

Stromschienen aus Kupfer

Bemessung für Dauerstrom

DIN
43 671

Copper bus bars; design for continuous current

1 Allgemeines

Diese Norm dient zur Dauerstrombemessung von Stromschienen, die von Luft umgeben sind und nicht künstlich gekühlt werden.

Sie enthält:

Hinweise für die Temperaturen;

Tabellen der Dauerströme, die Stromschientemperaturen von 65 °C verursachen, bei einer Temperatur der umgebenden Luft von 35 °C und unter den im Geltungsbereich sowie bei den einzelnen Tabellen genannten Betriebsbedingungen;

Umrechnungsfaktoren für Abweichungen von den Voraussetzungen der Tabellen.

Die physikalischen Randbedingungen für die Tabellen und Umrechnungsfaktoren sind gegenüber der technischen Praxis idealisiert, so daß in komplizierten Fällen, z. B. in Niederspannungs-Schaltschränken großer Packungsdichte mit wesentlichen Wärmeflüssen in den Stromschienen und örtlich sehr unterschiedlichen Lufttemperaturen, mit den Angaben dieser Norm nicht unmittelbar auf die tatsächlichen Stromschienenbelastbarkeiten bzw. Stromschientemperaturen geschlossen werden kann.

2 Geltungsbereich

2.1 Für Innenanlagen basieren die Tabellen auf den Annahmen:

Umgebende Luft unbewegt;

Blanke Stromschienen teilweise oxidiert, so daß der Emissionsgrad 0,4 ist ¹⁾;

oder

Stromschienen gestrichen — bei Schienenpaketen nur die Außenflächen — so daß der Emissionsgrad etwa 0,9 ist.

1) Diese Annahme bezieht sich auf einen Zustand, der sich im Betrieb durch natürliche Alterung — abhängig von den Umgebungsbedingungen — mehr oder weniger schnell einstellt.

Für Innenanlagen gelten daher die Tabellen

für offene Anlagen in ruhiger Luft mit dem 1 bis 1,1fachen der Tabellenwerte, da hier erfahrungsgemäß oft geringe stromschienenfremde Luftbewegungen auftreten;

für gekapselte Anlagen ohne eingebaute Ventilatoren etwa mit dem 0,8 bis 1,1fachen der Tabellenwerte je nach Strömungs- und Strahlungseinfluß der unmittelbaren Stromschienen-Umgebung.

2.2 Für Freiluft basieren die Tabellen auf den Annahmen: Leichte Luftbewegung, z. B. infolge Bodenthermik, von 0,6 m/s;

Blanke Stromschienen normal oxidiert, so daß der Emissionsgrad 0,6 ist und die Sonneneinstrahlung 0,45 kW/m² betragen kann ¹⁾;

oder

Stromschienen gestrichen, so daß der Emissionsgrad etwa 0,9 ist und die Sonneneinstrahlung 0,7 kW/m² betragen kann.

Für Freiluft erfassen die Tabellen deshalb mitteleuropäische Verhältnisse.

3 Hinweise für die Temperaturen

3.1 Lufttemperatur

Bei offenen Anlagen gilt als Temperatur der die Schienen umgebenden Luft die in den einschlägigen VDE-Bestimmungen festgelegte Umgebungstemperatur von maximal 35 °C als Mittelwert über 24 Stunden. Kurzzeitig darf die Temperatur 40 °C erreichen.

In gekapselten Anlagen gilt als Temperatur der die Schienen umgebenden Luft die Temperatur im Inneren der Kapselung.

3.2 Stromschienenenerwärmung und Stromschientemperatur

3.2.1 Anschlußschienen von Betriebsmitteln

Unabhängig von der jeweils zulässigen Einbauart und den dafür genannten Dauerströmen sind Betriebsmittel vielfach so bemessen, daß sie mit Stromschienen angeschlossen werden müssen, die beim Nennstrom des Gerätes und ungekapselten Einbau höchstens 30 °C Eigenerwärmung aufweisen.

Fortsetzung Seite 2 bis 8
Erläuterungen Seite 9

Deutsche Elektrotechnische Kommission · Fachnormenausschuß Elektrotechnik im DIN gemeinsam mit Vorschriftenausschuß des VDE

Für Anschlußschienen von solchen Geräten gilt deshalb:
Ist

- I_N der Nennstrom des Gerätes für ungekapselten Einbau und 35 °C Umgebungstemperatur,
 I_{Ne} der Nennstrom des Gerätes für die vorliegenden Einbaubedingungen,
 I_e der Dauerstrom am Einbauort,
dann sind die für den Anschluß erforderlichen Stromschienen direkt aus den Tabellen zu entnehmen, mindestens für eine Strombelastbarkeit von

$$I = I_e \cdot \frac{I_N}{I_{Ne}}$$

(Gegebenenfalls Abschnitte 5.1 und 5.3 bis 5.5 beachten.)

Dies gilt bis 1 m Entfernung vom Anschluß, oder, falls überschaubar ist, daß der Wärmefluß aus dem Betriebsmittel bereits in kürzerer Entfernung weitgehend abgeklungen ist, für die solchermaßen festgestellte Anschlußlänge.

Vorstehende Richtlinien brauchen im allgemeinen nicht beachtet zu werden, wenn die Anschlüsse der Betriebsmittel besonders gekühlt sind (z. B. Generator-Durchführungen mit Flüssigkeitskühlung DIN 48 124 Teil 2) oder Masse und Oberfläche des Anschlußbereiches groß sind im Vergleich zu den anzuschließenden Stromschienen (Höchstspannungsgeräte). Bei der Auswahl der Stromschienen kann dann verfahren werden wie für betriebsmittelunabhängige Stromschienen (z. B. Sammelschienen, die wegen Anschlußschienen ausreichender Länge nicht mit Geräten thermisch gekoppelt sind).

3.2.2 Betriebsmittelunabhängige Stromschienen

Es sind die einschlägigen Bestimmungen zu beachten. Physikalisch ist die zulässige Temperatur von betriebsmittelunabhängigen Stromschienen begrenzt durch die Eigenschaften des Leiterwerkstoffes und die zulässige Grenztemperatur der mit dem Leiter in Berührung befindlichen Isolierstoffe.

Wesentliche Grenzwerte:

- etwa 120 °C für Stromschienenverschraubungen nach DIN 43 673 wegen möglicher Vorspannungsminderung;
- etwa 120 °C für oxidfrei und gefettete bzw.
- etwa 160 °C für beidseitig versilberte oder gleichwertige Flächen der Stromschienenverschraubung;
- 85 °C für Stützer und Durchführungen für Wechselstromgeräte und Anlagen mit Nennspannungen über 1 kV nach VDE 0674;
- über 90 °C für Isolierstoffe nach Klasseneinteilung in VDE 0530 (IEC-Publ. 85)

Bei betriebsmittelunabhängigen Stromschienen liegt demnach die untere Grenze für die Stromschienentemperatur bei 85 °C, wenn nicht besondere Gründe

— z. B. anzustrebendes Minimum der Investitions- und Verlustkosten — noch niedrigere Werte erfordern.

4 Tabellen der Dauerströme, die bei 35 °C Lufttemperatur und horizontaler Schienenführung 65 °C Stromschienentemperatur verursachen

Die Bezeichnung Wechselstrom in den Tabellen gilt für Ein- und Mehrphasensysteme. Eine etwaige, aus der räumlichen Lage der einzelnen Phasen zueinander resultierende, gegenseitige Wärmebeeinflussung ist unberücksichtigt.

4.1 Tabelle 1 — siehe Seite 3

Stromschienen mit Rechteck-Querschnitt in Innenanlagen. Schienenpakete mit Abstand zwischen den Teileitern.

4.2 Tabelle 2 — siehe Seite 4

Stromschienen mit Rechteck-Querschnitt in Innenanlagen. Schienenpakete ohne Abstand zwischen den Teileitern.

4.3 Tabelle 3 — siehe Seite 4

Stromschienen mit Kreis-Querschnitt in Innenanlagen.

4.4 Tabelle 4 — siehe Seite 5

Stromschienen mit Kreisring-Querschnitt.

5 Umrechnungsfaktoren für Abweichungen von den Voraussetzungen der Tabellen

Bei n Abweichungen ergibt sich der neue Dauerstrom aus dem Tabellenwert, multipliziert mit dem Produkt der n in Frage kommenden Umrechnungsfaktoren:

$$I_{\text{neu}} = I_{\text{Tabelle}} \cdot \prod_n k_i$$

i sind die Indizes der möglichen Umrechnungsfaktoren:

5.1 Umrechnungsfaktor k_1 für leitfähigkeitsabhängige Belastungsänderungen siehe Bild 1, Seite 6.

5.2 Umrechnungsfaktor k_2 für abweichende Temperaturen siehe Bild 2, Seite 6.

5.3 Umrechnungsfaktor k_3 für thermisch aus der Anordnung bedingte Belastungsänderungen siehe Tabelle 5, Seite 6.

5.4 Umrechnungsfaktor k_4 für bei Wechselstrom elektrisch aus der Anordnung bedingte Belastungsänderungen siehe Bild 3, Seite 7.

5.5 Umrechnungsfaktor k_5 für standortabhängige Einflüsse (Höhenlage, Sonneneinstrahlung) siehe Tabelle 6, Seite 7.

Tabelle 1. Dauerströme für Stromschienen aus E-Cu mit Rechteck-Querschnitt in Innenanlagen bei 35 °C Lufttemperatur und 65 °C Schienenentemperatur; senkrechte Lage der Schienenbreite; Schienenpakete mit lichten Schienenabständen gleich Schienenenddicke bzw. 3) bei Wechselstrom und Schienenpaketen lichter Hauptleiterabstand $\geq 0,8 \cdot$ Hauptleitermittenabstand

Breite x Dicke	Quer- schnitt	Gewicht 1)	Werkstoff 2)	Dauerstrom in A										Gleichstrom und Wechselstrom 16 2/3 Hz										Statische Werte für eine Schiene									
				Wechselstrom bis 60 Hz					blank					gestrichen					blank					x - - x					y - - y				
				Schienenanzahl					Schienenanzahl					Schienenanzahl					Schienenanzahl					J _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	J _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y cm				
				1	2	3	4	50 3)	1	2	3	4	50 3)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2							3	4		
12 x 2	23,5	0,209	E-Cu F30	123	202	228				108	182	216				123	202	233				108	182	220	0,0288	0,0480	0,346	0,000800	0,00800	0,0577			
15 x 2	29,5	0,262		148	240	261				128	212	247				148	240	267				128	212	252	0,0563	0,0750	0,433	0,00100	0,0100	0,0577			
15 x 3	44,5	0,396		187	316	381				162	282	361				187	316	387				162	282	365	0,0844	0,113		0,00338	0,0225	0,0866			
20 x 2	39,5	0,351		189	302	313				162	264	298				189	302	321				162	266	303		0,133	0,133		0,00133	0,0133	0,0577		
20 x 3	59,5	0,529		237	394	454				204	348	431				237	394	463				204	348	437		0,200	0,200		0,00450	0,0300	0,0866		
20 x 5	99,1	0,882		319	560	728				274	500	690				320	562	729				274	502	687		0,333	0,333		0,0208	0,0833	0,144		
20 x 10	199	1,77		497	924	1320				427	825	1180				499	932	1300				428	832	1210		0,667	0,667		0,167	0,333	0,289		
25 x 3	74,5	0,663		287	470	525				245	412	498				287	470	536				245	414	506		0,391	0,313		0,00563	0,0375	0,0866		
25 x 5	124	1,11		384	662	839				327	586	795				384	664	841				327	590	794		0,651	0,521		0,0260	0,104	0,144		
30 x 3	89,5	0,796		337	544	593				285	476	564				337	546	608				286	478	575		0,675	0,450		0,00675	0,0450	0,0866		
30 x 5	149	1,33	447	760	944				379	672	896				448	766	950				380	676	897		1,13	0,750		0,0313	0,125	0,144			
30 x 10	299	2,66	676	1200	1670				573	1060	1480				683	1230	1630				579	1080	1520		2,25	1,50		0,250	0,500	0,289			
40 x 3	119	1,06	435	692	725				366	600	690				436	696	748				367	604	708		1,60	0,800		0,00900	0,0600	0,0866			
40 x 5	199	1,77	573	952	1140				482	836	1090				576	966	1160				484	848	1100		2,67	1,33		0,0417	0,167	0,144			
40 x 10	399	3,55	850	1470	2000				715	1290	1770				865	1530	2000				728	1350	1880		5,33	2,67		0,333	0,667	0,289			
50 x 5	249	2,22	697	1140	1330				583	994	1260				703	1170	1370				588	1020	1300		5,21	2,08		0,0521	0,208	0,144			
50 x 10	499	4,44	1020	1720	2320				852	1510	2040				1050	1830	2360				875	1610	2220		10,4	4,17		0,417	0,833	0,289			
60 x 5	299	2,66	826	1330	1510				688	1150	1440				836	1370	1580				696	1190	1500		9,00	3,00		0,0625	0,250	0,144			
60 x 10	599	5,33	1180	1960	2610				985	1720	2300				1230	2130	2720				1020	1870	2570		18,00	6,00		0,500	1,00	0,289			
80 x 5	399	3,55	1070	1680	1830				885	1450	1750				1090	1770	1990				902	1530	1890		21,3	5,33		0,0833	0,333	0,144			
80 x 10	799	7,11	1500	2410	3170				1240	2110	2790				1590	2730	3420				1310	2380	3240		42,7	10,7		0,667	1,33	0,289			
100 x 5	499	4,44	1300	2010	2150				1080	1730	2050				1340	2160	2380				1110	1810	2270		41,7	8,33		0,104	0,417	0,144			
100 x 10	999	8,89	1810	2850	3720				1490	2480	3260				1940	3310	4100				1600	2890	3900		83,3	16,7		0,833	1,67	0,289			
120 x 10	1200	10,7	2110	3280	4270				1740	2860	3740				2300	3900	4780				1890	3390	4560		144	24,0		1,00	2,00				
160 x 10	1600	14,2	2700	4130	5360				2220	3590	4680				3010	5060	6130				2470	4400	5860		341	42,7		1,33	2,67				
200 x 10	2000	17,8	3290	4970	6430				2690	4310	5610				3720	6220	7460				3040	5390	7150		667	66,7		1,67	3,33				

1) Gerechnet mit einer Dichte von 8,9 kg/dm³

2) Bezugsbasis für die Dauerstromwerte

3) Mindestmaß für lichten Schienenabstand

1) Gerechnet mit einer Dichte von 8,9 kg/dm³ 2) Bezugsbasis für die Dauerstromwerte 3) Mindestmaß für lichten Schienenabstand

Werkstoff: E-Cu oder andere Werkstoffe nach DIN 40 500 Teil 3

Vorzugsweise verwendbares Halbzeug: Flachstangen mit gerundeten Kanten nach DIN 46 433 Auswahl 3