

	DIN IEC 62895 (VDE 0276-2895)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 29.060.20 Kabel zur Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) – Kabel mit extrudierter Isolierung und ihre Garnituren für Nennspannungen bis 320 kV für Anwendungen an Land – Prüfverfahren und Anforderungen (IEC 62895:2017) High voltage direct current (HVDC) power transmission – Cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages up to 320 kV for land applications – Test methods and requirements (IEC 62895:2017) Câbles haute tension en courant continu (CCHT) – Câbles d'énergie à isolation extrudée et leurs accessoires pour des tensions assignées jusqu'à 320 kV pour les applications terrestres – Méthodes et exigences d'essai (IEC 62895:2017) Gesamtumfang 78 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist 2019-02-01.

Inhalt	Seite
Nationales Vorwort.....	7
Nationaler Anhang NA (informativ) Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten.....	8
Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise.....	10
Nationaler Anhang NC (normativ) Deutsche Ergänzung.....	12
NC.1 Allgemeines	12
NC.2 Abweichende Prüfungen und Anforderungen	12
Einleitung	20
1 Anwendungsbereich	21
2 Normative Verweisungen	21
3 Begriffe	22
3.1 Begriffe für Abmessungswerte (Dicke, Querschnitte usw.).....	22
3.2 Begriffe bezüglich Prüfungen	23
3.3 Weitere Begriffe	23
4 Spannungsbezeichnungen und Werkstoffe.....	25
4.1 Nennspannung	25
4.2 (nicht belegt).....	25
4.3 Kabelisolierstoffe	25
4.4 Kabelschirme/-mäntel aus Metall	25
4.4.1 Allgemeines	25
4.4.2 Metallmantel	25
4.4.3 Kombinierte Konstruktionen (CD) (en: combined design).....	25
4.4.4 Separate Konstruktion (SD) (en: separate design)	26
4.5 Kabelaußenmantelwerkstoffe	26
5 Vorsichtsmaßnahmen gegen die Längsausbreitung von Wasser im Kabel.....	26
6 Kabeleigenschaften	26
7 Eigenschaften der Garnituren	27
8 Prüfobjekt und Prüfbedingungen	28
8.1 Begriffe bezüglich Prüfobjekte.....	28
8.2 Prüfspannungen	29
8.3 Temperaturbedingung	30
8.4 Polaritätswechselprüfung	31
8.5 Überlagerte Stoßspannungsprüfung	31
8.5.1 Allgemeines	31
8.5.2 Überlagerte Blitzstoßspannung	32
8.5.3 Überlagerte Schaltstoßspannung	32
8.6 Verhältnis von Prüfspannungen zu Nennspannungen.....	32
8.7 Bestimmung der Leitertemperatur des Kabels	32

8.8	Ruhezeit	32
9	Stückprüfungen an Kabeln und der Hauptisolierung vorgefertigter Garnituren	32
9.1	Allgemeines	32
9.2	Spannungsprüfung	33
9.3	Elektrische Prüfung am Außenmantel des Kabels	33
10	Auswahlprüfungen an Kabeln	33
10.1	Allgemeines	33
10.2	Häufigkeit der Prüfungen	34
10.3	Wiederholung von Prüfungen	34
10.4	Prüfung des Leiters	34
10.5	Messung des elektrischen Widerstands von Leiter und Metallschirm/-mantel	34
10.6	Messung der Isolier- und Außenmantelwanddicke am Kabel	34
10.6.1	Allgemeines	34
10.6.2	Anforderungen an die Isolierung	34
10.6.3	Anforderungen an den Kabelaußenmantel	35
10.7	Messung der Wanddicke eines Metallmantels	35
10.7.1	Mantel aus Blei oder Bleilegierung	35
10.7.2	Glatter oder gewellter Aluminiummantel	36
10.8	Messung des Durchmessers	36
10.9	Wärmedehnungsprüfung an VPE- und EPR-Isolierungen	36
10.9.1	Verfahren	36
10.9.2	Anforderungen	36
10.10	Messung der Kapazität	36
10.11	Messung der Dichte der HDPE-Isolierung	37
10.11.1	Verfahren	37
10.11.2	Anforderungen	37
10.12	Stoßspannungsprüfung	37
10.13	Wassereindringprüfung	37
10.14	Haftungs- und Abzugsfestigkeit der laminierten Metallfolie	37
11	Auswahlprüfungen an Garnituren	37
11.1	Prüfungen an Komponenten	37
11.2	Prüfungen an vollständigen Garnituren	38
12	Typprüfungen an Kabelsystemen	38
12.1	Allgemeines	38
12.2	Gültigkeitsbereich der Typzulassung	38
12.3	Übersicht der Typprüfungen	39
12.4	Elektrische Typprüfungen an vollständigen Kabelsystemen	40
12.4.1	Prüfspannungswerte	40
12.4.2	Prüfungen und Prüfreihefolge	40
12.4.3	Biegeprüfung	41
12.4.4	Lastwechselprüfung unter Spannung	41

12.4.5	Überlagerte Stoßspannungsprüfung	42
12.4.6	Zustandsbestimmung	44
12.4.7	Spezifischer elektrischer Widerstand der Leitschichten	44
12.5	Nicht-elektrische Typprüfungen an Kabelkomponenten und am vollständigen Kabel	44
12.5.1	Allgemeines	44
12.5.2	Überprüfung des Kabelaufbaus	45
12.5.3	Prüfungen zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften der Isolierung vor und nach Alterung	45
12.5.4	Prüfungen zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften der Außenmäntel vor und nach Alterung	45
12.5.5	Alterungsprüfungen an Stücken des vollständigen Kabels zur Überprüfung der Verträglichkeit der Werkstoffe	46
12.5.6	Masseverlust bei PVC-Außenmänteln vom Typ ST ₂	47
12.5.7	Wärme-Druckbeständigkeit bei Außenmänteln	47
12.5.8	Prüfungen an PVC-Außenmänteln (ST ₁ und ST ₂) bei niedrigen Temperaturen	47
12.5.9	Wärme-Schockprüfung für PVC-Außenmäntel (ST ₁ und ST ₂)	47
12.5.10	Ozonbeständigkeit von EPR-Isolierungen	47
12.5.11	Wärmedehnung von EPR- und VPE-Isolierungen	48
12.5.12	Messung der Dichte von HDPE-Isolierungen	48
12.5.13	Messung des Rußgehalts von schwarzen PE-Außenmänteln (ST ₃ und ST ₇)	48
12.5.14	Prüfung des Verhaltens im Brandfall	48
12.5.15	Wassereindringprüfung	48
13	Präqualifikationsprüfung des Kabelsystems	48
13.1	Allgemeines und Geltungsbereich der Präqualifikationsprüfzulassung	48
13.2	Präqualifikationsprüfung am vollständigen Kabelsystem	49
13.2.1	Übersicht über die Präqualifikationsprüfungen	49
13.2.2	Prüfspannungswerte	50
13.2.3	Prüfanordnung	50
13.2.4	Lastwechselprüfung unter Spannung	50
13.2.5	Überlagerte Stoßspannungsprüfung	51
13.2.6	Zustandsbestimmung	51
13.3	Prüfung für die Erweiterung der Präqualifikation eines Kabelsystems	51
14	Typprüfungen an Kabeln	51
15	Typprüfungen an Garnituren	52
16	Elektrische Prüfungen nach Montage	52
16.1	Allgemeines	52
16.2	Gleichspannungsprüfung am Außenmantel	52
16.3	Hochspannungsprüfung an der Isolierung	52
16.4	TDR-Messung	52
Anhang A (informativ)	Bestimmung der Leitertemperatur des Kabels	59
A.1	Zweck	59
A.2	Kalibrierung der Temperatur im Hauptprüfkreis	59

	Seite
A.2.1 Allgemeines.....	59
A.2.2 Anordnung von Kabel und Temperaturfühlern.....	59
A.2.3 Kalibrierverfahren.....	61
A.3 Erwärmung für die Prüfung.....	62
Anhang B (normativ) Runden von Zahlen.....	63
Anhang C (informativ) Liste der Typ- und Präqualifikationsprüfungen an Kabelsystemen.....	64
Anhang D (normativ) Verfahren zur Messung des spezifischen Widerstands der Leitschichten.....	65
Anhang E (normativ) Wassereindringprüfung.....	68
E.1 Prüfling.....	68
E.2 Prüfung.....	68
E.3 Anforderungen.....	69
Anhang F (normativ) Prüfungen an Komponenten von Kabeln mit fest mit dem Außenmantel verbundenem längslaufendem Metallband oder entsprechender Metallfolie.....	70
F.1 Sichtprüfung.....	70
F.2 Haftfestigkeit der Metallfolie – Verfahren.....	70
F.3 Haftfestigkeit von überlappten Metallfolien.....	71
Anhang G (informativ) Entwicklungsprüfung von Kabeln und Kabelsystemen mit fest mit dem Außenmantel verbundener längslaufer Metallfolie.....	72
G.1 Allgemeines.....	72
G.2 Liste der Prüfungen.....	72
G.2.1 Prüfungen am Kabel.....	72
G.2.2 Prüfungen am Kabelsystem – Kurzschlussprüfung, Garnituren eingeschlossen.....	72
Anhang H (normativ) Prüfungen der äußeren Schutzhülle von Muffen.....	73
H.1 Allgemeines.....	73
H.2 Gültigkeitsbereich der Zulassung.....	73
H.3 Lagerung in Wasser und Heizzyklen.....	73
H.4 Spannungsprüfungen.....	74
H.4.1 Allgemeines.....	74
H.4.2 Anordnungen mit Garnituren ohne Manteltrennisolierung.....	74
H.4.3 Anordnungen mit Garnituren mit Manteltrennisolierung.....	74
H.5 Untersuchung der Prüfanordnung.....	75
Anhang I (normativ) Rückführkabel.....	76
Anhang J (informativ) TDR-Messung.....	77
Literaturhinweise.....	78

Bilder

Bild 1 – Beispiel einer Anordnung von Prüfobjekten in einer Prüfschleife.....	29
Bild 2 – Schematische Darstellungen der Prüfspannungen für die Schaltstoß- und die Blitzstoßprüfung.....	30
Bild A.1 – Schematische Darstellung der Positionen der Temperaturfühler im Referenz- und Hauptprüfkreis.....	60
Bild A.2 – Beispiel für die Anordnung der Temperaturfühler auf dem Leiter des Referenzkreises.....	61

Bild D.1 – Vorbereitung der Prüflinge für die Messung des spezifischen Widerstands von inneren und äußeren Leitschichten	67
Bild E.1 – Schematische Darstellung des Aufbaus der Wassereindringprüfung.....	69
Bild F.1 – Prüfanordnung für die Haftfestigkeit der Metallfolie	70
Bild F.2 – Beispiel für die überlappte Metallfolie.....	71
Bild F.3 – Prüfanordnung für die Abziehfestigkeit der überlappten Metallfolie.....	71
Bild J.1 – Schaltplan der TDR-Prüfung, übliches Übertragungsstreckendiagramm, π -Modell.....	77
Tabellen	
Tabelle NC.1 – Abweichende Prüfungen und Anforderungen	12
Tabelle NC.2 – Prüfspannungen	19
Tabelle 1 – Isolermischungen für Kabel	53
Tabelle 2 – Außenmantelmischungen für Kabel.....	53
Tabelle 3 – Prüfanforderungen für besondere Eigenschaften von Isolermischungen für Kabel	53
Tabelle 4 – Nicht-elektrische Typprüfungen an Isolier- und Außenmantelmischungen für Kabel	54
Tabelle 5 – Prüfanforderungen für Haftungs- und Abziehkkräfte.....	54
Tabelle 6 – Abfolge der Lastwechselprüfung unter Spannung für LCC-Typprüfungen.....	55
Tabelle 7 – Abfolge der Lastwechselprüfung unter Spannung für VSC-Typprüfungen	55
Tabelle 8 – Abfolge der Schalt- und Blitzstoßspannungsprüfung für LCC-Typprüfungen	55
Tabelle 9 – Abfolge der Schalt- und Blitzstoßspannungsprüfung für VSC-Typprüfungen	56
Tabelle 10 – Prüfanforderungen für mechanische Eigenschaften von Isolermischungen für Kabel (vor und nach der Alterung).....	56
Tabelle 11 – Prüfanforderungen für mechanische Eigenschaften von Außenmantelmischungen für Kabel (vor und nach Alterung).....	57
Tabelle 12 – Prüfanforderungen für besondere Eigenschaften von PVC-Außenmänteln für Kabel	58
Tabelle 13 – Abfolge der Lastwechselprüfung unter Spannung für die LCC-Präqualifizierung	58
Tabelle 14 – Abfolge der Lastwechselprüfung unter Spannung für die VSC-Präqualifizierung.....	58
Tabelle C.1 – Typprüfungen an Kabelsystemen	64
Tabelle C.2 – Präqualifikationsprüfungen an Kabelsystemen.....	64
Tabelle H.1 – Stoßspannungsprüfungen	74

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 62895 (VDE 0276-2895):2017-12.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 411.1 „Starkstromkabel“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Das internationale Dokument wurde vom TC 20 „Electric cables“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieses Dokuments bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu diesem Dokument angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees das Dokument

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Diese Norm besteht aus der Übernahme der IEC 62895:2017. Im normativen Nationalen [Anhang NC](#), Deutsche Ergänzung, sind zusätzliche deutsche Ergänzungen zur Übernahme der IEC 62895 enthalten (siehe auch [NC.1](#) „Allgemeines“), da sich in Deutschland auch Kabelsysteme mit einer Betriebsspannung bis 525 kV im Einsatz befinden. Die deutschen Ergänzungen wurden vom nationalen Arbeitsgremium UK 411.1 erarbeitet und verabschiedet. Eine europäische Übernahme dieser Norm ist derzeit nicht vorgesehen.

Hinweis: Im Bereich der Kabel- und Leitungsnormen wird „rated voltage“ aus sachlichen Gründen mit „Nennspannung“ übersetzt.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1 (1 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60060-2	IEC 60060-2	DIN EN 60060-2 (VDE 0432-2)	VDE 0432-2
–	IEC 60183	DIN IEC 60183 (VDE 0276-183)	VDE 0276-183
EN 60228	IEC 60228	DIN EN 60228 (VDE 0295)	VDE 0295
EN 60229	IEC 60229	DIN EN 60229 (VDE 0473-229)	VDE 0473-229
EN 60230	IEC 60230	DIN EN 60230 (VDE 0481-230)	VDE 0481-230
–	IEC 60287-1-1:2006 + A1:2014	–	–
EN 60332-1-2	IEC 60332-1-2	DIN EN 60332-1-2 (VDE 0482-332-1-2)	VDE 0482-332-1-2
–	IEC 60502-2:2014	–	–
–	IEC 60502-4	–	–
EN 60633	IEC 60633	DIN EN 60633	–
EN 60811-201	IEC 60811-201	DIN EN 60811-201 (VDE 0473-811-201)	VDE 0473-811-201
EN 60811-202	IEC 60811-202	DIN EN 60811-202 (VDE 0473-811-202)	VDE 0473-811-202
EN 60811-203	IEC 60811-203	DIN EN 60811-203 (VDE 0473-811-203)	VDE 0473-811-203
EN 60811-401	IEC 60811-401	DIN EN 60811-401 (VDE 0473-811-401)	VDE 0473-811-401
EN 60811-403	IEC 60811-403	DIN EN 60811-403 (VDE 0473-811-403)	VDE 0473-811-403
EN 60811-409	IEC 60811-409	DIN EN 60811-409 (VDE 0473-811-409)	VDE 0473-811-409
EN 60811-412	IEC 60811-412	DIN EN 60811-412 (VDE 0473-811-412)	VDE 0473-811-412
EN 60811-501	IEC 60811-501	DIN EN 60811-501 (VDE 0473-811-501)	VDE 0473-811-501
EN 60811-505	IEC 60811-505	DIN EN 60811-505 (VDE 0473-811-505)	VDE 0473-811-505

Tabelle NA.1 (2 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60811-506	IEC 60811-506	DIN EN 60811-506 (VDE 0473-811-506)	VDE 0473-811-506
EN 60811-507	IEC 60811-507	DIN EN 60811-507 (VDE 0473-811-507)	VDE 0473-811-507
EN 60811-508	IEC 60811-508	DIN EN 60811-508 (VDE 0473-811-508)	VDE 0473-811-508
EN 60811-509	IEC 60811-509	DIN EN 60811-509 (VDE 0473-811-509)	VDE 0473-811-509
EN 60811-605	IEC 60811-605	DIN EN 60811-605 (VDE 0473-811-605)	VDE 0473-811-605
EN 60811-606	IEC 60811-606	DIN EN 60811-606 (VDE 0473-811-606)	VDE 0473-811-606
–	IEC 60840	–	–
–	IEC 60853-2	–	–
EN 60885-3	IEC 60885-3	DIN EN 60885-3 (VDE 0481-885-3)	VDE 0481-885-3
–	IEC 62067:2011	DIN IEC 62067 (VDE 0276-2067):2013-08	VDE 0276-2067
–	IEC/TR 61901:2016	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60060-2 (VDE 0432-2), *Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 2: Messsysteme*

DIN EN 60228 (VDE 0295), *Leiter für Kabel und isolierte Leitungen*

DIN EN 60229 (VDE 0473-229), *Starkstromkabel – Prüfungen an extrudierten Außenmänteln mit besonderer Schutzfunktion*

DIN EN 60230 (VDE 0481-230), *Stoßspannungsprüfungen an Kabeln und Leitungen und deren Garnituren*

DIN EN 60332-1-2 (VDE 0482-332-1-2), *Prüfungen an Kabeln, isolierten Leitungen und Glasfaserkabeln im Brandfall – Teil 1-2: Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung an einer Ader, einer isolierten Leitung oder einem Kabel – Prüfverfahren mit 1-kW-Flamme mit Gas-/Luft-Gemisch*

DIN EN 60633, *Terminologie für Hochspannungsgleichstrom-Übertragung (HGÜ)*

DIN EN 60811-201 (VDE 0473-811-201), *Kabel, isolierte Leitungen und Glasfaserkabel – Prüfverfahren für nichtmetallene Werkstoffe – Teil 201: Allgemeine Prüfungen – Messung der Wanddicke von Isolierhüllen*

DIN EN 60811-202 (VDE 0473-811-202), *Kabel, isolierte Leitungen und Glasfaserkabel – Prüfverfahren für nichtmetallene Werkstoffe – Teil 202: Allgemeine Prüfungen – Messung der Wanddicke von nichtmetallinen Mänteln*

DIN EN 60811-203 (VDE 0473-811-203), *Kabel, isolierte Leitungen und Glasfaserkabel – Prüfverfahren für nichtmetallene Werkstoffe – Teil 203: Allgemeine Prüfungen – Messung der Außenmaße*

DIN EN 60811-401 (VDE 0473-811-401), *Kabel, isolierte Leitungen und Glasfaserkabel – Prüfverfahren für nichtmetallene Werkstoffe – Teil 401: Sonstige Prüfungen – Thermische Alterungsverfahren – Alterung im Wärmeschrank*

DIN EN 60811-403 (VDE 0473-811-403), *Kabel, isolierte Leitungen und Glasfaserkabel – Prüfverfahren für nichtmetallene Werkstoffe – Teil 403: Sonstige Prüfungen – Prüfung der Ozonbeständigkeit für vernetzte Mischungen*

DIN EN 60811-409 (VDE 0473-811-409), *Kabel, isolierte Leitungen und Glasfaserkabel – Prüfverfahren für nichtmetallene Werkstoffe – Teil 409: Sonstige Prüfungen – Prüfung des Masseverlusts von thermoplastischen Isolierhüllen und Mänteln*

DIN EN 60811-412 (VDE 0473-811-412), *Kabel, isolierte Leitungen und Glasfaserkabel – Prüfverfahren für nichtmetallene Werkstoffe – Teil 412: Sonstige Prüfungen – Thermische Alterungsverfahren – Alterung in einer Druckkammer*

DIN EN 60811-501 (VDE 0473-811-501), *Kabel, isolierte Leitungen und Glasfaserkabel – Prüfverfahren für nichtmetallene Werkstoffe – Teil 501: Mechanische Prüfungen – Prüfungen zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften von Isolier- und Mantelwerkstoffen*

DIN EN 60811-505 (VDE 0473-811-505), *Kabel, isolierte Leitungen und Glasfaserkabel – Prüfverfahren für nichtmetallene Werkstoffe – Teil 505: Mechanische Prüfungen – Dehnungsprüfungen bei niedriger Temperatur für Isolierhüllen und Mäntel*

DIN EN 60811-506 (VDE 0473-811-506), *Kabel, isolierte Leitungen und Glasfaserkabel – Prüfverfahren für nichtmetallene Werkstoffe – Teil 506: Mechanische Prüfungen – Schlagprüfungen bei niedriger Temperatur für Isolierhüllen und Mäntel*

DIN EN 60811-507 (VDE 0473-811-507), Kabel, isolierte Leitungen und Glasfaserkabel – Prüfverfahren für nichtmetallene Werkstoffe – Teil 507: Mechanische Prüfungen – Wärmedehnungsprüfung für vernetzte Werkstoffe

DIN EN 60811-508 (VDE 0473-811-508), Kabel, isolierte Leitungen und Glasfaserkabel – Prüfverfahren für nichtmetallene Werkstoffe – Teil 508: Mechanische Prüfungen – Wärmedruckprüfungen für Isolierhüllen und Mäntel

DIN EN 60811-509 (VDE 0473-811-509), Kabel, isolierte Leitungen und Glasfaserkabel – Prüfverfahren für nichtmetallene Werkstoffe – Teil 509: Mechanische Prüfungen – Prüfung der Rissbeständigkeit von Isolierhüllen und Mänteln (Wärmeschock-Prüfung)

DIN EN 60811-605 (VDE 0473-811-605), Kabel, isolierte Leitungen und Glasfaserkabel – Prüfverfahren für nichtmetallene Werkstoffe – Teil 605: Physikalische Prüfungen – Messung des Ruß- und/oder Füllstoffgehalts in Polyethylenmischungen

DIN EN 60811-606 (VDE 0473-811-606), Kabel, isolierte Leitungen und Glasfaserkabel – Prüfverfahren für nichtmetallene Werkstoffe – Teil 606: Physikalische Prüfungen – Verfahren zur Bestimmung der Dichte

DIN EN 60885-3 (VDE 0481-885-3), Elektrische Prüfverfahren für Starkstromkabel – Teil 3: Prüfverfahren zur Teilentladungsmessung an Längen von extrudierten Kabeln

DIN IEC 60183 (VDE 0276-183), Leitlinie zur Auswahl von AC-Hochspannungskabelsystemen

DIN IEC 62067 (VDE 0276-2067):2013-08, Starkstromkabel mit extrudierter Isolierung und ihre Garnituren für Nennspannungen über 150 kV ($U_m = 170$ kV) bis einschließlich 500 kV ($U_m = 550$ kV) – Prüfverfahren und Anforderungen (IEC 62067:2011)

Nationaler Anhang NC (normativ)

Deutsche Ergänzung

NC.1 Allgemeines

In Ergänzung zur IEC 62895 behandelt der nationale Teil auch Kabelsysteme mit einer Betriebsspannung bis zu 525 kV.

NC.2 Abweichende Prüfungen und Anforderungen

Tabelle NC.1 – Abweichende Prüfungen und Anforderungen (1 von 8)

Ab-schnitt ^a	Prüfung	Prüfanforderungen ^a
8	Prüfobjekt und Prüfbedingungen	
8.1	Begriffe bezüglich Prüfobjekte Der erste Absatz von 8.1 wird wie folgt ersetzt: Prüfobjekte können Übertragungskabel und deren Garnituren sein. Zur Erläuterung der Grenze des Prüfobjekts während der Prüfung: Ein Fehler eines Kabels innerhalb von 0,5 m zur nächstliegenden Garnitur kann auch durch die Garnitur selbst hervorgerufen werden. Darum ist in einem solchen Fall eine eingehende Ursachenermittlung durchzuführen. (Im Zweifelsfall wird der Durchschlag als Ausfall der Garnitur gewertet.) Für die Bemessung der Kabellänge zählen die an eine Garnitur angrenzenden 0,5-m-Kabel zur Garnitur.	
8.2	Prüfspannungen ANMERKUNG Bei Verwendung einer Funkenstrecke zur Entkopplung des Stoßspannungsgenerators kommt es zu Abweichungen in der Kurvenform derart, dass die Gleichspannungskomponente auf 0 kV zusammenbricht und das Kabel erst durch den DC-Generator wieder aufgeladen wird, während es bei einer Entkopplung mit Hilfe eines Kondensators den Kurvenformen in Bild 2 entspricht. Beide Varianten der Prüfungen sind zulässig.	
9	Stückprüfungen an Kabeln und der Hauptisolierung vorgefertigter Garnituren	
9.1	Allgemeines Ergänzung: Wird eine Wechselspannungsprüfung durchgeführt, so ist die Teilentladungsmessung direkt im Anschluss an die Wechselspannungsprüfung durchzuführen.	
9.2	Spannungsprüfung Zu Ersetzen durch: Jede Lieferlänge eines Kabels und jede einzelne vorgefertigte Garnitur ist für 1 h bei Umgebungstemperatur zu prüfen.	
9.2.1	Wechselspannungsprüfung am Kabel	– Prüffrequenz $f = 49 \text{ Hz bis } 61 \text{ Hz}$ – Prüfspannung $U_{\text{eff}} = 0,85 \cdot U_0$ – Prüfdauer $t = 60 \text{ min}$ Ein Schwellenwert von 27 kV/mm bis 30 kV/mm sollte für einige Isolierungen (nach Angaben des Herstellers) nicht überschritten werden, um eine Schwächung der Isolierung vor der Auslieferung zu vermeiden, die später Fehler im Betrieb verursachen könnte.

Tabelle NC.1 (2 von 8)

Ab-schnitt ^a	Prüfung	Prüfanforderungen ^a
9.2.2	Teilentladungsprüfung mit Wechselspannung am Kabel	Die Prüfung wird nach der Wechselspannungsprüfung durchgeführt. – Empfindlichkeit 10 pC oder besser (Störpegel ≤ 5 pC) – Prüffrequenz $f = 49$ Hz bis 61 Hz – Prüfspannung $U_{\text{eff}} = 0,85 U_0$ Keine erkennbaren Teilentladungen aus dem Prüfling
9.2.3	Gleichspannungsprüfung am Kabel	– Prüfspannung $U_T = 1,85 U_0$ – Prüfdauer $t = 60$ min Keine Abweichung zu 9.2 dieser Norm.
9.2.4	Visuelle Inspektion der Garniturenkomponenten	Es sind keine Abweichungen von dem Standardzustand erlaubt.
9.2.5	Wechselspannungsprüfung an Garniturenkomponenten	Die Prüfspannung ist analog zur Prüfspannung nach Tabelle NC.1, 9.2.1 zu wählen.
9.2.6	Teilentladungsprüfung mit Wechselspannung an Garniturenkomponenten	Die Prüfung wird nach der Spannungsprüfung durchgeführt. – Empfindlichkeit 2pC oder besser (Störpegel ≤ 1 pC) – Die Prüfspannung ist analog zur Prüfspannung nach Tabelle NC.1, 9.2.2 zu wählen. Keine erkennbaren Teilentladungen aus dem Prüfling
9.2.6	Gleichspannungsprüfung an Garniturenkomponenten	– Prüfspannung $U_T = 1,85 U_0$ – Prüfdauer $t = 60$ min Keine Abweichung zu 9.2 dieser Norm.
9.2.7	Visuelle Inspektion der Garniturenkomponenten nach den Spannungsprüfungen	Nach der Reinigung der Garniturenkomponenten dürfen keine Veränderungen gegenüber Tabelle NC.1, 9.2.4 erkennbar sein.
9.3	Elektrische Prüfung am Außenmantel des Kabels	Keine Abweichung zu 9.3 dieser Norm.
10	Auswahlprüfungen an Kabeln	
10.1	Allgemeines	Zu Ergänzen: l) Bestimmung der Konzentration von Vernetzungsrestprodukten in der Isolierung* (siehe Tabelle NC.1, 10.15) m) Überprüfung der längst geschweißten AL-Folie (siehe Tabelle NC.1, 10.16) n) Überprüfung der Kabelkennzeichnung (siehe Tabelle NC.1, 10.17) o) Aufklartest* (siehe Tabelle NC.1, 10.18) * Wenn anwendbar.

Tabelle NC.1 (3 von 8)

Ab-schnitt ^a	Prüfung	Prüfanforderungen ^a
10.2	Häufigkeit der Prüfungen	Zu Ersetzen: Die Auswahlprüfungen unter 10.1 a) bis h) sowie k) und m) bis o) sind an 10 % der Anzahl der Lieferlängen, gerundet auf die nächste ganze Zahl, aus jedem Fertigungslos gleicher Bauart und gleichen Querschnitts des Kabels durchzuführen. Die Auswahlprüfungen unter 10.1 i) und l) sind an je einem Muster jeder extrudierten Aderlänge durchzuführen. Die Häufigkeit der Prüfung unter 10.1 j) und m) muss den vereinbarten Qualitätskontrollverfahren entsprechen. Bei Fehlen einer solchen Vereinbarung ist für Liefervereinbarungen mit einer Kabellänge zwischen 4 km und 20 km einmal eine Prüfung durchzuführen und eine zusätzliche Prüfung für jede zusätzliche Lieferlänge von 50 km.
	Zu Ergänzen:	
10.15	Bestimmung der Konzentration von Vernetzungsrestprodukten in der Isolierung	Die Konzentration von Vernetzungsrestprodukten in der Isolierung ist zu überprüfen. Das Verfahren mit den dazugehörigen Anforderungen ist zwischen Hersteller und Kunde zu vereinbaren. Dazu ist beispielsweise die Konzentration der Vernetzungsrestprodukte zu bestimmen. Diese darf den Wert, der im Rahmen der Typprüfung (12.4.2) ermittelt wurde, im Rahmen der Messunsicherheit des entsprechenden Verfahrens, nicht überschreiten. Es ist das gleiche Verfahren anzuwenden, das im Rahmen der Typprüfung angewandt wurde. Das Verfahren beinhaltet den Zeitpunkt der Probenabnahme nach dem Entgasen, die Probenentnahme, die Probenbehandlung, die Probenlagerung (Dauer und Temperatur) und das eigentliche analytische Verfahren.
10.16	Überprüfung der längs geschweißten AL-Folie	Die Überprüfung der Schweißnaht erfolgt nach CIGRE TB 446, <i>Advanced Design of Metal Laminated Coverings: Recommendation for Tests, Guide to Use, Operational Feed Back; 2.1.1.5 Mechanical properties of the welding</i>
10.17	Überprüfung der Kabelkennzeichnung	Die Kennzeichnung des Kabels ist zu überprüfen. Diese sollte der Spezifikation des Auftraggebers entsprechen.
10.18	Aufklartest	An Isoliermischungen, an denen kein Aufklartest durchgeführt werden kann, ist vom Kabelhersteller ein alternatives Verfahren zur Überprüfung auf Unregelmäßigkeiten in der Isolierung und den Grenzflächen zur Leitschicht vorzuschlagen. Unregelmäßigkeiten der Leitschichten und der Isolierung: – Prüfverfahren: HD 605 S2:2008, 2.1.10.2 – Für die P HD 605 S2:2008, 2.1.10.2, Prüfung der äußeren Leitschicht, sind zwei Muster des Isoliersystems mit einer Länge von 50 mm in geeigneter Weise vorzubereiten. – Anforderungen für nadelförmige Unregelmäßigkeiten: • von der inneren Leitschicht in die Isolierung: $\leq 0,04$ mm; • von der äußeren Leitschicht in die Isolierung: $\leq 0,08$ mm; • von der Isolierung in die inneren Leitschicht: $\leq 0,1$ mm; • in der Isolierung: $\leq 0,05$ mm.
11	Auswahlprüfungen an Garnituren	
11.1	Prüfungen an Komponenten	Keine Abweichung zu 11.1 dieser Norm.

Tabelle NC.1 (4 von 8)

Ab-schnitt ^a	Prüfung	Prüfanforderungen ^a
11.2	Prüfungen an vollständigen Garnituren	11.2 dieser Norm wird wie folgt ersetzt: An 4 % aller Garnituren, mindestens jedoch an zwei Garnituren jeden Typs, ist eine Stoßspannungsprüfung nach 10.12 durchzuführen. Nach der Stoßspannungsprüfung ist eine Gleichspannungsprüfung mit negativer Spannung von U_T mit einer Dauer von 48 h bei Raumtemperatur anzulegen. Im Anschluss an die Gleichspannungsprüfung wird eine Zustandsbestimmung nach Tabelle NC.1, 12.4.6 durchgeführt. Hierzu gehört auch die Überprüfung der Abmessungen und der Position der Garnituren-Komponenten. Entsprechend detaillierte Zeichnungen müssen vorgelegt werden. Die Prüfung kann mit der Prüfung nach 10.12 dieser Norm kombiniert werden. Wenn eine Garnitur versagt, sind zwei weitere Prüflinge der gleichen Garniturenbauart aus dem Vertrag zu nehmen und den gleichen Prüfungen zu unterziehen. Wenn beide zusätzlichen Prüflinge die Prüfungen bestehen, gelten die Anforderungen dieser Norm für die anderen Garnituren der gleichen Bauart in diesem Vertrag als erfüllt. Wenn eine versagt, gilt die Prüfung für diese Garniturenbauart aus dem Vertrag als nicht bestanden.
12	Typprüfungen an Kabelsystemen	
12.1	Allgemeines	Zu Ergänzen: An den Garnituren und dem Kabel für die Typprüfung sind die Stückprüfungen nach Abschnitt 9 dieser Norm durchzuführen.
12.4	Elektrische Typprüfungen an vollständigen Kabelsystemen	Keine Abweichung zu 12.4 dieser Norm, jedoch sind die Verweise auf diesen nationalen Anhang zu beziehen.
12.4.2	Prüfungen und Prüfreihenfolge	Es gilt 12.4.2 dieser Norm, mit folgenden Abweichungen bzw. Ergänzungen: Vor der Montage der Garnituren sind Kabelmuster zu entnehmen und die Konzentration von Vernetzungsrestprodukten in der Isolierung ist zu bestimmen. Der ermittelte Wert gilt als Referenzwert für die Auswahlprüfung (Tabelle NC.1, 10.15). Das Prüfverfahren mit den dazugehörigen Anforderungen ist zwischen Hersteller und Kunde zu vereinbaren. a) Biegeprüfung des Kabels (siehe Tabelle NC.1, 12.4.3) mit anschließender Sichtprüfung und Montage der Garnituren; b) Teilentladungsmessung (siehe Tabelle NC.1, 12.4.4); c) Lastwechselprüfung unter Spannung (siehe Tabelle NC.1, 12.4.5); d) überlagerte Schaltstoßspannungsprüfung (siehe Tabelle NC.1, 12.4.6); e) überlagerte Blitzstoßspannungsprüfung (siehe Tabelle NC.1, 12.4.6); f) anschließende Gleichspannungsprüfung (siehe Tabelle NC.1, 12.4.6); g) Prüfungen an der äußeren Schutzhülle von Muffen (siehe Anhang H); h) Zustandsbestimmung des Kabelsystems mit Kabel und Garnituren nach Abschluss der vorgenannten Prüfungen (siehe Tabelle NC.1, 12.4.7); i) der spezifische elektrische Widerstand der Leitschichten des Kabels (siehe Tabelle NC.1, 12.4.8) ist an einer separaten Probe zu messen.
12.4.3	Biegeprüfung	Im Wesentlichen keine Abweichung zu 12.4.3 dieser Norm. Folgende Präzisierung wird zu 12.4.3.2 vorgenommen: Es darf keine Verschlechterung und, im Fall von kombinierten und separaten Konstruktionen, keine Delamination, Falten in der fest mit dem Außenmantel verbundenen Metallfolie, Knicke in den Schirmdrähten mit mehr als 30° Abweichung von der geradlinigen Drahtführung, Knicke in Z-Form oder Kreuzungen der Schirmdrähte geben.

Tabelle NC.1 (5 von 8)

Ab-schnitt ^a	Prüfung	Prüfanforderungen ^a
12.4.4	Teilentladungsmessung mit Wechselfeldspannung	Wenn anwendbar: ANMERKUNG Eine empfindliche Teilentladungsmessung kann eine effiziente Ergänzung der spezifizierten Spannungsprüfungen sein. Durch die Integration von Sensoren in das Kabelsystem kann die Aussagefähigkeit der TE-Messung signifikant erhöht werden. Die Prüfung wird nach der Montage der Garnituren durchgeführt: – Empfindlichkeit 10 pC oder besser (Störpegel ≤ 5 pC); – Prüfspannung $U_{\text{eff}} = 0,6 U_0$. Keine erkennbaren Teilentladungen aus dem Prüfling. Ein Schwellenwert von 27 kV/mm bis 30 kV/mm sollte für einige Isolierungen (nach Angaben des Herstellers) nicht überschritten werden, um eine Schwächung der Isolierung vor der Auslieferung zu vermeiden, die später Fehler im Betrieb verursachen könnte.
12.4.5	Lastwechselprüfung unter Spannung	Keine Abweichung zu 12.4.4 dieser Norm.
12.4.6	Überlagerte Stoßspannungsprüfung	Wie 12.4.5 dieser Norm. Ergänzung zu 12.4.5.2 und 12.4.5.3: Die Stoßspannungsprüfung wird mindestens mit folgenden Spannungspegeln durchgeführt: $U_{P2,S} = 2,1 U_0;$ $U_{P2,O} = 1,2 U_0.$ Ergänzung zu 12.4.5.4: Die Stoßspannungsprüfung wird mindestens mit folgenden Spannungspegeln durchgeführt: $U_{P1} = 2,1 U_0$
12.4.7	Zustandsbestimmung	Keine Abweichung zu 12.4.6 dieser Norm.
12.4.8	Spezifischer elektrischer Widerstand der Leitschichten	Keine Abweichung zu 12.4.7 dieser Norm.
12.5	Nicht-elektrische Typprüfungen an Kabelkomponenten und am vollständigen Kabel	
12.5.1	Allgemeines	Keine Abweichung zu 12.5.1 dieser Norm.
12.5.2	Überprüfung des Kabelaufbaus	Keine Abweichung zu 12.5.2 dieser Norm.
12.5.3	Bestimmung der mechanischen Eigenschaften der Isolierung vor und nach Alterung	Keine Abweichung zu 12.5.3 dieser Norm.
12.5.4	Bestimmung der mechanischen Eigenschaften der Außenmäntel vor und nach der Alterung	Keine Abweichung zu 12.5.4 dieser Norm.

Tabelle NC.1 (6 von 8)

Ab-schnitt ^a	Prüfung	Prüfanforderungen ^a
12.5.5	Alterungsprüfungen an Stücken des vollständigen Kabels zur Überprüfung der Verträglichkeit der Werkstoffe	Keine Abweichung zu 12.5.5 dieser Norm.
12.5.6	Masseverlust bei PVC-Außenmänteln vom Typ ST ₂	Keine Abweichung zu 12.5.6 dieser Norm.
12.5.7	Wärme-Druckbeständigkeit bei Außenmänteln	Keine Abweichung zu 12.5.7 dieser Norm.
12.5.8	Prüfungen an PVC-Außenmänteln (ST ₁ und ST ₂) bei niedrigen Temperaturen	Keine Abweichung zu 12.5.8 dieser Norm.
12.5.9	Wärme-Schockprüfung für PVC-Außenmäntel (ST ₁ und ST ₂)	Keine Abweichung zu 12.5.9 dieser Norm.
12.5.10	Ozonbeständigkeit von EPR-Isolierungen	Keine Abweichung zu 12.5.10 dieser Norm.
12.5.11	Wärmedehnung von EPR- und VPE-Isolierungen	Keine Abweichung zu 12.5.11 dieser Norm.
12.5.12	Messung der Dichte von HDPE-Isolierungen	Keine Abweichung zu 12.5.12 dieser Norm.
12.5.13	Messung des Rußgehalts von schwarzen PE-Außenmänteln (ST ₃ und ST ₇)	Keine Abweichung zu 12.5.13 dieser Norm.
12.5.14	Prüfung des Verhaltens im Brandfall	Keine Abweichung zu 12.5.14 dieser Norm.
12.5.15	Wassereindringprüfung	Keine Abweichung zu 12.5.15 dieser Norm.
13	Präqualifikationsprüfung des Kabelsystems	
13.1	Allgemeines und Geltungsbereich der Präqualifikationsprüfung	Abweichend zu 13.1 dieser Norm gilt: Präqualifikationsprüfungen, die entsprechend CIGRE TB 496 erfolgreich durchgeführt wurden, behalten bis 3 Jahre nach Inkrafttreten dieser Norm ihre Gültigkeit. Die Präqualifikationsprüfungen, bei denen eine abschließende Impulsprüfung auch an den Garnituren durchgeführt wurde, behalten weiterhin ihre Gültigkeit.
13.2	Präqualifikationsprüfung am vollständigen Kabelsystem	
13.2.1	Übersicht über die Präqualifikationsprüfungen	Keine Abweichung zu IEC 62895, 13.2.1
13.2.2	Prüfspannungswerte	Keine Abweichung zu IEC 62895, 13.2.2
13.2.3	Prüfanordnung	Keine Abweichung zu IEC 62895, 13.2.3:
13.2.4	Lastwechselprüfung unter Spannung	Keine Abweichung zu IEC 62895, 13.2.4

Tabelle NC.1 (7 von 8)

Ab-schnitt ^a	Prüfung	Prüfanforderungen ^a
13.2.5	Überlagerte Stoßspannungsprüfung	Ergänzung zu 13.2.5 dieser Norm: Im Anschluss an die Lastwechselprüfung unter Spannung und einer optionalen Ruheperiode ist die überlagerte Schaltstoßspannungsprüfung nach 12.4.5.2 und 12.4.5.3 und Blitzstoßspannungsprüfung nach 12.4.5.4 durchzuführen. Die Reihenfolge der Stoßspannungsbelastung kann wie unter 12.4.5.1 beschrieben variiert werden. Die Schaltstoßspannungsprüfung wird mindestens mit folgenden Spannungspegeln durchgeführt: $U_{P2,S} = 2,1 U_0;$ $U_{P2,O} = 1,2 U_0$ Die Blitzstoßspannungsprüfung wird mindestens mit folgenden Spannungspegeln durchgeführt: $U_{P1} = 2,1 U_0$
13.2.6	Zustandsbestimmung	Keine Abweichung zu 13.2.6 dieser Norm.
13.3	Prüfung für die Erweiterung der Präqualifikation eines Kabelsystems	Keine Abweichung zu 13.3 dieser Norm.
16	Elektrische Prüfungen nach Montage	
16.1	Allgemeines	16.1, Absatz 2 dieser Norm wird ersetzt durch: Da Montagefehler nicht sicher durch Gleichspannungsprüfungen nach 16.3 detektiert werden, sollte nach Möglichkeit eine Wechselspannungsprüfung nach 16.4, eventuell an Teilstücken der Kabelsystems, durchgeführt werden. Die Länge der Teilstücke ist zwischen AG und AN abzustimmen. Am Außenmantel ist eine Gleichspannungsprüfung nach 16.2 empfohlen. Zur Inbetriebnahme sollte auch eine TDR-Messung nach 16.4 sowie die Überprüfung der Polzuordnung erfolgen.
16.2	Gleichspannungsprüfung am Außenmantel	Abweichend zu 16.2 dieser Norm: Die Mantelprüfung ist vor der Hochspannungsprüfung durchzuführen: – Prüfspannung 10 kV DC negative Polarität – Prüfdauer $t = 5$ min
16.3	Hochspannungsprüfung an der Isolierung	
16.3.1	Wechselspannungsprüfung an der Isolierung	Die Prüfung ist vor der Gleichspannungsprüfung nach 16.3.2 durchzuführen: – Prüffrequenz $f = 10$ Hz bis 300 Hz; – Prüfspannung in Anlehnung an DIN IEC 62067 (VDE 0276-2067) (siehe Tabelle NC.2 – Prüfspannungen); – Prüfdauer $t = 60$ min. Ein Schwellenwert von 27 kV/mm bis 30 kV/mm sollte für einige Isolierungen (nach Angaben des Herstellers) nicht überschritten werden, um eine Schwächung der Isolierung vor der Auslieferung zu vermeiden, die später Fehler im Betrieb verursachen könnte.

Tabelle NC.1 (8 von 8)

Ab-schnitt ^a	Prüfung	Prüfanforderungen ^a
16.3.2	Gleichspannungsprüfung an der Isolierung	Keine Abweichung zu 16.3 dieser Norm. ANMERKUNG Eine empfindliche Teilentladungsmessung im Rahmen der Vor-Ort-Prüfungen kann eine effiziente Ergänzung der spezifizierten Spannungsprüfungen sein. Die Vor-Ort-TE-Messung steht deshalb im Mittelpunkt aktueller Entwicklungen. Durch die Integration von Sensoren in das Kabelsystem kann die Aussagefähigkeit der TE-Messung signifikant erhöht werden.
16.4	TDR-Messung	Zur Aufnahme eines Fingerprints der intakten Kabelstrecke im Bezug auf das Reflektionsverhalten eignet sich die TDR-Messung.
^a Nach IEC 62895:2017 (siehe Übernahme des IEC-Textes ab Seite 19), wenn nicht anders angegeben.		

Tabelle NC.2 – Prüfspannungen

1	2	3	4	5	6	7 ^a	8	9
Nennspannung U_0	$U_T = 1,85 U_0$	$U_{TP1} = 1,45 U_0$	$U_{TP2} = 1,25 U_0$	$U_{P1} = 2,1 U_0$	$U_{p2,S} = 2,1 U_0$	$U_{p2,O} = 1,2 U_0$	Spannungsprüfung, Stückprüfung mit AC $U_{eff} = 0,85 U_0$	Spannungsprüfung nach der Montage mit AC Mindestwerte in Anlehnung an DIN IEC 62067 (VDE 0276-2067):2013-08, Tabelle 4, Spalte 11
kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV
150	278	218	188	315	315	180	128	90
320	592	464	400	672	672	384	272	180
525	972	761	656	1102	1102	600	446	260
^a Der Spannungsfaktor zu $U_{p2,O}$ ist ein Wert aus realisierten Projekten und dient, soweit nichts Weiteres festgelegt wird, zur Orientierung.								

**Kabel zur Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) –
Kabel mit extrudierter Isolierung und ihre Garnituren für Nennspannungen
bis 320 kV für Anwendungen an Land –
Prüfverfahren und Anforderungen**

Einleitung

In Folge bedeutender Entwicklungen bei Kabelsystemen mit extrudierter Isolierung für Hochspannungs-Gleichstromanwendungen hat das CIGRE-Studienkomitee B1 im Jahr 2008 die Arbeitsgruppe (WG) B1.32 eingerichtet. Der Auftrag an WG B1.32 bestand darin, Empfehlungen zur Prüfung von Gleichspannungskabelsystemen mit extrudierter Isolierung für die Energieübertragung mit Nennspannungen bis 500 kV zu erarbeiten.

Die Empfehlungen der WG B1.32 wurden in der Technischen Broschüre 496 im April 2012 veröffentlicht. Zum Zeitpunkt der Vorbereitung dieser Empfehlung waren Laborerfahrungen mit Nennspannungen bis einschließlich 500 kV vorhanden. Betriebserfahrungen waren auf 200 kV begrenzt. Zum Zeitpunkt der Vorbereitung dieser Norm werden mehrere Projekte mit Nennspannungen bis 320 kV durchgeführt. Viele weitere Projekte sind für die nahe Zukunft geplant.

Eine Liste der maßgeblichen Quellen ist in „[Literaturhinweise](#)“ enthalten.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Prüfverfahren für und Anforderungen an Kabel zur HVDC-Übertragung mit extrudierter Isolierung und ihre Garnituren für feste Installationen an Land für Nennspannungen bis einschließlich 320 kV fest.

Innerhalb des Anwendungsbereichs dieser Norm bedeutet „extrudierte Isolierung“, dass die Isolierung durch einen Extrusionsvorgang hergestellt wurde und entweder thermoplastisches (z. B. Polyethylen, ...) oder vernetztes (z. B. vernetztes Polyethylen, Ethylen-Propylen-Kautschuk, ...) Material ist. Der Werkstoff kann entweder rein oder gefüllt sein (z. B. mineralische Füllung oder mit Kohlenstoff gefüllt).

Die Anforderungen gelten für einadrige Kabel in Verbindung mit ihren Garnituren, Freiluft- und GIS-Endverschlüssen, Muffen und asymmetrischen Muffen für die üblichen Verlege- und Betriebsbedingungen. Sie gelten nicht für Spezialkabel und ihre Garnituren, wie zum Beispiel Seekabel. Für diese Kabel kann es notwendig sein, Änderungen an den Prüfnormen vorzunehmen oder spezielle Prüfbedingungen festzulegen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60060-2, *High-voltage test techniques – Part 2: Measuring systems*

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

IEC 60229, *Electric cables – Tests on extruded oversheaths with a special protective function*

IEC 60230, *Impulse tests on cables and their accessories*

IEC 60287-1-1:2006, *Electric cables – Calculation of the current rating – Part 1-1: Current rating equations (100 % load factor) and calculation of losses – General IEC 60287-1-1:2006/AMD1:2014*

IEC 60332-1-2, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Procedure for 1 kW premixed flame*

IEC 60502-2:2014, *Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)*

IEC 60502-4, *Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Part 4: Test requirements on accessories for cables with rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)*

IEC 60811-201, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 201: General tests – Measurement of insulation thickness*

IEC 60811-202, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 202: General tests – Measurement of thickness of non-metallic sheath*

IEC 60811-203, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 203: General tests – Measurement of overall dimensions*

IEC 60811-401, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 401: Miscellaneous tests – Thermal ageing methods – Ageing in an air oven*

IEC 60811-403, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 403: Miscellaneous tests – Ozone resistance test on cross-linked compounds*

IEC 60811-409, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 409: Miscellaneous tests – Loss of mass test for thermoplastic insulations and sheaths*

IEC 60811-412, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 412: Miscellaneous tests – Thermal ageing methods – Ageing in an air bomb*

IEC 60811-501, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 501: Mechanical tests – Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds*

IEC 60811-505, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 505: Mechanical tests – Elongation at low temperature for insulations and sheaths*

IEC 60811-506, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 506: Mechanical tests – Impact test at low temperature for insulations and sheaths*

IEC 60811-507, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 507: Mechanical tests – Hot set test for cross-linked materials*

IEC 60811-508, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 508: Mechanical tests – Pressure test at high temperature for insulation and sheaths*

IEC 60811-509, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 509: Mechanical tests – Test for resistance of insulations and sheaths to cracking (heat shock test)*

IEC 60811-605, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 605: Physical tests – Measurement of carbon black and/or mineral filler in polyethylene compounds*

IEC 60811-606, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 606: Physical tests – Methods for determining the density*

IEC 62067, *Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150 kV ($U_m = 170$ kV) up to 500 kV ($U_m = 550$ kV) – Test methods and requirements*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Begriffe für Abmessungswerte (Dicke, Querschnitte usw.)

3.1.1

Nennwert

Wert, durch den eine Größe beschrieben und der häufig in Tabellen verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Allgemeinen werden von Nennwerten in dieser Norm Werte abgeleitet, die durch Messung unter Berücksichtigung festgelegter Toleranzen überprüft werden.

3.1.2

Medianwert

wenn einige Prüfergebnisse vorliegen und in steigender (oder fallender) Reihenfolge angeordnet sind, der mittlere Wert, wenn die Anzahl der vorliegenden Werte ungeradzahlig ist, und der Mittelwert der beiden mittleren Werte, wenn die Anzahl geradzahlig ist

3.2 Begriffe bezüglich Prüfungen

3.2.1

Stückprüfung

Prüfung, die vom Hersteller an jeder gefertigten Komponente (Kabellänge oder Garnitur) durchgeführt wird, um zu überprüfen, ob die Komponente die festgelegten Anforderungen erfüllt

3.2.2

Auswahlprüfung

Prüfung, die vom Hersteller an Prüflingen des kompletten Kabels oder an Komponenten, die dem kompletten Kabel oder der Garnitur in einer bestimmten Häufigkeit entnommen wurden, durchgeführt wird, um sicherzustellen, dass das fertige Produkt die festgelegten Anforderungen erfüllt

3.2.3

Typprüfung

Prüfung, die vor der Einführung auf allgemeiner kommerzieller Basis eines von dieser Norm abgedeckten Kabelsystemtyps durchgeführt wird, um nachzuweisen, dass die Leistungsdaten in zufriedenstellender Weise erfüllt sind und auf die vorgesehene Anwendung zutreffen

Anmerkung 1 zum Begriff: Nach einmaligem erfolgreichen Abschluss müssen diese Prüfungen nicht wiederholt werden, es sein denn, es wurden Änderungen am Kabel oder an der Garnitur im Hinblick auf Werkstoffe, Herstellungsprozess, Konstruktion oder den Auslegungsfeldstärkebenen vorgenommen, die die Leistungsdaten nachteilig verändern können.

3.2.4

Präqualifikationsprüfung

PQ-Prüfung

Prüfung, die vor der Einführung auf allgemeiner kommerzieller Basis eines von dieser Norm abgedeckten Kabelsystemtyps durchgeführt wird, um die zufriedenstellende langfristige Gebrauchstauglichkeit des kompletten Kabelsystems nachzuweisen

Anmerkung 1 zum Begriff: Nach einmaligem erfolgreichen Abschluss muss die Präqualifikationsprüfung nicht wiederholt werden, es sein denn, es wurden wesentliche Änderungen am Kabelsystem im Hinblick auf Werkstoffe, Herstellungsprozess, Konstruktion oder den konstruktionsbedingten Feldstärkebenen vorgenommen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Eine wesentliche Änderung ist definiert als eine solche Änderung, die die Leistungsdaten des Kabelsystems nachteilig beeinflussen könnte. Der Lieferant sollte eine ausführliche Dokumentation, inklusive Prüfnachweisen, vorlegen, um zu belegen, dass durchgeführte Änderungen nicht zu einer wesentlichen Änderung des Kabelsystems führen.

3.2.5

elektrische Prüfung nach Montage

Prüfung, die durchgeführt wird, um die Unversehrtheit des Kabelsystems nach Montage nachzuweisen

3.2.6

Entwicklungsprüfung

Prüfung, die an Prüflingen durchgeführt wird, um die Eigenschaften und die Leistungsdaten von Kabelsystemelementen oder bestimmten Werkstoffen und Werkstoffkombinationen zu bestimmen

3.3 Weitere Begriffe

3.3.1

Kabelsystem

Kabel mit montierten Garnituren, einschließlich Komponenten für die thermomechanische Zurückhaltung von Systemen, beschränkt auf diese, die für Endverschlüsse und Muffen verwendet werden

3.3.2

Nennwert der Feldstärke

Feldstärke, die mit Nennmaßen und konstanten Werkstoffeigenschaften bei U_0 berechnet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 4.1.

3.3.3

Prüfobjekt

Objekt (Kabellänge oder Garnitur), welches Prüfungen unterzogen wird

3.3.4

Rückführkabel

normalerweise ein Nieder-/Mittelspannungs-Gleichstrom-Kabel für den Rückstrom bei monopolarer Betrieb von HVDC-Systemen

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Rückführkabel kann entweder über die gesamte Länge zwischen den Umrichtern oder nur für Teilstrecken zwischen einem Umrichter und einer Elektrodenstation installiert werden.

3.3.5

Übertragungskabel

Hochspannungskabel einer monopolarer oder bipolarer Anlage, das mit dem Hochspannungsanschluss der Gleichspannungsseite des Umrichters verbunden ist

3.3.6

Prüfschleife

Kabelschleife aus einer Kombination von in Serie geschalteten Prüfobjekten, die gleichzeitig geprüft werden

SIEHE: [Bild 1](#).

3.3.7

netzgeführter Umrichter

LCC

(en: line commutated converter)

Umrichtersystem, welches die Spannungspolarität des Kabelsystems zu wechseln, wenn die Richtung des Energieflusses umgekehrt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe IEC 60633.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Anmerkung 2 betrifft nur die französische Sprachfassung.

3.3.8

spannungsgeführter Umrichter

VSC

(en: voltage source converter)

Umrichtersystem, welches die Spannungspolarität des Kabelsystems nicht wechselt, wenn die Richtung des Energieflusses umgekehrt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Anmerkung 1 betrifft nur die französische Sprachfassung.

3.3.9

extrudierte Länge

Länge des Kabelleiters zusammen mit der Isolierung und den Halbleiterschichten, die kontinuierlich im selben ununterbrochenen Prozess extrudiert wurde

3.3.10

Fertigungslänge

gesamte extrudierte Länge (oder Teile davon, falls diese geschnitten wurde), zu der Konstruktionselemente (außerhalb der äußeren Halbleiterschicht) hinzugefügt wurden

3.3.11

Lieferlänge

üblicherweise die vollständige Kabellänge auf einer Kabeltrommel

3.3.12

Montagemuffe

Muffe zwischen zwei Kabellängen, die vollständig mit allen Konstruktionselementen fertiggestellt ist und sich im Einbauszustand im aktuellen Kabelsystem befindet