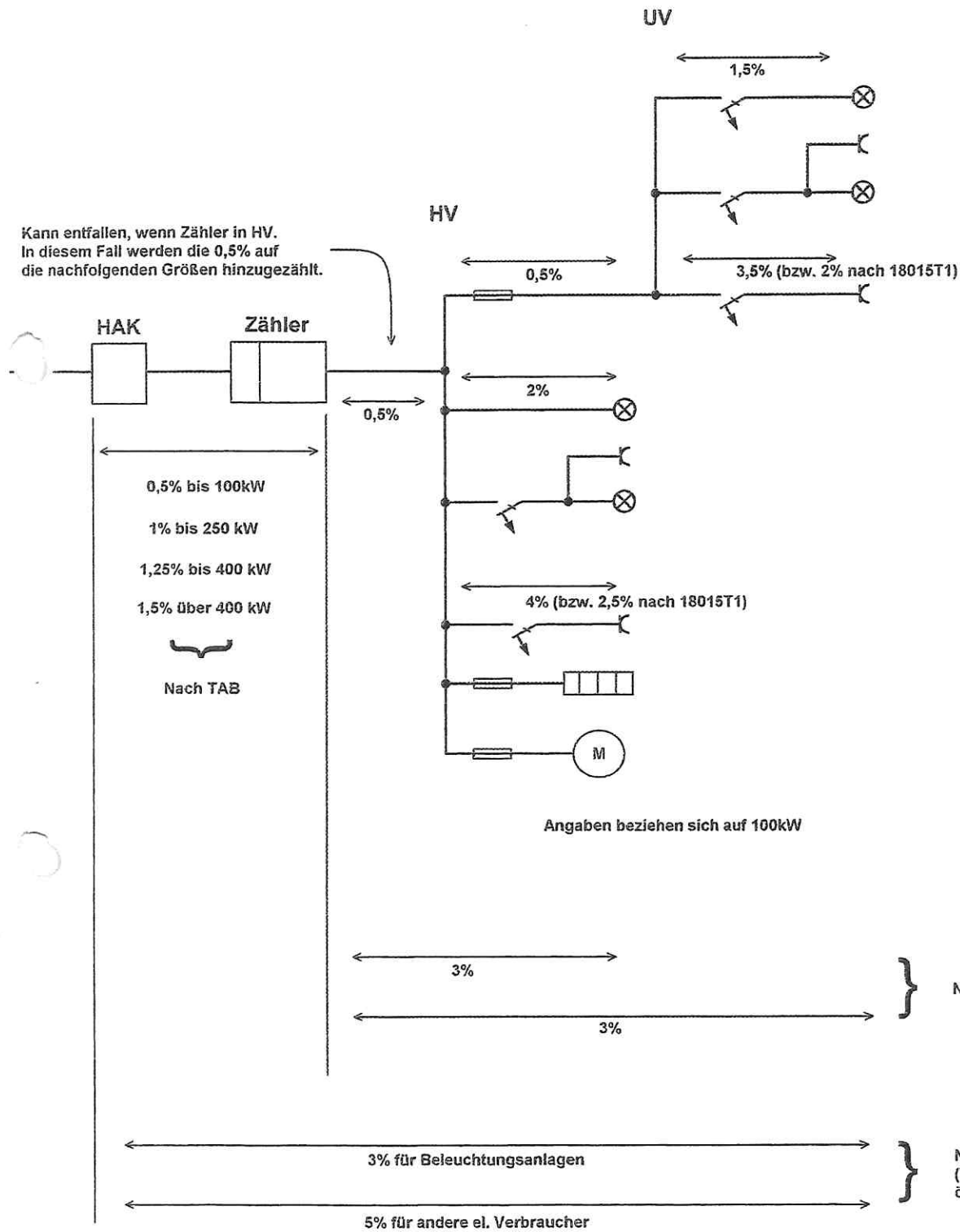


Spannungsfall

Kann entfallen, wenn Zähler in HV.
In diesem Fall werden die 0,5% auf
die nachfolgenden Größen hinzugezählt.



Anhang G (informativ)

Spannungsfall in Verbraucheranlagen

Maximal zulässiger Spannungsfall

Der Spannungsfall vom Schnittpunkt zwischen Verteilungsnetz und Verbraucheranlage bis zum Anschlusspunkt eines Verbrauchsmittels sollte bezogen auf die Nennspannung der Anlage nicht größer als die in Tabelle G.52.1 genannten Werte sein.

Tabelle G.52.1 – Spannungsfall

	Beleuchtung %	Andere elektrische Verbrauchsmittel %
A – Niederspannungsanlage, unmittelbar versorgt von einem öffentlichen Energieversorgungsnetz	3	5
B – Niederspannungsanlage, versorgt von einem privaten Energieversorgungsnetz ^a	6	8
^a Es wird empfohlen, dass der Spannungsfall in Endstromkreisen möglichst die unter Anlagentyp A genannten Werte nicht überschreitet. Wenn die Hauptleitungsanlagen der Anlagen länger als 100 m sind, darf der Spannungsfall des über 100 m hinausgehenden Anteils der Kabel- und Leitungsanlage um 0,005 % pro Meter erhöht werden, sofern er ohne diese Ergänzung größer als 0,5 % ist. Der Spannungsfall wird durch den Verbrauch der elektrischen Verbrauchsmittel bestimmt, gegebenenfalls unter Anwendung von Gleichzeitigkeitsfaktoren, oder von den Betriebsströmen der Stromkreise.		

ANMERKUNG 1 Ein höherer Spannungsfall ist zulässig

- beim Starten von Motoren,
- für andere Betriebsmittel mit hohen Einschaltströmen,

vorausgesetzt, dass sichergestellt ist, dass sich in beiden Fällen die Spannungsschwankungen innerhalb der in der jeweiligen Betriebsmittel-Produktnorm genannten Grenzen bewegt.

6.2.5 Spannungsfall *nach TAB NS Nord 2012*

Im Hauptstromversorgungssystem darf der Spannungsfall folgende Werte nicht überschreiten:

Tabelle 2

Leistungsbedarf	Zulässiger Spannungsfall
bis 100 kVA	0,50 %
über 100 bis 250 kVA	1,00 %
über 250 bis 400 kVA	1,25 %
über 400 kVA	1,50 %

Bei der Bemessung der Leitungen zwischen Zählerplätzen und Stromkreisverteilern hinsichtlich des Spannungsfalls nach DIN 18015-1 berücksichtigt der Planer/Errichter, dass im Falle einer Versorgung über Wechselstromzähler ggf. größere Leitungsquerschnitte erforderlich sind.

Technische Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Niederspannungsnetz

TAB NS Nord 2012

10.2.2 Motoren

(1) Durch den Anlauf von Motoren dürfen keine störenden Spannungsänderungen im Netz verursacht werden. Folgende Scheinleistungs-Grenzwerte dürfen bei gelegentlich (zweimal täglich) anlaufenden Motoren nicht überschritten werden:

- Wechselstrommotoren mit einer Scheinleistung von nicht mehr als 1,7 kVA oder
- Drehstrommotoren mit einer Scheinleistung von nicht mehr als 5,2 kVA oder
- bei höheren Scheinleistungen Motoren mit einem Anlaufstrom von nicht mehr als 60 A ⁽¹²⁾

(2) Bei Motoren mit gelegentlichem Anlauf und mit höheren Anzugsströmen als 60 A vereinbart der Planer oder Errichter mit dem Netzbetreiber die notwendigen Maßnahmen zur Vermeidung störender Spannungsänderungen, sofern nicht durch eine Untersuchung gemäß Abschnitt 10.1 Abs. 3 eine Unbedenklichkeit bezüglich möglicher störender Netzrückwirkungen nachgewiesen wurde.

(3) Bei Motoren, die störende Netzrückwirkungen durch schweren Anlauf, häufiges Schalten oder schwankende Stromaufnahme verursachen können, z.B. Aufzüge, Sägegatter und Cutter mit einem Anlaufstrom von mehr als 30 A, vereinbart der Planer oder Errichter mit dem Netzbetreiber die für die Reduzierung der Netzrückwirkungen ⁽¹³⁾ notwendigen Maßnahmen.

(Fuszug)

Motordaten von Drehstrommotoren und Kurzschlußschutz (Absicherung)									
Motordaten			400-V-Netz			690-V-Netz			
Nennleistung	cos φ (etwa)	Wir- kungs- grad η (etwa)	Nenn- strom (etwa)	Kleinste Sicherung A	Nenn- strom (etwa)	Kleinste Sicherung A	Nenn- strom (etwa)	Kleinste Sicherung A	
kW				Direktes Einschal- ten	Y Δ	Direktes Einschal- ten	Y Δ	Direktes Einschal- ten	Y Δ
0,25	0,7	0,62	0,8	2	2	2	0,5	2	2
0,37	0,72	0,64	1,2	4	2	2	0,7	2	2
0,55	0,75	0,69	1,6	4	2	2	0,9	2	2
0,75	0,8	0,74	2	4	4	4	1,1	2	2
1,1	0,83	0,77	2,6	4	4	4	1,5	2	2
1,5	0,83	0,79	3,5	6	4	4	2	4	4
2,2	0,83	0,81	5	10	6	6	2,9	6	4
3	0,84	0,81	6,6	16	10	10	3,5	6	4
4	0,84	0,82	8,5	20	16	16	4,9	10	6
5,5	0,85	0,83	11,5	25	20	20	6,7	16	10
7,5	0,86	0,85	15,5	35	25	25	9	16	10
11	0,86	0,87	23	35	35	35	13	25	16
15	0,86	0,87	30	50	35	35	18	25	20
18,5	0,86	0,88	36	63	50	50	21	35	25
22	0,87	0,89	43	63	50	50	25	35	35
30	0,87	0,9	57	80	63	63	33	50	35
37	0,87	0,9	72	100	80	80	42	63	50
45	0,88	0,91	85	125	100	100	49	63	63
55	0,88	0,91	104	160	125	125	60	100	63
75	0,88	0,91	142	200	160	160	82	125	100
90	0,88	0,92	169	224	200	200	98	125	100
110	0,88	0,92	204	250	224	224	118	160	125
132	0,88	0,92	243	300	250	250	140	200	160
160	0,88	0,93	292	355	300	300	170	224	200
200	0,88	0,93	368	425	425	425	214	300	224
250	0,88	0,93	465	500	500	500	270	355	300
315	0,88	0,93	580	630	630	630	337	425	355
400	0,89	0,94	—	—	—	—	410	500	425
500	0,89	0,95	—	—	—	—	515	630	500
600	0,9	0,96	—	—	—	—	600	710	630

Die Motor-Nennströme gelten für normale, vierpolige Drehstrommotoren. Die Sicherungen gel-
ten für Käfigläufermotoren unter den Voraussetzungen, daß bei direktem Einschalten der Anlauf-
strom höchstens 6 x Motor-Nennstrom und die Anlaufzeit höchstens 5 s sind, bei Stern-Dreieck-
Anlauf der Anlaufstrom 2 x Motor-Nennstrom und die Anlaufzeit höchstens 15 s. Bei größeren
Nennströmen und/oder längeren Anlaufzeiten sind Sicherungen mit größeren Nennströmen zu
verwenden.
Weicht die Netzspannung von 400 V bzw. 690 V ab, so kann die Stromstärke im umgekehrten
Verhältnis der Spannungen umgerechnet werden.
I Stromstärke bei abweichender Spannung
I₄₀₀ Stromstärke bei 400 V
U abweichende Netzspannung
Beispiel: Am 500-V-Netz wird ein 22-kW-Motor mit Stern-Dreieck-Anlauf betrieben. Wie groß
muß die Sicherung mindestens sein?
$$I = I_{400} \cdot \frac{400 \text{ V}}{U}$$

Tabelle 1a – Übersicht der Kabel- und Leitungsbauarten –
Kabel und Leitungen für feste Verlegung (1 von 2)

1	2	3	4	5	6
Bauart	Bauart- kürzelzeichen	Norm	Teil	Zulässige Betriebs- temperatur am Leiter °C	Belast- barkeit nach Tabelle
Kabel und Leitungen für feste Verlegung					
Verdrahtungsleitungen mit thermoplastischer PVC-Isolierung	H05V-U H05V-R H05V-K	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-31	70	11
Aderleitungen mit thermoplastischer PVC-Isolierung	H07V-U H07V-R H07V-K	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-31	70	3 und 11
Wärmebeständige Verdrahtungsleitungen mit thermoplastischer PVC-Isolierung	H05V2-U H05V2-R H05V2-K	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-31	90	11
Wärmebeständige Aderleitungen mit thermoplastischer PVC-Isolierung	H07V2-U H07V2-R H07V2-K	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-31	90	5
Wärmebeständige Verdrahtungsleitungen mit vernetzter Silikon-Isolierung	H05S-U H05S-R H05S-K	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-41	180	11
Wärmebeständige Aderleitungen mit vernetzter Silikon-Isolierung	H07S-U H07S-R H07S-K	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-41	180	11
Wärmebeständige, ummantelte Aderleitungen mit vernetzter Silikon-Isolierung	H05SS-U H05SS-R H05SS-K	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-41	180	11
Wärmebeständige Verdrahtungsleitungen mit vernetzter EVA-Isolierung	H05G-U H05G-R H05G-K	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-42	110	11
Wärmebeständige Aderleitungen mit vernetzter EVA-Isolierung	H07G-U H07G-R H07G-K	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-42	110	11
Halogenfreie, raucharme Verdrahtungsleitungen mit thermoplastischer Isolierung	H05Z1-U H05Z1-R H05Z1-K	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	3-31	70	11
Halogenfreie, raucharme Aderleitungen mit thermoplastischer Isolierung	H07Z1-U H07Z1-R H07Z1-K	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	3-31	70	5 und 11
Halogenfreie, raucharme Verdrahtungsleitungen mit vernetzter Isolierung	H05Z2-U H05Z2-R H05Z2-K	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	3-41	90	11
Halogenfreie, raucharme Aderleitungen mit vernetzter Isolierung	H07Z2-U H07Z2-R H07Z2-K	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	3-41	90	5 und 11
Mineralisolierte Leitung		DIN EN 60702 (VDE 0284)	1	70 ^a	7 und 8
Mineralisolierte Leitung		DIN EN 60702 (VDE 0284)	1	105 ^a	7 und 8
Wärmebeständige PVC-Verdrahtungsleitung in Zwillingsausführung	NYFAZW	DIN VDE 0250 (VDE 0250)	102	90	11
ETFE-Aderleitung	N7YA N7YAF	DIN VDE 0250 (VDE 0250)	106	135	11
Stiegleitung	NYIF NYIFY	DIN VDE 0250 (VDE 0250)	201	70	4

Tabelle 1a (2 von 2)

1	2	3	4	5	6
Bauart	Bauart- kürzelzeichen	Norm	Teil	Zulässige Betriebs- temperatur am Leiter °C	Belast- barkeit nach Tabelle
Kabel und Leitungen für feste Verlegung					
PVC-Installationsleitung	NYM	DIN VDE 0250 (VDE 0250)	204	70	3 und 4
PVC-Mantelleitung mit Tragsell	NYMT	DIN VDE 0250 (VDE 0250)	206	70	3 und 4
Bleimantelleitung	NYBUY	DIN VDE 0250 (VDE 0250)	210	70	3 und 4
Dachsländer-Einführungsleitung	NYDY-J	DIN VDE 0250 (VDE 0250)	213	70	3 und 4
Halogenfreie Mantelleitung mit verbessertem Verhalten im Brandfall	NHXMH	DIN VDE 0250 (VDE 0250)	214	70	3 und 4
Installationsleitung NHMH mit speziellen Eigenschaften im Brandfall	NHMH	DIN VDE 0250 (VDE 0250)	215	70	3 und 4
Wärmebeständige Silikon-Fassungsader	N2GFA N2GFAF	DIN VDE 0250 (VDE 0250)	502	180	11
Sonder-Gummiaderleitung	NSGAOU NSGAFOU NSGAFCMOU	DIN VDE 0250 (VDE 0250)	602	90	15
Halogenfreie Sonder-Gummiaderleitung	NSHXAÖ NSHXAFO NSHXAFCMO	E DIN VDE 0250 (VDE 0250)	606	90	15
Installationskabel mit Isolierung aus vernetztem Polyethylen und Mantel aus thermoplastischem PVC mit Nennspannung 0,6/1 kV	Ni2XY	DIN VDE 0262 (VDE 0262)	–	90	5 und 6
Starkstromkabel mit verbessertem Verhalten im Brandfall	NHXHX FE180 NHXCHX FE180 NHXCH FE180 NHXHX	DIN VDE 0266 (VDE 0266)	–	90	5 und 6
Kabel mit verbessertem Verhalten im Brandfall	N2XH N2XCH	DIN VDE 0276 (VDE 0276)	604	90	5 und 6
Kabel mit Isolierung und Mantel aus thermoplastischem PVC mit Nennspannung 0,6/1 kV	NYCY NYCY NAYCY	DIN VDE 0276 (VDE 0276)	603	70	3 und 4
Kabel mit Isolierung aus vernetztem Polyethylen mit Nennspannungen 0,6/1 kV	N2XY N2X2Y NA2XY NA2X2Y	DIN VDE 0276 (VDE 0276)	603	90	5 und 6

^a Die zulässigen Betriebstemperaturen bei mineralisierten Leitungen beziehen sich auf den Mantel.

Tabelle 1b – Übersicht der Kabel- und Leitungsbauarten – Flexible Leitungen (1 von 2)

1 Bauart	2 Bauart- kurzzeichen	3 Norm DIN-Nummer	4 Teil	5 Zulässige Betriebs- temperatur am Leiter °C	6 Belast- barkeit nach Tabelle
Flexible Leitungen					
Flexible Leitungen mit thermoplastischer PVC- Isolierung	H03VV-F H03VVH2-F H05VV-F H05VVH2-F	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-11	70	11 ^b
Wärmebeständige flexible Leitungen mit thermoplastischer PVC-Isolierung	H03VV2V2-F H03VV2V2H2-F H05VV2V2-F H05VV2V2H2-F	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-11	90	11
Wärmebeständige flexible Leitungen mit thermoplastischer PVC-Isolierung und Zugentlastungselement	H05VV2V2D3-F	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-11	90	11
Wendeleitungen mit thermo-plastischer PVC-Isolierung	H03VVH8-F H03VVH2H8-F H05VVH8-F H05VVH2H8-F	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-12	70	11
Flexible Standardleitungen mit vernetzter Elastomer-Isolierung	H05RR-F	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-21	60	11 ^b
Wasserbeständige flexible Leitungen mit vernetzter Elastomer-Isolierung	H05RN-F H07RN-F	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-21	60	11 ^b
Wärmebeständige flexible Leitungen mit vernetzter Elastomer-Isolierung	H07RN8-F	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-21	60	13
Wärmebeständige flexible Leitungen mit vernetzter Elastomer-Isolierung	H05BB-F H07BB-F	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-21	90	11 ^b 13 ^b
Wärmebeständige flexible Leitungen mit vernetzter Elastomer-Isolierung und Polyurethanmantel	H05BN4-F H07BN4-F	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-21	90	11 ^b 13 ^b
Wärmebeständige EVA-Leitungen	H05GG-F H05GGH2-F	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-21	110	11
Hochflexible umflochtene Leitungen mit vernetzter Elastomer-Isolierung	H03GT-H	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-22	60	11 ^b
Ölbeständige Steuerleitungen mit thermoplastischer PVC-Isolierung	H05VV5-F H05VVC4V5-K	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-51	70	11
Lahnitzleitungen mit thermoplastischer PVC-Isolierung	H03VH-Y	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-71	40	a
Trennbare Zwillingsleitungen mit thermoplastischer PVC-Isolierung	H03VH7H-F	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-72	60	11
Lichtbogenerschweißleitungen mit vernetzter Elastomer-Hülle	H01N2-D H01N2-E	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-81	85	16
Leitungen für Lichtketten mit vernetzter Elastomer-Isolierung	H05RN4-F H05RNH2-F H03RN-F	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-82	60	11

Tabelle 1b (2 von 2)

1 Bauart	2 Bauart- kurzzeichen	3 Norm DIN-Nummer	4 Teil	5 Zulässige Betriebs- temperatur am Leiter °C	6 Belast- barkeit nach Tabelle
Flexible Leitungen					
Wärmebeständige mehradrige Leitungen mit vernetzter Silikon-Isolierung	H05SS-F H05SST-F H05SSD3-K H05SSD3T-K	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	2-83	180	11
Flexible halogenfreie, raucharme Leitungen mit thermoplastischer Isolierung	H03Z1Z1-F H05Z1Z1-F	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	3-11	70	11
Flexible halogenfreie, raucharme Leitungen mit vernetzter Isolierung	H07ZZ-F	DIN EN 50525 (VDE 0285-525)	3-21	90	13
PVC-isolierte Schlauchleitung mit Polyurethanmantel	NYMH11YÖ	E DIN VDE 0250 (VDE 0250)	407	70	11 ^b
Gummi-Flachleitung	NGFLGÖU	DIN VDE 0250 (VDE 0250)	809	60	11
Gummischlauchleitung	NMHVÖU	DIN VDE 0250 (VDE 0250)	806	60	11
	NSHCÖU	DIN VDE 0250 (VDE 0250)	811	60	11
	NSSHÖU	DIN VDE 0250 (VDE 0250)	812	90	15
	NSHTÖU	DIN VDE 0250 (VDE 0250)	814	60	11
Leitungsstrosse	NT...WÖU	DIN VDE 0250 (VDE 0250)	813	90	15
Flache PVC-ummantelte Steuerleitungen	H05VH6-F H05VVD3H6-F H05V3V3H6-F H05V3V3D3H6-F H07VH6-F H07VVD3H6-F	DIN EN 50214 (VDE 0283-2)	-	70	11

a. Bestimmungsgemäßer Leiterquerschnitt 0,1 mm², belastbar mit 0,2 A, unabhängig von der Umgebungstemperatur.

b. Belastbarkeit nach Tabelle 11, Spalten 3 und 4, nur für mehradrige Leitungen für Haus- oder Handgeräte.

Tabelle 9 – Verlegearten für Kabel und Leitungen für feste Verlegung in und an Gebäuden (1 von 6)

In Spalte 5 werden häufig eingesetzte Bauarten aufgeführt. Bezüglich des Einsatzes dieser Bauarten kann es Einschränkungen geben. Diese Einschränkungen können DIN VDE 0298-300 (VDE 0298-300) oder DIN VDE 0298-3 (VDE 0298-3) entnommen werden. Darüber hinaus sind auch spezielle Bauarten möglich, bei denen im Einzelfall die Eignung für die betreffende Verlegeart zu prüfen ist (Herstellangaben beachten).

1 Kenn- ziffer	2 Verlegeart	3 Beschreibung	4 Referenzverlegeart zur Ermittlung der Strombelastbarkeit	5 Häufig eingesetzte Bauarten, die für die Verlegeart zulässig sind
1		Verlegung in einer wärmeisolierten Wand; die Wandmündung hat einen Wärmeüber- gangswiderstand von höchstens 0,1 m ² K/W		
2		– Aderleitungen im Elektro-Installationsrohr	A1	H07V2, H07V2, H07Z1
3		– Mehradrige Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitung im Elektro-Installationsrohr	A2	NYM, NY, NYCWY, NYCY, NHMH, NHXMH, NHX, NHXHX, NHXCH, NHXCHX, N2XH, N2XCH
4		– Mehradrige Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitung direkt in einer wärmeisolierten Wand	A2	NYM, NY, NYCWY, NYCY, NHMH, NHXMH, NHX, NHXHX, NHXCH, NHXCHX
5		Verlegung im Elektro-Installationsrohr auf einer Wand oder mit einem Abstand kleiner als der 0,3-fache Außendurchmesser des Elektro-Installationsrohrs von einer Wand		
6		– Aderleitungen oder einadrige Kabel bzw. ummantelte Installationsleitungen	B1	H07V, H07V2, H07Z1
7		– Mehradrige Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitung	B2	NYM, NY, NYCWY, NYCY, NHMH, NHXMH, NHX, NHXHX, NHXCH, NHXCHX, N2XH, N2XCH
8		Verlegung im Elektro-Installationskanal auf einer Wand		
9		– Aderleitungen oder einadrige Kabel bzw. ummantelte Installationsleitungen	B1	H05V, H07V, H07V2, H07Z1
10		• horizontaler Verlauf ^a	B1	
11		• vertikaler Verlauf ^{a, b}	B1	
12		– Mehradrige Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitung	B2 ^c	NYM, NY, NYCWY, NYCY, NHMH, NHXMH, NHX, NHXHX, NHXCH, NHXCHX
13		• horizontaler Verlauf ^a	B2 ^c	
14		• vertikaler Verlauf ^{a, b}		

Tabelle 9 (2 von 6)

1 Kenn- ziffer	2 Verlegeart	3 Beschreibung	4 Referenzverlegeart zur Ermittlung der Strombelastbarkeit	5 Häufig eingesetzte Bauarten, die für die Verlegeart zulässig sind
10		Verlegung in einem abgehängten Elektro- Installationskanal		
11		– Aderleitungen ^a	B1	H05V, H05Z1, H07V, H07V2, H07Z1
12		– Mehradrige Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitung ^a	B2	NYM, NY, NYCWY, NYCY, NHMH, NHXMH, NHX, NHXHX, NHXCH, NHXCHX
13		Aderleitungen in Formleisten oder Formteilen ^d	A1	H07V, H07V2
14		Verlegung in einem Fußbodenstelepkanal		
15		– Aderleitungen oder einadrige Kabel oder ummantelte Installationsleitung	B1	H05V, H07V, H07V2
16		– Mehradrige Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitung	B2	NYM, NY, NYCWY, NYCY, NHMH, NHXMH, NHX, NHXHX, NHXCH, NHXCHX
17		Aderleitungen im Elektro-Installationsrohr oder ein- oder mehradrige(s) Kabel oder ummantelte Installationsleitung in Türfüllungen ^d	A1	H07V, H07V2
18		Aderleitungen im Elektro-Installationsrohr oder ein- oder mehradrige(s) Kabel oder ummantelte Installationsleitung im Fensterahmen ^d	A1	NYM, NY, NYCWY, NYCY, NHMH, NHXMH, NHX, NHXHX, NHXCH, NHXCHX
19		Ein- oder mehradrige(s) Kabel oder ummantelte Installationsleitung		
20		– auf einer Wand oder mit einem Abstand kleiner als dem 0,3-fachen Außendurch- messer des Kabels/der Leitung von einer Wand	C	NYM, NY, NYCWY, NYCY, NHMH, NHXMH, NHX, NHXHX, NHXCH, NHXCHX
21		– unter der Decke	C in Verbindung mit Tabelle 21	NYM, NY, NYCWY, NYCY, NHMH, NHXMH, NHX, NHXHX, NHXCH, NHXCHX
22		– mit Abstand von einer Decke	e	

Tabelle 9 (4 von 6)

1	2	3	4	5
Kenn- ziffer	Verlegeart	Beschreibung	Referenzvorlage zur Ermittlung der Strombelastbarkeit	Häufig eingesetzte Bauarten, die für die Vorlagart zulässig sind
30		Ein- oder mehrdrig(e)l Kabel oder ummantelte Installationsleitung – auf nicht gelochter Kabelrinne! – auf gelochter Kabelrinne horizontal oder vertikal – auf Kabelkonsolen	C E oder F E oder F	NYM; NY; NYGWS; NYCY; NHMH; NHXMH; NXXH; NHHX; NHHCH; NHGX; NYM; NY; NYGWS; NYCY; NHMH; NHXMH; NXXH; NHHX; NHHCH; NHGX; NYM; NY; NYGWS; NYCY; NHMH; NHXMH; NXXH; NHHX; NHHCH; NHGX;
33		Ein- oder mehrdrig(e)l Kabel oder ummantelte Installationsleitung – mit einem Abstand von mehr als dem 0,3-fachen Außendurchmesser des Kabels/der Leitung von einer Wand	E, F oder G	NYM; NY; NYGWS; NYCY; NHMH; NHXMH; NXXH; NHHX; NHHCH; NHGX;
34		Ein- oder mehrdrig(e)l Kabel oder ummantelte Installationsleitung – auf Kabelpritsche	E oder F	NYM; NY; NYGWS; NYCY; NHMH; NHXMH; NXXH; NHHX; NHHCH; NHGX;
35		Ein- oder mehrdrig(e)l Kabel oder ummantelte Installationsleitung – abgetängt an einem Tragsseil oder mit eingebautem Tragsseil	E oder F	NYMT.
36		Blanker Leiter oder Aderleitungen auf Isolatoren	G	Blanker Freileitungsselle nach DIN VDE 0271 (VDE 0271) (Isolierte Freileitungsselle nach DIN VDE 0275:93/A1 (VDE 0275:628/A1))

1	2	3	4	5
Kenn- ziffer	Verlegeart	Beschreibung	Referenzverlegeart zur Ermittlung der Strombelastbarkeit	Häufig eingesetzte Bauarten, die für die Verlegeart zulässig sind
40		Verlegung in einem Gebäudehohlraum – Ein- oder mehradrige(s) Kabel oder ummantelte Installationsleitung ^{1, i}	g	NYM, NY, NYCWY, NYCY, NHMH, NHXMH, NHXH, NHXH; NHXCH, NHXCHX
41		Verlegung in einem Gebäudehohlraum – Aderleitungen im Elektro-Installationsrohr ^{1, k}	h	H07V, H07V2
42		– Ein- oder mehradrige(s) Kabel oder ummantelte Installationsleitung im Elektro-Installationsrohr	h	NYM, NY, NYCWY, NYCY, NHMH, NHXMH, NHXH, NHXH; NHXCH, NHXCHX
43		Verlegung in einem Gebäudehohlraum – Aderleitungen im geschlossenen Elektro-Installationskanal	h	H07V, H07V2
44		– Ein- oder mehradrige(s) Kabel oder ummantelte Installationsleitung im geschlossenen Elektro-Installationskanal	h	NYM, NY, NYCWY, NYCY, NHMH, NHXMH, NHXH, NHXH; NHXCH, NHXCHX
45		Verlegung in einem geschlossenen Elektro-Installationskanal im Mauerwerk/Becken mit einem spezifischen Warme-widerstand von höchstens 2 K · m ² /W – Aderleitungen ^{1, l}	g	H07V, H07V2 (siehe 52.7.2.4)
46		– Ein- oder mehradrige(s) Kabel oder ummantelte Installationsleitung	h	NYM, NY, NYCWY, NYCY, NHMH, NHXMH, NHXH, NHXH; NHXCH, NHXCHX
47		Ein- oder mehradrige(s) Kabel bzw. ummantelte Installationsleitung ^{1, i} – im Deckenhohlraum – im aufgestellten Fußboden oder Stegleitung in Hohlräumen aus nicht brennbaren Baustoffen	g	NYM, NY, NYCWY, NYCY, NYTFI, NYTFY, NHMH, NHXMH, NHXH, NHXH; NHXCH, NHXCHX
50		Verlegung in einem Elektro-Installationskanal für Unterflurverlegung – Aderleitungen ¹	B1	H05V, H07V, H07V2
51		– Mehradriges Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitung ¹	B2	NYM, NY, NYCWY, NYCY, NHMH, NHXMH, NHXH, NHXH; NHXCH, NHXCHX

Tabelle 9 (5 von 6)

1 Kenn- ziffer	2 Verlegeart	3 Beschreibung	4 Referenzverlegeart zur Ermittlung der Strombelastbarkeit	5 Häufig eingesetzte Bauteile, die für die Verlegeart zulässig sind
52		Aderleitung oder einadrige(s) Kabel oder ummantelte Installationsleitung in einem Fußbodenkanal	B1	H05V, H07V, H07V2, NYM, NYG, NYGOWY, NYGY, NHMH, NHXMH, NHXH, NHXH, NHXCH, NHXCHX
53		Mehradriges Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitung in einem Fußbodenkanal	B2	
54		Aderleitungen in einem Elektro-Installationsrohr in einem unbeheizten Kabelkanal mit horizontalem oder vertikalem Verlauf	I	H05V, H07V, H07V2
55		Aderleitungen in einem Elektro-Installationsrohr in einem beheizten Kabelkanal im Fußboden ^{a, n}	B1	H07V, H07V2 (siehe 52/7.2.4)
56		Ein- oder mehradrige(s) Kabel oder ummantelte Installationsleitung in einem offenen oder beheizten Kabelkanal mit horizontalem oder vertikalem Verlauf ^a	B1	NYM, NYG, NYGOWY, NYGY, NHMH, NHXMH, NHXH, NHXH, NHXCH, NHXCHX
57		Ein- oder mehradrige(s) Kabel oder ummantelte Installationsleitung direkt im Mauerwerk oder Beton mit einem spezifischen Widerstand von höchstens 2 K · mW	C	NYM, NYG, NYGOWY, NYGY, NHMH, NHXMH, NHXH, NHXH, NHXCH, NHXCHX
58		– ohne zusätzlichen mechanischen Schutz ^o – mit zusätzlichem mechanischen Schutz ^o	C	H07V, H07V2, H07V3, NYM, NYG, NYGOWY, NYGY, NHMH, NHXMH, NHXH, NHXH, NHXCH, NHXCHX
59		Verlegung in Elektro-Installationsrohr im Mauerwerk/Beton, der spezifische Widerstand des Mauerwerks/Betons beträgt höchstens 2 K · mW	B1	H07V, H07V2, NYM, NYG, NYGOWY, NYGY, NHMH, NHXMH, NHXH, NHXH, NHXCH, NHXCHX
60		– Aderleitungen oder einadrige Kabel bzw. ummantelte Installationsleitungen – Mehradriges Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitung	B2	NYM, NYG, NYGOWY, NYGY, NHMH, NHXMH, NHXH, NHXH, NHXCH, NHXCHX
70		Mehradriges Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitung im Elektro-Installationsrohr oder in einem Kabelschacht im Erdreich	D	NYM, NYG, NYGOWY, NYGY, NHMH, NHXMH, NHXH, NHXH, NHXCH, NHXCHX

Tabelle 9 (6 von 6)

1 Kenn- ziffer	2 Verlegeart	3 Beschreibung	4 Referenzverlegeart zur Ermittlung der Strombelastbarkeit	5 Häufig eingesetzte Bauteile, die für die Verlegeart zulässig sind
71		Einadrige Kabel oder ummantelte Installationsleitungen im Elektro-Installationsrohr oder in einem Kabelschacht im Erdreich	D	NYM, NYG, NYGOWY, NYGY, NHMH, NHXMH, NHXH, NHXH, NHXCH, NHXCHX
72		Ein- oder mehradrige(s) Kabel direkt im Erdreich	siehe DIN VDE 0276-603 (VDE 0276-603)	NYG, NYGOWY, NYGY
73		– ohne zusätzlichen mechanischen Schutz – mit zusätzlichem mechanischen Schutz	siehe DIN VDE 0276-603 (VDE 0276-603)	NYG, NYGOWY, NYGY
74		Stegleitung im und unter Putz	C	NYG, NYGY

ANMERKUNG Bei vertikaler Verlegung von Kabeln und Leitungen mit eingeschränkter Belüftung müssen besondere Überlegungen getroffen werden. Die Umgebungstemperatur am oberen Ende der vertikalen Verlegung kann beträchtlich erhöht sein. Diese Thematik soll bei CENELEC noch untersucht werden.

a Wenn im Elektro-Installationskanal mehr als ein Stromkreis verlegt ist, müssen die Umrechnungsaktoren nach Tabelle 21 angewandt werden, unabhängig davon, ob eine innere Unterteilung oder Abtrennung im Kanal vorhanden ist.

b Bei vertikaler Verlegung von Kabeln oder Leitungen mit eingeschränkter Belüftung müssen besondere Überlegungen getroffen werden. Die Umgebungstemperatur im Kanal am oberen Ende der vertikalen Verlegung kann beträchtlich erhöht sein. Diese Thematik wird bei CENELEC noch untersucht.

c Wird noch untersucht; Werte für Referenzverlegeart B2 dürfen verwendet werden.

d Der spezifische Widerstand der Umhüllung wird wegen des verwendeten Materials und der möglichen Leiteschlüsse als sehr ungünstig angenommen. Bei einer Bauausführung, die thermisch einer der Verlegearten mit den Kennziffern 6 oder 8 entspricht, dürfen die Belastbarkeiten der Referenzverlegearten B1 oder B2 angewendet werden.

e Wird noch untersucht; Werte für Referenzverlegeart C dürfen verwendet werden.

f Eine Kabelrinne gilt als nicht gelocht, wenn die Löcher weniger als 30 % der Gesamtfläche umfassen.

g Wenn $1,5 D \leq V < 5 D$, dann gilt Verlegeart B2. Wenn $5 D \leq V < 50 D$, dann gilt Verlegeart B1.

h Wenn $1,5 D \leq V < 20 D$, dann gilt Verlegeart B2. Wenn $20 D \leq V$, dann gilt Verlegeart B1.

i V ist das kleinere Maß oder der Durchmesser eines Gebäudekanals oder eines Gebäudehohlraums oder die innere Höhe eines rechteckigen, geschlossenen Elektro-Installationskanals, Fußboden- oder Deckenhohlraums.

j Wenn $V > 50 D$ ist, kann die jeweils zutreffende Belastbarkeit für die Verlegearten C, E oder F angewandt werden. Die innere Höhe des Hohlraums ist entscheidender als die Breite.

k D ist der Außendurchmesser eines mehradrigen Kabels oder einer mehradrigen ummantelten Installationsleitung, D ist das 2,2-Fache des Außendurchmessers, wenn drei einadrige Kabel oder einadrige ummantelte Installationsleitungen gebündelt sind; D ist das 3-Fache des Außendurchmessers, wenn einadrige Kabel oder einadrige ummantelte Installationsleitungen flach in einer Ebene verlegt sind.

l D ist der Außendurchmesser eines Elektro-Installationsrohrs oder die Höhe eines geschlossenen Elektro-Installationskanals.

m Wenn $1,5 D \leq V < 20 D$, dann gilt Verlegeart B2. Wenn $20 D \leq V$, dann gilt Verlegeart B1. D ist der Außendurchmesser des Installationsrohrs. V ist die innere Höhe des Hohlraums. Die innere Höhe des Hohlraums ist entscheidender als die Breite.

n Wird ein mehradriges Kabel oder eine mehradrige ummantelte Installationsleitung in der Verlegeart mit der Kennziffer 55 verlegt, gilt die Referenzverlegeart B2.

o Es wird empfohlen, diese Verlegeart nur dort zu verwenden, wo der Zugang auf befugte Personen beschränkt ist und die Reduzierung der Strombelastbarkeit sowie das Feuerisiko aufgrund einer Anhäufung von Ablagerungen vermieden werden können.

p Bei Kabeln und Leitungen mit einem Leiterquerschnitt $\leq 16 \text{ mm}^2$ kann die Belastbarkeit bei dieser Verlegeart höher sein.

Tabelle 2 – Betriebsbedingungen und Referenzverlegearten für Kabel und Leitungen für feste Verlegung in und an Gebäuden (1 von 2)

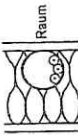
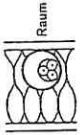
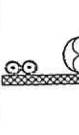
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Vereinbarte Betriebsbedingungen										
Betriebsart										
Dauerbetrieb mit den Werten der Belastbarkeit nach den Tabellen 3, 4, 5, 6, 7 und 8										
	Angaben zur Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen mit einer zulässigen Betriebstemperatur								Umrechnungs-faktoren für	
	am Leiter von		am Mantel von						Häufung	vielfache Kabel oder Leitungen
	70 °C	90 °C	70 °C	105 °C						
	Anzahl der Adern									
	2	3	2	3	2	3	2	3		
In Tabelle/Spalte										
Verlegebedingungen										
Verlegung in wärmeisolierten Wänden										
	Referenzverlegeart A1	3/2	3/3	5/2	5/3	-	-	-	21	-
	Aderleitungen im Elektro-Installationsrohr in einer wärmeisolierten Wand									
	Referenzverlegeart A2	3/4	3/5	5/4	5/5	-	-	-	21	26
	Mehradriges Kabel oder mehradrige unmanillierte Installationsleitung in einem Elektro-Installationsrohr in einer wärmeisolierten Wand									
Verlegung in Elektro-Installationsrohren										
	Referenzverlegeart B1	3/6	3/7	5/6	5/7	-	-	-	21	26
	Aderleitungen im Elektro-Installationsrohr auf einer Wand ^a									
	Referenzverlegeart B2	3/8	3/9	5/8	5/9	-	-	-	21	26
	Mehradriges Kabel oder mehradrige unmanillierte Installationsleitung in einem Elektro-Installationsrohr auf einer Wand ^a									
Direkte Verlegung										
	Referenzverlegeart C	3/10	3/11	5/10	5/11	7/2	7/3	8/2	21	26
	Ein- oder mehradriges Kabel oder ein- oder mehradrige unmanillierte Installationsleitung auf einer Wand ^a									
Verlegung im Erdboden										
	Referenzverlegeart D	4/2	4/3	6/2	6/3	-	-	-	25	26
	Mehradriges Kabel oder mehradrige unmanillierte Installationsleitung in einem Elektro-Installationsrohr ^b oder in einem Kabelschacht im Erdboden									

Tabelle 2 (2 von 2)

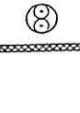
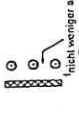
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Vereinbarte Betriebsbedingungen										
Betriebsart										
Dauerbetrieb mit den Werten der Belastbarkeit nach den Tabellen 3, 4, 5, 6, 7 und 8										
	Angaben zur Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen mit einer zulässigen Betriebstemperatur									
	am Leiter von		am Mantel von		Anzahl der Adern					
	70 °C	90 °C	70 °C	105 °C						
2	3	2	3	2	3	2	3	Umrechnungs-faktoren für		
In Tabelle/Spalte									in Tabelle	
Verlegebedingungen										
Verlegung frei in Luft										
	Referenzverlegeart E	4/4	4/5	6/4	6/5	7/5	7/6	8/5	22	26
	Mehradriges Kabel oder mehradrige unmanillierte Installationsleitung frei in Luft mit Abstand von mindestens 0,3 x Durchmesser <i>d</i> zur Wand									
	Referenzverlegeart F	4/6	4/7	6/6	6/7	7/5	7/6	8/5	23	–
	Einadrige Kabel oder einadrige unmanillierte Installationsleitungen, mit Berührung, frei in Luft mit Abstand von mindestens 1 x Durchmesser <i>d</i> zur Wand							8/6 und 8/7		
	Referenzverlegeart G	–	4/9	–	6/9	–	7/7	–	–	–
	Einadrige Kabel oder einadrige unmanillierte Installationsleitungen, mit Abstand <i>d</i> , frei in Luft mit Abstand von mindestens 1 x Durchmesser <i>d</i> zur Wand				6/10	–	7/8	8/8		
Umgebungsbedingungen										
Verlegung in Luft										
ausreichend große oder belüftete Räume, in denen die Umgebungstemperatur durch die Verlustwärme der Kabel oder Leitungen nicht merklich erhöht wird										
Umgebungstemperatur 30 °C										
Verlegung unter der Decke für Verlegearten B1, B2 und C										
Schutz gegen direkte Wärmeabstrahlung durch Sonne usw.										
Umgebungstemperatur 20 °C										
spezifischer Erdbodenwärmewiderstand 2,5 K · m ² /W										
Verlegediefe 0,7 m										
Verlegung in Erde										
siehe Tabelle 17										
siehe Tabelle 21										
siehe 5.3.3.3										
siehe Tabelle 19										
siehe Tabelle 20										
a 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.										
b Elektro-Installationsrohr oder Elektro-Installationskanal aus Kunststoff, Steingut oder Metall.										

Tabelle 3 – Belastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in und an Gebäuden für Verlegarten A1, A2, B1, B2 und C nach Tabelle 2, Leiter aus Kupfer oder Aluminium, Betriebstemperatur am Leiter 70 °C, Umgebungstemperatur 30 °C

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Verlegetart (Referenz- verlegetart ^a nach Tabelle 2)	A1		A2		B1		B2		C	
	Verlegung in wärmedämmten Wänden		Verlegung in wärmedämmten Wänden		Verlegung in Elektro- Installationsrohren		Verlegung auf einer Wand			
	Aderleitungen im Elektro-Installations- rohr in einer wärmedämmten Wand	Mehrdrahtiges Kabel oder mehrdrahtige ummantelte Installations- leitung in einem Elektro-Installations- rohr in einer wärme- gedämmten Wand	Aderleitungen im Elektro- Installationsrohr auf einer Wand	Mehrdrahtiges Kabel oder mehrdrahtige ummantelte In- stallationsleitung in einem Elektro- Installationsrohr auf einer Wand	Mehrdrahtiges Kabel oder mehrdrahtige ummantelte In- stallationsleitung in einem Elektro- Installationsrohr auf einer Wand	Ein- oder mehrdrahtiges Kabel mehrdrahtige ummantelte Installationsleitung				
Anzahl belastete Adern	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Nennquerschnitt mm ²	Belastbarkeit A									
Kupfer	1,5 ^b 2,5 4 6 10 16 25 35 50 70 95 120 150 185 240 300	13,5 ^b 15,5 ^b 18,5 ^b 23 25 32 34 42 46 56 61 73 89 108 136 164 182 210 240 273 321 367	13,0 15,5 ^b 17,5 ^b 24 25 32 34 41 46 52 57 68 75 83 99 110 125 139 150 167 182 210 240 273 321 367	15,5 ^b 18,5 ^b 23 25 32 34 41 46 52 57 68 75 83 99 110 125 139 150 167 182 210 240 273 321 367	17,5 ^b 20,5 ^b 23,5 ^b 30 32 34 41 46 52 57 68 75 83 99 110 125 139 150 167 182 210 240 273 321 367	19,5 ^b 22,5 ^b 25,5 ^b 32 34 36 43 46 52 57 68 75 83 99 110 125 139 150 167 182 210 240 273 321 367	21,5 ^b 24,5 ^b 27,5 ^b 34 36 38 45 48 54 59,43 ^c 66 73 80 88 99 110 125 139 150 167 182 210 240 273 321 367	23,5 ^b 26,5 ^b 29,5 ^b 36 38 40 47 50 56 61 69 76 85 96 108 120 133 146 160 174 188 202 216 230 244 258 272 286 300 314 328 342 356 370 384 398 412 426 440 454 468 482 496 510 524 538 552 566 580 594 608 622 636 650 664 678 692 706 720 734 748 762 776 790 804 818 832 846 860 874 888 902 916 930 944 958 972 986 1000 1014 1028 1042 1056 1070 1084 1098 1112 1126 1140 1154 1168 1182 1196 1210 1224 1238 1252 1266 1280 1294 1308 1322 1336 1350 1364 1378 1392 1406 1420 1434 1448 1462 1476 1490 1504 1518 1532 1546 1560 1574 1588 1602 1616 1630 1644 1658 1672 1686 1700 1714 1728 1742 1756 1770 1784 1798 1812 1826 1840 1854 1868 1882 1896 1910 1924 1938 1952 1966 1980 1994 2008 2022 2036 2050 2064 2078 2092 2106 2120 2134 2148 2162 2176 2190 2204 2218 2232 2246 2260 2274 2288 2302 2316 2330 2344 2358 2372 2386 2400 2414 2428 2442 2456 2470 2484 2498 2512 2526 2540 2554 2568 2582 2596 2610 2624 2638 2652 2666 2680 2694 2708 2722 2736 2750 2764 2778 2792 2806 2820 2834 2848 2862 2876 2890 2904 2918 2932 2946 2960 2974 2988 3002 3016 3030 3044 3058 3072 3086 3100 3114 3128 3142 3156 3170 3184 3198 3212 3226 3240 3254 3268 3282 3296 3310 3324 3338 3352 3366 3380 3394 3408 3422 3436 3450 3464 3478 3492 3506 3520 3534 3548 3562 3576 3590 3604 3618 3632 3646 3660 3674 3688 3702 3716 3730 3744 3758 3772 3786 3800 3814 3828 3842 3856 3870 3884 3898 3912 3926 3940 3954 3968 3982 3996 4010 4024 4038 4052 4066 4080 4094 4108 4122 4136 4150 4164 4178 4192 4206 4220 4234 4248 4262 4276 4290 4304 4318 4332 4346 4360 4374 4388 4402 4416 4430 4444 4458 4472 4486 4500 4514 4528 4542 4556 4570 4584 4598 4612 4626 4640 4654 4668 4682 4696 4710 4724 4738 4752 4766 4780 4794 4808 4822 4836 4850 4864 4878 4892 4906 4920 4934 4948 4962 4976 4990 5004 5018 5032 5046 5060 5074 5088 5102 5116 5130 5144 5158 5172 5186 5200 5214 5228 5242 5256 5270 5284 5298 5312 5326 5340 5354 5368 5382 5396 5410 5424 5438 5452 5466 5480 5494 5508 5522 5536 5550 5564 5578 5592 5606 5620 5634 5648 5662 5676 5690 5704 5718 5732 5746 5760 5774 5788 5802 5816 5830 5844 5858 5872 5886 5900 5914 5928 5942 5956 5970 5984 6000 6016 6032 6048 6064 6080 6096 6112 6128 6144 6160 6176 6192 6208 6224 6240 6256 6272 6288 6304 6320 6336 6352 6368 6384 6400 6416 6432 6448 6464 6480 6496 6512 6528 6544 6560 6576 6592 6608 6624 6640 6656 6672 6688 6704 6720 6736 6752 6768 6784 6800 6816 6832 6848 6864 6880 6896 6912 6928 6944 6960 6976 6992 7008 7024 7040 7056 7072 7088 7104 7120 7136 7152 7168 7184 7200 7216 7232 7248 7264 7280 7296 7312 7328 7344 7360 7376 7392 7408 7424 7440 7456 7472 7488 7504 7520 7536 7552 7568 7584 7600 7616 7632 7648 7664 7680 7696 7712 7728 7744 7760 7776 7792 7808 7824 7840 7856 7872 7888 7904 7920 7936 7952 7968 7984 8000 8016 8032 8048 8064 8080 8096 8112 8128 8144 8160 8176 8192 8208 8224 8240 8256 8272 8288 8304 8320 8336 8352 8368 8384 8400 8416 8432 8448 8464 8480 8496 8512 8528 8544 8560 8576 8592 8608 8624 8640 8656 8672 8688 8704 8720 8736 8752 8768 8784 8800 8816 8832 8848 8864 8880 8896 8912 8928 8944 8960 8976 8992 9008 9024 9040 9056 9072 9088 9104 9120 9136 9152 9168 9184 9200 9216 9232 9248 9264 9280 9296 9312 9328 9344 9360 9376 9392 9408 9424 9440 9456 9472 9488 9504 9520 9536 9552 9568 9584 9600 9616 9632 9648 9664 9680 9696 9712 9728 9744 9760 9776 9792 9808 9824 9840 9856 9872 9888 9904 9920 9936 9952 9968 9984 10000	17,5 24 32 33,02 ^c 41 57 59,43 ^c 76 96 119 168 213 223 259 299 344 392 403 464 73 90 110 140 170 226 261 299 305 351 52,4/6 52,4/6	
Aluminium	25 35 50 70 95 120 150 185 240 300	63 77 93 118 142 164 189 215 240 289	53 65 78 98 118 130 149 176 207 237	62 77 92 104 125 139 157 181 201 229	83 103 125 140 160 195 226 261 298 352 406	83 103 125 140 160 195 226 261 298 352 406	83 103 125 140 160 195 226 261 298 352 406	83 103 125 140 160 195 226 261 298 352 406	83 103 125 140 160 195 226 261 298 352 406	83 103 125 140 160 195 226 261 298 352 406
Belastbarkeit aus HD 60364-5-52, Tabelle 9	B.52.2/2 B.52.4/2	B.52.2/3 B.52.4/3	B.52.2/4 B.52.4/4	B.52.2/5 B.52.4/5	B.52.2/6 B.52.4/6					

ANMERKUNG In den Spalten 5, 9 und 11 werden runde Leiter mit Querschnitten bis einschließlich 16 mm² angenommen. Werte für größere Querschnitte beziehen sich auf Sektorleiter und können sicher auch für runde Leiter angewendet werden.

a Weitere Verlegetarten siehe Tabelle 9.
b Siehe Anhang C.
c Gilt nicht für Verlegung auf einer Holzwand und nicht für die Anwendung von Umrechnungsfaktoren; siehe Anhang C.

Tabelle 4 – Belastbarkeit^a von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in und an Gebäuden für Verlegarten D, E, F und G nach Tabelle 2, Leiter aus Kupfer oder Aluminium, Betriebstemperatur 70 °C, Umgebungstemperatur: 30 °C in Luft, 20 °C im Erdboden

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Verlegetart (Referenzverlegetart ^b nach Tabelle 2)	D ^c		E		Verlegung in Luft				
	Mehrdrahtiges Kabel im Elektro-Installations- rohr oder Kabel- schacht im Erdboden		Mehrdrahtiges Kabel mit Abstand von mindestens 0,3 x Durchmesser D zur Wand		Einadrige Kabel mit Abstand von mindestens 1 x Durchmesser D zur Wand mit Berührung		mit Abstand D		
Anz. belastete Adern	2	3	2	3	2	3			
Nennquerschnitt mm ²	Belastbarkeit								
Kupfer	A								
	22	18	22	18,5	—	—	—	—	—
1,5	29	24	30	25	— <td>—<td>—<td>—<td>—</td></td></td></td>	— <td>—<td>—<td>—</td></td></td>	— <td>—<td>—</td></td>	— <td>—</td>	—
2,5	4	37	30	34	— <td>—<td>—<td>—<td>—</td></td></td></td>	— <td>—<td>—<td>—</td></td></td>	— <td>—<td>—</td></td>	— <td>—</td>	—
6	46	38	51	43	— <td>—<td>—<td>—<td>—</td></td></td></td>	— <td>—<td>—<td>—</td></td></td>	— <td>—<td>—</td></td>	— <td>—</td>	—
10	60	50	70	60	— <td>—<td>—<td>—<td>—</td></td></td></td>	— <td>—<td>—<td>—</td></td></td>	— <td>—<td>—</td></td>	— <td>—</td>	—
16	78	64	94	80	131	114	110	146	130
25	99	82	119	101	162	143	137	181	162
35	119	98	148	126	196	174	167	219	197
50	140	116	180	153	225	216	281	281	281
70	173	143	232	196	304	275	264	341	311
95	204	169	282	238	352	321	308	396	362
120	231	192	328	276	406	372	356	456	419
150	261	217	379	319	463	427	409	521	480
185	292	243	434	364	507	485	615	569	569
240	336	280	514	430	629	587	561	709	659
300	379	316	593	497	754	689	656	852	795
400	—	—	—	—	868	789	749	982	920
500	—	—	—	—	1 005	905	855	1 138	1 070
630	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Aluminium	25	64	89	78	98	87	84	112	99
	35	77	111	96	122	109	105	139	124
	50	109	135	117	149	133	128	169	152
	70	135	173	150	192	173	166	217	196
	95	159	210	183	235	212	203	285	241
	120	180	244	212	273	247	237	308	282
	150	204	282	245	316	297	274	356	327
	185	228	322	280	363	330	315	407	376
	240	262	380	330	430	392	375	482	447
	300	296	439	381	497	455	434	557	519
	400	—	—	—	600	552	526	671	629
	500	—	—	—	694	640	610	775	730
630	—	—	—	808	746	711	900	852	
Belastbarkeit aus HD 60364-5-52, Tabelle 9	B.52.2/7 ^c B.52.4/7 ^c	B.52.10/3 B.52.11/3	B.52.10/2 B.52.11/2	B.52.10/4 B.52.11/4	B.52.10/6 B.52.11/6	B.52.10/8 B.52.11/8			

ANMERKUNG In den Spalten 3 und 5 werden runde Leiter mit Querschnitten bis einschließlich 16 mm² angenommen. Werte für größere Querschnitte beziehen sich auf Sektorleiter und können sicher auch für runde Leiter angewendet werden.

a Bei Kabeln mit konzentrischem Leiter gilt die Belastbarkeit nur für mehradrige Ausführungen. Weitere Belastbarkeiten für Kabel siehe auch DIN VDE 0276-603 (VDE 0276-603:2010-03, Teil 3-G, Tabelle 15).

b Weitere Verlegetarten siehe Tabelle 9.

c Die Werte der Spalte 3 sind HD 60364-5-52:2011 entnommen und gelten für einen Erdbodenwärmewiderstand von 2,5 K · m/W und einer Verlegetiefe von 0,7 m. Bei direkter Erdverlegung und abweichenden Betriebsbedingungen sind die Werte der Bauartnorm DIN VDE 0276-603 (VDE 0276-603:2010-03, Teil 3-G, Tabelle 15) zu entnehmen.

Tabelle 6 – Belastbarkeit^a von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in und an Gebäuden für Verlegearten D, E, F und G nach Tabelle 2, Leiter aus Kupfer oder Aluminium, Betriebstemperatur 90 °C, Umgebungstemperatur: 30 °C in Luft, 20 °C im Erdboden

1 Verleget (Referenzverleget ^b nach Tabelle 2)	2			3			4			5			6			7			8			9			10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	D ^c			Verlegung in Erde			E			Verlegung in Luft			F			G																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	Mehrdrahtige Kabel im Elektro- Installationsrohr oder Kabelschacht im Erdboden			Mehrdrahtiges Kabel mit Abstand von mindestens 0,3 x Durchmesser <i>D</i> zur Wand			mit Berührung			mit Abstand <i>D</i>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	2	3	3	2	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Anz. belastete Adern	Belastbarkeit A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Nennquerschnitt mm ²	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Kupfer	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	182	201	216	226	235	242	246	253	258	263	266	268	271	273	275	277	279	281	283	285	287	289	291	293	295	297	299	301	303	305	307	309	311	313	315	317	319	321	323	325	327	329	331	333	335	337	339	341	343	345	347	349	351	353	355	357	359	361	363	365	367	369	371	373	375	377	379	381	383	385	387	389	391	393	395	397	399	401	403	405	407	409	411	413	415	417	419	421	423	425	427	429	431	433	435	437	439	441	443	445	447	449	451	453	455	457	459	461	463	465	467	469	471	473	475	477	479	481	483	485	487	489	491	493	495	497	499	501	503	505	507	509	511	513	515	517	519	521	523	525	527	529	531	533	535	537	539	541	543	545	547	549	551	553	555	557	559	561	563	565	567	569	571	573	575	577	579	581	583	585	587	589	591	593	595	597	599	601	603	605	607	609	611	613	615	617	619	621	623	625	627	629	631	633	635	637	639	641	643	645	647	649	651	653	655	657	659	661	663	665	667	669	671	673	675	677	679	681	683	685	687	689	691	693	695	697	699	701	703	705	707	709	711	713	715	717	719	721	723	725	727	729	731	733	735	737	739	741	743	745	747	749	751	753	755	757	759	761	763	765	767	769	771	773	775	777	779	781	783	785	787	789	791	793	795	797	799	801	803	805	807	809	811	813	815	817	819	821	823	825	827	829	831	833	835	837	839	841	843	845	847	849	851	853	855	857	859	861	863	865	867	869	871	873	875	877	879	881	883	885	887	889	891	893	895	897	899	901	903	905	907	909	911	913	915	917	919	921	923	925	927	929	931	933	935	937	939	941	943	945	947	949	951	953	955	957	959	961	963	965	967	969	971	973	975	977	979	981	983	985	987	989	991	993	995	997	999	1001	1003	1005	1007	1009	1011	1013	1015	1017	1019	1021	1023	1025	1027	1029	1031	1033	1035	1037	1039	1041	1043	1045	1047	1049	1051	1053	1055	1057	1059	1061	1063	1065	1067	1069	1071	1073	1075	1077	1079	1081	1083	1085	1087	1089	1091	1093	1095	109

© 2007 The Authors
Journal compilation © 2007 Blackwell Publishing Ltd

arten siehe Tabelle 9.

Werte 3 sind HD 60364-5-52:2011 entnommen und gelten für einen Erdbodenwärmewiderstand von $2,5 \text{ K} \cdot \text{m/W}$ und eine Tiefe von 0,7 m. Bei direkter Erdverlegung und abweichenden Betriebsbedingungen sind die Werte der Bauartnorm 603 (VDE 0276-603) zu entnehmen.

Tabelle 17 – Umrechnungsfaktoren für Umgebungstemperaturen abweichend von 30 °C für die Strombelastbarkeiten von Kabeln und Leitungen in Luft

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Umgebungstemperatur °C	Zulässige bzw. empfohlene Betriebstemperatur am Leiter						Mineralisierte Kabel und Leitungen mit zulässiger Manteltemperatur ^a	
	40 °C	60 °C	70 °C	80 °C	85 °C	90 °C	70 °C	105 °C
	Umrechnungsfaktoren, anzuwenden auf die Belastbarkeitsangaben							
	in den Tabellen 3, 4, 5, 6, 11, 13, 15 und 16						in den Tabellen 7 und 8	
10	1,73	1,29	1,22	1,18	1,17	1,15	1,26	1,14
15	1,58	1,22	1,17	1,14	1,13	1,12	1,20	1,11
20	1,41	1,15	1,12	1,10	1,09	1,08	1,14	1,07
25	1,22	1,08	1,06	1,05	1,04	1,04	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,71	0,91	0,94	0,95	0,95	0,96	0,93	0,96
40	–	0,82	0,87	0,89	0,90	0,91	0,85	0,92
45	–	0,71	0,79	0,84	0,85	0,87	0,77	0,88
50	–	0,58	0,71	0,77	–	0,82	0,67	0,84
55	–	0,41	0,61	0,71	–	0,76	0,57	0,80
60	–	–	0,50	0,63	–	0,71	0,45	0,75
65	–	–	0,35	0,55	–	0,65	–	0,70
70	–	–	–	0,45	–	0,58	–	0,65
75	–	–	–	0,32	–	0,50	–	0,60
80	–	–	–	–	–	0,41	–	0,54
85	–	–	–	–	–	0,29	–	0,47
90	–	–	–	–	–	–	–	0,40
95	–	–	–	–	–	–	–	0,32

^a Bei höheren Umgebungstemperaturen ist der Hersteller zu befragen.

Tabelle 19 – Umrechnungsfaktoren für Umgebungstemperaturen abweichend von 20 °C für die Strombelastbarkeit von im Erdreich verlegten Kabeln

1	2	3
Erdbodentemperatur °C	Zulässige Betriebstemperatur am Leiter	
	70 °C	90 °C
	Umrechnungsfaktoren, anzuwenden auf die Belastbarkeitsangaben in den Tabellen 3, 4, 5 und 6	
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,60
70	–	0,53
75	–	0,46

Tabelle 21 – Umrechnungsfaktoren für Häufung auf der Wand, im Rohr und Kanal, auf dem Fußboden und unter der Decke

1	Anzahl der mehradrigen Kabel oder Leitungen oder Anzahl der Wechsel- oder Drehstromkreise aus einadrigen Kabeln oder Leitungen (2 bzw. 3 stromführende Leiter)															
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	20
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	
Verlegeanordnung		Umrechnungsfaktoren														
Gebündelt direkt auf der Wand, auf dem Fußboden, im Elektro-Installationsrohr oder -kanal, auf oder in der Wand																
Einlagig auf der Wand oder auf dem Fußboden, mit Berührung																
Einlagig auf der Wand oder auf dem Fußboden, mit Zwischenraum gleich dem Außendurchmesser d																
Einlagig unter einer Holzdecke, mit Berührung																
Einlagig unter der Decke, mit Zwischenraum gleich dem Außendurchmesser d																
O Symbol für ein einadriges oder ein mehradriges Kabel oder eine einadrige oder eine mehradrige Leitung																
ANMERKUNG		Die Umrechnungsfaktoren sind anzuwenden für die Ermittlung der Strombelastbarkeit gleichartiger und gleich belasteter Kabel oder Leitungen bei Häufung in derselben Verlegeart. Die Leiternquerschnitte dürfen sich dabei höchstens um eine Querschnittskategorie unterscheiden.														
		Wenn der horizontale lichte Abstand zwischen benachbarten Kabeln oder Leitungen das 2-Fache ihres Außendurchmessers überschreitet, braucht kein Reduktionsfaktor angewendet zu werden.														
		Dieselben Reduktionsfaktoren sind anzuwenden bei														
		• Gruppen von zwei oder drei einadrigen Kabeln oder Leitungen oder														
		• mehradrigen Kabeln oder Leitungen.														
		Wenn ein System sowohl aus zwei- als auch aus dreiadrigen Kabeln oder Leitungen besteht, nimmt man zunächst die Gesamtzahl der Kabel oder Leitungen als die Anzahl der Stromkreise an. Der dafür zutreffende Faktor ist auf die Tabellen für zwei belastete Leiter von zweiadrigen Kabeln oder Leitungen oder auf die Tabellen für drei belastete Leiter von dreiadrigen Kabeln oder Leitungen anzuwenden.														
		Wenn eine Gruppe aus n belasteten einadrigen Kabeln oder Leitungen besteht, darf sie entweder wie n/2 Stromkreise mit je zwei belasteten Leitern oder wie n/3 Stromkreise mit je drei belasteten Leitern betrachtet werden.														

Tabelle 22 – Umrechnungsfaktoren für Häufung von mehradrigen Kabeln oder Leitungen auf Kabelrinnen und Kabelleitern

1	2	Anzahl der mehradrigen Kabel oder Leitungen							
		Anzahl der Kabelrinnen oder Kabelleitern							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Ungelochte Kabelrinnen		1	0,97	0,84	0,78	0,75	0,71	0,68	0,66
		2	0,97	0,83	0,76	0,72	0,68	0,63	0,61
		3	0,97	0,82	0,75	0,71	0,66	0,63	0,58
		6	0,97	0,81	0,73	0,69	0,63	0,58	0,56
		1	1,00	0,88	0,82	0,79	0,76	0,73	0,68
		2	1,00	0,87	0,80	0,77	0,73	0,68	0,66
Gelochte Kabelrinnen		3	1,00	0,86	0,79	0,76	0,71	0,66	0,64
		6	1,00	0,84	0,77	0,73	0,68	0,64	0,61
		1	1,00	1,00	0,98	0,95	0,91	0,87	0,85
		2	1,00	0,99	0,96	0,92	0,87	0,83	0,80
		3	1,00	0,98	0,95	0,91	0,85	0,81	0,78
		6	1,00	0,88	0,82	0,78	0,73	0,68	0,64
Kabelleitern		1	1,00	0,88	0,81	0,76	0,71	0,66	0,63
		2	1,00	0,86	0,81	0,78	0,73	0,68	0,64
		3	1,00	0,85	0,79	0,76	0,71	0,66	0,63
		6	1,00	0,83	0,76	0,73	0,69	0,63	0,58
		1	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95
		2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94

ANMERKUNG Die Umrechnungsfaktoren gelten nur für einlagig verlegte Gruppen von Kabeln oder Leitungen, wie oben dargestellt; sie gelten nicht, wenn die Kabel oder Leitungen mit Berührung übereinander verlegt sind oder die ebenfalls angegebenen Abstände zwischen den Kabelrinnen oder Kabelleitern unterschritten werden. In solchen Fällen sind die Umrechnungsfaktoren zu reduzieren, z. B. nach Tabelle 21.

Anhang A
(normativ)

Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen
für feste Verlegung in Gebäuden
(Umgebungstemperatur 25 °C)

Tabelle A.1 – Belastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in Gebäuden;
Betriebstemperatur 70 °C; Umgebungstemperatur 25 °C; Verlegearten A1, A2, B1 und B2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Zulässige Betriebstemperatur am Leiter	70 °C							
Umgebungstemperatur	25 °C							
Verlegeart ^a (Referenzverlegeart)	A							
	A1		A2		B1		B2	
Verlegung in wärmeisolierten Wänden	Verlegung in wärmeisolierten Wänden		Verlegung in wärmeisolierten Wänden		Verlegung in wärmeisolierten Wänden		Verlegung in wärmeisolierten Wänden	
	Aderleitungen im Elektro-Installationsrohr in einem wärmeisolierten Wand		Mehradrige Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitungen in einem Elektro-Installationsrohr in einer wärmeisolierten Wand		Aderleitungen im Elektro-Installationsrohr auf einer Wand		Mehradrige Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitungen in einem Elektro-Installationsrohr auf einer Wand	
Anzahl der belasteten Adern	2		3		2		3	
	Nennquerschnitt, Kupferleiter mm ²		Nennquerschnitt, Kupferleiter mm ²		Nennquerschnitt, Kupferleiter mm ²		Nennquerschnitt, Kupferleiter mm ²	
1,5	16,5 ^b	14,5	16,5 ^b	14,0	18,5	16,5	17,5	16,0
2,5	21	19,0	19,5	18,5	25	22	24	21
4	28	25	27	24	34	30	32	29
6	36	33	34	31	43	38	40	36
10	49	45	46	41	60	53	55	49
15	65	59	60	55	81	72	73	66
25	85	77	80	72	107	94	95	85
35	105	94	98	88	133	117	118	105
50	126	114	117	105	160	142	141	125
70	160	144	147	133	204	181	178	158
95	193	174	177	159	246	219	213	190
120	223	199	204	182	285	253	246	218
150	254	229	232	208	318	278	273	239
185	289	260	263	236	361	314	312	270
240	339	303	308	277	424	367	365	315
300	389	348	354	316	485	418	418	359
Belastbarkeit nach HD 60364-5-52 (Tabelle/Spalte)	B.52.2/2	B.52.4/2	B.52.2/3	B.52.4/3	B.52.2/4	B.52.4/4	B.52.2/5	B.52.4/5
jeweils multipliziert mit dem Faktor 1,06								

Umrechnungsfaktoren für	Siehe Anhang C	
abweichende Umgebungstemperatur		
Haftung		
Verlegung unter der Decke		
viadrige Kabel oder Leitungen	Siehe Anhang C	
a Weitere Verlegearten siehe Tabelle 2.		
b Siehe Anhang C.		
c Gilt nicht für Verlegung auf einer Holzwand; siehe Anhang C.		

Tabelle A.2 – Belastbarkeit^a von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in Gebäuden;
Betriebstemperatur 70 °C; Umgebungstemperatur 25 °C; Verlegearten C, E, F und G

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Betriebstemperatur am Leiter	70 °C								
Umgebungstemperatur	25 °C								
Verlegeart (Referenzverlegeart) ^b	E								
	C			F			G		
Verlegung auf einer Wand	Verlegung auf einer Wand			Verlegung auf einer Wand			Verlegung auf einer Wand		
	Ein- oder mehradrige Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitungen			Ein- oder mehradrige Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitungen			Ein- oder mehradrige Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitungen		
Ein- oder mehradrige Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitungen	Ein- oder mehradrige Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitungen			Ein- oder mehradrige Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitungen			Ein- oder mehradrige Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitungen		
	mit Abstand von mindestens 0,3 x Durchmesser D zur Wand			mit Abstand von mindestens 1 x Durchmesser D zur Wand			mit Abstand D		
Anzahl der belasteten Adern	2			3			3		
	Nennquerschnitt, Kupferleiter mm ²			Nennquerschnitt, Kupferleiter mm ²			Nennquerschnitt, Kupferleiter mm ²		
1,5	21	18,5	23	19,5	23	19,5	23	19,5	19,5
2,5	29	25	32	27	32	27	32	27	27
4	38	34	42	36	42	36	42	36	36
6	49	43	54	46	54	46	54	46	46
10	67	60	74	64	74	64	74	64	64
16	90	81	100	85	100	85	100	85	85
25	119	102	126	107	126	107	126	107	107
35	146	126	157	134	157	134	157	134	134
50	178	153	191	162	191	162	191	162	162
70	226	195	246	208	246	208	246	208	208
95	273	238	299	252	299	252	299	252	252
120	317	275	348	293	348	293	348	293	293
150	365	317	402	338	402	338	402	338	338
185	416	361	460	386	460	386	460	386	386
240	489	427	545	456	545	456	545	456	456
300	562	492	629	527	629	527	629	527	527
500	—	—	—	—	—	—	—	—	—
630	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Belastbarkeit nach HD 60364-5-52 (Tabelle/Spalte)	B.52.2/6	B.52.4/6	B.52.10/2	B.52.10/3	B.52.10/4	B.52.10/6	B.52.10/5	B.52.10/7	B.52.10/8
jeweils multipliziert mit dem Faktor 1,06									

Umrechnungsfaktoren für	Siehe Anhang C	
abweichende Umgebungstemperatur		
Haftung		
Verlegung unter der Decke		
viadrige Kabel oder Leitungen	Siehe Anhang C	
a Bei Kabeln mit konzentrischem Leiter gilt die Belastbarkeit nur für mehradrige Ausführungen. Weitere Belastbarkeiten für Kabel siehe auch DIN VDE 0276-603 (VDE 0276-603):2010-03, Teil 3-G, Tabelle 15.		
b Weitere Verlegearten siehe Tabelle 9.		
c Gilt nicht für Verlegung auf einer Holzwand; siehe Anhang C.		

Anhang B
(normativ)

Auswirkung von Oberschwingungsströmen auf
symmetrisch belastete Drehstromsysteme

B.1 Umrechnungsfaktoren für Oberschwingungsströme in vier- oder fünfadrigen
Kabeln oder Leitungen mit vier belasteten Adern

Nach 4.3.2 muss der Strom im Neutralleiter bei der Bestimmung der Strombelastbarkeit des Stromkreises berücksichtigt werden, falls der Neutralleiter ohne entsprechende Reduzierung der Belastung der Außenleiter Strom führt.

In diesem Abschnitt wird der Fall eines symmetrischen 3-Phasen-Systems behandelt, in dem der Neutralleiter Strom führt. Solche Ausgleichsströme entstehen durch Außenleiterströme mit Oberschwingungsanteilen, die sich im Neutralleiter nicht aufheben. Die größte Oberschwingung, die nicht aufgehoben wird, ist im Allgemeinen die dritte Oberschwingung. Die Stärke des Neutralleiterstroms durch die dritte Oberschwingung kann den Wert der netzfrequenten Außenleiterstromstärke überschreiten. In diesem Fall wird der Neutralleiterstrom eine deutliche Auswirkung auf die Strombelastbarkeit der Kabel und Leitungen in dem Stromkreis haben.

Die in diesem Anhang angegebenen Reduktionsfaktoren sind auf symmetrische 3-Phasen-Systeme anzuwenden. Werden nur zwei der drei Außenleiter belastet, ist die Berechnung komplizierter, da der Neutralleiter in diesem Fall neben dem Oberschwingungsstrom zusätzlich den Strom durch die unsymmetrische Belastung führt. Dadurch kann der Neutralleiter überlastet werden.

Geräte, die höhere Oberschwingungsströme erzeugen, sind z. B. Leuchtstofflampen und Gleichstromversorgungen, wie sie u. a. in Computern eingebaut sind. Weitere Informationen zu Störungen durch Oberschwingungen sind in den Normen der Reihe DIN EN 61000 (VDE 0838/VDE 0839/VDE 0847) aufgeführt.

Die Reduktionsfaktoren in Tabelle B.1 sind nur auf Belastbarkeiten von vier- oder fünfadrigen Kabeln oder Leitungen anzuwenden, deren Neutralleiter aus demselben Leitermaterial wie die Außenleiter bestehen und querschnittsgleich sind. Zur Bestimmung dieser Reduktionsfaktoren wurden der Strom der dritten Oberschwingung berechnet. Falls weitere höhere Oberschwingungsanteile, z. B. durch 9., 12. Harmonische, von mehr als 15 % zu erwarten sind, sollten kleinere Reduktionsfaktoren angewendet werden. Bei unsymmetrischer Belastung der Außenleiter von mehr als 50 % müssen ebenfalls kleinere Reduktionsfaktoren benutzt werden.

Werden die tabellierten Reduktionsfaktoren auf die Strombelastbarkeit eines Kabels oder einer Leitung mit drei belasteten Leitern angewendet, so ergibt sich die Strombelastbarkeit eines Kabels oder einer Leitung mit vier belasteten Leitern, wobei der Strom im vierten Leiter durch Oberschwingungsanteile entsteht. Die Erwärmung der Außenleiter durch den Oberschwingungsstrom ist in den Reduktionsfaktoren berücksichtigt.

Wird im Neutralleiter eine höhere Stromstärke als im Außenleiter erwartet, ist der Nennquerschnitt des Kabels oder der Leitung auf Basis des Neutralleiterstroms zu bestimmen.

Basiert die Auswahl des Kabels oder der Leitung auf einem Neutralleiterstrom, der den Außenleiterstrom nicht wesentlich übersteigt, ist es ebenso erforderlich, den für drei belastete Leiter tabellierten Wert der Strombelastbarkeit zu reduzieren.

Beträgt der Neutralleiterstrom mehr als 135 % des Außenleiterstroms und wurde das Kabel oder die Leitung auf der Basis des Neutralleiterstroms ausgewählt, werden die drei Außenleiter nicht voll belastet. Die Verringerung der Erwärmung durch die Außenleiter gleicht die Erwärmung durch den Neutralleiter so weit aus, dass es nicht erforderlich ist, den Wert der Strombelastbarkeit für drei belastete Leiter mit einem Reduktionsfaktor zu verringern.

Tabelle B.1 – Reduktionsfaktoren für Oberschwingungsströme in 4- und 5-adrigen Kabeln und Leitungen

Dritte Oberschwingung Anteil am Außenleiterstrom	Reduktionsfaktor	
	Auswahl des Querschnitts nach dem Außenleiterstrom	Auswahl des Querschnitts nach dem Neutralleiterstrom
0 % bis 15 %	1,0	–
über 15 % bis 33 %	0,86	–
über 33 % bis 45 %	–	0,86
über 45 %	–	1,0

ANMERKUNG Der Anteil der dritten Oberschwingung am Außenleiterstrom ist das Verhältnis der dritten Oberschwingung und der Grundschiebung (erste Oberschwingung), ausgedrückt in %.

B.2 Beispiele für die Anwendung der Reduktionsfaktoren für
Oberschwingungsströme

Angenommen wird ein 3-Phasen-Stromkreis mit einer Last von 39 A bei Verwendung einer vieradrigen PVC-isolierten Leitung, die an einer Wand nach Verlegeart C befestigt ist.

Nach Tabelle 3 hat eine 6-mm²-Leitung mit Kupferleitern eine Strombelastbarkeit von 41 A und ist damit geeignet, sofern in dem Stromkreis keine Oberschwingungen auftreten.

Wenn ein Anteil der dritten Oberschwingung von 20 % auftritt, ist ein Reduktionsfaktor von 0,86 anzuwenden und die vorzusehende Last wird:

$$\frac{39 \text{ A}}{0,86} = 45 \text{ A}$$

Für diese Last ist eine Leitung mit 10 mm² Leiternennquerschnitt erforderlich.

Wenn dritte Oberschwingungsanteile in Höhe von 40 % vorhanden sind, wird der Leitungsennquerschnitt durch den Neutralleiterstrom bestimmt, welcher sich berechnet zu:

$$39 \text{ A} \times 0,4 \times 3 = 46,8 \text{ A}$$

Mit dem anzuwendenden Reduktionsfaktor von 0,86 berechnet sich der vorzusehende Belastungsstrom zu:

$$\frac{46,8 \text{ A}}{0,86} = 54,4 \text{ A}$$

Für diesen Belastungsstrom ist eine Leitung mit einem Querschnitt von 10 mm² geeignet.

Sind dritte Oberschwingungsanteile in Höhe von 50 % vorhanden, ist der Leitungsennquerschnitt wieder auf Basis des Neutralleiterstroms zu bestimmen, welcher sich ergibt zu:

$$39 \text{ A} \times 0,5 \times 3 = 58,5 \text{ A}$$

In diesem Fall beträgt der Bemessungsfaktor 1, und eine Leitung mit einem Nennquerschnitt von 16 mm² ist erforderlich.

Alle oben aufgeführten Bestimmungen des Nennquerschnitts berücksichtigen nur die Strombelastbarkeit des Kabels oder der Leitung. Spannungsfall und andere nennquerschnittsbestimmende Gesichtspunkte wurden nicht betrachtet.

WEITERE ERLÄUTERUNGEN: siehe auch DIN VDE 0100-520 Beiblatt 3 (VDE 0100-520 Beiblatt 3):2012-10.