

Thermoelemente - Spannungstabellen

Allgemeine Hinweise:

Die Temperaturmessung mit Thermoelementen basiert auf dem Seebeck-Effekt, bei dem sich, in einem aus zwei unterschiedlichen homogenen und isotropen Metallen bestehenden Leiterkreis, durch Zuführung von Wärmeenergie an der einen Lötstelle und Abführung von Wärmeenergie an der anderen Lötstelle ein temperaturbeeinflusster Stromkreis bildet.

Das Thermoelement ist im Prinzip nichts anderes als ein solcher aufgetrennter Leiterkreis, bestehend aus dem Messpunkt T_1 (Lötstelle der beiden Metalle), bei dem die Wärmeenergie zugeführt wird und den beiden offenen "kalten Enden" T_0 (Vergleichsstelle), an denen die Thermospannung abgegriffen wird. Für messtechnische Zwecke muss darauf geachtet werden, dass die beiden Enden T_0 der Vergleichsstelle immer derselben Umgebungstemperatur ausgesetzt sind. Die Vergleichsstellenspannung (Spannungsabgriff) U_0 beträgt immer NULL.



Jede Thermopaarart hat selbst bei gleicher Leiterkombination eine andere Signalcharakteristik. Diese Charakteristik ist genormt und in sogenannten Spannungstabellen festgehalten, wobei jedem Temperaturpunkt T_1 (in 1 K Schritten) ein bestimmter Spannungswert U_1 zugeordnet ist. Als Vergleichstellentemperatur T_0 wird in den Tabellen 0 °C als Bezugstemperatur ausgewiesen.

Beim Gebrauch der Spannungstabellen zur Bestimmung oder Überprüfen eines Thermoelements ist deshalb die Vergleichstellentemperatur T_0 unbedingt zu beachten und kompensieren, da die Thermospannung U_{th} um den Spannungswert U_V der effektiven Vergleichstellentemperatur T_0 kleiner ausfällt, als der in der Tabelle beim entsprechenden Temperaturwert T_1 ausgewiesene Wert U_1 .

Thermospannung:
$$U_{th} = U_1 - U_V$$

Der zur Berechnung notwendige Spannungswert U_V wird mit dem zur Vergleichstellentemperatur T_0 in der Spannungstabelle nächst höheren angegebenen Wert T_1 wie folgt ermittelt:

Vergleichsstellenkompensation:
$$U_V = \frac{U_1 \times T_0}{T_1}$$

Beispiel:

Thermoelement: Typ K (NiCr-Ni)

Vergleichstemperatur T_0 : 26 °C

Nächster Bezugswert gem. Tabelle: 30 °C ($U_1 = 1.203$ mV)

Ermittlung U_V :
$$U_V = \frac{U_1 \times T_0}{T_1} = \frac{1.203 \text{ mV} \times 26^\circ}{30^\circ} = 1.043 \text{ mV}$$

Temperaturwert T_1 :	0 °C	30 °C	1000 °C	-20 °C
U_1 gem. Tabelle :	0 mV	1.043 mV	41.269 mV	-0.777 mV
U_{th} :	-1.043 mV	0 mV	40.226 mV	-1.820 mV
Differenz = U_V :	1.043 mV	1.043 mV	1.043 mV	1.043 mV

Thermoelemente - Spannungstabellen

Konstantan Typ E, Ag-CuNi / Nickel Typ K, N (Vergleichsstellentemp.= 0°C, kursiv gedruckte Zahlen= Mathematische Richtwerte)

Temp °C	NiCr-CuNi Typ E DINIEC			Ag-CuNi			Temp °C
	Tol. K11 1.5 K o. 0.004t +/-K	Tol. K12 2.5 K o. 0.0075t +/-K	mV	Tol. +/-K	mV	Abweichung in K zu TypU	
-270	1.5	2.5	-9.835				95
-250	1.5	2.5	-9.797				100
-200	1.5	2.5	-8.824				110
-150	1.5	2.5	-7.279				120
-120	1.5	2.5	-6.107				130
-100	1.5	2.5	-5.237				140
-50	1.5	2.5	-2.787				150
-40	1.5	2.5	-2.254				160
-30	1.5	2.5	-1.709				170
-25	1.5	2.5	-1.430				180
-20	1.5	2.5	-1.151				190
-15	1.5	2.5	-0.866				200
-10	1.5	2.5	-0.581				220
-5	1.5	2.5	-0.291				240
0°	1.5	2.5	0.000	0.00	0.00		250
5	1.5	2.5	0.296				260
10	1.5	2.5	0.591	0.40	0.0		280
15	1.5	2.5	0.892				300
20	1.5	2.5	1.192	0.81	0.2		350
25	1.5	2.5	1.497				400
30	1.5	2.5	1.801	1.23	0.5		450
35	1.5	2.5	2.110				500
40	1.5	2.5	2.419	1.65	0.5		550
45	1.5	2.5	2.733				600
50	1.5	2.5	3.047	2.07	0.5		650
60	1.5	2.5	3.683	2.49	0.2		700
70	1.5	2.5	4.329	2.92	0.2		750
75	1.5	2.5	4.656				800
80	1.5	2.5	4.983	3.36	0.2		900
90	1.5	2.5	5.646	3.81	0.2		1000

Temp °C	NiCr-Ni Typ K DINIEC			NiCroSi-NiSi Typ N DIN43722			Diff. Typ N in K zu Typ K	Temp °C
	Tol. K11 1.5 K o. 0.004t +/-K	Tol. K12 2.5 K o. 0.0075t +/-K	mV	Tol. K1 1.5 K o. 0.004t +/-K	Tol. K12 2.5 K o. 0.0075t +/-K	mV		
-270	1.5	2.5	-6.458	1.5	2.5		150	
-100	1.5	2.5	-3.553	1.5	2.5	-2.407	38.20	
-50	1.5	2.5	-1.889	1.5	2.5	-1.268	17.25	
-40	1.5	2.5	-1.527	1.5	2.5			
-30	1.5	2.5	-1.156	1.5	2.5			
-25	1.5	2.5	-0.968	1.5	2.5			
-20	1.5	2.5	-0.777	1.5	2.5			
-15	1.5	2.5	-0.585	1.5	2.5			
-10	1.5	2.5	-0.392	1.5	2.5			
-5	1.5	2.5	-0.197	1.5	2.5			
0°	1.5	2.5	0.000	1.5	2.5	0.000	0.00	
5	1.5	2.5	0.198	1.5	2.5			
10	1.5	2.5	0.397	1.5	2.5			
15	1.5	2.5	0.597	1.5	2.5			
20	1.5	2.5	0.798	1.5	2.5			
25	1.5	2.5	1.000	1.5	2.5			
30	1.5	2.5	1.203	1.5	2.5			
35	1.5	2.5	1.407	1.5	2.5			
40	1.5	2.5	1.611	1.5	2.5			
45	1.5	2.5	1.817	1.5	2.5			
50	1.5	2.5	2.022	1.5	2.5	1.339	16.66	
60	1.5	2.5	2.436	1.5	2.5			
70	1.5	2.5	2.850	1.5	2.5			
75	1.5	2.5	3.058	1.5	2.5			
80	1.5	2.5	3.266	1.5	2.5			
90	1.5	2.5	3.681	1.5	2.5			
95	1.5	2.5	3.888	1.5	2.5			
100	1.5	2.5	4.095	1.5	2.5	2.774	32.22	
120	1.5	2.5	4.919	1.5	2.5			
140	1.5	2.5	5.733	1.5	2.5			

ab 700°C ist auf genügende Drahtstärke zu achten, da sonst Spannungssignal zur Temperatur zu niedrig ist!)