

Kabel mit Isolierung und Mantel aus thermoplastischem PVC mit Nennspannungen bis 6/10 kV

DIN
VDE 0271

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.

PVC-insulated cables with nominal voltages
up to and including 6/10 kV

Ersatz für VDE 0271/03.69x
und DIN 57271 A3/
VDE 0271 A3/10.81
Siehe jedoch Übergangsfrist!

VDE 0271 a/02.76 ist zurückgezogen und ersetzt durch DIN 57298 Teil 2/VDE 0298 Teil 2/11.79.

VDE 0271 b/09.75 ist eingearbeitet in DIN 57271 A3/VDE 0271 A3/10.81.

Der Entwurf DIN 57271 A1/VDE 0271 A1/01.84 ist eingearbeitet.

Zusammenhang mit der von International Electrotechnical Commission (IEC) herausgegebenen Internationalen Norm IEC 502 (1983) „Extruded solid dielectric insulated power cables for rated voltages from 1 kV up to 30 kV“ und IEC 540 (1982) „Test methods for insulations and sheaths of electric cables and cords (elastomeric and thermoplastic compounds)“ siehe Erläuterungen.

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. Juni 1986.

VDE 0271/03.69x und DIN 57271 A3/VDE 0271 A3/10.81 gelten noch bis zum 30. November 1986.

Fortsetzung Seite 2 bis 22

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	2	5.10 Mantel	7
2 Begriffe	2	5.11 Außendurchmesser	7
3 Kurzzeichen	2	6 Prüfung	7
4 Zulässige Bauarten	3	6.1 Allgemeines	7
5 Anforderungen	4	6.2 Prüfbedingungen	7
5.1 Leiter	4	6.3 Stückprüfung	8
5.2 Innere Leitschicht	4	6.4 Auswahlprüfung	8
5.3 Isolierhülle	4	6.5 Typprüfung (elektrische Eigenschaften)	8
5.4 Äußere Leitschicht	4	6.6 Typprüfung (nichtelektrische Eigenschaften)	8
5.5 Verseilung	5	6.7 Prüfung an Kabelanlagen	8
5.6 Gemeinsame Aderumhüllung	5	7 Verwendung	14
5.7 Konzentrischer Leiter	5	8 Strombelastbarkeit	14
5.8 Schirm	6	9 Kennzeichnung	14
5.9 Innere Schutzhülle und Bewehrung	7	10 Vorzugstypen	15

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Kabel mit Isolierung und Mantel aus thermoplastischem Polyvinylchlorid (PVC) für Starkstromanlagen mit Nennspannungen $U_0/U = 0,6/1$ kV, 3,6/6 kV und 6/10 kV.

2 Begriffe

Eine Norm für Begriffe über Kabel und isolierte Leitungen ist in Vorbereitung.

3 Kurzzeichen

3.1 Bauartkurzzeichen und Kurzzeichen für Leiterform und -art nach DIN VDE 0298 Teil 1

3.2 Kurzzeichen für Außenleiter geringeren Querschnitts, konzentrische Leiter, Schirme, zusätzliche Ader.

3.2.1 Der Nennquerschnitt eines isolierten im Verzeilverband mit den Außenleitern liegenden Leiters geringeren Querschnitts nach Tabelle 2 wird hinter einem Schrägstrich im Anschluß an den Nennquerschnitt der Außenleiter angegeben, wobei die Leiterform und -art durch das Kurzzeichen hinter dem jeweiligen Nennquerschnitt gekennzeichnet wird, z.B.

NYJ-J 3 × 50 SM/25 RM 0,6/1 kV,
NYJ-J 3 × 95 SM/50 SM 0,6/1 kV.

3.2.2 Der Nennquerschnitt eines konzentrischen Leiters wird hinter einem Schrägstrich im Anschluß an das Kurzzeichen für die Außenleiter angegeben, z.B.

NYCWY 3 × 150 SM/70 0,6/1 kV,
NAYCWY3 × 150 SE/70 0,6/1 kV.

3.2.3 Liegt, wie bei Kabeln für den Bergbau unter Tage, der konzentrische Leiter gleichmäßig aufgeteilt über den drei Adern, so wird hinter einem Schrägstrich im Anschluß an das Kurzzeichen für die Außenleiter der Nennquerschnitt des gesamten konzentrischen Leiters angegeben, z.B.

NYCEYFGY 3 × 150 RM/70 3,6/6 kV.

3.2.4 Der Nennquerschnitt des Schirmes oder der Summe der Einzelschirme wird hinter einem Schrägstrich im Anschluß an das Kurzzeichen für die Außenleiter angegeben, z.B.

NYSEY 3 × 95 RM/16 6/10 kV.

3.2.5 Bei Bewehrungen, die als Schirm dienen, entfällt die Querschnittsangabe, z.B.

NYFGY 3 × 70 SM 3,6/6 kV.

3.2.6 Liegt bei Kabeln $U_0/U = 0,6/1$ kV in einem Außenzwickel eine zusätzliche Ader mit dem Nennquerschnitt 1,5 mm² rund, eindrätig, so wird diese im Anschluß an das Leiterkurzzeichen durch Einfügen der Zeichen „+ 1 × 1,5 RE“ gekennzeichnet, z.B.

NYJ-J 4 × 120 SM + 1 × 1,5 RE 0,6/1 kV

für ein vieradriges Kabel mit mehrdrätigen Sektorleitern aus Kupfer von 120 mm² Nennquerschnitt, einer zusätzlichen Ader aus einem Kupferleiter von 1,5 mm² Nennquerschnitt in einem Außenzwickel, Isolierung und Mantel aus PVC.

3.3 Beispiele

3.3.1 NYJ-J 4 × 70 SM 0,6/1 kV

Kabel nach Norm (N), Isolierung aus PVC (Y), Mantel aus PVC (Y), mit grün-gelb gekennzeichnete Ader (-J), vieradrig mit Leiternennquerschnitt 70 mm² (4 × 70), Sektorleiter (S), mehrdrätig (M), Nennspannung $U_0/U = 0,6/1$ kV (0,6/1 kV).

3.3.2 NYJ-J 12 × 1,5 RE 0,6/1 kV

Kabel nach Norm (N), Isolierung aus PVC (Y), Mantel aus PVC (Y), mit grün-gelb gekennzeichnete Ader (-J), zwölfadrig mit Leiternennquerschnitt 1,5 mm² (12 × 1,5), Rundleiter (R), eindrätig (E), Nennspannung $U_0/U = 0,6/1$ kV (0,6/1 kV).

3.3.3 NYCWY 3 × 120 SM/70 0,6/1 kV

Kabel nach Norm (N), Isolierung aus PVC (Y), konzentrischer, wellenförmig aufgebracht Leiter (CW), Mantel aus PVC (Y), dreiadrig mit Leiternennquerschnitt 120 mm² (3 × 120), Sektorleiter (S), mehrdrätig (M), konzentrischer Leiter mit Nennquerschnitt 70 mm² (/70), Nennspannung $U_0/U = 0,6/1$ kV (0,6/1 kV).

3.3.4 NYCYFGY 3 × 150 SM/70 3,6/6 kV

Kabel nach Norm (N), Isolierung aus PVC (Y), konzentrischer Leiter (C), innere Schutzhülle aus PVC (Y), Stahlflachdrahtbewehrung mit Gegenwendel (FG), Mantel aus PVC (Y), dreiadrig mit Leiternennquerschnitt 150 mm² (3 × 150), Sektorleiter (S), mehrdrätig (M) konzentrischer Leiter mit Nennquerschnitt 70 mm² (/70), Nennspannung $U_0/U = 3,6/6$ kV (3,6/6 kV).

Tabelle 1. Zulässige Leiterbauarten

1	2	3	4
Leiterform	Querschnittsbereich bei Nennspannungen U_0/U		
	0,6/1 kV mm ²	3,6/6 kV mm ²	6/10 kV mm ²
Leiter aus Kupfer rund, eindräftig rund, mehrdräftig rund, feindräftig ³⁾ sektorförmig, mehrdräftig	1,5 bis 16 1,5 bis 500 ¹⁾ 1,5 und 2,5 35 bis 300	— 25 bis 95 ²⁾ — 35 bis 300	— 25 bis 240 ²⁾ — —
Leiter aus Aluminium rund, eindräftig rund, mehrdräftig sektorförmig, eindräftig sektorförmig, mehrdräftig	25 bis 50 50 bis 630 ¹⁾ 50 bis 240 50 bis 240	— 50 bis 500 50 bis 240 50 bis 240	— 50 bis 500 — —
¹⁾ einadrig auch bis 1000 mm ² ²⁾ einadrig auch bis 500 mm ² ³⁾ für Sonderfälle			

3.3.5 NYSEY 3 × 70 RM/16 6/10 kV

Kabel nach Norm (N), Isolierung aus PVC mit innerer Leitschicht über dem Leiter und äußerer Leitschicht über der Isolierung (Y) mit Kupferschirm einzeln über den Adern angeordnet (SE), Mantel aus PVC (Y), dreiadrig mit Leiternennquerschnitt 70 mm² (3 × 70), Rundleiter (R), mehrdräftig (M), Schirm mit Nennquerschnitt 16 mm² (/16), Nennspannung $U_0/U = 6/10$ kV (6/10 kV).

3.3.6 NAYY-J 3 × 120 SM/70 0,6/1 kV

Kabel nach Norm (N), Aluminiumleiter (A), Isolierung aus PVC (Y), Mantel aus PVC (Y), mit grün-gelb gekennzeichnete Ader (-J), dreiadrig mit Leiternennquerschnitt 120 mm² (3 × 120), Sektorleiter (S), mehrdräftig (M), ein Leiter mit geringerem Leiternennquerschnitt von 70 mm² (/70), Sektorleiter (S), mehrdräftig (M), Nennspannung $U_0/U = 0,6/1$ kV (0,6/1 kV).

3.3.7 NAYCWY 3 × 120 SE/70 0,6/1 kV

Kabel nach Norm (N), Aluminiumleiter (A), Isolierung aus PVC (Y), konzentrischer, wellenförmig aufgebrachter Leiter (CW), Mantel aus PVC (Y), dreiadrig mit Leiternennquerschnitt 120 mm² (3 × 120), Sektorleiter (S), eindräftig (E), konzentrischer Leiter mit einem Nennquerschnitt entsprechend 70 mm² Aluminium 70 mm² (/70), Nennspannung $U_0/U = 0,6/1$ kV (0,6/1 kV).

4 Zulässige Bauarten

4.1 Die zulässigen Leiterbauarten sind in Tabelle 1 angegeben.

4.2 Zu drei Außenleitern ist nur ein Leiter geringeren Querschnitts nach Tabelle 2 zulässig. Dieser Leiter darf isoliert im Verseilverband oder nicht isoliert konzentrisch über der gemeinsamen Aderumhüllung angeordnet sein. Ausnahme siehe Abschnitt 4.4.

Tabelle 2. Zuordnung des Leiters geringeren Querschnitts

Nennquerschnitt der Außenleiter	Nennquerschnitt des Leiters geringeren Querschnitts
mm ²	mm ²
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185
500	240

4.3 Der konzentrische Leiter muß aus Kupfer bestehen. Bei ein- und mehradrigen Kabeln muß er dem Nennquerschnitt der Außenleiter oder Tabelle 2 entsprechen.

Bei Kabeln mit Außenleitern aus Aluminium gilt jeweils der leitwertgleiche Kupferquerschnitt.

Für den Nennquerschnitt des konzentrischen Leiters in vieladrigen Kabeln gilt Tabelle 6.

4.4 Bei Kabeln für den Bergbau unter Tage (BuT) dürfen folgende Ausführungen des Schutzleiters verwendet werden:

- als konzentrischer Leiter über der gemeinsamen Aderumhüllung.

- als konzentrischer Leiter gleichmäßig aufgeteilt über den einzelnen Adern.
- als gleichmäßig aufgeteilter isolierter Leiter, Isolierhülle grün-gelb, symmetrisch angeordnet in den Zwickeln zwischen den Außenleitern.

4.5 Mehradrige Kabel mit einem konzentrischen Leiter für BuT müssen bewehrt sein.

4.6 Kabel mit $U_0/U = 6/10$ kV müssen zur Feldbegrenzung über dem Leiter eine innere und über der Isolierhülle eine äußere Leitschicht haben.

4.7 Kabel mit $U_0/U \geq 3,6/6$ kV müssen einen Schirm haben.

4.8 Mehradrige Kabel mit $U_0/U = 0,6/1$ kV dürfen nur in einem Außenzwickel eine Ader mit einem Kupferleiter vom Nennquerschnitt 1,5 mm², rund, eindrätig, enthalten, sofern diese Ader nicht über den Verseildurchmesser der übrigen Adern hinausragt und die Isolierhüllen nicht verformt werden.

Aderfarbe: Schwarz.

4.9 Vieladrige Kabel sind nur für die Nennspannung $U_0/U = 0,6/1$ kV und mit Adern gleichen Leiternennquerschnitts zulässig.

5 Anforderungen

5.1 Leiter

Die Leiter müssen DIN VDE 0295, Klasse 1 oder Klasse 2 entsprechen. Mehrdrätige Rundleiter mit Nennquerschnitten von 50 bis 630 mm² müssen verdichtet sein.

Für Sonderfälle dürfen Leiter der Klasse 5 nach DIN VDE 0295 verwendet werden.

5.2 Innere Leitschicht

Die innere Leitschicht muß entweder aus einer extrudierten Umhüllung oder aus Bändern oder aus einer Kombination beider bestehen. Die extrudierte Umhüllung darf nicht in die inneren Drahtlagen des Leiters eindringen und muß bei der Montage leicht entfernbar sein.

5.3 Isolierhülle

5.3.1 Isolierhüllen müssen DIN VDE 0207 Teil 4 entsprechen, und zwar für Kabel mit der Nennspannung $U_0/U = 0,6/1$ kV der PVC-Mischung YI4, für Kabel mit der Nennspannung $U_0/U \geq 3,6/6$ kV der PVC-Mischung YI5.

5.3.2 Die Wanddicken der Isolierhüllen müssen Tabelle 3 entsprechen. Leitschichten werden nicht eingerechnet.

Die Wanddicke der Isolierhülle darf den Nennwert nach Tabelle 3 an keiner Stelle um mehr als 0,1 mm + 10 % des Nennwertes unterschreiten. Der festgestellte Mittelwert muß mindestens gleich dem Nennwert sein.

5.3.3 Bei einadrigen Kabeln mit Nennspannung $U_0/U = 0,6/1$ kV müssen Isolierhülle und Mantel voneinander getrennt werden können.

5.3.4 Aderkennzeichnung

Für die Aderkennzeichnung von Kabeln mit Nennspannungen $U_0/U = 0,6/1$ kV gilt DIN VDE 0293.

Tabelle 3. **Wanddicke der Isolierhülle**

1	2	3	4
Nennquerschnitt des Leiters mm ²	Wanddicke (Nennwert) bei Nennspannungen U_0/U		
	0,6/1 kV	3,6/6 kV	6/10 kV
	mm	mm	mm
1,5	0,8	—	—
2,5	0,8	—	—
4	1,0	—	—
6	1,0	—	—
10	1,0	—	—
16	1,0	—	—
25	1,2	3,4	4,0
35	1,2	3,4	4,0
50	1,4	3,4	4,0
70	1,4	3,4	4,0
95	1,6	3,4	4,0
120	1,6	3,4	4,0
150	1,8	3,4	4,0
185	2,0	3,4	4,0
240	2,2	3,4	4,0
300	2,4	3,4	4,0
400	2,6	3,4	4,0
500	2,8	3,4	4,0
630	2,8	—	—
800	2,8	—	—
1000	3,0	—	—

Tabelle 4. **Verseilaufbau vieladriger Kabel**

1	2			3	4	5	6
Anzahl der Adern (Vorzugs- werte)	Nenn- querschnitte in mm ²			Anzahl der Adern in Lage			
				1	2	3	4
7	1,5	2,5	4	1	6	—	—
10	1,5	2,5	4	2	8	—	—
12	1,5	2,5	4	3	9	—	—
14	1,5	2,5	4	4	10	—	—
19	1,5	2,5	4	1	6	12	—
24	1,5	2,5	—	2	8	14	—
30	1,5	2,5	—	4	10	16	—
40	1,5	2,5	—	1	7	13	19

Die Isolierhüllen der Adern von Kabeln mit Nennspannungen $U_0/U \geq 3,6/6$ kV sind ungefärbt. (Ausnahmen für Schutzleiter bei Kabeln für den Bergbau unter Tage (BuT) siehe Abschnitt 4.4.)

5.4 Äußere Leitschicht

Die äußere Leitschicht muß entweder aus einer extrudierten Umhüllung oder aus einer Schicht aus Leitlack, Graphit oder ähnlichem bestehen.

Leitfähige Bänder über der äußeren Leitschicht sind zulässig. Bei Leitlack, Graphit oder ähnlichem müssen ein oder mehrere leitfähige Bänder vorhanden sein.

Die Leitschicht muß homogen und so fest aufgebracht sein, daß ihr ungewolltes Ablösen vermieden wird. Nach dem fachgerechten Entfernen der äußeren Leitschicht dürfen auf der Isolierhülle keine deutlich sichtbaren Eindrücke der Schirmdrähte vorhanden sein.

Die äußere Leitschicht und die Bebänderung dürfen bei der höchstzulässigen Kurzschlußtemperatur des Schirmes keine Veränderungen erfahren, die die Funktionsfähigkeit des Kabels beeinträchtigen.

5.5 Verseilung

5.5.1 In mehradrigen Kabeln müssen die einzelnen Adern verseilt sein. Darüber darf eine Haltewendel aufgebracht sein.

5.5.2 In vieladrigen Kabeln müssen die einzelnen Adern in Lagen verseilt sein, über denen eine Haltewendel aufgebracht sein darf. Für den Verseilaufbau gilt Tabelle 4.

5.6 Gemeinsame Aderumhüllung

5.6.1 Mehr- und vieladrige Kabel müssen über den verseilten Adern eine gemeinsame Aderumhüllung haben.

5.6.2 Zwickelfüllungen sind zulässig. Bei dreidrigen Kabeln mit konzentrischem Leiter und bei vieradrigen Kabeln muß im Innenzwickel ein Zwickelkern aus nicht-hygroroskopischem Werkstoff vorhanden sein, wenn der Leiternennquerschnitt $\geq 35 \text{ mm}^2$ beträgt und eine gemeinsame extrudierte Aderumhüllung vorhanden ist. Der Zwickelkern muß den Innenzwickel gut ausfüllen.

5.6.3 Die gemeinsame Aderumhüllung muß wie folgt aufgebaut sein:

- Bei mehr- und vieladrigen Kabeln mit $U_0/U = 0,6/1 \text{ kV}$ mit Leitern aus Kupfer:
Aus Bändern (z.B. Papier- oder Kunststoffband) gewickelt oder aus einer extrudierten Füllmischung.
- Bei mehradrigen Kabeln mit $U_0/U = 0,6/1 \text{ kV}$ mit Leitern aus Aluminium:
Aus einer extrudierten Füllmischung.
- Bei mehradrigen Kabeln mit $U_0/U \geq 3,6/6 \text{ kV}$:
Aus Bändern (z.B. Papier- oder Kunststoffband) gewickelt oder aus einer extrudierten Füllmischung, über der ein Band aufgebracht sein darf.
- Bei mehradrigen Kabeln mit äußerer Leitschicht auf den Adern und einem gemeinsamen Schirm über den verseilten Adern muß die gesamte gemeinsame Aderumhüllung leitfähig sein.
- Für die Dicke der extrudierten gemeinsamen Aderumhüllung gilt Tabelle 5. Die angegebenen Richtwerte dürfen bei Kabeln ohne konzentrischen Leiter oder Bewehrung an keiner Stelle um mehr als 50 % unterschritten sein. Bei Kabeln mit konzentrischem Leiter oder Bewehrung ist ein stärkeres Eindringen der Drähte in die gemeinsame Aderumhüllung nicht als fehlerhaft zu bewerten, jedoch muß die gemeinsame Aderumhüllung die Adern lückenlos umschließen.

- Die Dicke der gemeinsamen Aderumhüllung aus gewickelten Bändern beträgt 0,4 mm (Richtwert) für fiktive Durchmesser unter der gemeinsamen Aderumhüllung bis 40 mm und 0,6 mm (Richtwert) für fiktive Durchmesser über 40 mm (für die Berechnung des fiktiven Durchmessers siehe DIN VDE 0299 Teil 1). Diese Richtwerte dürfen an keiner Stelle um mehr als 50 % unterschritten sein.

Tabelle 5. Dicke der extrudierten gemeinsamen Aderumhüllung

Fiktiver Durchmesser über den verseilten Adern	Dicke der extrudierten gemeinsamen Aderumhüllung (Richtwert)
mm	mm
bis 25	1,0
über 25 bis 35	1,2
über 35 bis 45	1,4
über 45 bis 60	1,6
über 60 bis 80	1,8
über 80	2,0

5.6.4 Die gemeinsame Aderumhüllung und gegebenenfalls eingebrachte Zwickelfüllungen müssen für die zulässigen Temperaturen der Kabel geeignet und mit den anderen Aufbauelementen verträglich sein. Die gemeinsame Aderumhüllung muß leicht entfernbar sein.

5.7 Konzentrischer Leiter

5.7.1 Der konzentrische Leiter muß aus Kupferdrähten mit einer oder zwei Querleitwendeln aus Kupfer bestehen und bei einadrigen Kabeln über der Isolierhülle oder über einer Aderumhüllung und bei mehr- und vieladrigen Kabeln über der gemeinsamen Aderumhüllung liegen.

Bei Kabeln für Bergbau unter Tage (BuT) darf der konzentrische Leiter auch gleichmäßig aufgeteilt über den drei Adern liegen, wobei die aufgeteilten konzentrischen Leiter metallenen Kontakt miteinander haben müssen.

Über dem konzentrischen Leiter darf eine Bebänderung aufgebracht sein.

5.7.2 Der Gleichstromwiderstand des konzentrischen Leiters darf nicht größer sein als der in DIN VDE 0295 für den entsprechenden Nennquerschnitt angegebene Wert.

Bei Kabeln mit Außenleitern aus Aluminium darf der Gleichstromwiderstand des konzentrischen Leiters aus Kupfer nicht größer als der eines Aluminiumleiters vom angegebenen Nennquerschnitt sein.

Anmerkung: Zum Beispiel entspricht bei dem Kabel NAY-CWY $3 \times 95 \text{ SE}/50 \text{ 0,6/1 kV}$ der maximal zulässige Gleichstromwiderstand des konzentrischen Leiters dem eines eindrähtigen Leiters aus Aluminium mit einem Nennquerschnitt von 50 mm^2 , nämlich $0,641 \Omega/\text{km}$ nach DIN VDE 0295.

5.7.3 Für Anzahl, Mindestquerschnitt und größten Abstand der Querleitwendeln gilt Tabelle 8. Die Querleitwendeln sollen eine Dicke von 0,1 bis 0,3 mm haben.

5.7.4 Für die Zuordnung der konzentrischen Leiter zu Aderanzahl und Leiternennquerschnitt bei vieladrigen Kabeln gilt Tabelle 6.

Tabelle 6. Zuordnung des konzentrischen Leiters zu Aderanzahl und Leiternennquerschnitt von vieladrigen Kabeln

Anzahl der Adern ¹⁾	Nennquerschnitt der Leiter		
	1,5 mm ²	2,5 mm ²	4 mm ²
	Nennquerschnitt des konzentrischen Leiters in mm ²		
7	2,5	2,5	4
10	2,5	4	6
12	2,5	4	6
14	2,5	6	6
19	4	6	10
24	6	10	—
30	6	10	—
40	10	10	—

¹⁾ Bei anderen Aderanzahlen ist der Nennquerschnitt des konzentrischen Leiters entsprechend der nächsthöheren Aderanzahl vorzusehen.

5.7.5 Die Drähte sollen über den Umfang gleichmäßig aufgeteilt sein. Der mittlere rechnerische Abstand zwischen den Einzeldrähten darf nicht größer als 4 mm sein. Der Abstand zwischen zwei benachbarten Drähten darf an keiner Stelle mehr als 8 mm betragen.

5.8 Schirm

5.8.1 Der Schirm muß aus Kupferdrähten mit ein oder zwei Querleitwendeln oder aus Kupferbändern bestehen. Besteht ein Schirm aus Kupferbändern, so müssen sich diese überlappen (ausgenommen bei Abschnitt 5.9.2, letzter Absatz).

5.8.2 Der Schirm muß wie folgt aufgebracht sein:

- bei einadrigen Kabeln ohne äußere Leitschicht: unmittelbar über der Isolierhülle oder über eine gegebenenfalls darüberliegenden Aderumhüllung
- bei einadrigen Kabeln mit äußerer Leitschicht: unmittelbar über der äußeren Leitschicht oder der gegebenenfalls darüber liegenden Bebänderung
- bei dreiadrigen Kabeln mit gemeinsamen Schirm: unmittelbar über der gemeinsamen Aderumhüllung
- bei dreiadrigen Kabeln mit einzelgeschirmten Adern: unmittelbar über der äußeren Leitschicht oder der gegebenenfalls darüberliegenden Bebänderung

5.8.3 Der Querschnitt des Schirmes darf die Werte in Tabelle 7 nicht unterschreiten.

Die Querschnitte der Einzelschirme müssen etwa gleich sein, und ihre Summe muß Tabelle 7 entsprechen, wobei sie metallenen Kontakt miteinander haben müssen. Entspricht der Nennquerschnitt des Schirmes jeder Ader der Tabelle 7, braucht kein metallener Kontakt zu bestehen.

5.8.4 Der Querschnitt des Schirmes wird aus den geometrischen Querschnitten der einzelnen Aufbauelemente additiv ermittelt.

5.8.5 Die Mindestdicke der Bänder beträgt 0,1 mm.

Der Mindestdurchmesser der Drähte beträgt 0,5 mm.

Die Mindestdicke der Querleitwendeln beträgt 0,1 mm.

Tabelle 7. Nennquerschnitt des Schirmes

Nennquerschnitt des Außenleiters mm ²	Nennquerschnitt des Schirmes mm ²
25	16
35	16
50	16
70	16
95	16
120	16
150	25 ¹⁾
185	25 ¹⁾
240	25 ²⁾
300	25
400	35
500	35
630	35

¹⁾ Bei erdverlegten Kabeln ist ein Querschnitt von 16 mm² zulässig

²⁾ Bei erdverlegten einadrigen Kabeln ist ein Querschnitt von 16 mm² zulässig

Tabelle 8. Anzahl, Mindestquerschnitt und maximale Abstände der Querleitwendeln

Durchmesser <i>D</i> ¹⁾ unter Schirm oder konzentrischem Leiter	Anzahl der Querleitwendeln	Mindestquerschnitt jeder Querleitwendel	Max. Abstand ²⁾ der Querleitwendeln
bis 15 mm	1	0,5 mm ²	4 <i>D</i>
	2	0,5 mm ²	4 <i>D</i>
über 15 mm	1	1,0 mm ²	4 <i>D</i>
	2	0,5 mm ²	2 <i>D</i>

¹⁾ *D* fiktiver Durchmesser unter Schirm oder konzentrischem Leiter (nach DIN VDE 0299 Teil 1)

²⁾ Abstand zwischen zwei benachbarten Windungen in Längsrichtung des Kabels

Für Anzahl, Mindestquerschnitte und maximale Abstände der Querleitwendeln gilt Tabelle 8.

5.8.6 Der spezifische Widerstand der Aufbauelemente von Schirmen darf den Wert 0,01786 Ωmm²/m bei 20 °C nicht überschreiten.

5.8.7 Über dem Schirm darf eine Bebänderung aufgebracht sein. Die höchstzulässige Temperatur des Schirmes im Kurzschlußfall ist zu beachten (siehe Abschnitt 5.4).

5.8.8 Die Schirmdrähte sollen über dem Umfang gleichmäßig aufgeteilt sein. Der mittlere rechnerische Abstand zwischen den Einzeldrähten darf nicht größer als 4 mm sein. Der Abstand zwischen zwei benachbarten Aufbauelementen darf an keiner Stelle mehr als 8 mm betragen.

5.9 Innere Schutzhülle und Bewehrung

5.9.1 Haben Kabel mit Schirm oder konzentrischem Leiter eine Bewehrung, so muß unter dieser eine extrudierte innere Schutzhülle aus PVC aufgebracht sein. Die innere Schutzhülle muß der PVC-Mischung YM1 nach DIN VDE 0207 Teil 5 entsprechen.

Der Nennwert der Wanddicke (t_s) der inneren Schutzhülle wird nach der Gleichung

$$t_s = 0,02 D_u + 0,6 \text{ mm}$$

berechnet, wobei D_u der fiktive Durchmesser unter der inneren Schutzhülle ist. (Für die Berechnung des fiktiven Durchmessers siehe DIN VDE 0299 Teil 1.) Der Nennwert muß mindestens 1,2 mm betragen. Die Wanddicke der inneren Schutzhülle darf den Nennwert an keiner Stelle unterschreiten.

5.9.2 Die Bewehrung muß bei einem fiktiven Durchmesser unter Bewehrung bis 15 mm aus verzinkten Stahlrunddrähten von mindestens 0,6 mm Durchmesser, bei einem fiktiven Durchmesser unter Bewehrung über 15 mm aus verzinkten Stahlflach- oder Stahlrunddrähten von mindestens 0,8 mm Dicke bzw. Durchmesser bestehen. Sie soll möglichst geschlossen sein. Der Kleinstwert des Durchmessers von Runddrähten darf den Nennwert um nicht mehr als 5 %, der Kleinstwert der Dicke von Flachdrähten den Nennwert um nicht mehr als 8 % unterschreiten.

Darüber darf eine Gegen- oder Haltewendel aus verzinktem Stahlband von mindestens 0,3 mm Dicke (Richtwert) liegen, die die Oberfläche mindestens zu 50 % bedeckt.

Für die Verzinkung der Stahldrähte und des Stahlbandes bestehen keine besonderen Anforderungen.

Soll die Bewehrung bei Kabeln mit Nennspannungen $U_0/U > 0,6/1$ kV Schirmfunktion übernehmen, so gilt:

- für den Abstand der Bewehrungsdrähte Abschnitt 5.8.8
- die Forderung, daß die Kurzschlußbelastbarkeit der Bewehrung mindestens der eines vergleichbaren Kabels mit Kupferschirm nach Tabelle 7 entspricht.

5.10 Mantel

5.10.1 Der Mantel muß aus PVC bestehen und der Mischung YM3 nach DIN VDE 0207 Teil 5 entsprechen.

5.10.2 Der Mantel muß durchgehend gefärbt sein, und zwar:

- Bei Kabeln mit Nennspannung $U_0/U = 0,6/1$ kV:
Schwarz, jedoch
 - bei Kabeln für Bergbau unter Tage (BuT): Gelb
 - bei Kabeln für eigensichere Anlagen in schlagwetter- und explosionsgefährdeten Betriebsstätten: Hellblau
- bei Kabeln mit Nennspannungen $U_0/U > 0,6/1$ kV: Rot

5.10.3 Der Nennwert der Wanddicke (t) des Mantels wird nach der Gleichung

$$t = 0,035 D_A + 1,0 \text{ mm}$$

berechnet, wobei D_A der fiktive Durchmesser unter dem Mantel ist. (Für die Berechnung des fiktiven Durchmessers siehe DIN VDE 0299 Teil 1.)

Der Nennwert muß bei ein-, mehr- und vieladrigen Kabeln mit $U_0/U \leq 3,6/6$ kV mindestens 1,8 mm, bei Kabeln mit $U_0/U = 6/10$ kV mindestens 2,5 mm betragen.

5.10.4 Die Wanddicke des Mantels darf den Nennwert an keiner Stelle unterschreiten (ausgenommen Abschnitt 5.10.5).

5.10.5 Bei Kabeln mit Bewehrung darf die Wanddicke des Mantels den Nennwert an keiner Stelle um mehr als 0,2 mm + 20 % des Nennwertes unterschreiten.

5.10.6 Für Vorzugstypen sind die Nennwerte der Wanddicken der Mäntel in den Tabellen 15 bis 28 angegeben.

5.11 Außendurchmesser

Die Außendurchmesser der Vorzugsbauarten müssen in dem in den Tabellen 15 bis 28 festgelegten Bereich liegen. Bei Bauarten mit zusätzlichen Aufbauelementen, z.B. solchen zur Erhöhung der Kurzschlußfestigkeit, dürfen die angegebenen Höchstwerte überschritten werden.

6 Prüfung

6.1 Allgemeines

Die durchzuführenden Prüfungen sind in den Tabellen 11 bis 14 aufgeführt; die zu verschiedenen Prüfungen notwendigen Angaben werden in den Abschnitten 6.2 bis 6.7 festgelegt.

6.2 Prüfbedingungen

6.2.1 Soweit nicht etwas anderes festgelegt ist, muß die Umgebungstemperatur (20 ± 15) °C betragen.

6.2.2 Die Frequenz der Prüfwechselspannung darf 49 bis 61 Hz betragen. Die Wellenform soll annähernd sinusförmig sein.

6.2.3 Für die Prüfspannungen gilt Tabelle 9.

Tabelle 9. **Prüfspannungen**

1	2	3	4	5
Lfd. Nr	Prüfung	Nennspannungen U_0/U		
		0,6/1 kV	3,6/6 kV	6/10 kV
1	Prüfwechselspannung Stückprüfung	4 kV	11 kV	15 kV
2	Prüfgleichspannung Stückprüfung	12 kV	33 kV	48 kV
3	Prüfwechselspannung Typprüfung (4 h — Spannungsprüfung)	1,8 kV	11 kV	—
4	Prüfwechselspannung Typprüfung (1000 h — Spannungsprüfung)	—	—	18 kV
5	Stoßspannung Typprüfung	—	—	75 kV