

ElektroSPICKER

Fakten und Tipps auf einen Blick

KABEL- UND LEITUNGS-DIMENSIONIERUNG

Was muss für den sicheren Betrieb von Kabel- und Leitungsanlagen beachtet werden? Wie wird der Schutz gegen elektrischen Schlag und Überströme normkonform realisiert?



Hier geht es zur Online-Version.

Hinweis:

Auszüge DIN-Normen mit VDE-Klassifikation sind für die angemeldete limitierte Auflage wiedergegeben mit Genehmigung 172.021 des VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informations-technik e.V. und des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Für weitere Wiedergaben oder Auflagen 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, erhältlich sind.

Ziel der Kabel- und Leitungsdimensionierung ist, gegen thermische Überbeanspruchung sowohl im Überlastfall als auch im Kurzschlussfall zu schützen. Kabel/ Leitungen müssen so ausgelegt werden, dass die im Betrieb zu erwartenden Einflüsse keine unzulässigen Auswirkungen verursachen.

Die Auslegung bzgl. Strombelastbarkeit für die Anwendung in und an Gebäuden erfolgt üblicherweise der DIN VDE 0298-4, wobei die Anforderungen im Zusammenhang mit der Ausrüstung von Maschinen in DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) aufgeführt sind. Dabei sind unterschiedliche Parameter zu beachten, wie:

- Betriebsstrom des Stromkreises
- Art der Verlegung von Kabel/Leitungen
- Leitungstyp
- Umgebungsbedingungen

Grundsätzliches Vorgehen

1. Festlegung des zu erwartenden maximalen Betriebsstroms I_b des zu schützenden Stromkreises
2. Festlegung der Verlegearten
3. Ermittlung erforderlicher Reduktionsfaktoren f_x und ggf. Berechnung eines neuen, fiktiven Betriebsstroms $I_{b,neu}$
4. Bestimmung der notwendigen Strombelastbarkeit I_z des Kabels/der Leitung auf Basis von I_b bzw. $I_{b,neu}$
5. Auswahl des Kabel-/ Leitungstyps und -querschnitts
6. Zuordnung der Überstrom-Schutzeinrichtung unter Beachtung der angeschlossenen Betriebsmittel
7. Ermittlung der maximalen zulässigen Leitungslänge für jeden Leitungstyp



Sicherer Betrieb

Vorgehensweise im Detail

Hinweis: Dieser ElektroSpicker ist eine Zusammenfassung unserer technischen Info „Kabel- und Leitungsdimensionierung und Auswahl von Überstrom-Schutzeinrichtungen“, die auch die vollständigen Tabellen, Formeln und alle Beispiele enthält (siehe hier).



Zur einfacheren Orientierung wurde die Nummerierung der Tabellen aus dem o.g. Dokument übernommen und nicht angepasst.

1

Festlegung des zu erwartenden maximalen Betriebsstroms I_b des zu schützenden Stromkreises

Die Leistungswerte der anzuschließenden Endgeräte bzw. die Annahmen für Steckdosenstromkreise beeinflussen und kennzeichnen den zu erwartenden Betriebsstrom. Dieser ist häufig durch die Art der Nutzung des Stromkreises bereits auf ein Mindestwert definiert.

2

Verlegearten für feste Verlegung in und an Gebäuden

Hinweis: Bei Installationen mit unterschiedlichen Verlegearten ist die Strombelastbarkeit des Kabels oder der Leitung nach der ungünstigsten Verlegeart zu bestimmen.

Referenz	A1	A2	B1	B2
Darstellung				
Verlegebedingung	Verlegung in wärmeisolierten Wänden Aderleitungen oder einadrige Kabel/Mantelleitungen im Elektroinstallationsrohr oder -kanal		Verlegung in Elektroinstallationsrohren oder geschlossenen Elektroinstallationskanälen auf oder in Wänden oder in Kanälen für Unterflurverlegung Aderleitungen oder einadrige Kabel/Mantelleitungen	
		mehradrige Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationsrohr oder -kanal	direkt verlegt	mehradrige Kabel oder Mantelleitungen

Auszug aus Tabelle 1

3

Mögliche Reduktionsfaktoren

Bei abweichenden Betriebsbedingungen sind die Strombelastbarkeitswerte mit den zutreffenden Umrechnungsfaktoren zu multiplizieren.

$$I_{b, \text{neu}} = \frac{I_b}{f_1 \cdot f_2 \cdot \dots}$$

f_1, f_2, \dots = Reduktionsfaktoren
 I_b = Betriebsstrom
 $I_{b, \text{neu}}$ = fiktiver Betriebsstrom

Im Anschluss ist ggf. die Berechnung eines neuen, fiktiven Betriebsstroms $I_{b, \text{neu}}$ notwendig.

3a

Andere Umgebungstemperaturen oder max. Betriebstemperatur am Leiter

Zulässige Betriebstemperatur am Leiter	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C
Umgebungstemperatur °C	Umrechnungsfaktoren			
15	1,22	1,17	1,14	1,12
20	1,15	1,12	1,10	1,08
25	1,08	1,06	1,05	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
...
70	-	-	0,45	0,58
75	-	-	0,32	0,50

Umgebungstemperatur 30 °C; Anwendung auf die Strombelastbarkeit nach Tabelle 2

Auszug aus Tabelle 5

3b

Vieladrige Kabel und Leitungen (> 5 Adern) mit Leiternennquerschnitten bis 10 mm²

Tabelle 9

Anzahl der gleichzeitig belasteten Adern	Umrechnungsfaktoren
5	0,75
7	0,65
10	0,55
14	0,50

Weitere Korrekturfaktoren siehe Tabelle 26 von DIN VDE 0298-4.


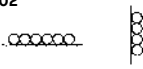
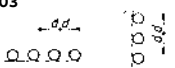
3c

Aufgewickelte Leitungen

Tabelle 10

Anzahl der Lagen auf der Spule	Umrechnungsfaktoren
1	0,80
2	0,61
3	0,49
4	0,42
5	0,38

Hinweis: Für spiralförmige Abwicklung gilt der Umrechnungsfaktor 0,80.

Verlegeanordnung	Anzahl der mehradrigen Kabel oder Leitungen oder Anzahl der Wechsel- oder Drehstromkreise aus einadrigen Kabeln oder Leitungen (2 bzw. 3 stromführende Leiter)										
	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	
01 	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,52	0,48	0,45	0,43	
02 	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,71	0,70	0,70	0,70	
03 	1,00	0,94	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	

Auszug aus Tabelle 7

01 Gebündelt direkt auf der Wand, auf dem Fußboden, im Elektroinstallationsrohr oder -kanal, auf oder in der Wand

02 Einlagig auf der Wand oder auf dem Fußboden, mit Berührung

03 Einlagig auf der Wand oder auf dem Fußboden, mit Zwischenraum gleich dem Durchmesser d

Anwendung auf die Strombelastbarkeit nach Tabelle 2, 3 und 4

○ Symbol für ein einadriges oder ein mehradriges Kabel oder eine einadrige oder eine mehradrige Leitung

Referenz	A1		A2		B1		B2		C	
	in wärmegeämmten Wänden				in Elektroinstallationsrohren				in/an Wänden	
Verlegung	2		3		2		3		2	
Anzahl gleichzeitig belasteter Adern	2		3		2		3		2	
Nennquerschnitt in mm ²	Strombelastbarkeit I _z in A ²⁾ für Kupferleiter mit PVC-Isolierung (Betriebstemperatur: 70 °C)									
1,5	15,5 ³⁾	13,5	15,5 ³⁾	13,0	17,5	15,5	16,5	15,0	19,5	17,5
2,5	19,5	18,0	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24
...
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259

Auszug aus Tabelle 2

²⁾³⁾ Die Erläuterung zu den jeweiligen Fußnoten findest Du in der DIN VDE 0298-4, Abschnitt C.3.3.

Grundsätzlich gilt: Die betriebsmäßige Belastung I_b der Kabel und Leitungen darf nicht größer als die zulässige Belastbarkeit I_z sein (I_b ≤ I_z).

Hinweis: Angaben für Aluminiumleiter und weitere Leiterquerschnitte sowie für Verlegung in Erde findest Du in den Tabellen 3 und 4 der DIN VDE 0298-4.

Basierend auf den bisherigen Überlegungen kann nun das Leitungsmaterial und das Isolationsmaterial bestimmt werden.

Typisch: Kupferleiter mit PVC-Isolierung

Die Strombelastbarkeit und mögliche Reduktionsfaktoren sind die Basis für den zu wählenden Querschnitt.

Überlastschutz nach DIN VDE 0100-430

Für den Schutz bei Überlast ist das Schutzgerät in Abhängigkeit der Strombelastbarkeit der Leitung zu wählen:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (1)$$

$$I_z \leq 1,45 \times I_z \quad (2)$$

I_b = Betriebsstrom (Leitung)

I_n = Bemessungsstrom (Schutzeinrichtung)

I_z = Strombelastbarkeit der Leitung nach

DIN VDE 0298-4

I_z = festgelegter Auslösestrom der Schutzeinrichtung

Die Bedingungen (1) und (2) garantieren in einzelnen Fällen **nicht den vollständigen Schutz**, z. B. bei lang anstehenden Überströmen, die kleiner als I_z sind. Sie führen auch **nicht zwangsläufig zur wirtschaftlichsten Lösung**. Deshalb ist vorausgesetzt, dass der Stromkreis so gestaltet ist, dass kleine Überlastungen von langer Dauer nicht regelmäßig auftreten werden.

Im Einzelfall ist zu prüfen, ob ein größerer Leiterquerschnitt zu wählen ist, oder ob eine Schutzeinrichtung mit einem kleineren Bemessungsstrom zum Einsatz kommen kann.

Ermittlung der maximalen zulässigen Leitungslänge für jeden Leitungsabschnitt

Tabelle 11: Maximale Leitungslänge l_{\max} zur Einhaltung des Spannungsfalls (3%) in einem Stromkreis

Betriebsstrom A	max. zulässige Kabel- u. Leitungslängen l_{\max} in m Leiternennquerschnitt in mm ² bei 400 V					
	1,5	2,5	4	6	10	16
6	92	150				
10	55	90	141			
16	34	56	88	132		
20	28	45	70	106		
25		36	56	85	142	
35			40	60	101	160
40				53	89	140
50					71	112
63					56	89
80						70

Hinweis:
Für Einphasen-Wechselstromkreise (230 V) sind die Längen mit dem Faktor 0,5 zu multiplizieren.

Leitertemperatur 30°C, Drehstromkreise, Nennspannung der Anlage 400 V, 50 Hz.

- Aufgrund des zulässigen angenommenen Spannungsfalls
- Aufgrund der erforderlichen Abschaltzeiten für den Schutz gegen elektrischen Schlag (Fehlerschutz) soweit zutreffend ggf. Erhöhung des Leiterquerschnitts oder Reduzierung des Bemessungsstroms der Schutzeinrichtung

Leiternennquerschnitt mm ²	Bemessungsstrom I_n	Sicherungsautomaten nach DIN EN 60898-1 (VDE 0641-11) und DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101)					
		S 200... Char. B $I_a = 5 \times I_n$			S 200... Char. C $I_a = 10 \times I_n$		
		I_{erf}	Z_s	l_{\max}	I_{erf}	Z_s	l_{\max}
		A	Ω	m	A	Ω	m
1	6	30,0	7,70	156	60,0	3,85	75
	10	50,0	4,62	91	100,0	2,31	43
	13	65,0	3,55	69	130,0	1,78	31
	16	80,0	2,89	55	160,0	1,44	24
1,5	10	50,0	4,62	137	100,0	2,31	64
	13	65,0	3,55	103	130,0	1,78	47
	16	80,0	2,89	82	160,0	1,44	37
	20	100,0	2,31	64	200,0	1,15	27
2,5	13	65,0	3,55	172	130,0	1,78	78
	16	80,0	2,89	137	160,0	1,44	61
	20	100,0	2,31	106	200,0	1,15	45
	25	125,0	1,85	82	250,0	0,92	33

Auszug aus Tabelle 13: Zulässige Leitungslänge zur Einhaltung der Abschaltzeiten nach DIN VDE 0100-410

Fragen und Antworten

FAQ

Wann können die Abschaltbedingungen nach DIN VDE 0100-410 mittels eines Sicherungsautomaten erfüllt werden?

In jedem Stromkreis der nicht für Beleuchtungen oder Steckdosenstromkreise im Wohnungsbau gedacht ist, können Sicherungsautomaten ebenfalls genutzt werden.

Und

Wenn die maximale Leitungslänge eingehalten wird, damit der Sicherungsautomat durch die magnetische Auslösung innerhalb der vorgegebenen Abschaltzeiten den Stromkreis trennen kann.

Welche Leitungslängen kann bei einem max. Spannungsfall von 3% bei einem Querschnitt von 1,5 mm² und einem Betriebsstrom von 16A noch genutzt werden?

Wie aus Tabelle 11 abzuleiten ist, sind bei einem dreiphasigen Anschluss 34 m Leitungslänge nicht zu überschreiten. Bei einem einphasigen Anschluss ist ein Faktor von 0,5 anzuwenden, um somit eine Länge von 17 m nicht zu überschreiten.

