

# Mantel - Thermoelemente

## Zur Temperaturmessung in Industrie, Labor und Forschung

Mantel - Thermoelemente sind bereits seit vielen Jahren erfolgreich in der Temperaturmesstechnik eingeführt. Die Standardausführungen finden Anwendung in den Bereichen zwischen  $-270\text{ °C}$  bis  $+1800\text{ °C}$  und vereinen in sich die Vorteile der leichten Biegsamkeit mit guter Handhabung und extrem großem Temperaturbereich.

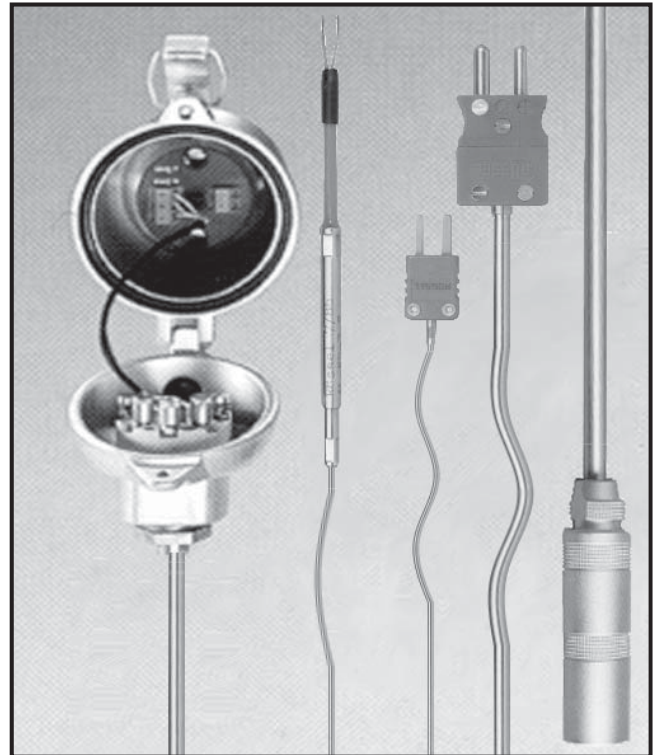
Ergänzt werden sie durch Hochtemperatur-Thermoelemente mit Anwendungstemperaturen bis über  $2000\text{ °C}$ .

Als Mantelwerkstoff wird überwiegend Inconel 600 eingesetzt, eine Nickel-Basis-Legierung. Dieser Werkstoff ist gut schweiß- und lötlbar, hat beste Festigkeitseigenschaften auch bei höheren Temperaturen und widersteht den meisten Umgebungsbedingungen.

Das Thermopaar ist vielfach der Typ K (NiCr – Ni) nach DIN EN 60 584-1 (IEC 584-1). Weit verbreitet sind auch noch die Typen L bzw. J (Fe - CuNi) und im höheren Temperaturbereich die Edelmetalltypen S, R und B, basierend jeweils auf Platin-Rhodium-Legierungen.

Die Thermodrähte sind in einer Kompaktisolation aus hochreinem MgO eingebettet und mit einem Metallmantel aus einer Nickel-Chrom-Eisen Legierung oder nichtrostendem Stahl umgeben. Die Kompaktisolation fixiert die Drähte vollständig, so dass weder durch starke Erschütterung noch durch Biegebeanspruchung eine Beschädigung eintreten kann. Auch Kurzschlüsse zwischen den Leitern oder zwischen Leiter und Mantel sind so gut wie ausgeschlossen.

Auf den Seiten 4 und 5 dieser Produktinformation sind die Standardausführungen aufgelistet. Sonderausführungen sind jederzeit möglich und können gemäß Bestellschlüssel auf Seite 6 spezifiziert werden.



### Besondere Vorteile:

- Mechanische Unempfindlichkeit
- Kurze Ansprechzeiten
- Sehr gute Biegsamkeit
- Besonders erschütterungsfest
- Viele verschiedene Typen für fast jeden Einsatzfall
- Großer Temperaturbereich von  $-270\text{ °C}$  bis über  $2000\text{ °C}$

## Mantel-Thermoelemente

Mantel - Thermoelemente sind aufgrund ihres besonderen Aufbaues sehr vielseitig verwendbar. Sie sind heute unerlässlich für die Regelung schwieriger Prozesse und können an Stellen angebracht werden, wo man mit herkömmlichen Temperaturfühlern nicht mehr messen kann.

Sie werden eingesetzt in der Automobilindustrie, in Kraftwerken, Raffinerien, Hüttenwerken, im Schiffsbau, in der chemischen Industrie, an Verbrennungsmotoren, Prüfständen, Turbinen, in der Medizin, an Kessel- und Feuerungsanlagen, in der Hüttenindustrie, in Sinteröfen, in Vakuum- und Hochvakuumanlagen usw.

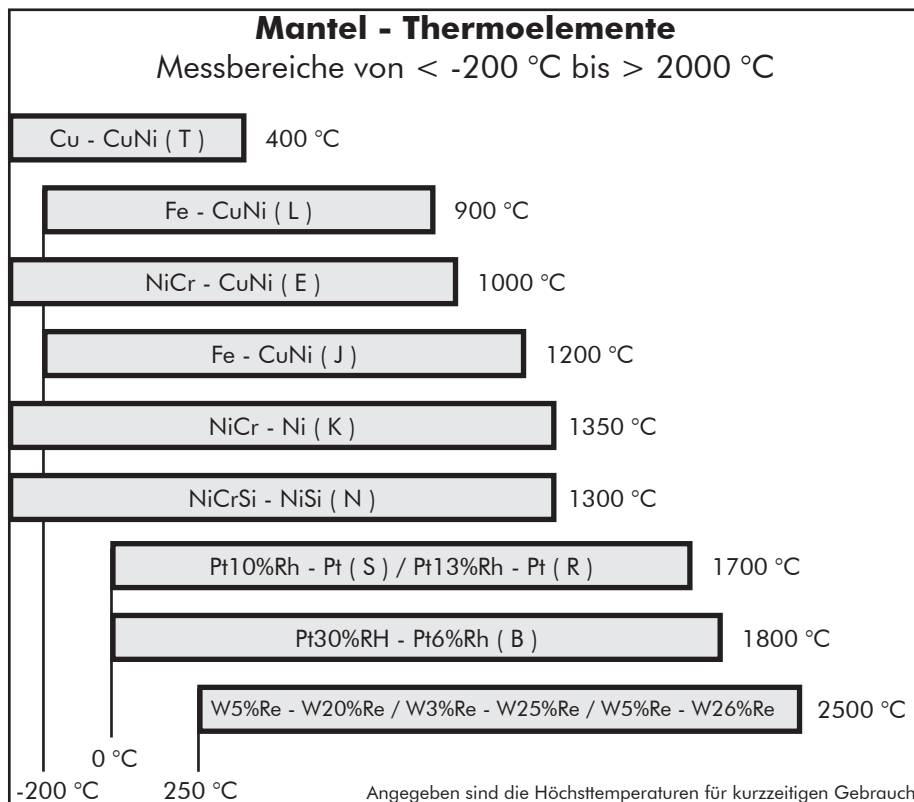
RÖSSEL-Messtechnik fertigt eine Vielzahl von Ausführungen von 0,25 bis 10 mm Durchmesser. Der große Temperaturbereich von  $-270\text{ °C}$  bis  $+1800\text{ °C}$  für die Standard - Thermoelemente und bis über  $2000\text{ °C}$  für die Hochtemperatur-Thermoelemente erschließt diesen ein weites Einsatzgebiet.

## Richtwerte der Ansprechzeit von Mantel-Thermoelementen

Die Ansprechzeit eines Berührungsthermometers gibt an, wie schnell das Thermometer einer sprunghaften Temperaturänderung folgt. Das Zeitverhalten eines Temperatursensors wird durch eine Exponentialfunktion beschrieben. Der Sensor (und das ihn umgebende Medium) soll sich zunächst auf der Temperatur  $T_1$  befinden. Dann ändert sich sprunghaft die Temperatur des Mediums auf  $T_2$ . Der Sensor nimmt nur mit einer zeitlichen Verzögerung diesen Wert an. Der Verlauf des Messsignals stellt die Übergangsfunktion dar. Man hat zwei Werte gewählt, um die Funktion zu charakterisieren:  $t_{0,5}$  und  $t_{0,9}$ . Damit ist die Zeit gemeint, nach der das Messsignal 50 %, der sogenannten Halbwertszeit, bzw. 90 % des Endwertes erreicht.

### Ansprechzeit von Mantel-Thermoelementen in Sekunden (-5 % / +15 %)

Messbedingung	Wertezeit sek.	Messstelle vom Mantel isoliert Manteldurchmesser in mm						
		0,5	1,0	1,5	3,0	4,5	6,0	8,0
Wasser 0,2 m/s	50 %	0,06	0,15	0,21	1,2	2,5	4,0	7
	90 %	0,13	0,5	0,6	2,9	5,9	9,6	17
Luft 2 m/s	50 %	1,8	3	8	23	37	60	100
	90 %	5,9	15	25	80	120	200	360



Querschnitt der Mantelleitung gemäß DIN EN 61 515

Wanddicke S	$0,10 \times D$
Leiterdurchmesser C	$0,15 \times D$
Isolationsstärke I	$0,08 \times D$

Angegeben sind die Mindest - Abmessungen

## Farbkennzeichnung, Grundwerte und Grenzabweichung der Thermoelemente

### Farbkennzeichnung der Thermo- oder Ausgleichsleitung gemäß IEC 60 584-3

Material	Fe-CuNi	Fe-CuNi	NiCr-Ni	Cu-CuNi	NiCr-CuNi	NiCrSi-NiSi	Pt10%Rh-Pt	Pt13%Rh-Pt	Pt30%Rh-Pt6%Rh
Kennbuchstabe	L*	J	K	T	E	N	S	R	B
Farbe Plus-Pol	--- (Rot)	Schwarz ---	Grün (Rot)	Braun (Rot)	Violett ---	Pink ---	Orange (Rot)	Orange (Rot)	Keine Farbe festgelegt. Verwendet wird Kupfer-Leitung grau (+) weiß (-)
Farbe Minus-Pol	--- (Blau)	Weiß ---	Weiß (Grün)	Weiß (Braun)	Weiß ---	Weiß ---	Weiß (Weiß)	Weiß (Weiß)	
Farbe Mantel	--- (Blau)	Schwarz ---	Grün (Grün)	Braun (Braun)	Violett ---	Pink ---	Orange (Weiß)	Orange (Weiß)	

Kennbuchstaben gemäß EN 60 584 (DIN 43 710)

Typ L gemäß DIN 43 710 (Norm zurückgezogen)

Kennfarben in Klammern gemäß DIN 43 714

### Grundwerte der Thermospannungen nach DIN EN 60 584-1 \*)

Vergleichsstellentemperatur 0 °C

Temperatur in °C	Typ L <sup>1)</sup> in µV	Typ J in µV	Typ K in µV	Typ T in µV	Typ E in µV	Typ N in µV	Typ S in µV	Typ R in µV	Typ B in µV	Typ C in µV	Typ A in µV
-200	-8150	-7890	-5891	-5603	-8825	-3990					
-100	-4750	-4633	-3554	-3379	-5237	-2407					
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
100	5370	5269	4096	4279	6319	2774	646	647	33	1451	1337
200	10950	10779	8138	9288	13421	5913	1441	1469	178	3090	2872
300	16560	16327	12209	14862	21036	9341	2323	2401	431	4865	4513
400	22160	21848	16397	20872	28946	12974	3259	3408	787	6732	6204
500	27850	27393	20644		37005	16748	4233	4471	1242	8657	7908
600	33670	33102	24905		45093	20613	5239	5583	1792	10609	9606
700	39720	39132	29129		53112	24527	6275	6743	2431	12559	11284
800	46220	45494	33275		61017	28455	7345	7950	3154	14494	12934
900	53140	51877	37326		68787	32371	8449	9205	3957	16398	14550
1000		57953	41276		76373	36256	9587	10506	4834	18260	16128
1100		63792	45119			40087	10757	11850	5780	20071	17662
1200		69553	48838			43846	11951	13228	6786	21825	19150
1300			52410			47513	13159	14629	7848	23520	20589
1400							14373	16040	8956	25155	21976
1500							15582	17451	10099	26729	23311
1600							16777	18849	11263	28243	24593
1700							17947	20222	12433	29696	25822
1800									13591	31087	26998
1900										32413	28120
2000										33669	29186

<sup>1)</sup> Typ L gemäß DIN 43 710 (Norm zurückgezogen) Typ C (AE) und Typ A (A1) gemäß Entwurf IEC 60 584©65B/737/CD

### Grenzabweichungen der Thermoelemente nach DIN EN 60 584-2

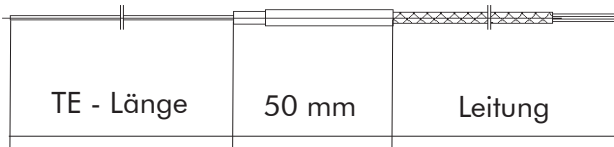
Grenzabweichung	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
Grenzabweichung ± *)	0,5 °C oder 0,004 * (t) °C Messbereich -40 ... + 350 °C	1,0 °C oder 0,0075 * (t) °C Messbereich -270 ... + 400 °C	----
Grenzabweichung ± *) Messbereich Typ J Messbereich Typ K und N Messbereich Typ E	1,5 °C oder 0,004 * (t) °C Messbereich -40 ... + 750 °C Messbereich -40 ... + 1000 °C Messbereich -40 ... + 800 °C	2,5 °C oder 0,0075 * (t) °C Messbereich -40 ... + 750 °C Messbereich -40 ... + 1200 °C Messbereich -40 ... + 900 °C	4,0 °C oder 0,005 * (t) °C Typen J, K, E und N Messbereich -200 ... - 40 °C
Grenzabweichung ± *) Messbereich Typ S und R Messbereich Typ B	1,0 oder (1+(t-1100)*0,003) °C 0 ... 1600 °C Nicht genormt	1,5 °C oder 0,0025 * (t) °C Messbereich 0 ... + 1600 °C Messbereich + 600 ... + 1700 °C	----

<sup>\*)</sup> Der jeweils größere Wert gilt

(t) = Zahlenwert der Temperatur in °C ohne Vorzeichen

Das normalerweise verfügbare Thermoelement-Material hält die Grenzabweichungen gemäß obiger Tabelle für Temperaturen oberhalb von -40 °C ein. Diese Materialien entsprechen bei tiefen Temperaturen nicht notwendigerweise den Grenzabweichungen der Klasse 3 (4,0 °C oder 0,005 \* |t| in °C). Werden Thermoelemente der Typen E, J, K und N gefordert, die sowohl die Grenzabweichungen der Klasse 3 als auch der Klasse 1 oder 2 einhalten, muss das vom Anwender ausdrücklich spezifiziert werden, da gewöhnlich eine spezielle Selektion des verfügbaren Materials notwendig ist.

**Mit fest angeschlossener Leitung**  
**Ausführung : AL**



Bei dieser Ausführung ist die Anschlussleitung fest angeschlossen. Die Übergangshülse hat einen Durchmesser von 6 oder 8 mm, je nach Leitungstyp. Die Standardlänge beträgt 50 mm.

Der Leitungstyp (Aderquerschnitt, Isolationsaufbau, Abschirmung) ist in weiten Grenzen variierbar.

Als Standard wird eine einzeln und gemeinsam Teflon isolierte, abgeschirmte Leitung mit 0,25 mm<sup>2</sup> Querschnitt verwendet.

Die maximale Hülsentemperatur beträgt 150 °C. (Bei Bestellung bitte die gewünschte Ausführung angeben.)

**Mit fest angeschlossener Kupplung**  
**Ausführung : S**



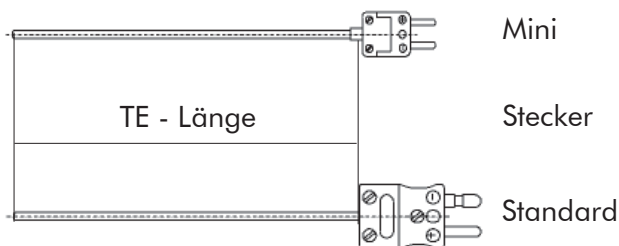
Beim Typ S ist das Steckersystem direkt mit dem Mantelthermoelement verbunden. Die Standardausführung ist mit einer Kupplung Typ RLK Gr. 0 (bis 1,6 mm Mantel-Ø, darüber Größe 1) versehen.

Der Plus-Pol liegt an dem Stift auf. Die Kontakte sind aus Messing und galvanisch vergoldet.

Die maximale Kupplungstemperatur beträgt 150 °C.

Andere Steckersysteme sind auf Wunsch lieferbar. (Bei Bestellung bitte die gewünschte Ausführung angeben.)

**Mit fest angeschlossenen Thermoelementstecker, Mini oder Standard**  
**Ausführung : STE**



Beim Typ STE ist der Stecker direkt mit dem Mantelthermoelement verbunden.

Die Standardausführung ist mit einem Ministecker (TE - Ø ≤ 1,6 mm) bzw. Standardstecker versehen. Die Kontakte sind aus Thermoelementmaterial gefertigt, der Außenkörper aus temperaturbeständigem Kunststoff.

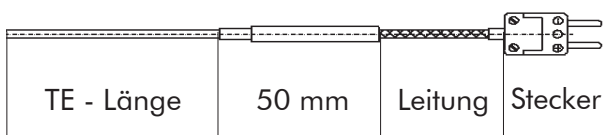
Die maximale Steckertemperatur beträgt 150 °C.

Stecker und Kupplung werden polaritätsrichtig zusammengesteckt und bieten so eine optimale Kontaktsicherheit.

Andere Steckersysteme sind auf Wunsch lieferbar, ebenso die passenden Kupplungen.

(Bei Bestellung bitte die gewünschte Ausführung angeben.)

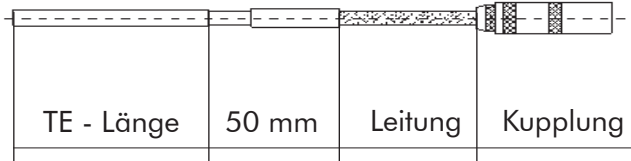
**Mit fest angeschlossener Leitung und Thermoelementstecker**  
**Ausführung : ALSTE**



Der Typ ALSTE ist die Erweiterung der Bauform AL um einen Thermoelementstecker.

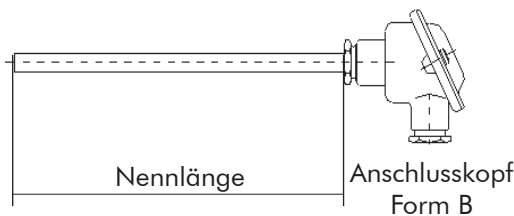
Diese Ausführung wird je nach Kundenspezifikation mit einem Mini- bzw. Standardstecker versehen. Die Kontakte sind aus Thermoelementmaterial gefertigt, der Außenkörper aus temperaturbeständigem Kunststoff. Die Stecker- und Hülsentemperatur richtet sich nach dem verwendeten Kabel, beträgt maximal jedoch 150 °C. Andere Ausführungen, z. B. mit Rundsteckverbindungen, sind ebenfalls auf Anfrage lieferbar.

**Mit fest angeschlossener Leitung und LEMO - Rundkupplung**  
**Ausführung : ALS**



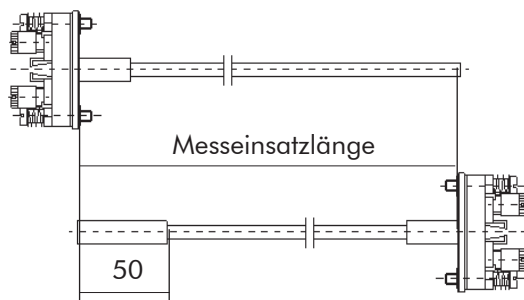
Der Typ ALS ist die Erweiterung der Bauform AL um eine LEMO - Rundkupplung. Diese Ausführung wird je nach Kundenspezifikation bzw. Kabeldurchmesser mit einer Rundkupplung Gr. 0 oder 1 versehen. Andere Größen sind auf Anfrage lieferbar. Die Kontakte sind aus Messing, vergoldet, gefertigt. Der Außenkörper ist ebenfalls aus Messing und matt verchromt. Die Stecker- und Hülsentemperatur richtet sich nach dem verwendeten Kabel, beträgt jedoch maximal 150 °C. Andere Ausführungen, z. B. mit LEMO - Rundsteckern, sind ebenfalls auf Anfrage lieferbar.

**Mantel-Thermoelement mit Anschlusskopf Form B**  
**Ausführung : B - KB**



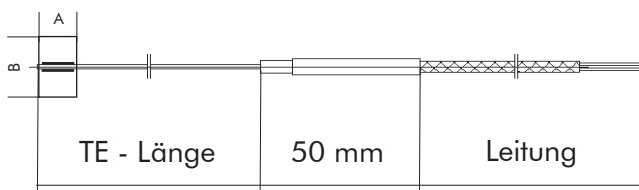
Diese Bauform besteht aus einem Messeinsatz mit Anschlusssockel und Mantelklemmen, eingebaut in einen Anschlusskopf Form B nach EN 50 446. Eine spezielle Rohrhalteverschraubung fixiert den Messeinsatz. Angegeben ist die Nennlänge ab Unterkante Halteverschraubung. Andere Köpfe sind auf Wunsch lieferbar. Standardausführungen: Manteldurchmesser siehe Ausführung TMM Kopf Form B nach EN 50 446. Bei Bestellung bitte die gewünschte Ausführung angeben.

**Mantelmesseinsatz, Durchmesser durchgehend oder Messspitze verstärkt**  
**Ausführung : TMM**



Messeinsatz mit Anschlusssockel, Mantelklemmen und Andrückvorrichtung. Geeignet zum Einbau in Anschlussköpfe Form B nach EN 50 446. Bestellschlüssel siehe Seite 6. Ausführungen:  
A. Manteldurchmesser 3,0 mm, durchgehend  
B. Manteldurchmesser 6,0 mm, durchgehend  
C. Manteldurchmesser 6,0 mm, Messspitze 8 mm Durchm. x 50 mm Länge  
B. Manteldurchmesser 8,0 mm, durchgehend  
Andere Kombinationen sind auf Anfrage lieferbar. Detaillierte Informationen finden Sie in unserer Produktinformation 076 „Metallgeschützte Messeinsätze“

**Mantel-Thermoelement mit Befestigungsplatte**  
**Ausführung : AL - RT**



Die Basisausführung des Mantelthermoelementes kann gemäß den Angaben auf den Seiten 4, 5 dieser Produktinformation ausgewählt werden, ausgenommen davon ist die Ausführung TMM. Form, Art, Ausführung und vor allem der Werkstoff der Befestigungsplatte sollten genau spezifiziert werden. Generell ausgeschlossen sind alle Hochtemperatur- und Edelmetallthermoelemente sowie Manteldurchmesser von < 1,0 mm. Die Temperatur an der Übergangshülse richtet sich nach dem verwendeten Kabel, beträgt jedoch maximal 150 °C. Sonderausführungen sind auf Anfrage verfügbar. Bei Bestellung bitte die gewünschte Ausführung angeben - Maße A, B, Dicke und Werkstoff.

**Bestellschlüssel:**

**Beispiel: ALSTE - KB - 3,0 - 600 - 3 - A**

Ausführung

- AL = Mit Anschlussleitung
- ALS = Mit Leitung und Rundkupplung
- ALSTE = Mit Leitung und TE - Stecker
- S = Mit Rundkupplung
- STE = Mit Thermoelement - Stecker
- TMM = Mantelmesseinsatz
- B-KB = Mit Anschlusskopf Form B
- AL-RT = Mit Anschweißplatte

Anzahl der Thermopaare ( 1 oder 2 )  
ohne Ziffer = 1 Thermopaar

Thermopaartypen gem. EN 60 584

- E = NiCr - CuNi
- J = Fe - CuNi
- K = NiCr - Ni
- T = Cu - CuNi
- N = NiCrSi - NiSi
- S = Pt10%Rh - Pt
- R = Pt13%Rh - Pt
- B = Pt30%Rh - Pt6%Rh

Thermopaartyp gem. DIN 43 710

- L = Fe - CuNi

Hochtemperatur Thermopaare Typ

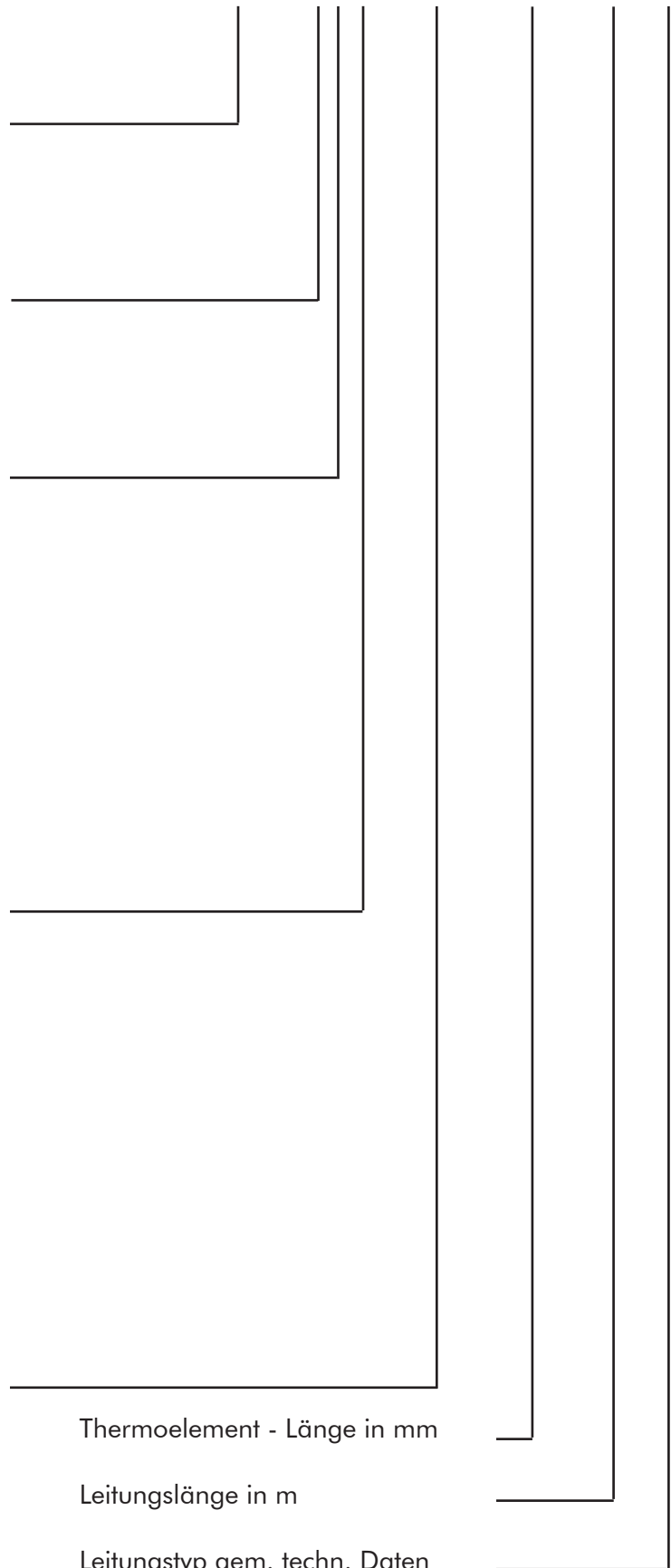
- A = W5%Re - W20%Re (GOST 8.585)
- D (AO) = W3%Re - W26%Re (ASTM 988)
- C (AE) = W5%Re - W25%Re (ASTM 988)

Kennbuchstabe des Mantelmaterials

- B = Inconel, W.-Nr.: 2.4816
- D = Hitzebest. Stahl, W.-Nr.: 1.4841
- E = Nichtrost. Stahl, W.-Nr.: 1.4541
- AW = Nimonic 75
- AH = Platin 10% Rhodium
- AA = Platin 6% Rhodium
- N = Tantal
- O = Molybdän

Durchmesser des Mantels

- 0,25 = Ø 0,25 mm
- 0,5 = Ø 0,5 mm
- 1,0 = Ø 1,0 mm
- 1,5 = Ø 1,5 mm
- 1,6 = Ø 1,6 mm
- 3,0 = Ø 3,0 mm
- 3,2 = Ø 3,2 mm
- 4,5 = Ø 4,5 mm
- 4,8 = Ø 4,8 mm
- 6,0 = Ø 6,0 mm
- 6,4 = Ø 6,4 mm
- 6,0/8,0 = Ø 6,0 mm auf 8,0 mm verstärkt
- 8,0 = Ø 8,0 mm

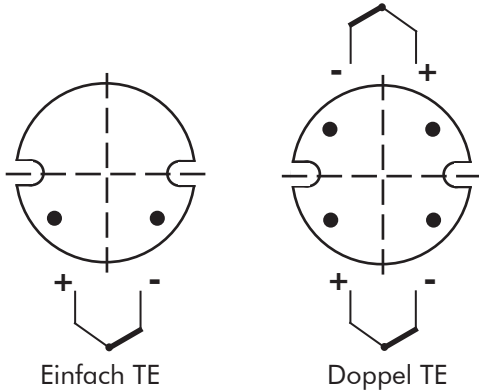


Thermoelement - Länge in mm

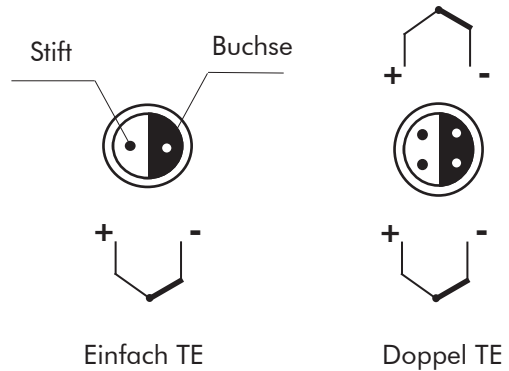
Leitungslänge in m

Leitungstyp gem. techn. Daten

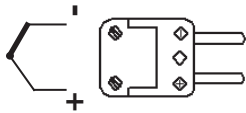
## Sockelbelegung Ausführung TMM bzw. B-KB



## Anschlussbelegung Ausführung S bzw. ALS



## Anschlussbelegung Thermoelement - Stecker



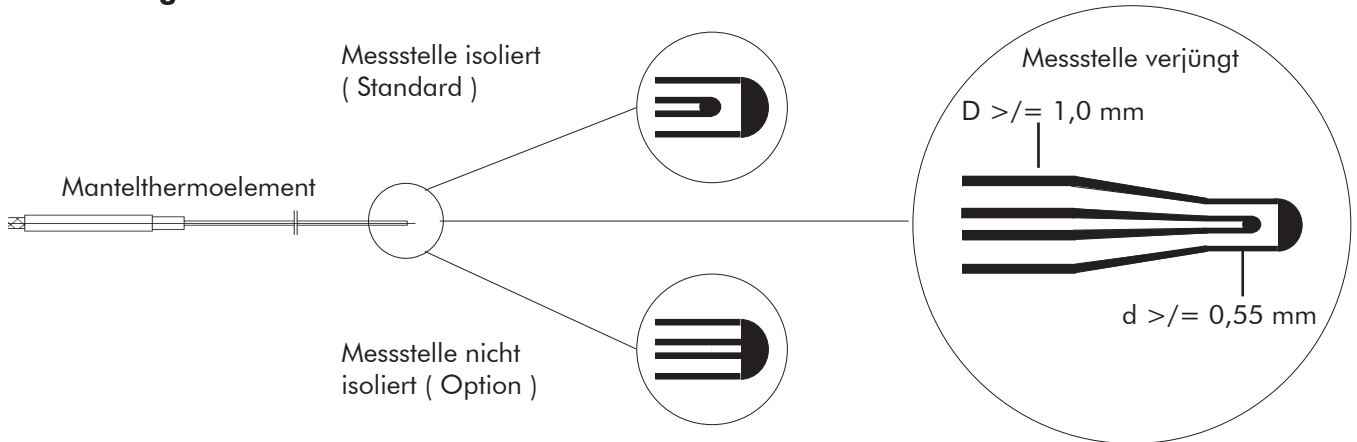
Mini - Stecker Typ: TS - \* M(ini)



Standard - Stecker Typ: TS - \* S(andard)

\* = Kennbuchstabe des Thermoelementes gem. EN 60 584

## Ausbildung der Messstelle



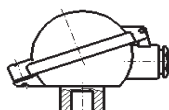
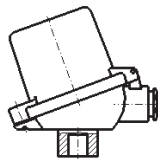
Bei Doppelthermoelementen sind die Messstellen galvanisch voneinander und vom Mantel isoliert!

## Kopfformen : Ausführung B

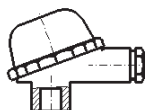
Form B



Form BKD-RPH  
Form BKK-RPH



Form BKD-RP



Form BKK

## Anschlussköpfe:

Diese Ausführung ist mit einem Anschlusskopf Form B gem. EN 50 446 aus Aluminium - Druckguss versehen. Köpfe mit hohem Deckel, z.B. für den Einbau von einem oder zwei Messumformern, sind ebenfalls lieferbar (Formen BKD-SPH bzw. BKD-RPH).

Verfügbar ist auch eine Ausführung aus Kunststoff mit Schraubdeckel, Form BKK, und Klappdeckel, Form BKK-RPH. Die Kabelverschraubung an allen Anschlussköpfen ist standardmäßig M 20 x 1 (PG 16).

Die Schutzart der Köpfe ist einheitlich IP 43.

Andere Schutzarten (z.B. IP 54/65/66) sowie Köpfe aus anderen Materialien sind auf Anfrage lieferbar.

## Grundwertreihen der Thermoelemente Typ J, K, N gemäß DIN EN 60 584 - 1

Angegeben ist die Thermospannung in  $\mu\text{V}$  in Abhängigkeit der Temperatur in  $^{\circ}\text{C}$  bezogen auf eine Vergleichsstellentemperatur von  $0^{\circ}\text{C}$ . Zwischenwerte können linear interpoliert werden. Der Fehler ist kleiner  $0,1^{\circ}\text{C}$ .

Typ J	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
-200	-7890	-7659	-7403	-7123	-6821	-6500	-6159	-5801	-5426	-5037
-100	-4633	-4215	-3786	-3344	-2893	-2431	-1961	-1482	-995	-501
0	0	507	1019	1537	2059	2585	3116	3650	4187	4726
100	5269	5814	6360	6909	7459	8010	8562	9115	9669	10224
200	10779	11334	11889	12445	13000	13555	14110	14665	15219	15773
300	16327	16881	17434	17986	18538	19090	19642	20194	20745	21297
400	21848	22400	22952	23504	24057	24610	25164	25720	26276	26834
500	27393	27953	28516	29080	29647	30216	30788	31362	31939	32519
600	33102	33689	34279	34873	35470	36071	36675	37284	37896	38512
700	39132	39755	40382	41012	41645	42281	42919	43559	44203	44848
800	45494	46141	46786	47431	48074	48715	49353	49989	50622	51251
900	51877	52500	53119	53735	54347	54956	55561	56164	56763	57360
1000	57953	58545	59134	59721	60307	60890	61473	62054	62634	63214
1100	63792	64370	64948	65525	66102	66679	67255	67831	68406	68980
1200	69553									

Typ K	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
-200	-5891	-5730	-5550	-5354	-5141	-4913	-4669	-4411	-4138	-3852
-100	-3554	-3243	-2920	-2587	-2243	-1889	-1527	-1156	-778	-392
0	0	397	798	1203	1612	2023	2436	2851	3267	3682
100	4096	4509	4920	5328	5735	6138	6540	6941	7340	7739
200	8138	8539	8940	9343	9747	10153	10561	10971	11382	11795
300	12209	12624	13040	13457	13874	14293	14713	15133	15554	15975
400	16397	16820	17243	17667	18091	18516	18941	19366	19792	20218
500	20644	21071	21497	21924	22350	22776	23203	23629	24055	24480
600	24905	25330	25755	26179	26602	27025	27447	27869	28289	28710
700	29129	29548	29965	30382	30798	31213	31628	32041	32453	32865
800	33275	33685	34093	34501	34908	35313	35718	36121	36524	36925
900	37326	37725	38124	38522	38918	39314	39708	40101	40494	40885
1000	41276	41665	42053	42440	42826	43211	43595	43978	44359	44740
1100	45119	45497	45873	46249	46623	46995	47367	47737	48105	48473
1200	48838	49202	49565	49926	50286	50644	51000	51355	51708	52060
1300	52410	52759	53106	53451	53795	54138	54479	54819		

Typ N	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
-200	-3990	-3884	-3766	-3634	-3491	-3336	-3171	-2994	-2808	-2612
-100	-2407	-2193	-1972	-1744	-1509	-1269	-1023	-772	-518	-260
0	0	261	525	793	1065	1340	1619	1902	2189	2480
100	2774	3072	3374	3680	3989	4302	4618	4937	5259	5585
200	5913	6245	6579	6916	7255	7597	7941	8288	8637	8988
300	9341	9696	10054	10413	10774	11136	11501	11867	12234	12603
400	12974	13346	13719	14094	14469	14846	15225	15604	15984	16366
500	16748	17131	17515	17900	18286	18672	19059	19447	19835	20224
600	20613	21003	21393	21784	22175	22566	22958	23350	23742	24134
700	24527	24919	25312	25705	26098	26491	26883	27276	27669	28062
800	28455	28847	29239	29632	30024	30416	30807	31199	31590	31981
900	32371	32761	33151	33541	33930	34319	34707	35095	35482	35869
1000	36256	36641	37027	37411	37795	38179	38562	38944	39326	39706
1100	40087	40466	40845	41223	41600	41976	42352	42727	43101	43474
1200	43846	44218	44588	44958	45326	45694	46060	46425	46789	47152
1300	47513									

## Grundwertreihen Thermoelemente Typ L (DIN 43 710) S und R (DIN EN 60 584-1)

Angegeben ist die Thermospannung in  $\mu\text{V}$  in Abhängigkeit der Temperatur in  $^{\circ}\text{C}$  bezogen auf eine Vergleichsstellentemperatur von  $0^{\circ}\text{C}$ . Zwischenwerte können linear interpoliert werden. Der Fehler ist kleiner  $0,1^{\circ}\text{C}$ .

Typ L	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
-200	-8167	-7850	-7545	-7240	-6929	-6607	-6269	-5915	-5543	-5154
-100	-4747	-4325	-3888	-3438	-2974	-2500	-2016	-1523	-1022	-514
0	0	520	1045	1574	2107	2644	3184	3728	4274	4822
100	5373	5926	6480	7036	7593	8152	8711	9271	9831	10392
200	10953	11514	12075	12636	13197	13757	14318	14878	15438	15998
300	16557	17117	17677	18237	18797	19358	19919	20480	21043	21606
400	22170	22734	23300	23867	24434	25003	25573	26144	26715	27288
500	27862	28437	29013	29591	30169	30749	31330	31913	32497	33083
600	33671	34262	34855	35451	36049	36651	37257	37867	38480	39099
700	39721	40349	40982	41619	42262	42910	43562	44220	44882	45548
800	46219	46893	47572	48253	48938	49627	50320	51017	51720	52429
900	53147									

Typ S	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	55	113	173	235	299	365	433	502	573
100	646	720	795	872	950	1029	1110	1191	1273	1357
200	1441	1526	1612	1698	1786	1874	1962	2052	2141	2232
300	2323	2415	2507	2599	2692	2786	2880	2974	3069	3164
400	3259	3355	3451	3548	3645	3742	3840	3938	4036	4134
500	4233	4332	4432	4532	4632	4732	4833	4934	5035	5137
600	5239	5341	5443	5546	5649	5753	5857	5961	6065	6170
700	6275	6381	6486	6593	6699	6806	6913	7020	7128	7236
800	7345	7454	7563	7673	7783	7893	8003	8114	8226	8337
900	8449	8562	8674	8787	8900	9014	9128	9242	9357	9472
1000	9587	9703	9819	9935	10051	10168	10285	10403	10520	10638
1100	10757	10875	10994	11113	11232	11351	11471	11590	11710	11830
1200	11951	12071	12191	12312	12433	12554	12675	12796	12917	13038
1300	13159	13280	13402	13523	13644	13766	13887	14009	14130	14251
1400	14373	14494	14615	14736	14857	14978	15099	15220	15341	15461
1500	15582	15702	15822	15942	16062	16182	16301	16420	16539	16658
1600	16777	16895	17013	17131	17249	17366	17483	17600	17717	17832
1700	17947	18061	18174	18285	18395	18503	18609			

Typ R	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	0	54	111	171	232	296	363	431	501	573
100	647	723	800	879	959	1041	1124	1208	1294	1381
200	1469	1558	1648	1739	1831	1923	2017	2112	2207	2304
300	2401	2498	2597	2696	2796	2896	2997	3099	3201	3304
400	3408	3512	3616	3721	3827	3933	4040	4147	4255	4363
500	4471	4580	4690	4800	4910	5021	5133	5245	5357	5470
600	5583	5697	5812	5926	6041	6157	6273	6390	6507	6625
700	6743	6861	6980	7100	7220	7340	7461	7583	7705	7827
800	7950	8073	8197	8321	8446	8571	8697	8823	8950	9077
900	9205	9333	9462	9591	9720	9850	9980	10111	10242	10374
1000	10506	10639	10771	10905	11039	11173	11307	11442	11578	11714
1100	11850	11986	12123	12260	12397	12535	12673	12812	12950	13089
1200	13228	13367	13507	13646	13786	13926	14066	14207	14347	14488
1300	14629	14770	14911	15052	15193	15334	15475	15616	15758	15899
1400	16040	16181	16323	16464	16605	16746	16887	17028	17169	17310
1500	17451	17591	17732	17872	18012	18152	18292	18431	18571	18710
1600	18849	18988	19126	19264	19402	19540	19677	19814	19951	20087
1700	20222	20356	20488	20620	20749	20877	21003			

## Hochtemperatur – Mantel - Thermoelemente

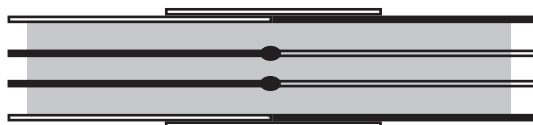
Mantelmaterial	Typ
Pt 6 % Rh - Pt	AA
Pt 10 % RH - Pt	AH
Tantal	N
Molybdän	O
Titan	Q
Nickel	W
Niob 1 % Zirkonium	AV
Molybdän 50 % Rhenium	BE
Incoloy	X

Drahtmaterial	Typ
Pt 10 % Rh - Pt	S
Pt 13 % RH - Pt	R
Pt 30 % RH - Pt 6 % RH	B
Ir 40 % Rh - Ir	V
W - W 26% Re	G (AA)
W3 % Re - W 25 % Re	D (AO)
W5 % Re - W 26 % Re	C (AE)
W5 % Re - W 20 % Re	A (A1)

Isolationsmaterial	Typ
Magnesiumoxid (MgO)	M
Aluminiumoxid (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	A
Berylliumoxid (BeO) *	B *
Hafniumoxid (HfO <sub>2</sub> )	H

\* Sollte nicht mehr eingesetzt werden

### Transition Thermoelement



Für Temperaturen bis über 2000 °C oder für hochkorrosive und/oder reduzierende Atmosphären liefern wir speziell entwickelte Hochtemperatur - Thermoelemente.

In einem großen Umfang werden diese Thermoelemente in der Raumfahrt, in Forschungslabors und in der Industrie eingesetzt.

Für die verschiedenen Einsatzgebiete stehen geeignete Mantelmaterialien, Thermopaarkombinationen und Isolierstoffe zur Verfügung. Nur die Edelmetalltypen S, R und B sind international in der IEC 584-1/DIN EN 60 584-1 genormt. Der Typ V ist in der ASTM E 1756 beschrieben, die Typen C und D in der ASTM E 988 und der Typ A in der GOST 8.585. In der Neufassung der IEC 584-1 (IEC 60 584-1), die als Entwurf vorliegt, ist die Aufnahme der Typen A und C (AE) vorgesehen.

Für die Herstellung der Messstellen mussten neue Techniken entwickelt werden, da die Belastung bei hohen Temperaturen infolge verschiedener Faktoren recht beachtlich ist. Zur Verarbeitung kommen nur speziell für diese Zwecke geeignete und geprüfte Materialien. Die Einsatzmöglichkeiten der verschiedenen Materialien hängen weitestgehend von den Umgebungseinflüssen ab.

Der Einsatz in Luft (oxydierende Atmosphäre) ist nur bis zu bestimmten Temperaturen möglich. Davon ausgenommen sind Platinlegierungen. Die in den Tabellen aufgeführten Mantelmaterialien stellen nur einen Auszug der tatsächlich lieferbaren Werkstoffe dar. Weitere sind auf Anfrage lieferbar.

Bei langen Thermoelementen ist es aus Kostengründen zweckmäßig, einen Übergang auf ein anderes Material zu wählen. Die Einbaulänge des der hohen Temperatur ausgesetzten Teils kann nach Wunsch gefertigt werden.

### Transition Thermoelement

Standardübergangsstück

Mantel: AA, AH, N, O, BE, AV, auf Inconel

Isolation: HfO<sub>2</sub>, BeO auf MgO oder Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

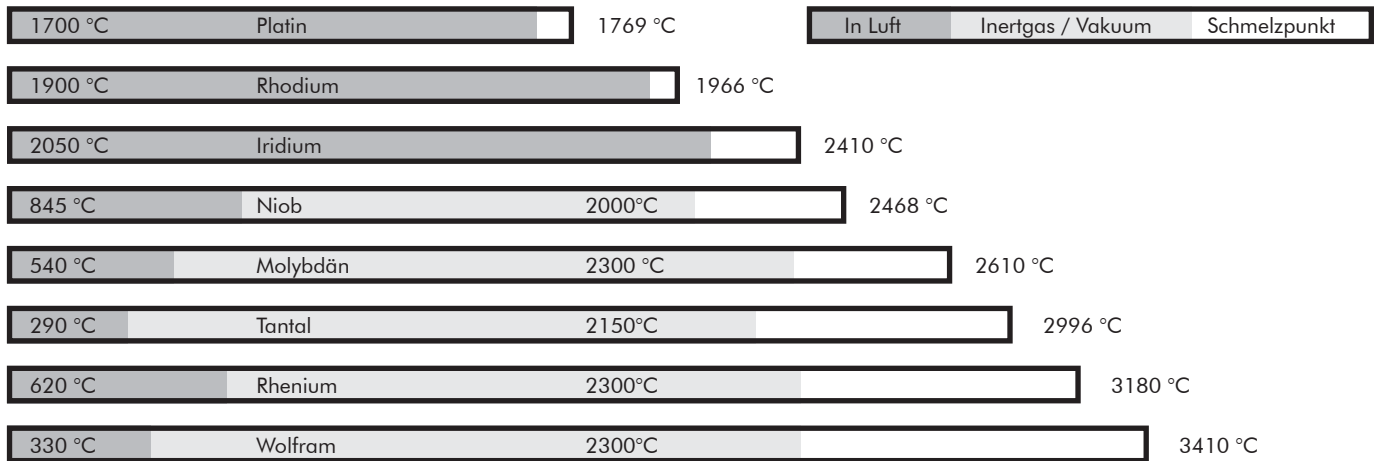
Auf Wunsch können nachfolgende Prüfungen durchgeführt und bescheinigt werden:

- ▲ Thermospannungsprüfung bei verschiedenen Temperaturen
- ▲ Röntgenaufnahmen von Messstelle und Übergangsstück
- ▲ Helium - Leckprüfung
- ▲ Schwingungsprüfung
- ▲ Widerstandsprüfungen
- ▲ Versiegelungsprüfung (an freien Enden oder am Übergang zur Ausgleichsleitung)
- ▲ Materialprüfung (Mantel, Thermodrähte, Isolation)

## Richtlinien für den Einsatz von Hochtemperatur - Thermoelementen

Mantelmaterial	Typ	Thermodraht Typ	Isolation	Zulässige Atmosphäre	Max. Betriebstemperatur
Pt 6 % Rh	AA	S, R, B & V	MgO	Oxidierend	1400 °C
Pt 10 % Rh	AH	S, R, B & V	MgO	Oxidierend	1400 °C
Pt 6 % Rh	AA	V, A, AA, C & D	MgO / HfO <sub>2</sub>	Oxidierend	1700 °C
Pt 10 % Rh	AH	V, A, AA, C & D	MgO / HfO <sub>2</sub>	Oxidierend	1700 °C
Tantal	N	V, A, AA, C & D	MgO / HfO <sub>2</sub>	Inert / Vakuum	1700 °C
Tantal	N	A, AA, C & D	HfO <sub>2</sub>	Inert / Vakuum	2150 °C
Molybdän (Mo)	O	A, AA, C & D	HfO <sub>2</sub>	(Reduzierend) /Inert / Vakuum	(2200 °C) 2500 °C
Mo 50 % Rhenium	BE	A, AA, C & D	HfO <sub>2</sub>	Reduzierend /Inert / Vakuum	2300 °C

## Schmelzpunkte und maximale Anwendungstemperaturen



## Thermospannungen von Hochtemperatur - Thermoelementen

Temperatur in °C	W - W26%Re	W3%Re - W25%Re	W5%Re - W26%Re	W5%Re - W20%Re	Ir40%Rh - Ir
100	0,344	1,145	1,381	1,337	0,371
200	1,005	2,603	2,987	2,871	0,841
300	1,985	4,289	4,767	4,513	1,380
400	3,282	6,129	6,654	6,203	1,961
500	4,793	8,098	8,573	7,908	2,562
600	6,487	10,092	10,508	9,606	3,172
700	8,330	12,128	12,450	11,284	3,861
800	10,299	14,183	14,374	12,934	4,448
900	12,318	16,225	16,265	14,550	5,021
1000	14,392	18,242	18,120	16,127	5,576
1100	16,497	20,229	19,943	17,662	6,116
1200	18,647	22,191	21,724	19,150	6,643
1300	20,767	24,081	23,423	20,589	7,159
1400	22,813	25,896	25,032	21,976	7,669
1500	24,841	27,686	26,582	23,311	8,177
1600	26,849	29,450	28,078	24,593	8,687
1700	28,841	31,181	29,528	25,821	9,205
1800	30,813	32,874	30,922	26,997	9,732
1900	32,589	34,359	32,298	28,119	10,272
2000	34,245	35,723	33,632	29,186	10,826
2100	35,851	37,037	34,914	30,194	-
2200	37,435	38,306	36,088	31,142	-
2300	38,896	39,350	36,928	32,028	-
2400	-	-	-	32,855	-
2500	-	-	-	33,640	-

Thermospannungen in mV, Bezugsstemperatur 0 °C

## Technische Daten:

### Mantelthermoelement:

Standardausführung: Thermoelemente nach  
DIN EN 60 584-1 (IEC 584-1)  
Andere Ausführungen auf Anfrage

### Grenzabweichung:

Klasse 1 oder 2 gem. DIN EN 60 584 - 2  
Eingeengte Grenzabweichungen sind auf Anfrage  
lieferbar

### Isolationswiderstand:

Typisch  $\geq 5000 \text{ MOhm} \cdot \text{m}$  bei 23 °C  
Min.  $1000 \text{ MOhm} \cdot \text{m}$  (DIN EN 61 515)

### Isolationsmaterial:

Hochreines Magnesiumoxid (MgO)

### Mantelmaterial:

Inconel 600, W.-Nr.: 2.4816  
Hitzebeständiger Stahl, W.-Nr.: 1.4841  
Nichtrostender Stahl, W.-Nr.: 1.4541

### Manteldurchmesser (in mm) :

Standardreihe: 0,25; 0,5; 1,0; 1,5; 3,0; 6,0; 8,0  
Sonderreihe: 0,35; 1,6; 2,0; 3,2; 4,5; 4,8; 10,0

### Hinweis:

Ab 1,5 mm Manteldurchmesser sind Doppelausführungen (2 Thermopaare im gemeinsamen Mantel) lieferbar.

### Rundkupplungen und -stecker:

Bei den Ausführungen S bzw. ALS werden LEMOSA Rundkupplungen Gr. 0 oder 1 verwendet. Je nach Anschlussart sind die Kupplungen 2 - oder 4 - polig.

Die Präzisionskontakte aus Messing sind galvanisch vergoldet. Der Außenkörper, ebenfalls aus Messing, ist matt verchromt.

Auf Wunsch sind auch Kontakte aus Thermoelementmaterial lieferbar.

Andere Steckersysteme und Größen sind auf Wunsch ebenso lieferbar.

Außerdem stehen die passenden Gegenstecker zur Verfügung.

### Leitungstypen:

#### A ) TT - 465 - 2K - 0,25 L (Litze):

##### Hochwertige Thermoleitung Kl. 1

Einzel und gemeinsam mit Teflon isoliert,  
Abschirmgeflecht Cu verzinkt,  
2 x Litzenleiter 0,25 mm<sup>2</sup> Querschnitt,  
maximale Umgebungstemperatur 220 °C

#### B ) GG - 220 - 2K - 0,5 M (Massiv):

##### Hochtemperatur Thermoleitung Kl. 1

Einzel und gemeinsam mit Spezialglas-  
seide isoliert, 2 x Massivleiter 0,5 mm Ø,  
maximale Umgebungstemperatur 400 °C

#### C ) TP - 440 - 2KC - 0,25 L:

##### Ausgleichsleitung

Einzel Teflon und gemeinsam mit  
PVC isoliert, Cu - Abschirmgeflecht,  
2 x Litzenleiter 0,25 mm<sup>2</sup> Querschnitt,  
maximale Umgebungstemperatur 85 °C

#### D ) TG - 412 - 2KC - 0,25 L:

##### Ausgleichsleitung

Einzelleiter mit Teflon isoliert,  
gemeinsam mit Glasseide umspinnen,  
mit Edelstahl draht umflochten,  
2 x Litzenleiter 0,25 mm<sup>2</sup> Querschnitt,  
maximale Umgebungstemperatur 240 °C

### Thermoelementstecker und -kupplungen:

Thermoelementstecker und -kupplungen sind in zwei Größen verfügbar: Miniatur und Standard.

Beide Ausführungen enthalten Thermoelementmaterial als Kontakte.

Die Konstruktion der Steckverbinder ist so ausgelegt, dass eine Verpolung ausgeschlossen ist. Stecksysteme sind für alle Typen gem. DIN EN 60 584 und einige Sondertypen (W-Re-Thermoelemente) lieferbar.

Die max. Umgebungstemperatur beträgt 200 °C. Hochtemperaturlösungen bis 285 °C bzw. 425 °C sind auf Anfrage verfügbar.

Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen, sind vorbehalten

#### RÖSSEL-Messtechnik GmbH

Lohstraße 2  
59368 Werne  
Fon: +49 (0)2389 409-0  
Fax: +49 (0)2389 409-80  
Mail: [info@roesselwerne.de](mailto:info@roesselwerne.de)  
Web: [www.roesselwerne.de](http://www.roesselwerne.de)

#### RÖSSEL-Messtechnik GmbH

Spenerstraße 1  
01309 Dresden  
Fon: +49 (0)351 31225-0  
Fax: +49 (0)351 31225-25  
Mail: [info@roesseldresden.de](mailto:info@roesseldresden.de)  
Web: [www.roesseldresden.de](http://www.roesseldresden.de)

#### RÖSSEL

Eikenlaan 253d  
NL-2404BP Alphen a/d Rijn  
Fon: +31 (0) 172 493141  
Fax: +31 (0) 172 495043  
Mail: [info@rossel.nl](mailto:info@rossel.nl)  
Web: [www.rossel.nl](http://www.rossel.nl)