

	Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen für Starkstromanlagen Teil 4: Empfohlene Werte für die Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in Gebäuden und von flexiblen Leitungen	DIN VDE 0298-4
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.	Klassifikation VDE 0298 Teil 4
ICS 29.060.20 Deskriptoren: Elektrotechnik, Starkstromanlage, Kabel, Leitung, Strombelastbarkeit Application of cables and cords in power installations – Part 4: Recommended current-carrying capacity for sheathed and nonsheathed cables for fixed wirings in buildings and for flexible cables and cords Application de câbles et de cordons pour installations à courant fort – Partie 4: Intensité de courant maximale admissible recommandée pour câbles pour pose à demeure dans bâtiments et pour cordons Beginn der Gültigkeit Diese Norm gilt ab 01. November 1998. Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN VDE 0298-4 (VDE 0298 Teil 4):1995-04. Ersatz für DIN VDE 0298-4 (VDE 0298 Teil 4):1988-02 und Beiblatt 1 zu DIN VDE 0100-430 (Beiblatt 1 zu VDE 0100 Teil 430):1991-11 Fortsetzung Seite 2 bis 49 Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)		

Seite 2

DIN VDE 0298-4 (VDE 0298 Teil 4):1998-11

Vorwort

Diese Norm wurde vom Arbeitskreis 411.2.1 „Strombelastbarkeit von Leitungen“ und vom Unterkomitee 411.2 „Isolierte Starkstromleitungen“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) erarbeitet.

Anhang A ist normativ, Anhänge B und C sind informativ.

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung des Europäischen Harmonisierungsdokumentes HD 384.5.523 S1:1991, des CENELEC-Reports R 64-001:1991 und die Belastbarkeitsangaben für Schweißleitungen aus dem Harmonisierungsdokument HD 516 S2:1997 sowie von CENELEC anerkannte nationale Ergänzungen.

Änderungen

Gegenüber DIN VDE 0298-4 (VDE 0298 Teil 4):1988-02 und DIN VDE 0100-430 Bbl 1:1991-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Belastbarkeitsangaben für Kabel bei Verlegung in Gebäuden in die Norm aufgenommen;
- b) Belastbarkeitsangaben für Gummischlauchleitungen H07RN-F/A07RN-F aus dem Harmonisierungsdokument HD 516 S2:1997-11 übernommen;
- c) Belastbarkeitsangaben für Schweißleitungen aus dem Harmonisierungsdokument HD 516 S1:1990/A3:1993 übernommen;
- d) Belastbarkeitsangaben für Sonder-Gummiaderleitungen aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN 57100-523 (VDE 0100 Teil 523): 1981-06

DIN VDE 0298-4 (VDE 0298 Teil 4): 1988-02

DIN VDE 0100-430 Bbl 1 (VDE 0100 Teil 430 Bbl 1):1991-11

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Definitionen	5
4 Allgemeines	5
5 Belastbarkeit im ungestörten Betrieb	6
6 Belastbarkeit im Kurzschlußfall	8
6.1 Allgemeines	8
6.2 Einflußgrößen	8
6.3 Leitertemperatur zu Beginn des Kurzschlusses ϑ_a	8
6.4 Zulässige Kurzschlußtemperatur ϑ_e	8
6.5 Bemessungs-Kurzzeitstrom I_{thr}	8
6.6 Kurzschlußbelastbarkeit I_{thz}	8
6.7 Wahl des Leiternennquerschnittes im Kurzschlußfall	8
Tabelle 1: Übersicht der Kabel- und Leitungsbauarten; Normen, zulässige Betriebstemperaturen	9
Tabelle 2: Betriebsbedingungen und Referenzverlegearten für Kabel und Leitungen für feste Verlegung in Gebäuden.	13
Tabelle 3: Belastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in Gebäuden; Verlegeart A1, A2, B1 und B2; Betriebstemperatur 70 °C; Umgebungstemperatur 30 °C	15
Tabelle 4: Belastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in Gebäuden; Verlegeart C, E, F und G; Betriebstemperatur 70 °C; Umgebungstemperatur 30 °C	16
Tabelle 5: Belastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in Gebäuden; Verlegeart A1, A2, B1 und B2; Betriebstemperatur 90 °C; Umgebungstemperatur 30 °C	17
Tabelle 6: Belastbarkeit von Kabeln für Verlegung in Gebäuden; Verlegeart C, E, F und G; Betriebstemperatur 90 °C; Umgebungstemperatur 30 °C	18
Tabelle 7: Verlegearten für Kabel und Leitungen für feste Verlegung in Gebäuden	19
Tabelle 8: Betriebsbedingungen für Leitungen mit Nennspannungen bis 1000 V und für wärmebeständige Leitungen	26
Tabelle 9: Belastbarkeit von Leitungen mit Nennspannungen bis 1000 V und von wärmebeständigen Leitungen	28
Tabelle 10: Betriebsbedingungen für Gummischlauchleitungen H07RN-F und A07RN-F für industrielle Anwendungen	29
Tabelle 11: Belastbarkeit von Gummischlauchleitungen H07RN-F und A07RN-F für industrielle Anwendungen	30
Tabelle 12: Betriebsbedingungen für Leitungen mit Nennspannungen ab 0,6/1 kV	31
Tabelle 13: Belastbarkeit von Leitungen mit Nennspannungen ab 0,6/1 kV	32
Tabelle 14: Betriebsbedingungen und Belastbarkeit für Schweißleitungen H01N2-D und H01N2-E	33
Tabelle 15: Umrechnungsfaktoren für abweichende Umgebungstemperaturen	34
Tabelle 16: Umrechnungsfaktoren für wärmebeständige Leitungen	35
Tabelle 17: Umrechnungsfaktoren für Häufung auf der Wand, im Rohr und Kanal, auf dem Fußboden und unter der Decke	36
Tabelle 18: Umrechnungsfaktoren für Häufung von mehradrigen Kabeln oder Leitungen auf Wannen und Pritschen	37
Tabelle 19: Umrechnungsfaktoren für Häufung von einadrigen Kabeln oder Leitungen auf Wannen und Pritschen	38
Tabelle 20: Umrechnungsfaktoren für vieladrige Kabel und Leitungen mit Leiternennquerschnitten bis 10 mm ²	39
Tabelle 21: Umrechnungsfaktoren für aufgewickelte Leitungen	39
Tabelle 22: Bemessungs-Kurzzeitstromdichten für Kabel und Leitungen mit Kupferleiter	40
Anhang A (normativ) Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in Gebäuden (Umgebungstemperatur 25 °C)	41
Anhang B (informativ) Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in Gebäuden (Inhaltlicher Auszug aus CENELEC-Report R 64-001:1991)	43
Anhang C (informativ) Erläuterungen	46

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Strombelastbarkeit von isolierten Starkstromleitungen nach den Normen der Reihe DIN VDE 0250 (VDE 0250), Normen der Reihe DIN VDE 0281 (VDE 0281) und Normen der Reihe DIN VDE 0282 (VDE 0282). Sie gilt ebenfalls für Kabel nach DIN VDE 0276-603 (VDE 0276 Teil 603) und nach DIN VDE 0276-604 (VDE 0276 Teil 604), DIN VDE 0262 (VDE 0262), DIN VDE 0266 (VDE 0266) bei Verlegung in Gebäuden. Aufzählung der Bauarten siehe Tabelle 1.

Diese Norm gilt nicht für die Strombelastbarkeit von Kabeln, die in Erde oder in Wasser verlegt sind.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte und undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikation nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

DIN VDE 0100:1973-05	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V
DIN VDE 0100-410 (VDE 0100 Teil 410)	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag
DIN VDE 0100-420 (VDE 0100 Teil 420)	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Schutzmaßnahmen – Schutz gegen thermische Einflüsse
DIN VDE 0100-430 (VDE 0100 Teil 430)	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Schutzmaßnahmen – Schutz von Kabeln und Leitungen bei Überstrom
DIN VDE 0100-520 (VDE 0100 Teil 520)	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Kabel- und Leitungssysteme (-anlagen)
DIN VDE 0103 (VDE 0103)	Bemessung von Starkstromanlagen auf mechanische und thermische Kurzschlußfestigkeit
DIN VDE 0118-2 (VDE 0118 Teil 2)	Errichten elektrischer Anlagen im Bergbau unter Tage – Zusatzfestlegungen für Starkstromanlagen
Norm-Entwürfe der Reihe E DIN VDE 0245 (VDE 0245)	Leitungen für elektrische und elektronische Betriebsmittel in Starkstromanlagen
Normen der Reihe DIN VDE 0250 (VDE 0250)	Isolierte Starkstromleitungen
DIN VDE 0262 (VDE 0262)	Installationskabel mit Isolierung aus vernetztem Polyethylen und Mantel aus thermoplastischem PVC mit Nennspannung 0,6/1 kV
E DIN VDE 0266 (VDE 0266)	Kabel mit verbessertem Verhalten im Brandfall – Nennspannungen U_0/U 0,6/1 kV
DIN VDE 0276-603 (VDE 0276 Teil 603)	Starkstromkabel – Energieverteilungskabel mit Nennspannungen U_0/U 0,6/1 kV; Deutsche Fassung HD 603 S1 Teile 1, 3G und 5G:1994
DIN VDE 0276-604 (VDE 0276 Teil 604)	Starkstromkabel – Starkstromkabel mit Nennspannungen U_0/U 0,6/1 kV mit verbessertem Verhalten im Brandfall für Kraftwerke; Deutsche Fassung HD 604 S1 Teil 1 und Teil 5G:1994
Normen der Reihe DIN VDE 0281 (VDE 0281)	PVC-isolierte Starkstromleitungen
Normen der Reihe DIN VDE 0282 (VDE 0282)	Gummi-isolierte Starkstromleitungen
DIN VDE 0298-3 (VDE 0298 Teil 3)	Verwendung von Kabeln und Leitungen für Starkstromanlagen – Allgemeines für Leitungen
DIN VDE 0298-300 (VDE 0298 Teil 300)	Verwendung von Kabeln und Leitungen für Starkstromanlagen – Leitlinie für harmonisierte Leitungen; Deutsche Fassung HD 516 S1:1990
HD 21.1 S2	Isolierte Starkstromleitungen mit einer Isolierung aus thermoplastischem Kunststoff auf der Basis von Polyvinylchlorid (PVC) mit Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
HD 22.1 S2	Isolierte Starkstromleitungen mit einer Isolierung aus Gummi mit Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
HD 384.5.523 S1	Elektrische Anlagen von Gebäuden – Teil 5: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Kapitel 52: Kabel- und Leitungssysteme (-Anlagen) – Hauptabschnitt 523: Strombelastbarkeit
HD 516 S1/A3 CENELEC-Report R 64-001:1991	Anwendungsrichtlinie für harmonisierte Niederspannungsleitungen Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen

3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Definitionen:

3.1 Belastbarkeit: Kurzbezeichnung für Strombelastbarkeit. Mit Belastbarkeit werden die unter bestimmten Bedingungen höchstzulässigen Ströme bezeichnet.

3.2 Belastung: Kurzbezeichnung für die Strombelastung. Mit Belastung werden die durch eine bestimmte Betriebsart oder einen Fehlerfall gegebenen, dem Kabel oder der Leitung aufgebürdeten Ströme bezeichnet.

3.3 Zulässige Betriebstemperatur: Höchste zulässige Temperatur am Leiter bei ungestörtem Betrieb. Sie wird zur Berechnung der Belastbarkeit im ungestörten Betrieb verwendet.

3.4 Zulässige Kurzschlußtemperatur: Höchste zulässige Temperatur am Leiter bei Kurzschluß mit einer Kurzschlußdauer bis 5 s. Sie wird zur Berechnung der Belastbarkeit im Kurzschlußfall verwendet.

3.5 Referenzverlegeart: Verlegeart, für die die Belastbarkeitsangaben ermittelt worden sind. Davon abweichende, in der Installationspraxis jedoch häufig vorkommende Verlegearten wurden in Tabelle 7 diesen Referenzverlegearten zugeordnet.

4 Allgemeines

4.1 In dieser Norm werden Regeln für die Wahl des Leiternennquerschnittes hinsichtlich der Belastung im ungestörten Betrieb und im Kurzschlußfall gegeben.

Die bestimmungsgemäße Verwendung der Kabel und Leitungen wird bei der Anwendung dieser Norm vorausgesetzt.

Außer den aufgeführten beiden Einflußgrößen sind für die Wahl des Leiternennquerschnittes gegebenenfalls weitere Kriterien zu berücksichtigen, z. B. die Anforderungen für den Schutz gegen elektrischen Schlag (siehe DIN VDE 0100-410 (VDE 0100 Teil 410) entsprechend HD 384.4.41), den Schutz gegen thermische Einflüsse (siehe DIN VDE 0100-420 (VDE 0100 Teil 420) entsprechend HD 384.4.42), den Schutz bei Überstrom (siehe DIN VDE 0100-430 (VDE 0100 Teil 430) entsprechend HD 384.4.43), den Spannungsfall (siehe DIN VDE 0100-520 (VDE 0100 Teil 520)) und die Grenztemperaturen von Anschlußklemmen, an denen die Leiter angeschlossen sind.

4.2 Die in dieser Norm genannten Regeln und Größen für die Belastbarkeit beziehen sich auf die belasteten Leiter. Sie gelten für den Betrieb mit Wechselstrom oder Drehstrom mit einer Frequenz von 50 Hz bis 60 Hz und mit Gleichstrom.

Die Belastbarkeitsangaben sind empfohlene Größen und gelten für den ungestörten Betrieb bei den in den Tabellen aufgeführten Betriebsbedingungen sowie für den Kurzschlußfall.

4.3 Bei der Ermittlung der Anzahl der belasteten Leiter in einem mehr- oder vieladrigen Kabel oder einer mehr- oder vieladrigen Leitung sowie bei Häufungen sind nur jene Leiter zu berücksichtigen, die einen Belastungsstrom führen. Wenn in einem Mehrphasen-Stromkreis eine symmetrische Belastung angenommen werden kann, braucht der zugehörige Neutralleiter nicht berücksichtigt zu werden, es sei denn, 4.3.2 trifft zu.

ANMERKUNG: Mehradrige Kabel und Leitungen haben zwei bis fünf Adern, einschließlich der als Neutralleiter und/oder Schutzleiter dienenden Adern. Vieladrige Kabel und Leitungen haben mindestens sechs Adern. Konzentrische Leiter oder zusätzliche, nicht der Energieübertragung dienende Adern, z. B. für die Fernwirktechnik, werden nicht mitgezählt.

4.3.1 Leiter, die nur Schutzleiterfunktion haben, werden nicht berücksichtigt. PEN-Leiter müssen in der gleichen Weise wie Neutralleiter berücksichtigt werden.

4.3.2 In einem Drehstromkreis wird symmetrische Belastung angenommen. Wenn darüber hinaus der Neutralleiter belastet wird, ohne daß die Außenleiter entsprechend entlastet werden, muß der Neutralleiter bei der Festlegung der Strombelastbarkeit des Kabels oder der Leitung mit berücksichtigt werden. Solche Ströme im Neutralleiter können beispielsweise durch einen ausgeprägten Oberschwingungsstrom in Drehstromkreisen verursacht werden.

4.3.3 Wenn in einem Stromkreis zwei oder mehr Leiter mit demselben Außenleiter oder Pol eines Stromnetzes verbunden werden (Parallelschaltung), müssen Maßnahmen zur gleichmäßigen Aufteilung des Belastungsstromes auf die Leiter getroffen werden.

Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn die Leiter

- aus demselben Werkstoff sind,
- denselben Nennquerschnitt,
- etwa die gleiche Länge und
- Verzweigungen auf der gesamten Stromkreislänge aufweisen und
- die parallel geschalteten Leiter in mehradrigen oder verseilten einadrigen Kabeln oder Leitungen enthalten sind, oder
- die parallel geschalteten Leiter in einadrigen Kabeln oder Leitungen bei eng gebündelter oder ebener Anordnung einen Nennquerschnitt $\leq 50 \text{ mm}^2$ aufweisen, oder

- die parallel geschalteten Leiter in einadrigen Kabeln oder Leitungen bei eng gebündelter oder ebener Anordnung einen höheren Nennquerschnitt als 50 mm^2 aufweisen und gleichzeitig besondere Verlegemaßnahmen getroffen sind. Diese Verlegemaßnahmen bestehen aus einer geeigneten Phasenfolge und räumlichen Anordnung der unterschiedlichen Außenleiter oder Pole.

Wenn die oben aufgeführten Bedingungen nicht erfüllt werden, muß durch geeignete Maßnahmen sichergestellt werden, daß die jeweils zulässige Betriebstemperatur nicht überschritten wird.

4.4 Die Strombelastbarkeitsangaben in den Tabellen 3, 4, 5, 6 und 9 gelten für

- zweiadrige Kabel oder Leitungen mit zwei belasteten Leitern sowie für
- dreiadrige Kabel oder Leitungen mit drei belasteten Leitern.

Für mehr- und vieladrige Kabel oder Leitungen, die zusätzliche unbelastete Leiter (z. B. PE-Leiter) aufweisen, sollen bei CENELEC Belastbarkeitsuntersuchungen durchgeführt werden (siehe auch Anhang B.7.3).

4.5 Der Leiternennquerschnitt ist so zu wählen, daß die Belastung die Belastbarkeit nicht überschreitet. Maßgebend hierfür sind die jeweils zutreffenden, ungünstigsten Betriebsbedingungen während der Dauer des Betriebs und im gesamten Verlauf des Kabels oder der Leitung.

4.6 Die Wahl des Leiternennquerschnitts nach 4.5 ist für die Belastbarkeit im ungestörten Betrieb und im Kurzschlußfall zu treffen. Hierbei ist der größere der jeweils ermittelten Nennquerschnitte nach 5.3.4 und 6.7 zu wählen. Bei Anwendung des gemeinsamen Schutzes bei Überlast und Kurzschluß nach DIN VDE 0100-430 (VDE 0100 Teil 430) braucht 6.7 nicht angewendet zu werden.

5 Belastbarkeit im ungestörten Betrieb

5.1 Allgemeines

5.1.1 Der Leiternennquerschnitt ist so zu wählen, daß für die vorgegebene Belastung der Leiter an keiner Stelle und zu keinem Zeitpunkt über die zulässige Betriebstemperatur erwärmt wird. Die Erwärmung bzw. Belastbarkeit eines Kabels oder einer Leitung ist vom Aufbau, den Werkstoffeigenschaften und den Betriebsbedingungen abhängig. Eine zusätzliche Erwärmung bei Häufung mit anderen Kabeln oder Leitungen, durch Heizkanäle, durch Sonneneinstrahlung usw. ist zu berücksichtigen.

5.1.2 Die Anforderung nach 5.1.1 gilt als erfüllt, wenn die Belastung der Kabel oder Leitungen die jeweils zutreffende Belastbarkeit in den Tabellen nicht überschreitet. Für Bauarten und Baugrößen von Kabeln und Leitungen und für Verlegearten, für die in dieser Norm keine Angaben gemacht werden, ist die Belastbarkeit wie folgt zu ermitteln.

Zur Erfüllung der Anforderungen nach 5.1.1 dürfen die Werte für die Belastbarkeit und die Reduktionsfaktoren für Häufung auch bestimmt werden:

- durch Rechnung, wenn ein anerkanntes Berechnungsverfahren verwendet und angegeben wird, oder
- durch Versuch oder
- wie in IEC 60287 beschrieben.

Dabei dürfen vom Dauerbetrieb abweichende Betriebsarten berücksichtigt werden (siehe 5.3.1).

5.2 Aufbau des Kabels oder der Leitung und Werkstoffeigenschaften

Die nachfolgenden, vom Kabel- oder Leitungsaufbau und den Werkstoffeigenschaften bestimmten Größen sind als konstant angenommen. Sie wurden bei der Berechnung oder Festlegung der Größen in den Tabellen für die Belastbarkeit berücksichtigt:

- Die jeweils höchste zulässige Betriebstemperatur am Leiter ist in Tabelle 1 enthalten.
- Mit dem Wirkwiderstand des Kabels bzw. der Leitung werden die Stromwärmeverluste in den Leitern, in den metallenen Hüllen oder in den Schutzleitern berücksichtigt. Bei Wechselstrom oder Drehstrom wurde dabei eine Frequenz von 50 Hz bis 60 Hz berücksichtigt. Bei höheren Frequenzen erhöht sich der Wirkwiderstand; damit verringert sich die Belastbarkeit.

5.3 Betriebsbedingungen und Belastbarkeit

Den Werten in den Tabellen für die Belastbarkeit liegen vereinbarte

- Betriebsart,
- Verlegebedingungen sowie
- Umgebungsbedingungen

zugrunde.

Diese für die Bemessung vorgegebenen Betriebsbedingungen sind in den Tabellen 2, 8, 10, 12 und 14 einzeln aufgeführt. Die dafür ermittelte Belastbarkeit (Bemessungswert, rated value) wird mit I_t bezeichnet.

Für davon abweichende Betriebsbedingungen werden in diesen Tabellen Hinweise zur Anwendung von Umrechnungsfaktoren gegeben. Die Belastbarkeit I_z erhält man dann wie folgt:

$$I_z = I_r \Pi f$$

Dabei ist:

I_r Belastbarkeit bei vereinbarten Betriebsbedingungen („Bemessungswert“) nach den Tabellen 3, 4, 5, 6, 9, 11, 13 und 14,

I_z Belastbarkeit bei tatsächlichen Betriebsbedingungen,

Πf Produkt aller erforderlichen Umrechnungsfaktoren f .

5.3.1 Betriebsart

Durch die Betriebsart wird der zeitliche Verlauf des Stromes beschrieben.

Der **Dauerbetrieb** ist ein Betrieb mit konstantem Strom, dessen Dauer zumindest ausreicht, den thermischen Beharrungszustand des Betriebsmittels zu erreichen, sonst aber zeitlich nicht begrenzt ist. Den Größen in den Tabellen für die Belastbarkeit der Kabel und Leitungen liegt Dauerbetrieb zugrunde, wobei die zulässige Betriebstemperatur am Leiter erreicht wird. In der Tabelle 14 werden zusätzlich Belastbarkeitsgrößen bei Aussetzbetrieb mit den im Schweißbetrieb üblichen Spiel- und Einschaltzeiten angegeben.

5.3.2 Verlegebedingungen

Die Belastbarkeit eines Kabels oder einer Leitung wird wesentlich von den Verlegebedingungen beeinflusst.

5.3.2.1 Für Kabel und Leitungen für feste Verlegung in Gebäuden gelten die Verlegebedingungen (Referenzverlegearten) nach Tabelle 2. Die Belastbarkeitsgrößen der jeweiligen Kabel- oder Leitungsbauarten sind in den Tabellen 3, 4, 5 und 6 angegeben. Weitere Verlegearten, die den Referenzverlegearten zugeordnet wurden, enthält Tabelle 7.

5.3.2.2 Für Leitungen mit Nennspannungen bis 1000 V und für wärmebeständige Leitungen gelten die Verlegebedingungen nach Tabelle 8 und die Belastbarkeit nach Tabelle 9.

5.3.2.3 Für Gummischlauchleitungen 07RN gelten bei industrieller Anwendung die Verlegebedingungen nach Tabelle 10 und die Belastbarkeit nach Tabelle 11.

5.3.2.4 Für Leitungen mit Nennspannungen ab 0,6/1 kV gelten die Verlegebedingungen nach Tabelle 12 und die Belastbarkeit nach Tabelle 13.

5.3.2.5 Für Schweißleitungen gelten die Verlegebedingungen und die Belastbarkeit nach Tabelle 14.

5.3.3 Umgebungsbedingungen

5.3.3.1 Umgebungstemperatur

Die Umgebungstemperatur ist die Temperatur der umgebenden Luft, wenn das betrachtete Kabel oder die betrachtete Leitung nicht belastet ist. Die in den Tabellen genannten Belastbarkeitsgrößen sind auf eine Umgebungstemperatur von 30 °C bezogen.

Unterscheidet sich die tatsächliche Umgebungstemperatur von 30 °C, so sind die Umrechnungsfaktoren der Tabelle 15 anzuwenden. Dies gilt auch bei Überschreitung der Umgebungstemperatur von 30 °C an einzelnen Stellen des Kabel- oder Leitungsweges (Ausnahme siehe Erläuterungen für wärmebeständige Leitungen).

5.3.3.2 Verlustwärme

Wird die Umgebungstemperatur durch Verlustwärme der Kabel oder Leitungen in geschlossenen Räumen, z. B. in begehbaren Kabelkanälen, in Kabelzwischenböden oder in Gehäusen erhöht, so sind die Umrechnungsfaktoren nach Tabelle 15 für abweichende Umgebungstemperaturen, gegebenenfalls zusammen mit den Umrechnungsfaktoren für Häufung nach den Tabellen 17, 18 oder 19, anzuwenden.

5.3.3.3 Wärmestrahlung

Wärmestrahlungen, wie z. B. Sonneneinwirkung, sind zu berücksichtigen bzw. zu verhindern, beispielsweise durch Abdeckungen. Werden Abdeckungen verwendet, so ist auf eine ungestörte Luftzirkulation zu achten.

5.3.4 Wahl des Leiternennquerschnittes für den ungestörten Betrieb

Der Leiternennquerschnitt ist für die Beziehung

$$I_z \geq I_b$$

zu dimensionieren.

Dabei ist:

I_z Belastbarkeit bei tatsächlichen Betriebsbedingungen,

I_b Belastung im ungestörten Betrieb.

6 Belastbarkeit im Kurzschlußfall

6.1 Allgemeines

Für die thermische Kurzschlußbelastbarkeit gelten die Rechenverfahren und Definitionen nach DIN VDE 0103 (VDE 0103). Die Berechnung nach DIN VDE 0100-430 (VDE 0100 Teil 430) führt zu demselben Ergebnis.

6.2 Einflußgrößen

Im Kurzschlußfall wird die durch den Kurzschlußstrom erzeugte Wärme hauptsächlich im Leiter gespeichert. Der Leiter darf hierbei nicht über die zulässige Kurzschlußtemperatur erwärmt werden, wobei die Leitertemperatur zu Beginn des Kurzschlusses und die Kurzschlußdauer zu berücksichtigen sind.

6.3 Leitertemperatur zu Beginn des Kurzschlusses ϑ_a

Die Leitertemperatur zu Beginn des Kurzschlusses ϑ_a hängt von der Belastung vor dem Kurzschluß ab. Falls nichts anderes bekannt ist, ist für ϑ_a die zulässige Betriebstemperatur nach den Tabellen 1 oder 22 einzusetzen.

6.4 Zulässige Kurzschlußtemperatur ϑ_e

Die zulässige Kurzschlußtemperatur ϑ_e nach Tabelle 22 ist mit Rücksicht auf die dem Leiter angrenzende Isolierung oder Leitschicht festgelegt. Es sollte bei weichgelöteten Leiterverbindungen 160 °C und bei verzinnenden Leitern 200 °C nicht überschritten werden.

Diese Werte gelten für eine maximale Kurzschlußdauer von 5 s.

6.5 Bemessungs-Kurzzeitstrom I_{thr}

Der für die Bemessungs-Kurzschlußdauer t_{kr} von 1 s definierte Bemessungs-Kurzzeitstrom I_{thr} (Bemessungswert der Kurzschlußbelastbarkeit) der Kabel oder Leitungen kann mit Hilfe der Bemessungs-Kurzzeitstromdichte J_{thr} aus Tabelle 22 durch Multiplikation mit dem Nennquerschnitt S_n des Leiters ermittelt werden.

$$I_{thr} = J_{thr} \cdot S_n$$

6.6 Kurzschlußbelastbarkeit I_{thz}

Die Kurzschlußbelastbarkeit I_{thz} für eine Kurzschlußdauer t_k beträgt:

$$I_{thz} = I_{thr} \sqrt{\frac{t_{kr}}{t_k}}$$

6.7 Wahl des Leiternennquerschnittes im Kurzschlußfall

Der Leiternennquerschnitt ist hinsichtlich der thermischen Kurzschlußbelastbarkeit ausreichend dimensioniert, wenn für eine durch den thermisch wirksamen Kurzzeitstrom I_{th} nach DIN VDE 0103 (VDE 0103) und eine Kurzschlußdauer t_k bestimmte Belastung folgende Bedingung erfüllt ist:

$$I_{thz} \geq I_{th}$$

Dabei ist:

I_{th}	thermisch wirksamer Kurzzeitstrom,
I_{thr}	Bemessungs-Kurzzeitstrom,
I_{thz}	Kurzschlußbelastbarkeit,
J_{thr}	Bemessungs-Kurzzeitstromdichte,
S_n	Nennquerschnitt des Leiters,
t_k	Kurzschlußdauer,
t_{kr}	Bemessungs-Kurzschlußdauer.

Tabelle 1:
Übersicht der Kabel- und Leitungsbauarten

1	2	3	4	5	6
Bauart	Bauart- kurzzeichen	Norm		zulässige Betriebs- temperatur am Leiter	Belast- barkeit nach Tabelle
			Teil	°C	
Kabel und Leitungen für feste Verlegung					
Gummi-Lichterkettenleitung	H05RN-F H05RNH2-F H03RN-F	DIN VDE 0282	8	60	9
Gummi-Pendelschnur	NPL	DIN VDE 0250	603	60	9
PVC-Lichterkettenleitung	H03VH7-H	DIN VDE 0281	8	60	9
PVC-Leuchtenleitung mit trennbarem Steg	H03VH7H-F	DIN VDE 0281	11	60	9
PVC-Verdrahtungsleitung	H05V-U H05V-K	DIN VDE 0281	3	70	9
PVC-Aderleitung	H07V-U H07V-R H07V-K	DIN VDE 0281	3	70	3 und 9
Kältebeständige PVC-Aderleitung	H07V3-U H07V3-R H07V3-K	DIN VDE 0281	9	70	3 und 9
Vernetzte PVC-Aderleitung	N05XAFX	E DIN VDE 0250	505	70	9
Vernetzte PVC-Aderleitung	N07XAFX	E DIN VDE 0250	504	70	9
Wetterfeste PVC-Leitung	NFYW	DIN VDE 0250	203	70	9
Stegleitung	NYIF NYIFY	DIN VDE 0250	201	70	4
PVC-Mantelleitung	NYM	DIN VDE 0250	204	70	3 und 4
PVC-Mantelleitung mit zugfester Bewehrung	NYMZ	DIN VDE 0250	205	70	3 und 4
PVC-Mantelleitung mit Tragseil	NYMT	DIN VDE 0250	206	70	3 und 4
Umhüllter Rohrdraht für Räume mit Hochfrequenzanlagen	NHYRUZY	DIN VDE 0250	209	70	3 und 4
Bleimantelleitung	NYBUY	DIN VDE 0250	210	70	3 und 4
Dachständer-Einführungsleitung	NYDY	DIN VDE 0250	213	70	3 und 4
Halogenfreie Mantelleitung mit verbessertem Verhalten im Brandfall	NHXMH	DIN VDE 0250	214	70	3 und 4
Installationsleitung NHMH mit speziellen Eigenschaften im Brandfall	NHMH	E DIN VDE 0250	215	70	3 und 4
Kabel mit Isolierung und Mantel aus thermoplastischem PVC mit Nennspannungen 0,6/1 kV	YYY 0,6/1 kV NYCY 0,6/1 kV	DIN VDE 0276	603	70	3 und 4
Wärmebeständige PVC-Verdrahtungsleitung	H05V2-U H05V2-R H05V2-K	DIN VDE 0281	7	90	9
(fortgesetzt)					

Tabelle 1: (fortgesetzt)
Übersicht der Kabel- und Leitungsbauarten

1	2	3	4	5	6
Bauart	Bauart- kurzzeichen	Norm		zulässige Betriebs- temperatur am Leiter °C	Belast- barkeit nach Tabelle
			Teil		
Kabel und Leitungen für feste Verlegung					
Wärmebeständige PVC-Aderleitung	H07V2-U H07V2-R H07V2-K	DIN VDE 0281	7	90	5
Halogenfreie, raucharme Aderleitung mit speziellen Eigenschaften im Brandfall	H07Z-U H07Z-R H07Z-K	DIN VDE 0282	9	90	5 und 9
Halogenfreie, raucharme Verdrahtungsleitung mit speziellen Eigenschaften im Brandfall	H05Z-U H05Z-K	DIN VDE 0282	9	90	9
Sonder-Gummiaderleitung	NSGAÖU NSGAFÖU NSGAFCMÖU	DIN VDE 0250	602	90	13
Halogenfreie, raucharme Sonder- Gummiaderleitung	NSHXAÖ NSHXAFO NSHXAFCMÖ	E DIN VDE 0250	606	90	13
Wärmebeständige PVC-Verdrahtungs- leitung in Zwillingsausführung	NYFAZW	DIN VDE 0250	102	90	9
Wärmebeständige PVC-Schlauch- leitung mit und ohne Zugentlastungs- element	H03V2V2-F H03V2V2H2-F H05V2V2-F H05V2V2H2-F H05V2V2D3-F	DIN VDE 0281	12	90	9
Installationskabel mit Isolierung aus vernetztem Polyethylen und Mantel aus thermoplastischem PVC mit Nennspannung 0,6/1 kV	NI2XY	DIN VDE 0262	–	90	5 und 6
Kabel mit verbessertem Verhalten im Brandfall	N2XH N2XCH	DIN VDE 0276	604	90	5 und 6
Starkstromkabel mit verbessertem Verhalten im Brandfall	NHXHX FE180 NHXCHX FE180 NHXH FE180 NHXCH FE180 NHXHX NHXCHX	DIN VDE 0266	–	90	5 und 6
Kabel mit Isolierung aus vernetztem Polyethylen mit Nennspannungen 0,6/1 kV	N2XY N2X2Y	DIN VDE 0276	603	90	5 und 6
Wärmebeständige Gummi- verdrahtungsleitung	H05G-U H05G-K H07G-U H07G-R H07G-K	DIN VDE 0282	7	110	9
ETFE-Aderleitung	N7YA N7YAF	DIN VDE 0250	106	135	9
(fortgesetzt)					

(fortgesetzt)

Tabelle 1: (fortgesetzt)
Übersicht der Kabel- und Leitungsbauarten

1	2	3	4	5	6
Bauart	Bauart- kurzzeichen	Norm		zulässige Betriebs- temperatur am Leiter	Belast- barkeit nach Tabelle
			Teil	°C	
Kabel und Leitungen für feste Verlegung					
Wärmebeständige Silikon-Fassungsader	N2GFA N2GFAF	DIN VDE 0250	502	180	9
Wärmebeständige Silikonaderleitung ohne Beflechtung	H05S-U H05S-K	DIN VDE 0282	3	180	9
Wärmebeständige Silikonaderleitung mit Beflechtung	A05SJ-U H05SJ-K	DIN VDE 0282	3	180	9
Flexible Leitungen					
Leichte Zwillingsleitung	H03VH-Y	DIN VDE 0281	5	40	1)
Zwillingsleitung	H03VH-H	DIN VDE 0281	5	40	9 ²⁾
Gummiaderschnur	H03RT-F A03RT-F	DIN VDE 0282	4	60	9 ²⁾
Gummischlauchleitung	NMHVÖU	DIN VDE 0250	806	60	9
	H05RR-F A05RR-F A05RRT-F	DIN VDE 0282	4	60	9 ²⁾
	H05RN-F A05RN-F	DIN VDE 0282	4	60	9 ²⁾
	H07RN-F A07RN-F	DIN VDE 0282	4	60	11 ²⁾
	NSHCÖU	DIN VDE 0250	811	60	9
	NSHTÖU	DIN VDE 0250	814	60	9
Gummi-Flachleitung	NGFLGÖU	DIN VDE 0250	809	60	9
Gummi-isolierte Aufzugssteuerleitung	H05RTD5-F H05RND5-F H05RTD3-F H05RND3-F	DIN VDE 0282	807	60	9
	H07RTD5-F H07RND5-F H07RTD3-F H07RND3-F	DIN VDE 0282	808	60	9
Schlauchleitungen mit hoher Flexibilität	H03RR-F H03RV4-F H03V4V4-F	DIN VDE 0282	14	60	9 ²⁾
PVC-Schlauchleitung	H03VV-F H03VVH2-F A03VV-F H05VV-F H05VVH2-F A05VV-F	DIN VDE 0281	5	60	9 ²⁾
(Fußnoten siehe S. 12) (fortgesetzt)					

Tabelle 1: (abgeschlossen)
Übersicht der Kabel- und Leitungsbauarten

1	2	3	4	5	6
Bauart	Bauart- kurzzeichen	Norm		zulässige Betriebs- temperatur am Leiter °C	Belast- barkeit nach Tabelle
			Teil		
Flexible Leitungen					
PVC-Wendelleitung	H03VVH8-F H03VVH2H8-F H05VVH8-F H05VVH2H8-F	DIN VDE 0281	10	60	9
Ölbeständige PVC-Steuerleitung	H05VV5-F H05VVC4V5-K	DIN VDE 0281	13	60	9
PVC-isolierte Schlauchleitung mit Polyurethanmantel	NYMH11YÖ	E DIN VDE 0250	407	70	9 ²⁾
PVC-Flachleitung	H05VVH6-F H05VVD3H6-F	DIN VDE 0281	403	70	9
	H07VVH6-F A07VVH6-F H07VVD3H6-F A07VVD3H6-F	DIN VDE 0281	404	70	9
PVC-Steuerleitung	NYSLY NYSLYCY	E DIN VDE 0245	102	70	9
Leichte, flexible PVC-Steuerleitung	NLSY NLSCY	E DIN VDE 0245	201	70	9
Flexible PVC-Steuerleitung	NSY NSYCY	E DIN VDE 0245	202	70	9
Halogenfreie, raucharme Schlauch- leitung	H07ZZ-F	DIN VDE 0282	13	70	9
Schweißleitung	H01N2-D H01N2-E	DIN VDE 0282	6	85	14
EPR-isolierte Schlauchleitung mit Polyurethanmantel	H05BQ-F H07BQ-F	DIN VDE 0282	10	90	9 ²⁾
EPR-isolierte Schlauchleitung	H05BB-F H07BB-F H05BN4-F H07BN4-F	E DIN VDE 0282	12	90	9 ²⁾
Gummischlauchleitung	NSSHÖU	DIN VDE 0250	812	90	13
Leitungstrosse	NT...	DIN VDE 0250	813	90	13
EVA-Schlauchleitung	H05GG-F H05GGH2-F	DIN VDE 0282	11	110	9
Silikon-Aderschnur	N2GSA	DIN VDE 0250	815	180	9
Wärmebeständige Silikon-Schlauchleitung	N2GMH2G	DIN VDE 0250	816	180	9
1) Bestimmungsgemäßer Leiterquerschnitt 0,1 mm ² , belastbar mit 0,2 A, unabhängig von der Umgebungstemperatur					
2) Belastbarkeit nach Tabelle 9, Spalten 3 und 4, nur für mehradrige Leitungen für Haus- oder Handgeräte					

Tabelle 2:
Betriebsbedingungen und Referenzverlegearten
für Kabel und Leitungen für feste Verlegung in Gebäuden

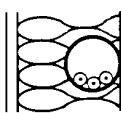
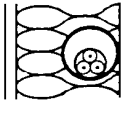
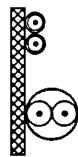
1		2	3	4	5	6	7	
Vereinbarte Betriebsbedingungen						Abweichende Betriebsbedingungen		
Betriebsart Dauerbetrieb mit den Werten der Belastbarkeit nach den Tabellen 3, 4, 5 und 6						—		
		Angaben zur Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen mit einer zulässigen Betriebstemperatur am Leiter von				Umrechnungsfaktoren für		
		70 °C		90 °C				
		Anzahl der Adern				Häufung	vieladrige Kabel oder Leitungen	
		2	3	2	3			
Verlegebedingungen		in Tabelle/Spalte				in Tabelle		
Verlegung in wärmegedämmten Wänden								
	Raum	Referenzverlegeart A1 Aderleitungen im Elektro-Installationsrohr in einer wärmeisolierten Wand	3/2	3/3	5/2	5/3	17	—
	Raum	Referenzverlegeart A2 Mehradriges Kabel oder mehradrige Mantelleitung in einem Elektro-Installationsrohr in einer wärmeisolierten Wand	3/4	3/5	5/4	5/5	17	20
Verlegung in Elektro-Installationsrohren								
		Referenzverlegeart B1 Aderleitungen im Elektro-Installationsrohr auf einer Wand ¹⁾	3/6	3/7	5/6	5/7	17	—
		Referenzverlegeart B2 Mehradriges Kabel oder mehradrige Mantelleitung in einem Elektro-Installationsrohr auf einer Wand ¹⁾	3/8	3/9	5/8	5/9	17	20
Direkte Verlegung								
		Referenzverlegeart C Ein- oder mehradriges Kabel oder ein- oder mehradrige Mantelleitung auf einer Wand ¹⁾	4/2	4/3	6/2	6/3	17	20
(Fußnoten siehe S. 14)			(fortgesetzt)					

Tabelle 2: (abgeschlossen)
Betriebsbedingungen und Referenzverlegearten
für Kabel und Leitungen für feste Verlegung in Gebäuden

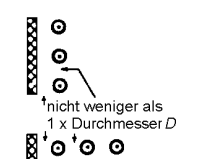
1	2	3	4	5	6	7				
Vereinbarte Betriebsbedingungen					Abweichende Betriebsbedingungen					
Betriebsart Dauerbetrieb mit den Werten der Belastbarkeit nach den Tabellen 3, 4, 5 und 6					—					
	Angaben zur Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen mit einer zulässigen Betriebstemperatur am Leiter von				Umrechnungsfaktoren für					
	70 °C		90 °C							
	Anzahl der Adern				Häufung	vieladrige Kabel oder Leitungen				
	2	3	2	3						
Verlegebedingungen					in Tabelle					
Verlegung frei in Luft					in Tabelle					
	Referenzverlegeart E Mehrdriges Kabel oder mehradrige Mantelleitung frei in Luft mit Abstand von mindestens 0,3 × Durchmesser <i>D</i> zur Wand				4/4	4/5	6/4	6/5	18	20
	Referenzverlegeart F Einadrige Kabel oder einadrige Mantelleitungen, mit Berührung, frei in Luft mit Abstand von mindestens 1 × Durchmesser <i>D</i> zur Wand				4/6	4/7 und 4/8	6/6	6/7 und 6/8	19	—
	Referenzverlegeart G Einadrige Kabel oder einadrige Mantelleitungen, mit Abstand <i>D</i> , frei in Luft mit Abstand von mindestens 1 × Durchmesser <i>D</i> zur Wand				—	4/9 und 4/10	—	6/9 und 6/10	—	—
Umgebungsbedingungen										
Ausreichend große oder belüftete Räume, in denen die Umgebungstemperatur durch die Verlustwärme der Kabel oder Leitungen nicht merklich erhöht wird.										
Umgebungstemperatur 30 °C									siehe Tabelle 15	
Schutz gegen direkte Wärmebestrahlung durch Sonne usw.									siehe 5.3.3.3	
1) Die Belastbarkeit für die Verlegearten B1, B2 und C in den Tabellen 3 bis 6 sowie A1 und A2 wurden ermittelt für die Verlegung auf einer Holzwand als die thermisch ungünstigste Bedingung. Für andere Wandarten, z. B. Mauerwerk, Putz, Gipskartonplatten usw., liegen diese Belastbarkeiten auf der sicheren Seite.										

Tabelle 3:
Belastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in Gebäuden
Verlegeart A1, A2, B1 und B2; Betriebstemperatur 70 °C; Umgebungstemperatur 30 °C

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Zulässige Betriebstemperatur am Leiter	70 °C								
Umgebungstemperatur	30 °C								
Verlegeart (Referenzverlegeart) ¹⁾	A1		A2		B1		B2		
	Verlegung in wärmegedämmten Wänden				Verlegung in Elektro-Installationsrohren				
	Aderleitungen im Elektro-Installationsrohr in einer wärme- gedämmten Wand		Mehradriges Kabel oder mehradrige Mantelleitung in einem Elektro- Installationsrohr in einer wärmege- dämmten Wand		Aderleitun- gen im Elek- tro- Installations- rohr auf einer Wand		Mehradrige Kabel oder mehradrige Mantelleitung in einem Elektro- Installationsrohr auf einer Wand		
									
Anzahl der belasteten Adern	2	3	2	3	2	3	2	3	
Nennquerschnitt, Kupferleiter in mm ²	Belastbarkeit in A								
1,5	15,5 ²⁾	13,5	15,5 ²⁾	13,0	17,5	15,5	16,5	15,0	
2,5	19,5	18,0	18,5	17,5	24	21	23	20	
4	26	24	25	23	32	28	30	27	
6	34	31	32	29	41	36	38	34	
10	46	42	43	39	57	50	52	46	
10	–	–	–	–	–	–	–	47,17 ³⁾	
16	61	56	57	52	76	68	69	62	
25	80	73	75	68	101	89	90	80	
35	99	89	92	83	125	110	111	99	
50	119	108	110	99	151	134	133	118	
70	151	136	139	125	192	171	168	149	
95	182	164	167	150	232	207	201	179	
120	210	188	192	172	269	239	232	206	
150	240	216	219	196	–	–	–	–	
185	273	245	248	223	–	–	–	–	
240	320	286	291	261	–	–	–	–	
300	367	328	334	298	–	–	–	–	
Belastbarkeit aus CENELEC-Report R 64-001	Tabelle Spalte	52-C1 A	52-C3 A	52-C13 2	52-C13 4	52-C1 B	52-C3 B	52-C13 3	52-C13 5
Umrechnungsfaktoren für									
abweichende Umgebungstemperatur	Tabelle 15								
Häufung	Tabelle 17								
Verlegung unter der Decke	–				Tabelle 17				
vieladrige Kabel oder Leitungen	–			Tabelle 20	–			Tabelle 20	
1) Weitere Verlegearten siehe Tabelle 7.									
2) Siehe Anhang C.									
3) Gilt nicht für Verlegung auf einer Holzwand und nicht für die Anwendung von Umrechnungsfaktoren; siehe Anhang C.									