

SCHUTZARMATUREN UND MESSEINSÄTZE



	Seite	
■ Das Unternehmen	3	
■ SAB worldwide	4-5	
■ Die Produkte Thermotechnik	6	
■ Die Produkte Flexible Leitungen	7	
■ Die Produkte Konfektion	7	
Schutzarmaturen für Messeinsätze		
■ T401 Thermometer ohne zusätzliches Schutzrohr Form MK	8	
■ T402 Thermometer mit 1 Messumformer im Deckel ohne zusätzliches Schutzrohr Form MK	8	
■ T403 Thermometer mit 1 Messumformer ohne zusätzliches Schutzrohr Form MK	9	
■ T404 Thermometer mit 2 Messumformern ohne zusätzliches Schutzrohr Form MK	9	
■ T411 / T413 Eintauch-Schutzarmaturen für Messeinsätze Ø 3 mm / Ø 8 mm	10	
■ T421 Einschraub-Schutzarmaturen für Messeinsätze Ø 6 mm	11	
■ T425 / T427 Flansch-Schutzarmaturen für Messeinsätze Ø 3 mm / Ø 6 mm	12	
■ T434 / T435 Einsteck-Schutzarmaturen für Messeinsätze Ø 3 mm / Ø 6 mm	13	
■ T433 / T445 Einschraub-Schutzarmaturen für Messeinsätze Ø 3 mm / Ø 6 mm	14	
■ T450 / T451 Einschweiß-Schutzarmaturen für Messeinsätze Ø 3 mm / Ø 6 mm	15	
Messeinsätze für Widerstandsthermometer		
■ T713 MWT Messeinsatz	16	
■ T720 MWT Messeinsatz mit 1 Messumformer	17	
■ T721 MWT Messeinsätze mit 1 Messumformer und mit Anschluss für 2. Messumformer	17	
Messeinsätze für Thermoelemente		
■ T752 MTE Messeinsatz mit Anschlusssockel	18	
■ T760 MTE Messeinsatz mit 1 Messumformer	18	
■ T761 MTE Messeinsatz mit 1 Messumformer und mit Anschluss für 2. Messumformer	18	
Zubehör		19-22
Allgemeines		
■ Einführung	23	
■ Allgemeine Anleitung für die Temperaturmessung	24	
■ Vergleich Thermoelemente / Widerstandsthermometer	25	
■ Ansprechzeiten Mantel-Thermoelemente / Mantel-Widerstandsthermometer	26	
■ Werkstoffe und ihr Einsatzbereich	27	
■ Belastungsdiagramme von Schutzrohren	28-29	
■ Technische Beschreibung zu Messeinsätzen	30	
■ Technische Beschreibung Messumformer	31	
■ HALAR®-Beschichtung	32	
■ Kalibrierungen / Prüfzeugnisse	33	
Thermoelemente		
■ Grundlagen Thermoelemente / Anschlussleitungen	34	
■ Grundwerte der Thermospannung in mV	35	
■ Ø-Toleranzen Mantel-Thermoelemente	36	
■ Eigenschaften von Thermopaaren	37	
■ Farbkennzeichnung und Temperaturbereiche	38	
Widerstandsthermometer		
■ Grundlagen Widerstandsthermometer	39	
■ Technische Beschreibung von Mantel-Widerstandsthermometern	39	
■ Grundwerte der Messwiderstände	40	
■ Klemmenbelegung / Farbkennzeichnung Anschlusssockel	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



SALES AND SERVICE

From our central stock in Viersen-Süchteln or our external stocks, we supply standard lengths as well as special dimensions, often within 24 hours. It is our strength to be at different places at the same time. This shows also our wide product range. Being always ready to deliver our products of constant quality is our strength at SAB Bröckskes. Challenge, obligation - but also guarantee at the same time. This is your advantage - we are present whenever you need our assistance.



● HEAD OFFICE

Germany

SAB Bröckskes GmbH & Co. KG
Grefrather Str. 204-212 b
41749 Viersen
Germany
Phone +49 (0) 2162 898-0
info@sab-cable.com
www.sab-kabel.de

● SUBSIDIARY

France (east)

Câblerie SAB S.A.
28, rue des Caillottes
Z.I. La Plaine des Isles
89000 Auxerre
France
Phone +33 3 869 466 94
info@cablerie-sab.fr
www.sab-cable.eu

● SUBSIDIARY

USA

SAB North America
344 Kaplan Drive
Fairfield, NJ 07004
USA
Phone +1 973 276 0500
info@sabcable.com
www.sabcable.com

● REPRESENTATION

Korea

TCC Thomas Cable Co. Ltd.
206 Yeocheon 3-gil, Ochang-eup
Cheongwon-gu, Cheongju-si
Chungcheongbuk-do
28127, South Korea
Phone + 82 43 211 9900
thomascable@thomaskorea.com
www.thomas.co.kr

● SUBSIDIARY

Netherlands

SAB Bröckskes Benelux
Bokkerijder 34
5571 MX Bergeijk
Netherlands
Phone +31 (0) 497 575 201
info@brockskes.nl
www.nl.sab-kabel.com

● SUBSIDIARY

France (west)

Auxicom
3 rue de la Lagune
Parc d'Activités de Viais
44860 Pont Saint Martin
France
Phone +33 2 518 976 76
info@auxicom.fr
www.auxicom.fr

● SUBSIDIARY

China

**SAB Special Cable
(Shanghai) Co. Ltd.**
Room 706,
Tower C. Bo Hui Plaza Nr. 768
South Zhongshan 1st Road,
Huangpu District, Shanghai, China
Phone + 86 21 583 508 43
sales@sab-broeckskes.net
www.sab-cable.cn

● REPRESENTATION

India

Alltronix
No. C-340, 6th Cross, 1st Stage,
Peenya Industrial Estate,
Bengaluru - 560 058, Karnataka
India
Phone +91 80 40838383
mail@alltronix.com
www.alltronix.com

WORLDWIDE

Here you will find the right contact worldwide for your service request.



REPRESENTATION

Singapore

Precision Technologies Pte Ltd
211 Henderson Road #13 - 02
Henderson Industrial Park
Singapore 159552
Phone +65 6273 4573
precision@pretech.com.sg
www.pretech.com.sg

REPRESENTATION

Temperature measurement Belgium

Ets. Fabritius SPRL
Av. van Volxem 180
1190 Brussels
Belgium
Phone +32 2 34 33 932
info@fabritius.be
www.fabritius.be

REPRESENTATION

Japan

JEPICO Corporation
Shinjuku Front Tower
21-1, Kita-Shinjuku 2-Chome
Shinjuku-Ku, Tokyo 169-0074
Japan
Phone +81 3 6362 9612
m_suzuki@jepico.co.jp
www.jepico.co.jp/english

REPRESENTATION

Sweden

OEM Automatic AB
Dalagatan 4
573 42 Tranas
Sweden
Phone +46 75 242 41 00
info@oem.se
www.oem.se/en

REPRESENTATION

Poland

Kabel-Projekt
Podkomorzego 3/15
83-000 Pruszcz Gdański
Poland
Phone + 48 602 211 405
krzysztof.pilip@kabel-projekt.com
www.kabel-projekt.pl

REPRESENTATION

Israel

TransElectric
27 Shaked Street,
Hevel Modiin Industrial Park
7319900 Shoham
Israel
Phone +972 73 2336600
info-tig@ti-group.co.il
ti-group.co.il

REPRESENTATION

Finland

OEM Finland Oy
Cable Department
Fiskarsinkatu 3
20750 Turku, Finland
Phone +358 207 499 499
info@oem.fi
www.oem.fi

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

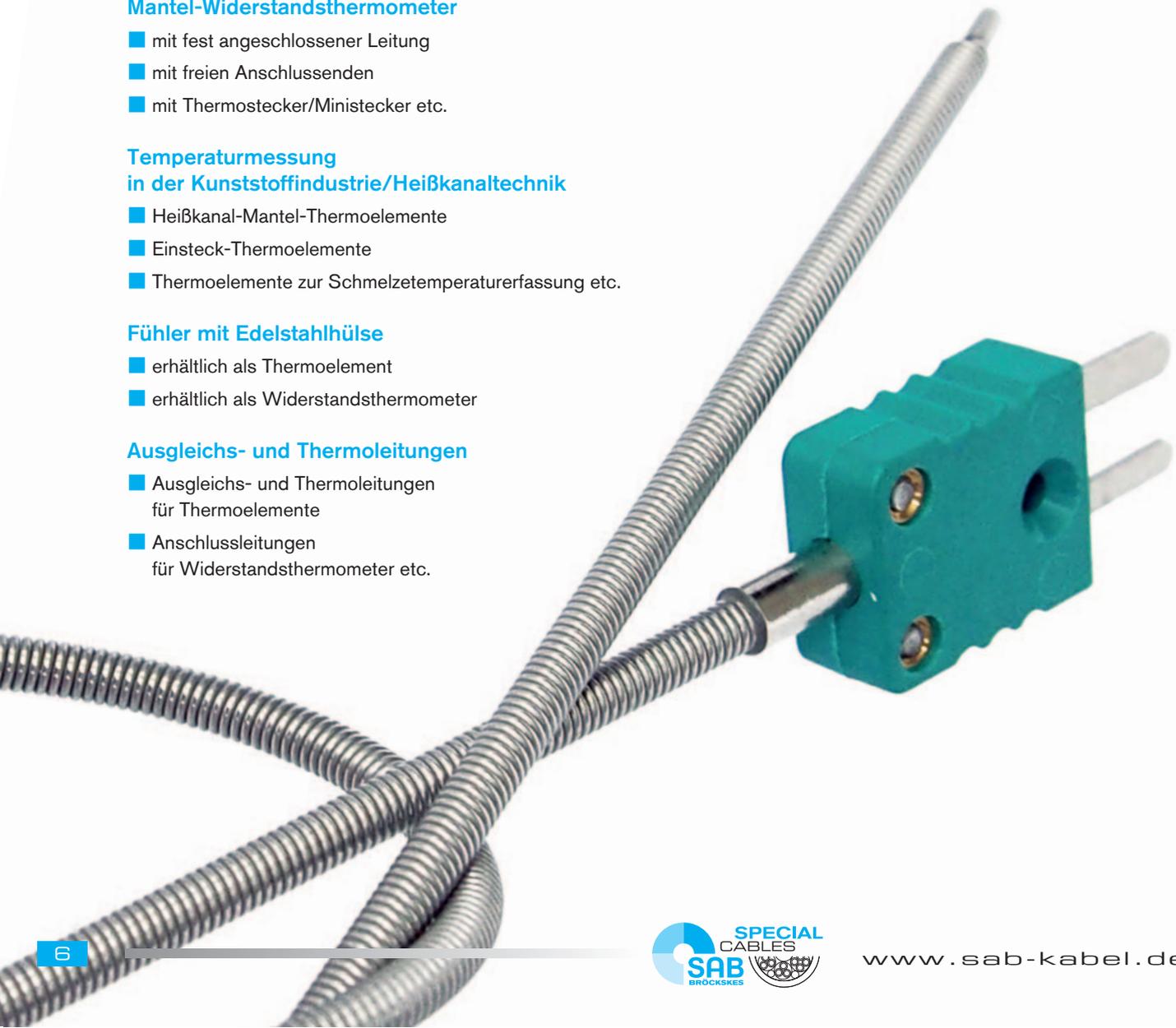
- erhältlich als Thermoelement
- erhältlich als Widerstandsthermometer

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 / UNSERE KABELKONFEKTION

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



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

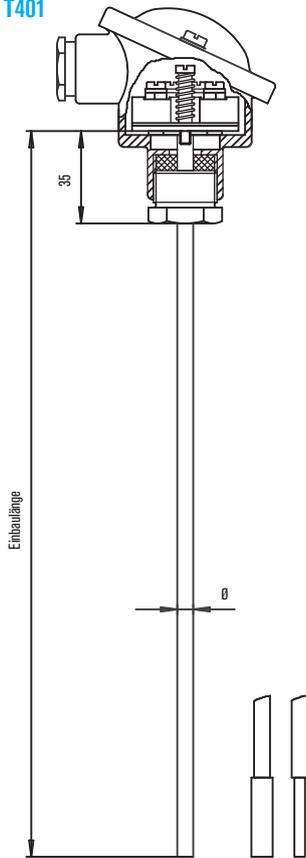


SCHUTZARMATUREN FÜR MESSEINSÄTZE

T401 Thermometer ohne zusätzliches Schutzrohr Form MK

T402 Thermometer mit 1 Messumformer im Deckel ohne zusätzliches Schutzrohr Form MK

T401



ANSCHLUSSKOPF:

- B (KE 122) DAN-S (KE 066) anderer Anschlusskopf: _____
 DAN-Z (KE 064) BNK (KK 029)

Ø MANTELLEITUNG / MESSSPITZE:

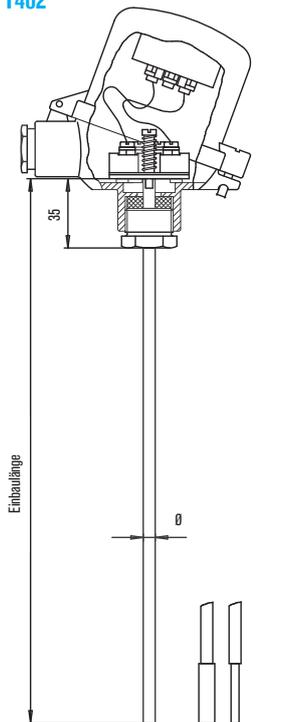
- 3.0/3.0 mm 6.0/8.0 mm
 4.5/4.5 mm 6.0/4.0 mm
 6.0/6.0 mm 8.0/8.0 mm andere Ø: _____

EINSATZLÄNGE:

- 255 mm 340 mm 435 mm 655 mm 1275 mm 2025 mm
 275 mm 375 mm 525 mm 735 mm 1425 mm 2425 mm
 290 mm 405 mm 555 mm 825 mm 1625 mm 3025 mm
 315 mm 430 mm 580 mm 1025 mm 1825 mm
 andere Längen: _____

**ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN ZUM THERMOELEMENT BZW. WIDERSTANDSTHERMOMETER
BITTE HIER ANGEBEN:**

T402



ANSCHLUSSKOPF:

- DAN-WZ (KE 202) DAN-WS (KE 204)
 anderer Anschlusskopf: _____

Ø MANTELLEITUNG / MESSSPITZE:

- 3.0/3.0 mm 6.0/8.0 mm
 4.5/4.5 mm 6.0/4.0 mm
 6.0/6.0 mm 8.0/8.0 mm andere Ø: _____

EINSATZLÄNGE:

- 255 mm 340 mm 435 mm 655 mm 1275 mm 2025 mm
 275 mm 375 mm 525 mm 735 mm 1425 mm 2425 mm
 290 mm 405 mm 555 mm 825 mm 1625 mm 3025 mm
 315 mm 430 mm 580 mm 1025 mm 1825 mm
 andere Längen: _____

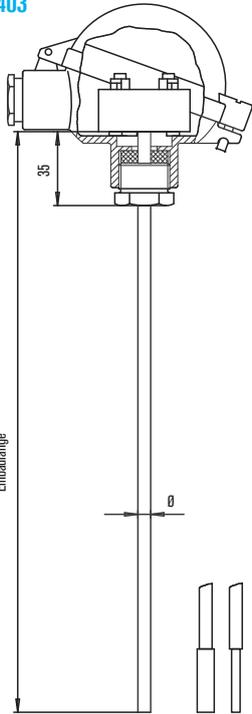
**ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN ZUM THERMOELEMENT BZW. WIDERSTANDSTHERMOMETER
BITTE HIER ANGEBEN:**

SCHUTZARMATUREN FÜR MESSEINSÄTZE

T403 Thermometer mit 1 Messumformer ohne zusätzliches Schutzrohr Form MK

T404 Thermometer mit 2 Messumformern ohne zusätzliches Schutzrohr Form MK

T403



ANSCHLUSSKOPF:

- DAN-Z (KE 064) DAN-S (KE 066)
 anderer Anschlusskopf: _____

Ø MANTELLEITUNG / MESSSPITZE:

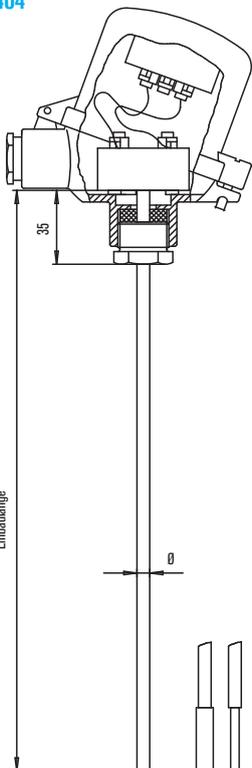
- 3.0/3.0 mm 6.0/8.0 mm
 4.5/4.5 mm 6.0/4.0 mm
 6.0/6.0 mm 8.0/8.0 mm andere Ø: _____

EINSATZLÄNGE:

- 255 mm 340 mm 435 mm 655 mm 1275 mm 2025 mm
 275 mm 375 mm 525 mm 735 mm 1425 mm 2425 mm
 290 mm 405 mm 555 mm 825 mm 1625 mm 3025 mm
 315 mm 430 mm 580 mm 1025 mm 1825 mm
 andere Längen: _____

**ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN ZUM THERMOELEMENT BZW. WIDERSTANDSTHERMOMETER
 BITTE HIER ANGEBEN:**

T404



ANSCHLUSSKOPF:

- DAN-WZ (KE 202) DAN-WS (KE 204)
 anderer Anschlusskopf: _____

Ø MANTELLEITUNG / MESSSPITZE:

- 3.0/3.0 mm 6.0/8.0 mm
 4.5/4.5 mm 6.0/4.0 mm
 6.0/6.0 mm 8.0/8.0 mm andere Längen: _____

EINSATZLÄNGE:

- 255 mm 340 mm 435 mm 655 mm 1275 mm 2025 mm
 275 mm 375 mm 525 mm 735 mm 1425 mm 2425 mm
 290 mm 405 mm 555 mm 825 mm 1625 mm 3025 mm
 315 mm 430 mm 580 mm 1025 mm 1825 mm
 andere Längen: _____

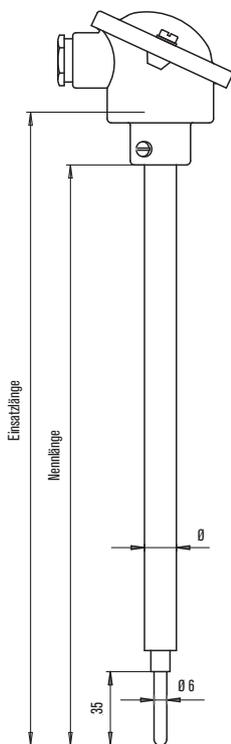
**ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN ZUM THERMOELEMENT BZW. WIDERSTANDSTHERMOMETER
 BITTE HIER ANGEBEN:**

SCHUTZARMATUREN FÜR MESSEINSÄTZE

T411 / T413

Eintauch-Schutzarmaturen für Messeinsätze \varnothing 3 mm / \varnothing 8 mm

T413 / FÜR MESSEINSATZ \varnothing 3 mm



SCHUTZROHR FORM AS MIT VERJÜNGTER MESSSPITZE (SCHNELLANSPRECHEND):

- 1.0305 \varnothing 15 x 2 mm
- 1.4571 \varnothing 15 x 2 mm
- 1.4762 \varnothing 15 x 2 mm
- 1.4841 \varnothing 15 x 2 mm

MESSEINSATZ:

- ohne Messeinsatz
- mit Messeinsatz: _____

BEFESTIGUNGSMÖGLICHKEIT:

- ohne
- mit Anschlagflansch
- mit Gewindemuffe G1/2 A
- mit Gewindemuffe G3/4 A
- mit Gewindemuffe G1 A
- mit Einschraubzapfen G1/2 A

ANSCHLUSSKOPF:

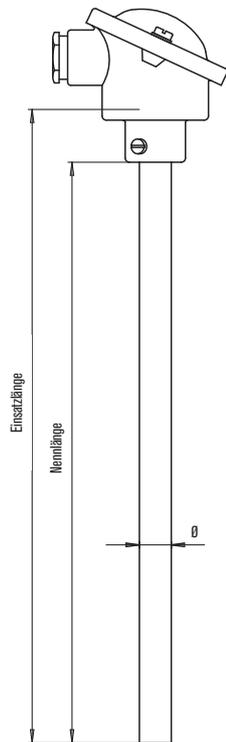
- B (KE 021)
- DAN-WS (KE 203)
- DAN-WZ (KE 201)
- DAN-S (KE 065)
- DAN-Z (KE 063)
- BNK (KK 028)
- anderer Anschlusskopf: _____

NENNLÄNGE / EINSATZLÄNGE:

- 500/ 525 mm
- 710/ 735 mm
- 1000/1025 mm
- 1400/1425 mm
- 2000/2025 mm
- 180/ 205 mm
- 250/275 mm
- 355/380 mm
- andere Längen: _____

ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN BITTE HIER ANGEBEN:

T411 / FÜR MESSEINSATZ \varnothing 8 mm



SCHUTZROHR FORM A NACH DIN 43763:

- 1.0305 \varnothing 15 x 3 mm
- 1.4571 \varnothing 15 x 2 mm, Spitze 15 x 3 mm
- 1.4762 \varnothing 15 x 2 mm
- 1.4841 \varnothing 15 x 2 mm

MESSEINSATZ:

- ohne Messeinsatz
- mit Messeinsatz: _____

BEFESTIGUNGSMÖGLICHKEIT:

- ohne
- mit Anschlagflansch
- mit Gewindemuffe G1/2 A
- mit Gewindemuffe G3/4 A
- mit Gewindemuffe G1 A
- mit Einschraubzapfen G1/2 A

ANSCHLUSSKOPF:

- B (KE 021)
- DAN-WS (KE 203)
- DAN-WZ (KE 201)
- DAN-S (KE 065)
- DAN-Z (KE 063)
- BNK (KK 028)
- anderer Anschlusskopf: _____

NENNLÄNGE / EINSATZLÄNGE:

- 500/ 525 mm
- 710/ 735 mm
- 1000/1025 mm
- 1400/1425 mm
- 2000/2025 mm
- 180/ 205 mm
- 250/275 mm
- 355/380 mm
- andere Längen: _____

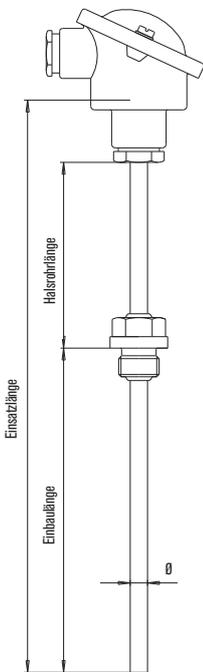
ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN BITTE HIER ANGEBEN:

SCHUTZARMATUREN FÜR MESSEINSÄTZE

T421

Einschraub-Schutzarmaturen für Messeinsätze Ø 6 mm

T421 / FÜR MESSEINSATZ Ø 6 mm



SCHUTZROHR FORM B:

- 1.3050 Ø 11 x 2 mm
- 1.4571 Ø 11 x 2 mm
- 1.4571 Ø 9 x 1 mm
- 1.7335 Ø 11 x 2 mm

MESSEINSATZ:

- ohne Messeinsatz
- mit Messeinsatz: _____

EINSCHRAUBGEWINDE:

- G 1/2 A
- G 3/4 A
- G 1 A
- ohne
- andere Gewinde: _____

ANSCHLUSSKOPF:

- B (KE 122)
- DAN-WZ (KE 202)
- ohne
- DAN-Z (KE 064)
- DAN-WS (KE 204)
- anderer Anschlusskopf: _____
- DAN-S (KE 066)
- BNK (KK 029)

EINBAU- / HALSROHR- / EINSATZLÄNGE:

- 100/120/255 mm
- 400/120/555 mm
- 670/120/825 mm
- 160/120/315 mm
- 500/120/655 mm
- 870/120/1025 mm
- 250/120/405 mm
- 580/120/735 mm
- andere Längen: _____

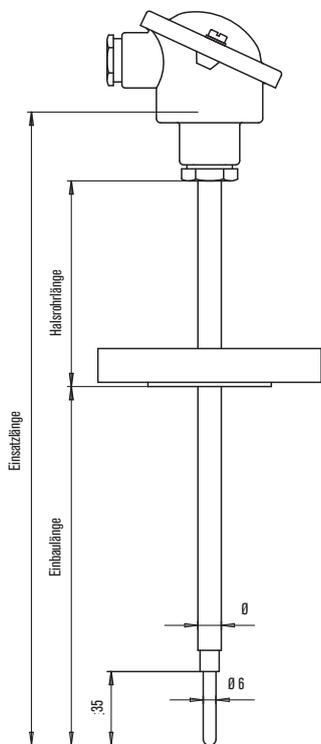
ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN BITTE HIER ANGEBEN:

SCHUTZARMATUREN FÜR MESSEINSÄTZE

T425 / T427

Flansch-Schutzarmaturen für Messeinsätze \varnothing 3 mm / \varnothing 6 mm

T427 / FÜR MESSEINSATZ \varnothing 3 mm



SCHUTZROHR FORM FS MIT VERJÜNGTER MESSSPITZE (SCHNELLANSPRECHEND):

- 1.4571 \varnothing 11 x 2 mm
- 1.4571 \varnothing 11 x 2 mm - HALAR® - Beschichtung

MESSEINSATZ:

- ohne Messeinsatz
- mit Messeinsatz: _____

FLANSCH:

- DN 20 PN 40 DIN EN 1092-1
- DN 40 PN 40 DIN EN 1092-1
- DN 25 PN 40 DIN EN 1092-1
- DN 50 PN 40 DIN EN 1092-1

ANSCHLUSSKOPF:

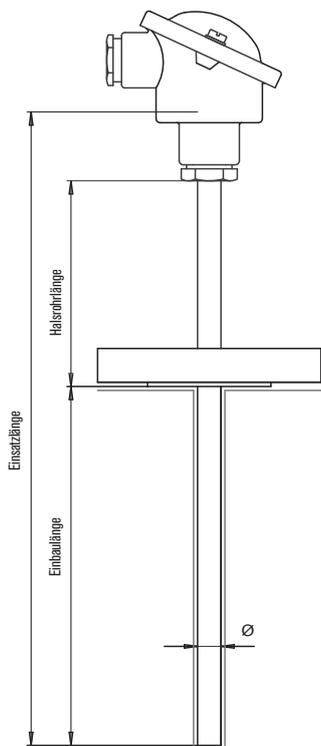
- B (KE 122)
- DAN-Z (KE 064)
- DAN-S (KE 066)
- DAN-WZ (KE 202)
- DAN-WS (KE 204)
- BNK (KK 029)
- ohne
- anderer Anschlusskopf: _____

EINBAU- / HALSROHR- / EINSATZLÄNGE:

- 100/120/255 mm
- 160/120/315 mm
- 250/120/405 mm
- 400/120/555 mm
- andere Längen: _____

ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN BITTE HIER ANGEBEN:

T425 / FÜR MESSEINSATZ \varnothing 6 mm



SCHUTZROHR FORM FS MIT VERJÜNGTER MESSSPITZE (SCHNELLANSPRECHEND):

- 1.4571 \varnothing 11 x 2 mm
- 1.4571 \varnothing 11 x 2 mm - HALAR® - Beschichtung

MESSEINSATZ:

- ohne Messeinsatz
- mit Messeinsatz: _____

FLANSCH:

- DN 20 PN 40 DIN EN 1092-1
- DN 40 PN 40 DIN EN 1092-1
- DN 25 PN 40 DIN EN 1092-1
- DN 50 PN 40 DIN EN 1092-1

ANSCHLUSSKOPF:

- B (KE 122)
- DAN-Z (KE 064)
- DAN-S (KE 066)
- DAN-WZ (KE 202)
- DAN-WS (KE 204)
- BNK (KK 029)
- ohne
- anderer Anschlusskopf: _____

EINBAU- / HALSROHR- / EINSATZLÄNGE:

- 100/120/255 mm
- 160/120/315 mm
- 250/120/405 mm
- 400/120/555 mm
- andere Längen: _____

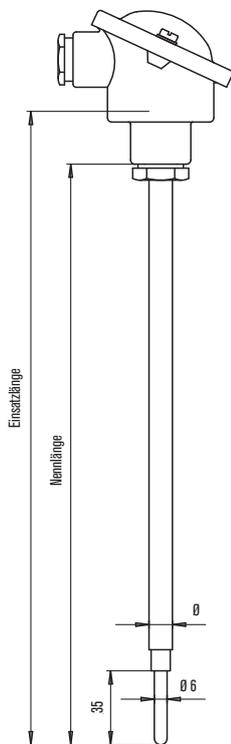
ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN BITTE HIER ANGEBEN:

SCHUTZARMATUREN FÜR MESSEINSÄTZE

T434 / T435

Einsteck-Schutzarmaturen für Messeinsätze Ø 3 mm / Ø 6 mm

T434 / FÜR MESSEINSATZ Ø 3 mm



SCHUTZROHR FORM VKS MIT VERJÜNGTER MESSSPITZE:

- 1.4571 Ø 12 x 2,5 mm

MESSEINSATZ:

- ohne Messeinsatz mit Messeinsatz: _____

EINSCHRAUBGEWINDE:

- G 1/2 A - Klemmverschraubung ohne
 1/2" NPT - Klemmverschraubung

ANSCHLUSSKOPF:

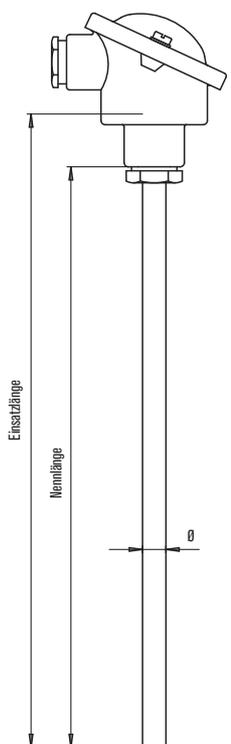
- B (KE 122) DAN-WZ (KE 202) ohne
 DAN-Z (KE 064) DAN-WS (KE 204) anderer Anschlusskopf: _____
 DAN-S (KE 066) BNK (KK 029)

NENN- / EINSATZLÄNGE:

- 250/275 mm 380/405 mm 530/555 mm
 290/315 mm 410/435 mm 630/655 mm
 350/375 mm 500/525 mm andere Längen: _____

ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN BITTE HIER ANGEBEN:

T435 / FÜR MESSEINSATZ Ø 6 mm



SCHUTZROHR FORM VK:

- 1.4571 Ø 12 x 2,5 mm 1.4571 Ø 10 x 1,5 mm
 1.4571 Ø 10 x 2 mm 1.4571 Ø 8 x 0,75 mm

MESSEINSATZ:

- ohne Messeinsatz mit Messeinsatz: _____

EINSCHRAUBGEWINDE:

- ohne G 1/2 A - Klemmverschraubung
 G 1/4 A - Klemmverschraubung 1/2" NPT - Klemmverschraubung

ANSCHLUSSKOPF:

- B (KE 122) DAN-WZ (KE 202) ohne
 DAN-Z (KE 064) DAN-WS (KE 204) anderer Anschlusskopf: _____
 DAN-S (KE 066) BNK (KK 029)

NENN- / EINSATZLÄNGE:

- 250/275 mm 380/405 mm 530/555 mm
 290/315 mm 410/435 mm 630/655 mm
 350/375 mm 500/525 mm andere Längen: _____

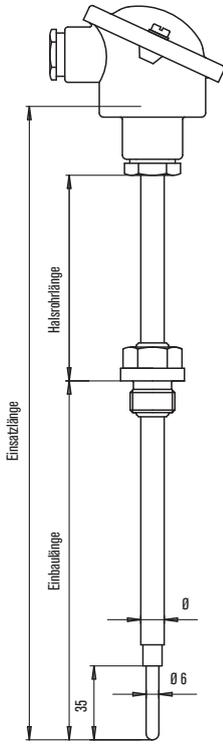
ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN BITTE HIER ANGEBEN:

SCHUTZARMATUREN FÜR MESSEINSÄTZE

T433 / T445

Einschraub-Schutzarmaturen für Messeinsätze \varnothing 3 mm / \varnothing 6 mm

T433 / FÜR MESSEINSATZ \varnothing 3 mm



SCHUTZROHR FORM BS MIT VERJÜNGTER MESSSPITZE:

- 1.4571 \varnothing 11 x 2 mm

MESSEINSATZ:

- ohne Messeinsatz mit Messeinsatz: _____

EINSCHRAUBGEWINDE:

- G 1/2 A G 3/4 A G 1 A
 M 20 x 1,5 ohne andere Gewinde: _____

ANSCHLUSSKOPF:

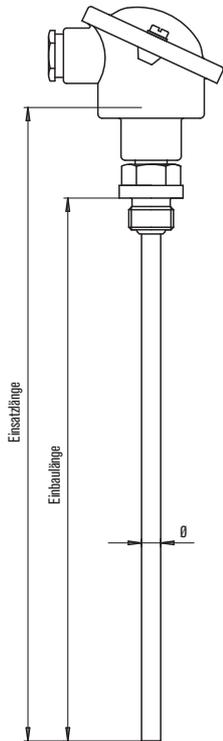
- B (KE 122) DAN-WZ (KE 202) ohne
 DAN-Z (KE 064) DAN-WS (KE 204) anderer Anschlusskopf: _____
 DAN-S (KE 066) BNK (KK 029)

EINBAU- / HALSROHR- / EINSATZLÄNGE:

- 100/120/255 mm 400/120/555 mm 670/120/825 mm
 160/120/315 mm 500/120/655 mm 870/120/1025 mm
 250/120/405 mm 580/120/735 mm andere Längen: _____

ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN BITTE HIER ANGEBEN:

T445 / FÜR MESSEINSATZ \varnothing 6 mm



SCHUTZROHR FORM BO OHNE HALSROHR:

- 1.4571 \varnothing 9 x 1 mm 1.4571 \varnothing 11 x 2 mm
 1.4571 \varnothing 8 x 0,9 mm 1.4571 \varnothing 12 x 2,5 mm

MESSEINSATZ:

- ohne Messeinsatz mit Messeinsatz: _____

EINSCHRAUBGEWINDE:

- G 1/2 A G 3/4 A G 1 A
 M 20 x 1,5 ohne andere Gewinde: _____

ANSCHLUSSKOPF:

- B (KE 021) DAN-WZ (KE 201) ohne
 DAN-Z (KE 063) DAN-WS (KE 203) anderer Anschlusskopf: _____
 DAN-S (KE 065) BNK (KK 028)

EINSATZLÄNGE:

- 100/145 mm 250/295 mm
 160/205 mm 400/445 mm andere Längen: _____

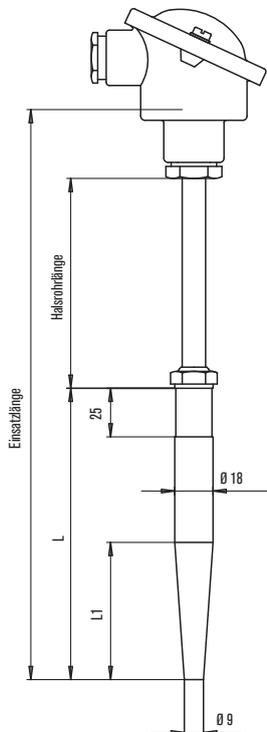
ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN BITTE HIER ANGEBEN:

SCHUTZARMATUREN FÜR MESSEINSÄTZE

T450 / T451

Einschweiss-Schutzarmaturen für Messeinsätze \varnothing 3 mm / \varnothing 6 mm

T451 / MESSEINSATZ \varnothing 3 mm



SCHUTZROHR FORM DS (SCHNELLANPRECHEND):

- ohne Form D 4S Form D 5S

SCHUTZROHR-WERKSTOFF:

- 1.7335 1.7380 1.4571 1.5415 1.4961
 bei Ausführung ohne Schutzrohr (Einschweißhülse)

MESSEINSATZ:

- ohne Messeinsatz mit Messeinsatz: _____

ANSCHLUSSKOPF:

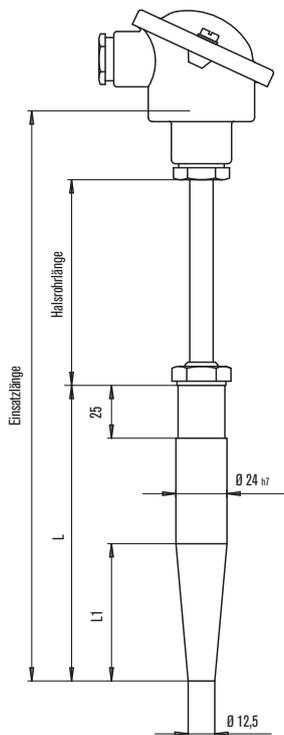
- B (KE 122) DAN-WZ (KE 202) ohne
 DAN-Z (KE 064) DAN-WS (KE 204) anderer Anschlusskopf:
 DAN-S (KE 066) BNK (KK 029) _____

HALSROHRLÄNGE:

- 140 mm

ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN BITTE HIER ANGEBEN:

T450 / FÜR MESSEINSATZ \varnothing 6 mm



SCHUTZROHR FORM D NACH DIN 43763:

- ohne Form D1 Form D2 Form D4 Form D5

SCHUTZROHR-WERKSTOFF:

- 1.7335 1.7380 1.4571 1.5415 1.4961
 bei Ausführung ohne Schutzrohr (Einschweißhülse)

MESSEINSATZ:

- ohne Messeinsatz mit Messeinsatz: _____

ANSCHLUSSKOPF:

- B (KE 122) DAN-WZ (KE 202) ohne
 DAN-Z (KE 064) DAN-WS (KE 204) anderer Anschlusskopf:
 DAN-S (KE 066) BNK (KK 029) _____

HALSROHRLÄNGE:

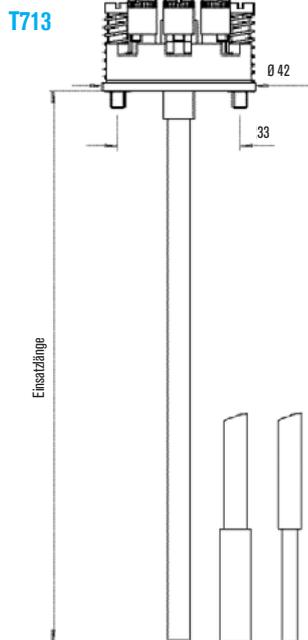
- 140 mm

ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN BITTE HIER ANGEBEN:

MESSEINSÄTZE FÜR WIDERSTANDSTHERMOMETER

T713

MWT Messeinsatz



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

Ø MANTELLEITUNG / MESSSPITZE / W.-NR.:

- 3.0/3.0/1.4541
- 4.5/4.5/1.4541
- 6.0/6.0/1.4541
- 6.0/4.0/1.4541
- 6.0/8.0/1.4541

MESSTEMPERATURBEREICH:

- 50 ... +400°C
- 50 ... +600°C
- 200 ... +600°C

EINSATZLÄNGE:

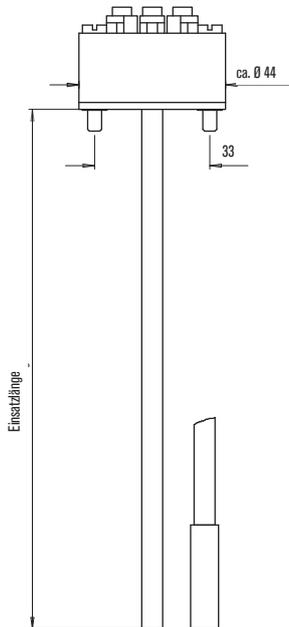
- 145 mm
- 205 mm
- 255 mm
- 275 mm
- 290 mm
- 315 mm
- 340 mm
- 375 mm
- 405 mm
- 430 mm
- 435 mm
- 455 mm
- 525 mm
- 580 mm
- 655 mm
- 735 mm
- 825 mm
- 1025 mm
- 1275 mm
- 1425 mm
- 1625 mm
- 1825 mm
- 2025 mm
- andere Längen: _____

MESSEINSÄTZE FÜR WIDERSTANDSTHERMOMETER

T720 MWT Messeinsätze mit 1 Messumformer

T721 MWT Messeinsätze mit 1 Messumformer und mit Anschluss für 2. Messumformer

T720



MESSWIDERSTAND:

- 1 x Pt 100 Klasse B (T720) 2 x Pt 100 Klasse B (T721)
- 1 x Pt 100 Klasse A (T720) 2 x Pt 100 Klasse A (T721)

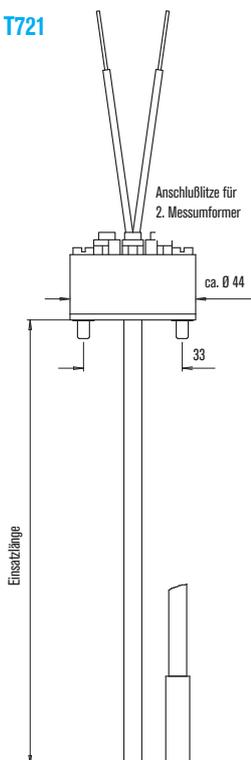
ANSCHLUSSARTEN DER INNENLEITER:

- 2 – Leiterschaltung (T720 + T721)
- 3 – Leiterschaltung (T720 + T721)
- 4 – Leiterschaltung (nur T720)

Ø MANTELLEITUNG / MESSSPITZE / W.-NR.:

- 3.0/3.0/1.4541 6.0/6.0/1.4541
- 4.5/4.5/1.4541 6.0/8.0/1.4541

T721



MESSTEMPERATURBEREICH:

- 50 ... +400°C
- 50 ... +600°C

EINSATZLÄNGE:

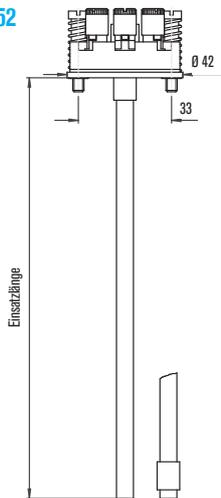
- 145 mm 405 mm 825 mm
- 205 mm 430 mm 1025 mm
- 255 mm 435 mm 1275 mm
- 275 mm 455 mm 1425 mm
- 290 mm 525 mm 1625 mm
- 315 mm 580 mm 1825 mm
- 340 mm 655 mm 2025 mm
- 375 mm 735 mm andere Längen: _____

MESSEINSÄTZE FÜR THERMOELEMENTE

T752 MWT Messeinsätze mit Anschlusssockel **T760** MWT Messeinsätze mit 1 Messumformer

T761 MWT Messeinsätze mit 1 Messumformer und mit Anschluss für 2. Messumformer

T752



THERMOPAAR:

- 1 x L (T752 + T760)
- 1 x J (T752 + T760)
- 1 x K (T752 + T760)
- 2 x L (T752 + T761)
- 2 x J (T752 + T761)
- 2 x K (T752 + T761)

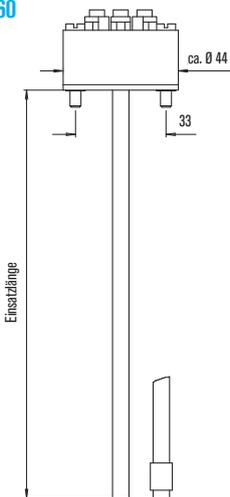
GRENZABWEICHUNG / AUSFÜHRUNG DER MESSSTELLE:

- Klasse 1 / Form A
- Klasse 1 / Form B
- Klasse 2 / Form A
- Klasse 2 / Form B

Ø MANTELLEITUNG / MESSSPITZE:

- 3.0
- 4.5
- 6.0
- 6.0/8.0

T760



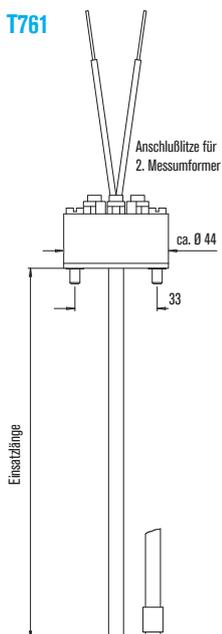
MANTELWERKSTOFF:

- 1.4541
- 2.4816

EINSATZLÄNGE:

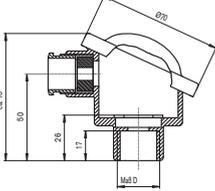
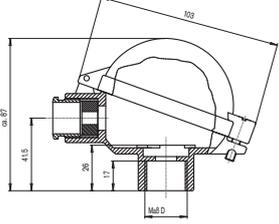
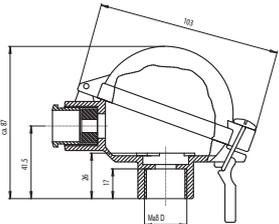
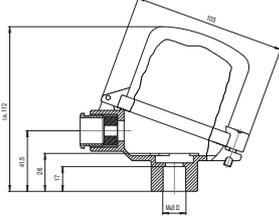
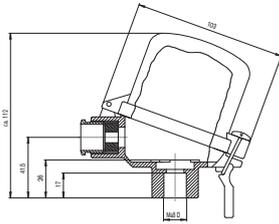
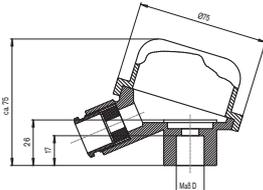
- 145 mm
- 205 mm
- 255 mm
- 275 mm
- 290 mm
- 315 mm
- 340 mm
- 375 mm
- 405 mm
- 430 mm
- 435 mm
- 455 mm
- 525 mm
- 580 mm
- 655 mm
- 735 mm
- 825 mm
- 1025 mm
- 1275 mm
- 1425 mm
- 1625 mm
- 1825 mm
- 2025 mm
- andere Längen: _____

T761



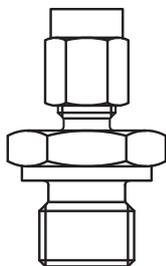
ZUBEHÖR

Anschlussköpfe

Zeichnung	Form	Werkstoff	Maß D mm	Schutzart	SAB-Typ	Gewicht ca. kg	Artikel-Nr.
	BA	Leichtmetall	Ø 15,8	IP 53	KE 021	0,14	Unterteil T030-031-667 Deckel T030-007-276
		Druckguss	M 24 x 1,5	IP 54	KE 122	0,127	Unterteil T030-030-531 Deckel T030-007-276
	DAN-Z	Leichtmetall	Ø 15,8	IP 53	KE 063	0,254	T030-007-237
		Druckguss	M 24 x 1,5	IP 65	KE 064	0,232	T030-007-238
	DAN-S	Leichtmetall	Ø 15,3	IP 53	KE 065	0,27	T030-037-035
		Druckguss	M 24 x 1,5	IP 65	KE 066	0,243	T030-007-236
	DAN-WZ	Leichtmetall	Ø 15,3	IP 53	KE 201	0,31	T030-007-239
		Druckguss	M 24 x 1,5	IP 65	KE 202	0,294	T030-007-240
	DAN-WS	Leichtmetall	Ø 15,3	IP 53	KE 203	0,32	T030-007-241
		Druckguss	M 24 x 1,5	IP 65	KE 204	0,303	T030-007-242
	BNK	Polyamid, schwarz	Ø 15,8	IP 53	KK 028	0,083	T030-007-226
			M 24 x 1,5	IP 54	KK 029	0,071	T030-007-227

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

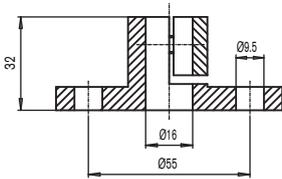
Hinweis:

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.

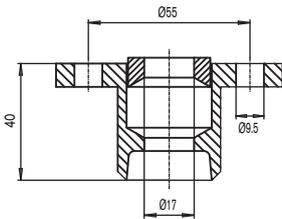
Klemmverschraubungen aus Edelstahl 1.4571 für...

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



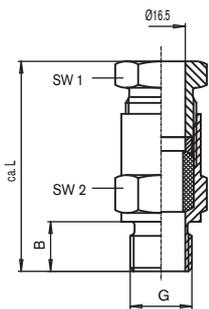
Anschlagflansch nach DIN 43734
(z.B. für Bauform T411 und T413 auf Seite 10)

für Rohr-Ø mm	Werkstoff	SAB Typ	Gewicht ca. kg	Artikel- Nr.
15,0	GTW-35	B 01	0,23	T 026-000-687



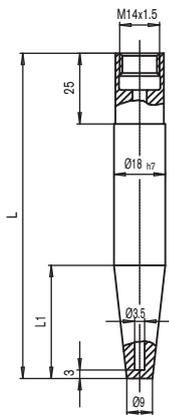
Gegenflansch nach DIN 43734
(z.B. für Bauform T411 und T413 auf Seite 10)

für Rohr-Ø mm	Werkstoff	SAB Typ	Gewicht ca. kg	Artikel- Nr.
15,0	GTW-S38	B 10	0,28	T 026-006-124



**Verschiebbare Gewindemuffen, gasdicht bis 1 bar aus Werkstoff 1.0711
vernickelt** (z.B. für Bauform T411 und T413 auf Seite 10)

für Rohr-Ø mm	Ge- winde G	Maß B mm	Maß SW1 mm	Maß SW2 mm	Maß - L mm	SAB Typ	Gewicht ca. kg	Artikel- Nr.
15,0	G 1/2 A	17	27	27	78	B 131	0,25	T 055-000-759
15,0	G 3/4 A	20	32	30	80	B 132 A	0,32	T 055-000-760
15,0	G 1/2 A	20	41	36	88	B 133 A	0,45	T 055-008-538

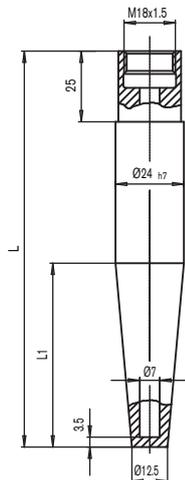


zu T451

Einschweiß-Schutzrohre Form D nach DIN 43763, für hohe Drücke

Form nach DIN	Einbaumaß L mm	Einbaumaß L1 mm	Werkstoff-Nr.	Gewicht ca. kg	Artikel-Nr.
D4S - L	140	65	1.7335	0,20	T 052-011-430
D5S - L	115	40	1.7335	0,17	T 052-011-431
D4S - M	140	65	1.7380	0,20	T 052-013-738
D5S - M	115	40	1.7380	0,17	T 052-013-739
D4S - K	140	65	1.4571	0,20	T 052-011-428
D5S - K	115	40	1.4571	0,17	T 052-011-429

* Für alle Schutzrohr-Werkstoffe liegen Abnahmezeugnisse nach DIN EN 10204-3.1 B vor.
Einschweiß-Schutzrohre mit Abnahmebescheinigung 3.1A (TÜV) nach DIN EN 10204 auf Anfrage!



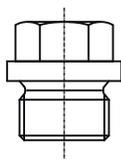
zu T450

Einschweiß-Schutzrohre Form DS nach DIN 43763, für hohe Drücke

Form nach DIN	Einbaumaß L mm	Einbaumaß L1 mm	Werkstoff-Nr.	Gewicht ca. kg	Artikel-Nr.
D1 - L	140	65	1.7335	0,34	T 052-007-862
D2 - L	200	125	1.7335	0,44	T 052-007-863
D4 - L	200	65	1.7335	0,53	T 052-007-864
D5 - L	260	125	1.7335	0,64	T 052-007-865
D1 - M	140	65	1.7380	0,34	T 052-007-866
D2 - M	200	125	1.7380	0,44	T 052-007-867
D4 - M	200	65	1.7380	0,53	T 052-007-868
D5 - M	260	125	1.7380	0,64	T 052-007-869
D1 - K	140	65	1.4571	0,34	T 052-007-857
D2 - K	200	125	1.4571	0,44	T 052-007-858
D4 - K	200	65	1.4571	0,53	T 052-007-859
D5 - K	260	125	1.4571	0,64	T 052-007-860

* Für alle Schutzrohr-Werkstoffe liegen Abnahmezeugnisse nach DIN EN 10204-3.1 B vor.
Einschweiß-Schutzrohre mit Abnahmebescheinigung 3.1A (TÜV) nach DIN EN 10204 auf Anfrage!

Verschlusschrauben für obige Einschweißhülsen



Gewinde nach 910	Werkstoff	Maße mm	Artikel-Nr.
M 18 x 1,5	Stahl	0,05	T 026-007-199
M 14 x 1,5	vernickelt	0,03	T 026-007-198

Dichtringe für obige Verschlusschrauben

nach DIN	Werkstoff	Maße mm	Artikel-Nr.
Form C 7603	Cu/KFC	Ø 18 x 22 x 2	T 020-005-973
Form C 7603	Cu/KFC	Ø 14 x 18 x 2	T 020-005-976

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.

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.

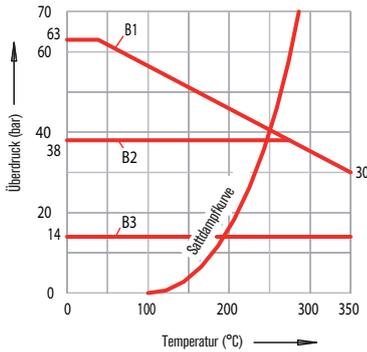
WERKSTOFFE UND IHR EINSATZBEREICH

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.

BELASTUNGSDIAGRAMME VON SCHUTZROHREN



◀ BELASTBARKEIT DER SCHUTZROHRE FORM B

**Werkstoff: St 35.8
(W.-Nr. 1.0305)**

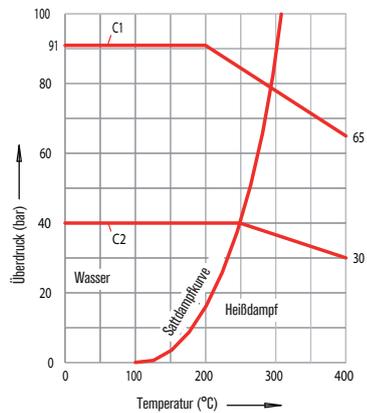
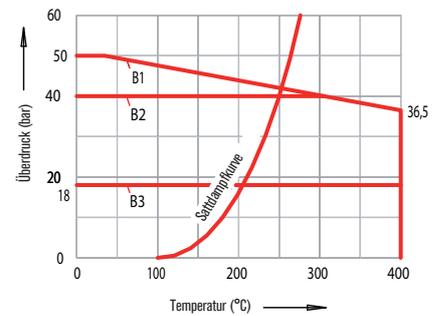
- Zulässige Strömungsgeschwindigkeit für Luft und Heißdampf: 25 m/s
für Wasser: 3 m/s
- Zulässiges Anzugsmoment des Einschraubzapfens: 50 Nm

BELASTBARKEIT DER SCHUTZROHRE FORM B ▶

**Werkstoff: X 6 CrNiMoTi 17 122
(W.-Nr. 1.4571)**

**Werkstoff: X 6 CrNiTi 1810
(W.-Nr. 1.4541)**

- Zulässige Strömungsgeschwindigkeit für Luft und Heißdampf: 25 m/s
für Wasser: 3 m/s
- Zulässiges Anzugsmoment des Einschraubzapfens: 50 Nm



◀ BELASTBARKEIT DER SCHUTZROHRE FORM C

**Werkstoff: St 35.8
(W.-Nr. 1.0305)**

- Zulässige Strömungsgeschwindigkeit für Luft und Heißdampf: 40 m/s
für Wasser: 5 m/s
- Zulässiges Anzugsmoment des Einschraubzapfens: 100 Nm

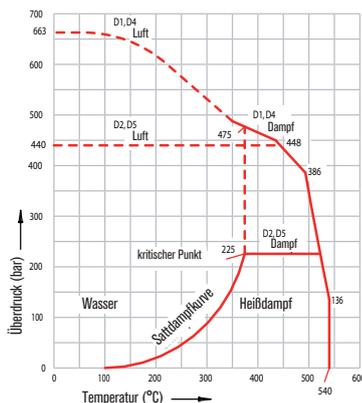
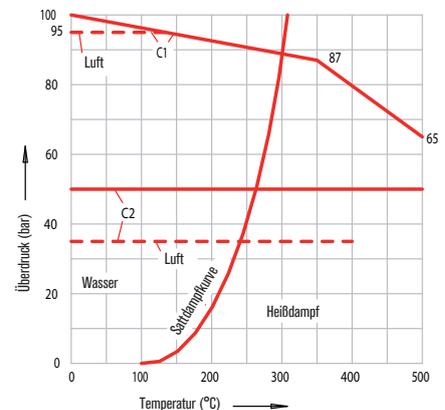
BELASTBARKEIT DER SCHUTZROHRE FORM C ▶

**Werkstoff: 13 CrMo 44
(W.-Nr. 1.7335)**

**Werkstoff: X 6 CrNiMoTi 17 122
(W.-Nr. 1.4571)**

**Werkstoff: X 6 CrNiTi 1810
(W.-Nr. 1.4541)**

- Zulässige Strömungsgeschwindigkeit für Luft und Heißdampf: 40 m/s
für Wasser: 5 m/s
- Zulässiges Anzugsmoment des Einschraubzapfens: 100 Nm
- Temperaturgrenze für W.-Nr. 1.4571 und 1.4541: 400°C

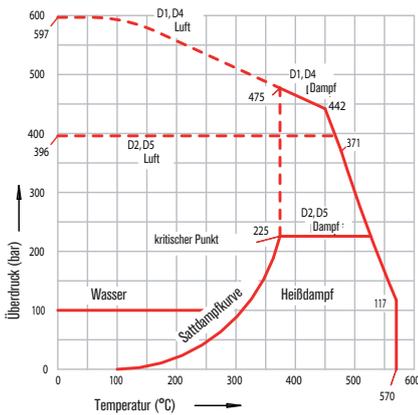


◀ BELASTBARKEIT DER SCHUTZROHRE FORM D

**Werkstoff: 13 CrMo 44
(W.-Nr. 1.7335)**

- Zulässige Strömungsgeschwindigkeit für Luft und Heißdampf: 60 m/s
für Wasser: bis 450 bar und bis 5 m/s

BELASTUNGSDIAGRAMME VON SCHUTZROHREN



◀ BELASTBARKEIT DER SCHUTZROHRE FORM D

Werkstoff: 10 CrMo 910
(W.-Nr. 1.7380)

- Zulässige Strömungsgeschwindigkeit für Luft und Heißdampf: 60 m/s
- Belastbarkeit in Wasser: bis 450 bar und bis 5 m/s

BELASTBARKEIT DER SCHUTZROHRE FORM G ▶

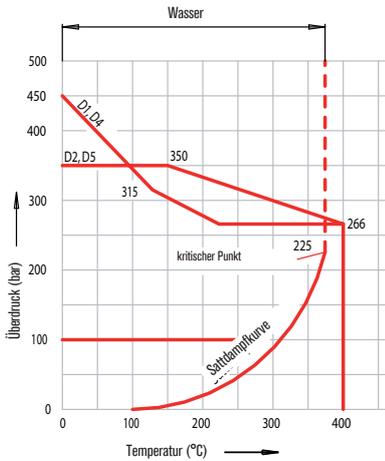
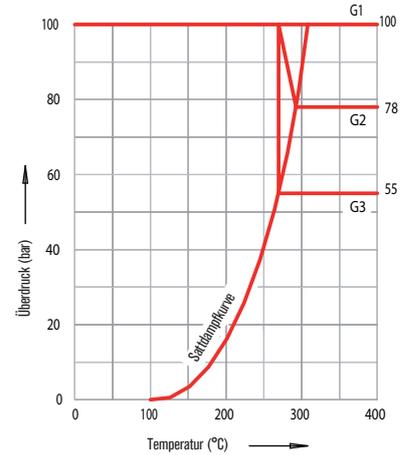
Werkstoff: X 6 CrNiMoTi 17 122
(W.-Nr. 1.4571)

Werkstoff: X 6 CrNiTi 1810
(W.-Nr. 1.4541)

- Zulässige Strömungsgeschwindigkeit für Heißdampf: 40 m/s
- für Wasser: 5 m/s
- für Luft: bis 400 °C

Form	10	20	30	40	m/s
G1	100	100	100	100	} bar
G2	100	100	98	58	
G3	100	100	58	38	

*Durch Flansch PN 40 bedingt.
Bei Verwendung von Flanschen PN 100 gelten die Belastungsangaben für Form E.



◀ BELASTBARKEIT DER SCHUTZROHRE FORM D

Werkstoff: X 6 CrNiMoTi 17 122
(W.-Nr. 1.4571)

Werkstoff: X 6 CrNiTi 1810
(W.-Nr. 1.4541)

- Schutzrohre D1 und D4: Zulässige Strömungsgeschwindigkeit für Luft, Wasser und Heißdampf: 60 m/s
- Schutzrohre D2 und D5: Zulässige Strömungsgeschwindigkeit für Luft: bis 60 m/s
- für Wasser und Heißdampf: bis 30 m/s

BELASTBARKEIT DER SCHUTZROHRE FORM E+F ▶

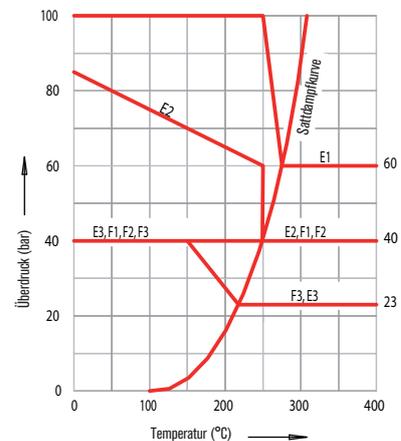
Werkstoff: X 6 CrNiMoTi 17 122
(W.-Nr. 1.4571)

Werkstoff: X 6 CrNiTi 1810
(W.-Nr. 1.4541)

- Zulässige Strömungsgeschwindigkeit für Heißdampf: 40 m/s
- für Wasser: 5 m/s
- für Luft: bis 400 °C

Form	10	20	30	40	m/s
F1 (E1)	40*(100)	40*(100)	40*(68)	40*(42)	} bar
F2 (E2)	40* (75)	40* (65)	40*(45)	25*(25)	
F3 (E3)	40* (58)	40* (45)	30*(30)	18*(18)	

*Durch Flansch PN 40 bedingt.
Bei Verwendung von Flanschen PN 100 gelten die Belastungsangaben für Form E.



TECHNISCHE BESCHREIBUNG ZU MESSEINSÄTZEN

Die Messeinsätze sind lieferbar als Thermoelemente in:

- Thermoelement: 1 x Typ K oder 2 x Typ K
1 x Typ J oder 2 x Typ J
1 x Typ L oder 2 x Typ L
- Grenزابweichung: Klasse 1 oder 2 nach DIN EN 60584 bei Typ K und J
- Grenزابweichung: in Anlehnung an DIN 43710 bei Typ L
- Mantelleitung: \varnothing 1,5 mm; \varnothing 3,0 mm; \varnothing 4,5 mm; \varnothing 6,0 mm oder 6,0 mm mit Messspitze \varnothing 8,0 mm
- Messumformer: mit einem oder auch mit zwei Messumformern

Die Messeinsätze sind lieferbar als Widerstandsthermometer in:

- Widerstandsthermometer: 1 x Pt 100 oder
2 x Pt 100 in
2-, 3-, 4-Leiterschaltung
- Temperaturbereiche: -50°C/+400°C oder -50°C/+600°C
- Grenزابweichung: Klasse A oder B nach DIN EN 60751
- Mantelleitung: \varnothing 1,6 mm; \varnothing 3,0 mm; \varnothing 4,5 mm; \varnothing 6,0 mm oder
6,0 mm mit Messspitze \varnothing 8,0 mm
- Messumformer: mit einem oder auch mit zwei Messumformern

Jeder von SAB hergestellte Messeinsätze trägt an der Unterseite des Anschlusssockels ein Typenschild, auf dem angegeben sind z.B.:

- **SAB**-Artikel-Nr.: T 752-041-724
- Art/Anzahl der eingebauten Thermoelemente: 2 x Typ K
- Temperaturbereich: -40°C / +1100°C
- **SAB**-Betriebs-Auftrags-Nr.: T084815
- Herstellwoche und Jahr: 37/07
- Klassengenauigkeit

TECHNISCHE BESCHREIBUNG MESSUMFORMER

■ Messumformer

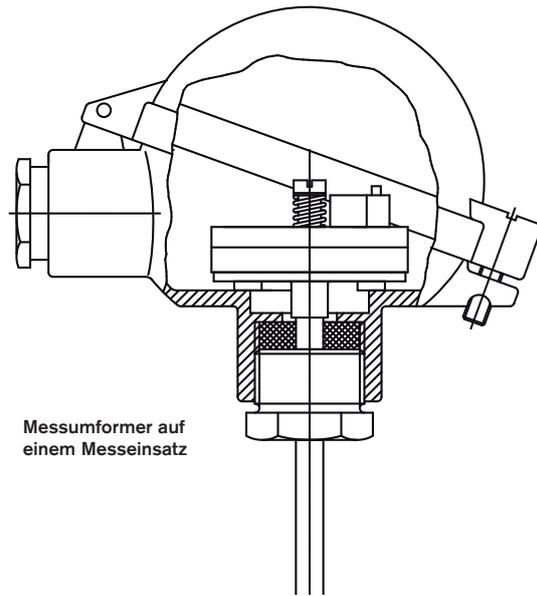
Um die Probleme der 2-Leiterschaltung (siehe Seite 42) zu umgehen und dennoch auf mehradrige Kabel verzichten zu können, verwendet man 2-Leiter-Messumformer.

Der Messumformer wandelt das Sensorsignal in ein normiertes, temperaturlineares Stromsignal von 4...20 mA um. Die Versorgung des Messumformers geschieht ebenfalls über die beiden Anschlussleitungen, man bedient sich hierbei eines Ruhestroms von 4 mA. Wegen des abgehobenen Nullpunkts wird auch von „life zero“ gesprochen.

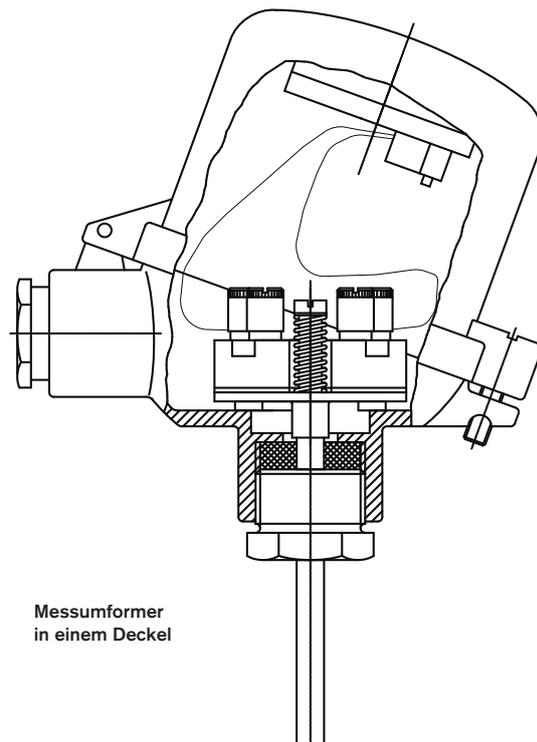
Der 2-Leiter-Messumformer bietet weiterhin den Vorteil, durch die Verstärkung des Signals dessen Störeempfindlichkeit bedeutend zu verringern. Bei der Platzierung des Messumformers gibt es zwei Bauformen. Da zur Verringerung der Störanfälligkeit des Signals die Strecke des unverstärkten Signals möglichst kurz gehalten werden soll, kann er direkt im Thermometer in dessen Anschlusskopf montiert sein.

Dieser optimalen Lösung widersprechen mitunter jedoch konstruktive Gegebenheiten oder die Tatsache, dass im Fehlerfall der Messumformer unter Umständen schwer erreichbar sein kann. In diesem Fall benutzt man einen Messumformer zur Tragschienenmontage im Schaltschrank. Den Vorteil des besseren Zugriffs erkaufte man sich dabei jedoch mit einer längeren Strecke, die das unverstärkte Signal zurücklegen muss.

In allen Schutzarmaturen mit einem entsprechendem Anschlusskopf sind Messumformer integrierbar. Eine preiswerte Lösung ist der direkte Aufbau des Messumformers auf den Messeinsatz (anstelle Keramiksockel). Wir empfehlen jedoch den Einbau in den erhöhten Deckel des Anschlusskopfes, wodurch ein einfacher Austausch erreicht wird und bei Ersatzbedarf auf Standardmesseinsätze zurückgegriffen werden kann.



Messumformer auf
einem Messeinsatz



Messumformer
in einem Deckel

■ Für den Einsatz in korrosiven Medien liefern wir Flansch-Schutzarmaturen mit einem Schutzüberzug aus Halar®.

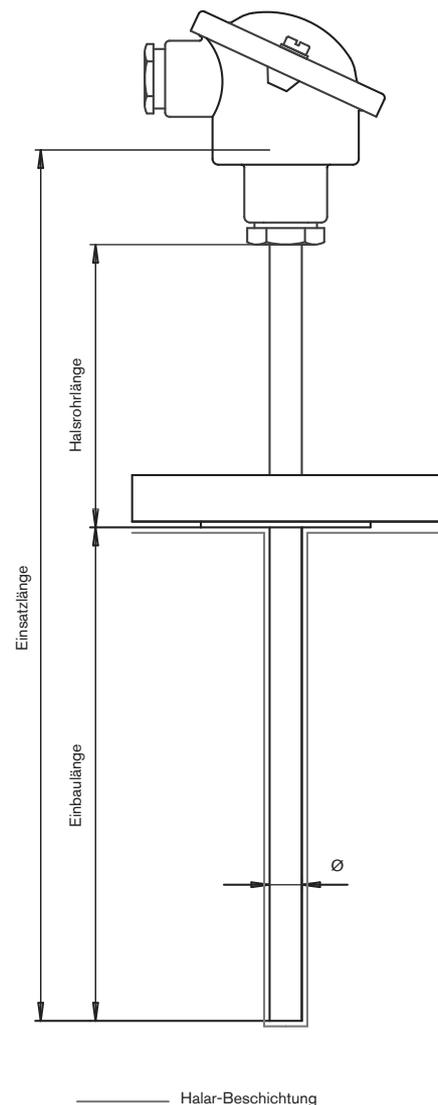
Da in vielen Teilen der Industrie immer mehr ein hoher Korrosionsschutz verlangt wird, z.B. durch höhere Auslastung der Kapazitäten, neue Technologien und Produktionsverfahren oder das Erreichen einer höheren Wirtschaftlichkeit bzw. Produktivität, wird die chemische und mechanische Stabilität immer mehr angesprochen. Aus diesem Grund bieten wir die Beschichtung mit Halar® an, um die Anforderungen zu erfüllen.

Halar® ist ein alternierendes Äthylen-Chlortri-Fluor-Copolymer (E-CTFE), welches sich mit einer ausgezeichneten Beständigkeit gegen chemische, elektrische und mechanische Belastungen auszeichnet. Außerdem besitzt es eine hohe Strahlen- und Wetterbeständigkeit.

Umfangreiche Versuche, die mit einer großen Anzahl von Chemikalien vorgenommen wurden, haben gezeigt, dass Halar® gänzlich unempfindlich gegen Spannungsrissbildung ist. Es konnten keine Chemikalien gefunden werden, die bei Temperaturen bis zu 120°C Halar®-Fluorpolymere auflösen. Eine Ausnahme bilden die chlorinierten Lösungsmittel, die Halar® bis zu einem gewissen Grad aufquellen lassen, die Eigenschaften jedoch nicht beeinträchtigen. Die maximale Dauereinsatztemperatur liegt bei 160°C. Hinzu kommt, dass Halar® eine hohe Vakuumbeständigkeit und hohe Widerstandsqualitäten, welche sich durch Zähigkeit, Abriebfestigkeit, Elastizität und Schlagfestigkeit auszeichnen, aufweist.

Es können Schichtdicken bis zu 1500µ erreicht werden. Die Mindestschichtdicke beträgt 300µ.

Falls nach der Beschichtung mechanische Bearbeitungen notwendig sind, sind diese in jedem Falle möglich.



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:

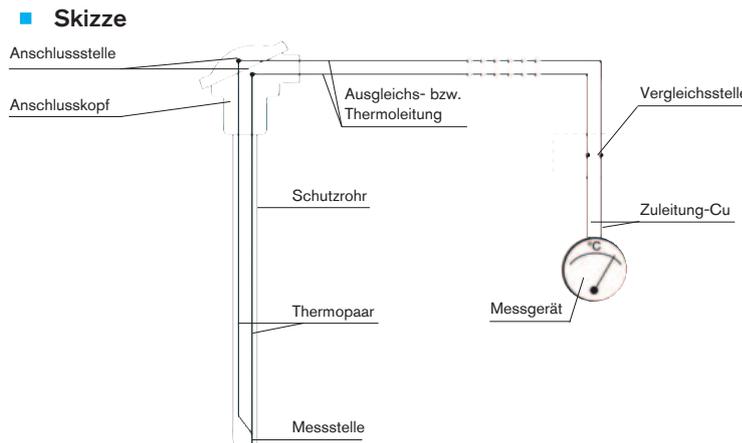
Ermittlung der 0,1-Wertzeit, der 0,5-Wertzeit und der 0,9-Wertzeit

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 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 Einstreuung sollten die Leitungen geschirmt sein bzw. verseilte Adern haben.

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	Allgemein	Zusammensetzung	Temperaturbereich	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

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 40.

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 26.

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.

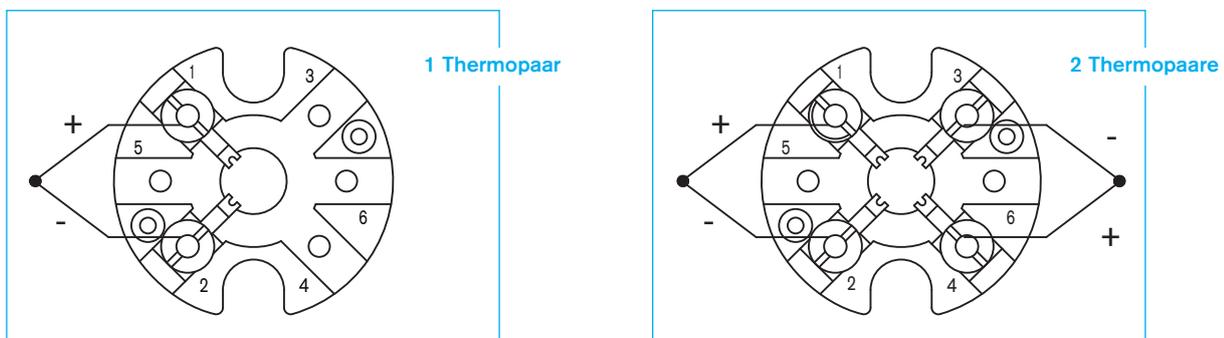
Widerstandsthermometer in anderen Genauigkeitsklassen und Gültigkeitsbereichen wie z.B. gem. DIN EN 60751:2009-5 (Klasse AA) sind auf Anfrage erhältlich.

KLEMMENBELEGUNG / FARBKENNZEICHNUNG ANSCHLUSSSOCKEL

Widerstandsthermometer - Messeinsätze

	1 x Pt 100	2 x Pt 100	3 x Pt 100
2-Leiter-schaltung	<p>ohne Kennzeichnung</p>		
3-Leiter-schaltung			
4-Leiter-schaltung			
Ab Anschluss-sockel in 4-Leiter-schaltung			

Thermoelement - Messeinsätze



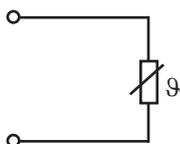
ANSCHLUSS VON WIDERSTANDSTHERMOMETERN

■ 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

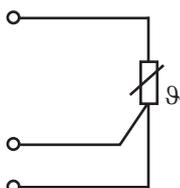
Leitungslänge: 50 m

Leitungsmaterial: E-Kupfer (E-CU)

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

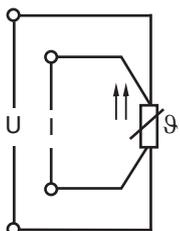
5,0 Ω entsprechen bei einem Pt 100 einer Temperaturänderung von 12,8°C. Um diesen Fehler zu vermeiden, kompensiert man den Leitungswiderstand auf elektrischem Wege. Die Elektronik des Gerätes ist dabei so ausgelegt, dass immer von einem Leitungswiderstand von 10 Ω ausgegangen wird. Beim Anschluss des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



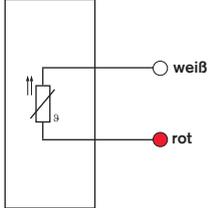
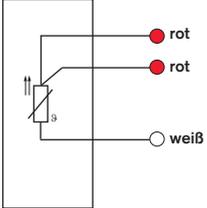
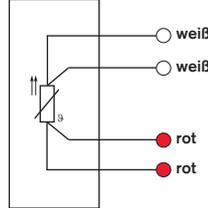
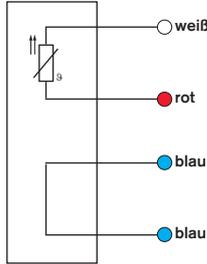
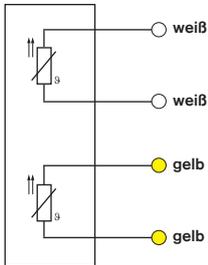
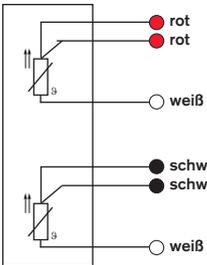
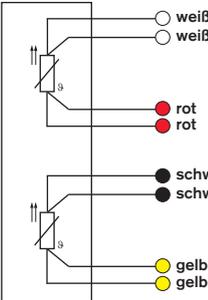
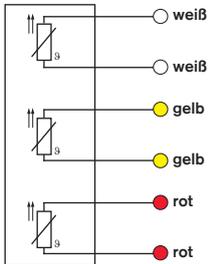
Um die Einflüsse der Leitungswiderstände und deren temperaturabhängige Schwankungen zu minimieren, wird statt der oben erläuterten Anschlusstechnik meist eine 3-Leiterschaltung verwendet. Hierbei wird eine zusätzliche Leitung zu einem Kontakt des Widerstandsthermometers geführt. Es bilden sich somit 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.

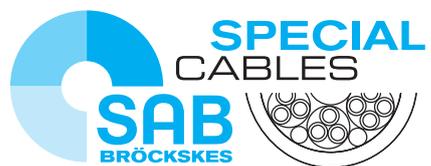
■ Die 4 - Leiterschaltung



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-cable.com

info@sab-cable.com