

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
Bauformen Thermoelemente	
■ 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
Bauformen Widerstandsthermometer	
■ 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
Allgemeines	
■ Einführung	26
■ Allgemeine Anleitung für die Temperaturmessung	27
■ Vergleich Thermoelemente / Widerstandsthermometer	28
■ Ansprechzeiten Mantel-Thermoelemente / Mantel-Widerstandsthermometer	29
■ Kalibrierungen / Prüfzeugnisse	30
Thermoelemente	
■ 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
Widerstandsthermometer	
■ 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 m² 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

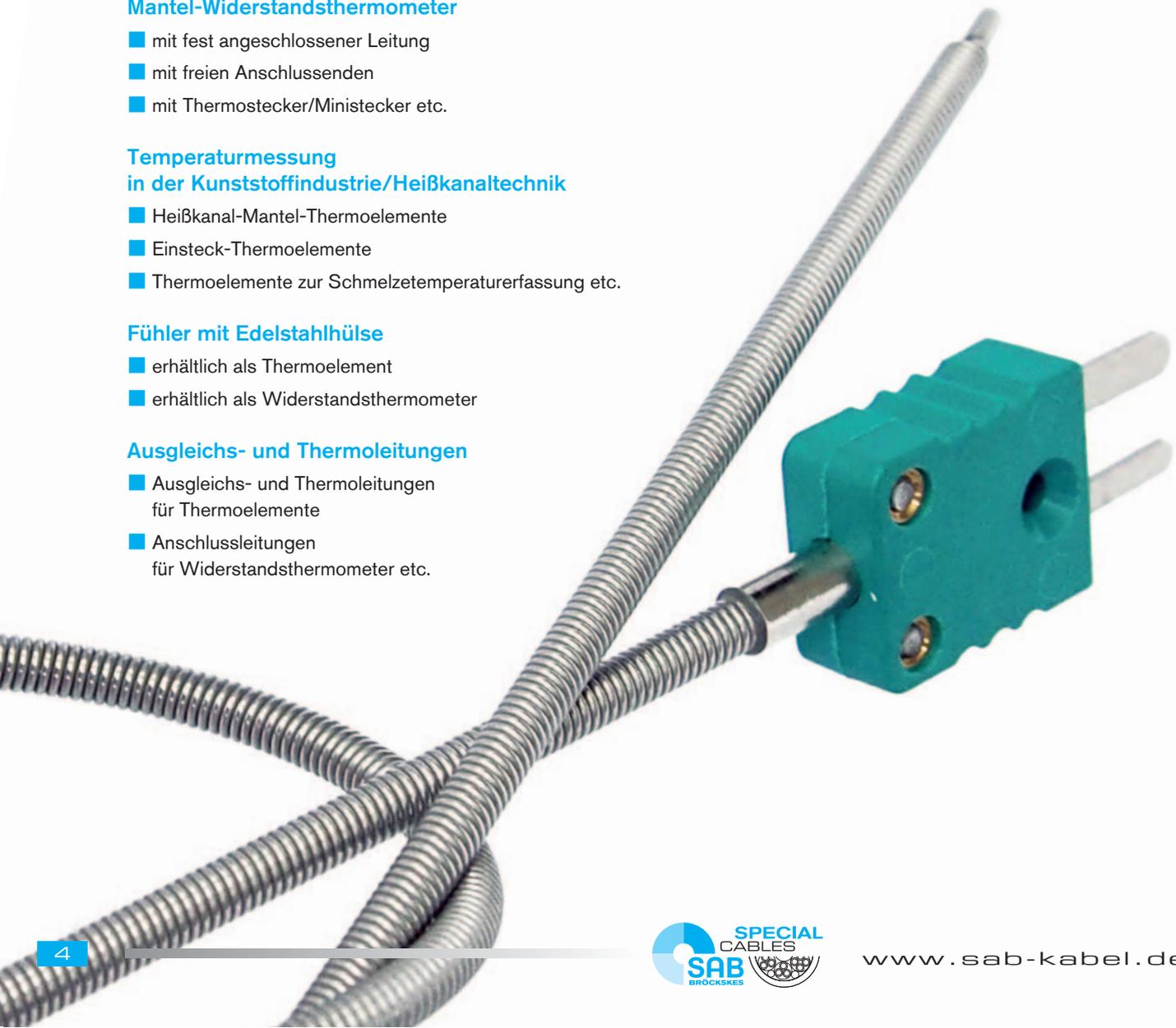
- erhältlich als Thermoelement
- erhältlich als Widerstandsthermometer

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 mm² - 300 mm²
- 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

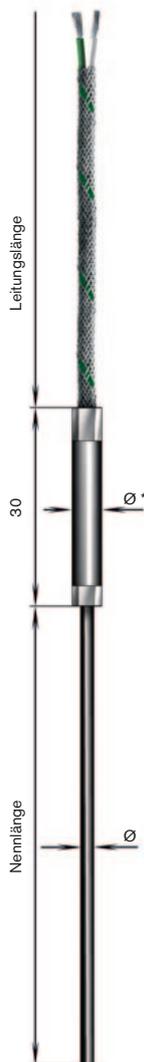


THERMOELEMENTE

MTE 201

Mantel-Thermoelement mit PFA-Anschlussleitung Th 22 LTV

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



THERMOPAAAR:

- 1 x L⁽¹⁾ 1 x J 1 x K
 2 x L⁽¹⁾ 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

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

*Ausführung der Hülse entsprechend Mantel-Ø und Anschlussleitung

ANSCHLUSSLEITUNG TH 22 LTV

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

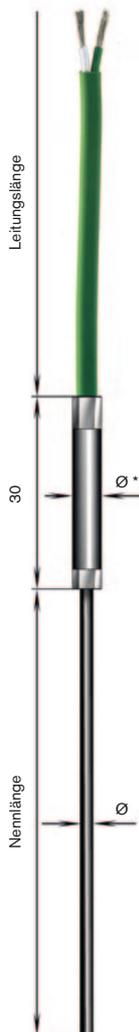
Technische Daten	
Mindestbiegeradius:	12 x d
Temperaturbereich:	bewegt: max. +250°C nicht bewegt: max. +250°C bei eingeschränkter Gebrauchsdauer: +260°C
Isolationswiderstand:	>1 MΩ x km
Brennverhalten:	Keine Brandweiterleitung nach IEC 60332 + EN 60332 Cat. C bzw. D. Flammhemmend und selbstverlöschend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

THERMOELEMENTE

MTE 203

Mantel-Thermoelement mit PVC-Anschlussleitung A 9 - 022

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



THERMOPAAAR:

- 1 x L⁽¹⁾ 1 x J 1 x K
 2 x L⁽¹⁾ 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

¹⁾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 ²
Leiteraufbau:	7 x 0,20 mm Ø
Außen-Ø:	ca. 4,0 mm
Gewicht / 100 m:	ca. 2,2 kg

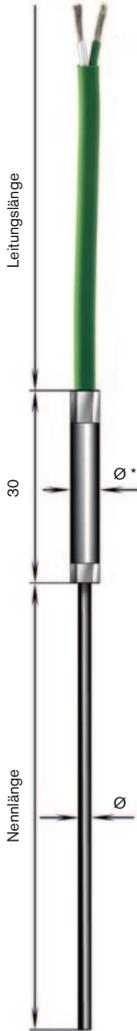
Technische Daten	
Mindestbiegeradius:	7,5 x d
Temperaturbereich der Isolation:	bewegt: +5/ +70°C nicht bewegt: -40/ +70°C
Isolationswiderstand:	>1 MΩ x km
Brennverhalten:	flammschützend und selbstverlöschend nach IEC 60332-1-2 und EN 60332-1-2
Schadstofffrei:	gemäß RoHS-Richtlinie der Europäischen Union

THERMOELEMENTE

MTE 204

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

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



THERMOPAAAR:

- 1 x L⁽¹⁾ 1 x J 1 x K
 2 x L⁽¹⁾ 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

¹⁾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	
Isolierhülle:	Glasseide
Verseilung:	2 Adern gemeinsam
Mantel:	Besilen®
Form:	rund
Leiterquerschnitt:	2 x 0,22 mm ²
Leiteraufbau:	7 x 0,20 mm Ø
Außen-Ø:	ca. 4,8 mm
Gewicht / 100 m:	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.

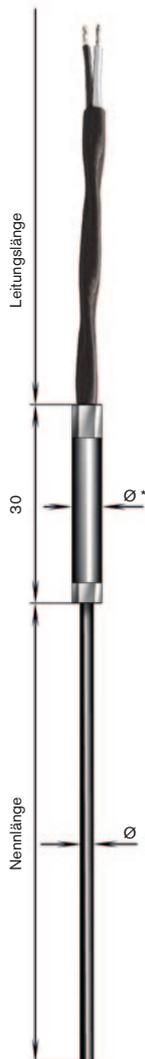
Technische Daten	
Mindestbiegeradius:	7,5 x d
Temperaturbereich der Isolation:	bewegt: -25/ +180°C nicht bewegt: -40/ +180°C kurzzeitig: +250°C
Isolationswiderstand:	>1MΩ x km
Halogenfreiheit:	nach DIN VDE 0472 Teil 815 + IEC 60754-1 für Silikon
Brennverhalten:	flammhemmend und selbstverlöschend nach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

THERMOELEMENTE

MTE 205

Mantel-Thermoelement mit PFA-Anschlussleitung Th 22 LTT

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



THERMOPAAAR:

- 1 x L⁽¹⁾ 1 x J 1 x K
 2 x L⁽¹⁾ 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

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

ANSCHLUSSLEITUNG TH 22 LTT

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

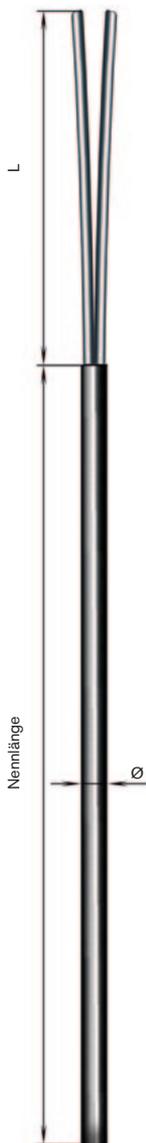
Technische Daten	
Mindestbiegeradius:	7,5 x d
Strahlenbeständigkeit:	5 x 10 ⁶ cJ/kg
Temperaturbereich der Isolation:	bewegt: -55/ +250°C nicht bewegt: -90/ +250°C kurzzeitig: +260°C
Brennverhalten:	flammschützend und selbstverlöschend nach IEC 60332-1-2 und EN 60332-1-2
Chem. Beständigkeit:	sehr gut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

THERMOELEMENTE

MTE 301

Mantel-Thermoelement mit freigelegten Anschlussenden

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



THERMOPAAAR:

- 1 x L⁽¹⁾ 1 x J 1 x K
 2 x L⁽¹⁾ 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

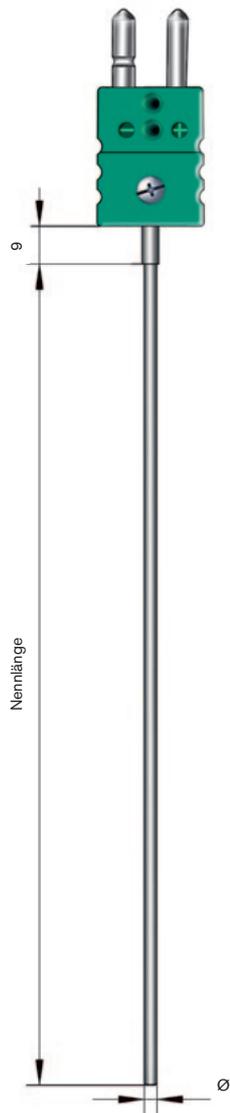
¹⁾Die DIN-Norm 43710 ist seit 04/94 nicht mehr gültig

THERMOELEMENTE

MTE 302

Mantel-Thermoelement mit Thermostecker

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



THERMOPAAAR:

- 1 x L⁽¹⁾ 1 x J 1 x K
 2 x L⁽¹⁾ 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

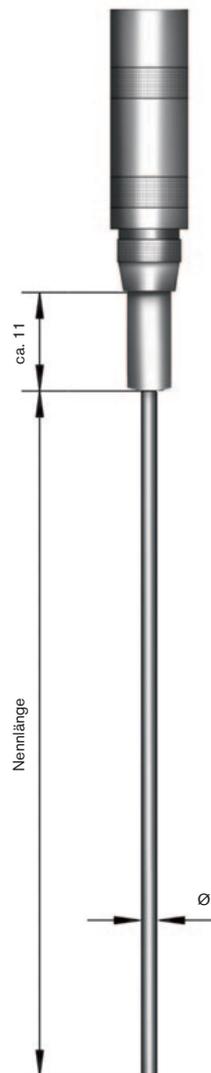
¹⁾Die DIN-Norm 43710 ist seit 04/94 nicht mehr gültig

THERMOELEMENTE

MTE 303

Mantel-Thermoelement mit Lemo-Verbindungselement

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



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

THERMOPAAAR:

- 1 x L⁽¹⁾ 1 x J 1 x K
 2 x L⁽¹⁾ 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

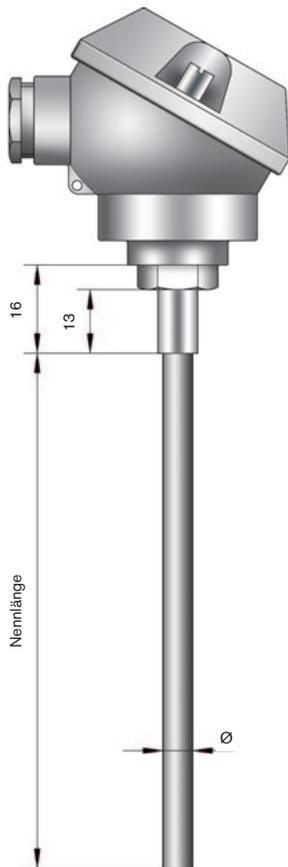
NENNLÄNGE: _____ mm

THERMOELEMENTE

MTE 304

Mantel-Thermoelement mit Anschlusskopf

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



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

THERMOPAAAR:

- 1 x L⁽¹⁾ 1 x J 1 x K
 2 x L⁽¹⁾ 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

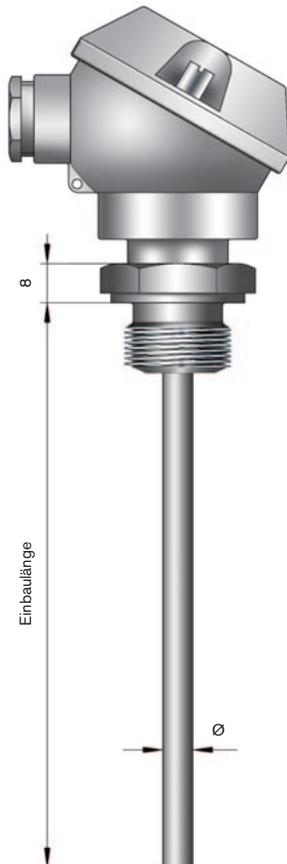
NENNLÄNGE: _____ mm

THERMOELEMENTE

MTE 305

Mantel-Thermoelement mit Anschlusskopf und Gewinde

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



THERMOPAAAR:

- 1 x L⁽¹⁾ 1 x J 1 x K
 2 x L⁽¹⁾ 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

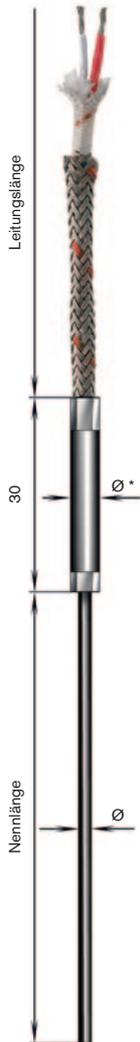
¹⁾ Die DIN-Norm 43710 ist seit 04/94 nicht mehr gültig

WIDERSTANDSTHERMOMETER

MWT 501

Mantel-Widerstandsthermometer mit PFA-Anschlussleitung TGV

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 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	
Isolierhülle:	PFA
Verseilung:	Adern gemeinsam
Beflechtung:	Glasseide
Armierung:	nicht rostendes Stahldrahtgeflecht (VA) mit Kennfaden
Form:	rund
Leiterquerschnitt:	0,18 mm ²

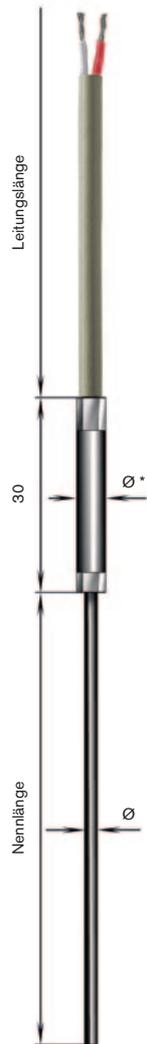
Technische Daten	
Mindestbiegeradius:	12 x d
Temperaturbereich der Isolation:	bewegt: max. +250°C nicht bewegt: max. +250°C bei eingeschränkter Gebrauchsdauer: +260°C
Isolationswiderstand:	> 1MΩ x km
Brennverhalten:	Keine Brandweiterleitung nach IEC 60332 + EN 60332 Cat. C bzw. D. flammhemmend und selbstverlöschend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

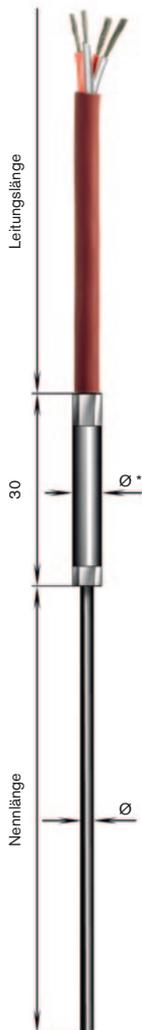
Technische Daten	
Mindestbiegeradius:	fest verlegt: 5 x d frei beweglich: 10 x d
Temperaturbereich der Isolation:	bewegt: -5°C/+70°C nicht bewegt: -30°C/+70°C
Strahlenbeständigkeit:	8 x 10 ⁷ cJ/kg
Brennverhalten:	Keine Brandweiterleitung nach IEC 60332 + EN 60332 Cat. C bzw. D. Flammhemmend und selbstverlöschend 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



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

*Ausführung der Hülse entsprechend Mantel-Ø und Anschlussleitung



**Mantel-Ø: 1,5 mm
auf Anfrage**

ANSCHLUSSLEITUNG BiHF

Aufbau	
Isolierhülle:	Besilen®(Silikon)
Verseilung:	in Lagen
Mantelmaterial:	Besilen®(Silikon)
Leiterquerschnitt:	0,25 mm ²

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

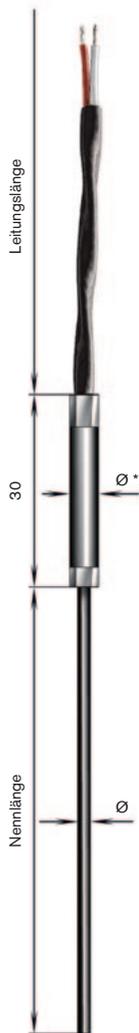
Technische Daten	
Mindestbiegeradius:	fest verlegt: 4 x d frei beweglich: 6 x d
Temperaturbereich der Isolation:	bewegt: -25°C/+180°C nicht bewegt: -40°C/+180°C kurzzeitig: +250°C
Strahlenbeständigkeit:	8 x 10 ⁷ cJ/kg
Brennverhalten:	flammschützend und selbstverlöschend nach IEC 60332-1-2 und EN 60332-1-2.
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 ²

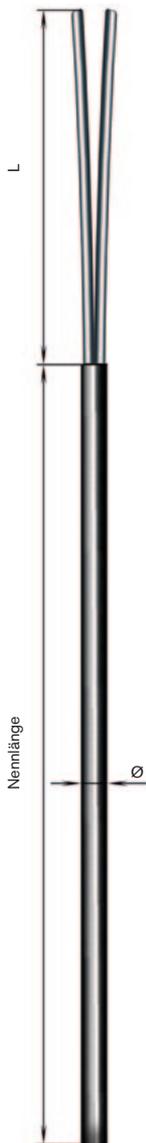
Technische Daten	
Mindestbiegeradius:	7,5 x d
Strahlenbeständigkeit:	5 x 10 ⁶ cJ/kg
Temperaturbereich der Isolation:	bewegt: -55/+250°C nicht bewegt: -90/+250°C bei eingeschränkter Gebrauchsdauer: +260°C
Brennverhalten:	flammschützend und selbstverlöschend nach IEC 60332-1-2 und EN 60332-1-2.
Chem. Beständigkeit:	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



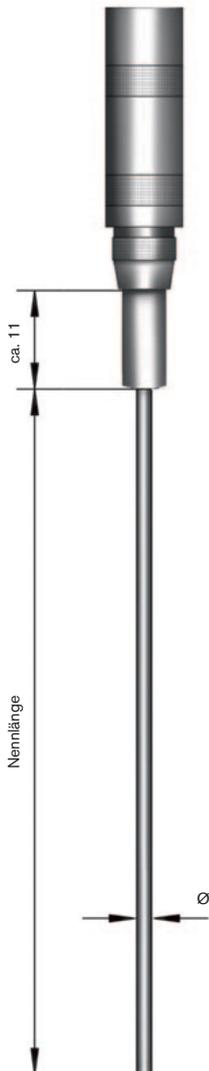
Mantel-Ø: 1,5 mm
auf Anfrage

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 Gr. 1 bei Mantel-Ø 1,6 mm – 4,5 mm 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



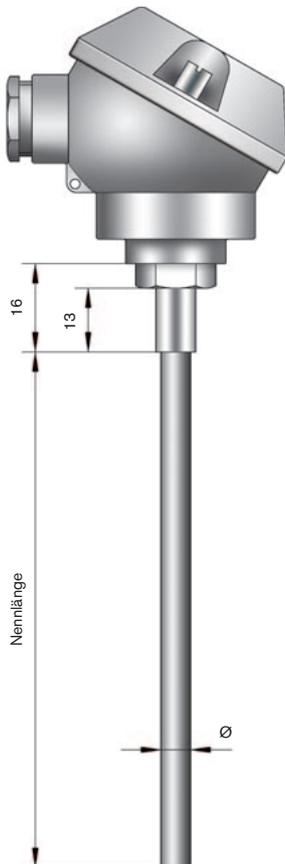
Mantel-Ø: 1,5 mm
auf Anfrage

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

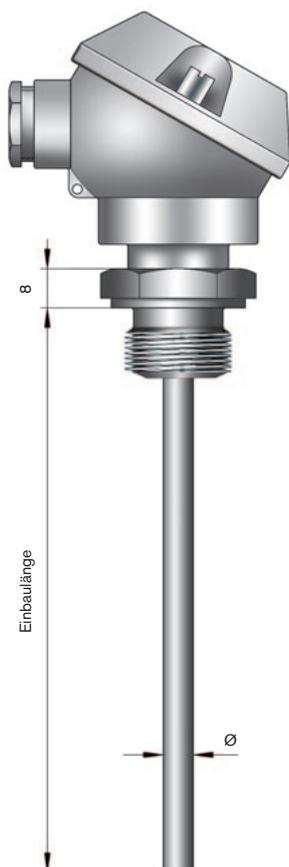
NENNLÄNGE: _____ mm

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)

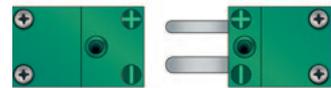
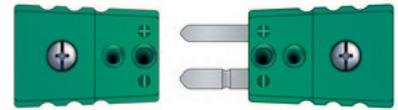
Standard Thermokupplung bis max. 200°C	
Art.-Nr.	MTE-Typ
T 021-007-104	J (Fe-CuNi)
T 021-000-679	K (NiCr-Ni)

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 ø mm	Gewinde	mit Druckring aus PTFE 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 ø mm	Gewinde	mit Keilring aus Edelstahl 1.4571 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 ø mm	Gewinde	mit Druckring aus PTFE 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 ø mm	Gewinde	mit Keilring aus Edelstahl 1.4571 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) 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) 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

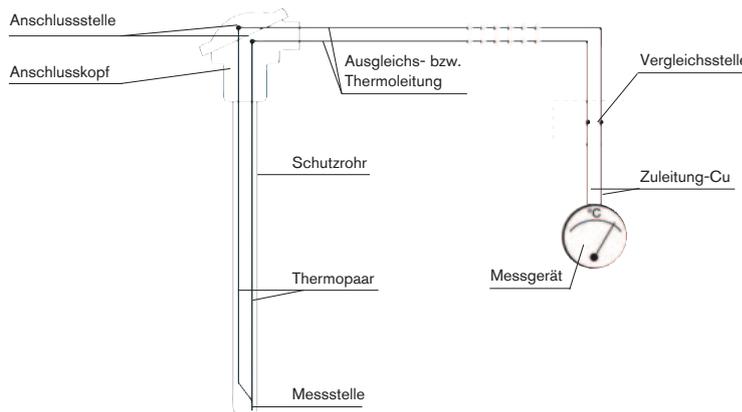
GRUNDLAGEN THERMOELEMENTE / ANSCHLUSSLEITUNGEN

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
Glasseide-isolierte Thermoleitungen (Draht)										
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 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 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 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 nicht bewegt: max. +400°C	DIN IEC 584 Klasse 1
Polyimid-isolierte Thermoleitungen (Draht)										
0433-9138		Thermoelementenleitung	Typ K	KN-Polyimid KP-blank/ Polyimid	2 x 0,2 mm	Draht	oval	ca. 0,9 x 0,5 mm	bewegt: -40°C bis +250°C nicht bewegt: -40°C bis +250°C	DIN IEC 584 Klasse 1, Toleranz +/- 1,5°C
0433-9186		Thermoelementenleitung	Typ K	KN-Polyimid KP-blank/ Polyimid	2 x 0,2 mm	Draht	oval	ca. 0,7 mm x 0,5 mm	bewegt: -40°C bis +250°C nicht bewegt: -40°C bis +250°C	DIN IEC 584 Klasse 1, Toleranz +/- 1,5°C
0433-9149		Thermoelementenleitung	Typ K	Polyimid + PTFE/ Polyimid	2 x 0,3 mm	Draht	oval	ca. 0,9 mm x 1,7 mm	bewegt: -40°C bis +250°C nicht bewegt: -40°C bis +250°C	DIN IEC 584 Klasse 1, Toleranz +/- 1,5°C
0433-9168		Thermoelementenleitung	Typ K	KN-Polyimid KP-PTFE/ Polyimid	2 x 0,2 mm	Draht	oval	ca. 1,0 mm x 0,8 mm	bewegt: -40°C bis +250°C nicht bewegt: -40°C bis +250°C	DIN IEC 584 Klasse 1
Polyimid/PFA-isolierte Thermoleitungen (Draht)										
0433-9196		Thermoelementenleitung	Typ K	KN-Polyimid KP blank/ Polyimid/ PFA	2 x 0,2 mm	Draht	rund	max. 1,0 mm	bewegt: -40°C bis +250°C nicht bewegt: -40°C bis +250°C	DIN IEC 584 Klasse 1
FEP-isolierte Thermoleitungen (Draht)										
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 nicht bewegt: -40°C bis +180°C	DIN IEC 584 Klasse 1
TPE-isolierte Thermoleitungen (Litze)										
0433-9177		Thermoelementenleitung	Typ K	TPE/TPE	2 x 0,2 mm²	Litze	rund	ca. 3,0 mm	bewegt: -40°C bis +90°C nicht bewegt: -40°C bis +90°C	DIN IEC 584 Klasse 1
FEP/Besilen® Ausgleichsleitungen (Litze)										
0433-9193		Ausgleichsleitung	Typ K	FEP/FEP/ Bi	2 x 0,2 mm²	Litze	rund	ca. 3,8 mm	bewegt: -25°C bis +180°C 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
FEP/Besilen® Anschlussleitung für Widerstandsthermometer (Litze)										
0470-9224		Anschlussleitung	verzinnte Cu-Litze. Cu-Zahl: 2,7 kg/km	FEP/Bi	2 x 0,14 mm ²	Litze	rund	ca. 2,8 mm	bewegt: -25°C bis +180°C 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 ²	Litze	rund	ca. 3,9 mm	bewegt: -25°C bis +180°C 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 ²	Litze	rund	ca. 3,0 mm	bewegt: -55°C bis +180°C nicht bewegt: -90°C bis +180°C	
FEP-isolierte Thermoleitungen (Litze)										
0433-9240		Thermoelementenleitung	Typ K	FEP	2 x 0,20 mm	Draht	rund	ca. 1,0 mm	bewegt: -25°C bis +180°C nicht bewegt: -25°C bis +180°C	DIN IEC 584, Klasse 1
0433-9157		Thermoleitung	Typ K	FEP/FEP	2 x 0,22 mm ²	Litze	oval	ca. 2,5 x 1,5 mm	bewegt: -25°C bis +180°C 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 ²	Litze	rund	ca. 2,0 mm	bewegt: -25°C bis +180°C 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 ² verseilte Paare	Litze	rund	ca. 6,4 mm	bewegt: -25°C bis +180°C 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 ² verseilte Paare	Litze	rund	ca. 6,9 mm	bewegt: -25°C bis +180°C 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 ² verseilte Paare	Litze	rund	ca. 7,7 mm	bewegt: -25°C bis +180°C 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 ² verseilte Paare	Litze	rund	ca. 8,3 mm	bewegt: -25°C bis +180°C 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 nicht bewegt: -90°C bis +180°C	DIN IEC 584 Klasse 1
FEP-isolierte Thermoleitungen mit Abschirmgeflecht (Litze)										
0435-9037		Thermoleitung	Typ K	FEP/C/FEP	2 x 0,22 mm ²	Litze	rund	ca. 2,6 mm	bewegt: -25°C bis +180°C nicht bewegt: -25°C bis +180°C	DIN IEC 584, Toleranz +/- 1,5°C
Besilen® - isolierte Thermoleitungen (Litze)										
0451-9019		Thermoleitung	Typ K	GL/Silikon	2 x 0,22 mm ²	Litze	rund	ca. 3,2 mm	bewegt: -25°C bis +200°C nicht bewegt: -25°C bis +200°C	DIN IEC 584 Klasse 1

GRUNDWERTE DER THERMOSPANNUNG IN mV

Temperatur t 90/°C	Typ K	Typ L	Typ J	Typ U	Typ T	Typ E	Typ N	Typ S	Typ R	Typ B
	+NiCr -Ni	+Fe -CuNi	+Fe -CuNi	+ECu -CuNi	+ECu -CuNi	+NiCr -CuNi	+NiCrSi -NiSi	+PtRh 10 -Pt	+PtRh 13 -Pt	+PtRh 30 -PtRh 6
	DIN EN 60584	¹⁾ DIN 43710	DIN EN 60584	¹⁾ 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

¹⁾ 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	∞	+/- 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 ⁽³⁾	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 ⁽³⁾	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

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

⁽²⁾ für die Grenzabweichung gilt der jeweils höhere Wert

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

EIGENSCHAFTEN VON THERMOPAAREN

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

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 (ASTM 105)	Unlegierter Stahl	Einschweiß- und Einschraubschutzrohre in Dampfleitungen
+500°C	1.5415 (AISI A204 Gr.A)	Niedriglegierter warmfester Stahl mit Molybdän-Zusatz	Einschweiß- und Einschraubschutzrohre
+540°C	1.7335 (AISI A182 F11)	Niedriglegierter warmfester Stahl mit Chrom- u. Molybdän-Zusatz	Einschweiß- und Einschraubschutzrohre
+570°C	1.7380 (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 (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 (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 (AISI 316L)	Höhere Korrosionsbeständigkeit gegenüber 1.4404, geringerer Delta-Ferritanteil	Pharmazeutische Industrie
+550°C*	1.4541 (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 (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 (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 (AISI 446)	Hohe Beständigkeit gegenüber schwefelhaltigen Gasen aufgrund hohen Chromgehaltes (Geringe Beständigkeit gegenüber stickstoffhaltigen Gasen)	Rauch- und Verbrennungsgase, Industrieöfen
+1150°C	1.4841 (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 (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 (Inconel 600)	Gute allgemeine Korrosionsbeständigkeit. Beständig gegen Spannungsrissskorrosion. Ausgezeichnete Oxydationsbeständigkeit. Nicht empfohlen bei CO ₂ - und schwefelhaltigen Gasen oberhalb 550°C und Natrium oberhalb 750°C	Druckwasserreaktoren, Kernkraft, Industrieöfen, Dampfkessel, Turbinen
+1100°C	1.4876 (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 Platin-Rhodium- 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 ⊕ ⊖	Kennzeichnung		Kennzeichnung		Kennzeichnung	
		THL	AGL	THL	AGL	THL	AGL
T	Cu - Cu Ni	 TX -25° bis +100°C		 0° bis +100°C	 0° bis +100°C	 -25° bis +200°C	
U	Cu - Cu Ni		 UX 0° bis +200°C				
J	Fe - Cu Ni	 JX -25° bis +200°C		 0° bis +200°C	 0° bis +200°C	 -25° bis +200°C	
L	Fe - Cu Ni		 LX 0° bis +200°C				
E	Ni Cr - Cu Ni	 EX -25° bis +200°C		 0° bis +200°C	 0° bis +200°C	 -25° bis +200°C	
K	Ni Cr - Ni	 KX -25° bis +200°C		 0° bis +200°C	 0° bis +200°C	 -25° bis +200°C	
K	Ni Cr - Ni	 KCA 0° bis +150°C				 0° bis +150°C	
K	Ni Cr - Ni	 KCB 0° bis +100°C			 0° bis +100°C	 0° bis +100°C	
N	Ni Cr Si - Ni Si	 NX -25° bis +200°C	 NC 0° bis +150°C				
R S	Pt Rh 13 - Pt Pt Rh 10 - Pt	 RCB/ SCB 0° bis +200°C		 0° bis +200°C	 0° bis +200°C	 0° bis +200°C	
B	Pt Rh 30 - Pt Rh 6			 0° bis +100°C		 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 100Ω bei 0°C . Platin-Widerstandsthermometer werden in den verschiedensten Ausführungsformen in der industriellen Messtechnik eingesetzt.

Standardmäßig werden Mantelwiderstandsthermometer für Temperaturbereiche von -50°C bis $+400^\circ\text{C}$ und -50°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 Messsensors 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 ^a °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])

^a [t] = Betrag der Temperatur in °C ohne Berücksichtigung des Vorzeichens.

Für Widerstandsthermometer, die dem obigen Zusammenhang entsprechen, ist der Temperaturkoeffizient α 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 °C	Grundwert 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.

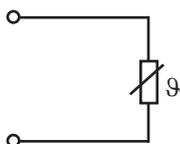
ANSCHLUSS VON WIDERSTANDSTHERMOMETERN

■ 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 mm²

spez. Widerstand: 0,0175 Ω mm² m⁻¹

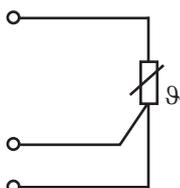
Leitungslänge: 50 m

Leitungsmaterial: E-Kupfer (E-CU)

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

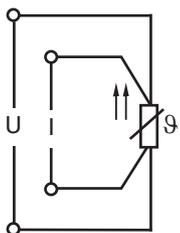
5,0 Ω entsprechen bei einem Pt 100 einer Temperaturänderung von 12,8°C. Um diesen Fehler zu vermeiden, kompensiert man den Leitungswiderstand auf elektrischem Wege. Die Elektronik des Gerätes ist dabei so ausgelegt, dass immer von einem Leitungswiderstand von 10 Ω ausgegangen wird. Beim Anschluss des 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.

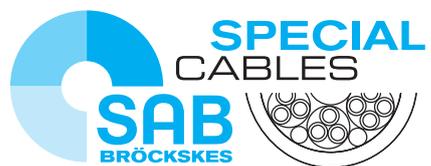
■ Die 4 - Leiterschaltung



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

info@sab-cable.com