



ENGELS - Technische Erläuterungen

TABELLE
mit den gebräuchlichsten elektrischen Leistungen
und Strombelastungen

| Leistung kW | Betriebsspannung | | |
|----------------|------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 230 V 1Ph A | 230 V 3 Ph / Δ A / Ph | 400 V 3 Ph / Y A / Ph |
| 0,50 | 2,17 | 1,26 | 0,72 |
| 0,75 | 3,26 | 1,88 | 1,08 |
| 1,00 | 4,35 | 2,51 | 1,44 |
| 1,50 | 6,52 | 3,77 | 2,17 |
| 2 | 8,70 | 5,02 | 2,89 |
| 3 | 13,04 | 7,53 | 4,33 |
| 4 | 17,39 | 10,04 | 5,77 |
| 5 | 21,74 | 12,55 | 7,22 |
| 6 | 26,09 | 15,06 | 8,66 |
| 7,50 | 32,61 | 18,83 | 10,83 |
| 9 | 39,13 | 22,59 | 12,99 |
| 10 | 43,47 | 25,10 | 14,45 |
| 12 | 52,17 | 30,12 | 17,32 |
| 15 | 65,22 | 37,65 | 21,65 |
| 16 | 69,57 | 40,16 | 23,09 |
| 18 | 78,26 | 45,18 | 25,98 |
| 20 | 86,96 | 50,20 | 28,87 |
| 24 | - | 60,25 | 34,64 |
| 30 | - | 75,31 | 43,30 |
| 40 | - | 100,41 | 57,74 |
| 50 | - | - | 72,17 |
| 60 | - | - | 86,60 |

Das Ohmsche Gesetz

| | | | |
|-------------|-----|---|------------------------|
| Spannung | (V) | $U = I \cdot R = \frac{P}{I}$ | $= \sqrt{P \cdot R}$ |
| Stromstärke | (A) | $I = \frac{U}{R} = \frac{P}{U}$ | $= \sqrt{\frac{P}{R}}$ |
| Widerstand | (Ω) | $R = \frac{U}{I} = \frac{P}{I^2}$ | $= \frac{U^2}{P}$ |
| Leistung | (W) | $P = U \cdot I = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{R}$ | |

Elektrische Heizkörper werden mit Hilfe der oben erwähnten Größen festgelegt. Die Werte gelten für Gleich- und Wechselspannung.

- U = Spannung in Volt
- I = Stromstärke in Ampere
- R = Widerstand in Ohm
- P = Leistung in Watt

Zur Berechnung der Erwärmung von Luft und unbrennbarer, nicht aggressiver und nicht explosiver Gase gilt:

\dot{Q} = Wärmestrom in J / s = W
 $= V \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T$
 \dot{V} = Volumenstrom in m³ / s
 ρ = Dichte in kg / m³
 c_p = spez. Wärmekapazität in J / kg K
 ΔT = Temperaturdifferenz in K

Leistung eines Elektro-Lufterwärmers:

$$P = \frac{\dot{V} \cdot \Delta T}{2777} \quad \text{in kW und } \dot{V} \text{ in m}^3/\text{h}$$

Umrechnung auf SI-Einheiten:

- 1 kcal = 4,187 = ca. 4,2 kJ bzw. 1000 kcal / h = 4187 kJ / h
- 1 kWh = 3600 kJ (860 kcal)
- 1 mm Ws = 1 kp / m² = 9,81 N / m² = ca. 10 Pa = 0,1 mbar
- 0° C = 273 Kelvin

Trägermaterial - Glasseidengarn

Als Trägermaterial für die Engels-Heizgitter® setzen wir für viele Anwendungsgebiete Glasfilamentfäden ein.

E-Glaseide ist ein alkalifreies Silikatglas und wird im Düsenziehverfahren mit einer praktisch endlosen Faserlänge erzeugt. Wir verwenden nur Filamentdurchmesser > 9 µm.

Diese Fasergrößen bilden nach dem Stand der Technik und den vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnissen kein erhöhtes Gesundheitsrisiko, da Fasergrößen mit einer Dicke > 3 µm nicht mehr mit der Atemluft in die Lungenperipherie gelangen können. Es kann daher auch keine Verwendungseinschränkung oder ein Verwendungsverbot aufgrund der TRGS 905/906 abgeleitet werden

E-Glaseide ist unbrennbar. Der Erweichungspunkt liegt bei ca. 1093 K. Die Temperaturbeständigkeit liegt etwa zwischen 193 K - 800 K.

Hervorragende Eigenschaften sind:

- hoher spezifischer Widerstand
- hohe Durchschlagfestigkeit

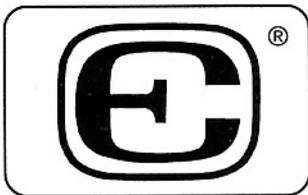
Zur Erreichung der benötigten Stabilität werden die Heizgitter mit einer anorganischen, unbrennbaren Hochtemperaturisoliermasse (nach DIN 4102) imprägniert / versiegelt. Eine Silikatmischung auf Wasserbasis, die keine Lösungsmittel enthält.

Für spezielle Anwendungsgebiete im Temperaturbereich bis ca. + 110° C verwenden wir auch Polyesterfäden als Trägermaterial, imprägniert mit Wasserglas.

Weitere Unterlagen über Glasgarne mit Angabe der chemischen Zusammensetzung, und Angaben über die Unbedenklichkeit können Sie gerne anfordern.

Für alle Heizgitter und Lufterwärmer kann reine ohmsche Belastung angenommen werden.

Bei größeren Leistungen, die an Drehstrom angeschlossen werden, errechnet sich die Stromstärke $I = \frac{P}{U \cdot 1,73}$



Bauseitiger Elektro-Anschluß

Die in den nachfolgenden Tabellen angegebenen Werte sind Richtwerte und in vereinfachter Form der VDE 0298 Teil 4 entnommen, bzw. Auszug aus VDE 0100 Teil 430 und 523. In Grenzfällen sind die VDE-Bestimmungen zu berücksichtigen.

VDE 0100 Teil 523 - DIN 57100 - Tabelle 2

Strombelastbarkeit I_z isolierter Leitungen und nicht im Erdreich verlegter Kabel bei Umgebungstemperaturen von 30° C.

| Nennquerschnitt mm ² | Gruppe 1 Cu-Leiter A | | Gruppe 2 Cu-Leiter A | | Gruppe 3 Cu-Leiter A | |
|------------------------------------|----------------------------|-------|----------------------------|-------|----------------------------|-------|
| | Absicherung A | | Absicherung A | | Absicherung A | |
| 0,75 | 9,0 | - | 12,0 | 6,0 | 15,0 | 10,0 |
| 1,00 | 11,0 | 6,0 | 15,0 | 10,0 | 19,0 | 10,0 |
| 1,50 | 16,5 | 16,0 | 16,5 | 16,0 | 21,0 | 20,0 |
| 2,50 | 21,0 | 20,0 | 22,0 | 20,0 | 29,0 | 25,0 |
| 4,00 | 28,0 | 25,0 | 30,0 | 25,0 | 39,0 | 35,0 |
| 6,00 | 36,0 | 35,0 | 38,0 | 35,0 | 51,0 | 50,0 |
| 10,00 | 49,0 | 40,0 | 53,0 | 50,0 | 70,0 | 63,0 |
| 16,00 | 65,0 | 63,0 | 72,0 | 63,0 | 94,0 | 80,0 |
| 25,00 | 85,0 | 80,0 | 94,0 | 80,0 | 125,0 | 100,0 |
| 35,00 | 105,0 | 100,0 | 118,0 | 100,0 | 154,0 | 125,0 |
| 50,00 | 126,0 | 125,0 | 142,0 | 125,0 | 198,0 | 160,0 |
| 70,00 | 160,0 | 160,0 | 181,0 | 160,0 | 245,0 | 200,0 |
| 95,00 | 193,0 | 160,0 | 219,0 | 200,0 | 292,0 | 250,0 |
| 120,00 | 223,0 | 200,0 | 253,0 | 250,0 | 344,0 | 315,0 |
| 150,00 | - | - | 335,0 | 250,0 | 391,0 | 315,0 |

Gruppe 1: Eine oder mehrere in Rohr verlegte einadrige Leitungen, z. B. H07V

Gruppe 2: Mehraderleitungen, z. B. Mantelleitungen, Rohrdrähte, Bleimantelleitungen, Stegleitungen, bewegliche Leitungen

Gruppe 3: Einadrige, frei in der Luft verlegte Leitungen, wobei die Leitungen mit Zwischenraum von mindestens Leitungsdurchmesser verlegt sind, sowie einadrige Verdrahtungen in Schalt- und Verteilungsanlagen und Schienenverteiler.

VDE 0100 Teil 523 - Din 57100 - Tabelle 3

Strombelastbarkeit I_z isolierter Leitungen und nicht im Erdreich verlegter Kabel bei Umgebungstemperaturen von 30° C bis 55° C

| Umgebungstemperatur in ° C | Strombelastbarkeit I_z der Werte der Tabelle 2 | |
|-------------------------------|--|--|
| | Gummi-Isolierung (zulässige Leitertemperatur) 60° C | PVC-Isolierung (zulässige Leitertemperatur) 70° C |
| über 30 bis 35 | 91 | 94 |
| über 35 bis 40 | 82 | 87 |
| über 40 bis 45 | 71 | 79 |
| über 45 bis 50 | 58 | 71 |
| über 50 bis 55 | 41 | 61 |

VDE 0100 Teil 523 - Din 57100 - Tabelle 4

Strombelastbarkeit I_z isolierter Leitungen und nicht im Erdreich verlegter Kabel bei Umgebungstemperaturen über 55° C

| Umgebungstemperatur in ° C bei Leitungen mit | | Strombelastbarkeit I_z in % der Werte der Tabelle 2 |
|---|---|---|
| zulässiger Leitertemperatur 100 ° C | zulässiger Leitertemperatur 180 ° C | |
| über 55 bis 65 | über 55 bis 145 | 100 |
| über 65 bis 70 | über 145 bis 150 | 92 |
| über 70 bis 75 | über 150 bis 155 | 85 |
| über 75 bis 80 | über 155 bis 160 | 75 |
| über 80 bis 85 | über 160 bis 165 | 65 |
| über 85 bis 90 | über 165 bis 170 | 53 |
| über 90 bis 95 | über 170 bis 175 | 38 |



ENGELS - Technische Erläuterungen

Temperaturbeständige Anschlußleitungen

Je nach Verwendungszweck setzen wir für die Innenverdrahtung folgende Leitungen ein:

| Type | Dauer- temperatur- Beständigkeit | zul. Nenn- Spannung |
|-------------------------------|--|------------------------|
| Teflon-Kupferlitze | 473 K (200° C) | 500 Volt |
| Glasseide-Kupferlitze | 453 K (180° C) | 380 Volt |
| Silikon-Kupferlitze | 473 K (200° C) | 500 Volt |
| Silikon-Glasseide-Kupferlitze | 473 K (200° C) | 660 Volt |
| Teflon/PTFE vern. Kupferlitze | 533 K (260° C) | 600 Volt |
| Spezialsilikon-Kupferlitze | 473 K (200° C) | 1000 Volt |

Belastungstabelle

Basistemperatur 363-423 K (+90° C bis + 150° C)

| Querschnitt | Strombelastung |
|-------------|----------------|
| 0,50qmm | 10 A |
| 0,75qmm | 15 A |
| 1,00qmm | 19 A |
| 1,50qmm | 21 A |
| 2,50qmm | 29 A |

Tabellarische Übersicht über die am häufigsten verwendeten Widerstands- und Heizleiterlegierungen, DIN 17471

| Legierung | Werkstoffnummer | Hauptbestandteile | | | | | Spez. elektr. Widerstand bei 20° C Ohm · mm ² m | max. zul. Dauer-tem- peratur ° C | Kelvin K |
|------------|-----------------|-------------------|----|-----|----|------|---|---|-------------|
| | | Cu | Ni | Mn | Cr | Fe | | | |
| CuNi 2 | 2.0802 | 98 | 02 | | | | 0,05 | 300 | 573 |
| CuNi 6 | 2.0807 | 94 | 06 | | | | 0,10 | 300 | 573 |
| CuNi 10 | 2.0811 | 90 | 10 | | | | 0,15 | 400 | 673 |
| CuNi 23 Mn | 2.0881 | 75,5 | 23 | 1,5 | | | 0,30 | 500 | 773 |
| CuNi 30 Mn | 2.0890 | 67 | 30 | 3 | | | 0,40 | 500 | 773 |
| CuNi 44 | 2.0842 | 55 | 44 | 1 | | | 0,49 | 600 | 873 |
| CrNi 25 20 | 1.4843 | | 20 | | 25 | Rest | 0,95 | 1050 | 1323 |
| NiCr 30 20 | 1.4860 | | 30 | | 20 | Rest | 1,04 | 1100 | 1373 |
| NiCr 60 15 | 2.4867 | | 60 | | 15 | Rest | 1,13 | 1150 | 1423 |
| NiCr 80 20 | 2.4869 | | 80 | | 20 | | 1,12 | 1200 | 1473 |

Die vier erstgenannten Legierungen sind nicht genormt. Sie werden in Anlehnung an DIN 17471 bzw. DIN 46461/62 gefertigt und sind laut VDE 0253 10 / 73 zur Verwendung als Heizleiter genehmigt.

Die von uns vornehmlich verwendete Legierung CuNi 44 (auch bekannt als Konstantan oder Isotan) ist auch bei Temperaturerhöhung in ihrem spezifischen Widerstand beständig (was auch für die vier erstgenannten Legierungen zutrifft).

Hinweis

Bei erhöhten Temperaturen oder Zusammenfassung mehrerer Leitungen vermindert sich die Belastbarkeit sehr schnell. Sie beträgt bei den n. g. max. Temperaturen bei fast allen Typen nur noch ca. 38% vom Nennwert.

Bei Verwendung in Anlagen oder Geräten mit hohen Luftfeuchtigkeitswerten sollten Sie nur Elemente oder Wärmetauscher mit Silikon- oder Teflon-Kupferlitze verlangen.

Bei bauseitigem Anschluß ist auf die richtige Materialauswahl der Anschluß-Kabel zu achten, unter Berücksichtigung der vorgesehenen Luftaustrittstemperatur; bzw. der Umgebungstemperatur.

Die vier letztgenannten Legierungen sind in ihrem Gefüge austenitisch. Hierbei ändert sich der spezifische Widerstand in Abhängigkeit zur Temperatur.

Alle Legierungen können als Drähte oder Bänder, auch in lackierter oder umspinnener Ausführung verarbeitet werden. Drähte in blanker Ausführung werden zur endlosen Verarbeitung stumpfgeschweißt.

Auf Wunsch stellen wir Ihnen gerne weitere Unterlagen über die einzelnen Legierungen zur Verfügung.