

# Widerstandsthermometer und Thermoelemente

nach DIN 43772

für den Maschinen-, Anlagen- und Apparatebau

Messeinsätze, Anschlussköpfe, Messumformer

Katalog **12**



Ludwig Schneider 

*Hochpräzise Messinstrumente für Temperatur und Dichte*



# Inhalt

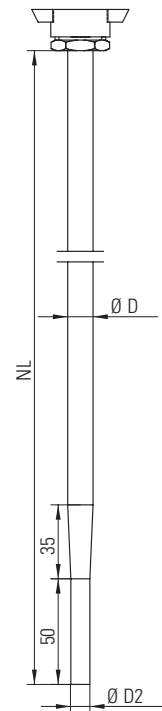
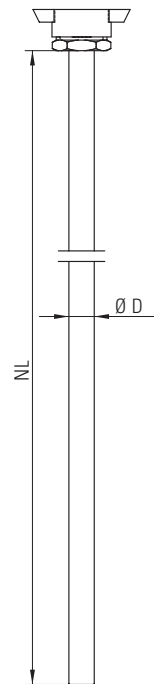
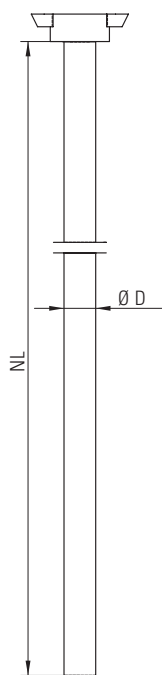
<b>Widerstandsthermometer</b>	<b>4-13</b>
Eintauch-Widerstandsthermometer mit Schutzrohr	4
Eintauch-Widerstandsthermometer ohne Schutzrohr	5
Einschraub-Widerstandsthermometer mit Halsrohr	6
Einschraub-Widerstandsthermometer ohne Halsrohr	7
Einschraub-Widerstandsthermometer mit perforiertem Schutzrohr	8
Flansch-Widerstandsthermometer	9
Einschweiß-Widerstandsthermometer mit 24er Einschweißhülse	10
Einschweiß-Widerstandsthermometer mit 30er Einschweißhülse	11
Messeinsätze für Widerstandsthermometer	12
Messumformer für Widerstandsthermometer	13
<b>Technische Daten Widerstandsthermometer</b>	<b>14-21</b>
Allgemeine Informationen	14
Messwiderstände	15
Grundwerte	16
Grenzabweichungen	18
Anschluss technik	20
<b>Thermoelemente</b>	<b>22-30</b>
Eintauch-Thermoelemente mit Schutzrohr	22
Eintauch-Thermoelemente ohne Schutzrohr	23
Einschraub-Thermoelemente mit Halsrohr	24
Einschraub-Thermoelemente ohne Halsrohr	25
Flansch-Thermoelemente	26
Einschweiß-Thermoelemente mit 24er Einschweißhülse	27
Einschweiß-Thermoelemente mit 30er Einschweißhülse	28
Messeinsätze für Thermoelemente	29
Messumformer für Thermoelemente	30
<b>Technische Daten Thermoelemente</b>	<b>32-36</b>
Allgemeine Informationen	32
Grundwerte	34
Grenzabweichungen	36
<b>Allgemeine Technische Daten</b>	<b>37-38</b>
Temperatur/Temperaturskala	37
Schutzrohre	37
Anschlussköpfe	38

# Eintauch-Widerstandsthermometer mit Schutzrohr



## Eintauch-Widerstandsthermometer nach DIN 43772

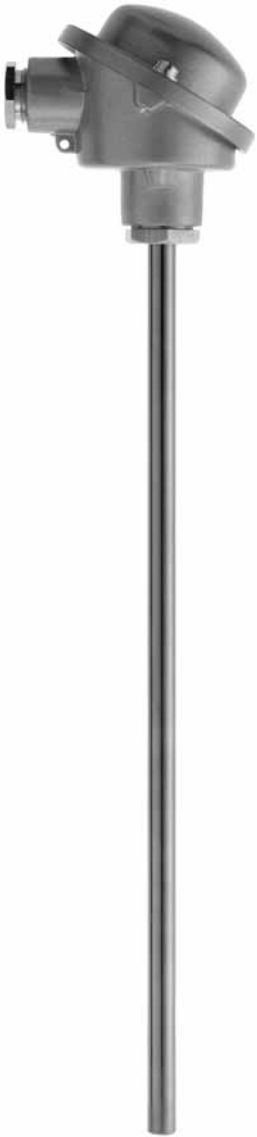
- einsetzbar in festen, flüssigen oder gasförmigen Medien
- für variable Einbaubedingungen (Eintauchtiefe einstellbar)
- bei Einsatz entsprechender Verschraubungen für Überdruckbetrieb geeignet
- für mäßige mechanische Belastungen
- mit Schutzrohr aus Edelstahl 1.4571
- Kabeleinführung des Anschlusskopfes ausrichtbar



Typ	WT-BA	WT-BE	WT-BE (R)
Bauart nach DIN 43772	Form 1	Form 2	<b>reaktionsschnell</b> Form 3
Schutzrohr-Durchmesser D [D2] (mm)	15	9/11/12/14	12[9]/14[11]
Eintauchlänge NL nach Norm (mm)	500...2.000	100...550	300...450
Einsatztemperatur (°C)		-100 bis +500	
Anschlußkopf (nach DIN)		Form B	
Anschluß		Keramiksockel mit Anschlussklemmen	
Sensortyp und Leiterschaltung		Pt 100 in 2-, 3- oder 4-Leiterschaltung; einfach oder doppelt	
Toleranzklasse (nach DIN EN 60751)		B	
Messeinsatz		auswechselbar	
Lieferbares Befestigungszubehör		Gegen- und Anschlag-Flansche, Durchgangsverschraubungen	

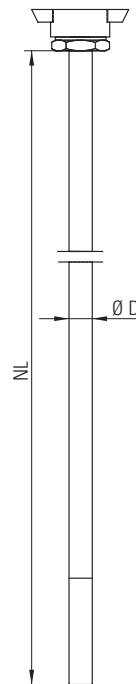
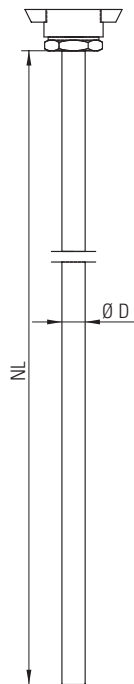
Neben den auf dieser Seite dargestellten Standardtypen liefern wir auf Anfrage auch spezielle Ausführungen (Abmessungen, Anschlussköpfe, Messumformer, Sensor-Typen und -Toleranzklassen, Vibrationsfestigkeit, Werkstoffe, DKD-Zertifikate etc.).

# Eintauch-Widerstandsthermometer ohne Schutzrohr



## Eintauch-Widerstandsthermometer

- einsetzbar in festen, flüssigen oder gasförmigen Medien
- für variable Einbaubedingungen (Eintauchtiefe einstellbar)
- schnelle Ansprech- und Reaktionszeit
- bei Einsatz entsprechender Verschraubungen für Überdruckbetrieb geeignet
- für geringe mechanische Belastungen
- ohne zusätzliches Schutzrohr
- zum direkten Einbau in das Medium
- Kabeleinführung des Anschlusskopfes ausrichtbar



Typ	<b>WT-BL-ME</b> starrer Messeinsatz	<b>WT-BL-MI</b> biegbarer Messeinsatz
Messeinsatz-Durchmesser (mm)	6/8	
Eintauchlänge NL (mm)	250...1.000	
Einsatztemperatur (°C)	-100 bis +500	
Anschlußkopf (nach DIN)	Form B	
Anschluß	Keramiksockel mit Anschlussklemmen	
Sensortyp und Leiterschaltung	Pt 100 in 2-, 3- oder 4-Leiterschaltung; einfach oder doppelt	
Toleranzklasse (nach DIN EN 60751)	B	
Messeinsatz (nicht auswechselbar)	starres Rohr aus Edelstahl	mineralisierte Mantelleitung, Messende starr
Lieferbares Befestigungszubehör	Durchgangverschraubungen	

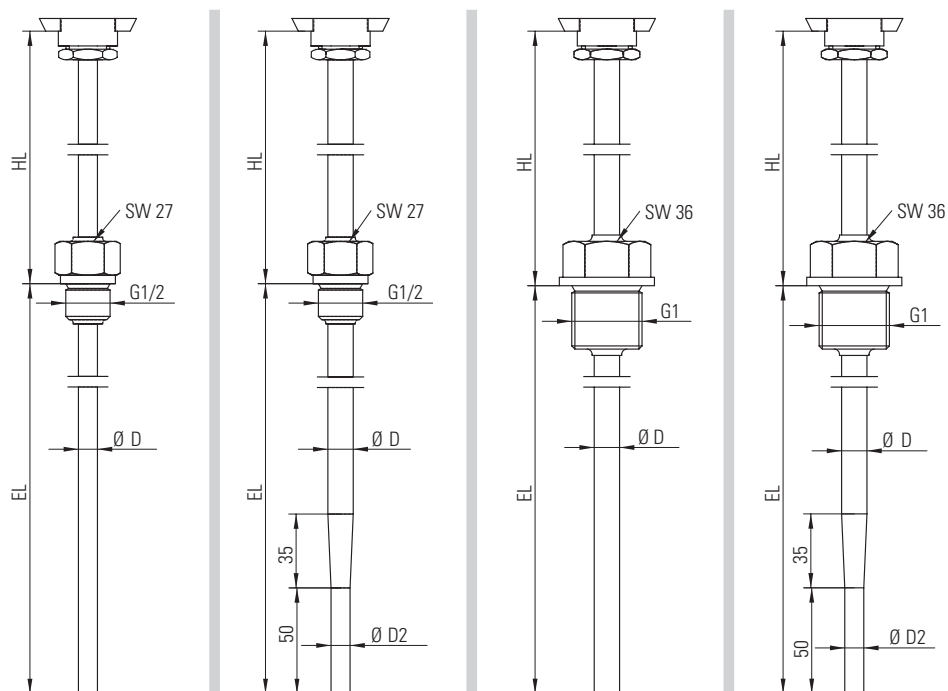
Neben den auf dieser Seite dargestellten Standardtypen liefern wir auf Anfrage auch spezielle Ausführungen (Abmessungen, Anschlussköpfe, Messumformer, Sensor-Typen und -Toleranzklassen, Vibrationsfestigkeit, Werkstoffe, DKD-Zertifikate etc.).

# Einschraub-Widerstandsthermometer mit Halsrohr



## Einschraub-Widerstandsthermometer nach DIN 43772

- einsetzbar in festen, flüssigen oder gasförmigen Medien
- für Anwendungen, die temperatur- oder einbaubedingt eine Distanz des Messkopfes erfordern
- mit fester Einbaulänge
- für Überdruckbetrieb geeignet
- für mäßige mechanische Belastungen
- mit Schutzrohr aus Edelstahl 1.4571
- zum direkten Einbau in das Medium
- Kabeleinführung des Anschlusskopfes ausrichtbar



Typ	WT-BB	WT-BB (R) reaktionsschnell	WT-BC	WT-BC (R) reaktionsschnell
Bauart nach DIN 43772	Form 2G	Form 3G	Form 2G	Form 3G
Befestigung	Einschraubgewinde G1/2		Einschraubgewinde G1	
Schutzrohr-Durchmesser D [D2] (mm)	9/11/12/14	12[9]/14[11]	11/12/14	12[9]/14[11]
Einbaulänge EL nach Norm (mm)	160...400	160...280	160...400	160...280
Halslänge HL nach Norm (mm)	145	147	145	147
Einsatztemperatur (°C)	-100 bis +500			
Anschlusskopf (nach DIN)	Form B			
Anschluß	Keramiksockel mit Anschlussklemmen			
Sensortyp und Leiterschaltung	Pt 100 in 2-, 3- oder 4-Leiterschaltung; einfach oder doppelt			
Toleranzklasse (nach DIN EN 60751)	B			
Messeinsatz	auswechselbar			

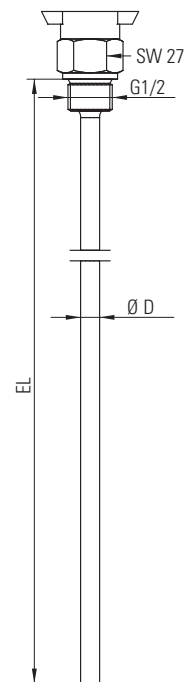
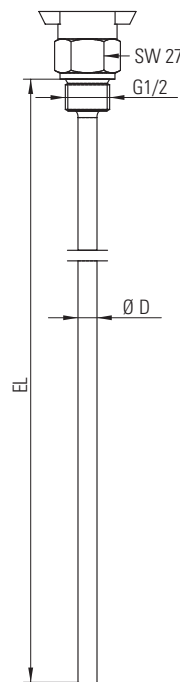
Neben den auf dieser Seite dargestellten Standardtypen liefern wir auf Anfrage auch spezielle Ausführungen (Abmessungen, Anschlussköpfe, Messumformer, Sensor-Typen und -Toleranzklassen, Vibrationsfestigkeit, Werkstoffe, DKD-Zertifikate etc.).

# Einschraub-Widerstandsthermometer ohne Halsrohr



## Einschraub-Widerstandsthermometer nach DIN 43772

- einsetzbar in festen, flüssigen oder gasförmigen Medien
- für kompakte Einbaubedingungen (wo keine temperatur- oder geometriebedingte Distanz des Messkopfes erforderlich ist)
- mit fester Einbaulänge
- für Überdruckbetrieb geeignet
- für mäßige mechanische Belastungen
- mit Schutzrohr aus Edelstahl 1.4571
- zum direkten Einbau in das Medium
- Kabeleinführung des Anschlusskopfes nicht ausrichtbar



Typ	WT-BB-k	WT-BB-ko
Bauart nach DIN 43772	Form 2G	
Befestigung	Einschraubgewinde G1/2	
Schutzrohr-Durchmesser D (mm)	9/11/12/14	6/8/9/11
Einbaulänge EL nach Norm (mm)	160...400	100...400
Einsatztemperatur (°C)	-100 bis +500	
Anschlußkopf (nach DIN)	Form B	
Anschluß	Keramiksockel mit Anschlussklemmen	
Sensortyp und Leiterschaltung	Pt 100 in 2-, 3- oder 4-Leiterschaltung; einfach oder doppeltfach oder doppelt	
Toleranzklasse (nach DIN EN 60751)	B	
Messeinsatz	<b>auswechselbar</b>	<b>nicht auswechselbar</b>

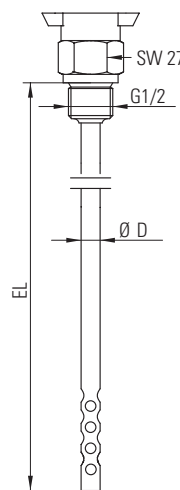
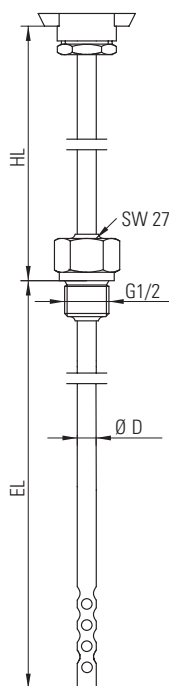
Neben den auf dieser Seite dargestellten Standardtypen liefern wir auf Anfrage auch spezielle Ausführungen (Abmessungen, Anschlussköpfe, Messumformer, Sensor-Typen und -Toleranzklassen, Vibrationsfestigkeit, Werkstoffe, DKD-Zertifikate etc.).

# Einschraub-Widerstandsthermometer mit perforiertem Schutzrohr



## Einschraub-Widerstandsthermometer

- einsetzbar in gasförmigen Medien
- nicht für Überdruckbetrieb geeignet
- für geringe mechanische und thermische Belastungen
- schnelle Ansprech- und Reaktionszeit
- mit fester Einbaulänge
- mit Schutzrohr aus Edelstahl 1.4571
- zum direkten Einbau in das Medium
- Kabeleinführung des Anschlusskopfes nicht ausrichtbar



Typ	<b>WT-BB (perf.) mit Halsrohr</b>	<b>WT-BB-k (perf.) ohne Halsrohr</b>
Befestigung	Einschraubgewinde G1/2	
Schutzrohr-Durchmesser D (mm)	9/11	
Einbaulänge EL nach Norm (mm)	160...400	100...400
Halslänge HL nach Norm (mm)	145	—
Einsatztemperatur (°C)	-30 bis +300	
Anschlußkopf (nach DIN)	Form B	
Anschluß	Keramiksockel mit Anschlussklemmen	
Sensortyp und Leiterschaltung	Pt 100 in 2-, 3- oder 4-Leiterschaltung; einfach oder doppelt	
Toleranzklasse (nach DIN EN 60751)	B	
Messeinsatz	auswechselbar	

Neben den auf dieser Seite dargestellten Standardtypen liefern wir auf Anfrage auch spezielle Ausführungen (Abmessungen, Anschlussköpfe, Messumformer, Sensor-Typen und -Toleranzklassen, Vibrationsfestigkeit, Werkstoffe, DKD-Zertifikate etc.).

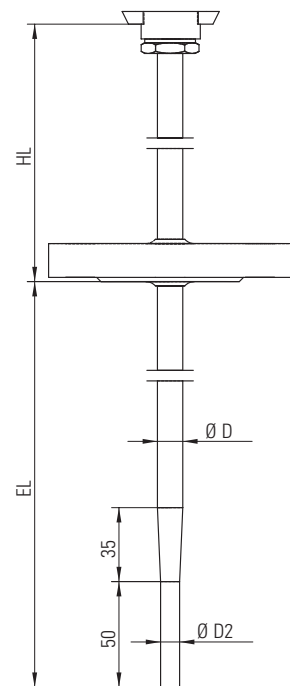
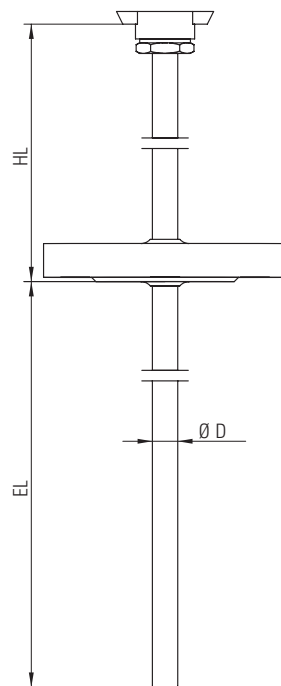
# Flansch-Widerstandsthermometer



## Flansch-Widerstandsthermometer nach DIN 43772

- einsetzbar in festen, flüssigen oder gasförmigen Medien
- mit fester Einbaulänge
- für Überdruckbetrieb besonders geeignet

- für hohe mechanische und thermische Belastungen
- mit Schutzrohr aus Edelstahl 1.4571
- Kabeleinführung des Anschlusskopfes ausrichtbar



Typ	WT-BF	WT-BF (R) reaktionsschnell
Bauart nach DIN 43772	Form 2F	Form 3F
Befestigung	Flansch NW25 ND40	
Schutzrohr-Durchmesser D [D2] (mm)	11/12/14	12[9]/14[11]
Einbaulänge EL nach Norm (mm)	225...465	225...345
Halslänge HL nach Norm (mm)	82	
Einsatztemperatur (°C)	-100 bis +500	
Anschlusskopf (nach DIN)	Form B	
Anschluß	Keramiksockel mit Anschlussklemmen	
Sensortyp und Leiterschaltung	Pt 100 in 2-, 3- oder 4-Leiterschaltung; einfach oder doppelt	
Toleranzklasse (nach DIN EN 60751)	B	
Messeinsatz	auswechselbar	

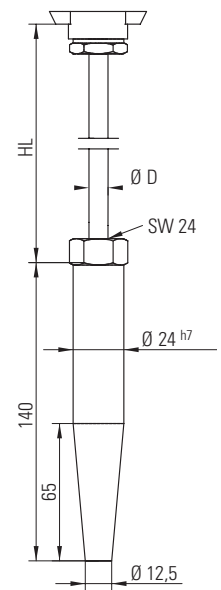
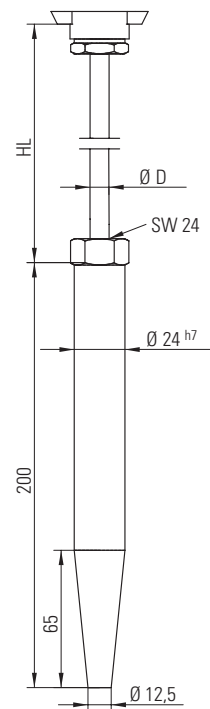
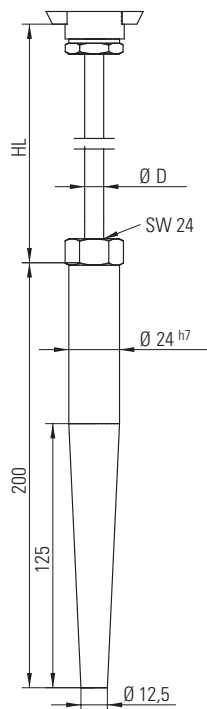
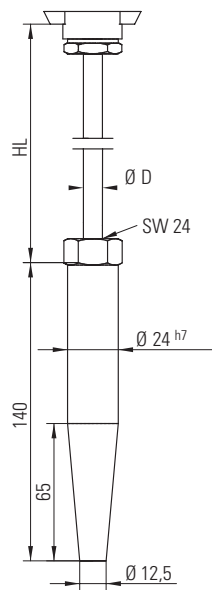
Neben den auf dieser Seite dargestellten Standardtypen liefern wir auf Anfrage auch spezielle Ausführungen (Abmessungen, Anschlussköpfe, Messumformer, Sensor-Typen und -Toleranzklassen, Vibrationsfestigkeit, Werkstoffe, DKD-Zertifikate etc.).

# Einschweiß-Widerstandsthermometer mit 24er Einschweißhülse



## Einschweiß-Widerstandsthermometer nach DIN 43772

- einsetzbar in festen, flüssigen oder gasförmigen Medien
- mit gering variabler Einbaulänge
- für Überdruckbetrieb besonders geeignet
- für hohe mechanische und thermische Belastungen
- mit Einschweiß-Schutzrohr aus Edelstahl 1.4571
- Kabeleinführung des Anschlusskopfes ausrichtbar



Typ	WT-BD-D1	WT-BD-D2	WT-BD-D4	WT-BD-D5
Bauart nach DIN 43772	Form 4			
Befestigung	Schweißen			
Schutzrohr-Durchmesser D (mm)	24 <sup>h7</sup>			
Einbaulänge nach Norm (mm)	140	200	200	260
Halslänge HL nach Norm (mm)	165			
Einsatztemperatur (°C)	-60 bis +500			
Anschlusskopf (nach DIN)	Form B			
Anschluß	Keramiksockel mit Anschlussklemmen			
Sensortyp und Leiterschaltung	Pt 100 in 2-, 3- oder 4-Leiterschaltung; einfach oder doppelt			
Toleranzklasse (nach DIN EN 60751)	B			
Messeinsatz	auswechselbar			
Lieferbares Befestigungszubehör	Einschweißrohre			

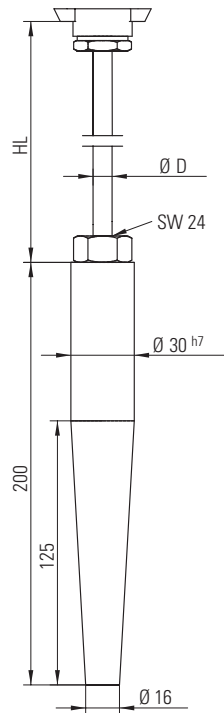
Neben den auf dieser Seite dargestellten Standardtypen liefern wir auf Anfrage auch spezielle Ausführungen (Abmessungen, Anschlussköpfe, Messumformer, Sensor-Typen und -Toleranzklassen, Vibrationsfestigkeit, Werkstoffe, DKD-Zertifikate etc.).

# Einschweiß-Widerstandsthermometer mit 30er Einschweißhülse

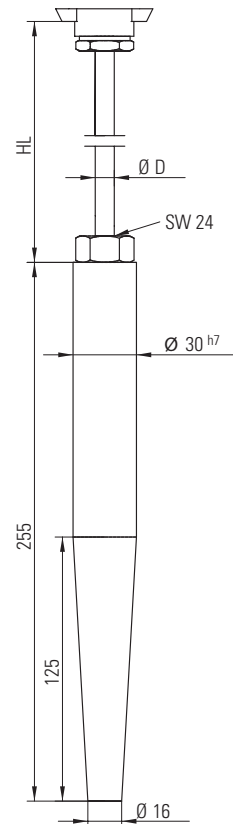


## Einschweiß-Widerstandsthermometer nach DIN 43772

- einsetzbar in festen, flüssigen oder gasförmigen Medien
- mit gering variabler Einbaulänge
- für Überdruckbetrieb besonders geeignet
- für hohe mechanische und thermische Belastungen
- mit Einschweiß-Schutzrohr aus Edelstahl 1.4571
- Kabeleinführung des Anschlusskopfes ausrichtbar



**WT-BD-D3**



**WT-BD-D6**

Typ		
Bauart nach DIN 43772		ähnlich Form 4
Befestigung		Schweißen
Schutzrohr-Durchmesser (mm)		30 <sup>h7</sup>
Einbaulänge nach Norm (mm)	200	255
Halslänge HL nach Norm (mm)		165
Einsatztemperatur (°C)		-60 bis +500
Anschlußkopf (nach DIN)		Form B
Anschluß		Keramiksockel mit Anschlussklemmen
Sensortyp und Leiterschaltung		Pt 100 in 2-, 3- oder 4-Leiterschaltung; einfach oder doppelt
Toleranzklasse (nach DIN EN 60751)		B
Messeinsatz		auswechselbar
Lieferbares Befestigungszubehör		Einschweißrohre

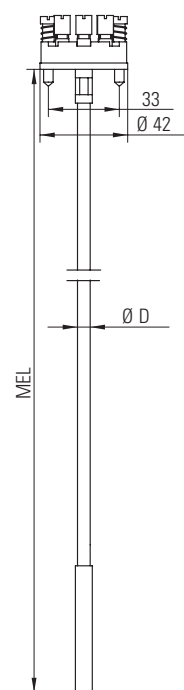
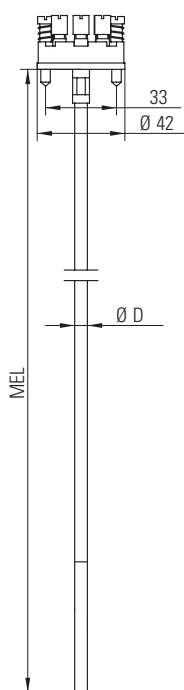
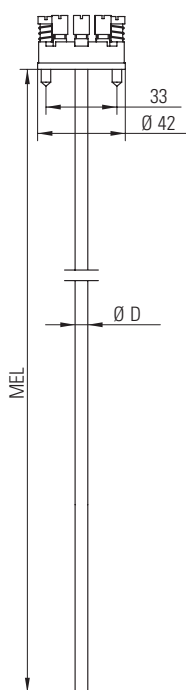
Neben den auf dieser Seite dargestellten Standardtypen liefern wir auf Anfrage auch spezielle Ausführungen (Abmessungen, Anschlussköpfe, Messumformer, Sensor-Typen und -Toleranzklassen, Vibrationsfestigkeit, Werkstoffe, DKD-Zertifikate etc.).

# Messeinsätze für Widerstandsthermometer



## Messeinsätze als eigenständige Baugruppe zum Einbau in Schutzarmatur

- Messeinsatzrohr und Mantelleitung aus Edelstahl
- bei direktem Einbau ins Medium nur für geringe mechanische Belastungen
- Befestigungsschrauben mit Andruckfedern
- Keramiksockel mit Mantelklemmen zum Kabelanschluss



Typ	WT-ME	WT-ME-MI-D	WT-ME-MI-S
	<b>Edelstahl-Schutzrohr, starr</b>	<b>biegbare mineralisierte Mantelleitung, starres Mess-Ende</b>	
Messeinsatz-Durchmesser (mm)		6/8	
Messeinsatz-Länge MEL (mm)		100...2.000	
Messbereich (°C)		-100 bis +500	
Anschluß		Keramiksockel mit Anschlussklemmen	
Sensortyp und Leiterschaltung		Pt 100 in 2-, 3- oder 4-Leiterschaltung; einfach oder doppelt	
Toleranzklasse (nach DIN EN 60751)		B	

# Messumformer für Widerstandsthermometer

Messumformer wandeln die Messgrößen von Sensoren, wie z.B. Temperatur, in normierte analoge, meist elektrische Signale um. Ludwig Schneider bietet Ihnen spezielle Messumformer für die Sensor-Produkte an. Zum einen den meistverkauften Messumformer Typ 1 (kostengünstig) und zum anderen Typ 2 (universell programmierbar). Des Weiteren sind Messumformer mit Hart®-Protokoll, Foundation™-Fieldbus-Kommunikation und Profibus®-PA-Technologien erhältlich.

## Technische Daten Messumformer für Widerstandsthermometer



Messumformer	Typ 1	Typ 2
Eigenschaften	<b>kostengünstig</b>	<b>universell programmierbar</b>
<b>Allgemeine Spezifikation</b>		
Versorgungsspannung	6,5 V bis 32 V (DC)	7,2 V bis 35 V (DC)
Galvanische Trennung	—	1500 V (AC)
Linearitätsfehler	± 0,1 %	≤ 0,05 %
Ansprechzeit	≤ 0,2 s	1 s bis 60 s (programmierbar)
EEPROM-Fehlerkontrolle	—	< 3,5 s (≤ 3,5 mA)
max. Leitungsquerschnitt	1,5 mm <sup>2</sup>	
Gewicht	40 g	50 g
Abmessungen	Ø 44 x H 17 mm	Ø 44 x H 20,2 mm
Betriebstemperatur	-40 °C bis 85 °C	
relative Feuchte	0 bis 95 %	
geeigneter Anschlusskopf	Form B und größer	
<b>Eingangsspezifikation</b>		
Temperaturspanne bei Pt 100	-50 °C bis 600 °C	-200 °C bis 850 °C
Temperaturspanne bei Ni 100	—	-60 °C bis 250 °C
min. Messspanne	50 °C	25 °C
Temperaturkurven	Pt 100 (fest eingestellt)	frei programmierbar
geeignete Sensoren	Pt 100	Pt 100/500/1000 oder Ni 100
Leiterschaltung	2- und 3-Leiterschaltung	2-, 3- und 4-Leiterschaltung
Sensorstrom	1,1 mA	0,2 mA
max. Leitungswiderstand	10 Ω	5 Ω
Genauigkeit	± 0,3 °C	± 0,2 °C
<b>Ausgangsspezifikation</b>		
Stromsignal	4 bis 20 mA	4 bis 20 mA/20 bis 4 mA

# Techn. Daten Widerstandsthermometer

## Allgemeine Informationen

### Platin-Widerstandsthermometer

Im vorangegangenen Kapitel haben wir unser umfassendes Programm an Widerstandsthermometern mit eingebautem Messwiderstand vorgestellt. Bei diesen Messelementen, die in der elektrischen Temperaturmessung häufig eingesetzt werden, nutzt man den elektrischen Widerstand von Metallen in Abhängigkeit von der Temperatur, der bei steigender Temperatur zunimmt. Man spricht in diesem Zusammenhang von einem positiven Temperaturkoeffizienten oder auch PTC (Positive Temperature Coefficient).

Um diese Eigenschaft zu nutzen, muss der Metallwerkstoff so gewählt sein, dass sich die Widerstandsänderung auf reproduzierbare Weise ändert. Das bedeutet: Die spezifische Charakteristik darf sich nicht durch innere und äußere Einflüsse verändern, da es sonst zu Messfehlern kommt. Aus diesem Grund hat sich in der industriellen Temperaturmessung der Werkstoff Platin durchgesetzt.

Platin hat den Vorteil, dass es in einer hochreinen Form gewonnen werden kann und somit die elektrischen Eigenschaften sehr gut reproduzierbar sind. Es kann leicht bearbeitet werden, was die Drahtherstellung vereinfacht. Weiterhin besitzt es einen hohen Schmelzpunkt und eine sehr hohe chemische Beständigkeit.

Durch die Norm DIN 43772 ist nur ein sehr geringer Teil an Bauformen definiert, in der die Bestandteile und Abmessungen festgelegt sind. Die genormten Widerstandsthermometer bestehen immer aus einem Anschlusskopf, einem Schutzrohr und einem auswechselbaren Messeinsatz und können modular zusammengesetzt werden.

### Messeinsätze

Der Messeinsatz ist eine eigenständige und anschlussfertige Baugruppe. Er besteht hauptsächlich aus einem Einsatzrohr, dem eigentlichen Messwiderstand und einem Keramiksockel.

Durch den Einbau eines auswechselbaren Messeinsatzes ergibt sich der große Vorteil, dass die Anlage bei Austausch nicht entleert oder drucklos gemacht werden muss.

Der Aufbau und die Abmessungen sind in der Norm DIN 43762 definiert. Das dünnwandige Messeinsatzrohr wird aus dem Werkstoff Edelstahl hergestellt und bildet die äußere Hülle für den Messwiderstand, der sich immer unmittelbar an der Spitze des Messeinsatzes befindet. Durch Verlängerungsdrähte am Messwiderstand, die keramisch isoliert sind, wird der Messwert zum Keramiksockel übertragen.

Um das Ansprechverhalten und die mechanische Belastbarkeit zu verbessern, werden alle Zwischenräume im Messeinsatzrohr mit Aluminiumoxid-Pulver ausgefüllt.

Der Messeinsatz wird im eingebauten Zustand über zwei Andruckfedern an den Befestigungsschrauben auf die Innenseite des Schutzrohrbodens gedrückt, damit ein guter Wärmeübergang sichergestellt ist. Die zwei Andruckfedern gleichen auch unterschiedliche Längenausdehnungen von Schutzrohr und Messeinsatz aus.

Der Messeinsatz wird in Durchmesser und Länge auf das jeweilige Schutzrohr mit Anschlusskopf abgestimmt.

Ludwig Schneider fertigt auch Messeinsätze in Anlehnung an die Norm DIN 43762 mit flexibler, mineralisolierter Mantelleitung. Bei einer Mantelleitung handelt es sich um eine Leitung mit einem Außenmantel aus Edelstahl, in der die Innenleiter in hoch verpresstem Magnesiumoxid eingebettet sind.

Hierbei ist der Messwiderstand mit den Innenleitern verbunden und ebenfalls durch ein kurzes Einsatzrohr, das mit der Mantelleitung verschweißt ist, geschützt.

Diese Variante ist im Bereich der Mantelleitung biegsam und ermöglicht die Fertigung von sehr langen Messeinsätzen. Auch bei hohen mechanischen Belastungen und Erschütterungen wird diese Bauform eingesetzt.

# Techn. Daten Widerstandsthermometer

## Messwiderstände

### Funktionsweise

Der Messwiderstand wird an einen konstanten Messstrom angeschlossen, und es wird der Spannungsabfall, der durch den Widerstand hervorgerufen wird, gemessen. Dieser Spannungsabfall kann direkt aus dem Ohmschen Gesetz abgeleitet werden, das lautet:

$$U = R \cdot I$$

( $U$  = Spannung in V,  $R$  = Widerstand in  $\Omega$ ,

$I$  = Stromstärke in A)

Die Messspannung muss zur Auswertung oder Anzeige möglichst unverfälscht übertragen werden. Vor allem durch die Übertragung in 2-Leiterschaltung, auf welche in den Technischen Hinweisen noch näher eingegangen wird, führt der zusätzliche Leitungswiderstand zu einer Erhöhung des Gesamtwiderstands und somit unweigerlich zu Messfehlern. Damit sich der Messwiderstand nicht durch den Messstrom erwärmt, sollte er so klein wie möglich gewählt werden. Es ist davon auszugehen, dass ein Messstrom von  $\leq 1$  mA eine vernachlässigbare Eigenerwärmung im Messwiderstand hervorruft.

### Normen für Messwiderstände

In den Normen IEC 751 bzw. EN 60751 sind die Anforderungen für industrielle Platin-Messwiderstände festgelegt, deren elektrischer Widerstand eine Funktion der Temperatur ist. Diese Normen sind für den Temperaturbereich von  $-200^\circ$  bis  $850^\circ\text{C}$  gültig und stellen die internationale Vergleichbarkeit sowie den Austausch von Widerstandsthermometern sicher. Dort sind u.a. der Nennwert, die Grundwerte und die Grenzabweichungen der Messwiderstände definiert (siehe Tabellen auf Seite 18-21).

Die in den Normen angegebenen Daten beziehen sich nur auf den Platin-Messwiderstand Pt100, wobei in der praktischen Anwendung auch andere Messwiderstände wie Pt500 oder Pt1000 eingesetzt werden. Deren Vorteil liegt in einer höheren Empfindlichkeit; das bedeutet, sie weisen eine stärkere Änderung ihres Widerstandswertes in Abhängigkeit von der Temperatur auf. Bei diesen Messwiderständen müssen die Zahlenwerte, die in den Normen festgelegt sind, entsprechend mit dem 5- oder 10-fachen multipliziert werden.

### Nennwerte

Als Nennwert wird bei einem Messwiderstand der Wert in Ohm bezeichnet, den er bei  $0^\circ\text{C}$  besitzt. Die Bezeichnung Pt steht dabei für Platin-Messwiderstand. Dies bedeutet:

*Pt100 (100  $\Omega$  bei  $0^\circ\text{C}$ )*

*Pt500 (500  $\Omega$  bei  $0^\circ\text{C}$ )*

*Pt100 (1.000  $\Omega$  bei  $0^\circ\text{C}$ )*

# Techn. Daten Widerstandsthermometer

## Grundwerte

### Grundwerte

Als Grundwert werden die elektrischen Widerstandswerte in Abhängigkeit von der Temperatur nach festgelegten Gleichungen errechnet. Bei den Temperaturangaben ist die Internationale Temperaturskala (ITS 90) zugrunde gelegt. Die Gleichung für den Temperaturbereich -200 ° bis °C lautet:

$$R_t = R_0 \cdot [1 + A \cdot t + B \cdot t^2 + C \cdot (t - 100 \text{ °C}) \cdot t^3]$$

Die Gleichung für den Temperaturbereich 0° bis 850 °C lautet:

$$R_t = R_0 \cdot [1 + A \cdot t + B \cdot t^2]$$

Für die Qualität des Platins, wie sie üblicherweise für industrielle Messwiderstände eingesetzt wird, gelten in diesen Gleichungen die nachfolgenden Konstanten:

$$A = 3,9083 \cdot 10^{-3} \text{ °C}^{-1}$$

$$B = -5,7750 \cdot 10^{-7} \text{ °C}^{-2}$$

$$C = -4,1830 \cdot 10^{-12} \text{ °C}^{-4}$$

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

$$\alpha = \frac{R_{100} - R_0}{100 \cdot R_0} = 0,00385 \text{ °C}^{-1}$$

( $R_{100}/R_0$  = Widerstand bei 100°/0 °C)

Hinweis: Für Berechnungszwecke gilt der genaue Wert von  $\alpha = 0,00385055 \text{ °C}^{-1}$

### Grundwerte nach IEC 751 bzw. EN 60751 für den Temperaturbereich von -200 bis 0 °C

°C	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-200	18,52	—	—	—	—	—	—	—	—
-190	22,83	22,40	21,97	21,54	21,11	20,68	20,25	19,82	19,38
-180	27,10	26,67	26,24	25,82	25,39	24,97	24,54	24,11	23,68
-170	31,34	30,91	30,49	30,07	29,64	29,22	28,80	28,37	27,95
-160	35,54	35,12	34,70	34,28	33,86	33,44	33,02	32,60	32,18
-150	39,72	39,31	38,89	38,47	38,05	37,64	37,22	36,80	36,38
-140	43,88	43,46	43,05	42,63	42,22	41,80	41,39	40,97	40,56
-130	48,00	47,59	47,18	46,77	46,36	45,94	45,53	45,12	44,70
-120	52,11	51,70	51,29	50,88	50,47	50,06	49,65	49,24	48,83
-110	56,19	55,79	55,38	54,97	54,56	54,15	53,75	53,34	52,93
-100	60,26	59,85	59,44	59,04	58,63	58,23	57,82	57,41	57,01
-90	64,30	63,90	63,49	63,09	62,68	62,28	61,88	61,47	61,07
-80	68,33	67,92	67,52	67,12	66,72	66,31	65,91	65,51	65,11
-70	72,33	71,93	71,53	71,13	70,73	70,33	69,93	69,53	69,13
-60	76,33	75,93	75,53	75,13	74,73	74,33	73,93	73,53	73,13
-50	80,31	79,91	79,51	79,11	78,72	78,32	77,92	77,52	77,12
-40	84,27	83,87	83,48	83,08	82,69	82,29	81,89	81,50	81,10
-30	88,22	87,83	87,43	87,04	86,64	86,25	85,85	85,46	85,06
-20	92,16	91,77	91,37	90,98	90,59	90,19	89,80	89,40	89,01
-10	96,09	95,69	95,30	94,91	94,52	94,12	93,73	93,34	92,95
0	<b>100,00</b>	99,61	99,22	98,83	98,44	98,04	97,65	97,26	96,87

### Grundwerte nach IEC 751 bzw. EN 60751 für den Temperaturbereich von 0 bis 319 °C

°C	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	<b>100,00</b>	100,39	100,78	101,17	101,56	101,95	102,34	102,73	103,12
10	103,90	104,29	104,68	105,07	105,46	105,85	106,24	106,63	107,02
20	107,79	108,18	108,57	108,96	109,35	109,73	110,12	110,51	110,90
30	111,67	112,06	112,45	112,83	113,22	113,61	114,00	114,38	114,77
40	115,54	115,93	116,31	116,70	117,08	117,47	117,86	118,24	118,63
50	119,40	119,78	120,17	120,55	120,94	121,32	121,71	122,09	122,47
60	123,24	123,63	124,01	124,39	124,78	125,16	125,54	125,93	126,31
70	127,08	127,46	127,84	128,22	128,61	128,99	129,37	129,75	130,13
80	130,90	131,28	131,66	132,04	132,42	132,80	133,18	133,57	133,95
90	134,71	135,09	135,47	135,85	136,23	136,61	136,99	137,37	137,75
100	138,51	138,88	139,26	139,64	140,02	140,40	140,78	141,16	141,54
110	142,29	142,67	143,05	143,43	143,80	144,18	144,56	144,94	145,31
120	146,07	146,44	146,82	147,20	147,57	147,95	148,33	148,70	149,08
130	149,83	150,21	150,58	150,96	151,33	151,71	152,08	152,46	152,83
140	153,58	153,96	154,33	154,71	155,08	155,46	155,83	156,20	156,58
150	157,33	157,70	158,07	158,45	158,82	159,19	159,56	159,94	160,31
160	161,05	161,43	161,80	162,17	162,54	162,91	163,29	163,66	164,03
170	164,77	165,14	165,51	165,89	166,26	166,63	167,00	167,37	167,74
180	168,48	168,85	169,22	169,59	169,96	170,33	170,70	171,07	171,43
190	172,17	172,54	172,91	173,28	173,65	174,02	174,38	174,75	175,12
200	175,86	176,22	176,59	176,96	177,33	177,69	178,06	178,43	178,79
210	179,53	179,89	180,26	180,63	180,99	181,36	181,72	182,09	182,46
220	183,19	183,55	183,92	184,28	184,65	185,01	185,38	185,74	186,11
230	186,84	187,20	187,56	187,93	188,29	188,66	189,02	189,38	189,75
240	190,47	190,84	191,20	191,56	191,92	192,29	192,65	193,01	193,37
250	194,10	194,46	194,82	195,18	195,55	195,91	196,27	196,63	196,99
260	197,71	198,07	198,43	198,79	199,15	199,51	199,87	200,23	200,59
270	201,31	201,67	202,03	202,39	202,75	203,11	203,47	203,83	204,19
280	204,90	205,26	205,62	205,98	206,34	206,70	207,05	207,41	207,77
290	208,48	208,84	209,20	209,56	209,91	210,27	210,63	210,98	211,34
300	212,05	212,41	212,76	213,12	213,48	213,83	214,19	214,54	214,90
310	215,61	215,96	216,32	216,67	217,03	217,38	217,74	218,09	218,44

# Techn. Daten Widerstandsthermometer

## Grundwerte

Grundwerte nach IEC 751 bzw. EN 60751 für den Temperaturbereich von 320 bis 850 °C

°C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
320	219,15	219,51	219,86	220,21	220,57	220,92	221,27	221,63	221,98	222,33
330	222,68	223,04	223,39	223,74	224,09	224,45	224,80	225,15	225,50	225,85
340	226,21	226,56	226,91	227,26	227,61	227,96	228,31	228,66	229,02	229,37
350	229,72	230,07	230,42	230,77	231,12	231,47	231,82	232,17	232,52	232,87
360	233,21	233,56	233,91	234,26	234,61	234,96	235,31	235,66	236,00	236,35
370	236,70	237,05	237,40	237,74	238,09	238,44	238,79	239,13	239,48	239,83
380	240,18	240,52	240,87	241,22	241,56	241,91	242,26	242,60	242,95	243,29
390	243,64	243,99	244,33	244,68	245,02	245,37	245,71	246,06	246,40	246,75
400	247,09	247,44	247,78	248,13	248,47	248,81	249,16	249,50	249,85	250,19
410	250,53	250,88	251,22	251,56	251,91	252,25	252,59	252,93	253,28	253,62
420	253,96	254,30	254,65	254,99	255,33	255,67	256,01	256,35	256,70	257,04
430	257,38	257,72	258,06	258,40	258,74	259,08	259,42	259,76	260,10	260,44
440	260,78	261,12	261,46	261,80	262,14	262,48	262,82	263,16	263,50	263,84
450	264,18	264,52	264,86	265,20	265,53	265,87	266,21	266,55	266,89	267,22
460	267,56	267,90	268,24	268,57	268,91	269,25	269,59	269,92	270,26	270,60
470	270,93	271,27	271,61	271,94	272,28	272,61	272,95	273,29	273,62	273,96
480	274,29	274,63	274,96	275,30	275,63	275,97	276,30	276,64	276,97	277,31
490	277,64	277,98	278,31	278,64	278,98	279,31	279,64	279,98	280,31	280,64
500	280,98	281,31	281,64	281,98	282,31	282,64	282,97	283,31	283,64	283,97
510	284,30	284,63	284,97	285,30	285,63	285,96	286,29	286,62	286,95	287,29
520	287,62	287,95	288,28	288,61	288,94	289,27	289,60	289,93	290,26	290,59
530	290,92	291,25	291,58	291,91	292,24	292,56	292,89	293,22	293,55	293,88
540	294,21	294,54	294,86	295,19	295,52	295,85	296,18	296,50	296,83	182,82
550	297,49	297,81	298,14	298,47	298,80	299,12	299,45	299,78	300,10	186,47
560	300,75	301,08	301,41	301,73	302,06	302,38	302,71	303,03	303,36	190,11
570	304,01	304,34	304,66	304,98	305,31	305,63	305,96	306,28	306,61	193,74
580	307,25	307,58	307,90	308,23	308,55	308,87	309,20	309,52	309,84	197,35
590	310,49	310,81	311,13	311,45	311,78	312,10	312,42	312,74	313,06	200,95
600	313,71	314,03	314,35	314,67	314,99	315,31	315,64	315,96	316,28	204,55
610	316,92	317,24	317,56	317,88	318,20	318,52	318,84	319,16	319,48	208,13
620	320,12	320,43	320,75	321,07	321,39	321,71	322,03	322,35	322,67	211,70
630	323,30	323,62	323,94	324,26	324,57	324,89	325,21	325,53	325,84	215,25
640	326,48	326,79	327,11	327,43	327,74	328,06	328,38	328,69	329,01	218,80
650	329,64	329,96	330,27	330,59	330,90	331,22	331,53	331,85	332,16	222,33
660	332,79	333,11	333,42	333,74	334,05	334,36	334,68	334,99	335,31	225,85
670	335,93	336,25	336,56	336,87	337,18	337,50	337,81	338,12	338,44	229,37
680	339,06	339,37	339,69	340,00	340,31	340,62	340,93	341,24	341,56	232,87
690	342,18	342,49	342,80	343,11	343,42	343,73	344,04	344,35	344,66	236,35
700	345,28	345,59	345,90	346,21	346,52	346,83	347,14	347,45	347,76	239,83
710	348,38	348,69	348,99	349,30	349,61	349,92	350,23	350,54	350,84	243,29
720	351,46	351,77	352,08	352,38	352,69	353,00	353,30	353,61	353,92	246,75
730	354,53	354,84	355,14	355,45	355,76	356,06	356,37	356,67	356,98	250,19
740	357,59	357,90	358,20	358,51	358,81	359,12	359,42	359,72	360,03	253,62
750	360,64	360,94	361,25	361,55	361,85	362,16	362,46	362,76	363,07	257,04
760	363,67	363,98	364,28	364,58	364,89	365,19	365,49	365,79	366,10	260,44
770	366,70	367,00	367,30	367,60	367,91	368,21	368,51	368,81	369,11	263,84
780	369,71	370,01	370,31	370,61	370,91	371,21	371,51	371,81	372,11	267,22
790	372,71	373,01	373,31	373,61	373,91	374,21	374,51	374,81	375,11	270,60
800	375,70	376,00	376,30	376,60	376,90	377,19	377,49	377,79	378,09	273,96
810	378,68	378,98	379,28	379,57	379,87	380,17	380,46	380,76	381,06	277,31
820	381,65	381,95	382,24	382,54	382,83	383,13	383,42	383,72	384,01	280,64
830	384,60	384,90	385,19	385,49	385,78	386,08	386,37	386,67	386,96	283,97
840	387,55	387,84	388,14	388,43	388,72	389,02	389,31	389,60	389,90	287,29
850	390,48	–	–	–	–	–	–	–	–	–

# Techn. Daten Widerstandsthermometer

## Grenzabweichungen

### Grenzabweichungen

Als Grenzabweichung wird die maximal zulässige Temperaturabweichung in °C eines Platin-Messwiderstands von den genormten Grundwerten bezeichnet.

Nach IEC 751 bzw. EN 60751 beziehen sich die Grenzabweichungen auf den Messwiderstand Pt100 mit einem Nennwert von 100 Ω bei 0 °C. Die Grenzabweichungen sind in zwei Toleranzklassen aufgeteilt.

In den Tabellen auf dieser Doppelseite sind die Werte der Grenzabweichungen in Ohm und °C angegeben.

### Toleranzklassen nach Norm

Nach IEC 751 bzw. EN 60751 sind zwei Toleranzklassen genormt, die als Klasse B und Klasse A bezeichnet werden.

Die Toleranzklasse B ist die Grund-Toleranzklasse und gilt für den gesamten Temperaturbereich von -200 °C bis 850 °C.

Die Toleranzklasse A ist nur für einen eingeschränkten Temperaturbereich von -200 °C bis 600 °C gültig.

### Engere Toleranzklassen

Für spezielle Anwendungen gelten anspruchsvollere Anforderungen, die von der Norm nicht berücksichtigt werden.

Durch ständige Weiterentwicklungen bei der Konstruktion und Produktion von Messwiderständen bietet Ludwig Schneider auch die engeren Toleranzklassen 1/3 B, 1/5 B und 1/10 B an, die aber keiner Norm unterliegen.

Toleranzklasse	Norm	Grenzabweichung in °C für Temperaturbereich	
B	IEC 751 bzw. EN 60751	$\pm 0,30 + 0,00500 \cdot t$	-200 bis 850 °C
A	IEC 751 bzw. EN 60751	$\pm 0,15 + 0,00200 \cdot t$	-200 bis 600 °C
1/3 B	keine (nach LSW)	$\pm 0,10 + 0,00167 \cdot t$	-50 bis 400 °C
1/5 B	keine (nach LSW)	$\pm 0,06 + 0,00100 \cdot t$	-50 bis 400 °C
1/10 B	keine (nach LSW)	$\pm 0,03 + 0,00050 \cdot t$	-50 bis 400 °C

### Grenzabweichungen nach IEC 751 bzw. EN 60751 für Widerstandsthermometer

Temperatur °C	Grundwert Ω	Toleranzklasse nach IEC 751 bzw. EN 60751				Engere Toleranzklasse nach Ludwig Schneider					
		B		A		1/3 B		1/5 B		1/10 B	
		±Ω	±°C	±Ω	±°C	±Ω	±°C	±Ω	±°C	±°C	±°C
-200	18,520	0,562	1,30	0,238	0,55	–	–	–	–	–	–
-150	39,723	0,438	1,05	0,188	0,45	–	–	–	–	–	–
-100	60,256	0,324	0,80	0,142	0,35	–	–	–	–	–	–
-50	80,306	0,218	0,55	0,099	0,25	0,073	0,18	0,044	0,11	0,022	0,055
-40	84,271	0,198	0,50	0,091	0,23	0,066	0,17	0,040	0,10	0,020	0,050
-30	88,222	0,178	0,45	0,083	0,21	0,059	0,15	0,036	0,09	0,018	0,045
-20	92,160	0,157	0,40	0,075	0,19	0,052	0,13	0,031	0,08	0,016	0,040
-10	96,086	0,137	0,35	0,067	0,17	0,046	0,12	0,027	0,07	0,014	0,035
0	100,000	0,117	0,30	0,059	0,15	0,039	0,10	0,023	0,06	0,012	0,030
10	103,903	0,136	0,35	0,066	0,17	0,045	0,12	0,027	0,07	0,014	0,035
20	107,794	0,155	0,40	0,074	0,19	0,052	0,13	0,031	0,08	0,016	0,040
30	111,673	0,174	0,45	0,081	0,21	0,058	0,15	0,035	0,09	0,017	0,045
40	115,541	0,193	0,50	0,089	0,23	0,064	0,17	0,039	0,10	0,019	0,050
50	119,397	0,212	0,55	0,096	0,25	0,071	0,18	0,042	0,11	0,021	0,055
60	123,242	0,230	0,60	0,104	0,27	0,077	0,20	0,046	0,12	0,023	0,060
70	217,075	0,249	0,65	0,111	0,29	0,083	0,22	0,050	0,13	0,025	0,065
80	130,897	0,267	0,70	0,118	0,31	0,089	0,23	0,053	0,14	0,027	0,070
90	134,707	0,285	0,75	0,125	0,33	0,095	0,25	0,057	0,15	0,029	0,075
100	138,506	0,303	0,80	0,133	0,35	0,101	0,27	0,061	0,16	0,030	0,080

# Techn. Daten Widerstandsthermometer

## Grenzabweichungen

Grenzabweichungen nach IEC 751 bzw. EN 60751 für Widerstandsthermometer

Temperatur °C	Grundwert Ω	Toleranzklasse nach IEC 751 bzw. EN 60751				Engere Toleranzklasse nach Ludwig Schneider					
		B		A		1/3 B		1/5 B		1/10 B	
		±Ω	±°C	±Ω	±°C	±Ω	±°C	±Ω	±°C	±Ω	±°C
110	142,293	0,321	0,85	0,140	0,37	0,107	0,28	0,064	0,17	0,032	0,085
120	146,068	0,339	0,90	0,147	0,39	0,113	0,30	0,068	0,18	0,034	0,090
130	149,832	0,357	0,95	0,154	0,41	0,119	0,32	0,071	0,19	0,036	0,095
140	153,584	0,374	1,00	0,161	0,43	0,125	0,33	0,075	0,20	0,037	0,100
150	157,325	0,392	1,05	0,168	0,45	0,131	0,35	0,078	0,21	0,039	0,105
160	161,054	0,409	1,10	0,175	0,47	0,136	0,37	0,082	0,22	0,041	0,110
170	164,772	0,427	1,15	0,182	0,49	0,142	0,38	0,085	0,23	0,043	0,115
180	168,478	0,444	1,20	0,189	0,51	0,148	0,40	0,089	0,24	0,044	0,120
190	172,173	0,461	1,25	0,195	0,53	0,154	0,42	0,092	0,25	0,046	0,125
200	175,856	0,478	1,30	0,202	0,55	0,159	0,43	0,096	0,26	0,048	0,130
210	179,528	0,495	1,35	0,209	0,57	0,165	0,45	0,099	0,27	0,049	0,135
220	183,188	0,511	1,40	0,215	0,59	0,170	0,47	0,102	0,28	0,051	0,140
230	186,836	0,528	1,45	0,222	0,61	0,176	0,48	0,106	0,29	0,053	0,145
240	190,473	0,544	1,50	0,229	0,63	0,181	0,50	0,109	0,30	0,054	0,150
250	194,098	0,561	1,55	0,235	0,65	0,187	0,52	0,112	0,31	0,056	0,155
260	197,712	0,577	1,60	0,242	0,67	0,192	0,53	0,115	0,32	0,058	0,160
270	201,314	0,593	1,65	0,248	0,69	0,198	0,55	0,119	0,33	0,059	0,165
280	204,905	0,609	1,70	0,254	0,71	0,203	0,57	0,122	0,34	0,061	0,170
290	208,484	0,625	1,75	0,261	0,73	0,208	0,58	0,125	0,35	0,062	0,175
300	212,052	0,641	1,80	0,267	0,75	0,214	0,60	0,128	0,36	0,064	0,180
310	215,608	0,656	1,85	0,273	0,77	0,219	0,62	0,131	0,37	0,066	0,185
320	219,152	0,672	1,90	0,279	0,79	0,224	0,63	0,134	0,38	0,067	0,190
330	222,685	0,687	1,95	0,285	0,81	0,229	0,65	0,137	0,39	0,069	0,195
340	226,206	0,703	2,00	0,292	0,83	0,234	0,67	0,141	0,40	0,070	0,200
350	229,716	0,718	2,05	0,298	0,85	0,239	0,68	0,144	0,41	0,072	0,205
360	233,214	0,733	2,10	0,304	0,87	0,244	0,70	0,147	0,42	0,073	0,210
370	236,701	0,748	2,15	0,310	0,89	0,249	0,72	0,150	0,43	0,075	0,215
380	240,176	0,763	2,20	0,315	0,91	0,254	0,73	0,153	0,44	0,076	0,220
390	243,640	0,777	2,25	0,321	0,93	0,259	0,75	0,155	0,45	0,078	0,225
400	247,092	0,792	2,30	0,327	0,95	0,264	0,77	0,158	0,46	0,079	0,230
410	250,533	0,806	2,35	0,333	0,97	–	–	–	–	–	–
420	253,962	0,821	2,40	0,339	0,99	–	–	–	–	–	–
430	257,379	0,835	2,45	0,344	1,01	–	–	–	–	–	–
440	260,785	0,849	2,50	0,350	1,03	–	–	–	–	–	–
450	264,179	0,863	2,55	0,355	1,05	–	–	–	–	–	–
460	267,562	0,877	2,60	0,360	1,07	–	–	–	–	–	–
470	270,933	0,891	2,65	0,366	1,09	–	–	–	–	–	–
480	274,293	0,905	2,70	0,371	1,11	–	–	–	–	–	–
490	277,641	0,918	2,75	0,377	1,13	–	–	–	–	–	–
500	280,978	0,932	2,80	0,383	1,15	–	–	–	–	–	–
550	297,487	0,997	3,05	0,409	1,25	–	–	–	–	–	–
600	313,708	1,060	3,30	0,434	1,35	–	–	–	–	–	–
650	329,640	1,119	3,55	–	–	–	–	–	–	–	–
700	345,284	1,176	3,80	–	–	–	–	–	–	–	–
750	360,638	1,230	4,05	–	–	–	–	–	–	–	–
800	375,704	1,281	4,30	–	–	–	–	–	–	–	–
850	390,481	1,329	4,55	–	–	–	–	–	–	–	–

# Techn. Daten Widerstandsthermometer Anschlusstechnik

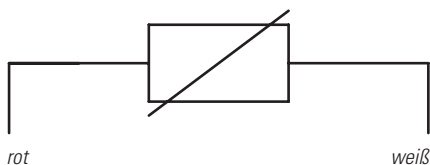
## 2-Leiterschaltung

Das Widerstandsthermometer wird über eine 2-adrige Leitung angeschlossen. Diese Variante ist die einfachste aber auch die ungenaueste Anschlusstechnik, denn durch den zusätzlichen Widerstand der Anschlussleitung, der sich zum Messwiderstandswert addiert, erhöht sich der Gesamtwiderstand. Diese Erhöhung führt unweigerlich zu einer höheren Temperaturanzeige und verursacht bei einer langen Anschlussentfernung beträchtliche Verfälschungen.

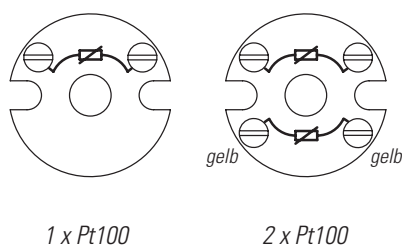
$$R_{\text{Anzeige}} = R_{\text{Sensor}} + R_{\text{Anschluss-Leitung}}$$

Mit der Kompensation des Leitungswiderstands kann der Fehler vermieden werden. Dabei wird zunächst das Widerstandsthermometer durch einen Widerstand mit 100,00 Ohm ersetzt und in eine Ader der Anschlussleitung ein Abgleichwiderstand geschaltet. Der Abgleichwiderstand wird dann so lange verändert, bis am Anzeige- oder Messwerterfassungsgerät 0 °C angezeigt wird. Dieses Verfahren ist sehr aufwändig und berücksichtigt keine Veränderung des Leitungswiderstands durch Temperatureinflüsse.

Schaltbild 2-Leiterschaltung



Kennzeichnung Keramiksockel bei 2-Leiterschaltung



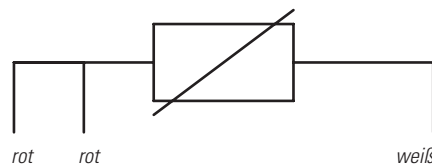
## 3-Leiterschaltung

Das Widerstandsthermometer wird über eine 3-adrige Anschlussleitung mit dem Anzeige- oder dem Messwerterfassungsgerät verbunden. Durch die zwei Messkreise, von denen einer als Brücken- oder Verhältnisschaltung genutzt wird, kann der Leitungswiderstand fast vollständig kompensiert werden. Der Fehler des Leitungswiderstands wird soweit minimiert, dass durch die zusätzliche Schleife auch temperaturabhängige Änderungen des Leitungswiderstands berücksichtigt werden. Dabei müssen sich aber alle drei Adern auf die gleiche Weise verändern.

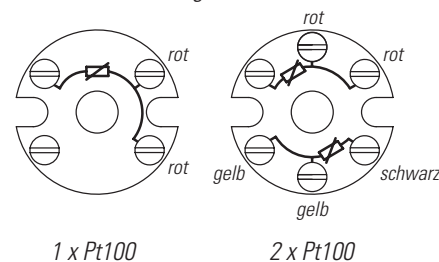
$$R_{\text{Anzeige}} = (R_{\text{Sensor}} + R_{\text{Anschl.-Leitung}}) - R_{\text{Anschl.-Leitung}}$$

Bei dieser Anschlusstechnik ist kein Abgleichen des Leitungswiderstands erforderlich. Aus diesem Grund wird sie heute am häufigsten in der industriellen Temperaturmessung eingesetzt.

Schaltbild 3-Leiterschaltung



Kennzeichnung Keramiksockel bei 3-Leiterschaltung



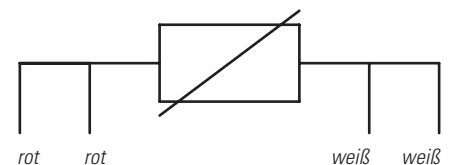
## 4-Leiterschaltung

Das Widerstandsthermometer wird bei dieser Variante über eine 4-adrige Anschlussleitung angeschlossen. Der Messstrom wird über zwei Adern eingespeist und der Spannungsabfall wird an den zwei anderen Adern abgegriffen. Dadurch kann der Einfluss des Leitungswiderstands völlig eliminiert werden.

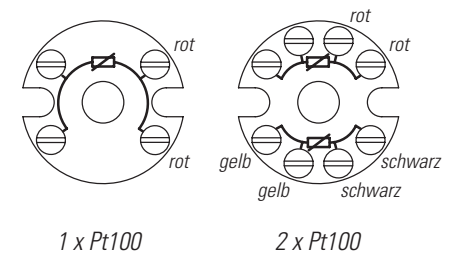
$$R_{\text{Anzeige}} = R_{\text{Sensor}}$$

Daher ist diese Anschlusstechnik überall dort optimal, wo sehr genaue Temperaturmessungen erforderlich sind.

Schaltbild 4-Leiterschaltung

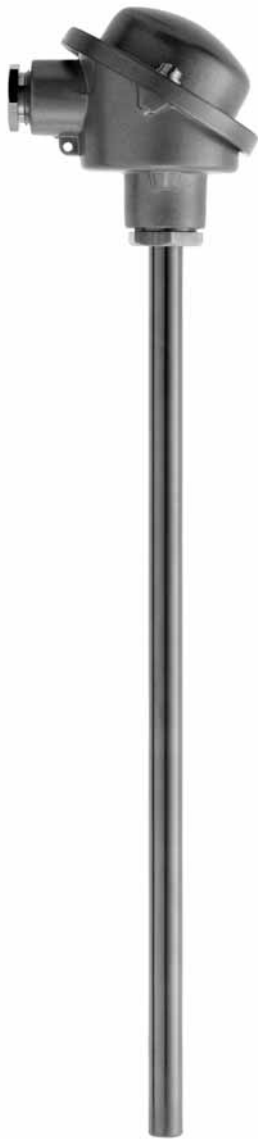


Kennzeichnung Keramiksockel bei 4-Leiterschaltung



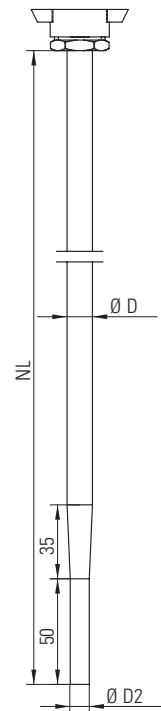
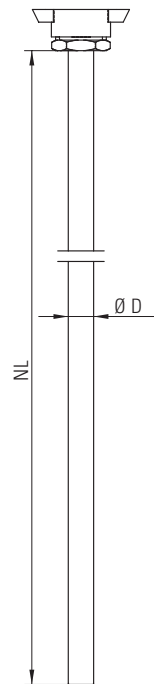
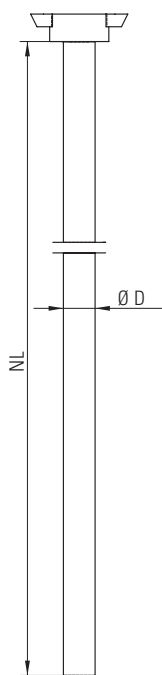


# Eintauch-Thermoelemente mit Schutzrohr



## Eintauch-Thermoelemente nach DIN 43772

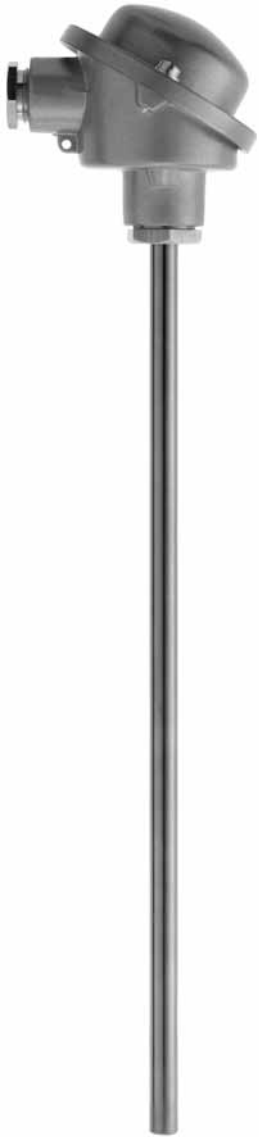
- einsetzbar in festen, flüssigen oder gasförmigen Medien
- für variable Einbaubedingungen (Eintauchtiefe einstellbar)
- bei Einsatz entsprechender Verschraubungen für Überdruckbetrieb geeignet
- für mäßige mechanische Belastungen
- mit Schutzrohr aus Edelstahl 1.4571
- Kabeleinführung des Anschlusskopfes ausrichtbar



Typ	TE-BA	TE-BE	TE-BE (R) reaktionsschnell
Bauart nach DIN 43772	Form 1	Form 2	Form 3
Schutzrohr-Durchmesser D [D2] (mm)	15	9/11/12/14	12[9]/14[11]
Eintauchlänge NL nach Norm (mm)	500...2.000	100...550	300...450
Einsatztemperatur (°C)		-100 bis +600	
Anschlußkopf (nach DIN)		Form B	
Anschluß		Keramiksockel mit Anschlussklemmen	
Thermopaar		NiCr-Ni Typ K oder Fe-CuNi Typ J; einfach oder doppelt	
Thermopaar-Toleranz nach DIN EN 60584		Klasse 2	
Messeinsatz		auswechselbar	
Lieferbares Befestigungszubehör		Gegen- und Anschlag-Flansche, Durchgangsverschraubungen	

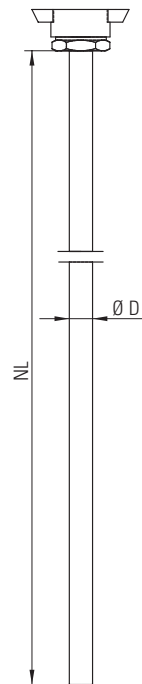
Neben den auf dieser Seite dargestellten Standardtypen liefern wir auf Anfrage auch spezielle Ausführungen (Abmessungen, Anschlussköpfe, Messumformer, Thermopaare und -Toleranzklassen, Vibrationsfestigkeit, Werkstoffe, DKD-Zertifikate etc.).

# Eintauch-Thermoelemente ohne Schutzrohr



## Eintauch-Thermoelemente

- einsetzbar in festen, flüssigen oder gasförmigen Medien
- für variable Einbaubedingungen (Eintauchtiefe einstellbar)
- schnelle Ansprech- und Reaktionszeit
- bei Einsatz entsprechender Verschraubungen für Überdruckbetrieb geeignet
- für geringe mechanische Belastungen
- ohne zusätzliches Schutzrohr
- zum direkten Einbau in das Medium
- Kabeleinführung des Anschlusskopfes ausrichtbar



Typ	<b>TE-BL-MI</b>
	<b>biegbarer Messeinsatz</b>
Befestigung	Durchgangsverschraubung mit Schneidring oder Klemmring aus Teflon
Eintauchlänge NL nach Norm (mm)	250...1.000
Einsatztemperatur (°C)	-100 bis +600
Anschlußkopf (nach DIN)	Form B
Anschluß	Keramiksockel mit Anschlussklemmen
Thermopaar	NiCr-Ni Typ K oder Fe-CuNi Typ J; einfach oder doppelt
Thermopaar-Toleranz nach DIN EN 60584	Klasse 2
Messeinsatz (nicht auswechselbar)	mineralisierte Mantelleitung
Lieferbares Befestigungszubehör	Durchgangsverschraubungen

Neben den auf dieser Seite dargestellten Standardtypen liefern wir auf Anfrage auch spezielle Ausführungen (Abmessungen, Anschlussköpfe, Messumformer, Thermopaare und -Toleranzklassen, Vibrationsfestigkeit, Werkstoffe, DKD-Zertifikate etc.).

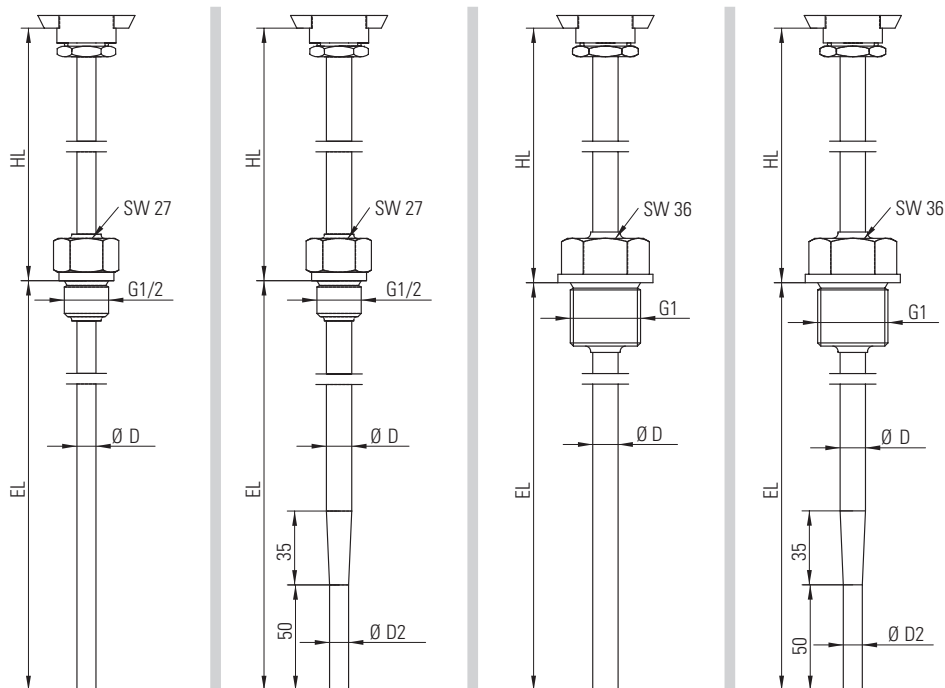
# Einschraub-Thermoelemente mit Halsrohr



## Einschraub-Thermoelemente nach DIN 43772

- einsetzbar in festen, flüssigen oder gasförmigen Medien
- für Anwendungen, die temperatur- oder einbaubedingt eine Distanz des Messkopfes erfordern

- mit fester Einbaulänge
- für Überdruckbetrieb geeignet
- für mäßige mechanische Belastungen
- mit Schutzrohr aus Edelstahl 1.4571
- zum direkten Einbau in das Medium
- Kabeleinführung des Anschlusskopfes ausrichtbar



Typ	TE-BB	TE-BB (R) reaktionsschnell	TE-BC	TE-BC (R) reaktionsschnell
Bauart nach DIN 43772	Form 2G	Form 3G	Form 2G	Form 3G
Befestigung	Einschraubgewinde G1/2		Einschraubgewinde G1	
Schutzrohr-Durchmesser D [D2] (mm)	9/11/12/14	12[9]/14[11]	11/12/14	12[9]/14[11]
Einbaulänge EL nach Norm (mm)	160...400	160...280	160...400	160...280
Halslänge HL nach Norm (mm)	145	147	145	147
Einsatztemperatur (°C)	-100 bis +600			
Anschlusskopf (nach DIN)	Form B			
Anschluß	Keramiksockel mit Anschlussklemmen			
Thermopaar	NiCr-Ni Typ K oder Fe-CuNi Typ J; einfach oder doppelt			
Thermopaar-Toleranz	nach DIN EN 60584 Klasse 2			
Messeinsatz	auswechselbar			

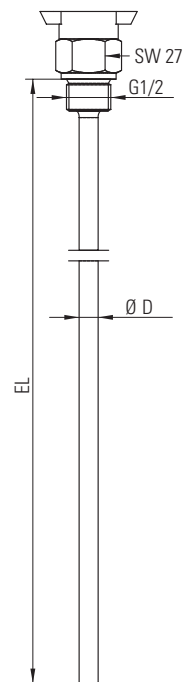
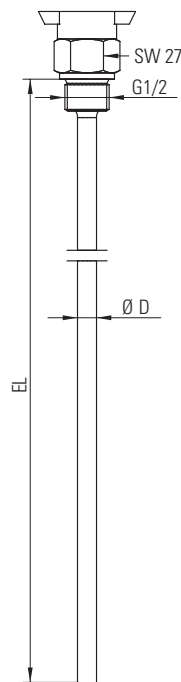
Neben den auf dieser Seite dargestellten Standardtypen liefern wir auf Anfrage auch spezielle Ausführungen (Abmessungen, Anschlussköpfe, Messumformer, Thermopaare und -Toleranzklassen, Vibrationsfestigkeit, Werkstoffe, DKD-Zertifikate etc.).

# Einschraub-Thermoelemente ohne Halsrohr



## Einschraub-Thermoelemente nach DIN 43772

- einsetzbar in festen, flüssigen oder gasförmigen Medien
- für kompakte Einbaubedingungen (wo keine temperatur- oder geometriebedingte Distanz des Messkopfes erforderlich ist)
- mit fester Einbaulänge
- für Überdruckbetrieb geeignet
- für mäßige mechanische Belastungen
- mit Schutzrohr aus Edelstahl 1.4571
- zum direkten Einbau in das Medium
- Kabeleinführung des Anschlusskopfes nicht ausrichtbar



Typ	TE-BB-k	TE-BB-ko
Bauart nach DIN 43772	ähnlich Form 2G	
Befestigung	Einschraubgewinde G1/2	
Schutzrohr-Durchmesser D (mm)	9/11/12/14	6/8/9/11
Einbaulänge EL nach Norm (mm)	160...400	100...400
Einsatztemperatur (°C)	-100 bis +600	
Anschlußkopf (nach DIN)	Form B	
Anschluß	Keramiksockel mit Anschlussklemmen	
Thermopaar	NiCr-Ni Typ K oder Fe-CuNi Typ J; einfach oder doppelt	
Thermopaar-Toleranz nach DIN EN 60584	Klasse 2	
Messeinsatz	<b>auswechselbar</b>	<b>nicht auswechselbar</b>

Neben den auf dieser Seite dargestellten Standardtypen liefern wir auf Anfrage auch spezielle Ausführungen (Abmessungen, Anschlussköpfe, Messumformer, Thermopaare und -Toleranzklassen, Vibrationsfestigkeit, Werkstoffe, DKD-Zertifikate etc.).

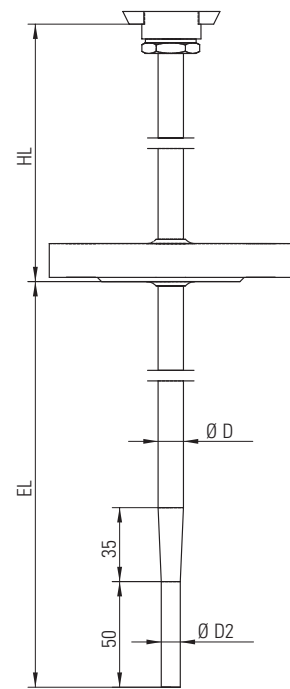
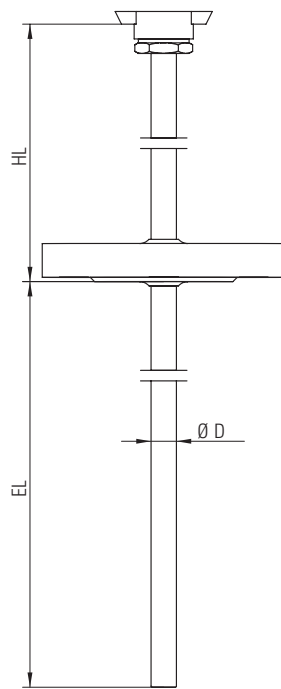
# Flansch-Thermoelemente



## Flansch-Thermoelemente nach DIN 43772

- einsetzbar in festen, flüssigen oder gasförmigen Medien
- mit fester Einbaulänge
- für Überdruckbetrieb besonders geeignet

- für hohe mechanische und thermische Belastungen
- mit Schutzrohr aus Edelstahl 1.4571
- Kabeleinführung des Anschlusskopfes ausrichtbar



Typ	TE-BF	TE-BF (R) reaktionsschnell
Bauart nach DIN 43772	Form 2F	Form 3F
Befestigung	Flansch NW25 ND40	
Schutzrohr-Durchmesser D [D2] (mm)	11/12/14	12[9]/14[11]
Einbaulänge EL nach Norm (mm)	225...465	225...345
Halslänge HL nach Norm (mm)	82	
Einsatztemperatur (°C)	-100 bis +600	
Anschlusskopf (nach DIN)	Form B	
Anschluß	Keramickessel mit Anschlussklemmen	
Thermopaar	NiCr-Ni Typ K oder Fe-CuNi Typ J; einfach oder doppelt	
Thermopaar-Toleranz nach DIN EN 60584	Klasse 2	
Messeinsatz	auswechselbar	

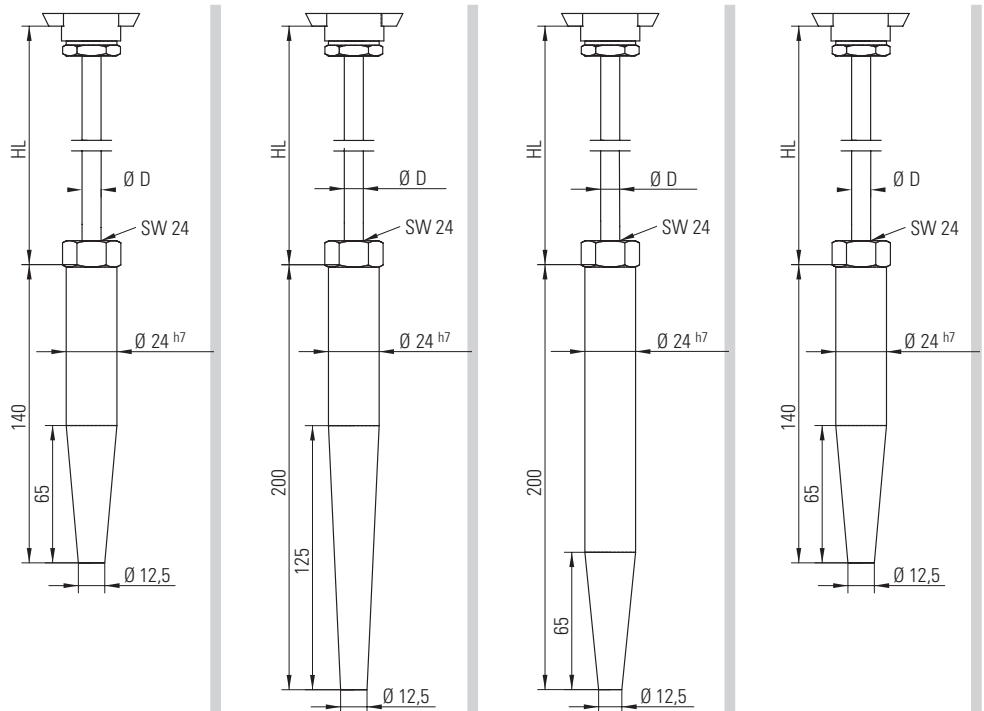
Neben den auf dieser Seite dargestellten Standardtypen liefern wir auf Anfrage auch spezielle Ausführungen (Abmessungen, Anschlussköpfe, Messumformer, Thermopaare und -Toleranzklassen, Vibrationsfestigkeit, Werkstoffe, DKD-Zertifikate etc.).

# Einschweiß-Thermoelemente mit 24er Einschweißhülse



## Einschweiß-Thermoelemente nach DIN 43772

- einsetzbar in festen, flüssigen oder gasförmigen Medien
- mit gering variabler Einbaulänge
- für Überdruckbetrieb besonders geeignet
- für hohe mechanische und thermische Belastungen
- mit Einschweiß-Schutzrohr aus Edelstahl 1.4571
- Kabeleinführung des Anschlusskopfes ausrichtbar



Typ	TE-BD-D1	TE-BD-D2	TE-BD-D4	TE-BD-D5
Bauart nach DIN 43772	Form 4			
Befestigung	Schweißen			
Schutzrohr-Durchmesser (mm)	24 <sup>h7</sup>			
Einbaulänge EL nach Norm (mm)	140	200	200	260
Halslänge HL nach Norm (mm)	165			
Einsatztemperatur (°C)	-60 bis +500			
Anschlußkopf (nach DIN)	Form B			
Anschluß	Keramiksockel mit Anschlussklemmen			
Thermopaar	NiCr-Ni Typ K oder Fe-CuNi Typ J; einfach oder doppelt			
Thermopaar-Toleranz	nach DIN EN 60584 Klasse 2			
Messeinsatz	auswechselbar			
Lieferbares Befestigungszubehör	Einschweißrohre			

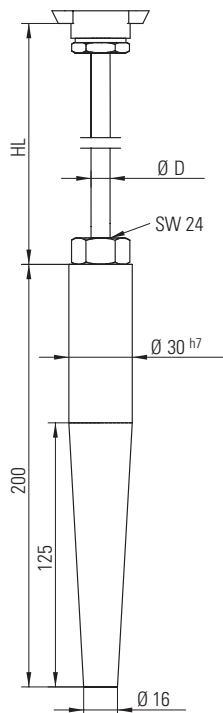
Neben den auf dieser Seite dargestellten Standardtypen liefern wir auf Anfrage auch spezielle Ausführungen (Abmessungen, Anschlussköpfe, Messumformer, Thermopaare und -Toleranzklassen, Vibrationsfestigkeit, Werkstoffe, DKD-Zertifikate etc.).

# Einschweiß-Thermoelemente mit 30er Einschweißhülse

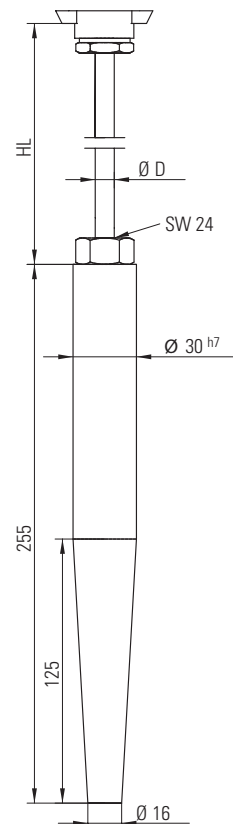


## Einschweiß-Thermoelemente nach DIN 43772

- einsetzbar in festen, flüssigen oder gasförmigen Medien
- mit gering variabler Einbaulänge
- für Überdruckbetrieb besonders geeignet
- für hohe mechanische und thermische Belastungen
- mit Einschweiß-Schutzrohr aus Edelstahl 1.4571
- Kabeleinführung des Anschlusskopfes ausrichtbar



**WT-BD-D3**



**WT-BD-D6**

Typ		
Bauart nach DIN 43772		ähnlich Form 4
Befestigung		Schweißen
Schutzrohr-Durchmesser (mm)		30 <sup>h7</sup>
Einbaulänge nach Norm (mm)	200	255
Halslänge HL nach Norm (mm)		165
Einsatztemperatur (°C)		-60 bis +500
Anschlußkopf (nach DIN)		Form B
Anschluß		Keramicksocket mit Anschlussklemmen
Thermopaar		NiCr-Ni Typ K oder Fe-CuNi Typ J; einfach oder doppelt
Thermopaar-Toleranz nach DIN EN 60584		Klasse 2
Messeinsatz		auswechselbar
Lieferbares Befestigungszubehör		Einschweißrohre

Neben den auf dieser Seite dargestellten Standardtypen liefern wir auf Anfrage auch spezielle Ausführungen (Abmessungen, Anschlussköpfe, Messumformer, Thermopaare und -Toleranzklassen, Vibrationsfestigkeit, Werkstoffe, DKD-Zertifikate etc.).

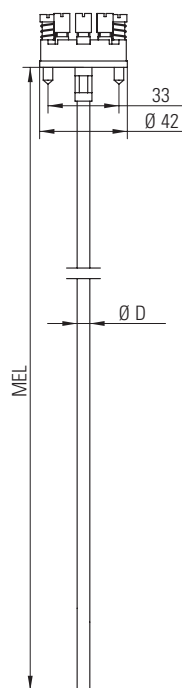
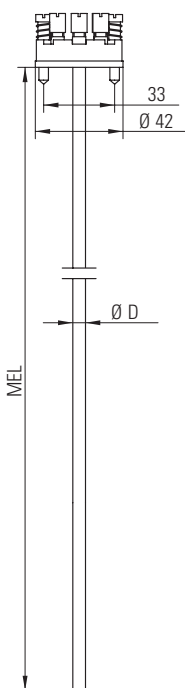
# Messeinsätze für Thermoelemente



## Messeinsätze als eigenständige Baugruppe zum Einbau in Schutzarmatur

- Mantelleitung aus Edelstahl
- bei direktem Einbau ins Medium nur für geringe mechanische Belastungen

- Befestigungsschrauben mit Andruckfedern
- Keramiksocket mit Mantelklemmen zum Kabelanschluss



Typ	TE-ME	TE-ME-MI
	<b>Edelstahl-Schutzrohr, starr</b>	<b>biegbare mineralisierte Mantelleitung</b>
Messeinsatz-Durchmesser (mm)	6/8	
Messeinsatz-Länge MEL (mm)	100...2.000	
Messbereich (°C)	-100 bis +600	
Anschluß	Keramiksocket mit Anschlussklemmen	
Thermopaar	NiCr-Ni Typ K oder Fe-CuNi Typ J; einfach oder doppelt	
Thermopaar-Toleranz nach DIN EN 60584	Klasse 2	

# Messumformer für Thermoelemente

Messumformer wandeln die Messgrößen von Sensoren, wie z.B. Temperatur, in normierte analoge, meist elektrische Signale um.

Ludwig Schneider bietet Ihnen spezielle Messumformer für Thermoelemente an. Zum einen den meistverkauften Messumformer Typ 3 (kostengünstig) und zum anderen Typ 2 (universell programmierbar).

Des Weiteren sind Messumformer mit Hart®-Protokoll, Foundation™-Fieldbus-Kommunikation und Profibus®-PA-Technologien erhältlich.

## Technische Daten Messumformer für Thermoelemente



Messumformer	Typ 3	Typ 2
Eigenschaften	<b>kostengünstig</b>	<b>universell programmierbar</b>
<b>Allgemeine Spezifikation</b>		
Versorgungsspannung	6,5 V bis 32 V (DC)	7,2 V bis 35 V (DC)
Galvanische Trennung	—	1500 V (AC)
Linearitätsfehler	± 0,1 %	≤ 0,05 %
Ansprechzeit	≤ 0,2 s	1 s bis 60 s (programmierbar)
EEprom-Fehlerkontrolle	—	< 3,5 s (≤ 3,5 mA)
max. Leitungsquerschnitt	1,5 mm <sup>2</sup>	
Gewicht	40 g	50 g
Abmessungen	Ø 44 x H 17 mm	Ø 44 x H 20,2 mm
Betriebstemperatur	-40 °C bis 85 °C	
relative Feuchte	0 bis 95 %	
geeigneter Anschlusskopf	Form B und größer	
<b>Eingangsspezifikation</b>		
Temperaturspanne bei Typ B	—	400 °C bis 1820 °C
Typ E	—	-100 °C bis 1000 °C
Typ J	186 °C bis 870 °C	-100 °C bis 1200 °C
Typ K	246 °C bis 1232 °C	-180 °C bis 1372 °C
Typ L	183 °C bis 855 °C	-100 °C bis 900 °C
Typ N	319 °C bis 1300 °C	-180 °C bis 1300 °C
Typ R	—	-50 °C bis 1760 °C
Typ S	—	-50 °C bis 1760 °C
Typ T	213 °C bis 400 °C	-200 °C bis 400 °C
Typ U	—	-200 °C bis 600 °C
Typ W3	—	0 °C bis 2300 °C
Typ W5	—	0 °C bis 2300 °C
min. Messspanne Typ E, J, K, L, T	100 °C	50 °C
Typ U	—	75 °C
Typ N	—	100 °C
Typ B, R, S, W3, W5	—	200 °C
max. Leitungswiderstand	5 Ω	
Genauigkeit Typ E, J, K, L, N, T, U	—	≤ 1 °C
Typ B, R, S, W3, W5	—	≤ 2 °C
Vergleichsstelle	intern	intern, extern
Vergleichsstellenkompensation	1,25 °C	< 1 °C
<b>Ausgangsspezifikation</b>		
Stromsignal	4 bis 20 mA	4 bis 20 mA/20 bis 4 mA



# Technische Daten für Thermoelemente

## Allgemeine Informationen

### Thermoelemente

Im vorangegangenen Kapitel haben wir unser umfassendes Programm an Thermoelementen vorgestellt. Bei diesen Messelementen, die in der elektrischen Temperaturmessung häufig eingesetzt werden, nutzt man den Effekt aus, dass sich an der Verbindungsstelle zweier unterschiedlicher Metalle eine temperaturabhängige Spannung ausbildet. Diese Spannung wird als Thermospannung bezeichnet und nimmt bei allen Thermoelementen bei steigender Temperatur zu.

Als Thermoelement wird üblicherweise der gesamte Temperaturfühler bezeichnet. Das eigentliche Messelement, das sogenannte Thermopaar besteht aus den zwei unterschiedlichen Leitern (Plus- und Minus-Pol), die als Thermoschenkel bezeichnet werden.

Thermoelemente weisen gegenüber Widerstandsthermometern einige Vorteile auf: Es sind kleinere Bauformen möglich, sie haben einen größeren Temperaturmessbereich und sind unempfindlicher gegenüber mechanischen Belastungen. Die Nachteile sind unter anderem in der geringeren Genauigkeit und in der aufwändigeren Installation zu sehen.

Die Kombination der Thermodrähte und deren materielle Zusammensetzung sind festgelegt und genormt; somit ist eine weltweite Austauschbarkeit gewährleistet.

### Funktionsweise

Ein Thermoelement wird, wie bereits erwähnt, durch zwei Leiter (Thermoschenkel) gebildet, die eine unterschiedliche Materialzusammensetzung aufweisen. Werden diese zwei Leiter verbunden, so entsteht durch die unterschiedlichen Bindekräfte der Elektronen eine Spannung, die als Thermospannung bezeichnet wird.

Diese Thermospannung wird durch den thermodynamischen Effekt hervorgerufen und ist sehr gering. Um die Thermospannung überhaupt messen zu können, muss am anderen Ende der Stromkreis angeschlossen werden. An dieser Anschlussstelle, auch Vergleichsstelle genannt, entsteht ebenfalls eine Spannung.

Bei der Temperaturmessung mit einem Thermoelement ist grundsätzlich zu beachten, dass nur eine Temperaturdifferenz zwischen Messstelle und Vergleichsstelle gemessen wird. Ist die Temperatur an beiden Verbindungsstellen gleich, so entsteht keine Spannung, weil sich die einzelnen Teilspannungen aufheben. Bei unterschiedlichen Temperaturen heben sich diese Teilspannungen nicht auf, eine Spannung entsteht und ein Strom fließt.

$$E_{TE} = (E_{\text{Messstelle}} - E_{\text{Vergleichsstelle}}) + E_{\text{Vergleichsstelle}}$$

( $E$  = Thermospannung in  $\mu\text{V}$ ,  $TE$  = Thermoelement)

Für eine korrekte Temperaturmessung mit einem Thermoelement ist es wichtig, dass die Temperatur an der Vergleichsstelle bekannt ist und wenn möglich konstant bleibt. Ist die Vergleichsstellentemperatur nicht konstant, muss diese separat erfasst und kontinuierlich berücksichtigt werden. Ebenfalls ist darauf zu achten, dass in der Übertragungsleitung zwischen Messstelle und Vergleichsstelle keine zusätzlichen Thermospannungen entstehen, da diese zu Messfehlern führen können.

Die genaueste und sicherste Anschlussmethode ergibt sich dadurch, dass die einzelnen Thermoschenkel direkt bis an die Vergleichsstelle geführt und angeschlossen werden.

In der Praxis wird aber oft aus Kostengründen eine entsprechende Ausgleichsleitung für die Übertragungsleitung verwendet. In diesem Fall bestehen die Leiter der Ausgleichsleitung aus einem Ersatzmaterial, das mit den thermoelektrischen Eigenschaften des Thermoelements übereinstimmt und somit keine zusätzliche Thermospannung verursacht.

# Technische Daten für Thermoelemente

## Allgemeine Informationen

### Normen für Thermoelemente

In den Normen IEC 584 bzw. EN 60584 sind die Anforderungen an Thermoelemente festgelegt und beschrieben. Definiert sind insbesondere die temperaturabhängigen Thermospannungen, die Grenzabweichungen und teilweise die materielle Zusammensetzung der Thermodrähte. Es sind die nachfolgenden Thermoelemente genormt:

<i>Cu-CuNi (T)</i>	<i>Kupfer-Konstantan</i>
<i>Fe-CuNi (J)</i>	<i>Eisen-Konstantan</i>
<i>NiCr-CuNi (E)</i>	<i>Nickelchrom-Konstantan</i>
<i>NiCr-Ni (K)</i>	<i>Nickelchrom-Nickel</i>
<i>NiCrSi-NiSi (N)</i>	<i>Nicrosil-Nisil</i>
<i>Pt10Rh-Pt (S)</i>	<i>Platinrhodium-Platin</i>
<i>Pt13Rh-Pt (R)</i>	<i>Platinrhodium-Platin</i>
<i>Pt30Rh-Pt6Rh (B)</i>	<i>Platinrhodium-Platin</i>

In der Norm DIN 43710 waren zusätzlich noch weitere Thermoelemente, das Cu-CuNi (U) und das Fe-CuNi (L), genormt. Die Norm ist zwischenzeitlich zurückgezogen worden, und diese Thermoelemente sollten nicht mehr für Neuinstallationen herangezogen werden. Aus diesem Grund werden sie an dieser Stelle nicht berücksichtigt.

### Messeinsätze

Der Messeinsatz ist eine eigenständige und anschlussfertige Baugruppe. Er besteht hauptsächlich aus einer mineralisierten Thermoleitung mit dem eigentlichen Thermoelement und einem Keramiksockel.

Bei einer mineralisierten Thermoleitung handelt es sich um eine Leitung mit einem Außenmantel aus Edelstahl, in der die Thermoschenkel in hoch verpresstem Magnesiumoxid eingebettet sind.

Der Mantel der mineralisierten Thermoleitung bildet die äußere Hülle, und die Messstelle befindet sich immer unmittelbar an der Spitze des Messeinsatzes. Die Thermospannung wird durch die Thermoschenkel zum Keramiksockel übertragen. Die Messeinsätze in dieser Bauform sind biegsam und werden auch bei hohen mechanischen Belastungen und Erschütterungen eingesetzt. Der Aufbau und die Abmessungen sind in der Norm DIN 43735 definiert

Der Messeinsatz wird im eingebauten Zustand über zwei Andruckfedern an den Befestigungsschrauben auf die Innenseite des Schutzrohrbodens gedrückt, damit ein guter Wärmeübergang sichergestellt ist. Die zwei Andruckfedern gleichen auch unterschiedliche Längenausdehnungen von Schutzrohr und Messeinsatz aus. Der Messeinsatz wird in Durchmesser und Länge auf das jeweilige Schutzrohr mit Anschlusskopf abgestimmt.

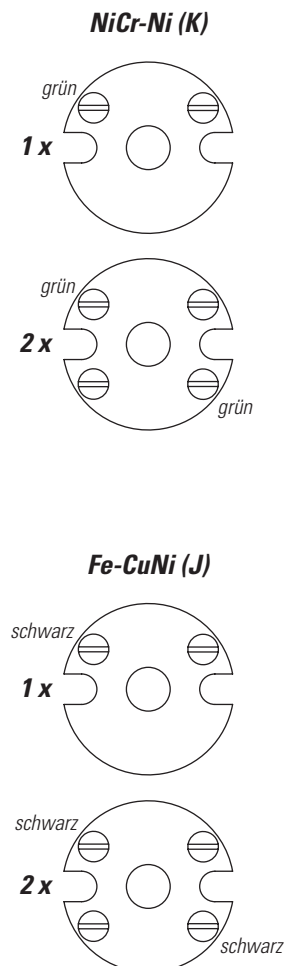
Durch den Einbau eines auswechselbaren Messeinsatzes ergibt sich der große Vorteil, dass die Anlage bei Austausch nicht entleert oder drucklos gemacht werden muss.

### Farbkennzeichnung

In den Normen IEC 584 bzw. EN 60584 ist die Kennzeichnung festgelegt und kann symbolisch oder farblich angebracht sein. Um der Forderung nach Kennzeichnung zu entsprechen, werden unsere Anschlüsse am Keramiksockel symbolisch und farblich gekennzeichnet.

#### Thermoelemente

Farbkennzeichnung des Keramiksockels



# Technische Daten für Thermoelemente

## Grundwerte

### Grundwerte

Als Grundwerte sind bei den Thermoelementen die Thermospannungen in Abhängigkeit von der Temperatur errechnet und in den Normen IEC 584 bzw. EN 60584 definiert. Die Vergleichsstellentemperatur von 0 °C und die Internationale Temperaturskala (ITS 90) liegen hierbei zugrunde. Je nach Thermoelement sind in der Tabelle der gegenüberliegenden Seite die Thermospannungen im Temperaturbereich von -270 bis 1820 °C festgelegt und aufgelistet.

<b>Thermoelement</b>	<b>Temperaturbereich</b>
<i>Cu-CuNi (T)</i>	<i>-270 bis 400 °C</i>
<i>Fe-CuNi (J)</i>	<i>-210 bis 1200 °C</i>
<i>NiCr-CuNi (E)</i>	<i>-270 bis 1000 °C</i>
<i>NiCr-Ni (K)</i>	<i>-270 bis 1372 °C</i>
<i>NiCrSi-NiSi (N)</i>	<i>-270 bis 1300 °C</i>
<i>Pt10Rh-Pt (S)</i>	<i>-50 bis 1768 °C</i>
<i>Pt13Rh-Pt (R)</i>	<i>-50 bis 1768 °C</i>
<i>Pt30Rh-Pt6Rh (B)</i>	<i>0 bis 1820 °C</i>

Die Grundwerte für die Thermoelemente sind in  $\mu\text{V}$  angegeben und beziehen sich auf eine Vergleichsstellentemperatur von 0 °C. Die Grundwerte sind nach der Internationalen Temperaturskala (ITS 90) berechnet und je nach Thermoelement für den Temperaturbereich von -200 bis 1800 °C aufgelistet.

Die Stufenlinie ist als Grenze für die Dauereinsatztemperatur der Thermoelemente in reiner Luft zu verstehen. Bei höheren Temperaturen ist Vorsicht geboten. Da Veränderungen der Thermospannung durch viele Faktoren hervorgerufen werden können, sind genaue Angaben über die Grenze der Dauereinsatztemperatur leider nicht möglich.

# Technische Daten für Thermoelemente

## Grundwerte

Grundwerte für Thermoelemente nach IEC 751 bzw. EN 60751 in  $\mu\text{V}$

	<b>Cu-CuNi (T)</b>	<b>Fe-CuNi (J)</b>	<b>NiCr-CuNi (E)</b>	<b>NiCr-Ni (K)</b>	<b>NiCrSi-NiSi (N)</b>	<b>PtRh-Pt (S)</b>	<b>PtRh-Pt (R)</b>	<b>PtRh-Pt (B)</b>
Plus-Pol (+)	Cu	Fe	NiCr	NiCr	NiCrSi	PtRh90/10%	PtRh87/13%	PtRh70/30%
Minus-Pol (-)	CuNi	CuNi	CuNi	Ni	NiSi	Pt	Pt	PtRh94/6%
$^{\circ}\text{C}$	$\mu\text{V}$	$\mu\text{V}$	$\mu\text{V}$	$\mu\text{V}$	$\mu\text{V}$	$\mu\text{V}$	$\mu\text{V}$	$\mu\text{V}$
-200	-5603	-7890	-8825	-5891	-3990	–	–	–
-175	-5167	-7265	-8121	-5454	-3702	–	–	–
-150	-4648	-6500	-7279	-4913	-3336	–	–	–
-125	-4052	-5616	-6314	-4276	-2902	–	–	–
-100	-3379	-4633	-5237	-3554	-2407	–	–	–
-75	-2633	-3566	-4058	-2755	-1859	–	–	–
-50	-1819	-2431	-2787	-1889	-1269	–	–	–
-25	-940	-1239	-1432	-968	-646	–	–	–
0	0	0	0	0	0	0	0	–
25	992	1277	1495	1000	659	143	141	–
50	2036	2585	3048	2023	1340	299	296	–
75	3132	3918	4656	3059	2045	467	466	–
100	4279	5269	6319	4096	2774	646	647	–
125	5470	6634	8031	5124	3527	834	839	–
150	6704	8010	9789	6138	4302	1029	1041	–
175	7977	9392	11587	7140	5098	1232	1251	–
200	9288	10779	13421	8138	5913	1441	1469	178
225	10634	12167	15287	9141	6747	1655	1693	231
250	12013	13555	17181	10153	7597	1874	1923	291
275	13423	14942	19098	11176	8462	2096	2159	358
300	14862	16327	21036	12209	9341	2323	2401	431
325	16327	17710	22993	13248	10233	2553	2646	510
350	17819	19090	24964	14293	11136	2786	2896	596
375	19335	20469	26950	15343	12050	3021	3150	688
400	20872	21848	28946	16397	12974	3259	3408	787
425	–	23228	30952	17455	13906	3500	3669	891
450	–	24610	32965	18516	14846	3742	3933	1002
475	–	25998	34983	19579	15794	3987	4201	1119
500	–	27393	37005	20644	16748	4233	4471	1242
525	–	28798	39029	21710	17707	4482	4745	1371
550	–	30216	41053	22776	18672	4732	5021	1505
575	–	31650	43075	23842	19641	4984	5301	1646
600	–	33102	45093	24905	20613	5239	5583	1792
625	–	34575	47107	25967	21588	5495	5869	1944
650	–	36071	49116	27025	22566	5753	6157	2101
675	–	37590	51118	28079	23546	6013	6448	2263
700	–	39132	53112	29129	24527	6275	6743	2431
725	–	40696	55100	30174	25508	6539	7040	2604
750	–	42281	57080	31213	26491	6806	7340	2782
775	–	43881	59053	32247	27473	7074	7644	2965
800	–	45494	61017	33275	28455	7345	7950	3154
825	–	47109	62974	34297	29436	7618	8259	3347
850	–	48715	64922	35313	30416	7893	8571	3546
875	–	50306	66860	36323	31394	8170	8887	3749
900	–	51877	68787	37326	32371	8449	9205	3957
925	–	53427	70701	38323	33346	8731	9526	4170
950	–	54956	72603	39314	34319	9014	9850	4387
975	–	56464	74492	40298	35289	9300	10177	4608
1000	–	57953	76373	41276	36256	9587	10506	4834
1100	–	–	–	45119	40087	10757	11850	5780
1200	–	–	–	48838	43846	11951	13228	6786
1300	–	–	–	52410	47513	13159	14629	7848
1400	–	–	–	–	–	14373	16040	8956
1500	–	–	–	–	–	15582	17451	10099
1600	–	–	–	–	–	16777	18849	11263
1700	–	–	–	–	–	–	–	12433
1800	–	–	–	–	–	–	–	13591

# Technische Daten für Thermoelemente

## Grenzabweichungen

Als Grenzabweichung wird die maximal erlaubte Abweichung in Grad Celsius eines Thermoelementes von den genormten Grundwerten bezeichnet.

Es sind drei Toleranzklassen genormt, die als Klasse 1, 2 und 3 bezeichnet werden, wobei in der Klasse 1 die geringsten Abweichungen zugelassen sind.

Die Werte können teilweise direkt aus der Tabelle entnommen werden, oder bei höheren Temperaturen müssen sie gemäß den Formeln errechnet werden. Die Grenzabweichungen sind in °C angegeben.

**Grenzabweichungen für Thermoelemente nach IEC 584 bzw. EN 60584**

Thermoelement	Toleranzklasse			
	1	2	3*	
<b>Typ T</b>	Temperaturbereich	-40...125 °C	-40...133 °C	-200...-67 °C
	Grenzabweichung	±0,5 °C	±1 °C	±0,015 ·  t
	Temperaturbereich	125...350 °C	133...350 °C	-67...40 °C
	Grenzabweichung	±0,004 ·  t	± 0,0075 ·  t	±1 °C
<b>Typ J</b>	Temperaturbereich	-40...375 °C	-40...333 °C	–
	Grenzabweichung	±1,5 °C	±2,5 °C	–
	Temperaturbereich	375...750 °C	333...750 °C	–
	Grenzabweichung	±0,004 ·  t	±0,0075 ·  t	–
<b>Typ E</b>	Temperaturbereich	-40...375 °C	-40...333 °C	-200...-167 °C
	Grenzabweichung	±1,5 °C	±2,5 °C	±0,015 ·  t
	Temperaturbereich	375...800 °C	333...900 °C	-167...40 °C
	Grenzabweichung	±0,004 ·  t	±0,0075 ·  t	±2,5 °C
<b>Typ K + N</b>	Temperaturbereich	-40...375 °C	-40...333 °C	-200...-167 °C
	Grenzabweichung	±1,5 °C	±2,5 °C	±0,015 ·  t
	Temperaturbereich	375...1000 °C	333...1200 °C	-167...40 °C
	Grenzabweichung	±0,004 ·  t	±0,0075 ·  t	±2,5 °C
<b>Typ S + R</b>	Temperaturbereich	0...1100 °C	0...600 °C	–
	Grenzabweichung	±1 °C	±1,5 °C	–
	Temperaturbereich	1000...1600 °C	600...1600 °C	–
	Grenzabweichung	±[1 + 0,003 · ( t  - 1100)]	±0,0025 ·  t	–
<b>Typ B</b>	Temperaturbereich	–	–	600...800 °C
	Grenzabweichung	–	–	±4 °C
	Temperaturbereich	–	600...1700 °C	800...1700 °C
	Grenzabweichung	–	±0,0025 ·  t	±0,005 ·  t

\* Thermoelemente und Thermodrähte werden üblicherweise so geliefert, dass die Grenzabweichungen gemäß oben stehender Tabelle für den Temperaturbereich über -40 °C eingehalten werden. Die Abweichungen für Thermoelemente des gleichen Materials können bei Temperaturen unter -40 °C größer sein als die in Klasse 3 festgelegten Grenzabweichungen. Wenn Thermoelemente benötigt werden, die auch das untere Spektrum der Grenzabweichungen nach den Klassen 1, 2 und/oder 3 einhalten sollen, muss dies vom Besteller angegeben werden. Hierfür ist in der Regel eine spezielle Selektion des Materials notwendig.

# Allgemeine Technische Daten

## Temperatur, Schutzrohre

### Temperatur

Temperatur ist eine von sieben physikalischen Basisgrößen. Das allgemeine Formelzeichen für Temperatur ist  $T$ . Als physikalische Einheit der Temperatur wird Kelvin (K) verwendet. Im Normalgebrauch hat sich Grad Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) als Einheit für den Absolutwert etabliert (Ausnahme: Nordamerika = Grad Fahrenheit). Für die Temperaturdifferenz oder die Messunsicherheit wird aber immer die Einheit Kelvin herangezogen. Zwischen den zwei Einheiten besteht folgender Zusammenhang:

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

### Temperaturskala

Die physikalische Grundlage der Temperaturmessung ist die thermodynamische Temperaturskala. Sie beruht auf der geltenden Gleichung für ideale Gase:

$$p \cdot V = R \cdot T$$

( $p$  = Druck,  $V$  = spezifisches Volumen,

$R$  = spezifische Gaskonstante,  $T$  = Temperatur)

Die thermodynamische Temperatur lässt sich mit einem Gasthermometer realisieren. Da dieses Verfahren für die praktische Temperaturmessung zu umständlich ist, wurde eine internationale Temperaturskala geschaffen, die durch definierte Fixpunkte reiner Stoffe festgelegt ist.

Als Fixpunkte bezeichnet man Gleichgewichtszustände bei Phasenübergängen (z.B. Gefrierpunkt, Siedepunkt etc.).

Seit 1990 ist die Internationale Temperaturskala (ITS 90) gültig.

### Die Internationale Temperaturskala

1084,62 $^{\circ}\text{C}$	1357,77 K
	Kupfer-Erstarrungspunkt
1064,18 $^{\circ}\text{C}$	1337,33 K
	Gold-Erstarrungspunkt
961,78 $^{\circ}\text{C}$	1234,93 K
	Silber-Erstarrungspunkt
419,527 $^{\circ}\text{C}$	692,73 K
	Zink-Erstarrungspunkt
100,00 $^{\circ}\text{C}$	373,15 K
	Wasser-Siedepunkt
0,01 $^{\circ}\text{C}$	273,16 K
	Wassertripelpunkt
-38,8344 $^{\circ}\text{C}$	234,3156 K
	Quecksilbertripelpunkt
-218,7916 $^{\circ}\text{C}$	54,361 K
	Sauerstofftripelpunkt
-259,3467 $^{\circ}\text{C}$	13,81 K
	Wasserstofftripelpunkt
-273,15 $^{\circ}\text{C}$	0 K
	absoluter Nullpunkt

Beispielhafte Fixpunkte der Gleichgewichtszustände chemischer Elemente bei Phasenübergängen.

### Schutzrohre

Die Norm DIN 43772 beschreibt die Bauformen und Abmessungen der Schutzrohre und teilt diese in die Formen 1-9 ein.

Die Schutzrohre werden je nach Bauform als geschweißte Ausführung oder aus Vollmaterial gefertigt und können durch Klemmen, Einschrauben, Anflanschen oder Einschweißen eingebaut werden.

Vorzugsweise bestehen die Schutzrohre aus dem Werkstoff Edelstahl 1.4571. Weil das Schutzrohr direkt mit dem Messmedium

in Berührung kommt, müssen die Druckbelastungen, die Anströmgeschwindigkeiten und die Temperaturbelastungen bei der Auswahl der Schutzrohrbauform beachtet werden. Hierfür können die Belastungsdiagramme der Norm DIN 43772 herangezogen werden.

Bei der Auswahl des Werkstoffs muss die chemische Beständigkeit und die mechanische Belastbarkeit ebenfalls berücksichtigt werden. Im Bereich der Schutzrohre gibt es außer den genormten Bauformen auch eine Vielzahl an nicht genormten Ausführungen, die für den kundenspezifischen Einsatz entwickelt werden.

Die Form der Schutzrohre wird mit Kennzahlen nach Norm DIN 43772 gekennzeichnet. Diese Norm hat die Norm DIN 43763 abgelöst, in der die Schutzrohrformen durch Kennbuchstaben bezeichnet wurden.

Form 1: Schutzrohr zum Einstecken

Form 2: Schutzrohr zum Einstecken oder Einschweißen

Form 2G: Schutzrohr zum Einschrauben mit G 1/2- oder G1-Prozessanschluss

Form 2F: Schutzrohr zum Anflanschen; Flansch DN25/PN40 nach DIN 2527, Dichtleiste Form C nach DIN 2526

Form 3: Schutzrohr zum Einstecken o. Einschweißen m. verjüngter Spitze

Form 3G: Schutzrohr zum Einschrauben mit G1/2- oder G1-Prozessanschluss

Form 3F: Schutzrohr zum Anflanschen mit verjüngter Spitze; Flansch DN25/PN40 nach DIN 2527, Dichtleiste Form C nach DIN 2526

Form 4: Schutzrohr zum Einschweißen für Thermometer und Halsrohre mit Außengewinde

Form 4F: Schutzrohr zum Anflanschen für Thermometer und Halsrohre mit Außengewinde

# Allgemeine Technische Daten

## Anschlussköpfe

Die Anschlussköpfe der Widerstandsthermometer und Thermoelemente sind in der Norm DIN 43729 in Form A und Form B unterteilt. Sie können aus Gusseisen, Leichtmetall oder Kunststoff bestehen und bieten genügend Raum für die Montage eines Keramiksockels oder eines Kopf-Messumformers.

Die Anschlussköpfe werden durch Aufschrauben oder Festklemmen mit dem Schutzrohr verbunden. Unsere Widerstandsthermometer und Thermoelemente werden standardmäßig mit dem Anschlusskopf Typ B aus Leichtmetall ausgeliefert. Weiterhin gibt es noch andere Bauformen, die für spezielle Anforderungen entwickelt wurden.

Die Anschlussköpfe sind für den Einbau eines Keramiksockels oder eines Messumformers ( $\varnothing$  max. 44 mm) ausgelegt.

- Kabelverschraubung und Deckel mit Gummidichtung
- maximale Temperaturbelastung 80°C
- Schutzart IP54

		<b>Form</b>	Verschluss	Werkstoff
 		<b>B</b>	Schraubverschluss	Leichtmetall-Druckguss
  		<b>DAN</b>	Schraubverschluss	Leichtmetall-Druckguss
		<b>DAN-S</b>	Schnellverschluss	
  		<b>DANH</b>	Schraubverschluss	Leichtmetall-Druckguss
		<b>DANH-S</b>	Schnellverschluss	
 		<b>BBK</b>	Schraubverschluss	Kunststoff



# Übersicht Lieferprogramm

- Katalog 1 **Maschinenthermometer**
- Katalog 2 **Allgebrauchsthermometer**
- Katalog 3 **Präzisions-Laborthermometer**
- Katalog 4 **Präzisions-Laborthermometer-Sätze**
- Katalog 5 **Meteorologische Präzisionsthermometer**
- Katalog 6 **Schliffthermometer und  
Präzisionsthermometer für die Mineralölprüfung**
- Katalog 7 **Präzisions-Kontaktthermometer**
- Katalog 8 **Spezialthermometer**
- Katalog 9 **Präzisions-Aräometer**
- Katalog 10 **Zeigerthermometer**
- Katalog 11 **Mess- und Kalibriersysteme**
- Katalog 12 **Widerstandsthermometer  
und Thermoelemente**

**Ludwig Schneider** 

**Ludwig Schneider GmbH & Co. KG**

Postfach 15 61 · D-97865 Wertheim

Am Eichamt 4 · D-97877 Wertheim

Tel.: +49-93 42-82 86 · Fax: +49-93 42-8 46 71

e-Mail: [info@ludwig-schneider.de](mailto:info@ludwig-schneider.de)

[www.ludwig-schneider.de](http://www.ludwig-schneider.de)