

Auszüge aus DIN VDE 0298-4 (VDE 0298-4):2013-06, wiedergegeben mit Genehmigung 42.016 des Deutschen Instituts für Normung e. V. (DIN) und des Verband der Elektrotechnik Elektronik Informations-technik e. V. (VDE). Für weitere Wiedergaben oder Ausgaben ist eine gesonderte Genehmigung erforderlich. Maßgebend für das Anwenden der Normen sind deren Fassungen mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der VDE Verlag GmbH, Bismarckstr. 33, 10625 Berlin, www.vde-verlag.de, und der Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin, erhältlich sind.

Nennquerschnitte > 16 mm² sind in der DIN VDE 0298-4 enthalten.

zu 3) Weicht die Umgebungstemperatur von 25 °C ab, muss der Umrechnungsfaktor f_1 aus Tabelle 2 verwendet werden.

Umgebungstemperatur in °C	Zulässige Betriebstemperatur des Kabels (der Leitung):		
	60 °C	70 °C	90 °C
10	1,19	1,15	1,11
15	1,13	1,10	1,08
20 ⁴	1,07	1,06	1,04
25	1	1	1
30	0,93	0,94	0,96
35	0,84	0,89	0,92
40	0,76	0,82	0,88
45	0,66	0,75	0,84
50	0,54	0,67	0,79
55	0,38	0,58	0,73
60		0,47	0,68
65		0,33	0,63
70			0,56
75			0,48
80			0,39
85			0,28

⁴ Räume, bei denen eine Umgebungstemperatur von 20 °C angegeben wird, sind keine typischen Kühl- oder Keller-räume. Hier sollte man sicherheitshalber ebenfalls mit einer Umgebungstemperatur von 25 °C rechnen.

Tabelle 2: Umrechnungsfaktor f_1 für andere Umgebungstemperaturen als 25 °C und bei üblichen Kabel- und Leitungstypen

Die zulässige Betriebstemperatur von 70 °C kommt dabei am häufigsten vor (NYM oder NYY). Eine zulässige Betriebstemperatur von 60 °C haben häufig Gummischlauchleitungen (beispielsweise H07RN-F).

Kabel und Leitungen mit erhöhter Betriebstemperatur sind beispielsweise N2XY oder N2X2Y.

Weitere Umrechnungsfaktoren für andere Umgebungstemperaturen können der DIN VDE 0298-4 entnommen werden.

zu 4) Werden Kabel und Leitungen gebündelt verlegt, so muss aus den Tabellen 21, 22 oder 23 der DIN VDE 0298-4 der Umrechnungsfaktor f_2 ausgewählt werden. Die Umrechnungsfaktoren sind bei gleichartigen und ähnlich belasteten Kabeln oder Leitungen in derselben Verlegeart anzuwenden. Die Leiterquerschnitte dürfen sich dabei höchstens um eine Querschnittstufe unterscheiden. Eine Häufung kann vernachlässigt werden oder die Anzahl der belasteten Kabel und Leitungen kann verringert werden, wenn:

- der lichte Abstand zwischen benachbarten Kabeln, Leitungen oder Elektroinstallationsrohren mindestens das zweifache des jeweiligen Außendurchmessers beträgt,
- der Betriebsstrom der parallelen Kabel, Leitungen $\leq 30\%$ der maximalen Belastung beträgt,
- bei einer Belastung von $> 30\%$ und $\leq 100\%$ kann statt der realen Anzahl der parallelen Kabel und Leitungen eine Anzahl multipliziert mit dem Faktor der durchschnittlichen Belastung (z. B. 0,7 bei einer durchschnittlichen Belastung von 70 %) berücksichtigt werden,
- die Anzahl der gleichzeitig belasteten parallelen Kabel und Leitungen kann durch Multiplikation mit dem Gleichzeitigkeitsfaktor reduziert werden.

zu 5) Um die Auswirkungen von Oberschwingungen in die Berechnung mit einzubeziehen, ist der Umrechnungsfaktor f_3 aus Tabelle 2 des Beiblattes 3 der DIN VDE 0100-520 zu entnehmen.

Erreicht die Gesamtleistung der nichtlinearen elektrischen Verbraucher 15 % (Watt-Angabe) oder 30 % (VA-Angabe) der Bemessungsleistung des Stromversorgungssystems, sind bereits Schutzmaßnahmen nach Beiblatt 3 der DIN VDE 0100-520 erforderlich. Dieser Umrechnungsfaktor ist nur bei dreiphasigen Wechselstromkreisen zu berücksichtigen bei denen ein Neutralleiter bzw. PEN-Leiter zugeordnet werden kann.

zu 6) Werden mehr als drei Adern in einem Kabel/einer Leitung belastet, ist dies mit dem Umrechnungsfaktor f_4 aus Tabelle 26 der DIN VDE 0298-4 zu berücksichtigen.

A.2 Ermittlung der maximal zulässigen Kabel- und Leitungslängen

Die maximal zulässigen Kabel- und Leitungslängen sind abhängig:

- 1) von der Gewährleistung des Schutzes bei Kurzschluss und der automatischen Abschaltung der Stromversorgung zum Schutz gegen elektrischen Schlag. Eine Ermittlung der maximal zulässigen Kabel- oder Leitungslänge ist nur bei sehr trägen Schutzeinrichtungen, z. B. LS-Schalter Typ C, notwendig, ansonsten stellt die Ermittlung der zulässigen Kabel- oder Leitungslänge nach dem vorgegebenen Spannungsfall den ungünstigsten Fall dar (siehe Beiblatt 2 DIN VDE 0100-520).
- 2) vom vorgegebenen Spannungsfall im Normalbetrieb.

Hinter der Messeinrichtung bis zum Anschlusspunkt eines Verbrauchers soll nach DIN 18015-1 der Spannungsfall 3 % der Nennspannung der Anlage nicht überschreiten. Daraus ergibt sich eine maximal zulässige Kabel- bzw. Leitungslänge. Für typische Kabel und Leitungen z. B. NYY, NYM können diese Längen der Tabelle 3 entnommen werden. Die Werte gelten für dreiphasige Wechselstromkreise. Bei einphasigen Wechselstromkreisen müssen die Tabellenwerte mit 0,5 multipliziert werden.

Maximal zulässige Leitungslängen l_{max} in m (für dreiphasige Wechselstromkreise)											
S in mm ²	Betriebsstrom bzw. Nennstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung:										
	6 A	10 A	16 A	20 A	25 A	35 A	40 A	50 A	63 A	80 A	100 A
1,5	92	55	34	28	21	15	12	10	7		
2,5	150	90	56	45	36	25	21	17	13	10	8
4	241	141	88	70	56	40	35	28	21	16	12
6	356	212	132	106	85	60	53	41	32	24	20
S in mm ²	Betriebsstrom bzw. Nennstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung:										
	25 A	35 A	40 A	50 A	63 A	80 A	100 A	125 A	160 A	200 A	250 A
10	142	101	89	71	56	42	34	27	20	16	12
16	225	160	140	112	89	70	55	43	32	25	19
25	354	255	220	176	140	110	88	69	53	42	31
35	490	352	309	242	192	151	121	97	73	58	43
S in mm ²	Betriebsstrom bzw. Nennstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung:										
	63 A	80 A	100 A	125 A	160 A	200 A	250 A	315 A	400 A	500 A	630 A
50	257	203	162	130	101	80	63	50	38	32	20
70	375	287	229	183	143	115	92	72	56	43	33
95	508	401	322	246	192	154	123	98	81	65	51
120	621	489	389	311	234	188	150	119	94	80	65

Tabelle 3: Maximal zulässige Kabel- und Leitungslängen bei einem Spannungsfall von 3 %

Beispiel 1**Querschnitts- und Nennstromberechnung:**

Steckdosenstromkreis, Absicherung 16 A (LS-Schalter Typ B), Umgebungstemperatur 25 °C.

Fünf NYM-Leitungen werden ohne Abstand zueinander teilweise in einem Schutzrohr in Beton sowie direkt im Mauerwerk gemeinsam verlegt. Drei Leitungen werden unter 30 % belastet. Die beiden übrigen Leitungen werden zu 50 % der Betriebszeit gleichzeitig belastet. Wie groß muss der Leiterquerschnitt der Leitung sein?

I_n ist mit 16 A vorgegeben, nach Formel 1 muss damit $I_z \geq 16$ A sein. Um den Querschnitt aus Tabelle 1 ablesen zu können, wird Formel (3) nach I_r umgestellt:

$$I_r = \frac{I_z}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4}$$

$f_1 = 1$ (keine abweichende Umgebungstemperatur von Tabelle 1),

$f_2 = 1$ (Drei Leitungen können unberücksichtigt bleiben, bleibt eine Bündelung von zwei Leitungen, diese Anzahl kann mit dem Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,5 reduziert werden),

$f_3 = 1$ (muss nur bei dreiphasigen Wechselstromkreisen berücksichtigt werden)

$f_4 = 1$ (es sind nicht mehr als drei belastete Adern in der Leitung)

$$I_r = \frac{16 \text{ A}}{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} = 16 \text{ A}$$

Ablesen des Querschnitts aus Tabelle 1, wobei der Bemessungswert der Tabelle größer sein muss als der errechnete $I_r = 16$ A.

Bei einem Querschnitt von 1,5 mm² Cu, zwei belasteten Adern und der Referenzverlegeart B2 (Kennziffer 60) ist $I_r = 17,5$ A (> 16 A) und der Referenzverlegeart C (Kennziffer 57) ist $I_r = 21$ A (> 16 A). Somit ist der Überlastschutz nach Formel (1) gewährleistet.

Fazit:

Für die NYM-Leitung ist ein Mindestquerschnitt von 1,5 mm² Cu bei einer Absicherung mit üblichen Überstrom-Schutzeinrichtungen ($I_n = 16$ A), bei üblichen Umgebungstemperaturen und ohne Berücksichtigung der Häufung im Allgemeinen ausreichend.

Ermittlung der maximal zulässigen Leitungslänge nach Tabelle 3

Schutz bei Kurzschluss und Schutz gegen elektrischen Schlag:

Durch den Einsatz eines LS-Schalters Typ B muss die maximal zulässige Leitungslänge bei Kurzschluss bzw. Schutz gegen elektrischen Schlag nicht ermittelt werden, da die Ermittlung der maximalen Leitungslänge bei einem Spannungsfall den ungünstigsten Fall darstellt.

Spannungsfall:

Bei einem Spannungsfall von 3 % ist bei einem Querschnitt von 1,5 mm² und einem Betriebsstrom von 16 A eine maximale Länge der Leitung von 17 m (Tabellenwert 34 · 0,5, da der Stromkreis einphasig ist) zulässig.

Beispiel 2

Steckdosenstromkreis, Absicherung $I_n = 16$ A, Umgebungstemperatur 25 °C. Verlegeart A2 (Kennziffer 2). Diese Verlegeart ist typischerweise bei Trockenbauwänden (mit Wärme- bzw. Geräuschdämmung), Dachausbauten oder in Ständerbauweise erbauten Häusern zu berücksichtigen. Drei Leitungen liegen direkt beieinander und werden voll belastet. Wie groß muss der Leiterquerschnitt der Leitung sein?

I_n ist mit 16 A vorgegeben, nach Formel (1) muss damit $I_z \geq 16$ A sein. Um den Querschnitt aus Tabelle 1 ablesen zu können, wird Formel (3) nach I_r umgestellt:

$$I_r = \frac{I_z}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4}$$

$f_1 = 1$ (keine abweichende Umgebungstemperatur von Tabelle 1),

$f_2 = 0,7$ (Wert aus Tabelle 21 der DIN VDE 0298-4 bei einer Bündelung von drei Leitungen),

$f_3 = 1$ (muss nur bei dreiphasigen Wechselstromkreisen berücksichtigt werden)

$f_4 = 1$ (es sind nicht mehr als drei belastete Adern in der Leitung)

$$I_r = \frac{16 \text{ A}}{1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1} = 23 \text{ A}$$

Um Formel (1) einzuhalten, muss $I_r > 23$ A sein. Dies ist nach Tabelle 1 (Verlegeart A2, zwei belastete Adern) erst bei einem Leiterquerschnitt von 4 mm² ($I_r = 27$ A) gegeben.

Hinweis:

Tabelle 1 gibt für einen Querschnitt von 1,5 mm² bei Verlegart A2 und zwei belasteten Adern eine Strombelastbarkeit von 16,5 A an. Aus diesem Wert geht zusätzlich hervor, dass eine NYM-Leitung mit einem Leiterquerschnitt von 1,5 mm² Cu und einer Absicherung von 16 A in wärmegeprägten Decken oder Wänden nicht verlegt werden kann, sobald eine Häufung berücksichtigt werden muss (f₂ < 1). D. h. mehrere solche Leitungen müssen mit genügend Abstand zueinander verlegt werden.

Dreiphasige Verbraucher können in wärmegeprägten Decken oder Wänden bei einer Absicherung von 16 A überhaupt nicht über eine Leitung mit einem Querschnitt von 1,5 mm² (I_r = 14 A) angeschlossen werden.

Auch bei einer Umgebungstemperatur von 30 °C (f₁ < 1) ist dieser Querschnitt bei einer Absicherung von 16 A in wärmegeprägten Decken oder Wänden nicht möglich.

Die Berechnung der maximalen Leitungslänge erfolgt wie in Beispiel 1.

Beispiel 3

Neun Kabel (Drehstromkreise), jeweils mit einem Betriebsstrom von 25 A, sollen gemeinsam auf eines der folgenden Kabeltragsysteme verlegt werden:

- a) ungelochte Kabelwannen
- b) gelochte Kabelwannen
- c) Kabelpritsche (wobei die Kabel auf Abstand zueinander gelegt sind)

Die Ermittlung der Strombelastbarkeit soll bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C und 35 °C erfolgen.

Gemäß Formel (1) muss I_n und I_z ≥ I_b sein. Um den Querschnitt aus Tabelle 1 ablesen zu können, wird Formel (3) nach I_r umgestellt:

$$I_r = \frac{I_z}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4}$$

Für die Umrechnungsfaktoren gilt:

f ₁ = 1	Umgebungstemperatur 25 °C
f ₁ = 0,89	Umgebungstemperatur 35 °C nach Tabelle 2
f ₂ = 0,68	Kabelwanne ungelocht mit Berührung nach Tabelle 22 der DIN VDE 0298-4
f ₂ = 0,73	Kabelwanne gelocht mit Berührung nach Tabelle 22 der DIN VDE 0298-4
f ₂ = 1	Kabelpritsche (Kabel liegen mit Abstand zueinander) nach Tabelle 22 der DIN VDE 0298-4
f ₃ = 1	Anschluss von nicht elektronisch geregelten Motoren
f ₄ = 1	dreiadrige Kabel

Für den Einfluss der Umgebungstemperatur und des Kabeltragsystems gilt:

Umgeb.-temp.	reale Strombelastung	Ablezen des Querschnitts aus Tabelle 1
25 °C	a) $I_r = \frac{25 \text{ A}}{1 \cdot 0,68 \cdot 1 \cdot 1} = 37 \text{ A}$	a) I _z = 43 A (Verlegart C) => 6 mm ²
	b) $I_r = \frac{25 \text{ A}}{1 \cdot 0,73 \cdot 1 \cdot 1} = 34 \text{ A}$	b) I _z = 36 A (Verlegart E) => 4 mm ²
	c) $I_r = \frac{25 \text{ A}}{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} = 25 \text{ A}$	c) I _z = 27 A (Verlegart E) => 2,5 mm ²
35 °C	a) $I_r = \frac{25 \text{ A}}{0,89 \cdot 0,68 \cdot 1 \cdot 1} = 41 \text{ A}$	a) I _z = 43 A (Verlegart C) => 6 mm ²
	b) $I_r = \frac{25 \text{ A}}{0,89 \cdot 0,73 \cdot 1 \cdot 1} = 39 \text{ A}$	b) I _z = 46 A (Verlegart E) => 6 mm ²
	c) $I_r = \frac{25 \text{ A}}{0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} = 28 \text{ A}$	c) I _z = 36 A (Verlegart E) => 4 mm ²

Hinweis:

Die Gegenüberstellung zeigt, dass erhöhte Umgebungstemperaturen einen starken Einfluss auf die Größe des zu wählenden Leiterquerschnitts haben. Durch die Auswahl geeigneter Kabeltragsysteme können teilweise geringere Leiterquerschnitte gewählt werden.

Die Berechnung der maximalen Kabellänge erfolgt wie in Beispiel 1.

A.3 Ermittlung der zulässigen Biegeradien bei fester Verlegung und der Befestigungsabstände

Die Biegeradien der anderen beiden Leitungen bleiben gleich.

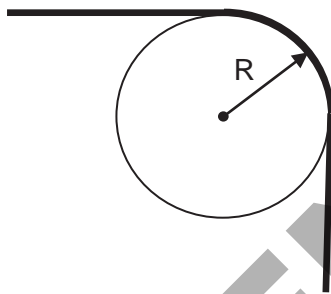
Um spätere Isolationsschäden zu vermeiden, ist es wichtig, die vorgegebenen Biegeradien bei der Verlegung von Kabeln und Leitungen einzuhalten.

Bei einadrigen Kabeln muss der Biegeradius mindestens das 15-fache des Kabeldurchmessers betragen und bei mehradrigen Kabeln muss der Biegeradius mindestens das 12-fache des Kabeldurchmessers betragen.

Bei Leitungen wird der vorgegebene Biegeradius immer eingehalten, wenn er das 6-fache des Leitungsdurchmessers beträgt. In Abhängigkeit des Leitungsdurchmessers sind jedoch auch kleinere Biegeradien möglich, siehe DIN VDE 0100-520, Tabelle 1.

Weitere Einzelheiten zu den Biegeradien und zu den Befestigungsabständen sind in den Abschnitten 521.10.2 und 521.10.3 der DIN VDE 0100-520 enthalten.

Beispiel



Kabel NYY (DIN VDE 0276-603):
 5 x 4 mm² Durchmesser D = 18 mm;
 Biegeradius R = 18 mm x 12 = 220 mm

Leitung NYM (DIN VDE 0250-204):

Nach Tabelle 1 der DIN VDE 0100-520:
 3 x 1,5 mm² Durchmesser D = 9,9 mm;
 Biegeradius R = 9,9 mm x 5 = 50 mm

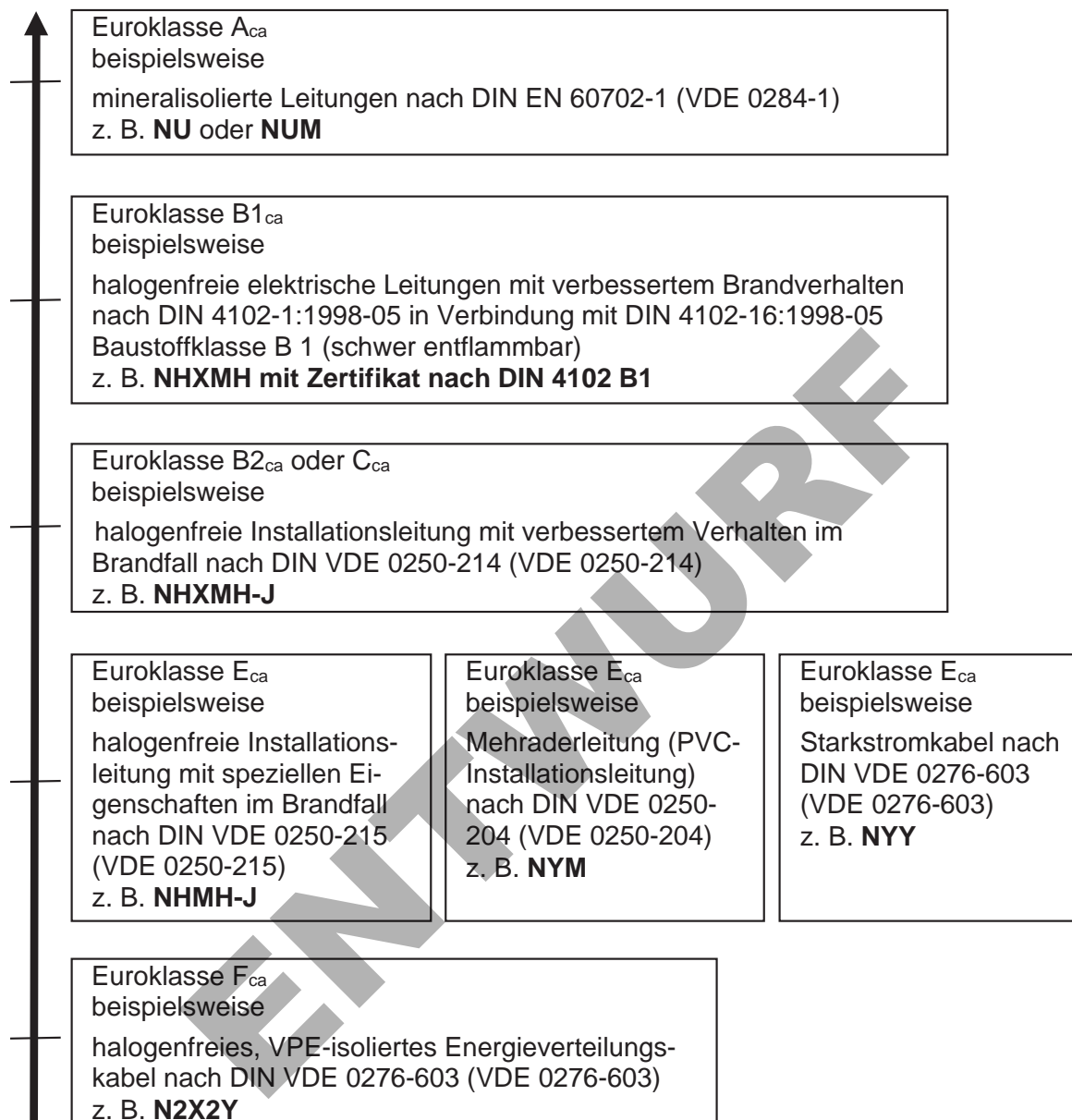
5 x 2,5 mm² Durchmesser D = 13,3 mm;
 Biegeradius R = 13,3 mm x 6 = 80 mm

4 x 10 mm² Durchmesser D = 19,5 mm;
 Biegeradius R = 19,5 mm x 6 = 120 mm

Nach Variante der VdS 2025 (Maximal-Variante):
 3 x 1,5 mm² Durchmesser D = 9,9 mm;

Biegeradius R = 9,9 mm x 6 = 60 mm

Anhang B Darstellung der brandschutztechnischen Qualität verschiedener Kabel- und Leitungsarten



Die Brandschutzqualität wird aufsteigend, also in Pfeilrichtung besser.

Anmerkung: Die Zuordnung zwischen Kabel- und Leitungskurzzeichen sowie Euroklasse in der oberen Abbildung ist nur ein Richtwert, d.h. die genannten Kabel und Leitungen müssen nicht in jedem Fall den angegebenen Euroklassen entsprechen, sondern müssen vom Hersteller angegeben werden.

ENTWURF

ENTWURF

Herausgeber: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV)

Verlag: VdS Schadenverhütung GmbH • Amsterdamer Str. 174 • D-50735 Köln
Telefon: (0221) 77 66 - 0 • Fax: (0221) 77 66 - 341
Copyright by VdS Schadenverhütung GmbH. Alle Rechte vorbehalten.