



# 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 m<sup>3</sup> / s  
 $\rho$  = Dichte in kg / m<sup>3</sup>  
 $c_p$  = spez. Wärmekapazität in J / kg K  
 $\Delta T$  = 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 / m<sup>2</sup> = 9,81 N / m<sup>2</sup> = 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-Glasseide 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-Glasseide 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

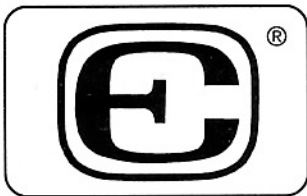
Zur Erreichung der benötigten Stabilität werden die Heizgitter mit einer anorganischen, unbrennbaren Hochtemperaturisoliermasse (nach DIN 4102) imprägniert / versiegelt. Eine Silikatmischung auf Wasserbasis, die keine Lösungsmittel enthält.

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 <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup> m	max. zul. Dauertem- 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.