

Verbrennungswärme der Isolierstoffe von Kabeln und Leitungen

Merkblatt für die Berechnung von Brandlasten

1 Allgemeines

Zur Ermittlung der Brandbelastung sind in den nachfolgenden Tabellen die Werte der Verbrennungswärme der Isolierstoffe von elektrischen Kabeln und Leitungen je laufenden Meter aufgeführt.

Die Werte der Verbrennungswärme wurden in einem Arbeitskreis mit dem Fachverband „Kabel und isolierte Drähte“ im Zentralverband der Elektrotechnischen Industrie e.V. (ZVEI) und ausländischen Herstellern abgestimmt.

Kabel und Leitungen mit den gleichen Bezeichnungen können je nach Fabrikat unterschiedlich große Anteile an Isoliermaterial haben. Die Verbrennungswärme von halogenhaltigen und halogenfreien Kabeln und Leitungen mit verbessertem Verhalten im Brandfall ist nahezu gleich. Halogenfreie Kabel und Leitungen mit verbessertem Verhalten im Brandfall haben jedoch gegenüber halogenhaltigen im Wesentlichen folgende Vorteile:

- Raucharme Verbrennung, geringe Beeinträchtigung der Fluchtmöglichkeiten und des Löscheinsatzes sowie geringe Verschmutzung der Räume und des Inhalts
- schwerer entflammbar, nach Entzug der Zündquelle verlöschen die Kabel und Leitungen in wenigen Sekunden während Kabel und Leitungen mit PVC- oder VPE-Isolierung nach Entzug der Zündquelle aus sich heraus weiter brennen
- geringe Brandfortleitung aufgrund des günstigeren Brandverhaltens

2 Anwendungsbereich

Die Werte der Verbrennungswärme können zur Berechnung der Brandbelastung nach VdS CEA 4001 Abschnitt 4.1.1 n)¹ herangezogen werden.

Sie eignen sich auch als Orientierungshilfe für Berechnungen nach DIN 4102-4 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen“, Abschnitt 6.5.1.2².

3 Anwendung der Tabellen

Die Kabel und Leitungen werden unterschieden nach:

- Bauarten
- Isolierstoffen halogenhaltig halogenfrei
- Nennquerschnitt der Leiter
- Anzahl der Adern

Je nach Form und Bauart werden unterschiedliche Mengen von Isolierstoffen benötigt. In Tabelle 1 werden die gängigsten Kabel- und Leistungstypen unterschieden nach Querschnitten und Anzahl der Adern.

¹ Abschnitt 4.1.1.n) in VdS CEA 4001 lautet: Zwischendecken- und Zwischenbodenbereiche < 0,8 m (siehe Abschnitt 5.4), die von nichtbrennbaren Baustoffen begrenzt werden und deren Zwischendecken und -böden selbst aus nichtbrennbaren Baustoffen hergestellt sind, sofern sich in diesen Bereichen keine leichtentflammbare Materialien befinden und schwerentflammbare Materialien (z.B. Kabel, Isoliermaterialien) nur in einem solchen Umfang vorhanden sind, dass die Brandbelastung nicht größer als 12,6 MJ/m² (3,5 kWh/m²) ist; im Bereich von Kabelmassierungen darf sie je Fläche von 4 m x 4 m nicht höher sein als 335 MJ (93,1 kWh). Ferner muss gewährleistet sein, dass die Befestigung der Zwischendeckenkonstruktion im Brandfall ausreichend widerstandsfähig ist und alle Durchbrüche zu (vertikalen) Kabelschächten mit nichtbrennbaren Materialien abgeschottet sind. Dasselbe trifft zu für Zwischendeckenbereiche wie vorstehend beschrieben, jedoch mit Zwischendecke aus brennbaren Baustoffen, sofern diese Decke gegen den Zwischenbereich mindestens hochfeuerhemmend abgetrennt ist. Entsprechen Zwischendecken und Zwischenbodenbereiche mit weniger als 300 mm Höhe nicht den vorgenannten Bedingungen, so sind sie durch Abschottungen mit feuerhemmenden Bauteilen aus nichtbrennbaren Baustoffen in Felder mit Grundflächen von weniger als 100 m² zu unterteilen.

Anmerkung:

Die Umrechnung der Werte kann wie folgt vorgenommen werden:

- 1 MJ/m² entspricht 0,278 kWh/m²
- 1 kWh/m² entspricht 3,6 MJ/m²

² Abschnitt 6.5.1.2 lautet: Die Angaben von Abschnitt 6.5 gelten nicht für eine Brandbeanspruchung des Zwischendeckenbereichs, sie gelten deshalb auch nicht für eine Klassifizierung der Unterdecken bei Brandbeanspruchung von oben.

Die Angaben setzen daher voraus, dass sich im Zwischendeckenbereich zwischen Rohdecke und Unterdecke mit Ausnahme der Teile, die zur Unterdeckenkonstruktion gehören, keine brennbaren Bestandteile befinden.

Als unbedenklich gelten außerdem Kabelisolierungen oder Baustoffe, sofern die dadurch entstehende Brandlast möglichst gleichmäßig verteilt und $< 7 \text{ kWh/m}^2$ ist.

Sofern Kabelbündel, Rohisolierungen, Leitungen, Dämmschichten usw. aus Bestandteilen der Baustoffklasse B mit einer Brandlast $> 7 \text{ kWh/m}^2$ vorhanden sind oder sofern die Unterdecke bei Brandbeanspruchung von oben einer Feuerwiderstandsklasse angehören soll, ist die Eignung der Unterdecken durch Prüfungen nach DIN 4102-2 : 1977-09, Abschnitte 4.1, 6.2.2.5 und 7.2.1 nachzuweisen.

Tabelle 1: Verbrennungswärme von Kabeln und Leitungen mit Nennspannungen bis 1000 V

Abmessungen der Kabel und Leitungen			Bauart der Kabel und Leitungen				
			halogenhaltig			halogenfrei	
Aderzahl und Nennquerschnitt			NYM	NYY	NYCY/ NYCWY	NHXHX	NHXCHX
n	mm ²	n mm ² mm ²	kWh/m				
1 x 1,5			0,17				
1 x 2,5			0,22	0,22		0,22	
1 x 4			0,25	0,33		0,28	
1 x 6			0,28	0,33		0,28	
1 x 10			0,36	0,33		0,28	
1 x 16			0,42	0,42		0,39	
1 x 25			0,58	0,58		0,53	
1 x 35				0,67		0,58	
1 x 50				0,81		0,69	
1 x 70				0,92		0,81	
1 x 95				1,17		1,03	
1 x 120				1,31		1,14	
1 x 150				1,58		1,39	
2 x 1,5			0,42	0,69		0,69	
2 x 2,5			0,53	0,78		0,78	
2 x 4			0,67	1,00		0,89	
2 x 6			0,75	1,11		1,00	
2 x 10			1,17	1,31		1,19	
3 x 1,5			0,44	0,75		0,78	
3 x 2,5			0,58	0,83		0,86	
3 x 4			0,72	1,08		1,00	
3 x 6			0,92	1,22		1,08	
3 x 10			1,28	1,42		1,28	
3 x 16			1,53	1,69		1,53	
3 x 25			2,39	2,47		2,25	
3 x 35			2,78	2,14		2,56	
3 x 50				2,60		3,19	
3 x 70				3,08		3,94	
3 x 95				4,06		5,14	
3 x 120				4,47		5,89	
3 x 150				5,42		7,25	
4 x 1,5	3 x 1,5/1,5		0,53	0,83	0,78	0,89	0,78
4 x 2,5	3 x 2,5/2,5		0,67	0,94	0,86	1,00	0,89
4 x 4	3 x 4/4		0,92	1,25	1,11	1,14	1,00
4 x 6	3 x 6/6		1,08	1,42	1,25	1,28	1,11
4 x 10	3 x 10/10		1,50	1,67	1,47	1,50	1,33

Tabelle 1: Verbrennungswärme von Kabeln und Leitungen mit Nennspannungen bis 1000 V (Fortsetzung)

Abmessungen der Kabel und Leitungen			Bauart der Kabel und Leitungen				
			halogenhaltig			halogenfrei	
Aderzahl und Nennquerschnitt			NYM	NYY	NYCY/ NYCWY	NHXHX	NHXCHX
n	mm ²	n mm ² mm ²	kWh/m				
4 x 16		3 x 16/10 3 x 16/16	1,86	2,03	1,75 1,75	1,86	1,58 1,58
4 x 25			2,89	2,89		2,64	
		3 x 25/16 3 x 25/25		2,67	2,53 2,53	2,42	2,31 2,31
4 x 35			3,28	2,61		3,00	
		3 x 35/16 3 x 35/35		2,67	2,22 2,22	2,69	2,61 2,61
4 x 50				3,31		3,92	
		3 x 50/25 3 x 50/50		3,31	2,78 2,78	3,53	3,33 3,33
				4,08		4,81	
		3 x 70/35 3 x 70/70		4,06	3,28 3,28	4,31	4,11 4,11
4 x 95				5,11 5,19		6,25 5,58	5,33 5,33
		3 x 95/50 3 x 95/95			4,28 4,28		
4 x 120				5,69 5,81		7,14 6,58	6,11 6,11
		3 x 120/70 3 x 120/120			4,72 4,72		
4 x 150				6,97 7,03		7,14 7,64	7,50 7,50
		3 x 150/70 3 x 150/150			5,72 5,72		
5 x 1,5		4 x 1,5/1,5	0,58	0,94	0,86	1,03	0,89
5 x 2,5		4 x 2,5/2,5	0,75	1,08	0,97	1,14	1,03
5 x 4		4 x 4/4	1,11	1,44	1,28	1,31	1,17
5 x 6		4 x 6/6	1,28	1,64	1,44	1,47	1,31
5 x 10		4 x 10/10	1,83	2,00	1,69	1,83	1,53
5 x 16		4 x 16/16	2,31	2,39	2,08	2,17	1,89
5 x 25		4 x 25/16 4 x 35/16 4 x 50/25	3,42	3,42	2,92 2,67 3,44	3,14	2,69 3,06 4,00
		4 x 70/35 4 x 95/50 4 x 120/70			4,17 5,33 5,94		4,89 6,44 7,36
6 x 1,5		4 x 150/70			7,22		8,97
7 x 1,5			0,67 0,67			1,17	
7 x 2,5				1,22		1,31	
7 x 4				1,67		1,50	
12 x 1,5				1,56		1,69	
12 x 2,5				1,78		2,00	
12 x 4				2,53		2,31	
19 x 1,5				2,06		2,36	
19 x 2,5				2,44		2,69	
19 x 4				3,42		3,14	
24 x 1,5				2,56		2,86	
24 x 2,5				2,94		3,28	
24 x 4				4,33		3,97	
37 x 1,5				3,39		3,92	
37 x 2,5				4,00		4,69	
37 x 4				6,03		5,53	

Tabelle 2: Verbrennungswärme von Leitungen für Fernmelde- und Informations-Verarbeitungsanlagen

Abmessungen der Leitungen			Bauart der Leitungen			
			halogenhaltig		halogenfrei	
Aderzahl und Nenndurchmesser			I-YY Bd	IE-Y(ST) Y Bd	I-HH Bd	IE-H(ST) H Bd
n	n	mm	kWh/m			
2 x	2 x	0,6	0,11		0,22	
4 x	2 x	0,6	0,17		0,33	
6 x	2 x	0,6	0,22		0,39	
10 x	2 x	0,6	0,28		0,53	
16 x	2 x	0,6	0,39		0,81	
20 x	2 x	0,6	0,44		0,97	
24 x	2 x	0,6	0,50		1,11	
30 x	2 x	0,6	0,67		1,36	
40 x	2 x	0,6	0,81		1,72	
50 x	2 x	0,6	0,94		2,00	
60 x	2 x	0,6	1,17		2,39	
80 x	2 x	0,6	1,42		3,06	
100 x	2 x	0,6	1,69		3,72	
2 x	2 x	0,8		0,19		0,28
4 x	2 x	0,8		0,28		0,39
8 x	2 x	0,8		0,42		0,58
12 x	2 x	0,8		0,58		0,86
16 x	2 x	0,8		0,72		
20 x	2 x	0,8		0,83		1,17
24 x	2 x	0,8		0,94		
28 x	2 x	0,8		1,17		
32 x	2 x	0,8		1,28		1,78
36 x	2 x	0,8		1,39		
40 x	2 x	0,8		1,50		2,08
44 x	2 x	0,8		1,61		
48 x	2 x	0,8		1,83		
52 x	2 x	0,8		1,94		
56 x	2 x	0,8		2,06		
60 x	2 x	0,8		2,14		
64 x	2 x	0,8		2,25		
68 x	2 x	0,8		2,36		
72 x	2 x	0,8		2,47		
76 x	2 x	0,8		2,72		
80 x	2 x	0,8		2,83		

Tabelle 3: Verbrennungswärme von Kabeln mit Nennspannungen über 1000 V

Abmessungen der Kabel			Bauart der Kabel			
			halogenhaltig		halogenfrei	
Aderzahl und Nennquerschnitt			NA2xSEY	NYSEY		
n	mm ²	mm ²	kWh/m			
3 x	35/16		10,28	10,56		
3 x	50/16		11,67	11,67		
3 x	70/16		13,06	12,78		
3 x	95/16		14,72	14,72		
3 x	120/16		16,68	16,12		

