

# MTE UND MWT

MANTEL-THERMOELEMENTE UND  
MANTEL-WIDERSTANDSTHERMOMETER



|  | Seite |
|--|-------|
| ■ Das Unternehmen .....  | 3     |
| ■ Die Produkte Thermotechnik .....   | 4     |
| ■ Die Produkte Flexible Leitungen .....  | 5     |
| ■ Die Produkte Konfektion .....  | 6     |
| <b>Bauformen Thermoelemente</b>  |       |
| ■ MTE 201 Mantel-Thermoelement mit PFA-Anschlussleitung Th 22 LTV .....                          | 7     |
| ■ MTE 203 Mantel-Thermoelement mit PVC-Anschlussleitung A 9-022 .....                            | 8     |
| ■ MTE 204 Mantel-Thermoelement mit Besilen®(Silikon)-Anschlussleitung A15-022 HT .....           | 9     |
| ■ MTE 205 Mantel-Thermoelement mit PFA-Anschlussleitung Th 22 LTT .....                          | 10    |
| ■ MTE 301 Mantel-Thermoelement mit freigelegten Anschlussenden .....                             | 11    |
| ■ MTE 302 Mantel-Thermoelement mit Thermostecker .....   | 12    |
| ■ MTE 303 Mantel-Thermoelement mit Lemo-Verbindungselement .....                                 | 13    |
| ■ MTE 304 Mantel-Thermoelement mit Anschlusskopf .....   | 14    |
| ■ MTE 305 Mantel-Thermoelement mit Anschlusskopf und Gewinde .....                               | 15    |
| <b>Bauformen Widerstandsthermometer</b>  |       |
| ■ MWT 501 Mantel-Widerstandsthermometer mit PFA-Anschlussleitung TGV .....                       | 16    |
| ■ MWT 503 Mantel-Widerstandsthermometer mit PVC-Datenleitung LiYY .....                          | 17    |
| ■ MWT 504 Mantel-Widerstandsthermometer mit Besilen®(Silikon)-Anschlussleitung BiHF .....        | 18    |
| ■ MWT 505 Mantel-Widerstandsthermometer mit PFA-Anschlussleitung TTL .....                       | 19    |
| ■ MWT 601 Mantel-Widerstandsthermometer mit freigelegten Enden .....                             | 20    |
| ■ MWT 603 Mantel-Widerstandsthermometer mit Lemo-Verbindungselement .....                        | 21    |
| ■ MWT 604 Mantel-Widerstandsthermometer mit Anschlusskopf .....                                  | 22    |
| ■ MWT 605 Mantel-Widerstandsthermometer mit Anschlusskopf und Gewinde .....                      | 23    |
| ■ Zubehör .....  | 24-25 |
| <b>Allgemeines</b>   |       |
| ■ Einführung .....   | 26    |
| ■ Allgemeine Anleitung für die Temperaturmessung .....   | 27    |
| ■ Vergleich Thermoelemente / Widerstandsthermometer .....  | 28    |
| ■ Ansprechzeiten Mantel-Thermoelemente / Mantel-Widerstandsthermometer .....                     | 29    |
| ■ Kalibrierungen / Prüfzeugnisse .....   | 30    |
| <b>Thermoelemente</b>  |       |
| ■ Grundlagen Thermoelemente / Anschlussleitungen .....   | 31    |
| ■ Übersicht Ausgleichs- und Thermo-Leitungen / Anschlussleitung für Widerstandsthermometer ..... | 32-33 |
| ■ Grundwerte der Thermospannung in mV .....  | 34    |
| ■ Ø-Toleranzen Mantel-Thermoelemente .....   | 35    |
| ■ Eigenschaften von Thermopaaren .....   | 36    |
| ■ Einsatztemperaturgrenzen und Anwendungshinweise für Mantelwerkstoffe .....                     | 37    |
| ■ Werkstoffe und ihr Einsatzbereich .....  | 38    |
| ■ Farbkennzeichnung und Temperaturbereiche .....   | 39    |
| <b>Widerstandsthermometer</b>  |       |
| ■ Grundlagen Widerstandsthermometer .....  | 40    |
| ■ Technische Beschreibung von Mantel-Widerstandsthermometern .....                               | 40    |
| ■ Grundwerte der Messwiderstände .....   | 41    |
| ■ Anschluss von Widerstandsthermometern .....  | 42    |
| ■ Widerstandsthermometer - Innenleitung .....  | 43    |

## FAMILIENUNTERNEHMEN IN DRITTER GENERATION

**75** Jahre Erfahrung in der Kabel- und Leitungsfertigung sowie in der Messtechnik ließen aus einem Ein-Mann-Betrieb ein Unternehmen mit über 550 Mitarbeitern werden. Unsere Stärke beweisen wir jedes Jahr durch mehr als 1500 Sonderkonstruktionen nach den Wünschen unserer Kunden. Jedes einzelne Produkt ist eine Herausforderung für unser kreatives Technik-Team. Denn wir von **SAB** verstehen uns als Produzent und Dienstleister – im Sinne echter Partnerschaft und größtmöglicher Kundenorientierung.

Die Qualität unserer Produkte ist heute in mehr als 100 Ländern der Welt bekannt und geschätzt. In allen Produktbereichen sind wir gemäß DIN EN ISO 9001 zertifiziert. Zudem haben wir für unser Unternehmen ein Umweltmanagementsystem nach DIN EN ISO 14001, ein Arbeitsschutzmanagementsystem nach NLF/ILO-OSH und DIN ISO 45001 sowie ein Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001 eingeführt.

Und auch für die Zukunft lautet unser Slogan: **„WIR GEHEN WEITER!“**

**GEGRÜNDET:** 1947 durch Peter Bröckskes sen.  
ein konzernunabhängiges, mittelständisches Unternehmen.

**GESCHÄFTSFÜHRER:** Peter Bröckskes und Sabine Bröckskes-Wetten

**FIRMENSITZ/FERTIGUNG:** in Viersen (Niederrhein) 110.000 m<sup>2</sup> Grundfläche.  
Eigene Herstellung vom Kupferleiter bis zum Außenmantel.  
VDE-geprüfte Brennkammern und Technikum im Haus.

**MITARBEITER:** ca. 430 in Viersen, 550 weltweit

**UMSATZ:** über 134 Mio. € weltweit

**PRODUKTE:** Spezialleitungen  
Messtechnik  
Kabel Konfektion

**ZULASSUNGEN UND APPROBATIONEN:**

Qualitätsmanagementsystem nach DIN EN ISO 9001 in allen Produktionsbereichen

Umweltmanagementsystem nach DIN EN ISO 14001

Arbeitsschutzmanagementsystem nach NLF/ILO-OSH und DIN ISO 45001

Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001



# UNSERE TEMPERATURMESSTECHNIK

## AUF EINEN BLICK

BEI UNS ERHALTEN SIE **TEMPERATURMESSTECHNIK**  
UND **ZUBEHÖR** FÜR VERSCHIEDENSTE ANFORDERUNGEN UND BRANCHEN.

### Schutzarmaturen und Messeinsätze

- Eintauchschutzarmaturen
- Einschraubschutzarmaturen
- Einschweißschutzarmaturen etc.

### Temperaturmessung an Testfahrzeugen

- 8-fach-Steckverbinder
- Peilstab-Thermoelemente
- Kühlwasserschlauchthermoelemente etc.

### Mantel-Thermoelemente/ Mantel-Widerstandsthermometer

- mit fest angeschlossener Leitung
- mit freien Anschlussenden
- mit Thermostecker/Ministecker etc.

### Temperaturmessung in der Kunststoffindustrie/Heißkanaltechnik

- Heißkanal-Mantel-Thermoelemente
- Einsteck-Thermoelemente
- Thermoelemente zur Schmelzetemperaturerfassung etc.

### Fühler mit Edelmantelhülse

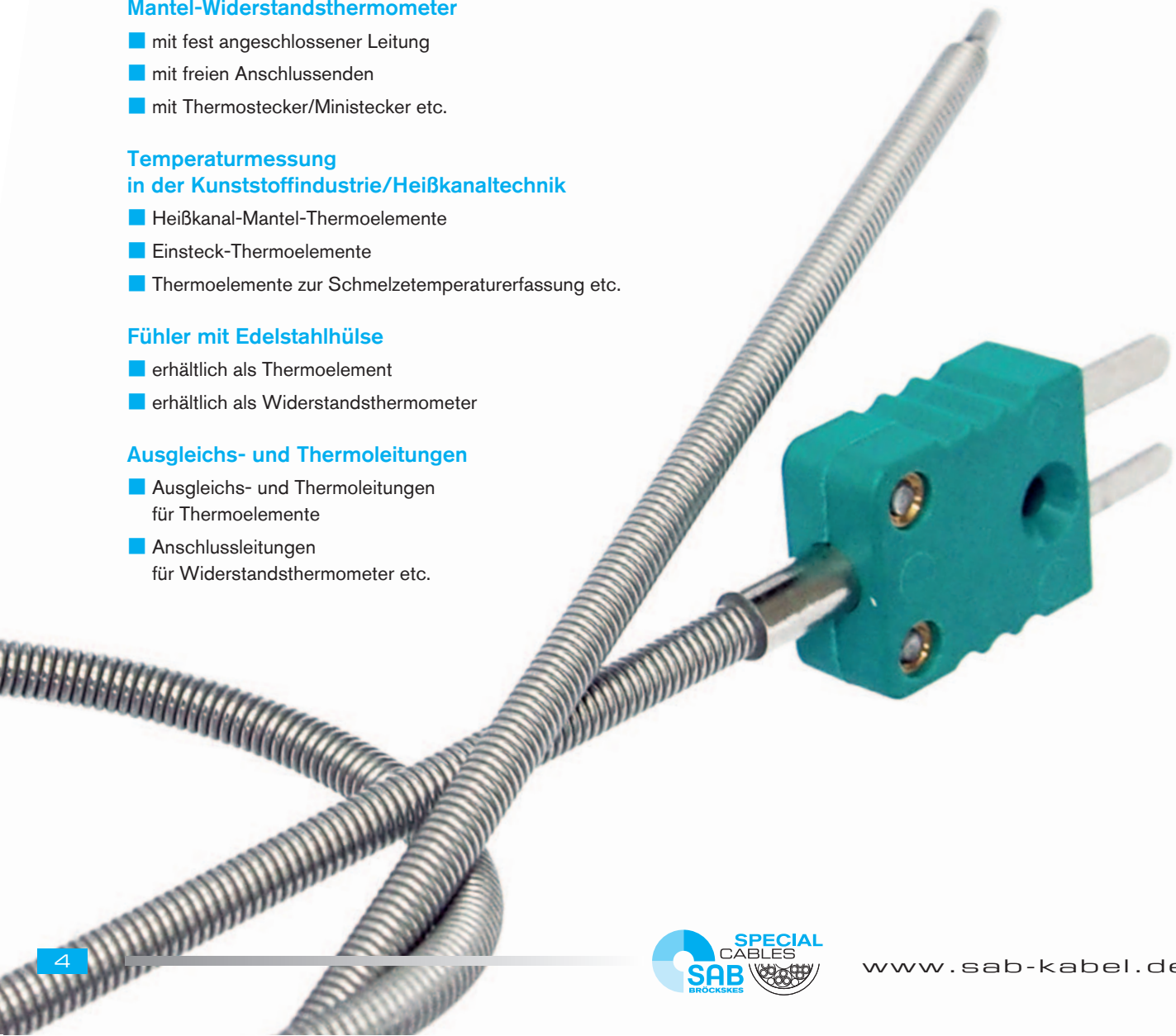
- erhältlich als Thermoelement
- erhältlich als Widerstandsthermometer

### Ausgleichs- und Thermoleitungen

- Ausgleichs- und Thermoleitungen für Thermoelemente
- Anschlussleitungen für Widerstandsthermometer etc.

### Zubehör

- Klemmverschraubungen
- Flansche
- Gewindemuffen
- Anschlussköpfe
- Einschweiß-Schutzrohre
- Messumformer
- Thermostecker/Kupplungen
- Einschraubnippel
- Ministecker/Kupplungen



# UNSERE LEITUNGEN

## AUF EINEN BLICK

WIR ENTWICKELN UND PRODUZIEREN **KABEL UND LEITUNGEN**  
SOWIE **SONDERLÖSUNGEN**  
SPEZIELL NACH IHREN VORGABEN UND ANWENDUNGEN.

### Leiterwerkstoffe

- Kupfer blank
- Kupfer verzinkt
- Kupfer versilbert
- Kupfer vernickelt
- Nickel
- Reinnickel
- AGL-Legierungen

### Aderquerschnitte

- 0,14 mm<sup>2</sup> - 300 mm<sup>2</sup>
- verschiedene Verseilarten

### Isolier- und Mantelwerkstoffe

- PVC, in verschiedenen Varianten
- Polyethylene
- Polypropylene
- TPE
- Glasseide
- Besilen®/Silikon
- Pi-Folie
- FEP, ETFE, PFA, PTFE
- SABIX® halogenfreie Materialien
- Polyurethane

### Aderanzahlen

- ungeschirmt bis 125 Adern
- geschirmt bis 100 Adern

### Temperaturbereiche (basierend auf Werkstoffen)

- Thermoplastische Elastomere -50°C bis +145°C
- Besilen®/Silikon -40°C bis +220°C
- FEP, ETFE, PFA, PTFE -90°C bis +260°C
- halogenfrei -50°C bis +220°C
- Glasseide bis +600°C

### Abschirmung/Armierung

- Kupfer blank
- Kupfer verzinkt
- galvanisierter Stahl
- Edelstahl
- Aluminium-Folie
- Glasseide
- Aramid

### Approbationen

- UL, CSA, CE, EAC, VDE, HAR, IEC, EN, ISO, DNV-GL, LR, ABS, RINA, RMRS, BSI





# UNSERE KABELKONFEKTION

AUF EINEN BLICK

## WIR LIEFERN KONFEKTIONIERTE KABEL UND LEITUNGEN

AUS EINER HAND.

- Spiralleitungen
- kundenspezifische Konfektion
- Kabelbäume
- konfektionierte Motoren- und Geberleitungen für Siemens- und Indramatantriebe
- konfektionierte Schleppkettenleitungen
- vielfältige Kombinationsmöglichkeiten an Steckertypen und Anschlagteilen
- zahlreiche Einsatzmöglichkeiten verschiedener Werkstoffe und Mantelmaterialien
- ganzheitliche Lösungen
- hoher Qualitätsstandard durch fortlaufende Qualitätskontrolle

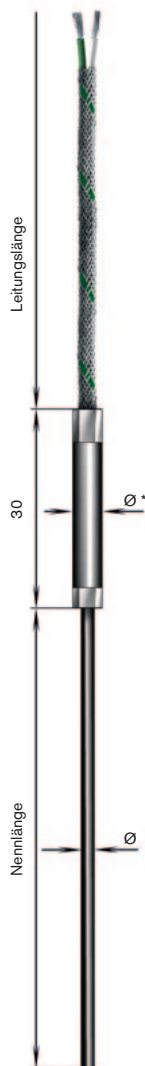


# THERMOELEMENTE

## MTE 201

### Mantel-Thermoelement mit PFA-Anschlussleitung Th 22 LTV

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Thermopaar:</b>     | Typ K oder J nach DIN EN 60584  |
| <b>Messstelle:</b>     | Form A vom Boden isoliert oder Form B im Boden verschweißt  |
| <b>Messtemperatur:</b> | <b>Typ K:</b> max. 800°C bei Mantelwerkstoff 1.4541<br>max. 1100°C bei Mantelwerkstoff 2.4816<br><b>Typ J:</b> max. 750°C |



#### THERMOPAAAR:

- 1 x L<sup>(1)</sup>     1 x J     1 x K  
 2 x L<sup>(1)</sup>     2 x J     2 x K     andere Thermopaare \_\_\_\_\_  
 Typ L gemäß DIN 43710    Typ J und K gemäß DIN EN 60584

#### MANTEL - Ø:

- 0,25 mm (nur Typ K)     0,4 mm (nur Typ K)  
 0,64 mm     1,0 mm     1,5 mm     2,0 mm  
 3,0 mm     4,5 mm     6,0 mm     8,0 mm     andere Mantel-Ø \_\_\_\_\_

#### MANTELWERKSTOFF:

- 1.4541     2.4816     andere Mantelwerkstoffe \_\_\_\_\_

#### AUSFÜHRUNG DER LEITUNGSENDEN:

- blank abisoliert     Kabelschuhe M4  
 Aderendhülsen     verzinkt  
 andere Leitungsenden \_\_\_\_\_

#### ANSCHLUSSLEITUNGLÄNGE:

- 1,0 m     2,5 m     5,0 m  
 1,5 m     3,0 m     10,0 m  
 2,0 m     4,0 m     andere Längen \_\_\_\_\_

#### AUSFÜHRUNGSARTEN MESSSPITZE:

- Form A, isolierte Messspitze, ohne Knickschutz  
 Form B, verschweißte Messspitze, ohne Knickschutz  
 Form A, isolierte Messspitze, mit Knickschutz  
 Form B, verschweißte Messspitze, mit Knickschutz

Alle Ausführungsarten in Klasse 1

**NENNLÄNGE:** \_\_\_\_\_ mm

<sup>1)</sup>Die DIN-Norm 43710 ist seit 04/94 nicht mehr gültig

\*Ausführung der Hülse entsprechend Mantel-Ø und Anschlussleitung

### ANSCHLUSSLEITUNG TH 22 LTV

| Aufbau                    |   |
|---------------------------|---|
| <b>Isolierhülle:</b>      | PFA   |
| <b>Verseilung:</b>        | Adern gemeinsam                                       |
| <b>Beflechtung:</b>       | Glasseide   |
| <b>Armierung:</b>         | nicht rostendes Stahldrahtgeflecht (VA) mit Kennfaden |
| <b>Form:</b>              | rund  |
| <b>Leiterquerschnitt:</b> | 2 x 0,22 mm <sup>2</sup>                              |
| <b>Leiteraufbau:</b>      | 7 x 0,20 mm Ø   |
| <b>Außen-Ø:</b>           | ca. 3,2 mm  |
| <b>Gewicht / 100 m:</b>   | ca. 1,9 kg  |

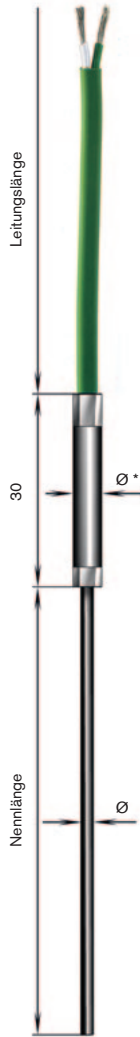
| Technische Daten             |  |
|------------------------------|--|
| <b>Mindestbiegeradius:</b>   | 12 x d   |
| <b>Temperaturbereich:</b>    | <b>bewegt:</b> max. +250°C<br><b>nicht bewegt:</b> max. +250°C<br><b>bei eingeschränkter Gebrauchsdauer:</b> +260°C                      |
| <b>Isolationswiderstand:</b> | >1 MΩ x km   |
| <b>Brennverhalten:</b>       | Keine Brandweiterleitung nach IEC 60332 + EN 60332 Cat. C bzw. D. Flammhemmend und selbstverlöschend nach IEC 60332-1-2 und EN 60332-1-2 |
| <b>Schadstofffrei:</b>       | gemäß RoHS-Richtlinie der Europäischen Union   |

# THERMOELEMENTE

## MTE 203

### Mantel-Thermoelement mit PVC-Anschlussleitung A 9 - 022

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Thermopaar:</b>     | Typ K oder J nach DIN EN 60584  |
| <b>Messstelle:</b>     | Form A vom Boden isoliert oder Form B im Boden verschweißt  |
| <b>Messtemperatur:</b> | <b>Typ K:</b> max. 800°C bei Mantelwerkstoff 1.4541<br>max. 1100°C bei Mantelwerkstoff 2.4816<br><b>Typ J:</b> max. 750°C |



#### THERMOPAAAR:

- 1 x L<sup>(1)</sup>     1 x J     1 x K  
 2 x L<sup>(1)</sup>     2 x J     2 x K     andere Thermopaare \_\_\_\_\_  
 Typ L gemäß DIN 43710    Typ J und K gemäß DIN EN 60584

#### MANTEL - Ø:

- 0,25 mm (nur Typ K)     0,4 mm (nur Typ K)  
 0,64 mm     1,0 mm     1,5 mm     2,0 mm  
 3,0 mm     4,5 mm     6,0 mm     8,0 mm     andere Mantel-Ø \_\_\_\_\_

#### MANTELWERKSTOFF:

- 1.4541     2.4816     andere Mantelwerkstoffe \_\_\_\_\_

#### AUSFÜHRUNG DER LEITUNGSENDEN:

- blank abisoliert     Kabelschuhe M4  
 Aderendhülsen     verzinkt  
 andere Leitungsenden \_\_\_\_\_

#### ANSCHLUSSLEITUNGLÄNGE:

- 1,0 m     2,5 m     5,0 m  
 1,5 m     3,0 m     10,0 m  
 2,0 m     4,0 m     andere Längen \_\_\_\_\_

#### AUSFÜHRUNGSARTEN MESSSPITZE:

- Form A, isolierte Messspitze, ohne Knickschutz  
 Form B, verschweißte Messspitze, ohne Knickschutz  
 Form A, isolierte Messspitze, mit Knickschutz  
 Form B, verschweißte Messspitze, mit Knickschutz

Alle Ausführungsarten in Klasse 1

**NENNLÄNGE:** \_\_\_\_\_ mm

<sup>1)</sup>Die DIN-Norm 43710 ist seit 04/94 nicht mehr gültig

\*Ausführung der Hülse entsprechend Mantel-Ø und Anschlussleitung

### ANSCHLUSSLEITUNG A 9 - 022

| Aufbau             |                          |
|--------------------|--------------------------|
| Isolierhülle:      | PVC                      |
| Verseilung:        | 2 Adern gemeinsam        |
| Mantel:            | PVC                      |
| Form:              | rund                     |
| Leiterquerschnitt: | 2 x 0,22 mm <sup>2</sup> |
| Leiteraufbau:      | 7 x 0,20 mm Ø            |
| Außen-Ø:           | ca. 4,0 mm               |
| Gewicht / 100 m:   | ca. 2,2 kg               |

| Technische Daten                 |  |
|----------------------------------|--|
| Mindestbiegeradius:              | 7,5 x d  |
| Temperaturbereich der Isolation: | <b>bewegt:</b> +5/ +70°C<br><b>nicht bewegt:</b> -40/ +70°C              |
| Isolationswiderstand:            | >1 MΩ x km   |
| Brennverhalten:                  | flammschützend und selbstverlöschend nach IEC 60332-1-2 und EN 60332-1-2 |
| Schadstofffrei:                  | gemäß RoHS-Richtlinie der Europäischen Union                             |

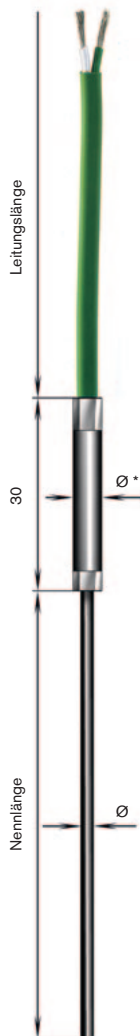


# THERMOELEMENTE

## MTE 204

Mantel-Thermoelement mit Besilen®(Silikon)-Anschlussleitung A 15 - 022 HT

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Thermopaar:</b>     | Typ K oder J nach DIN EN 60584  |
| <b>Messstelle:</b>     | Form A vom Boden isoliert oder Form B im Boden verschweißt  |
| <b>Messtemperatur:</b> | <b>Typ K:</b> max. 800°C bei Mantelwerkstoff 1.4541<br>max. 1100°C bei Mantelwerkstoff 2.4816<br><b>Typ J:</b> max. 750°C |



### THERMOPaar:

- 1 x L<sup>(1)</sup>     1 x J     1 x K  
 2 x L<sup>(1)</sup>     2 x J     2 x K     andere Thermopaare \_\_\_\_\_  
 Typ L gemäß DIN 43710    Typ J und K gemäß DIN EN 60584

### MANTEL - Ø:

- 0,25 mm (nur Typ K)     0,4 mm (nur Typ K)  
 0,64 mm     1,0 mm     1,5 mm     2,0 mm  
 3,0 mm     4,5 mm     6,0 mm     8,0 mm     andere Mantel-Ø \_\_\_\_\_

### MANTELWERKSTOFF:

- 1.4541     2.4816     andere Mantelwerkstoffe \_\_\_\_\_

### AUSFÜHRUNG DER LEITUNGSENDEN:

- blank abisoliert     Kabelschuhe M4  
 Aderendhülsen     verzinkt  
 andere Leitungsenden \_\_\_\_\_

### ANSCHLUSSLEITUNGLÄNGE:

- 1,0 m     2,5 m     5,0 m  
 1,5 m     3,0 m     10,0 m  
 2,0 m     4,0 m     andere Längen \_\_\_\_\_

### AUSFÜHRUNGSARTEN MESSSPITZE:

- Form A, isolierte Messspitze, ohne Knickschutz  
 Form B, verschweißte Messspitze, ohne Knickschutz  
 Form A, isolierte Messspitze, mit Knickschutz  
 Form B, verschweißte Messspitze, mit Knickschutz

Alle Ausführungsarten in Klasse 1

**NENNLÄNGE:** \_\_\_\_\_ mm

<sup>1)</sup>Die DIN-Norm 43710 ist seit 04/94 nicht mehr gültig

\*Ausführung der Hülse entsprechend Mantel-Ø und Anschlussleitung

### ANSCHLUSSLEITUNG A 15 - 022 HT

| Aufbau                    |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| <b>Isolierhülle:</b>      | Glasseide                |
| <b>Verseilung:</b>        | 2 Adern gemeinsam        |
| <b>Mantel:</b>            | Besilen®                 |
| <b>Form:</b>              | rund                     |
| <b>Leiterquerschnitt:</b> | 2 x 0,22 mm <sup>2</sup> |
| <b>Leiterraufbau:</b>     | 7 x 0,20 mm Ø            |
| <b>Außen-Ø:</b>           | ca. 4,8 mm               |
| <b>Gewicht / 100 m:</b>   | ca. 2,9 kg               |

Besilen® ist ein wärmebeständiger Kunststoff auf Silikon-kautschukbasis mit sehr guten elektrischen Eigenschaften und ist ein eingetragenes Warenzeichen der SAB Bröckskes GmbH & Co. KG.

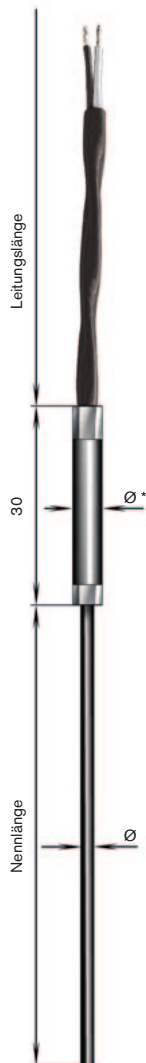
| Technische Daten                        |  |
|---|--|
| <b>Mindestbiegeradius:</b>              | 7,5 x d  |
| <b>Temperaturbereich der Isolation:</b> | <b>bewegt:</b> -25/ +180°C<br><b>nicht bewegt:</b> -40/ +180°C<br><b>kurzzeitig:</b> +250°C                      |
| <b>Isolationswiderstand:</b>            | >1MΩ x km  |
| <b>Halogenfreiheit:</b>                 | nach DIN VDE 0472 Teil 815<br>+ IEC 60754-1 für Silikon  |
| <b>Brennverhalten:</b>                  | flammhemmend und selbstverlöschend<br>nach IEC 60332-1-2 und EN 60332-1-2  |
| <b>Korrosivität der Brandgase:</b>      | IEC 60754-2 + EN 50267-2-2 +<br>VDE 0482 Teil 267-2-2 werden erfüllt –<br>keine Entwicklung von korrosiven Gasen |
| <b>Schadstofffrei:</b>                  | gemäß RoHS-Richtlinie<br>der Europäischen Union  |

# THERMOELEMENTE

## MTE 205

### Mantel-Thermoelement mit PFA-Anschlussleitung Th 22 LTT

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Thermopaar:</b>     | Typ K oder J nach DIN EN 60584  |
| <b>Messstelle:</b>     | Form A vom Boden isoliert oder Form B im Boden verschweißt  |
| <b>Messtemperatur:</b> | <b>Typ K:</b> max. 800°C bei Mantelwerkstoff 1.4541<br>max. 1100°C bei Mantelwerkstoff 2.4816<br><b>Typ J:</b> max. 750°C |



#### THERMOPAAAR:

- 1 x L<sup>(1)</sup>     1 x J     1 x K  
 2 x L<sup>(1)</sup>     2 x J     2 x K     andere Thermopaare \_\_\_\_\_  
 Typ L gemäß DIN 43710    Typ J und K gemäß DIN EN 60584

#### MANTEL - Ø:

- 0,25 mm (nur Typ K)     0,4 mm (nur Typ K)  
 0,64 mm     1,0 mm     1,5 mm     2,0 mm  
 3,0 mm     4,5 mm     6,0 mm     8,0 mm     andere Mantel-Ø \_\_\_\_\_

#### MANTELWERKSTOFF:

- 1.4541     2.4816     andere Mantelwerkstoffe \_\_\_\_\_

#### AUSFÜHRUNG DER LEITUNGSENDEN:

- blank abisoliert     Kabelschuhe M4  
 Aderendhülsen     andere Leitungsenden \_\_\_\_\_  
 verzinkt

#### ANSCHLUSSLEITUNGLÄNGE:

- 1,0 m     2,5 m     5,0 m  
 1,5 m     3,0 m     10,0 m  
 2,0 m     4,0 m     andere Längen \_\_\_\_\_

#### AUSFÜHRUNGSARTEN MESSSPITZE:

- Form A, isolierte Messspitze, ohne Knickschutz  
 Form B, verschweißte Messspitze, ohne Knickschutz  
 Form A, isolierte Messspitze, mit Knickschutz  
 Form B, verschweißte Messspitze, mit Knickschutz

Alle Ausführungsarten in Klasse 1

**NENNLÄNGE:** \_\_\_\_\_ mm

<sup>1)</sup>Die DIN-Norm 43710 ist seit 04/94 nicht mehr gültig  
\*Ausführung der Hülse entsprechend Mantel-Ø und Anschlussleitung

### ANSCHLUSSLEITUNG TH 22 LTT

| Aufbau                    |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| <b>Isolierhülle:</b>      | PFA                      |
| <b>Vorseilung:</b>        | Adern gemeinsam          |
| <b>Mantel:</b>            | PFA                      |
| <b>Form:</b>              | rund                     |
| <b>Leiterquerschnitt:</b> | 2 x 0,22 mm <sup>2</sup> |
| <b>Leiteraufbau:</b>      | 7 x 0,20 mm Ø            |
| <b>Außen-Ø:</b>           | ca. 2,8 mm               |
| <b>Gewicht / 100 m:</b>   | ca. 1,2 kg               |

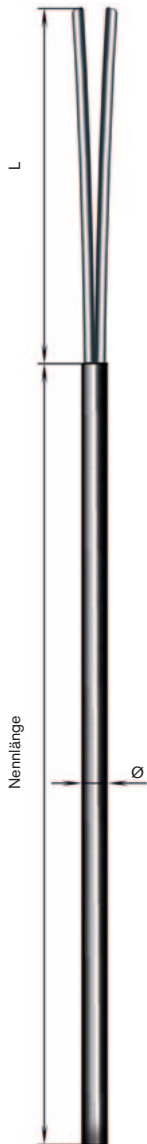
| Technische Daten                        |   |
|---|---|
| <b>Mindestbiegeradius:</b>              | 7,5 x d   |
| <b>Strahlenbeständigkeit:</b>           | 5 x 10 <sup>6</sup> cJ/kg   |
| <b>Temperaturbereich der Isolation:</b> | <b>bewegt:</b> -55/ +250°C<br><b>nicht bewegt:</b> -90/ +250°C<br><b>kurzzeitig:</b> +260°C                     |
| <b>Brennverhalten:</b>                  | flammschützend und selbstverlöschend nach IEC 60332-1-2 und EN 60332-1-2  |
| <b>Chem. Beständigkeit:</b>             | sehr gut gegen Säuren, Halogene, Basen, chlorierte Lösungsmittel sowie organische und anorganische Verbindungen |
| <b>Schadstofffrei:</b>                  | gemäß RoHS-Richtlinie der Europäischen Union  |

# THERMOELEMENTE

## MTE 301

### Mantel-Thermoelement mit freigelegten Anschlussenden

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Thermopaar:</b>     | Typ K oder J nach DIN EN 60584  |
| <b>Messstelle:</b>     | Form A vom Boden isoliert oder Form B im Boden verschweißt  |
| <b>Messtemperatur:</b> | Typ K: max. 800°C bei Mantelwerkstoff 1.4541<br>max. 1100°C bei Mantelwerkstoff 2.4816<br>Typ J: max. 750°C |



#### THERMOPAAAR:

- 1 x L<sup>(1)</sup>     1 x J     1 x K  
 2 x L<sup>(1)</sup>     2 x J     2 x K     andere Thermopaare \_\_\_\_\_  
Typ L gemäß DIN 43710    Typ J und K gemäß DIN EN 60584

#### MANTEL - Ø:

- 0,25 mm (nur Typ K)     0,4 mm (nur Typ K)  
 0,64 mm     1,0 mm     1,5 mm     2,0 mm  
 3,0 mm     4,5 mm     6,0 mm     8,0 mm     andere Mantel-Ø \_\_\_\_\_

#### MANTELWERKSTOFF:

- 1.4541     2.4816     andere Mantelwerkstoffe \_\_\_\_\_

#### AUSFÜHRUNG DER ANSCHLUSSDRÄHTE:

- freigelegte Enden L=10mm     freigelegte Enden L=50mm  
 freigelegte Enden L=25mm     freigelegte Enden L=60mm  
 freigelegte Enden L=40mm     andere Leitungsenden \_\_\_\_\_

#### ZUBEHÖR (FEST):

- ohne     mit Zubehör \_\_\_\_\_

#### AUSFÜHRUNGSARTEN MESSSPITZE:

- Klasse 1, Form A  
 Klasse 1, Form B

**NENNLÄNGE:** \_\_\_\_\_ mm

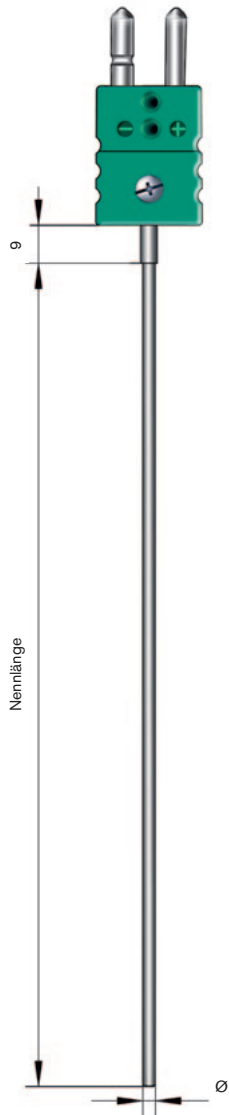
<sup>1)</sup>Die DIN-Norm 43710 ist seit 04/94 nicht mehr gültig

# THERMOELEMENTE

## MTE 302

### Mantel-Thermoelement mit Thermostecker

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Thermopaar:</b>     | Typ K oder J nach DIN EN 60584  |
| <b>Messstelle:</b>     | Form A vom Boden isoliert oder Form B im Boden verschweißt  |
| <b>Messtemperatur:</b> | Typ K: max. 800°C bei Mantelwerkstoff 1.4541<br>max. 1100°C bei Mantelwerkstoff 2.4816<br>Typ J: max. 750°C |



#### THERMOPAAAR:

- 1 x L<sup>(1)</sup>     1 x J     1 x K  
 2 x L<sup>(1)</sup>     2 x J     2 x K     andere Thermopaare \_\_\_\_\_  
 Typ L gemäß DIN 43710    Typ J und K gemäß DIN EN 60584

#### MANTEL - Ø:

- 0,25 mm (nur Typ K)     0,4 mm (nur Typ K)  
 0,64 mm     1,0 mm     1,5 mm     2,0 mm  
 3,0 mm     4,5 mm     6,0 mm     8,0 mm     andere Mantel-Ø \_\_\_\_\_

#### MANTELWERKSTOFF:

- 1.4541     2.4816     andere Mantelwerkstoffe \_\_\_\_\_

#### VERBINDUNGSELEMENT:

- ohne Stecker     Hochtemperaturstecker  
 Standardstecker     Standardkupplung  
 Miniaturstecker     Miniaturkupplung  
 Hochtemp.- Kupplung     Tuchel-Stecker  
 Gerätedose     auch Sonderfarbe \_\_\_\_\_

#### ZUBEHÖR (FEST):

- ohne     mit Zubehör \_\_\_\_\_

#### AUSFÜHRUNGSARTEN MESSSPITZE:

- Klasse 1, Form A  
 Klasse 1, Form B

**NENNLÄNGE:** \_\_\_\_\_ mm

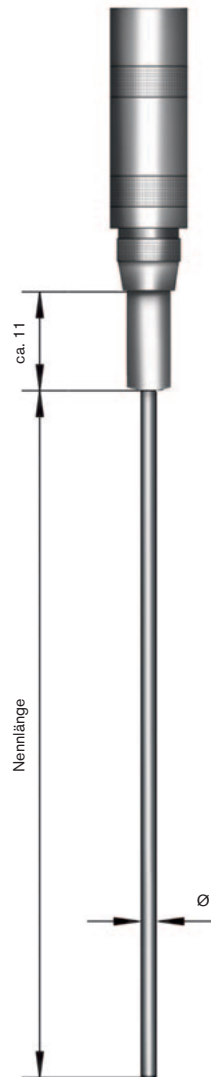
<sup>1)</sup>Die DIN-Norm 43710 ist seit 04/94 nicht mehr gültig

# THERMOELEMENTE

## MTE 303

### Mantel-Thermoelement mit Lemo-Verbindungselement

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Thermopaar:</b>             | Typ K oder J nach DIN EN 60584  |
| <b>Messstelle:</b>             | Form A vom Boden isoliert oder Form B im Boden verschweißt  |
| <b>Messtemperatur:</b>         | <b>Typ K:</b> max. 800°C bei Mantelwerkstoff 1.4541<br>max. 1100°C bei Mantelwerkstoff 2.4816<br><b>Typ J:</b> max. 750°C |
| <b>Stecker/Kupplungsgröße:</b> | Gr. 0 bei Mantel-Ø 0,25 mm – 1,00 mm<br>Gr. 1 bei Mantel-Ø 1,50 mm – 4,50 mm<br>Gr. 2 bei Mantel-Ø 6,00 mm                |



<sup>1)</sup>Die DIN-Norm 43710 ist seit 04/94 nicht mehr gültig

#### THERMOPAAAR:

- 1 x L<sup>(1)</sup>     1 x J     1 x K  
 2 x L<sup>(1)</sup>     2 x J     2 x K     andere Thermopaare \_\_\_\_\_  
 Typ L gemäß DIN 43710    Typ J und K gemäß DIN EN 60584

#### MANTEL - Ø:

- 0,25 mm (nur Typ K)     0,4 mm (nur Typ K)  
 0,64 mm     1,0 mm     1,5 mm     2,0 mm  
 3,0 mm     4,5 mm     6,0 mm     andere Mantel-Ø \_\_\_\_\_

#### MANTELWERKSTOFF:

- 1.4541     2.4816     andere Mantelwerkstoffe \_\_\_\_\_

#### VERBINDUNGSELEMENT:

- Kupplung Gr. 0     Stecker Gr. 0  
 Kupplung Gr. 1     Stecker Gr. 1  
 Kupplung Gr. 2     Stecker Gr. 2  
 andere Verbindungselemente \_\_\_\_\_

#### ZUBEHÖR (FEST):

- ohne Kupplungs-/Steckergehäuse  
 mit Kupplungs-/Steckergehäuse  
 Sonderzubehör \_\_\_\_\_

#### AUSFÜHRUNGSARTEN MESSSPITZE:

- Klasse 1, Form A  
 Klasse 1, Form B

**NENNLÄNGE:** \_\_\_\_\_ mm

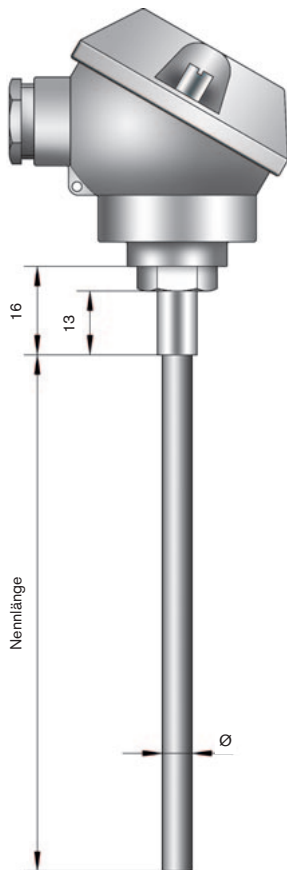


# THERMOELEMENTE

## MTE 304

### Mantel-Thermoelement mit Anschlusskopf

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Thermopaar:</b>     | Typ K oder J nach DIN EN 60584  |
| <b>Messstelle:</b>     | Form A vom Boden isoliert oder Form B im Boden verschweißt  |
| <b>Messtemperatur:</b> | <b>Typ K:</b> max. 800°C bei Mantelwerkstoff 1.4541<br>max. 1100°C bei Mantelwerkstoff 2.4816<br><b>Typ J:</b> max. 750°C |



<sup>1)</sup>Die DIN-Norm 43710 ist seit 04/94 nicht mehr gültig

#### THERMOPAAAR:

- 1 x L<sup>(1)</sup>     1 x J     1 x K  
 2 x L<sup>(1)</sup>     2 x J     2 x K     andere Thermopaare \_\_\_\_\_  
Typ L gemäß DIN 43710    Typ J und K gemäß DIN EN 60584

#### MANTEL - Ø:

- 1,5 mm     2,0 mm     3,0 mm  
 4,5 mm     6,0 mm     andere Mantel-Ø \_\_\_\_\_

#### MANTELWERKSTOFF:

- 1.4541     2.4816     andere Mantelwerkstoffe \_\_\_\_\_

#### ANSCHLUSSKOPF:

- Form MA  
 Form S  
 Form L  
 andere Anschlussköpfe \_\_\_\_\_

#### ZUBEHÖR (FEST):

- ohne     mit Zubehör \_\_\_\_\_

#### AUSFÜHRUNGSARTEN MESSSPITZE:

- Klasse 1, Form A  
 Klasse 1, Form B

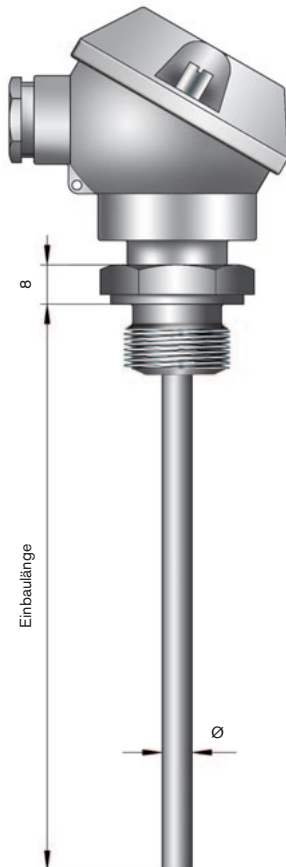
**NENNLÄNGE:** \_\_\_\_\_ mm

# THERMOELEMENTE

## MTE 305

### Mantel-Thermoelement mit Anschlusskopf und Gewinde

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Thermopaar:</b>     | Typ K oder J nach DIN EN 60584  |
| <b>Messstelle:</b>     | Form A vom Boden isoliert oder Form B im Boden verschweißt  |
| <b>Messtemperatur:</b> | Typ K: max. 800°C bei Mantelwerkstoff 1.4541<br>max. 1100°C bei Mantelwerkstoff 2.4816<br>Typ J: max. 750°C |



#### THERMOPAAR:

- 1 x L<sup>(1)</sup>     1 x J     1 x K  
 2 x L<sup>(1)</sup>     2 x J     2 x K     andere Thermopaare \_\_\_\_\_  
 Typ L gemäß DIN 43710    Typ J und K gemäß DIN EN 60584

#### MANTEL - Ø:

- 1,5 mm     2,0 mm     3,0 mm  
 4,5 mm     6,0 mm     andere Mantel-Ø \_\_\_\_\_

#### MANTELWERKSTOFF:

- 1.4541     2.4816     andere Mantelwerkstoffe \_\_\_\_\_

#### ANSCHLUSSKOPF:

- Form MA / G 1/2 A     Form B / G 1/2 A     Form B / G 1/4 A  
 Form MA / G 3/8 A     Form B / G 3/8 A     Form DAN-S / G 1/2 A  
 Form MA / G 1/4 A     andere Anschlussköpfe \_\_\_\_\_

#### ZUBEHÖR (FEST):

- ohne     mit Zubehör \_\_\_\_\_

#### AUSFÜHRUNGSARTEN MESSSPITZE:

- Klasse 1, Form A  
 Klasse 1, Form B

**NENNLÄNGE:** \_\_\_\_\_ mm

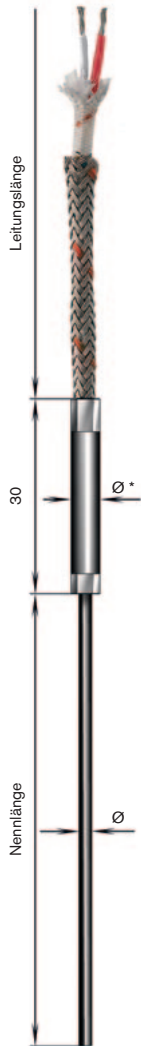
<sup>1)</sup> Die DIN-Norm 43710 ist seit 04/94 nicht mehr gültig

# WIDERSTANDSTHERMOMETER

## MWT 501

### Mantel-Widerstandsthermometer mit PFA-Anschlussleitung TGV

|                        |                                   |
|------------------------|-----------------------------------|
| <b>Messwiderstand:</b> | Pt 100 nach DIN EN 60751          |
| <b>Mantelmaterial:</b> | W.-Nr. 1.4541                     |
| <b>Messbereiche:</b>   | -50 bis +400°C und -50 bis +600°C |



#### MESSWIDERSTAND:

- 1 x Pt 100 Klasse B       2 x Pt 100 Klasse B  
 1 x Pt 100 Klasse A       2 x Pt 100 Klasse A

#### ANSCHLUSSARTEN DER INNENLEITER:

- 2-Leiterschaltung       3-Leiterschaltung       4-Leiterschaltung

#### MANTEL - Ø:

- 1,5 mm     3,0 mm     4,5 mm     6,0 mm     andere Mantel-Ø \_\_\_\_\_

#### AUSFÜHRUNG DER LEITUNGSENDEN:

- blank abisoliert       Kabelschuhe M4  
 Aderendhülsen       verzinkt  
 andere Leitungsenden \_\_\_\_\_

#### ANSCHLUSSLEITUNGLÄNGE:

- 1,0 m     2,5 m     5,0 m  
 1,5 m     3,0 m     10,0 m  
 2,0 m     4,0 m     andere Längen \_\_\_\_\_

#### MESSBEREICHE:

- 50 bis +400°C mit Knickschutz  
 -50 bis +600°C mit Knickschutz  
 -50 bis +400°C ohne Knickschutz  
 -50 bis +600°C ohne Knickschutz

**NENNLÄNGE:** \_\_\_\_\_ mm

\*Ausführung der Hülse entsprechend Mantel-Ø und Anschlussleitung

### ANSCHLUSSLEITUNG TGV

| Aufbau                    |   |
|---------------------------|---|
| <b>Isolierhülle:</b>      | PFA   |
| <b>Verseilung:</b>        | Adern gemeinsam                                       |
| <b>Beflechtung:</b>       | Glasseide   |
| <b>Armierung:</b>         | nicht rostendes Stahldrahtgeflecht (VA) mit Kennfaden |
| <b>Form:</b>              | rund  |
| <b>Leiterquerschnitt:</b> | 0,18 mm <sup>2</sup>                                  |

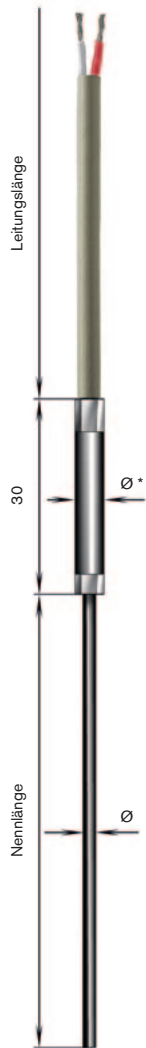
| Technische Daten                        |   |
|---|---|
| <b>Mindestbiegeradius:</b>              | 12 x d  |
| <b>Temperaturbereich der Isolation:</b> | <b>bewegt:</b> max. +250°C<br><b>nicht bewegt:</b> max. +250°C<br><b>bei eingeschränkter Gebrauchsdauer:</b> +260°C                       |
| <b>Isolationswiderstand:</b>            | > 1MΩ x km  |
| <b>Brennverhalten:</b>                  | Keine Brandweiterleitung nach IEC 60332 + EN 60332 Cat. C bzw. D. flammhemmend und selbstverlöschend nach IEC 60332-1-2 und EN 60332-1-2. |
| <b>Schadstofffrei:</b>                  | gemäß RoHS-Richtlinie der Europäischen Union  |

# WIDERSTANDSTHERMOMETER

## MWT 503

Mantel-Widerstandsthermometer mit PVC-Datenleitung LiYY

|                 |                                   |
|-----------------|-----------------------------------|
| Messwiderstand: | Pt 100 nach DIN EN 60751          |
| Mantelmaterial: | W.-Nr. 1.4541                     |
| Messbereiche:   | -50 bis +400°C und -50 bis +600°C |



\*Ausführung der Hülse entsprechend Mantel-Ø und Anschlussleitung

### MESSWIDERSTAND:

- 1 x Pt 100 Klasse B       2 x Pt 100 Klasse B  
 1 x Pt 100 Klasse A       2 x Pt 100 Klasse A

### ANSCHLUSSARTEN DER INNENLEITER:

- 2-Leiterschaltung       3-Leiterschaltung       4-Leiterschaltung

### MANTEL - Ø:

- 1,5 mm     3,0 mm     4,5 mm     6,0 mm     andere Mantel-Ø \_\_\_\_\_

### AUSFÜHRUNG DER LEITUNGSENDEN:

- blank abisoliert       Kabelschuhe M4  
 Aderendhülsen       verzinkt  
 andere Leitungsenden \_\_\_\_\_

### ANSCHLUSSLEITUNGLÄNGE:

- 1,0 m     2,5 m     5,0 m  
 1,5 m     3,0 m     10,0 m  
 2,0 m     4,0 m     andere Längen \_\_\_\_\_

### MESSBEREICHE:

- 50 bis +400°C mit Knickschutz  
 -50 bis +600°C mit Knickschutz  
 -50 bis +400°C ohne Knickschutz  
 -50 bis +600°C ohne Knickschutz

NENNLÄNGE: \_\_\_\_\_ mm



**Mantel-Ø: 1,5 mm  
auf Anfrage**

### ANSCHLUSSLEITUNG LiYY

| Aufbau             |                      |
|--------------------|----------------------|
| Isolierhülle:      | PVC                  |
| Verseilung:        | in Lagen             |
| Mantelmaterial:    | PVC                  |
| Leiterquerschnitt: | 0,25 mm <sup>2</sup> |

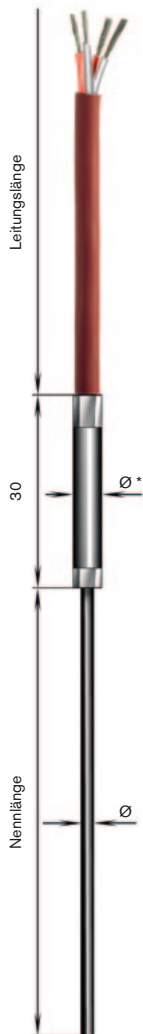
| Technische Daten                 |   |
|----------------------------------|---|
| Mindestbiegeradius:              | fest verlegt: 5 x d<br>frei beweglich: 10 x d   |
| Temperaturbereich der Isolation: | bewegt: -5°C/+70°C<br>nicht bewegt: -30°C/+70°C   |
| Strahlenbeständigkeit:           | 8 x 10 <sup>7</sup> cJ/kg   |
| Brennverhalten:                  | Keine Brandweiterleitung nach IEC 60332 + EN 60332 Cat. C bzw. D.<br>Flammhemmend und selbstverlöschend nach IEC 60332-1-2 und EN 60332-1-2 |
| Schadstofffrei:                  | gemäß RoHS-Richtlinie der Europäischen Union  |

# WIDERSTANDSTHERMOMETER

## MWT 504

Mantel-Widerstandsthermometer mit Besilen®(Silikon)-Anschlussleitung BiHF

|                 |                                   |
|-----------------|-----------------------------------|
| Messwiderstand: | Pt 100 nach DIN EN 60751          |
| Mantelmaterial: | W.-Nr. 1.4541                     |
| Messbereiche:   | -50 bis +400°C und -50 bis +600°C |



\*Ausführung der Hülse entsprechend Mantel-Ø und Anschlussleitung

### MESSWIDERSTAND:

- 1 x Pt 100 Klasse B       2 x Pt 100 Klasse B  
 1 x Pt 100 Klasse A       2 x Pt 100 Klasse A

### ANSCHLUSSARTEN DER INNENLEITER:

- 2-Leiterschaltung       3-Leiterschaltung       4-Leiterschaltung

### MANTEL - Ø:

- 1,5 mm     3,0 mm     4,5 mm     6,0 mm     andere Mantel-Ø \_\_\_\_\_

### AUSFÜHRUNG DER LEITUNGSENDEN:

- blank abisoliert       Kabelschuhe M4  
 Aderendhülsen       verzinkt  
 andere Ausführungen \_\_\_\_\_

### ANSCHLUSSLEITUNGLÄNGE:

- 1,0 m     2,5 m     5,0 m  
 1,5 m     3,0 m     10,0 m  
 2,0 m     4,0 m     andere Längen \_\_\_\_\_

### MESSBEREICHE:

- 50 bis +400°C mit Knickschutz  
 -50 bis +600°C mit Knickschutz  
 -50 bis +400°C ohne Knickschutz  
 -50 bis +600°C ohne Knickschutz

NENNLÄNGE: \_\_\_\_\_ mm



**Mantel-Ø: 1,5 mm  
auf Anfrage**

### ANSCHLUSSLEITUNG BiHF

| Aufbau             |                      |
|--------------------|----------------------|
| Isolierhülle:      | Besilen®(Silikon)    |
| Verseilung:        | in Lagen             |
| Mantelmaterial:    | Besilen®(Silikon)    |
| Leiterquerschnitt: | 0,25 mm <sup>2</sup> |

Besilen® ist ein wärmebeständiger Kunststoff auf Silikon-kautschukbasis mit sehr guten elektrischen Eigenschaften und ist ein eingetragenes Warenzeichen der SAB Bröckskes GmbH & Co. KG.

| Technische Daten                 |  |
|----------------------------------|--|
| Mindestbiegeradius:              | fest verlegt: 4 x d<br>frei beweglich: 6 x d   |
| Temperaturbereich der Isolation: | bewegt: -25°C/+180°C<br>nicht bewegt: -40°C/+180°C<br>kurzzeitig: +250°C   |
| Strahlenbeständigkeit:           | 8 x 10 <sup>7</sup> cJ/kg  |
| Brennverhalten:                  | flammschützend und selbstverlöschend nach IEC 60332-1-2 und EN 60332-1-2.  |
| Korrosivität der Brandgase:      | FIEC 60754-2 + EN 50267-2-2 + VDE 0482 Teil 267-2-2 werden erfüllt – keine Entwicklung von korrosiven Brandgasen |
| Schadstofffrei:                  | gemäß RoHS-Richtlinie der Europäischen Union   |

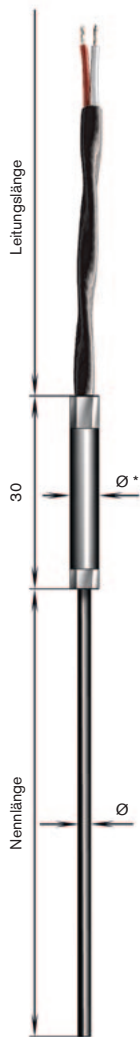


# WIDERSTANDSTHERMOMETER

## MWT 505

Mantel-Widerstandsthermometer mit PFA-Anschlussleitung TTL

|                 |                                   |
|-----------------|-----------------------------------|
| Messwiderstand: | Pt 100 nach DIN EN 60751          |
| Mantelmaterial: | W.-Nr. 1.4541                     |
| Messbereiche:   | -50 bis +400°C und -50 bis +600°C |



\* Ausführung der Hülse entsprechend Mantel-Ø und Anschlussleitung

### MESSWIDERSTAND:

- 1 x Pt 100 Klasse B       2 x Pt 100 Klasse B  
 1 x Pt 100 Klasse A       2 x Pt 100 Klasse A

### ANSCHLUSSARTEN DER INNENLEITER:

- 2-Leiterschaltung       3-Leiterschaltung       4-Leiterschaltung

### MANTEL - Ø:

- 1,5 mm     3,0 mm     4,5 mm     6,0 mm     andere Mantel-Ø \_\_\_\_\_

### AUSFÜHRUNG DER LEITUNGSENDEN:

- blank abisoliert       Kabelschuhe M4  
 Aderendhülsen       verzinkt  
 andere Leitungsenden \_\_\_\_\_

### ANSCHLUSSLEITUNGLÄNGE:

- 1,0 m     2,5 m     5,0 m  
 1,5 m     3,0 m     10,0 m  
 2,0 m     4,0 m     andere Längen \_\_\_\_\_

### MESSBEREICHE:

- 50 bis +400°C mit Knickschutz  
 -50 bis +600°C mit Knickschutz  
 -50 bis +400°C ohne Knickschutz  
 -50 bis +600°C ohne Knickschutz

NENNLÄNGE: \_\_\_\_\_ mm



**Mantel-Ø: 1,5 mm  
auf Anfrage**

### ANSCHLUSSLEITUNG TTL

| Aufbau             |                      |
|--------------------|----------------------|
| Isolierhülle:      | PFA                  |
| Verseilung:        | Adern gemeinsam      |
| Mantelmaterial:    | PFA                  |
| Form:              | rund                 |
| Leiterquerschnitt: | 0,18 mm <sup>2</sup> |

| Technische Daten                 |   |
|----------------------------------|---|
| Mindestbiegeradius:              | 7,5 x d   |
| Strahlenbeständigkeit:           | 5 x 10 <sup>6</sup> cJ/kg   |
| Temperaturbereich der Isolation: | bewegt: -55/+250°C<br>nicht bewegt: -90/+250°C<br>bei eingeschränkter Gebrauchsdauer: +260°C                    |
| Brennverhalten:                  | flammhemmend und selbstverlöschend nach IEC 60332-1-2 und EN 60332-1-2.   |
| Chem. Beständigkeit:             | sehr gut gegen Säuren, Halogene, Basen, chlorierte Lösungsmittel sowie organische und anorganische Verbindungen |
| Schadstofffrei:                  | gemäß RoHS-Richtlinie der Europäischen Union  |

# WIDERSTANDSTHERMOMETER

## MWT 601

Mantel-Widerstandsthermometer mit freigelegten Anschlussenden

|                 |                                   |
|-----------------|-----------------------------------|
| Messwiderstand: | Pt 100 nach DIN EN 60751          |
| Mantelmaterial: | W.-Nr. 1.4541                     |
| Messbereiche:   | -50 bis +400°C und -50 bis +600°C |



### MESSWIDERSTAND:

- 1 x Pt 100 Klasse B       2 x Pt 100 Klasse B  
 1 x Pt 100 Klasse A       2 x Pt 100 Klasse A

### ANSCHLUSSARTEN DER INNENLEITER:

- 2-Leiterschaltung       3-Leiterschaltung       4-Leiterschaltung

### MANTEL - Ø:

- 1,5 mm     3,0 mm     4,5 mm     6,0 mm     andere Mantel-Ø \_\_\_\_\_

### AUSFÜHRUNG DER ANSCHLUSSDRÄHTE:

- freigelegte Enden L=25mm       freigelegte Enden L=50mm  
 freigelegte Enden L=40mm       freigelegte Enden L=60mm  
 andere Leitungsenden \_\_\_\_\_

### ZUBEHÖR (FEST):

- ohne       mit Zubehör \_\_\_\_\_

### MESSBEREICHE:

- 50 bis +400°C  
 -50 bis +600°C  
 andere Messbereiche

NENNLÄNGE: \_\_\_\_\_ mm



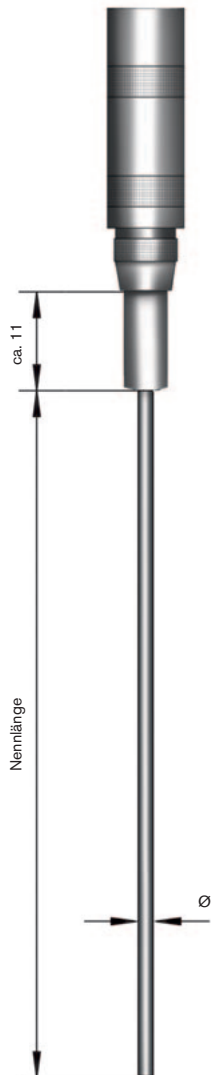
Mantel-Ø: 1,5 mm  
auf Anfrage

# WIDERSTANDSTHERMOMETER

## MWT 603

Mantel-Widerstandsthermometer mit Lemo-Verbindungselement

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Messwiderstand:         | Pt 100 nach DIN EN 60751  |
| Mantelmaterial:         | W.-Nr. 1.4541   |
| Messbereiche:           | -50 bis +400°C und -50 bis +600°C   |
| Stecker/Kupplungsgröße: | Gr. 0 bei Mantel-Ø 1,6 mm<br>Gr. 1 bei Mantel-Ø 1,6 mm – 4,5 mm<br>Gr. 2 bei Mantel-Ø 6,00 mm |



### MESSWIDERSTAND:

- 1 x Pt 100 Klasse B
- 1 x Pt 100 Klasse A
- 2 x Pt 100 Klasse B
- 2 x Pt 100 Klasse A

### ANSCHLUSSARTEN DER INNENLEITER:

- 2-Leiterschaltung
- 3-Leiterschaltung
- 4-Leiterschaltung

### MANTEL - Ø:

- 1,5 mm
- 3,0 mm
- 4,5 mm
- 6,0 mm
- andere Mantel-Ø \_\_\_\_\_

### VERBINDUNGSELEMENT:

- Kupplung Gr. 0
- Kupplung Gr. 1
- Kupplung Gr. 2
- andere Verbindungselemente \_\_\_\_\_
- Stecker Gr. 0
- Stecker Gr. 1
- Stecker Gr. 2

### ZUBEHÖR (FEST):

- ohne Kupplungs-/Steckergehäuse
- mit Kupplungs-/Steckergehäuse
- anderes Zubehör \_\_\_\_\_

### MESSBEREICHE:

- 50 bis +400°C
- 50 bis +600°C
- andere Messbereiche

NENNLÄNGE: \_\_\_\_\_ mm



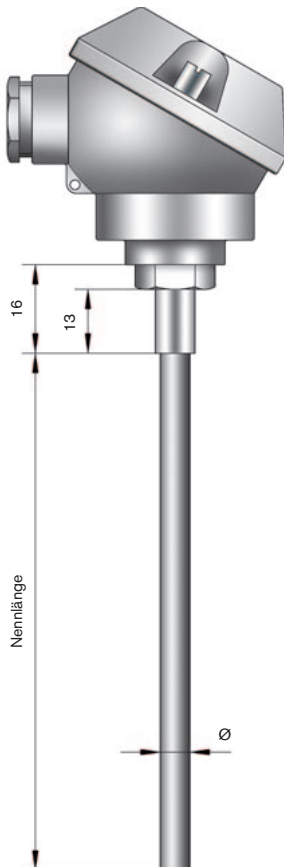
Mantel-Ø: 1,5 mm  
auf Anfrage

# WIDERSTANDSTHERMOMETER

## MWT 604

Mantel-Widerstandsthermometer mit Anschlusskopf

|                 |                                   |
|-----------------|-----------------------------------|
| Messwiderstand: | Pt 100 nach DIN EN 60751          |
| Mantelmaterial: | W.-Nr. 1.4541                     |
| Messbereiche:   | -50 bis +400°C und -50 bis +600°C |



### MESSWIDERSTAND:

- 1 x Pt 100 Klasse B
- 2 x Pt 100 Klasse B
- 1 x Pt 100 Klasse A
- 2 x Pt 100 Klasse A

### ANSCHLUSSARTEN DER INNENLEITER:

- 2-Leiterschaltung
- 3-Leiterschaltung
- 4-Leiterschaltung

### MANTEL - Ø:

- 3,0 mm
- 4,5 mm
- 6,0 mm
- andere Mantel-Ø \_\_\_\_\_

### ANSCHLUSSKOPF:

- Form MA
- Form S
- Form L
- andere Anschlussköpfe \_\_\_\_\_

### ZUBEHÖR (FEST):

- ohne
- mit Zubehör \_\_\_\_\_

### MESSBEREICHE:

- 50 bis +400°C
- 50 bis +600°C
- andere Messbereiche

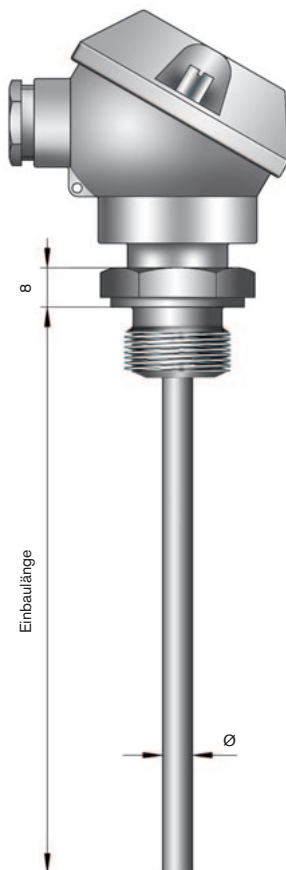
NENNLÄNGE: \_\_\_\_\_ mm

# WIDERSTANDSTHERMOMETER

## MWT 605

Mantel-Widerstandsthermometer mit Anschlusskopf und Gewinde

|                 |                                   |
|-----------------|-----------------------------------|
| Messwiderstand: | Pt 100 nach DIN EN 60751          |
| Mantelmaterial: | W.-Nr. 1.4541                     |
| Messbereiche:   | -50 bis +400°C und -50 bis +600°C |



### MESSWIDERSTAND:

- 1 x Pt 100 Klasse B
- 1 x Pt 100 Klasse A
- 2 x Pt 100 Klasse B
- 2 x Pt 100 Klasse A

### ANSCHLUSSARTEN DER INNENLEITER:

- 2-Leiterschaltung
- 3-Leiterschaltung
- 4-Leiterschaltung

### MANTEL - Ø:

- 3,0 mm
- 4,5 mm
- 6,0 mm
- andere Mantel-Ø \_\_\_\_\_

### ANSCHLUSSKOPF:

- Form MA / G 1/2 A
- Form MA / G 3/8 A
- Form MA / G 1/4 A
- Form B / G 1/2 A
- Form B / G 3/8 A
- Form B / G 1/4 A
- Form DAN-S / G 1/2 A
- andere Anschlussköpfe \_\_\_\_\_

### ZUBEHÖR (FEST):

- ohne
- mit Zubehör \_\_\_\_\_

### MESSBEREICHE:

- 50 bis +400°C
- 50 bis +600°C
- andere Messbereiche

EINBAULÄNGE: \_\_\_\_\_ mm



# ZUBEHÖR

## Thermostecker

| Standard Thermostecker bis max. 200°C |             |
|---------------------------------------|-------------|
| Art.-Nr.                              | MTE-Typ     |
| T 021-007-056                         | J (Fe-CuNi) |
| T 021-007-057                         | K (NiCr-Ni) |

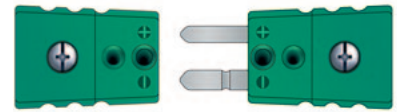
| Standard Thermokupplung bis max. 200°C |             |
|--|-------------|
| Art.-Nr.                               | MTE-Typ     |
| T 021-007-104                          | J (Fe-CuNi) |
| T 021-000-679                          | K (NiCr-Ni) |

| Miniatur Thermostecker bis max. 200 °C |             |
|--|-------------|
| Art.-Nr.                               | MTE-Typ     |
| T 021-007-071                          | J (Fe-CuNi) |
| T 021-007-072                          | K (NiCr-Ni) |

| Hochtemperatur Thermostecker bis max. 350°C |             |
|---|-------------|
| Art.-Nr.                                    | MTE-Typ     |
| T 021-007-064                               | J (Fe-CuNi) |
| T 021-007-065                               | K (NiCr-Ni) |

| Hochtemperatur Thermokupplung bis max. 350°C |             |
|--|-------------|
| Art.-Nr.                                     | MTE-Typ     |
| T 021-007-111                                | J (Fe-CuNi) |
| T 021-007-112                                | K (NiCr-Ni) |

| Miniatur Thermokupplung bis max. 200 °C |             |
|---|-------------|
| Art.-Nr.                                | MTE-Typ     |
| T 021-007-118                           | J (Fe-CuNi) |
| T 021-007-119                           | K (NiCr-Ni) |

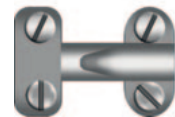


## Kabelbefestigungshalter für:

| Standard- und Hochtemperaturstecker |  |
|-------------------------------------|--|
| Art.-Nr.                            |  |
| T 021-007-035                       |  |

| Verriegelungsplatte |  |
|---------------------|--|
| Art.-Nr.            |  |
| T 021-029-182       |  |

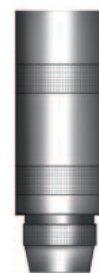
| Miniaturstecker |  |
|-----------------|--|
| Art.-Nr.        |  |
| T 021-007-041   |  |



## Lemo Kupplung zur Montage an Mantelthermoelementen und Mantelwiderstandsthermometern

| Zweipolig bis max. 200 °C |       |         |
|---------------------------|-------|---------|
| Art.-Nr.                  | Größe | Außen-ø |
| T 021-011-146             | 0     | 0,64    |
| T 021-011-147             | 0     | 1,0     |
| T 021-009-083             | 1     | 1,5     |
| T 021-000-600             | 1     | 3,0     |
| T 021-011-149             | 1     | 4,5     |
| T 021-011-152             | 2     | 6,0     |

| Vierpolig bis max. 200 °C |       |         |
|---------------------------|-------|---------|
| Art.-Nr.                  | Größe | Außen-ø |
| T 021-011-148             | 0     | 1,64    |
| T 021-000-599             | 0     | 1,0     |
| T 021-011-150             | 1     | 1,5     |
| T 021-011-151             | 1     | 3,0     |
| T 021-000-677             | 1     | 4,5     |
| T 021-000-678             | 2     | 6,0     |



## Lemo Stecker zum Anschluss der Leitung

| Zweipolig bis max. 200 °C |       |          |
|---------------------------|-------|----------|
| Art.-Nr.                  | Größe | Außen-ø* |
| T 021-011-153             | 0     | 3,2      |
| T 021-011-154             | 1     | 3,2      |
| T 021-000-594             | 1     | 4,7      |
| T 021-011-156             | 2     | 3,2      |
| T 021-000-596             | 2     | 4,7      |
| T 021-000-597             | 2     | 6,4      |

| Vierpolig bis max. 200 °C |       |          |
|---------------------------|-------|----------|
| Art.-Nr.                  | Größe | Außen-ø* |
| T 021-008-967             | 0     | 3,2      |
| T 021-011-155             | 1     | 3,2      |
| T 021-000-595             | 1     | 4,7      |
| T 021-011-157             | 2     | 3,2      |
| T 021-011-158             | 2     | 4,7      |
| T 021-000-598             | 2     | 6,4      |



\*Außen-ø der Leitung

\*Außen-ø der Leitung

## Klemmverschraubungen aus Stahl 1.0718 für...

| MTE<br>ø mm | Gewinde | mit Druckring aus PTFE<br>Art.-Nr. |
|-------------|---------|------------------------------------|
| 1,5         | M 8 x 1 | T 025-007-148                      |
| 2,0         | M 8 x 1 | T 025-007-151                      |
| 3,0         | M 8 x 1 | T 025-000-681                      |
| 4,5         | G 1/4 A | T 025-007-157                      |
| 6,0         | G 1/4 A | T 025-000-685                      |

## Klemmverschraubungen aus Stahl 1.0718 für...

| ...MTE<br>ø mm | Gewinde | mit Keilring<br>aus Edelstahl 1.4571<br>Art.-Nr. |
|----------------|---------|--|
| 1,5            | M 8 x 1 | T 025-007-147                                    |
| 2,0            | M 8 x 1 | T 025-007-150                                    |
| 3,0            | M 8 x 1 | T 025-000-680                                    |
| 4,5            | G 1/4 A | T 025-007-156                                    |
| 6,0            | G 1/4 A | T 025-000-684                                    |



## Klemmverschraubungen aus Edelstahl 1.4571 für...

| ...MTE<br>ø mm | Gewinde | mit Druckring aus PTFE<br>Art.-Nr. |
|----------------|---------|------------------------------------|
| 1,5            | M 8 x 1 | T 025-007-146                      |
| 2,0            | M 8 x 1 | T 025-007-149                      |
| 3,0            | M 8 x 1 | T 025-007-153                      |
| 4,5            | G 1/4 A | T 025-007-155                      |
| 6,0            | G 1/4 A | T 025-007-160                      |

## Klemmverschraubungen aus Edelstahl 1.4571 für...

| ...MTE<br>ø mm | Gewinde | mit Keilring<br>aus Edelstahl 1.4571<br>Art.-Nr. |
|----------------|---------|--|
| 1,5            | M 8 x 1 | T 025-007-145                                    |
| 3,0            | M 8 x 1 | T 025-007-152                                    |
| 4,5            | G 1/4 A | T 025-007-154                                    |
| 6,0            | G 1/4 A | T 025-007-159                                    |

### Hinweis:

Klemmverschraubungen mit einem Druckring aus PTFE sind für Temperaturen bis +200°C und für Drücke bis 10 bar geeignet. Ein nachträgliches Lösen und Verschieben ist möglich.

Klemmverschraubungen mit einem Keilring aus Stahl oder Edelstahl sind für Temperaturen über +200°C und Drücke bis 40 bar geeignet. Beim Anziehen der Verschraubung setzt sich der Keilring auf dem Rohr fest und läßt sich nicht mehr lösen. Ein nachträgliches Verschieben ist daher nicht möglich.

Bitte beachten Sie, dass nicht alle Versionen ab Lager verfügbar sind und es evtl. Mindestmengen gibt!

Jahrhunderte lang konnten die Menschen Temperaturen nur subjektiv erfassen als kalt, warm oder heiß. Die Erfindung des ersten objektiven Temperatur-Messgerätes, basierend auf der Ausdehnung von Luft, wird Galileo Galilei ca. 1592 zugeschrieben.

Heute verfügt die Temperaturmesstechnik über eine große Zahl von zum Teil hoch spezialisierten Sensoren und Methoden, die es erlauben, zwischen nahezu 0°C und z.B. der Temperatur der Sonne den thermodynamischen Zustand der Materie und damit ihre Temperatur reproduzierbar und genau zu bestimmen.

## ■ Die Fahrenheit-Skala

Der Deutsche Gabriel Fahrenheit ließ sich in den Niederlanden als Instrumentenmacher nieder und baute Glasthermometer mit Quecksilberfüllung. 1714 teilte er die Temperaturspanne zwischen einer sogenannten „Kältemischung“ (Eis und Salz) und der Temperatur des menschlichen Blutes (dies waren seine Fixpunkte) in 96 Teile. Später wurde in England festgelegt, dass der Erstarrungspunkt des Wassers 32°F und sein Siedepunkt 212°F entspricht.

## ■ Die Celsius-Skala

Der Schwede Anders Celsius teilte 1742 die Spanne zwischen dem Erstarrungspunkt und Siedepunkt des Wassers in 100 Teile.

## ■ Die Kelvin-Skala

Der Engländer William Thomson (später Lord Kelvin) entwickelte 1842, auf Basis des Carnot-Prozesses, eine thermodynamische Temperaturskala mit dem absoluten Nullpunkt als Bezugspunkt und dem Skalenintervall von Celsius.

Zwischen den verschiedenen Maßstäben wird wie folgt umgerechnet:

$$0 \text{ K} = - 273,15^\circ\text{C}$$
$$0^\circ\text{C} = + 273,15 \text{ K}$$

Elektrische Thermometer wandeln die physikalische Größe Temperatur in ein von ihr abhängiges Signal um. Sie sind in sich geschlossene konstruktive Komponenten, die an ihrem Ausgang ein zu verarbeitendes Signal liefern. Abhängig vom Sensorprinzip ist dabei meistens eine Hilfsenergiequelle notwendig.

Ein wesentlicher Vorteil ergibt sich durch die gute Übertragbarkeit dieser elektrischen Signale über weite Strecken. Messwertaufnahme und Anzeigeort der Temperatur können deshalb räumlich weit voneinander getrennt sein. Die Messsignale können in Steuerungs- und Regelungsanlagen bzw. Prozessleitsystemen mit geringem Aufwand eingebunden und verarbeitet werden.

# ALLGEMEINE ANLEITUNG FÜR DIE TEMPERATURMESSUNG

## 1. Temperatur als Messgröße

Die Temperatur ist bei nahezu allen Abläufen in Forschung und Fertigung ein zu berücksichtigender Faktor. Sie hat deshalb als Messgröße ihre entsprechende Bedeutung. Für Temperaturmessungen können die temperaturabhängigen Eigenschaften von Stoffen herangezogen werden, wie die Änderung des elektrischen Widerstandes (Widerstandsthermometer), die von heißen Körpern ausgehende elektromagnetische Strahlung (Strahlungs-pyrometer) und auftretende Thermospannung (Thermoelemente). Die Gruppe der elektrischen Berührungsthermometer hat in der Temperaturmesstechnik eine breite Anwendung gefunden.

## 2. Physikalische Grundlagen

### 2.1. Widerstandsthermometer

Die Temperaturmessungen mit Widerstandsthermometern beruhen auf der Eigenschaft leitender Stoffe, ihren elektrischen Widerstand mit der Temperatur zu ändern. Bei Metallen nimmt dieser mit steigender Temperatur zu. Wenn der Zusammenhang zwischen Temperatur und Widerstand bekannt ist, kann man durch eine Widerstandsmessung die Temperatur ermitteln. Der Vorschlag, die Temperaturabhängigkeit des Widerstandes von metallischen Leitern zur Temperaturmessung zu benutzen, wurde erstmals 1861 von Wilhelm von Siemens, dem Bruder von Werner von Siemens, gemacht und von ihm bei seinem Thermometer für Tiefseetemperaturen verwirklicht. Zum Präzisionsgerät wurde das Widerstandsthermometer 1886 durch die Arbeiten von H.L. Callendar.

### 2.2. Thermoelemente

Die ersten Grundlagen des Thermospannungseffektes wurden 1821 von Seebeck entdeckt. Die konkreten Zusammenhänge wurden 30 Jahre später von Thompson herausgefunden. Die Thermospannung zwischen zwei verschiedenen Metallen hängt von der thermischen Bewegung der Elektronen ab. Sie ist nicht von den Absolutwerten der Temperaturen, sondern nur von Temperaturdifferenzen abhängig. Je höher die Temperaturdifferenz zwischen „kalt“ und „heiß“ ist, um so größer wird die Thermospannung. Die Spannung bei 1 Grad Celsius nennt man die Thermokraft des Thermoelementes. Sie hängt von der Natur der beiden Materialien ab, deren Verbindungsstelle erhitzt wird.

## 3. Das Zeitverhalten der Berührungsthermometer

Die Temperaturmessung mit Berührungsthermometern ist grundsätzlich mit einer Anzeigeverzögerung behaftet. Diese wirkt sich dahingehend aus, dass eine Temperaturänderung nicht sofort, sondern erst nach einer gewissen Zeit richtig angezeigt wird, nämlich erst dann, wenn der Wärmeaustausch zwischen dem zu messenden Medium und dem Temperaturfühler erfolgt ist. Das Thermometer reagiert also mit einer gewissen Trägheit, die bei bestimmten Messaufgaben möglichst klein sein soll. Man spricht von der „Ansprechzeit“ des Thermometers und meint damit in der Regel die Zeitkonstante. Ganz allgemein kann man sagen: Die Zeitkonstante ist gleich dem Verhältnis aus dem Wärmehaufvermögen zum Wärmeabgabevermögen des Thermometers. Diese beiden Eigenschaften werden in erster Linie bestimmt:

- von der Wärmekapazität
- von der transversalen Wärmeleitfähigkeit des Thermometers
- von dem Verhältnis der Oberfläche zum Volumen des Thermometers
- von den Wärmeleitfähigkeits-Koeffizienten zwischen Medium und der Oberfläche des Thermometers sowie von der Geschwindigkeit des Mediums, ihrer Wärmeleitfähigkeit und der spezifischen Wärme.

Wenn man ein Thermometer plötzlich einer anderen Temperatur aussetzt, indem man es z.B. aus Wasser von 20°C in Wasser von 40°C bringt, so steigt die von ihm angezeigte Temperatur annähernd nach einer Exponentialfunktion. Ein für die Änderungsgeschwindigkeit derartiger exponentieller Vorgänge übliches Maß ist bekanntlich die Zeitkonstante. Sie ist gleich der Zeitdauer, die vergeht, bis 63,2 % des Temperatursprungs angezeigt werden. In vielen Fällen ändert sich die Temperaturanzeige jedoch nicht nach einer Exponentialfunktion. Zur Charakterisierung des Zeitverhaltens reicht dann die Zeitkonstante nicht aus. Es ist deshalb zweckmäßig, die Halbwertszeit  $z_{0,5}$  und die 9/10-Wertszeit  $z_{0,9}$  anzugeben. Diese sind definiert als die Zeiten vom Eintritt einer plötzlichen Temperaturänderung bis zum Erreichen von 50 % bzw. 90 % dieser Temperaturänderung. Bei exponentiellem Verlauf ist  $z_{0,5} = 0,693$  (Zeitkonstante) bzw.  $z_{0,9} = 2,303$  (Zeitkonstante) und das Verhältnis  $z_{0,9} / z_{0,5}$  muss dann gleich 3,32 sein.

# VERGLEICH THERMOELEMENTE / WIDERSTANDSTHERMOMETER

## Widerstandsthermometer

- ▶ Platin-Widerstandsthermometer sind die genauesten Sensoren und haben die beste Langzeitstabilität.  
Durch die chemische Unempfindlichkeit des Platins wird die Gefahr der Verunreinigung durch Oxidation und andere chemische Einflüsse vermindert.
- ▶ Hohe Reproduzierbarkeit.

## Thermoelemente

- ▶ In einem wesentlich größeren Temperaturbereich einsetzbar als Widerstandsthermometer.
- ▶ Sehr kleine Messstellen ermöglichen eine sehr gute Ansprechzeit.
- ▶ Robuster und unempfindlicher gegenüber mechanischer Beanspruchung.
- ▶ Häufig preiswerter.

### ▶ Allgemein

Eine zuverlässige Temperaturmessung setzt immer eine möglichst genaue Anpassung an den entsprechenden Prozess voraus. Diese Aussage ist sowohl für Thermoelemente als auch für Widerstandsthermometer gültig.

| Eigenschaften                    | Widerstandsthermometer             | Thermoelemente                   |
|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| ▶ Abmessungen                    | vergleichsweise große Sensorfläche | sehr kleine Sensorfläche möglich |
| ▶ Ansprechzeit                   | relativ lang                       | kurz                             |
| ▶ Anschlussleitungen             | Kupferleitungen                    | Thermo- bzw. Ausgleichsleitungen |
| ▶ Genauigkeit                    | sehr gut                           | gut                              |
| ▶ Langzeitstabilität             | sehr gut                           | befriedigend                     |
| ▶ Oberflächen-Temperatur-Messung | im allg. nicht möglich             | geeignet                         |
| ▶ Messstelle                     | über die Länge des RTDes           | punktförmig                      |
| ▶ Robustheit                     | gut                                | sehr gut                         |
| ▶ Selbsterwärmung                | muß berücksichtigt werden          | tritt nicht auf                  |
| ▶ Temperaturbereich              | bis +600°C                         | höhere Temperatur möglich        |
| ▶ Vergleichsstelle               | nicht benötigt                     | benötigt                         |
| ▶ Versorgung mit Messstrom       | ja                                 | nein                             |
| ▶ Vibrationsbeständigkeit        | relativ empfindlich                | sehr robust                      |



# ANSPRECHZEITEN MANTEL-THERMOELEMENTE / MANTEL-WIDERSTANDSTHERMOMETER

## Mantel-Thermoelemente

| Messstelle isoliert       |                    | Ansprechzeiten in |                  |           |  |
|---------------------------|--------------------|-------------------|------------------|-----------|--|
| (Form A)<br>Mantel-Ø (mm) | Wasser bei 0,2 m/s |                   | Luft bei 2,0 m/s |           |  |
|                           | t 0,5 (s)          | t 0,9 (s)         | t 0,5 (s)        | t 0,9 (s) |  |
| 0,5                       | 0,06               | 0,13              | 1,80             | 5,50      |  |
| 1,0                       | 0,15               | 0,50              | 3,00             | 10,00     |  |
| 1,5                       | 0,21               | 0,60              | 8,00             | 25,00     |  |
| 3,0                       | 1,20               | 2,90              | 23,00            | 80,00     |  |
| 4,5                       | 2,50               | 5,90              | 37,00            | 120,00    |  |
| 6,0                       | 4,00               | 9,60              | 60,00            | 200,00    |  |
| 8,0                       | 7,00               | 17,00             | 100,00           | 360,00    |  |

| Messstelle verschleißt    |                    | Ansprechzeiten in |                  |           |  |
|---------------------------|--------------------|-------------------|------------------|-----------|--|
| (Form B)<br>Mantel-Ø (mm) | Wasser bei 0,2 m/s |                   | Luft bei 2,0 m/s |           |  |
|                           | t 0,5 (s)          | t 0,9 (s)         | t 0,5 (s)        | t 0,9 (s) |  |
| 0,5                       | 0,03               | 0,10              | 1,80             | 6,00      |  |
| 1,0                       | 0,06               | 0,18              | 3,00             | 10,00     |  |
| 1,5                       | 0,13               | 0,40              | 8,00             | 25,00     |  |
| 3,0                       | 0,22               | 0,75              | 23,00            | 80,00     |  |
| 4,5                       | 0,45               | 1,60              | 33,00            | 110,00    |  |
| 6,0                       | 0,55               | 2,60              | 55,00            | 185,00    |  |
| 8,0                       | 0,75               | 4,60              | 97,00            | 310,00    |  |

## Mantel-Widerstandsthermometer

| Mantel-ø (mm) | Ansprechzeiten in  |           |                  |           |
|---------------|--------------------|-----------|------------------|-----------|
|               | Wasser bei 0,2 m/s |           | Luft bei 2,0 m/s |           |
|               | t 0,5 (s)          | t 0,9 (s) | t 0,5 (s)        | t 0,9 (s) |
| 1,6           | 3,6                | 5,5       | 10,8             | 26,3      |
| 3,0           | 5,2                | 9,8       | 20,0             | 51,0      |
| 6,0           | 10,4               | 23,2      | 46,8             | 121,0     |

Bei diesen Angaben handelt es sich nur um Anhaltswerte,  
da die Ansprechzeiten sehr stark vom eingesetzten Messwiderstand abhängig sind.

### ► Allgemein

Mantel-Thermoelemente und Mantel-Widerstandsthermometer können um einen Radius, der dem 5-fachen Wert des Außendurchmessers vom Mantelmaterial entspricht, gebogen werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass im Bereich der Fühlerspitze auf einer Länge von ca. 60 mm nicht gebogen werden darf.

## PRÜFBESCHEINIGUNGEN

Es besteht die Möglichkeit sich Prüfbescheinigungen bzw. Prüfzeugnisse gem. DIN EN 10204 ausstellen zu lassen.

- 1. Werksbescheinigung gem. DIN EN 10204-2.1** 45,- €  
Bestätigung der Übereinstimmung mit dessen Bestellung.
- 2. Werkszeugnis gem. DIN EN 10204-2.2 (Chargenzeugnis)** 80,- €  
Bestätigung der Übereinstimmung mit dessen Bestellung unter Angabe von Ergebnissen nichtspezifischer Prüfung.
- 3. Abnahmeprüfzeugnis gem. DIN EN 10204-3.1** 80,- €  
Bestätigung der Übereinstimmung mit der Bestellung unter Angabe von Ergebnissen spezifischer Prüfung.

Die Prüfeinheit und Durchführung der Prüfung sind in der Erzeugnisspezifikation, den amtlichen Vorschriften und technischen Regeln und/oder der Bestellung festgelegt. Die Bescheinigung wird bestätigt von einem von der Fertigung unabhängigen Abnahmebeauftragten des Herstellers.

### Auflistung einzelner Prüfungen je Messpunkt 25,- €

#### Kalibrierung im Kryostatbad:

Temperaturbereich -50°C bis +50°C

#### Kalibrierung im Ölbad:

Temperaturbereich +60°C bis +200°C

#### Kalibrierung im Trockenblock-Kalibrator:

Temperaturbereich -30°C bis +165°C, +100°C bis +1100°C

#### Ansprechzeit im Wasser:

Ermittlung der 0,1-Wertzeit, der 0,5-Wertzeit und der 0,9-Wertzeit

#### Ansprechzeit in der Luft:

Ermittlung der 0,1-Wertzeit, der 0,5-Wertzeit und der 0,9-Wertzeit

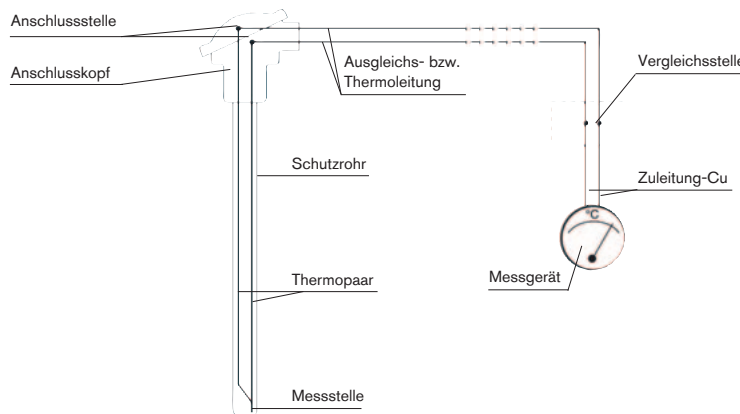
# GRUNDLAGEN THERMOELEMENTE / ANSCHLUSSLEITUNGEN

Die Temperatur ist bei vielen Vorgängen in der Natur, Forschung und Produktion ein wichtiger und zu berücksichtigender Faktor. Sie ist eine thermodynamische Zustandsgröße, die den Wärmezustand eines Stoffes kennzeichnet. Die Festigkeit eines Stoffes ändert sich mit der Temperatur. Deshalb muss das Verhalten der Stoffe bei verschiedenen Temperaturen geprüft werden. Um den Temperaturwert erfassen zu können, bedient man sich definierter Größen, die erfahrungsgemäß immer bei der gleichen Temperatur ablaufen. Als feste Größe kann man hier z.B. den Eispunkt und den Siedepunkt des Wassers heranziehen.

Zur Temperaturmessung werden die temperaturabhängigen Eigenschaften von Stoffen herangezogen, z.B. die Wärmeausdehnung (Ausdehnungsthermometer), die Abhängigkeit des elektrischen Widerstandes von metallischen Leitern (elektrische Thermometer), die elektromotorische Kraft (Thermoelement) usw.. Eine Temperaturmeseinrichtung mit einem Thermoelement als Messwertgeber besteht in der Regel aus dem Thermoelement mit einer Messstelle, einer Verlängerungsleitung, einer Vergleichsstelle mit bekannter bzw. konstanter Temperatur und einem Spannungsmessgerät.

Die Höhe der vom Thermopaar erzeugten **■ Skizze**

elektromotorischen Kraft (EMK) ist von der Differenz der Messtemperatur und der Temperatur der sogenannten freien Enden der Thermoschenkel, die sich im Anschlusskopf befinden, abhängig. Der Anschlusskopf befindet sich in den meisten Betriebsfällen relativ nahe an der Messstelle und ist somit meist Temperaturschwankungen ausgesetzt. Man benötigt hier eine Verbindungsleitung zwischen dem Thermoelement und der Vergleichsstelle, die die gleiche thermoelektrischen Eigenschaften hat wie das Thermoelement selbst. Dieses Bindeglied ist die Ausgleichsleitung bzw. Thermoleitung.



## ■ Werkstoffe

Wir unterscheiden zwischen Originalwerkstoffen und Ersatzwerkstoffen. Leitungen aus Originalwerkstoffen werden als Thermoleitung oder Thermoelementenleitung bezeichnet; Leitermaterialien aus Ersatzwerkstoffen als Ausgleichsleitung.

## ■ Ausgleichsleitungen

Ausgleichsdrähte und -litzen aus Ersatzwerkstoffen bestehen aus Legierungen, die nicht mit dem zugehörigen Thermopaar identisch sein müssen. Ersatzwerkstoff heißt jedoch auch, dass die thermoelektrischen Eigenschaften in dem für die Ausgleichsleitung zulässigen Temperaturbereich (normalerweise 0 bis +200°C) mit denen des zugehörigen Thermopaars identisch sind. Sie werden nach DIN IEC 584 mit dem Buchstaben "C" gekennzeichnet, der dem Kennbuchstaben des Thermopaars nachgestellt wird, z.B.: "KC".

## ■ Thermoleitungen

Thermoleitungen werden aus Leitern hergestellt, die die gleiche Nennzusammensetzung haben wie das entsprechende Thermopaar. Sie werden nach DIN IEC 584 mit dem Buchstaben "X" gekennzeichnet, der dem Kennbuchstaben des Thermopaars nachgestellt wird, z.B.: "JX". Sie sind in der Regel von 0 bis +200°C geprüft.

## ■ Thermoelementenleitungen













Thermoelementenleitungen bestehen aus dem gleichen Elementwerkstoff wie das Thermopaar selbst und sind bis zur gleichen Temperatur geprüft. Diese SAB-Spezialleitungen werden nur auf Kundenwunsch gefertigt. PVC-, Glasseiden- und SABtex-isolierte bzw. ummantelte Ausgleichs- und Thermoleitungen sind nicht für die Verwendung im Freien geeignet. Ausnahme: PVC ummantelte Massivleitertypen können auch im Erdreich verlegt werden.

## Leitungen für Widerstandsthermometer














Zwischen Thermometer und Messgerät sind Leitungen mit Kupfer zu verlegen. Um die Fehler durch Leitungswiderstände und deren temperaturbedingten Änderungen klein zu halten, ist ein geeigneter Leiterquerschnitt zu wählen. Widerstandsthermometer werden in 2-, 3- und 4-Leiterschaltung betrieben, je nach Anforderung an die Genauigkeit. Auch ist bei der Auswahl der Leiterschaltung zu beachten, dass der Leitungswiderstand voll ins Messergebnis einfließt.

Die Leitungen müssen so ausgewählt werden, dass sie für die Umgebung geeignet sind, d.h. gegen thermische, mechanische und chemische Einflüsse beständig sind. Bei allen Leitungsverbindungen ist auf guten Kontakt zu achten. Messleitungen sollten getrennt und > 0,5 m entfernt von Energieleitungen verlegt werden. Zur Unterdrückung elektrostatischer bzw. - magnetischer Einstrahlung sollten die Leitungen geschirmt sein bzw. verseilte Adern haben.

# ÜBERSICHT AUSGLEICHS- UND THERMO-LEITUNGEN / ANSCHLUSSLEITUNG FÜR WIDERSTANDSTHERMOMETER

| SAB Art.-Nr.  | Abbildung   | Leitungstyp            | Typ   | Isolation                                    | Querschnitt             | Leiter | Form | Außendurchmesser    | Temperaturbereich der Isolation                            | Thermospannung                           |
|---|---|------------------------|-------|--|-------------------------|--------|------|---------------------|--|--|
| <b>Glasseide-isolierte Thermoleitungen (Draht)</b>    |   |                        |       |  |                         |        |      |                     |  |  |
| 0489-9002   |    | Thermoleitung          | Typ K | GL/GL  | 2 x 0,2 mm              | Draht  | oval | ca. 0,8 mm x 1,3 mm | bewegt: -25°C bis +200°C<br>nicht bewegt: -25°C bis +200°C | DIN IEC 584 Klasse 1, Toleranz +/- 1,5°C |
| 0489-2144   |    | Thermoelementenleitung | Typ K | GL/GL  | 2 x 0,5 mm              | Draht  | oval | ca. 1,9 x 1,1 mm    | bewegt: -40°C bis +250°C<br>nicht bewegt: -40°C bis +250°C | DIN IEC 584 Klasse 1                     |
| 0489-9003   |    | Thermoleitung          | Typ K | GL/GL  | 2 x 0,8 mm              | Draht  | oval | ca. 2,5 x 1,4 mm    | bewegt: -25°C bis +200°C<br>nicht bewegt: -25°C bis +200°C | DIN IEC 584 Klasse 1                     |
| 0490-9016   |    | Thermoelementenleitung | Typ K | GL/GL  | 2 x 0,5 mm              | Draht  | oval | ca. 2,0 x 1,2 mm    | bewegt: max. +400°C<br>nicht bewegt: max. +400°C           | DIN IEC 584 Klasse 1                     |
| <b>Polyimid-isolierte Thermoleitungen (Draht)</b>     |   |                        |       |  |                         |        |      |                     |  |  |
| 0433-9138   |   | Thermoelementenleitung | Typ K | KN-Polyimid<br>KP-blank/<br>Polyimid         | 2 x 0,2 mm              | Draht  | oval | ca. 0,9 x 0,5 mm    | bewegt: -40°C bis +250°C<br>nicht bewegt: -40°C bis +250°C | DIN IEC 584 Klasse 1, Toleranz +/- 1,5°C |
| 0433-9186   |  | Thermoelementenleitung | Typ K | KN-Polyimid<br>KP-blank/<br>Polyimid         | 2 x 0,2 mm              | Draht  | oval | ca. 0,7 mm x 0,5 mm | bewegt: -40°C bis +250°C<br>nicht bewegt: -40°C bis +250°C | DIN IEC 584 Klasse 1, Toleranz +/- 1,5°C |
| 0433-9149   |  | Thermoelementenleitung | Typ K | Polyimid + PTFE/<br>Polyimid                 | 2 x 0,3 mm              | Draht  | oval | ca. 0,9 mm x 1,7 mm | bewegt: -40°C bis +250°C<br>nicht bewegt: -40°C bis +250°C | DIN IEC 584 Klasse 1, Toleranz +/- 1,5°C |
| 0433-9168   |  | Thermoelementenleitung | Typ K | KN-Polyimid<br>KP-PTFE/<br>Polyimid          | 2 x 0,2 mm              | Draht  | oval | ca. 1,0 mm x 0,8 mm | bewegt: -40°C bis +250°C<br>nicht bewegt: -40°C bis +250°C | DIN IEC 584 Klasse 1                     |
| <b>Polyimid/PFA-isolierte Thermoleitungen (Draht)</b> |   |                        |       |  |                         |        |      |                     |  |  |
| 0433-9196   |  | Thermoelementenleitung | Typ K | KN-Polyimid<br>KP blank/<br>Polyimid/<br>PFA | 2 x 0,2 mm              | Draht  | rund | max. 1,0 mm         | bewegt: -40°C bis +250°C<br>nicht bewegt: -40°C bis +250°C | DIN IEC 584 Klasse 1                     |
| <b>FEP-isolierte Thermoleitungen (Draht)</b>          |   |                        |       |  |                         |        |      |                     |  |  |
| 0433-9152   |  | Thermoelementenleitung | Typ K | FEP/FEP                                      | 2 x 0,2 mm              | Draht  | oval | ca. 1,7 x 1,1 mm    | bewegt: -40°C bis +180°C<br>nicht bewegt: -40°C bis +180°C | DIN IEC 584 Klasse 1                     |
| <b>TPE-isolierte Thermoleitungen (Litze)</b>          |   |                        |       |  |                         |        |      |                     |  |  |
| 0433-9177   |  | Thermoelementenleitung | Typ K | TPE/TPE                                      | 2 x 0,2 mm <sup>2</sup> | Litze  | rund | ca. 3,0 mm          | bewegt: -40°C bis +90°C<br>nicht bewegt: -40°C bis +90°C   | DIN IEC 584 Klasse 1                     |
| <b>FEP/Besilen® Ausgleichsleitungen (Litze)</b>       |   |                        |       |  |                         |        |      |                     |  |  |
| 0433-9193   |  | Ausgleichsleitung      | Typ K | FEP/FEP/<br>Bi                               | 2 x 0,2 mm <sup>2</sup> | Litze  | rund | ca. 3,8 mm          | bewegt: -25°C bis +180°C<br>nicht bewegt: -40°C bis +180°C | DIN IEC 584 Klasse 2                     |

# ÜBERSICHT AUSGLEICHS- UND THERMO-LEITUNGEN / ANSCHLUSSLEITUNG FÜR WIDERSTANDSTHERMOMETER

| SAB Art.-Nr.  | Abbildung   | Leitungstyp            | Typ                                     | Isolation                    | Querschnitt                                      | Leiter | Form | Außendurchmesser | Temperaturbereich der Isolation                            | Thermospannung                  |
|---|---|------------------------|---|------------------------------|--|--------|------|------------------|--|---------------------------------|
| <b>FEP/Besilen® Anschlussleitung für Widerstandsthermometer (Litze)</b> |   |                        |   |                              |  |        |      |                  |  |                                 |
| 0470-9224   |    | Anschlussleitung       | verzinnte Cu-Litze. Cu-Zahl: 2,7 kg/km  | FEP/Bi                       | 2 x 0,14 mm <sup>2</sup>                         | Litze  | rund | ca. 2,8 mm       | bewegt: -25°C bis +180°C<br>nicht bewegt: -40°C bis +180°C |                                 |
| 0470-0423   |    | Anschlussleitung       | verzinnte Cu-Litze. Cu-Zahl: 8,4 kg/km  | FEP/Bi                       | 4 x 0,22 mm <sup>2</sup>                         | Litze  | rund | ca. 3,9 mm       | bewegt: -25°C bis +180°C<br>nicht bewegt: -40°C bis +180°C |                                 |
| 3833-9132   |    | Anschlussleitung       | verzinnte Cu-Litze. Cu-Zahl: 19,3 kg/km | FEP/C/ FEP                   | 4 x 0,22 mm <sup>2</sup>                         | Litze  | rund | ca. 3,0 mm       | bewegt: -55°C bis +180°C<br>nicht bewegt: -90°C bis +180°C |                                 |
| <b>FEP-isolierte Thermoleitungen (Litze)</b>                            |   |                        |   |                              |  |        |      |                  |  |                                 |
| 0433-9240   |   | Thermoelementenleitung | Typ K                                   | FEP                          | 2 x 0,20 mm                                      | Draht  | rund | ca. 1,0 mm       | bewegt: -25°C bis +180°C<br>nicht bewegt: -25°C bis +180°C | DIN IEC 584, Klasse 1           |
| 0433-9157   |  | Thermoleitung          | Typ K                                   | FEP/FEP                      | 2 x 0,22 mm <sup>2</sup>                         | Litze  | oval | ca. 2,5 x 1,5 mm | bewegt: -25°C bis +180°C<br>nicht bewegt: -25°C bis +180°C | DIN IEC 584, Toleranz +/- 1°C   |
| 0433-9137   |  | Thermoleitung          | Typ K                                   | FEP/FEP                      | 2 x 0,22 mm <sup>2</sup>                         | Litze  | rund | ca. 2,0 mm       | bewegt: -25°C bis +180°C<br>nicht bewegt: -25°C bis +180°C | DIN IEC 584, Toleranz +/- 1°C   |
| 0433-9154   |  | Thermoleitung          | Typ K                                   | FEP/FEP                      | 8 x 2 x 0,22 mm <sup>2</sup><br>verseilte Paare  | Litze  | rund | ca. 6,4 mm       | bewegt: -25°C bis +180°C<br>nicht bewegt: -25°C bis +180°C | DIN IEC 584 Klasse 2            |
| 0435-9129   |  | Thermoleitung          | Typ K                                   | FEP/C/ FEP                   | 8 x 2 x 0,22 mm <sup>2</sup><br>verseilte Paare  | Litze  | rund | ca. 6,9 mm       | bewegt: -25°C bis +180°C<br>nicht bewegt: -25°C bis +180°C | DIN IEC 584 Klasse 2            |
| 0433-9135   |  | Thermoleitung          | Typ K                                   | FEP/FEP                      | 16 x 2 x 0,22 mm <sup>2</sup><br>verseilte Paare | Litze  | rund | ca. 7,7 mm       | bewegt: -25°C bis +180°C<br>nicht bewegt: -25°C bis +180°C | DIN IEC 584 Klasse 2            |
| 0435-9135   |  | Thermoleitung          | Typ K                                   | FEP/C/ FEP                   | 16 x 2 x 0,22 mm <sup>2</sup><br>verseilte Paare | Litze  | rund | ca. 8,3 mm       | bewegt: -25°C bis +180°C<br>nicht bewegt: -25°C bis +180°C | DIN IEC 584 Klasse 2            |
| 0435-9085   |  | Thermoelementenleitung | Typ K                                   | FEP-F-ZF-D(B)-FEP/F-C(B)-FEP | 8 x (2 x 0,5 mm)D                                | Litze  | rund | ca. 11,0 mm      | bewegt: -55°C bis +180°C<br>nicht bewegt: -90°C bis +180°C | DIN IEC 584 Klasse 1            |
| <b>FEP-isolierte Thermoleitungen mit Abschirmgeflecht (Litze)</b>       |   |                        |   |                              |  |        |      |                  |  |                                 |
| 0435-9037   |  | Thermoleitung          | Typ K                                   | FEP/C/ FEP                   | 2 x 0,22 mm <sup>2</sup>                         | Litze  | rund | ca. 2,6 mm       | bewegt: -25°C bis +180°C<br>nicht bewegt: -25°C bis +180°C | DIN IEC 584, Toleranz +/- 1,5°C |
| <b>Besilen® - isolierte Thermoleitungen (Litze)</b>                     |   |                        |   |                              |  |        |      |                  |  |                                 |
| 0451-9019   |  | Thermoleitung          | Typ K                                   | GL/ Silikon                  | 2 x 0,22 mm <sup>2</sup>                         | Litze  | rund | ca. 3,2 mm       | bewegt: -25°C bis +200°C<br>nicht bewegt: -25°C bis +200°C | DIN IEC 584 Klasse 1            |

# GRUNDWERTE DER THERMOSPANNUNG IN mV

| Temperatur<br>t 90/°C | Typ K        | Typ L                   | Typ J        | Typ U                   | Typ T         | Typ E          | Typ N            | Typ S           | Typ R           | Typ B               |
|-----------------------|--------------|-------------------------|--------------|-------------------------|---------------|----------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------|
|                       | +NiCr<br>-Ni | +Fe<br>-CuNi            | +Fe<br>-CuNi | +ECu<br>-CuNi           | +ECu<br>-CuNi | +NiCr<br>-CuNi | +NiCrSi<br>-NiSi | +PtRh 10<br>-Pt | +PtRh 13<br>-Pt | +PtRh 30<br>-PtRh 6 |
|                       | DIN EN 60584 | <sup>1)</sup> DIN 43710 | DIN EN 60584 | <sup>1)</sup> DIN 43710 | DIN EN 60584  | DIN EN 60584   | DIN EN 60584     | DIN EN 60584    | DIN EN 60584    | DIN EN 60584        |
| -100                  | -3,554       | -4,75                   | -4,633       | -3,40                   | -3,379        | -5,237         | -2,407           | -               | -               | -                   |
| 0                     | 0            | 0                       | 0            | 0                       | 0             | 0              | 0                | 0               | 0               | 0                   |
| 100                   | 4,096        | 5,37                    | 5,269        | 4,25                    | 4,279         | 6,319          | 2,774            | 0,646           | 0,647           | 0,033               |
| 200                   | 8,138        | 10,95                   | 10,779       | 9,20                    | 9,288         | 13,421         | 5,913            | 1,441           | 1,469           | 0,178               |
| 300                   | 12,209       | 16,56                   | 16,327       | 14,90                   | 14,862        | 21,036         | 9,341            | 2,323           | 2,401           | 0,431               |
| 400                   | 16,397       | 22,16                   | 21,848       | 21,00                   | 20,872        | 28,946         | 12,974           | 3,259           | 3,408           | 0,787               |
| 500                   | 20,644       | 27,85                   | 27,393       | 27,41                   | -             | 37,005         | 16,748           | 4,233           | 4,471           | 1,242               |
| 600                   | 24,905       | 33,67                   | 33,102       | 34,31                   | -             | 45,093         | 20,613           | 5,239           | 5,583           | 1,972               |
| 700                   | 29,129       | 39,72                   | 39,132       | -                       | -             | 53,112         | 24,527           | 6,275           | 6,743           | 2,431               |
| 800                   | 33,275       | 46,22                   | -            | -                       | -             | 61,017         | 28,455           | 7,345           | 7,950           | 3,154               |
| 900                   | 37,326       | 53,14                   | -            | -                       | -             | 68,787         | 32,371           | 8,449           | 9,205           | 3,957               |
| 1000                  | 41,276       | -                       | -            | -                       | -             | 76,373         | 36,256           | 9,587           | 10,506          | 4,834               |
| 1100                  | 45,119       | -                       | -            | -                       | -             | -              | 40,087           | 10,757          | 11,850          | 5,780               |
| 1200                  | 48,838       | -                       | -            | -                       | -             | -              | 43,846           | 11,951          | 13,228          | 6,786               |
| 1250                  | 50,644       | -                       | -            | -                       | -             | -              | 45,694           | 12,554          | 13,926          | 7,311               |
| 1300                  | 52,410       | -                       | -            | -                       | -             | -              | 47,513           | 13,159          | 14,629          | 7,848               |
| 1400                  | -            | -                       | -            | -                       | -             | -              | -                | 14,373          | 16,040          | 8,956               |
| 1450                  | -            | -                       | -            | -                       | -             | -              | -                | 14,978          | 16,746          | 9,524               |
| 1500                  | -            | -                       | -            | -                       | -             | -              | -                | -               | -               | 10,099              |
| 1600                  | -            | -                       | -            | -                       | -             | -              | -                | -               | -               | 11,263              |
| 1700                  | -            | -                       | -            | -                       | -             | -              | -                | -               | -               | 12,433              |

<sup>1)</sup> die DIN-Norm 43710 ist seit 04/94 nicht mehr gültig

Thermospannung in mV, bezogen auf eine Vergleichsstellentemperatur von 0°C

# Ø-TOLERANZEN MANTEL-THERMOELEMENTE

## Toleranzen des Außendurchmessers

| Toleranz des Außendurchmessers |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| Außen-Ø des Thermoelementes    | Nennwert +/- Grenzabmaße |
| 0,5 mm                         | +/- 0,025 mm             |
| 1,0 mm                         | +/- 0,025 mm             |
| 1,5 mm                         | +/- 0,025 mm             |
| 2,0 mm                         | +/- 0,025 mm             |
| 3,0 mm                         | +/- 0,030 mm             |
| 4,5 mm                         | +/- 0,045 mm             |
| 6,0 mm                         | +/- 0,060 mm             |
| 8,0 mm                         | +/- 0,080 mm             |

## Thermoelementausführungen: Form A / Form B

Mantel-Thermoelemente in diesem Katalog entsprechen in der Form dem Aufbau und den geometrischen Abmessungen der DIN EN 61515 oder sind an diese angelehnt.

Für die Grundwerte und Toleranzen gelten die Normen DIN EN 60584-1 und DIN EN 60584-2.

Wir liefern Mantel-Thermoelemente standardmäßig mit einer isolierten Messstelle (Form A) nach DIN EN 61515.

### Form A - vom Boden isolierte Messstelle

- Die Messspitze wird nicht mit dem Boden verschweißt. Mantel-Thermoelemente halten den vorgegebenen Mindestisolationswiderstand entsprechend der DIN EN 61515 von  $\geq 1000 \text{ M}\Omega$  bei Raumtemperatur ein.

### Form B - im Boden eingeschweißte Messstelle

- Eine Messstelle, die mit dem Außenmantel elektrisch verbunden ist.

## Toleranzen der Längen

| Toleranz der Längen   |                       |                    |
|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| Schnittlänge von (mm) | Schnittlänge bis (mm) | Toleranzen in (mm) |
| 0                     | 300                   | +/- 2              |
| 300                   | 1000                  | +/- 4              |
| 1000                  | $\infty$              | +/- 10             |



gesonderte Toleranzen  
nach Vereinbarung

## Toleranzen für Thermopaare

| Typ   | Norm         | Werkstoff    | Klasse 1          |   | Klasse 2          |                                    | Klasse 3          |                                   |
|-------|--------------|--------------|-------------------|---|-------------------|------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|
|       |              |              | Temperaturbereich | (2) Grenzabweichung                         | Temperaturbereich | (2) Grenzabweichung                | Temperaturbereich | (2) Grenzabweichung               |
| T     | DIN EN 60584 | Cu-CuNi      | -40 bis +350°C    | $\pm 0,5^\circ\text{C}$ oder 0,40%          | -40 bis +350°C    | $\pm 1,0^\circ\text{C}$ oder 0,75% | -200 bis +40°C    | $\pm 1,0^\circ\text{C}$ oder 1,5% |
| (1) U | DIN 43710    | Cu-CuNi      | -                 | -   | 0 bis +600°C      | $\pm 3,0^\circ\text{C}$ oder 0,75% | -                 | -                                 |
| J     | DIN EN 60584 | Fe-CuNi      | -40 bis +750°C    | $\pm 1,5^\circ\text{C}$ oder 0,40%          | -40 bis +750°C    | $\pm 2,5^\circ\text{C}$ oder 0,75% | -                 | -                                 |
| (1) L | DIN 43710    | Fe-CuNi      | -                 | -   | 0 bis +900°C      | $\pm 3,0^\circ\text{C}$ oder 0,75% | -                 | -                                 |
| K     | DIN EN 60584 | NiCr-Ni      | -40 bis +1000°C   | $\pm 1,5^\circ\text{C}$ oder 0,40%          | -40 bis +1200°C   | $\pm 2,5^\circ\text{C}$ oder 0,75% | -200 bis +40°C    | $\pm 2,5^\circ\text{C}$ oder 1,5% |
| E     | DIN EN 60584 | NiCr-CuNi    | -40 bis +800°C    | $\pm 1,5^\circ\text{C}$ oder 0,40%          | -40 bis +900°C    | $\pm 2,5^\circ\text{C}$ oder 0,75% | -200 bis +40°C    | $\pm 2,5^\circ\text{C}$ oder 1,5% |
| N     | DIN EN 60584 | NiCrSi-NiSi  | -40 bis +1000°C   | $\pm 1,5^\circ\text{C}$ oder 0,40%          | -40 bis +1200°C   | $\pm 2,5^\circ\text{C}$ oder 0,75% | -200 bis +40°C    | $\pm 2,5^\circ\text{C}$ oder 1,5% |
| S     | DIN EN 60584 | PtRh 10-Pt   | 0 bis +1600°C     | $\pm 1,0^\circ\text{C}$ oder <sup>(3)</sup> | 0 bis +1600°C     | $\pm 1,5^\circ\text{C}$ oder 0,25% | -                 | -                                 |
| R     | DIN EN 60584 | PtRh13-Pt    | 0 bis +1600°C     | $\pm 1,0^\circ\text{C}$ oder <sup>(3)</sup> | 0 bis +1600°C     | $\pm 1,5^\circ\text{C}$ oder 0,25% | -                 | -                                 |
| B     | DIN EN 60584 | PtRh30-PtRh6 | -                 | -   | +600 bis +1700°C  | $\pm 1,5^\circ\text{C}$ oder 0,25% | +600 bis +1700°C  | $\pm 4,0^\circ\text{C}$ oder 0,5% |

Für Thermopaare gelten die Klassen 1, 2, und 3

<sup>(1)</sup> die DIN-Norm 43710 ist seit 04/94 nicht mehr gültig

<sup>(2)</sup> für die Grenzabweichung gilt der jeweils höhere Wert

<sup>(3)</sup>  $1^\circ\text{C}$  oder  $[1 + (t - 1100) \times 0,003]^\circ\text{C}$

# EIGENSCHAFTEN VON THERMOPAAREN

| Eigenschaften<br>Thermopaare | Allgemein  | Zusammensetzung  | Temperatur<br>-bereich   | geeignete<br>Anwendung   | ungeeignete Anwendung   |
|------------------------------|--|--|--|--|---|
| <b>Typ E</b>                 | Unedelmetall-Thermopaar<br>NiCr - CuNi (Nickel-Chrom/<br>Kupfer-Nickel)<br>Einzeldrähte aus<br>Nichtedelmetallen   | <b>EP-Schenkel:</b> 89-90% Nickel, 9-9,5% Chrom,<br>0,5% je Silizium und Eisen, Rest: C, Mn, Nb, Co<br><b>EN-Schenkel:</b> 55% Kupfer, 45% Nickel,<br>ca. 0,1%, Kobalt, Eisen und Mangan   | -200°C/+700°C  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ in sauberer, oxidierender (Luft) oder neutraler Atmosphäre (Edelgase)</li> <li>▶ hohe Beständigkeit gegen Korrosion</li> <li>▶ geringe Wärmeleitfähigkeit</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ nicht in schwefelhaltiger, reduzierender oder wechselweise oxidierender und reduzierender Atmosphäre einsetzen</li> <li>▶ keine lange Zeit im Vakuum einsetzen</li> </ul>  |
| <b>Typ J</b>                 | Unedelmetall-Thermopaar<br>Fe - CuNi (Eisen/Kupfer-Nickel)<br>Einzeldrähte aus<br>Nichtedelmetallen  | <b>JP-Schenkel:</b> 99,5% Eisen, ca. 0,25% Mangan,<br>ca. 0,12% Kupfer, Rest: andere Verunreinigungen<br><b>JN-Schenkel:</b> 55% Kupfer, 45% Nickel,<br>ca. 0,1%, Kobalt, Eisen und Mangan   | -180°C/+700°C  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ von 0 - +760°C im Vakuum, oxidierender (Luft), reduzierender oder inerter Atmosphäre (Edelgase)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Temperaturen unterhalb 0°C</li> <li>▶ schwefelhaltige Atmosphäre über +500°C</li> <li>▶ über +760°C nur mit größeren Drahtdurchmessern</li> </ul>  |
| <b>Typ K</b>                 | Unedelmetall-Thermopaar<br>NiCr - NiAl (Nickel Chrom/<br>Nickel-Aluminium)<br>Einzeldrähte aus<br>Nichtedelmetallen  | <b>KP-Schenkel:</b> 89-90% Nickel, 9-9,5% Chrom,<br>0,5% je Silizium und Eisen, Rest: C, Mn, Nb, Co<br><b>KN-Schenkel:</b> 95-96% Nickel, 1-1,5% Silizium,<br>1-2,3% Aluminium, 1-3,2% Mangan, 0,5% Kobalt,<br>Rest: Fe, Cu, Pb                              | -270°C/+1372°C   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ von +250°C - +1260°C in sauberer, oxidierender (Luft) und neutraler Atmosphäre (Edelgase)</li> <li>▶ bei höheren Temperaturen sollten ausreichend große Drahtdurchmesser gewählt werden</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ zwischen +250°C bis +600°C nicht für genaue Messungen bei schnellen Temperaturwechseln geeignet</li> <li>▶ nicht für längere Zeit bei hohen Temperaturen im Vakuum geeignet</li> <li>▶ bei hohen Temperaturen nicht in schwefelhaltiger, reduzierender oder wechselweise oxidierender und reduzierender Atmosphäre ohne Schutz einsetzen</li> <li>▶ nicht in Atmosphären einsetzen, welche die „Grünfäule“ begünstigt</li> </ul> |
| <b>Typ L</b>                 | Unedelmetall-Thermopaar<br>Fe - CuNi (Eisen/Kupfer-Nickel)<br>Einzeldrähte aus<br>Nichtedelmetallen  | <b>LP-Schenkel:</b> 99,5% Eisen, ca.0,25% Mangan,<br>ca. 0,12% Kupfer, Rest: andere Verunreinigungen<br><b>LN-Schenkel:</b> 55% Kupfer, 45% Nickel,<br>ca. 0,1% Kobalt, Eisen und Mangan   | 0°C/+900°C   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ von 0°C-760°C in Vakuum, oxidierender (Luft), reduzierender oder inerter Atmosphäre (Edelgase)</li> <li>▶ oberhalb von +500°C werden große Drahtdurchm. empfohlen</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Temperaturen unterhalb 0°C</li> <li>▶ schwefelhaltige Atmosphäre über +500°C</li> <li>▶ über +760°C nur mit größeren Drahtdurchmessern</li> </ul>  |
| <b>Typ N</b>                 | Unedelmetall-Thermopaar<br>NiCrSi - NiSi (Nickel-Chrom-Silizium/<br>Nickel-Silizium-Magnesium)<br>Einzeldrähte aus<br>Nichtedelmetallen                      | <b>NP-Schenkel:</b> 84% Nickel, 14-14,4% Chrom,<br>1,3-1,6% Silizium,<br>Rest (nicht über 0,1%): Mn, Fe, C, Co<br><b>NN-Schenkel:</b> 95% Nickel, 4,2-4,6% Silizium,<br>0,5-1,5% Magnesium,<br>Rest: Fe, Co, Mn, C, (zusammen 0,1-0,3%)                      | -270°C/+1300°C   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ von +300°C - +1260°C in sauberer, oxidierender (Luft) und neutraler Atmosphäre (Edelgase)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ bei hohen Temperaturen nicht in schwefelhaltiger, reduzierender oder wechselweise oxidierender und reduzierender Atmosphäre ohne Schutz einsetzen</li> <li>▶ nicht für längere Zeit bei hohen Temperaturen im Vakuum geeignet</li> <li>▶ nicht in Atmosphären einsetzen, welche die „Grünfäule“ begünstigt</li> <li>▶ reduzierender Atmosphäre</li> </ul>  |
| <b>Typ R</b>                 | Edelmetall-Thermopaar<br>Pt130%Rh - Pt (Platin<br>13%Rhodium/ Platin)<br>Einzeldrähte aus Platin und<br>Platin - Rhodium Legierung                           | <b>RP-Schenkel:</b> Platin mit 99,99% Reinheit<br>mit einer Rhodium-Legierung (Reinheit 99,98%)<br>13±0,05% Rhodium-Anteil<br><b>RN-Schenkel:</b> Platin mit 99,99% Reinheit   | -50°C/+1768,1°C<br>(Schmelzpunkt)<br>empfohlen:<br>bis +1300°C | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ sauberen, oxidierenden Atmosphären (Luft), nicht aggressiven (Edel-) Gasen und kurzzeitig in Vakuum</li> <li>▶ über +1200°C</li> <li>▶ Typ B besser geeignet</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ reduzierender Atmosphäre</li> <li>▶ metallischen Gasen (z.B. Blei oder Zink)</li> <li>▶ aggressiven Dämpfen, die Arsen, Phosphor oder Schwefel enthalten</li> <li>▶ in höheren Temperaturen nie metallische Schutzrohre verwenden</li> <li>▶ empfindlich gegen Verunreinigungen von unreinen Metallen</li> </ul>   |
| <b>Typ S</b>                 | Edelmetall-Thermopaar<br>Pt10%Rh - Pt (Platin<br>10%Rhodium/ Platin)<br>Einzeldrähte aus Platin und<br>Platin - Rhodium Legierung                            | <b>SP-Schenkel:</b> Platin mit 99,99% Reinheit<br>mit einer Rhodium-Legierung (Reinheit 99,98%)<br>10±0,05% Rhodium-Anteil<br><b>SN-Schenkel:</b> Platin mit 99,99% Reinheit   | -50°C/+1768,1°C<br>(Schmelzpunkt)<br>empfohlen:<br>bis +1300°C | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ sauberen, oxidierenden Atmosphären (Luft), nicht aggressiven (Edel-) Gasen und kurzzeitig in Vakuum</li> <li>▶ über +1200°C</li> <li>▶ Typ B besser geeignet</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ reduzierender Atmosphäre</li> <li>▶ metallischen Gasen (z.B. Blei oder Zink)</li> <li>▶ aggressiven Dämpfen, die Arsen, Phosphor oder Schwefel enthalten</li> <li>▶ in höheren Temperaturen nie metallische Schutzrohre verwenden</li> <li>▶ empfindlich gegen Verunreinigungen von unreinen Metallen</li> </ul>   |
| <b>Typ B</b>                 | Edelmetall-Thermopaar<br>(Pt30%Rh - Pt6%Rh Platin-<br>0%Rhodium/<br>Platin-6%Rhodium)<br>Einzeldrähte aus<br>unterschiedlichen<br>Platin-Rhodium Legierungen | <b>BP-Schenkel:</b> Platin mit 99,99% Reinheit<br>mit einer Rhodium-Legierung (Reinheit 99,98%)<br>29,60±0,2% Rhodium-Anteil<br><b>BN-Schenkel:</b> Platin mit 99,99% Reinheit<br>mit einer Rhodium-Legierung (Reinheit 99,98%)<br>6,12±0,02% Rhodium-Anteil | max. +1820°C<br>(Schmelzpunkt)<br>normal bis<br>+1700°C        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ sauberen, oxidierenden Atmosphären</li> <li>▶ neutraler Atmosphäre</li> <li>▶ Vakuum</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ reduzierender Atmosphäre oder solche mit aggressiven Dämpfen oder Verunreinigungen, welche mit Metallen der Platingruppe reagieren, wenn es nicht mit einem nichtmetallischen Schutzrohr geschützt wird</li> </ul>   |
| <b>Typ T</b>                 | Unedelmetall-Thermopaar<br>Cu - CuNi (Kupfer/Kupfer-Nickel)<br>Einzeldrähte aus<br>Nichtedelmetallen   | <b>TP-Schenkel:</b> 99,95% Kupfer,<br>0,02-0,07% Sauerstoff, 0,01% Verunreinigungen<br><b>TN-Schenkel:</b> 55% Kupfer, 45% Nickel,<br>ca. 0,1% Kobalt, Eisen und Mangan  | -270°C/+400°C  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ von -200°C - +370°C in Vakuum, oxidierender (Luft), reduzierender oder inerter Atmosphäre (Edelgase)</li> <li>▶ bei höheren Temperaturen sollten größere Drahtdurchmesser gewählt werden</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ über +370°C in einer Wasserstoffatmosphäre nicht geeignet</li> <li>▶ nicht geeignet in radioaktiver Umgebung</li> </ul>  |
| <b>Typ U</b>                 | Unedelmetall-Thermopaar<br>Cu - CuNi (Kupfer/Kupfer-Nickel)<br>Einzeldrähte aus<br>Nichtedelmetallen   | <b>UP-Schenkel:</b> 99,95% Kupfer,<br>0,02-0,07% Sauerstoff, 0,01% Verunreinigungen<br><b>UN-Schenkel:</b> 55% Kupfer, 45% Nickel,<br>ca. 0,1% Kobalt, Eisen und Mangan  | 0°C/+600°C<br>(+400°C)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ von -200°C - +370°C in Vakuum, oxidierender (Luft), reduzierender oder inerter Atmosphäre (Edelgase)</li> <li>▶ bei höheren Temperaturen sollten größere Drahtdurchmesser gewählt werden</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ über +370°C in einer Wasserstoffatmosphäre nicht geeignet</li> <li>▶ nicht geeignet in radioaktiver Umgebung</li> </ul>  |

Abkürzungen: C= Kohlenstoff, Mn= Mangan, Nb=Niob, Co=Kobalt, Fe= Eisen, Pb=Blei, Cu=Kupfer

CuNi wird auch als Konstantan® bezeichnet



# EINSATZTEMPERATURGRENZEN UND ANWENDUNGSHINWEISE FÜR MANTELWERKSTOFFE

## Einsatztemperaturgrenzen von Mantelwerkstoffen:

Die verschiedenen Mantel-Thermoelementtypen haben standardmäßig einen Metallmantel aus Edelstahl Werkstoff-Nr. 1.4541 oder aus Inconel 600 Werkstoff-Nr. 2.4816.

Bei entsprechendem Bedarf sind auch Mantel-Thermoelemente in weiteren Mantelwerkstoffen lieferbar.

Maximale Einsatztemperatur von Mantel-Thermoelementen in reiner Luft ohne weitere schädliche Gasbestandteile:

| Werkstoff-Nr. | Mantelwerkstoff | max. Einsatztemperatur |
|---------------|-----------------|------------------------|
| 1.4541        | Edelstahl       | 800°C                  |
| 2.4816        | Alloy 600       | 1100°C                 |

- Ein wichtiges Qualitätsmerkmal des Mantelwerkstoffes ist seine Korrosionsbeständigkeit
- Bei höheren Messtemperaturen, besonders bei zyklischer Belastung, kann die Wandstärke durch Verzunderung abnehmen
- Aggressive Gasbestandteile im Messmedium können den Mantelwerkstoff schädigen
- Größere Durchmesser erhöhen die Lebensdauer der Mantelthermoelemente

*Diese Hinweise erheben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Sie sollen verdeutlichen, dass bei Mantelthermoelementen viele Einflussfaktoren*

## Mantelwerkstoff:

Aus folgenden Tabellen können Sie einen Eindruck gewinnen, in welchen Bereichen Mantelwerkstoffe gute Oxidations- und Temperaturwechselbeständigkeit besitzen.

Nachfolgend werden Einsatztemperaturgrenzen in verschiedenen Medien und Anwendungsgebieten aufgeführt.

| Messmedium                | Einsatztemperatur |                 |
|---------------------------|-------------------|-----------------|
|                           | 1.4541            | 2.4816          |
| Luft                      | ca. 800°C         | ca. 1100°C      |
| Kohlendioxid              | ca. 650°C         | ca. 500°C       |
| Benzin                    | ca. 100°C         | nicht empfohlen |
| Benzol                    | ca. 100°C         | nicht empfohlen |
| Borsäure                  | ca. 100°C         | nicht empfohlen |
| Buthylalkohol             | ca. 100°C         | nicht empfohlen |
| bis 50%-ige Phosphorsäure | ca. 100°C         | nicht empfohlen |
| Salpetersäure             | ca. 100°C         | nicht empfohlen |
| flüssiges Natrium         | nicht empfohlen   | ca. 750°C       |
| schwefelhaltige Luft      | nicht empfohlen   | ca. 550°C       |
| chlorfreies Wasser        | nicht empfohlen   | ca. 590°C       |

## Mantelwerkstoffe für Mantelthermoelemente:

| Handelsname       | Werkstoff-Nr. | Werkstoffeigenschaften  | Verwendung   | Verfügbarkeit  |
|-------------------|---------------|---|--|--|
| Inconel Alloy 600 | 2.4816        | gute allg. Korrosionsbeständigkeit und beständig gegen Spannungsrisskorrosion / ausgezeichnete Oxydationsbeständigkeit / Temperaturen um ca. 1000°C | Druckwasserreaktoren / Kernkraft / Industrieöfen / Dampfkessel / Turbinen / Abgasmessung | Typ L (Ø 1,5/3/6) / Typ K (Ø 0,25/.../10) / Typ K doppelter WS (Ø 1,5/3) / Typ S (Ø 1,5/3/18) / Typ J (Ø 1, 5/6) / Typ N (Ø 1/1,5/3/6) |

# WERKSTOFFE UND IHR EINSATZBEREICH





































## Werkstoffauswahl

| Unlegierte, warmfeste- und hochwarmfeste Stähle |   |  |   |
|---|---|--|---|
| max. E.-Temp.                                   | Werkstoff-Nr.                             | Werkstoffeigenschaften   | Einsatzbereich  |
| +400°C  | 1.0305<br>(ASTM 105)                      | Unlegierter Stahl  | Einschweiß- und Einschraubschutzrohre in Dampfleitungen   |
| +500°C  | 1.5415<br>(AISI A204 Gr.A)                | Niedriglegierter warmfester Stahl mit Molybdän-Zusatz  | Einschweiß- und Einschraubschutzrohre   |
| +540°C  | 1.7335<br>(AISI A182 F11)                 | Niedriglegierter warmfester Stahl mit Chrom- u. Molybdän-Zusatz  | Einschweiß- und Einschraubschutzrohre   |
| +570°C  | 1.7380<br>(AISI A182 F22)                 | Niedriglegierter warmfester Stahl mit Chrom- u. Molybdän-Zusatz  | Einschweiß- und Einschraubschutzrohre   |
| +650°C  | 1.4961                                    | Hochwarmfester austenitischer Chrom-Nickel-Stahl (Niob stabilisiert)   | Einschweiß- und Einschraubschutzrohre   |
| Rost- und säurebeständige Stähle                |   |  |   |
| +550°C*   | 1.4301<br>(AISI 304)                      | Gute Beständigkeit gegen organische Säuren bei mäßigen Temperaturen, Salzlösungen, wie z.B. Sulfate, Sulfide, alkalische Lösungen bei mäßigen Temperaturen   | Nahrungs- und Genussmittelindustrie, medizinischer Apparatebau  |
| +550°C*   | 1.4404<br>(AISI 316 L)                    | Durch den Zusatz von Molybdän höhere Korrosionsbeständigkeit in nicht oxidierenden Säuren, wie Essigsäure, Weinsäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure und anderen. Erhöhte Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion und Lochfraß durch reduzierten Kohlenstoffgehalt  | Chemie, Zellstoff-Industrie, Kerntechnik, Textil-, Farben-, Fettsäuren-, Seifen-Pharmazeutische Industrie sowie Molkereien und Brauereien |
| +550°C*   | 1.4435<br>(AISI 316L)                     | Höhere Korrosionsbeständigkeit gegenüber 1.4404, geringerer Delta-Ferritanteil   | Pharmazeutische Industrie   |
| +550°C*   | 1.4541<br>(AISI 321)                      | Gute interkristalline Korrosionsbeständigkeit. Gute Beständigkeit gegen Schwerölprodukte, Dampf und Verbrennungsabgase. Gute Oxidationsbeständigkeit.  | Chemie, Kernkraft- und Reaktorbau, Textil-, Farben-, Fettsäuren-, Seifen-Industrie  |
| +550°C*   | 1.4571<br>(AISI 316 TI)                   | Erhöhte Korrosionsbeständigkeit gegenüber bestimmten Säuren durch Zusatz von Molybdän. Resistent gegen Lochfraß, Salzwasser und aggressive Industrieinflüsse   | Pharmazeutische Industrie sowie Molkereien und Brauereien   |
| Hitzebeständige Stähle                          |   |  |   |
| +1100°C   | 1.4749<br>(AISI 446)                      | Sehr hohe Beständigkeit gegenüber schwefelhaltigen Gasen und Salzen aufgrund hohen Chromgehaltes, sehr gute Oxydationsbeständigkeit sowohl bei konstanter als auch bei zyklischer Temperaturbeanspruchung (Geringe Beständigkeit gegenüber stickstoffhaltigen Gasen)   | Einsatz in Rauch- und Verbrennungsgasen, Industrieöfen  |
| +1200°C   | 1.4762<br>(AISI 446)                      | Hohe Beständigkeit gegenüber schwefelhaltigen Gasen aufgrund hohen Chromgehaltes (Geringe Beständigkeit gegenüber stickstoffhaltigen Gasen)  | Rauch- und Verbrennungsgase, Industrieöfen  |
| +1150°C   | 1.4841<br>(AISI 314)                      | Hohe Beständigkeit gegenüber stickstoffhaltigen und sauerstoffarmen Gasen. Einsatz im Dauerbetrieb nicht unter +900°C aufgrund Versprödung (höhere Warmfestigkeit gegenüber 1.4749 und 1.4762)   | Kraftwerksbau, Erdöl- und Petrochemie, Industrieöfen  |
| +1150°C   | 1.4845<br>(AISI 310)                      | gleiche Eigenschaften wie 1.4841, jedoch höherer Vorteil gegenüber Sigma-Phasen-Versprödung, durch einen geringeren Anteil von Silizium  | Industrieofenbau, Apparatebau, Schmelzhütten, Kraftwerksbau, Petrochemie Ofenrohre  |
| +1100°C   | 2.4816<br>(Inconel 600)                   | Gute allgemeine Korrosionsbeständigkeit. Beständig gegen Spannungsrissskorrosion. Ausgezeichnete Oxydationsbeständigkeit. Nicht empfohlen bei CO <sub>2</sub> - und schwefelhaltigen Gasen oberhalb 550°C und Natrium oberhalb 750°C   | Druckwasserreaktoren, Kernkraft, Industrieöfen, Dampfkessel, Turbinen   |
| +1100°C   | 1.4876<br>(Incoloy 800)                   | Durch Zusatz von Titan und Aluminium hat der Werkstoff besonders gute Werte für die Warmfestigkeit. Geeignet für Anwendungszwecke, wo neben Zunderbeständigkeit höchste Belastbarkeit gefordert wird. Ausgezeichnet beständig gegen Aufkohlung und Aufstickung   | Druckwasserreaktoren, Kraftwerksbau, Erdöl- und Petrochemie, Industrieöfen  |
| +1300°C   | Pt 10% Rh<br>Platin-Rhodium-<br>Legierung | bis 1300°C unter oxidierenden Bedingungen, in Abwesenheit von Sauerstoff, Schwefel, Silizium hohe Warmfestigkeit bis 1200°C, besondere Beständigkeit in Halogenen, Essigsäuren, NaOCl-Lösungen etc., Versprödung durch Aufnahme von Silizium aus Armierungskeramiken, Phosphor-Empfindlichkeit, ungeeignet in reduzierender Wasserstoffatmosphäre mit schwefelhaltigen Bestandteilen | Glas-, elektrochemische und katalytische Technik, chemische Industrie, Laborbetriebe, Schmelz-, Glüh- und Brennöfen                       |

\* In Abhängigkeit von Druckbelastung und Korrosionsangriff können die Anwendungstemperaturen bis 800°C reichen.

# FARBKENNZEICHNUNG UND TEMPERATURBEREICHE

## Für Ausgleichs- und Thermoleitungen

| THERMOPAARE   |                                |                                    |                           |                    |                     |                       |
|---------------|--------------------------------|---|--|--|--|--|
| Kennbuchstabe | Werkstoff<br>⊕ ⊖               | IEC 60584   | DIN 43710 *  | ANSI MC 96.1   | BS 4937  | NF C 42-324  |
|               |                                | Kennzeichnung<br>THL      AGL   | Kennzeichnung<br>THL      AGL  | Kennzeichnung<br>THL      AGL  | Kennzeichnung<br>THL      AGL  | Kennzeichnung<br>THL      AGL  |
| T             | Cu - Cu Ni                     | <br>TX<br>-25° bis +100°C          |  | <br>0° bis +100°C   | <br>0° bis +100°C   | <br>-25° bis +200°C   |
| U             | Cu - Cu Ni                     |   | <br>UX<br>0° bis +200°C   |  |  |  |
| J             | Fe - Cu Ni                     | <br>JX<br>-25° bis +200°C          |  | <br>0° bis +200°C   | <br>0° bis +200°C   | <br>-25° bis +200°C   |
| L             | Fe - Cu Ni                     |   | <br>LX<br>0° bis +200°C  |  |  |  |
| E             | Ni Cr - Cu Ni                  | <br>EX<br>-25° bis +200°C        |  | <br>0° bis +200°C | <br>0° bis +200°C | <br>-25° bis +200°C |
| K             | Ni Cr - Ni                     | <br>KX<br>-25° bis +200°C        |  | <br>0° bis +200°C | <br>0° bis +200°C | <br>-25° bis +200°C |
| K             | Ni Cr - Ni                     | <br>KCA<br>0° bis +150°C         |  |  |  | <br>0° bis +150°C   |
| K             | Ni Cr - Ni                     | <br>KCB<br>0° bis +100°C         |  |  | <br>0° bis +100°C | <br>0° bis +100°C   |
| N             | Ni Cr Si - Ni Si               | <br>NX<br>-25° bis +200°C        | <br>NC<br>0° bis +150°C |  |  |  |
| R<br>S        | Pt Rh 13 - Pt<br>Pt Rh 10 - Pt | <br>RCB/<br>SCB<br>0° bis +200°C |  | <br>0° bis +200°C | <br>0° bis +200°C | <br>0° bis +200°C   |
| B             | Pt Rh 30 -<br>Pt Rh 6          |   |  | <br>0° bis +100°C |  | <br>0° bis +100°C   |

Der Anwendungstemperaturbereich der Leitung wird durch die höchste Anwendungstemperatur des Isolationswerkstoffes oder den Anwendungstemperaturbereich des Leiterwerkstoffes begrenzt. Es ist jeweils der kleinere Wert gültig. Eine Ausgleichsleitung für das Thermopaar Typ B kann, abweichend von den Normen, für den Temperaturbereich von 0°C bis +200°C (SAB-Type BC-200) gefertigt werden. Änderungswünsche im Farbcode können bei entsprechender Abnahmemenge berücksichtigt werden.

\* Die Norm 43710 wurde im April 1994 zurückgezogen.  
Somit sind die Elementarten "U" und "L" nicht mehr genormt.

THL = Thermoleitung · AGL = Ausgleichsleitung

# GRUNDLAGEN WIDERSTANDSTHERMOMETER

Beim Widerstandsthermometer ändert sich der elektrische Widerstand in Abhängigkeit von der Temperatur, oder anders ausgedrückt, Widerstandsthermometer nutzen die Tatsache, dass der elektrische Widerstand eines elektrischen Leiters mit der Temperatur variiert. Um so das Ausgangssignal zu erfassen, wird der Widerstand mit konstantem Messstrom gespeist und der hervorgerufene Spannungsabfall gemessen. Als Messfühler dienen Platin-Messwiderstände Pt 100, Pt 500 und Pt 1000. Pt 100 Platin-Messwiderstände sind nach DIN EN 60751 genormt. Ihr Widerstand beträgt  $100 \Omega$  bei  $0^\circ\text{C}$ . Platin-Widerstandsthermometer werden in den verschiedensten Ausführungsformen in der industriellen Messtechnik eingesetzt.

Standardmäßig werden Mantelwiderstandsthermometer für Temperaturbereiche von  $-50^\circ\text{C}$  bis  $+400^\circ\text{C}$  und  $-50^\circ\text{C}$  bis  $+600^\circ\text{C}$  geliefert. Dieser angegebene Messbereich bezieht sich auf die zulässige Messstellentemperatur an der Messspitze des Widerstandsthermometers. In diesen Temperaturbereichen liegt das Pt 100 Widerstandsthermometer in einer festen Kennlinie. Abweichungen von dieser Kennlinie, auch Grundwerte genannt, werden nach zwei Toleranzklassen, A und B, zugelassen. Grenzabweichungen siehe Seite 41.

Platin Widerstandsthermometer sind genaue Sensoren und besitzen die größte Linearität. Es kann bei der Fertigung die beste Reproduzierbarkeit erreicht werden. Vorteile des Platin:

- hohe chemische Beständigkeit
- Reproduzierbarkeit
- Langzeitstabilität
- leichte Bearbeitung

Als Richtwert für die Genauigkeit bei Platin-Widerständen kann von ca.  $\pm 0,5\%$  von der Messtemperatur ausgegangen werden. Ihr Einsatz ist in nahezu allen Bereichen der industriellen Temperaturmessung zu finden.

Eine zuverlässige Temperaturmessung setzt immer eine möglichst genaue Anpassung an den entsprechenden Prozess voraus. Diese Aussage ist sowohl für Thermoelemente als auch Widerstandsthermometer gültig. Thermoelemente sind im Gegensatz zu Widerstandsthermometern einfacher, robuster, meist preiswerter, in einer großen Temperaturspanne einsetzbar und mit kleinen Messstellen verfügbar. Bei Thermoelementen spricht man von einer punktuellen Messung, daher auch schneller in der Ansprechzeit als ein Widerstandsthermometer.

Bei Widerstandsthermometern spricht man von einer Flächenmessung, die konstruktionsbedingt, im Ansprechverhalten langsamer ist.

## TECHNISCHE BESCHREIBUNG VON MANTEL-WIDERSTANDSTHERMOMETERN

### Technische Beschreibung

#### 1. Allgemeine Angaben

Mantel-Widerstandsthermometer von SAB Bröckskes sind standardmäßig mit Platin-Messwiderständen nach DIN EN 60751 ausgerüstet. Auf Wunsch liefern wir auch Mantel-Widerstandsthermometer mit Pt 500, Pt 1000. Wegen der hohen Stabilität und Reproduzierbarkeit empfehlen wir Ihnen grundsätzlich Platin-Messwiderstände einzusetzen. Mantel-Widerstandsthermometer werden häufig zu Temperaturmessungen in Behältern, Rohrleitungen, Apparaturen, Maschinen sowie überall dort eingesetzt, wo ein flexibler Ein- und Ausbau des Messensors gewünscht wird. Beim Einsatz von Mantel-Widerstandsthermometern muss berücksichtigt werden, dass sie nur für niedrige Drücke bei kleiner Strömungsgeschwindigkeit geeignet sind.

#### 2. Aufbau

In das biegsame, dünnwandige Edelstahlrohr der Mantelleitung sind 2, 4 oder 6 Innenleitungsdrähte, standardmäßig aus Kupfer, in Magnesiumoxid fest eingepresst. Der Messwiderstand ist mit den Innenleitungsdrähten verbunden und in Magnesiumoxidpulver eingebettet. Standardmäßig wird Mantelmaterial mit der Werkstoff-Nr. 1.4541 verwendet.

#### 3. Ansprechzeiten

Mantel-Widerstandsthermometer haben kurze Ansprechzeiten und reagieren schnell auf Temperaturänderungen. Richtwerte entnehmen Sie bitte der Tabelle auf Seite 29.

# GRUNDWERTE DER MESSWIDERSTÄNDE

## ■ Genauigkeitsklassen nach DIN EN 60751:2009-5

| Klasse | Gültigkeitsbereich °C       |                   | Grenzabweichung <sup>a</sup><br>°C |
|--------|-----------------------------|-------------------|------------------------------------|
|        | Drahtgewickelter Widerstand | Schichtwiderstand |                                    |
| AA     | -50 bis +250                | 0 bis +150        | ± (0,1 + 0,0017 [t])               |
| A      | -100 bis +450               | -30 bis +300      | ± (0,15 + 0,002 [t])               |
| B      | -196 bis +600               | -50 bis +500      | ± (0,3 + 0,005 [t])                |
| C      | -196 bis +600               | -50 bis +600      | ± (0,6 + 0,01 [t])                 |

<sup>a</sup> [t] = Betrag der Temperatur in °C ohne Berücksichtigung des Vorzeichens.

Für Widerstandsthermometer, die dem obigen Zusammenhang entsprechen, ist der Temperaturkoeffizient  $\alpha$  definiert als:

$$\alpha = \frac{R_{100} - R_0}{100 \times R_0} = \text{und hat den Zahlenwert } 0,003851/^{\circ}\text{C}$$

wobei:  $R_{100}$  der Widerstand bei 100°C und  $R_0$  der Widerstand bei 0°C ist.

## ■ Grenzabweichungen für Pt 100 Thermometer

| Kurzzeichen des Messwiderstandes Pt 100 DIN EN 60751 |                |                      |       |          |       |
|--|----------------|----------------------|-------|----------|-------|
| Widerstands-Werkstoff Platin                         |                |                      |       |          |       |
| Verwendungsbereich -200 bis +850°C (Klasse B)        |                |                      |       |          |       |
| ITS 90 Widerstand und zulässige Abweichung           |                |                      |       |          |       |
| Messtemperatur<br>°C                                 | Grundwert<br>Ω | Zulässige Abweichung |       |          |       |
|  |                | Klasse A             |       | Klasse B |       |
|  |                | Ω                    | °C    | Ω        | °C    |
| -200   | 18,52          | ±0,24                | ±0,55 | ±0,56    | ±1,30 |
| -100   | 60,26          | ±0,14                | ±0,35 | ±0,32    | ±0,80 |
| 0  | 100,00         | ±0,06                | ±0,15 | ±0,12    | ±0,30 |
| 100  | 138,51         | ±0,13                | ±0,35 | ±0,30    | ±0,80 |
| 200  | 175,86         | ±0,20                | ±0,55 | ±0,48    | ±1,30 |
| 300  | 212,05         | ±0,27                | ±0,75 | ±0,64    | ±1,80 |
| 400  | 247,09         | ±0,33                | ±0,95 | ±0,79    | ±2,30 |
| 500  | 280,98         | ±0,38                | ±1,15 | ±0,93    | ±2,80 |
| 600  | 313,71         | ±0,43                | ±1,35 | ±1,06    | ±3,30 |
| 650  | 329,64         | ±0,46                | ±1,45 | ±1,13    | ±3,60 |
| 700  | 345,28         | -                    | -     | ±1,17    | ±3,80 |
| 800  | 375,70         | -                    | -     | ±1,28    | ±4,30 |
| 850  | 390,48         | -                    | -     | ±1,34    | ±4,60 |

Begriff "Grundwerte" siehe DIN 16160 Teil 5.

Widerstandsthermometer in anderen Genauigkeitsklassen und Gültigkeitsbereichen wie z.B. gem. DIN EN 60751:2009-5 (Klasse AA) sind auf Anfrage erhältlich.

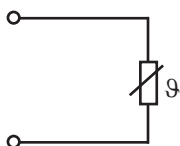
# ANSCHLUSS VON WIDERSTANDSTHERMOMETERN

## ■ Anschluss von Widerstandsthermometern

Beim Widerstandsthermometer ändert sich der elektrische Widerstand in Abhängigkeit von der Temperatur. Um das Ausgangssignal zu erfassen, wird der von einem konstanten Messstrom hervorgerufene Spannungsabfall gemessen. Für diesen Spannungsabfall gilt nach dem Ohmschen Gesetz:  $U = R \times I$

Um eine Erwärmung des Sensors zu vermeiden, sollte ein möglichst kleiner Messstrom gewählt werden. Man kann davon ausgehen, dass ein Messstrom von 1 mA keine nennenswerte Beeinträchtigung hervorruft. Dieser Strom bewirkt bei einem Pt 100 bei 0°C einen Spannungsabfall von 0,1 V. Diese Messspannung muss nun durch die Anschlussleitung möglichst unverfälscht an den Ort der Anzeige oder Auswertung übertragen werden. Es werden dabei vier Anschlusstechniken unterschieden:

### ■ Die 2 - Leiterschaltung



Die Verbindung zwischen Auswertelektronik und Thermometer erfolgt mit einer zweiadrigen Leitung. Wie jeder andere elektrische Leiter besitzt auch diese einen Widerstand, der dem Widerstandsthermometer in Reihe geschaltet ist. Damit addieren sich die beiden Widerstände, was von der Elektronik als höhere Temperatur interpretiert wird. Bei größeren Entfernungen kann der Leitungswiderstand einige Ohm betragen und eine beachtliche Verfälschung des Messwertes verursachen.

Beispiel:

Leitungsquerschnitt: 0,35 mm<sup>2</sup>

spez. Widerstand: 0,0175 Ω mm<sup>2</sup> m<sup>-1</sup>

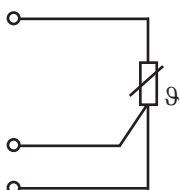
Leitungslänge: 50 m

Leitungsmaterial: E-Kupfer (E-CU)

$$R = 0,0175 \Omega \text{ mms}^2 \text{ m}^{-1} \times \frac{2 \times 50 \text{ m}}{0,35 \text{ mm}^2} = 5,0 \Omega$$

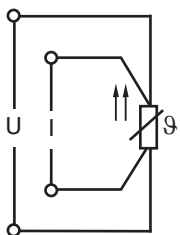
5,0 Ω entsprechen bei einem Pt 100 einer Temperaturänderung von 12,8°C. Um diesen Fehler zu vermeiden, kompensiert man den Leitungswiderstand auf elektrischem Wege. Die Elektronik des Gerätes ist dabei so ausgelegt, dass immer von einem Leitungswiderstand von 10 Ω ausgegangen wird. Beim Anschluss des Widerstandsthermometers wird ein Abgleichwiderstand in eine der Messleitungen geschaltet und der Sensor zunächst durch einen 100-Ω-Widerstand ersetzt. Nun wird der Abgleichwiderstand so lange verändert, bis am Gerät 0°C angezeigt wird. Der Abgleichwiderstand bildet dann zusammen mit dem Leitungswiderstand 10 Ω. Der Abgleichwiderstand ist meist drahtgewickelt, sodass der Abgleich durch Abwickeln des Widerstandsdrahtes erfolgt. Wegen dieser vergleichsweise aufwendigen Abgleichsarbeiten und des nicht erfassten Temperatureinflusses auf die Messleitung ist die 2-Leiterschaltung rückläufig.

### ■ Die 3 - Leiterschaltung



Um die Einflüsse der Leitungswiderstände und deren temperaturabhängige Schwankungen zu minimieren, wird statt der oben erläuterten Anschlusstechnik meist eine 3-Leiterschaltung verwendet. Hierbei wird eine zusätzliche Leitung zu einem Kontakt des Widerstandsthermometers geführt. Es bilden sich somit zwei Messkreise, von denen einer als Referenz genutzt wird. Durch die 3-Leiterschaltung lässt sich der Leitungswiderstand sowohl in seinem Betrag als auch in seiner Temperaturabhängigkeit kompensieren. Voraussetzungen sind allerdings bei allen drei Adern identische Eigenschaften und gleiche Temperaturen, denen sie ausgesetzt sind. Da dies in den meisten Fällen mit genügender Genauigkeit zutrifft, ist die 3-Leiterschaltung heute am verbreitetsten. Ein Leitungsabgleich ist nicht erforderlich.

### ■ Die 4 - Leiterschaltung

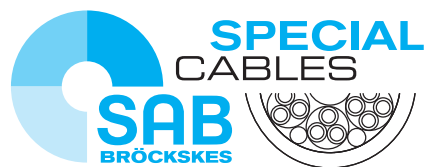


Eine optimale Anschlussmöglichkeit für Widerstandsthermometer bietet die 4-Leiterschaltung. Das Messergebnis wird weder von den Leitungswiderständen noch von ihren temperaturabhängigen Schwankungen beeinträchtigt. Ein Leitungsabgleich ist nicht erforderlich. Über die Zuleitung wird das Thermometer mit dem Messstrom gespeist. Der Spannungsabfall am Messwiderstand wird über die Messleitungen abgegriffen. Liegt der Eingangswiderstand der nachgeschalteten Elektronik um ein Vielfaches höher als der Leitungswiderstand, ist dieser zu vernachlässigen. Der so ermittelte Spannungsabfall ist dann unabhängig von den Eigenschaften der Zuleitungen. Sowohl bei der 3- als auch bei der 4-Leiterschaltung muss beachtet werden, dass nicht immer die Schaltung bis zum Messelement geführt ist. Häufig ist die Verbindung des Sensors zum Anschlusskopf in der Armatur, die sogenannte Innenleitung, in 2-Leiterschaltung ausgeführt. Dadurch ergeben sich - wenn auch in wesentlich geringerem Ausmaß - für diese Verbindung die bei der 2-Leiterschaltung geschilderten Probleme.

# WIDERSTANDSTHERMOMETER- INNENLEITUNG

| Anzahl der Messwicklung | Schaltung der Innenleitung |          |          |                       |
|-------------------------|----------------------------|----------|----------|-----------------------|
|                         | 2-Leiter                   | 3-Leiter | 4-Leiter | 2-Leiter mit Schleife |
| Pt 100                  |                            |          |          |                       |
| 2 x Pt 100              |                            |          |          |                       |
| 3 x Pt 100              |                            |          |          |                       |





**SAB** Bröckskes GmbH & Co. KG

Grefrather Str. 204 - 212 b

41749 Viersen · GERMANY

Tel.: +49/2162/898-0

Fax: +49/2162/898-101

[www.sab-kabel.de](http://www.sab-kabel.de)

[info@sab-cable.com](mailto:info@sab-cable.com)