprüfung an Garnituren (elektr. Eigenschaften)

Im Anschluss an die elektrischen Prüfungen müssen alle Garnituren in Anwesenheit des AGs zerlegt und begutachtet werden (siehe TB Abschn. 14.5).

11.2.1 Allgemeines

An allen zur Typprüfumfang gehörenden Garnituren muss vor Beginn der Typprüfung eine Stückprüfung gemäß Tabelle 14-1 in Anwesenheit des AGs durchgeführt werden.
Für die durchzuführenden Prüfungen gilt TB Abschn. 14.2 ff. Die dort aufgeführten Prüfungen werden an einer Probe in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt.
Die Garnituren werden mit einem Kabelstück, das vom prinzipiellen Aufbau dieser TB entspricht, montiert. Die Kabellänge zwischen den Garnituren muss mindestens 5 m betragen.
Die Typprüfung der Garnituren kann auch zusammen mit einer Typprüfung des Kabels durchgeführt werden.
In Typprüfungen sind vorzugsweise Muffen mit Schirmunterbrechung zu prüfen. Eine erfolgreich durchgeführte Prüfung an Muffen mit Schirmunterbrechung gilt gleichzeitig als Zulassung von Muffen ohne Schirmtrennung, nicht jedoch umgekehrt.
Im Anschluss an die elektrischen Prüfungen müssen alle Garnituren in Anwesenheit des AGs zerlegt und begutachtet werden (siehe TB Abschn. 14.5).

11.2.2 Wiederholung von Prüfungen

Wird eine Prüfung nach dieser Technischen Beschreibung nicht bestanden, gilt die gesamte Typprüfung als nicht bestanden und muss wiederholt werden.

12. Fertigungsabnahmen im Werk (FAT)

Nach Auftragsfertigung von Kabeln und Garnituren werden zur Qualitätssicherung die in den Tabellen 13.1 und 13.2 gelisteten Stück- und Auswahlprüfungen im Werk des Herstellers durchgeführt.

12.1 FAT/Terminplanung

Termine für diese Prüfungen sind **mindestens vier Wochen** vorher zu vereinbaren.

Der Termin für die Abnahme der Kabel ist so zu planen, dass bei Nichtabnahme des Kabels eine Neu-Produktion des Kabels werkseitig möglich ist, ohne den Liefertermin zu gefährden.

12.2 FAT/Stückprüfungen an Kabeln

Generell sind nach Auftrag an einer Fertigungslänge/Trommel Stückprüfungen **in Anwesenheit des AGs durchzuführen.**
Zur Abnahme ist ein Technisches Datenblatt des Kabels, inklusive der elektrischen Kenndaten, zu übergeben.
Die elektrischen Prüfungen sind im TB Abschn. 13.1 definiert und entsprechend der Reihenfolge durchzuführen.

12.3 FAT/Auswahlprüfungen an Kabeln

In Absprache mit dem AG sind Muster von den Kabelenden zur Auswahlprüfung zu entnehmen.
Die nichtelektrischen Prüfungen sind im TB Abschn. 13.2 definiert und entsprechend durchzuführen.

Prüfprogramm/Ablauf für die Auswahlprüfungen:

Tabelle 12-1 Auswahlprüfungen an Kabeln (AG anwesend)

FAT/Auswahlprüfung an Kabeln in Anwesenheit des AGs - Prüfablauf				
Nr.	**Prüfungen**	**Prüfstück/Anzahl/Länge**	**Prüfanforderungen**	**i. O.**
1	**Kennzeichnungen auf dem Außenmantel**			
1.1	Meterprägung (Ende, Anfang)		TB Abschn. 8.8	
1.2	Kabelcodenummer		TB Abschn. 8.8	
1.3	Kabeltyp, Leiterquerschnitt, Leitertyp, Schirmquerschnitt		TB Abschn. 8.8	
1.4	Daten der Bestellung prüfen		Bestellung, Abruf	
1.5	Kabelmanteloberfläche		TB Abschn. 8.8	
2	**Aufbaukontrolle am vollständigen Kabel**	**1x Kabelaußenende min. 1 m**		
2.2	**Prüfung am Außenmantel**			
2.2.1	Außendurchmesser		TB Abschn. 8.8	
2.2.2	leitfähige Abdeckung		TB Abschn. 8.8	
2.2.3	Farbe des PE-Mantels		TB Abschn. 8.8	
2.3	**Al-Folie**			
2.3.1	Verklebung der Überlappung	Mantel-Halbschalen	TB Abschn. 8.8	
2.3.2	Innenseite der AL-Folie (Oberfläche)	Mantel-Halbschalen	TB Abschn. 8.8	
2.3.3	*Prüfung nach Absprache mit dem AG - Haftung der Metallfolie*	**1x Kabelaußen-ende**	TB Abschn. 8.8	
2.3.4	*Prüfung nach Absprache mit dem AG - Haftfestigkeit von überlappten Metallfolien*	**1x Kabelaußen-ende**	TB Abschn. 8.8	
2.4	**Band**			
2.4.1	Bänder prüfen		TB Abschn. 8.7	
2.5	**Schirmdrähte**			
2.5.1	Schirmdrahtabstände		TB Abschn. 8.6	

FAT/Auswahlprüfung an Kabeln in Anwesenheit des AGs - Prüfablauf				
Nr.	**Prüfungen**	**Prüfstück/Anzahl/Länge**	**Prüfanforderungen**	**i. O.**
2.5.2	Schirmdrahtknicke		TB Abschn. 8.6	
2.5.3	Anzahl der Schirmdrähte		TB Abschn. 8.6	
2.5.4	Schirmquerschnitt		TB Abschn. 8.6	
2.5.4.1	Durchmesser der Schirmdrähte		TB Abschn. 8.6	
2.5.4.2	Maße der Querleitwendel		TB Abschn. 8.6	
2.6	**Band**			
2.6.1	Bänder prüfen		TB Abschn. 8.7	
2.7	**Äußere Leitschicht**			
2.7.1	Oberfläche		TB Abschn. 8.4	
2.8	**Leiter**			
2.8.1	Durchmesser		TB Abschn. 8.2	
2.8.2	Anzahl der Leiterdrähte		siehe Datenblatt des Herstellers	
3	**Probeentnahme - Wanddickenmessung der Ader**	**1x Kabelinnenende/ 1x Kabelaußenende**		
3.1	Wanddicke der Isolierung		TB Abschn. 8.3	
3.2	Durchmesser über Isolierung		TB Abschn. 8.3	
3.3	Wanddicke der inneren und äußeren Leitschicht		TB Abschn. 8.4	
4	**Probeentnahme - Wanddickenmessung des Außenmantels**	**1x Kabelinnenende/ 1x Kabelaußenende**		
4.1	Wanddicke des PE-Mantel		TB Abschn. 8.8	
4.2	Wanddicke der schwarzen, leitfähigen Abdeckung			
5	**Probeentnahme - Aufklartest**	**1x Kabelinnenende/ 1x Kabelaußenende**		
5.1	Prüfstück axial vom Innenende		TB Abschn. 8.3, 8.4 und 9.4	
5.2	Prüfstück axial vom Außenende			
5.3	Prüfstück radial vom Innenende			
5.4	Prüfstück radial vom Außenende			
6	**Wärmedehnung (Hot-Set-Test)**	**1x Kabelinnenende/ 1x Kabelaußenende**		
6.1	Kabelinnenende		TB Abschn. 13.2	
6.2	Kabelaußenende			
7	**Entgasung der Kabelader**			
7.1	Kontrolle der Protokolle		TB Abschn. 8.5	

12.4 Stückprüfungen an Garnituren

Grundsätzlich sind alle vorgefertigten, vorprüfbaren Muffenkörper, Stresskonen von Endverschlüssen und Stresskonen von Steckern einer Stückprüfung zu unterziehen. Dies gilt auch für Gießharzkörper.
Der **AG behält sich im Einzelfall** eine Teilnahme an diesen Prüfungen vor. Umfang und der Ablauf sind dann mit dem AG abzustimmen.
Die Anforderungen und der Ablauf sind nach TB Abschn. 14.1 aufgeführt.

13. Prüftabellen Kabel

13.1 Stückprüfungen an Kabeln

Tabelle 13-1 Stückprüfungen an Kabeln

Stückprüfungen an Kabeln				
Nr.	**Prüfungen**		**Prüfanforderungen**	**Prüfverfahren**
0	Reihenfolge der Prüfungen Abschnitt 1 bis 6 dieser Tabelle			
1	**Spannungsprüfung** Probe: Lieferlänge			
	Prüfspannung	3 U_0	Kein Durchschlag	DIN VDE 0276-632
	Dauer der Prüfung	30 Min		
2	**Teilentladungsprüfung** (direkt im Anschluss nach der Spannungsprüfung und der Spannungsabsenkung auszuführen)			
	Kalibrierimpuls	2 pC	keine feststellbaren Teilentladungen aus dem Prüfling	DIN VDE 0276-632 DIN EN 60885-3
	Grundstörpegel	≤ 1 pC		
	Empfindlichkeit des Prüfaufbaus bei Prüfspannung	≤ 2 pC		
	Prüfspannung für 60 s	3,0 U_0		
	danach Prüfspannung mit TE-Messung	2,5 U_0		
3	**Widerstand**			
	Leiter		DIN EN 60228 Tab. 2	DIN EN 60228 Abschnitt 5.3
	Schirm			DIN EN 60228 Abschnitt 5.2
4	**Kapazität**			
			Datenblatt des Herstellers	DIN VDE 0276-632 Abschn.10.10
5	**Optische Dämpfung**			
	Dämpfungsmessungen an allen LWL-Fasern		Datenblatt des Herstellers	
6	**Elektrische Prüfung am Außenmantel mit leitfähiger Abdeckung**			

Stückprüfungen an Kabeln				
Nr.	**Prüfungen**	**Prüfanforderungen**	**Prüfverfahren**	
	Gleichspannung	25 kV	Kein Durchschlag	DIN EN 60229 Abschnitt 3.1
	Dauer	60 s		

13.2 Auswahlprüfungen an Kabeln

Tabelle 13-2 Auswahlprüfungen an Kabeln

Auswahlprüfungen an Kabeln			
Nr.	**Prüfungen**	**Prüfanforderungen**	**Prüfverfahren**
1	**Leiter**		
1.1	Anzahl der Einzeldrähte	DIN EN 60228 Tabelle 2	DIN EN 60228 Sichtprüfung
1.2	Durchmesser	DIN EN 60228 Tabelle C.2 bzw. C.3	DIN VDE 0276-605
2	**Leitschichten**		
2.1	Wanddicke	TB Abschn. 8.4	DIN EN 60811-201
2.2	Unregelmäßigkeiten / Aufklartest	TB Abschn. 8.4 TB Abschn. 9.4	TB Abschn. 9.4 DIN VDE 0276-605 Abschnitt 2.1.10.2
3	**Isolierung**		
3.1	Wanddicke	TB Abschn. 8.3	DIN EN 60811-201
3.2	Durchmesser über der Isolierhülle	TB Abschn. 8.3	DIN EN 60811-203
3.3	Mindestwert der Wanddicke	TB Abschn. 8.3	DIN EN 60811-201
3.4	Gleichmäßigkeit der Wanddicke	TB Abschn. 8.3	DIN EN 60811-201
3.5	Unregelmäßigkeiten / Aufklartest	TB Abschn. 8.3 TB Abschn. 9.4	TB Abschn. 10.3 DIN VDE 0276-605 Abschnitt 2.1.10.2
3.6	Wärmedehnung	DIN VDE 0276-632	DIN EN 60811-507
4	**Schirm**		
4.1	Maße und Nennquerschnitt (geometrisch)	TB Abschn. 8.6	DIN VDE 0276-605
4.2	Abstand der Schirmdrähte	TB Abschn. 8.6	
4.3	Elektr. Widerstand des Schirmaufbaus	DIN VDE 0276-632 DIN EN 60228 Tabelle 1	DIN EN 60228
5	**Außenmantel**		
5.1	Wanddicke	TB Abschn. 8.8	DIN EN 60811-202
5.2	Mindestwert der Wanddicke	TB Abschn. 8.8	DIN EN 60811-202
5.3	Außendurchmesser	DIN VDE 0276-632 TB Abschn. 8.8	DIN EN 60811-203

Auswahlprüfungen an Kabeln			
Nr.	**Prüfungen**	**Prüfanforderungen**	**Prüfverfahren**
6	**Kennzeichnung**		
6.1	Kennzeichnung auf dem Außenmantel	TB Abschn. 8.8	Sichtprüfung

13.3 Typprüfungen von Kabeln (elektr. Eigenschaften)

Tabelle 13-3 Typprüfung von Kabeln (elektrische Eigenschaften)

Typprüfung von Kabeln (elektr. Eigenschaften)				
Nr.	**Prüfungen**		**Anforderungen**	**Prüfverfahren**
	Reihenfolge der Prüfungen Nr. 1 bis 8 dieser Tabelle			
	Prüfstück: vollständiges Kabel			
1	**Stückprüfung nach TB Abschn. 11.1**		Umfang nach Absprache mit AG	
2	**Auswahlprüfung nach TB Abschn. 11.2 bzw. 11.3**		Umfang nach Absprache mit AG	
3	**Biegeprüfung**			
3.1	Biegedurchmesser: 20(d + D) +5 % D = Außendurchmesser, Istwert d = Leiterdurchmesser, Istwert			DIN VDE 0276-632
4	**Teilentladungsprüfung**			
	(bei Umgebungstemperatur auszuführen)			
	Kalibrierimpuls	2 pC	keine feststellbaren Teilentladungen aus dem Prüfling	DIN EN 60885-3
	Grundstörpegel	≤ 1 pC		
	Empfindlichkeit des Prüfaufbaus bei Prüfspannung	≤ 2 pC		
	Prüfspannung für 10 s dann Prüfspannung für 60 s	3,0 U_0 2,5 U_0		
5	**Lastwechselprüfung mit anschließender Teilentladungsprüfung**			
5.1	**Lastwechselprüfung unter Spannung**			
	Aufheizen der Probe durch Leiterheizung			DIN VDE 0276-632
	Heiz- und Abkühlzyklus	24 h		
	• Heizen	8 h		
	• Temperaturbereich	95 – 100° C		
	• Temperaturbereich halten	2 h		
	• Abkühlen	16 h		
	Prüfwechselspannung	2,5 U_0		
	Anzahl der Zyklen	40		
5.2	**Teilentladungsprüfung**			

Typprüfung von Kabeln (elektr. Eigenschaften)				
Nr.	**Prüfungen**		**Anforderungen**	**Prüfverfahren**
	Kalibrierimpuls	2 pC	keine feststellbaren Teilentladungen aus dem Prüfling	DIN VDE 0276-632 DIN EN 60885-3
	Grundstörpegel	≤ 1 pC		
	Empfindlichkeit des Prüfaufbaus bei Prüfspannung	≤ 2 pC		
	Prüfspannung für 10 s dann Prüfspannung für 60 s	3,0 U_0 2,5 U_0		
6	**Stoßspannungsprüfung mit anschließender Spannungsprüfung bei Netzfrequenz und Teilentladungsprüfung**			
6.1	**Blitzstoßspannungsprüfung**			
	Aufheizen der Probe durch Leitererhitzung		Kein Durchschlag	DIN VDE 0276-632 Teil 4-D DIN EN 60230 DIN EN 60060-1
	Temperaturbereich	95 – 100° C		
	Temperaturbereich halten	2 h		
	Stoßspannungshöhe	550 kV		
	Anzahl der Stöße positiver Polarität	10		
	Anzahl der Stöße negativer Polarität	10		
6.2	**Nennstehwechselspannungsprüfung**			
	Prüfwechselspannung	3,5 U_0	Kein Durchschlag	DIN VDE 0276-632
	Dauer der Prüfung	60 s		
6.3	**Spannungsprüfung**			
	Prüfwechselspannung	2,5 U_0	Kein Durchschlag	DIN VDE 0276-632
	Dauer der Prüfung	4 h		
6.4	**Teilentladungsprüfung**			
	Kalibrierimpuls	2 pC	keine feststellbaren Teilentladungen aus dem Prüfling	DIN VDE 0276-632 DIN EN 60885-3
	Grundstörpegel	≤ 1 pC		
	Empfindlichkeit des Prüfaufbaus bei Prüfspannung	≤ 2 pC		

13.4 Typprüfungen von Kabeln (nicht-elektr. Eigenschaften)

Tabelle 13-4 Typprüfungen von Kabeln (nicht-elektrische Eigenschaften)

Typprüfung von Kabeln (nicht-elektr. Eigenschaften)			
Nr.	**Prüfungen**	**Anforderungen**	**Prüfverfahren**
1	**Prüfungen an der Isolierung**		
1.1	Mechanische Eigenschaften a) vor Alterung b) nach Alterung im Wärmeschrank	DIN VDE 0276-632	DIN EN 60811-501 DIN EN 60811-401
1.2	Schrumpfung	DIN VDE 0276-632	DIN EN 60811-502
1.3	Wärmedehnungsprüfung	DIN VDE 0276-632	DIN EN 60811-507

Typprüfung von Kabeln (nicht-elektr. Eigenschaften)			
Nr.	**Prüfungen**	**Anforderungen**	**Prüfverfahren**
2	**Prüfungen am Außenmantel**		
2.1	Mechanische Eigenschaften a) vor Alterung b) nach Alterung im Wärmeschrank	DIN VDE 0276-632	DIN EN 60811-501 DIN EN 60811-401
2.2	Wärme-Druckbeständigkeit	DIN VDE 0276-632 DIN EN 60811-508	DIN EN 60811-508
2.3	Spannungsrissbeständigkeit	HD 620, Teil 1 Tabelle 4 B, DMP 2	EN 60811-406 Prüfmethode B, jedoch mit einer Dauer von 1000 h
2.4	Rußgehalt	DIN VDE 0276-632	DIN EN 60811-605
2.5	Schrumpfungsprüfung	DIN VDE 0276-632	DIN EN 60811-503
2.6	Prüfung am Al/PE-Schichtenmantel (Haftung der Metallfolie) (Haftfestigkeit von überlappten Metallfolien)	DIN VDE 0276-632 Anhang F TB Abschn. 8.8	DIN VDE 0276-632 Anhang F
2.7	Abriebprüfung	DIN EN 60229	DIN EN 60229
3	**Altersprüfung - Verträglichkeit der Werkstoffe**		
3.1	Alterungsprüfung am vollständigen Kabel zur Verträglichkeit der Werkstoffe	DIN VDE 0276-632	DIN EN 60811-401
4	**Prüfungen am vollständigen Kabel**		
4.1	Alterung am vollständigen Kabel	DIN VDE 0276-632	DIN EN 60811-401
4.2	Shore-D-Härte des PE-Mantels	HD 620, Teil 1 Tabelle 4 B, DMP 2	HD 605 Abschnitt 2.2.1
4.3	Wassereindringprüfung **Länge des Kabels 3 m**	DIN VDE 0276-632 Anhang E	DIN VDE 0276-632 Anhang E
5	**Prüfung des Kabelaufbaus**		
5.1	**Leiter** - Anzahl der Einzeldrähte - Durchmesser	DIN EN 60228 TB Abschn. 8.2	DIN EN 60228 Sichtprüfung DIN VDE 0276-605
5.2	**Leitschichten** - Wanddicke - Unregelmäßigkeiten	TB Abschn. 8.4	DIN EN 60811-201 DIN VDE 0276-605 Abschnitt 2.1.10.2
5.3	**Isolierung** - Wanddicke - Durchmesser über der Isolierhülle - Mindestwert der Wanddicke - Gleichmäßigkeit der Wanddicke - Unregelmäßigkeiten / Aufklartest	TB Abschn. 8.3 TB Abschn. 9.4	DIN EN 60811-201 DIN EN 60811-203 DIN EN 60811-201 DIN EN 60811-201 TB Abschn. 10.3 DIN VDE 0276-605 Abschnitt 2.1.10.2

Typprüfung von Kabeln (nicht-elektr. Eigenschaften)			
Nr.	**Prüfungen**	**Anforderungen**	**Prüfverfahren**
5.4	**Schirm** - Maße und Nennquerschnitt (geometrisch) - Abstand der Schirmdrähte - Spezifischer Widerstand des Schirmaufbaus	TB Abschn. 8.6 DIN VDE 0276-632	DIN VDE 0276-605 DIN EN 60228
5.5	**Außenmantel** - Wanddicke - Mindestwert der Wanddicke - Außendurchmesser	TB Abschn. 8.8 DIN VDE 0276-632	DIN EN 60811-202 DIN EN 60811-202 DIN EN 60811-203
5.6	**Kennzeichnung**	TB Abschn. 8.8	Sichtprüfung

14. Prüftabellen Garnituren

14.1 Stückprüfungen: vorgefertigte Steuerkörper u. vorprüfbare Garniturenteile

Tabelle 14-1 Stückprüfungen an vorgefertigten, vorprüfbaren Garniturenteilen

Stückprüfungen an vorgefertigten, vorprüfbaren Garniturenteilen				
Nr.	**Prüfungen**		**Anforderungen**	**Prüfverfahren**
0	Reihenfolge der Prüfungen Nr.1 bis 4 dieser Tabelle			
1	**Maß- und Sichtprüfung**			
			keine erkennbaren Abweichungen vom Sollzustand (z.B. Maße, Erhebungen, Vertiefungen, Ablösungen, Spitzen)	Messmittel Lampe Endoskop
2	**Spannungsprüfung**			
	Prüfspannung	3 U_0	Kein Durchschlag	DIN VDE 0276-632
	Dauer der Prüfung	30 Min		
3	**Teilentladungsprüfung**			
	(direkt im Anschluss nach der Spannungsprüfung auszuführen)			
	Kalibrierimpuls	2 pC	keine feststellbaren Teilentladungen aus dem Prüfling	DIN VDE 0276-632 DIN EN 60885-3
	Grundstörpegel	≤ 1 pC		
	Empfindlichkeit des Prüfaufbaus bei Prüfspannung	≤ 2 pC		
	Prüfspannung für 60 s danach Prüfspannung mit TE-Messung	3,0 U_0 2,5 U_0		
4	**Sichtprüfung**			

Stückprüfungen an vorgefertigten, vorprüfbaren Garniturenteilen			
Nr.	**Prüfungen**	**Anforderungen**	**Prüfverfahren**
		- Prüfling gereinigt und fettfrei - keine erkennbaren Abweichungen vom Sollzustand (z.B. Erhebungen, Vertiefungen, Ablösungen, Spitzen)	Lampe Endoskop

Hinweis: Sollten an den Garnituren-Komponenten auf Grund des Prüfaufbaus höhere elektrische Feldstärken auftreten, als wenn die Garnituren auf einem dieser Vorschrift entsprechenden Kabel montiert wären, ist die Prüfspannung zwischen Hersteller und dem technischen Bereich des AGs abzusprechen.

14.2 Typprüfung von Garnituren

Tabelle 14-2 Typprüfung von Kabelgarnituren

Typprüfung von Kabelgarnituren (Muffen, Stecker, Endverschlüsse)				
Nr.	**Prüfungen**		**Anforderungen**	**Prüfverfahren**
	Reihenfolge der Prüfungen Nr. 1 bis 4 dieser Tabelle			
1	**Nennstehwechselspannungsprüfung mit anschließender Teilentladungsprüfung**			
1.1	**Nennstehwechselspannungsprüfung**			
	- Prüfwechselspannung	230 kV	Kein Durchschlag	
	- Dauer der Prüfung	60 s		
1.2	**Teilentladungsprüfung**			
	(direkt im Anschluss nach der Spannungsprüfung auszuführen)			
	- Kalibrierimpuls	2 pC	keine feststellbaren Teilentladungen aus dem Prüfling	DIN VDE 0276-632 DIN EN 60885-3
	- Grundstörpegel	≤ 1 pC		
	- Empfindlichkeit des Prüfaufbaus bei Prüfspannung	≤ 2 pC		
	- Prüfspannung für 10 s	3,0 U_0		
	- dann Prüfspannung für 60 s	2,5 U_0		
2	**Lastwechselprüfung mit anschließender Teilentladungsprüfung**			
2.1	**Lastwechselprüfung unter Spannung**			
	Aufheizen der Probe durch Leiterheizung		Kein Durchschlag	DIN VDE 0276-632
	Heiz- und Abkühlzyklus	24 h		
	Heizen	8 h		
	Temperaturbereich	95 – 100° C		
	Temperaturbereich halten	2 h		
	Abkühlen	16 h		
	Prüfwechselspannung	2,5 U_0		
	Anzahl der Zyklen in Luft			

Typprüfung von Kabelgarnituren (Muffen, Stecker, Endverschlüsse)				
Nr.	**Prüfungen**		**Anforderungen**	**Prüfverfahren**
	Stecker und Endverschlüsse Muffen (+20 in Wasser)	20		
	Anzahl der Zyklen in Wasser Muffen	20		
2.2	**Teilentladungsprüfung**			
	Kalibrierimpuls	2 pC	keine feststellbaren Teilentladungen aus dem Prüfling	DIN VDE 0276-632 DIN EN 60885-3
	Grundstörpegel	≤ 1 pC		
	Empfindlichkeit des Prüfaufbaus bei Prüfspannung	≤ 2 pC		
	Prüfspannung für 10 s	3,0 U_0		
	dann Prüfspannung für 60 s	2,5 U_0		
3	**Stoßspannungsprüfung mit anschließender Wechselspannungsprüfung und Teilentladungsprüfung**			
3.1	**Blitzstoßspannungsprüfung**			
	Aufheizen der Probe durch Leiterheizung		Kein Durchschlag	DIN VDE 0276-632 DIN EN 60230 DIN EN 60060-1
	Temperaturbereich	95 – 100° C		
	Temperaturbereich halten	2 h		
	Stoßspannungshöhe	550 kV		
	Anzahl der Stöße positiver Polarität	10		
	Anzahl der Stöße negativer Polarität	10		
3.2	**Spannungsprüfung**			
	Prüfwechselspannung	2,5 U_0	Kein Durchschlag	DIN VDE 0276-632
	Dauer der Prüfung	4 h		
3.3	**Teilentladungsprüfung**			
	Kalibrierimpuls	2 pC	Keine feststellbaren Teilentladungen aus dem Prüfling	DIN VDE 0276-632 DIN EN 60885-3
	Grundstörpegel	≤ 1 pC		
	Empfindlichkeit des Prüfaufbaus bei Prüfspannung	≤ 2 pC		
	Prüfspannung für 10 s	3,0 U_0		
	dann Prüfspannung für 60 s	2,5 U_0		
4.1	**Stecker und Endverschlüsse**			
	weiter mit Abschnitt 14.5 **Begutachtung der Garnituren der Prüfanordnung**		TB Abschn. 14.5	DIN VDE 0276-632 Anhang G TB Abschn. 14.5
4.2	**Prüfung der äußeren Schutzhülle von Muffen ohne Schirmunterbrechung**			

Typprüfung von Kabelgarnituren (Muffen, Stecker, Endverschlüsse)			
Nr.	**Prüfungen**	**Anforderungen**	**Prüfverfahren**
	weiter mit Abschnitt 14.3	TB Abschn. 14.3	DIN VDE 0276-632 Anhang G TB Abschn. 14.3
4.3	**Prüfung der äußeren Schutzhülle von Muffen mit Schirmtrennung**		
	weiter mit Abschnitt 14.4	TB Abschn. 14.4	DIN VDE 0276-632 Anhang G TB Abschn. 14.4

14.3 Prüfung von äußeren Schutzhüllen von Muffen ohne Schirmunterbrechung

Tabelle 14-3 Prüfung der äußeren Schutzhüllen von Muffen ohne Schirmunterbrechung

Prüfung der äußeren Schutzhüllen auf Dichtheit Muffen ohne Schirmunterbrechung				
Nr.	**Prüfungen**		**Anforderungen**	**Prüfverfahren**
	Reihenfolge der Prüfungen Nr. 1 bis 4 dieser Tabelle			
Prüfung von baugleichen, separaten Muffen **ohne vorhergehende Prüfungen nach Abschnitt 14-2**				
1	**Heizzyklen**			
	Aufheizen der Probe durch Leiterheizung			DIN VDE 0276-632
	Heiz- und Abkühlzyklus	24 h		
	Heizen	8 h		
	Temperaturbereich	95 – 100° C		
	Temperaturbereich halten	2 h		
	Abkühlen	16 h		
	Anzahl der Zyklen in Luft	20		
	weiter mit Nr. 3 ff dieser Tabelle			
Prüfungen von Muffen aus der Prüfschleife				
2	**Tabelle 14-2 (Nr. 1 bis 3)**			
	Die Muffen **müssen** die Prüfungen nach Tabelle 14-2 (Nr. 1 bis 3) erfolgreich bestanden haben.		**Ohne Beanstandungen**	
3	**Prüfung der äußeren Schutzhülle**			
3.1	**Lagerung in Wasser und Heizzyklen**			
	Wassersäule oberhalb allen Dichtstellen der Muffe	1 m		DIN VDE 0276-632 Anhang G
	Heiz- und Abkühlzyklus	24 h		

Prüfung der äußeren Schutzhüllen auf Dichtheit Muffen ohne Schirmunterbrechung				
Nr.	**Prüfungen**		**Anforderungen**	**Prüfverfahren**
	Heizen	12 h		
	Temperaturbereich	70 – 75° C		
	Temperaturbereich halten	5 h		
	Abkühlen der Wassertemperatur auf max. 30° C oder max. 10 K über Umgebungstemperatur			
	Anzahl der Zyklen in Wasser	20		
3.2	**Gleichspannungsprüfung (unter Wasser)**			
	Prüfung, zwischen dem Kabelschirm/den Metallmänteln und der geerdeten Oberfläche der äußeren Umhüllung der Muffe (Probe auf Raumtemperatur abgekühlt)			
	Prüfgleichspannung	25 kV	Kein Durchschlag	DIN VDE 0276-632 Anhang G
	Dauer der Prüfung	60 s		
4	**Begutachtung der Garnituren**			
			TB Abschn. 14.5	DIN VDE 0276-632 Anhang G TB Abschn. 14.5

14.4 Prüfung von äußeren Schutzhüllen von Muffen mit Schirmunterbrechung

Tabelle 14-4 Prüfung der äußeren Schutzhülle von Muffen mit Schirmunterbrechung

Prüfung der äußeren Schutzhüllen auf Spannungsfestigkeit Muffen mit Schirmunterbrechung (Cross-Bonding)				
Nr.	**Prüfungen**		**Anforderungen**	**Prüfverfahren**
	Reihenfolge der Prüfungen Nr. 1 bis 4 dieser Tabelle			
Prüfung von baugleichen, separaten Muffen **ohne vorhergehende Prüfungen nach Tabelle 14-2**				
1	**Heizzyklen**			
	Aufheizen der Probe durch Leiterheizung			DIN VDE 0276-632
	Heiz- und Abkühlzyklus	24 h		
	Heizen	8 h		
	Temperaturbereich	95 – 100° C		
	Temperaturbereich halten	2 h		
	Abkühlen	16 h		
	Anzahl der Zyklen in Luft	20		

Prüfung der äußeren Schutzhüllen auf Spannungsfestigkeit Muffen mit Schirmunterbrechung (Cross-Bonding)				
Nr.	**Prüfungen**		**Anforderungen**	**Prüfverfahren**
	weiter mit Nr. 3 ff dieser Tabelle			
Prüfungen an Muffen aus der Prüfschleife				
2	**Tabelle 14-2 (Nr. 1 bis 3)**			
	Die Muffen **müssen** die Prüfungen nach Tabelle 14-2 (Nr. 1 bis 3) erfolgreich bestanden haben.		**Ohne Beanstandungen**	
3	**Prüfung der äußeren Schutzhülle**			
3.1	**Lagerung in Wasser und Heizzyklen**			
	Wassersäule oberhalb allen Dichtstellen der Muffe	1 m		DIN VDE 0276-632 Anhang G
	Heiz- und Abkühlzyklus	24 h		
	Heizen	12 h		
	Temperaturbereich	70 - 75° C		
	Temperaturbereich halten	5 h		
	Abkühlen der Wassertemperatur auf max. 30° C oder max. 10 K über Umgebungstemperatur			
	Anzahl der Zyklen in Wasser	20		
3.2	**Gleichspannungsprüfungen**			
	Zwischen den Schirmen/Metallmänteln an beiden Enden der Muffe			
	Prüfgleichspannung	25 kV	Kein Durchschlag	DIN VDE 0276-632 Anhang G
	Dauer der Prüfung	60 s		
3.3	**Gleichspannungsprüfungen**			
	zwischen den Schirmen/Metallmänteln und der geerdeten Oberfläche der äußeren Schutzmuffe der Muffe			
	Prüfgleichspannung	25 kV	Kein Durchschlag	DIN VDE 0276-632 Anhang G
	Dauer der Prüfung	60 s		
3.4	**Stoßspannungsprüfung**			
	zwischen den leitfähigen Schichten und der Oberfläche der äußeren Umhüllung der Muffe (unter Wasser)			
	Kabelmäntel müssen über eine geeignete Gegenelektrode mitgeprüft werden			
	Stoßspannungshöhe	37,5 kV	Kein Durchschlag	DIN VDE 0276-632 Anhang G DIN EN 60230
	Anzahl der Stöße positiver Polarität	10		
	Anzahl der Stöße negativer Polarität	10		
3.5	**Stoßspannungsprüfung**			
	Zwischen den leitfähigen Schichten			
	Stoßspannungshöhe	75 kV	Kein Durchschlag	DIN VDE 0276-632

Prüfung der äußeren Schutzhüllen auf Spannungsfestigkeit Muffen mit Schirmunterbrechung (Cross-Bonding)				
Nr.	**Prüfungen**		**Anforderungen**	**Prüfverfahren**
				Anhang G DIN EN 60230
	Anzahl der Stöße positiver Polarität	10		
	Anzahl der Stöße negativer Polarität	10		
4	**Begutachtung der Garnituren**			
			TB Abschn. 14.5	DIN VDE 0276-632 Anhang G TB Abschn. 14.5

14.5 Begutachtung der Garnituren

Nach dem Abschluss von Typprüfungen nach Abschnitt 14.2, 14.3 bzw. 14.4 dieser TB müssen **alle** Garnituren der Prüfanordnung entsprechend den Anforderungen folgender Tabelle **zeitnah** demontiert und untersucht werden.

Tabelle 14-5 Begutachtung der Kabelgarnituren

Visuelle Begutachtung der Garnituren der Prüfanordnung			
Nr.	**Prüfungen**	**Anforderungen**	**Prüfverfahren**
	Alle nachfolgenden Begutachtungen (Nr. 1 bis 4) sind, falls möglich, in jedem Stadium der Untersuchung zu kontrollieren und zu dokumentieren		
1	**Feuchtigkeit**		
1.1	Kontrolle der definierten Wassersperre der Garnitur Achtung: Vor dem Beginn der Begutachtung einer Garnitur muss die Zeichnung mit allen eindeutig angegebenen Wassersperren und Maßen vorliegen	kein sichtbares Anzeichen von Feuchtigkeit oder Korrosion nach der Wassersperre	
1.2	Kontrolle auf Feuchtigkeit der Aufbauelemente unterhalb der Wassersperre	kein sichtbares Anzeichen von Feuchtigkeit oder Korrosion	
2	**Maßkontrolle**		
2.1	Kontrolle aller Aufbaumaße nach Montagezeichnung	Keine Abweichung von den Vorgaben	
3	**Montageabweichungen**		
3.1	Kontrolle auf Abweichungen zur vorgeschriebenen Montage	Keine Abweichung von den Vorgaben	
4	**Aufbauelemente**		

Visuelle Begutachtung der Garnituren der Prüfanordnung			
Nr.	**Prüfungen**	**Anforderungen**	**Prüfverfahren**
4.1	Kontrolle der Aufbauelemente auf Abweichungen oder Veränderungen durch die Prüfung	Keine Entladungen, Verfärbungen, Anzeichen von Verschlechterungen oder sonstige Veränderungen zum Ist-Zustand der Montage	
4.2	Kontrolle auf Abweichungen durch gegenseitige Beeinflussung der Aufbauelemente	Keine Entladungen, Verfärbungen, Anzeichen von Verschlechterungen oder sonstige Veränderungen zum Ist-Zustand der Montage	

15 Anhang

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 4-1 Normen
Tabelle 4-2 Interne Vorschriften
Tabelle 6-1 Kennwerte
Tabelle 7-1 Kabeldaten für Systemtypprüfung
Tabelle 8-1 Standardkabel
Tabelle 8-2 Wanddicke und Mindestwerte/Isolierung
Tabelle 8-3 Unregelmäßigkeiten der Isolierung (DIN VDE 0276-632)
Tabelle 8-4 Innere Leitschicht (DIN VDE 0276-632)
Tabelle 8-5 Metallene Folie
Tabelle 10-1 Freiluft-Endverschluss nassisolierend
Tabelle 10-2 Freiluft-Endverschluss trockenisolierend (ungefüllt oder nicht-Silikon)
Tabelle 12-1 Auswahlprüfungen an Kabeln (AG anwesend)
Tabelle 13-1 Stückprüfungen an Kabeln
Tabelle 13-2 Auswahlprüfungen an Kabeln
Tabelle 13-3 Typprüfungen von Kabeln (elektrische Eigenschaften)
Tabelle 13-4 Typprüfungen von Kabeln (nicht-elektr. Eigenschaften)
Tabelle 14-1 Stückprüfungen an vorgefertigten, vorprüfbaren Garniturenteilen
Tabelle 14-2 Typprüfung von Kabelgarnituren
Tabelle 14-3 Prüfung der äußeren Schutzhüllen von Muffen ohne Schirmunterbrechung
Tabelle 14-4 Prüfung der äußeren Schutzhüllen von Muffen mit Schirmunterbrechung
Tabelle 14-5 Begutachtung der Kabelgarnituren

	Erstellt:	Geprüft:	Freigegeben:
Datum:	**25.08.2022**	**02.09.2022**	**09.09.2022**
Name:	**Schäfen**	**Schäfen/AK-HL**	**Zickert**
Unterschrift:	**Gez. Schäfen**	**Gez. Schäfen**	**Gez. Zickert**