

# Thermoelemente - Technische Informationen

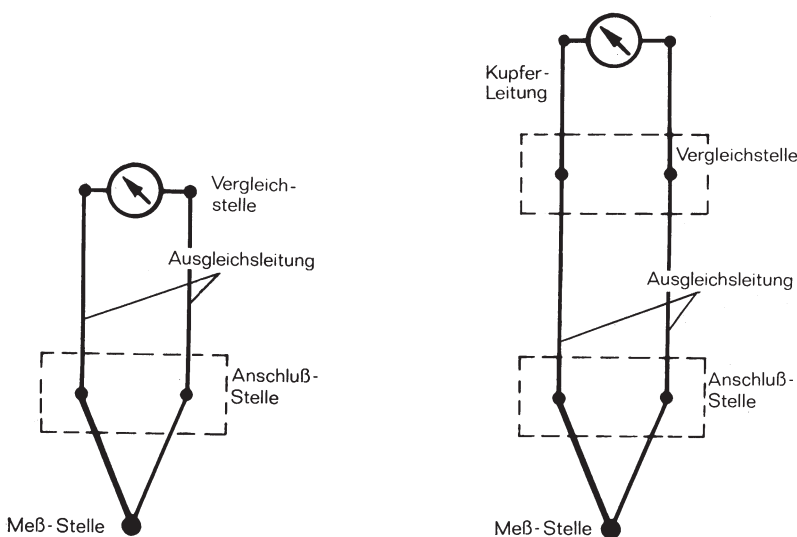
## Thermocouple - Technical Information

### Aufbau und Wirkung:

Zwei Drähte aus unterschiedlichen Metallen / Metalllegierungen werden an den Enden miteinander verschweisst („heisses Ende“). Die Schweißstelle wird Messstelle genannt, während die freien Enden des Thermopaars als Vergleichsstelle bezeichnet werden. Durch Veränderung der Temperatur an der Messstelle (gegenüber der Vergleichsstelle) entsteht an der Vergleichsstelle (kaltes Ende) eine Spannung – die Thermospannung. Die freien Enden werden durch isolierte Drähte oder Leitungen mit dem Auswertegerät (z.B. elektronisches Messgerät) verbunden.

Die Thermospannung wird von den Werkstoffen der Thermopaarung und der Temperaturdifferenz zwischen Messstelle und Vergleichsstelle bestimmt. Die Temperatur an der Vergleichsstelle muss während der Temperaturmessung immer konstant sein. Wenn dies nicht garantiert werden kann, so muss die Vergleichsstelle mittels Thermo- oder Ausgleichsleitung in eine Zone konstanter Temperatur gebracht werden, das Thermopaar wird also bis zur Vergleichsstelle „verlängert“. Zur Bestimmung der Temperatur an der Messstelle muss die Vergleichsstellentemperatur bekannt sein. Es ist zu beachten, dass die Thermoleitung aus Thermomaterial hergestellt ist (z.B. NiCr-Ni), während die Ausgleichsleitung aus einem Ersatzmaterial bestehen kann, das aber bis zu einer Temperatur von 200°C thermoelektrisch äquivalent ist. Zu jedem Thermopaar darf nur die aus dem passendem Material bestehende Ausgleichs-/Thermoleitung verwendet werden.

Die Grundwerte der einzelnen Thermopaarungen sind in Grundwertreihen festgelegt und in den Normblättern DIN43710 sowie IEC584-1 aufgeführt. Die zulässigen Abweichungen (Grenzabweichungen) für Thermopaare nach IEC584-1 sind in der Norm IEC584-2 angegeben. An die Elemente werden durch diese Normblätter bestimmte Anforderungen in Bezug auf Zusammensetzung, Reinheit und Verarbeitung gestellt. Die Anforderungen für die Verbindungsleitungen (zwischen Thermopaar und Anzeigegerät) sind in den Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen (VDE0250) festgeschrieben. Für die genormten Ausgleichsleitungen gelten die Vorschriften nach DIN43713 und 43714.



### TE und ihre Bezeichnung nach Norm

Type	Element	Norm
K	NiCr-Ni	IEC 584-1
L	Fe-CuNi	DIN 43710
N	NiCrSi-NiSi	IEC 584-1
J	Fe-CuNi	IEC 584-1
U	Cu-CuNi	DIN 43710
T	Cu-CuNi	IEC 584-1
E	NiCr-CuNi	IEC 584-1
S	PtRh-Pt	IEC 584-1
90% Pt 10% Rh		
B	PtRh-PtRh	IEC 584-1
Pt30Rh- Pt6Rh		
R	PtRh-Pt	IEC 584-1

### Allgemeine Anforderungen an Thermoelemente:

- hoher Temperaturspannungs-Koeffizient
- linearer Spannungsverlauf
- zeitliche Konstanz der thermoelektrischen Eigenschaften
- mechanische und chemische Beständigkeit
- Korrosionsbeständigkeit
- im breitem Temperaturbereich anwendbar
- günstiges dynamisches Verhalten



# Thermoelemente - Technische Informationen

## Thermocouple - Technical Information

---

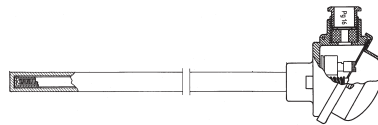
### Vergleichsstelle:

Nennt man das offene Ende eines Thermopaars oder deren Verlängerung in einem konstanten Temperaturbereich (in der Regel Anschluss an das Messinstrument).

### Thermopaar:

Wird aus zwei unterschiedlichen (z.B. NiCr und Ni), am einen Ende verschweissten Leiter gebildet. Gemäss ihrer Grundwertreihe werden sie mit einem Buchstaben (K, L, N...) als Typenreihe bezeichnet.

**Thermoelement-Fühler:** besteht aus Thermopaar und Schutzrohr mit Armatur oder Schutzmantel.



### Mantelthermoelement-Fühler:

biegbare mineralisierte Edelstahl- oder Inconel-Leitung, dessen Leiter an einem Ende zu einem Thermoelement verschweisst sind.



### Thermoelement-Isolierte Ausführung:

Messstelle (Knoten) mit Isoliermaterial (Mg-Oxyd) gegen Mantel isoliert - nicht mit Deckel verschweisst.



### Thermoelement-Nichtisolierte Ausführung:

Messstellen (Knoten) mit Deckel verschweisst, dadurch entsteht eine galvanische Verbindung zwischen Element und Mantel. Diese Ausführung ist nur für schnelle Messungen (Ansprechzeit) empfehlenswert.



# Thermoelemente - Technische Informationen

## Thermocouple - Technical Information

### Thermoleitung:

besteht in der Regel aus massiven gegeneinander isolierten Drahtleitern aus den gleichen Werkstoffen wie das Thermopaar. Daher lässt sich aus einer Thermoleitung durch Verschweissen der beiden Drähte auf einfache und kostengünstige Art ein isoliertes Einfach-Thermopaar herstellen.

### Ausgleichsleitung:

dienen als thermoelektrische Verlängerung vom Thermoelementen zum Messgerät. Die Ausgleichsleitungen werden aus Originalwerkstoffen (gleicher Material wie das zugehörige Thermoelement), oder aus Ersatzwerkstoffen (die aus Legierungen bestehen die gleiche thermoelektrische Eigenschaften wie das Thermoelement/Themoleitung aufweisen) hergestellt. Die Isolation kann PVC, Teflon, Silikon oder Glasfaser sein.

### Ansprechzeiten-Messstelle isoliert:

Durchmesser	0.5mm	1.0mm	1.5mm	3.0mm	4.5mm	6.0mm	8.0mm
Wasser 0.2m/s-0.5	0.06 s	0.15 s	0.21 s	1.2 s	2.5 s	4.0 s	7.0 s
Wasser 0.2m/s-0.9	0.13 s	0.5 s	0.6 s	2.9 s	5.9 s	9.6 s	17 s
Luft 2m/s-0.5	1.8 s	3.0 s	8.0 s	23 s	37 s	60 s	100 s
Luft 2m/s-0.9	5.52 s	10 s	25 s	80 s	120 s	200 s	360 s

### Ansprechzeiten-Messstelle nicht isoliert: (mit Mantel verschweisst)

Durchmesser	0.5mm	1.0mm	1.5mm	3.0mm	4.5mm	6.0mm	8.0mm
Wasser 0.2m/s-0.5	0.03 s	0.06 s	0.13 s	0.22 s	0.45 s	0.55 s	0.75 s
Wasser 0.2m/s-0.9	0.1 s	0.18 s	0.4 s	0.75 s	1.6 s	2.6 s	4.5 s
Luft 2m/s-0.5	1.8 s	3.0 s	8.0 s	23 s	33 s	55 s	97 s
Luft 2m/s-0.9	5.85 s	10 s	25 s	80 s	110 s	185 s	310 s

Für Mantel-TE mit d=0.25mm: Direktwärmeübertragung 7 ms, strömender Luft 100ms, ruhender Luft 400ms.

### Biegeradien für Mantelthermometer:

d=0.5mm	1.0mm	1.5mm	3.0mm	4.5mm	6.0mm	8.0mm
ca. 2.5mm	5.0mm	7.5mm	15mm	22.5mm	30mm	40mm

### Maximale Verwendungstemperatur von Thermodrähten nach DIN 43712

TYP	d=0.2mm	0.35mm	0.5mm	0.8mm	1.0mm	1.3mm	1.6mm	2.0mm	3.0mm
T, U	200°C	200°C	200°C	200°C	300°C	300°C	300°C	400°C	400°C
J, L	300	400	400	400	500	600	600	700	700
K, N	600	700	700	800	800	900	900	1000	1000
S, R	----	1300	1300	----	----	----	----	----	----
B	----	1500	1500	----	----	----	----	----	----



# Thermoelemente - Technische Informationen

## Thermocouple - Technical Information

### Maximale Verwendungstemperatur von Mantelthermoelementen nach DIN 43712

Mantel TYP	NiCr- Stahl d=0.5mm	NiCr- Stahl 1.5mm	NiCr- Stahl 3.0mm	NiCr- Stahl 6.0mm	NiCr- Inconel 0.5mm	NiCr- Inconel 1.5mm	NiCr- Inconel 3.0mm	NiCr- Inconel 6.0mm
T, U	400°C	500°C	500°C	500°C	400°C	500°C	500°C	500°C
J, L	500	800	800	800	700	900	900	900
K, N	500	800	800	800	800	1100	1200	1250
S, R	----	----	----	----	1000	1300	----	----
B	----	----	----	----	1000	1300	----	----

### Lieferbare Ausführungen - Thermoelemente mit Schutzrohr:

Schutzrohr-Durchmesser: 10, 15, 22, 24 mm und Sonderausführungen  
 Einbaulänge: nach Kundenspezifikation  
 Mantel-Werkstoffe: 1.4762 - Cr Stahl für max. 1200°C  
 1.4841 - CrNi Stahl für max. 1200°C  
 2.4816 - Inconel 600 für max. 1100°C  
 2.4571 - CrNiMo Edelstahl für max. 850°C  
 C610 - Keramik - Pythagoras für max. 1600°C  
 C799 - Keramik - Alsint für max. 1800°C (hohe Gasdichte)  
 Thermopaar-Anzahl: 1 oder 2 Thermopaar, getrennte oder gemeinsame Schweissperle  
 Ausführung der Messstelle: vom Mantel isoliert oder im Mantel verschweisst  
 Anschlussdraht-Länge, Anschlusskopf, Gewinde: nach Kundenspezifikation

Andere Ausführungen auf Anfrage.

### Lieferbare Ausführungen Mantel-Thermoelemente:
















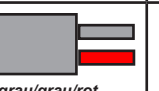




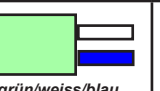
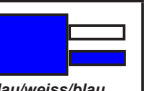



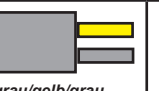

Manteldraht-Durchmesser: 0.15, 0.25, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.5, 6.0, 8.0 mm und Sonderausführungen  
 Einbaulänge: nach Kundenspezifikation  
 Mantel-Werkstoffe: 1.4541 - Edelstahl für max. 850°C  
 2.4816 - Inconel für max. 1100°C  
 Platin, Nicromil, Nicrobel, Nimonic 75 und andere  
 Thermopaar-Anzahl: 1 oder 2 Thermopaar, getrennte oder gemeinsame Schweissperle  
 Ausführung der Messstelle: vom Mantel isoliert oder im Mantel verschweisst  
 Anschlussdraht-Länge: nach Kundenspezifikation  
 Anschlussdraht-Material: PVC, Silikon, Teflon, Glasseide  
 Anschlusskopf: nach Kundenspezifikation  
 Gewinde: nach Kundenspezifikation

Andere Ausführungen auf Anfrage.



# Thermoelemente - Technische Informationen

## Thermocouple - Technical Information

Typ	L	J	K	N	S	B	T
Element	Fe-CuNi	Fe-CuNi	NiCr-Ni	NiCrSi-NiSi	Pt-Rh10	Pt30Rh-Pt6Rh	Cu-CuNi
Norm	DIN 43 710	IEC 584	IEC 584	IEC 584	IEC 584	IEC 584	IEC 584
Max. Dauerbetriebstemperatur	+700 °C	+750 °C	+1200 °C	+1200 °C	+1600 °C	+1700 °C	+350 °C
Zulässige Grenzabweichung $\Delta T$							
Klasse 1	$\pm 3.0 K$	$\pm 1.5 K$	$\pm 1.5 K$	$\pm 1.5 K$	$\pm 1.0 K$		$\pm 0.5 K$
im Bereich	+100... +700 °C	-40... +750 °C	-40... +1000 °C	-40... +1000 °C	0... +1600 °C		-40... +350 °C
Klasse 2	$\pm 3.0 K$	$\pm 2.5 K$	$\pm 2.5 K$	$\pm 2.5 K$	$\pm 1.5 K$	$\pm 1.5 K$	$\pm 1.0 K$
im Bereich	+100... +700 °C	-40... +750 °C	-40... +1200 °C	-40... +1200 °C	...+1300 °C	+600... +1700 °C	-40... +350 °C
Internationale Farbkennzeichnung							
IEC 584-3 mod. DIN 43722	oben: + (plus) unten: - (minus) 	 sw/sw/weiss	 grün/grün/weiss	 rosa/rosa/weiss	 orange/org/weiss	 grau/grau/weiss	 braun/braun/weiss
DIN 43710 DIN 43714	 blau/rot/blau		 grün/rot/grün		 weiss/rot/weiss		 braun/rot/braun
ANSI - USA MC96.1		 sw/weiss/rot	 gelb/gelb/rot	 orange/orange/rt	 grün/sw/rot	 grau/grau/rot	 blau/blau/rot
BS 1843 GB		 sw/gelb/blau	 rot/braun/blau	 orange/org/blau	 grün/weiss/blau		 blau/weiss/blau
NF C42-324 FR			 sw/gelb/sw	 purp/gelb/purp	 grün/gelb/grün	 grau/gelb/grau	 blau/gelb/blau

