

Starkstromkabel-Garnituren
mit Nennspannungen U bis 30 kV (U_m bis 36 kV)
Anforderungen und Prüfverfahren

DIN
VDE 0278
Teil 1

Diese auch vom Vorstand des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. genehmigte Norm ist damit zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter obenstehender Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.

Power cable accessories
with nominal voltages U up to 30 kV (U_m up to 36 kV);
Requirements and test methods

Ersatz für
DIN 57278 Teil 1/
VDE 0278 Teil 1/06.80
und
DIN 57278 Teil 100/
VDE 0278 Teil 100/10.82

Für den Anwendungsbereich dieser Norm bestehen keine entsprechenden regionalen oder internationalen Normen.

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. Februar 1991.

Norm-Inhalt war veröffentlicht als Entwurf DIN VDE 0278 Teil 1/10.89.

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	2
2 Anforderungen	2
3 Prüfverfahren	2
Zitierte Normen	9
Weitere Normen	9
Änderungen	11

Fortsetzung Seite 2 bis 11

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

1 Anwendungsbereich

1.1 Diese Norm gilt für Anforderungen und Prüfverfahren für Starkstromkabel-Garnituren mit Nennspannungen bis 30 kV ($U_m \leq 36$ kV).

Sie gilt jedoch nicht für Kabelgarnituren nach DIN VDE 0256, DIN VDE 0257, DIN VDE 0258. Sie gilt auch nicht für Leitungsgarnituren für den Bergbau unter Tage; hierfür gilt DIN VDE 0279.

1.2 Zur Beurteilung der speziellen Garnitur gehört als Bestandteil dieser Norm zusätzlich je nach Garnitur:

- DIN VDE 0278 Teil 2 Muffen über 1 kV ($U_m > 1,1$ kV)
- DIN VDE 0278 Teil 3 Muffen 1 kV ($U_m = 1,1$ kV)
- DIN VDE 0278 Teil 4 Endverschlüsse für Innenraumanlagen über 1 kV ($U_m > 1,1$ kV)
- DIN VDE 0278 Teil 5 Endverschlüsse für Freiluftanlagen über 1 kV ($U_m > 1,1$ kV)
- DIN VDE 0278 Teil 6 Steckbare oder schraubbare, gekapselte Kabelanschlüsse über 1 kV ($U_m > 1,1$ kV)

2 Anforderungen

2.1 Anforderungswerte

Die Anforderungswerte sind in DIN VDE 0278 Teil 2 bis Teil 6 festgelegt. Der Nachweis wird durch Typprüfungen geführt.

2.2 Strombelastbarkeit

Die Strombelastbarkeit der Garnituren nach DIN VDE 0278 Teil 2, Teil 4 und Teil 5 muß der Strombelastbarkeit der zugehörigen Kabel entsprechen.

2.3 Besondere Bauelemente

Klemmen und Verbinder müssen den jeweiligen Anforderungen von DIN VDE 0220 Teil 1, Teil 2 oder Teil 3 entsprechen.

Vergußmassen müssen DIN VDE 0291 Teil 1 und Gießharzmassen DIN VDE 0291 Teil 2 entsprechen.

2.4 Kennzeichnung auf der Garnitur

Auf der Garnitur sind dauerhaft sichtbar anzubringen:

- Ursprungszeichen oder Name des Herstellers,
- Kurzzeichen der Kabelgarnitur,
- DIN-Zeichen bei DIN-Bauteilen.

2.5 Kennzeichnung auf der Verpackung

Auf der Verpackung sind sichtbar anzubringen:

- a) Ursprungszeichen oder Name des Herstellers
- b) Kurzzeichen der Kabelgarnitur
- c) Nennspannung U und Bemessungsspannung U_m in Klammern
- d) Leiterquerschnittsbereich
- e) bei begrenzter Lagerfähigkeit die Angabe „verwendbar bis ...“
- f) Verpackungsdatum

Bei Lieferung ohne Verpackung sind die Angaben nach den Aufzählungen c) bis e) auf der Garnitur sichtbar anzubringen.

2.6 Montageanleitung

Zu jeder Kabelgarnitur gehört eine Montageanleitung mit folgenden Angaben:

- a) Ursprungszeichen oder Name des Herstellers
 - b) Kurzzeichen der Kabelgarnitur
 - c) Montagebeschreibung und bildliche Darstellung mit den notwendigen Maßen
 - d) Nennspannung U und Bemessungsspannung U_m in Klammern
 - e) Kabelbauart und Leiterquerschnittsbereich
- Folgende Angaben sind entweder auf der Montageanleitung oder auf dem Beipackzettel aufzuführen:
- f) Verwendung, z.B. Innenraumanlage, Freiluftanlage, Normalausführung oder hochstromfeste Ausführung mit Angabe des zulässigen Stoßkurzschlußstromes
 - g) die zur Kabelgarnitur gehörenden Bauteile

3 Prüfverfahren

3.1 Wechsellspannungsprüfung

Prüfung nach DIN VDE 0472 Teil 508, Schaltungen für die jeweilige Kabelbauart. Endverschlüsse für Freiluftanlagen werden unter Beregnung nach DIN VDE 0432 Teil 1 geprüft.

3.2 Gleichspannungsprüfung

Prüfung nach DIN VDE 0472 Teil 508, Schaltungen für die jeweilige Kabelbauart. Staubablagerungen an Endverschlüssen sind aus Gründen reproduzierbarer Ergebnisse zu entfernen.

3.3 Blitzstoßspannungsprüfung

Prüfung nach DIN VDE 0472 Teil 511, Schaltungen für die jeweilige Kabelbauart nach DIN VDE 0472 Teil 508. Abweichend von DIN VDE 0472 Teil 511 wird entsprechend den Prüfreiheiten in DIN VDE 0278 Teil 2 bis Teil 6 anschließend eine Dauerwechsellspannungsprüfung oder eine Gleichspannungsprüfung durchgeführt. Staubablagerungen an Endverschlüssen sind aus Gründen reproduzierbarer Ergebnisse zu entfernen.

3.4 Lastwechselprüfung

Die Prüfstrecke wird mit der festgelegten Anzahl von Lastwechseln belastet. Jeder Lastwechsel hat eine fünfständige Heiz- und eine dreistündige stromlose Abkühldauer. Die Heizströme für die Prüfstrecken sind aus den Strombelastbarkeitswerten für 30 °C nach DIN VDE 0298 Teil 2 unter Berücksichtigung der Umrechnungsfaktoren der Tabelle 1 zu ermitteln. Es sind die Werte für die Verlegung frei in Luft anzuwenden. Bei einadrigen Kabeln gilt die gebündelte Verlegeanordnung. Der ermittelte Heizstrom wird eingestellt, am Ende der Heizdauer des 1. Lastwechsels nachgestellt und im weiteren Prüfungsverlauf nicht mehr verändert. Die Prüfung wird bei Umgebungstemperaturen von 10 bis 30 °C durchgeführt.

Schaltungen der Heizstromkreise:

- a) Die Leiter werden in Reihe geschaltet und mit Einphasenwechselstrom geheizt. Bei vieradrigen Kabeln, bei denen zur Vermeidung der Magnetisierungsverluste alle 4 Leiter geheizt werden, ist der Umrechnungsfaktor aus Tabelle 1 mit dem Faktor 0,87 zu multiplizieren.
- b) Die Leiter werden mit Dreiphasen Wechselstrom geheizt.
- c) Die Leiter werden in drei getrennten Heizstromkreisen mit Einphasenwechselströmen geheizt. Diese müssen bei Kabeln mit ferromagnetischer Bewehrung phasensymmetrisch zu einem Dreiphasen-Wechselstrom geschaltet sein.

3.5 Dauerwechselspannungsprüfung mit Lastwechseln

Bei einer dauernd angelegten Prüfwechselspannung wird die Prüfstrecke mit der festgelegten Anzahl von Lastwechseln belastet. Für die Lastwechsel in dieser Prüfung gelten die entsprechenden Angaben von Abschnitt 3.4 Lastwechselprüfung.

Schaltungen der Heizstromkreise:

- Die Leiter einadriger Kabel werden mit induziertem Einphasenwechselstrom (49 bis 61 Hz) geheizt.
- Die Leiter dreiadriger Kabel mit einzeln geschirmten Adern ohne ferromagnetische Bewehrung und mit nicht ferromagnetischem Garniturengehäuse werden entweder mit induziertem Einphasenwechselstrom (49 bis 61 Hz) bei in Reihe geschalteten Leitern oder mit induziertem Dreiphasen-Wechselstrom (49 bis 61 Hz) geheizt.

- Die Leiter dreiadriger Kabel ohne ferromagnetische Bewehrung und mit ferromagnetischem Garniturengehäuse werden mit induziertem Dreiphasen-Wechselstrom (49 bis 61 Hz) bei phasensymmetrischer Schaltung geheizt.
- Die Leiter dreiadriger Kabel mit/ohne ferromagnetischer Bewehrung und/oder ferromagnetischem Garniturengehäuse werden mit induziertem Dreiphasen-Wechselstrom (49 bis 61 Hz) bei phasensymmetrischer Schaltung geheizt.

Die Dauerwechselspannungsprüfung wird mit einer Wechselspannungsquelle in den Schaltungen nach DIN VDE 0472 Teil 508 durchgeführt.

Schaltungen der Wechselspannungszuführung:

- Bei einadrigen Kabeln und dreiadrigen Kabeln mit einzeln geschirmten Adern wird die Dauerwechselspannung als Einphasenwechselspannung zwischen

Tabelle 1. Umrechnungsfaktoren zur Ermittlung des Heizstromes bei den Garniturenprüfungen

Kabelart	Nennspannung U_0/U des Kabels kV	Kabel-Norm	Leitertemperatur bei Lastwechsel- prüfung °C ¹⁾	Umrechnungsfaktor ²⁾	
VPE ³⁾ -Kabel, einadrig	6/10 bis 18/30	DIN VDE 0273	95	1,33	
PVC-Kabel, einadrig	0,6/1 3,6/6 und 6/10	DIN VDE 0271	75	1,48 1,41	
VPE ³⁾ -Kabel mehradrig	0,6/1	DIN VDE 0272	95	1,09	
VPE ³⁾ -Kabel mehradrig	6/10	DIN VDE 0273	95	1,09	
PVC-Kabel, mehradrig	0,6/1 bis 6/10	DIN VDE 0271	75	1,13	
Massekabel, einadrig und Einzeladern von Dreimantel- kabeln	0,6/1 3,6/6 6/10 12/20 18/30	DIN VDE 0255	85 85 75 70 65	Pb-Mantel 1,38 1,35 1,38 1,36 1,36	Al-Mantel 1,39 1,37 1,40 1,39 1,39
Massekabel, mehradrig Gürtelkabel	0,6/1 und 3,6/6 6/10	DIN VDE 0255	85 70	1,11 1,15	
Dreimantelkabel und H-Kabel	3,6/6 6/10 12/20 18/30	DIN VDE 0255	85 75 70 65	1,11 1,13 1,15 1,17	

1) Die Werte ergeben sich aus der zulässigen Betriebstemperatur nach DIN VDE 0298 Teil 2 zuzüglich 5 K, jedoch bezogen auf Umgebungstemperatur von 23 °C.

2) Die für 23 °C ermittelten Umrechnungsfaktoren werden für den gesamten Bereich der Umgebungstemperatur von 10 bis 30 °C angewendet.

3) Nach DIN 7728 Teil 1/01.88 neues Kurzzeichen: PE-X

Leiter(n) und Schirm(en) bzw. Metallmantel (-mänteln) angelegt.

- b) Bei Kabeln mit nicht einzeln geschirmten Adern, z.B. bei Gürtelkabeln, wird abweichend von DIN VDE 0472 Teil 508 die Dauerwechselspannung als Dreiphasen-Wechselspannung zwischen den Leitern angelegt. Metallmantel, Schirm oder Bewehrung werden geerdet.

3.6 Teilentladungsprüfung an Garnituren für kunststoffisolierte Kabel ≥ 10 kV

3.6.1 Allgemeines

Die Teilentladungsprüfung wird an jeder Ader der Prüfstrecke vorgenommen, wobei die Spannung jeweils zwischen Leiter und Schirm angelegt wird.

3.6.2 Prüfeinrichtungen und Prüfverfahren

Prüfung nach DIN VDE 0472 Teil 513. Kalibriert wird mit 5 pC.

3.7 Prüfung der thermischen Kurzschlußfestigkeit

Die Prüfstrecke wird bei Umgebungstemperaturen von 10 bis 30 °C mit dem festgelegten thermisch gleichwertigen Kurzschlußstrom oder einem Gleichstrom, dessen Größe dem Effektivwert des thermisch gleichwertigen Kurzschlußstromes entspricht, belastet. Die Mindestdauer des Kurzschlußstromes beträgt 1 s. Die Höhe des Kurzschlußstromes für diese Dauer ist in Tabelle 2 angegeben.

Die Kurzschlußdauer darf höchstens 5 s betragen.

Die thermisch gleichwertigen Kurzschlußströme I_{th} für eine Zeit T_K werden wie folgt ermittelt:

$$I_{th} = \frac{I_{th1}}{\sqrt{T_K/T_1}} \quad (1)$$

Darin bedeuten:

I_{th} thermisch gleichwertiger Kurzschlußstrom in kA

I_{th1} thermisch gleichwertiger Kurzschlußstrom in kA von 1 s Stromflußdauer

T_h Kurzschlußdauer in s

T_1 Kurzschlußdauer 1 s

An die Prüfstrecke wird nur die zur Erzielung des Kurzschlußstromes notwendige Spannung gelegt.

Jeder Leiter der Prüfstrecke wird der thermischen Kurzschlußprüfung mit der in DIN VDE 0278 Teil 2, Teil 4, Teil 5 und Teil 6 festgelegten Anzahl der Kurzschlüsse unterzogen. Vor jeder Beanspruchung muß die Prüfstrecke auf Raumtemperatur abgekühlt sein.

Die Prüfung wird mit Einphasenwechselstrom, Gleichstrom oder mit Dreiphasen-Wechselstrom durchgeführt, d.h., auch Garnituren für dreiadrig Kabel dürfen mit Einphasenwechselstrom oder Gleichstrom geprüft werden.

3.8 Prüfung der mechanischen Kurzschlußfestigkeit

Die Prüfstrecke wird bei Umgebungstemperatur von 10 bis 30 °C mit einem Stoßkurzschlußstrom einmal belastet. Die Dauer des Prüfstromes ist so zu wählen, daß mindestens eine Halbwelle erfaßt wird. Die Höhe des Prüfstromes wird oszillographisch nachgewiesen. An die Prüfstrecke wird nur die zur Erzielung des Kurzschlußstromes notwendige Spannung gelegt.

Garnituren für einadrige Kabel werden mit Einphasenwechselstrom, Garnituren für dreiadrig Kabel mit Dreiphasen-Wechselstrom geprüft.

3.9 Prüfung von Endverschlüssen für Innenraumanlagen unter Feuchteinfluß

3.9.1 Prüfeinrichtungen

- Wechselspannungsquelle für Einphasenwechselspannung oder Dreiphasen-Wechselspannung, die den Anforderungen nach DIN VDE 0432 Teil 2 genügt. Bei hochspannungsseitiger Belastung der Wechselspannungsquelle gegen Erde mit ohmscher Last darf bei einem Strom von 250 mA und 50 Hz die Spannungsabsenkung bei der Prüfspannung nicht größer als 5 % sein.
- Überstrom-Auslöseeinrichtung, die wahlweise an folgenden Stellen eingebaut wird:
 - a) in der Erdleitung jeder Prüfstrecke
 - b) in der gemeinsamen Erdleitung der Prüfstrecken für eine Typprüfung
 - c) in der Niederspannungseinspeisung der Wechselspannungsquelle

Für die jeweilige Anordnung ist nachzuweisen, daß bei einem Strom von 1 A $\pm$ 0,1 A in der Erdleitung jeder Prüfstrecke die Prüfanlage abgeschaltet wird. Die Gesamt-Auslösezeit muß 50 bis 250 ms betragen.

- Geschlossene Prüfkammer mit einer Höhe $\leq 2,5$ m. Durch geeignete Mittel (z.B. schräges Dach) muß verhindert werden, daß Tropfwasser auf die Endverschlüsse fällt.

Zur Herstellung des Nebels dienen Wasserzerstäuber mit konstanter Sprühleistung und Tröpfchengröße von 5 bis 10 μ m (z.B. Turbosprayer).

Tabelle 2. Thermisch gleichwertige 1-s-Kurzschlußströme in kA für die Erwärmung von Umgebungstemperatur auf Kurzschluß-Leiter-Endtemperatur

Kabelart	Kurzschluß-Leiter-Endtemperatur °C	Thermisch gleichwertiger 1-s-Kurzschlußstrom in kA ¹⁾													
		Cu-Leiterquerschnitt mm ²								Al-Leiterquerschnitt mm ²					
		50	95	120	150	185	300	500	70	120	150	185	300	400	
VPE ²⁾ -Kabel	250	9,0	17,1	21,6	27,0	33,2	54,0	89,8	8,3	14,3	17,8	22,0	35,6	47,5	
PVC-Kabel ≤ 300 mm ²	160	—	—	17,7	22,1	27,4	—	—	—	11,7	14,7	18,1	—	—	
Massekabel ≤ 20 kV	170	—	—	18,2	22,8	28,1	—	—	—	12,1	15,1	18,6	—	—	
30 kV	150	—	—	17,2	21,5	26,5	—	—	—	11,4	14,2	17,5	—	—	

¹⁾ Die Werte sind für 23 °C Leitertemperatur zu Beginn des Kurzschlusses ermittelt worden und gelten für Umgebungstemperaturen von 10 bis 30 °C.

²⁾ Nach DIN 7728 Teil 1/01.88 neues Kurzzeichen: PE-X.