

# Einbau und Anwendung von JUMO-Thermometern



Betriebsanleitung

90000000T90Z000K000

V1.00/DE/00759988/2022-01-20





<b>1</b>	<b>Grundlegende Informationen</b>	<b>5</b>
1.1	Sicherheitshinweise	5
1.1.1	Warnende Zeichen	5
1.1.2	Hinweisende Zeichen	5
1.2	Bestimmungsgemäße Verwendung	6
<b>2</b>	<b>Einleitung</b>	<b>7</b>
2.1	Allgemeine Hinweise	7
2.2	Geräteausführung identifizieren	7
<b>3</b>	<b>Widerstandsthermometer</b>	<b>9</b>
3.1	Aufbau	9
3.2	Funktionsweise	12
3.3	Sensortypen	13
3.4	Toleranzklassen	15
3.5	Schaltungsarten	16
3.5.1	Zweileiterschaltung	16
3.5.2	Dreileiterschaltung	16
3.5.3	Vierleiterschaltung	16
<b>4</b>	<b>Thermoelemente</b>	<b>17</b>
4.1	Aufbau	17
4.2	Funktionsweise	19
4.3	Thermoelementtypen	20
4.4	Thermoelemente Typ K	21
<b>5</b>	<b>Leitungen</b>	<b>22</b>
5.1	Leitungen Widerstandsthermometer	22
5.1.1	Korrektur von Leitungswiderständen	23
5.2	Leitungen Thermoelemente	24
5.3	Kabelenden und Stecker	27
<b>6</b>	<b>Schutzrohre</b>	<b>28</b>
<b>7</b>	<b>Messumformer</b>	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>Handhabung</b>	<b>30</b>
8.1	Transport	30
8.2	Montage	30
8.2.1	Einbaustelle und Ausrichtung	31
8.2.2	Einschraubthermometer	32
8.2.3	Einschweißthermometer	33

---

# Inhalt

---

8.2.4	Mantelthermoelemente und -widerstandsthermometer .....	33
8.2.5	Anlegefühler zur Oberflächenmessung .....	33
8.2.6	Besondere Einbausituationen .....	34
8.2.7	Elektrischer Anschluss .....	35
8.3	Funktionsprüfung .....	36
8.4	Instandhaltung .....	37
8.5	Demontage .....	38
<b>9</b>	<b>Allgemeine Produktinformationen .....</b>	<b>39</b>
9.1	Anschlussarten .....	39
<b>10</b>	<b>Fehlerbehebung .....</b>	<b>42</b>
<b>11</b>	<b>Wartung, Reinigung, Rücksendung, Entsorgung .....</b>	<b>44</b>
11.1	Wartung .....	44
11.2	Reinigung .....	44
11.3	Rücksendung .....	44
11.4	Entsorgung .....	44
<b>12</b>	<b>Weitere Informationen und Downloads .....</b>	<b>45</b>

---

# 1 Grundlegende Informationen

---

## 1.1 Sicherheitshinweise

### 1.1.1 Warnende Zeichen



#### **GEFAHR!**

Dieses Zeichen weist darauf hin, dass ein **Personenschaden durch Stromschlag** eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

---



#### **WARNUNG!**

Dieses Zeichen in Verbindung mit dem Signalwort weist darauf hin, dass ein **Personenschaden** eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

---



#### **VORSICHT!**

Dieses Zeichen in Verbindung mit dem Signalwort weist darauf hin, dass ein **Sachschaden oder ein Datenverlust** auftritt, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

---



#### **DOKUMENTATION LESEN!**

Dieses Zeichen – angebracht auf dem Gerät – weist darauf hin, dass die zugehörige **Gerätedokumentation** zu **beachten** ist. Dies ist erforderlich, um die Art der potenziellen Gefährdung zu erkennen und Maßnahmen zu deren Vermeidung zu ergreifen.

---

### 1.1.2 Hinweisende Zeichen

#### Hinweisende Zeichen



#### **HINWEIS!**

Dieses Zeichen weist auf eine **wichtige Information** über das Produkt oder dessen Handhabung oder Zusatznutzen hin.

---



#### **VERWEIS!**

Dieses Zeichen weist auf **weitere Informationen** in anderen Abschnitten, Kapiteln oder anderen Anleitungen hin.

---



#### **ENTSORGUNG!**

Dieses Gerät und, falls vorhanden, Batterien gehören nach Beendigung der Nutzung nicht in die Mülltonne! Batterien ordnungsgemäß und **umweltschonend entsorgen**.

---

# 1 Grundlegende Informationen

---

## 1.2 Bestimmungsgemäße Verwendung



### HINWEIS!

Für die Betriebssicherheit ist die bestimmungsgemäße Verwendung und der richtige Einbau der Thermometer unabdingbar.

---

Vor dem Einbau ist es daher zwingend erforderlich, sich mit dem Thermometer selbst und dessen bestimmungsgemäßer Verwendung sowie dem Einbau auseinanderzusetzen. Hierfür sind dieses Dokument sowie im Einzelfall produktspezifische Betriebsanleitungen von hoher Bedeutung.

Unfallverhütungsvorschriften und Sicherheitsbestimmungen beachten.

Der Hersteller übernimmt keine Haftung für Schäden aufgrund von:

- nicht bestimmungsgemäßer Verwendung
- Missachtung der Angaben dieser Anleitung
- Einsatz von nicht qualifiziertem Personal
- eigenmächtigen Umbauten und Veränderungen
- Verwendung externer Ersatzteile



### GEFAHR!

#### Nicht zugelassene Batterien gefährden die Sicherheit!

Explosionsfähige Atmosphären können durch nicht zugelassene Batterien gezündet werden.

- ▶ Bei Einsatz von nicht zugelassenen Batterien erlischt die Ex-Zulassung.
- 

### ACHTUNG!

#### Zerstörung des Gerätes durch Verunreinigungen!

Verschmutzungen, Feuchtigkeit und Dampf dürfen nicht in das Gerät gelangen.

- ▶ Beim Einsetzen oder Wechseln der Batterie darauf achten, dass das Gerät keinen Verschmutzungen, Feuchtigkeit oder Dampf ausgesetzt wird.
- 

### ACHTUNG!

#### Sachschaden des Gerätes durch falsche Polung der Batterie!

Bei falscher Polung wird das Gerät irreparabel beschädigt.

- ▶ Auf richtige Polung der Batterie achten.
-

## 2.1 Allgemeine Hinweise

Ergänzend zu produktspezifischen Typenblättern dient diese Betriebsanleitung allgemein für JUMO-Thermometer zur berührenden Temperaturmessung.



### HINWEIS!

Auf weiterführende, hilfreiche Literatur wird im Kapitel 12 „Weitere Informationen und Downloads“, Seite 45 verwiesen. Im Zweifel ist sich an den Angaben produktspezifischer Betriebsanleitungen oder Typenblättern zu orientieren.



### WARNUNG!

#### Personen- oder Sachschaden möglich!

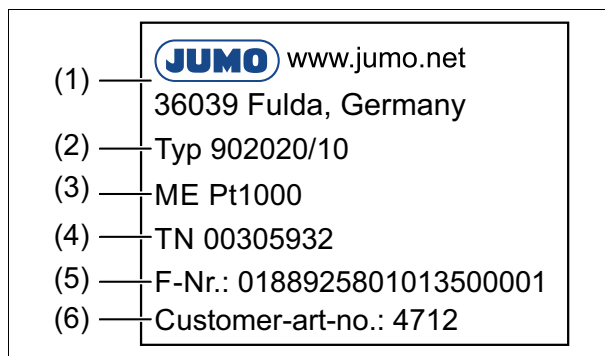
Unsachgemäße Arbeiten führen zu Personen- oder Sachschäden.

- ▶ Zu Einbau, Installation und Inbetriebnahme von JUMO-Thermometern bedarf es grundsätzlich qualifiziertes und autorisiertes Personal, welches unter strenger Beachtung dieser Anleitung, der einschlägigen Normen und gesetzlichen Vorschriften, den Sicherheitsbestimmungen und den anwendungsspezifischen Zertifikaten arbeitet.

## 2.2 Geräteausführung identifizieren

Neben markanten Außengeometrien, Farbkennzeichnungen der Anschlussleitungen und Messung des Widerstandes zwischen den Anschlusspolen, dienen Typenschilder und Beschriftungen der Identifikation von Thermometern.

### Beschriftungsbeispiel



- (1) Firmenkennzeichnung
- (2) Fühlertyp
- (3) Messelement
- (4) Teile-Nummer, 8-stellig
- (5) Fabrikationsnummer, max. 19-stellig
- (6) Kundentext



### HINWEIS!

Die auf dem Typenschild angebrachte Fabrikationsnummer ist die wichtigste Angabe bei der Kommunikation mit JUMO.

### Thermoelement oder Widerstandsthermometer?

Folgende Tabelle dient als allgemeiner Vergleich zwischen Widerstandsthermometern und Thermoelementen. Im Einzelfall bestimmt die spezielle Auslegung der Thermometer deren Eigenschaften.

Faktor	Widerstandsthermometer	Thermoelement
Abmessung	vergleichsweise große Sensorfläche	sehr klein möglich
Temperaturbereich	bis ca. 600 °C <sup>a</sup>	sehr hohe Temperaturen möglich
Ansprechzeiten	länger	kurz
Genauigkeit	sehr hoch	hoch
Langzeitstabilität <sup>b</sup>	sehr gut	befriedigend

## 2 Einleitung

---

<b>Faktor</b>	<b>Widerstandsthermometer</b>	<b>Thermoelement</b>
Selbsterwärmung	muss berücksichtigt werden	-
Vibrationsbeständigkeit	robust	sehr robust
Vergleichsstelle	nicht nötig	wird benötigt
Versorgung mit Messstrom	Ja	Nein
Messstelle	Sensor	Thermopaar
Signalausgang	Widerstand	Spannung

<sup>a</sup> jedoch verstärktes Driftverhalten ab ca. 400 °C

<sup>b</sup> abhängig von den Einsatztemperaturen



# 3 Widerstandsthermometer

## 3.1 Aufbau

Im Wesentlichen besteht ein Widerstandsthermometer aus Temperatursensor, Anschlussleitungen und Schutzrohr. Der Temperatursensor wird mit einer Anschlussleitung bzw. Anschlussdrähten verbunden, isoliert und in ein Schutzrohr (meist gefüllt mit Wärmeleitmedium) gefügt. Die Anschlussseite kann als freies Leitungsende, mit Anschlusskopf, mit Stecker usw. ausgeführt werden.

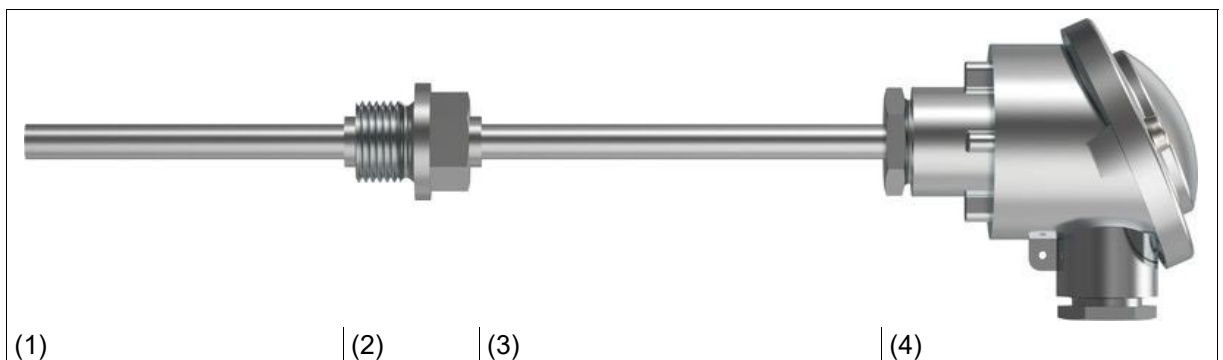
Neben einer Vielzahl an Sonderausführungen werden einige Widerstandsthermometer vollständig durch Normen beschrieben, z. B.

- Thermometer ohne Befestigung mit auswechselbarem Messeinsatz – DIN 43764
- Einschraub-Thermometer mit Einschraubgewinde G 1/2 – DIN 43765
- Einschraub-Thermometer mit Einschraubgewinde G 1 – DIN 43766
- Einschweiß-Thermometer – DIN 43767
- Thermometer ohne zusätzliches Schutzrohr – DIN 43769
- Thermometer mit kurzer Ansprechzeit – DIN 43771

Auch einzelne Bauteile werden zum Teil durch Normen beschrieben, z. B.

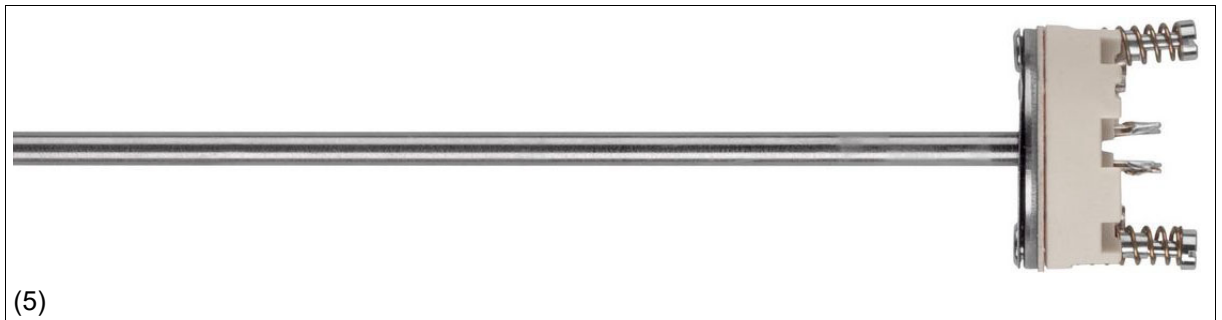
- Schutzrohre – DIN 43772
- Flansche – DIN EN 1092

### Variante mit Anschlusskopf



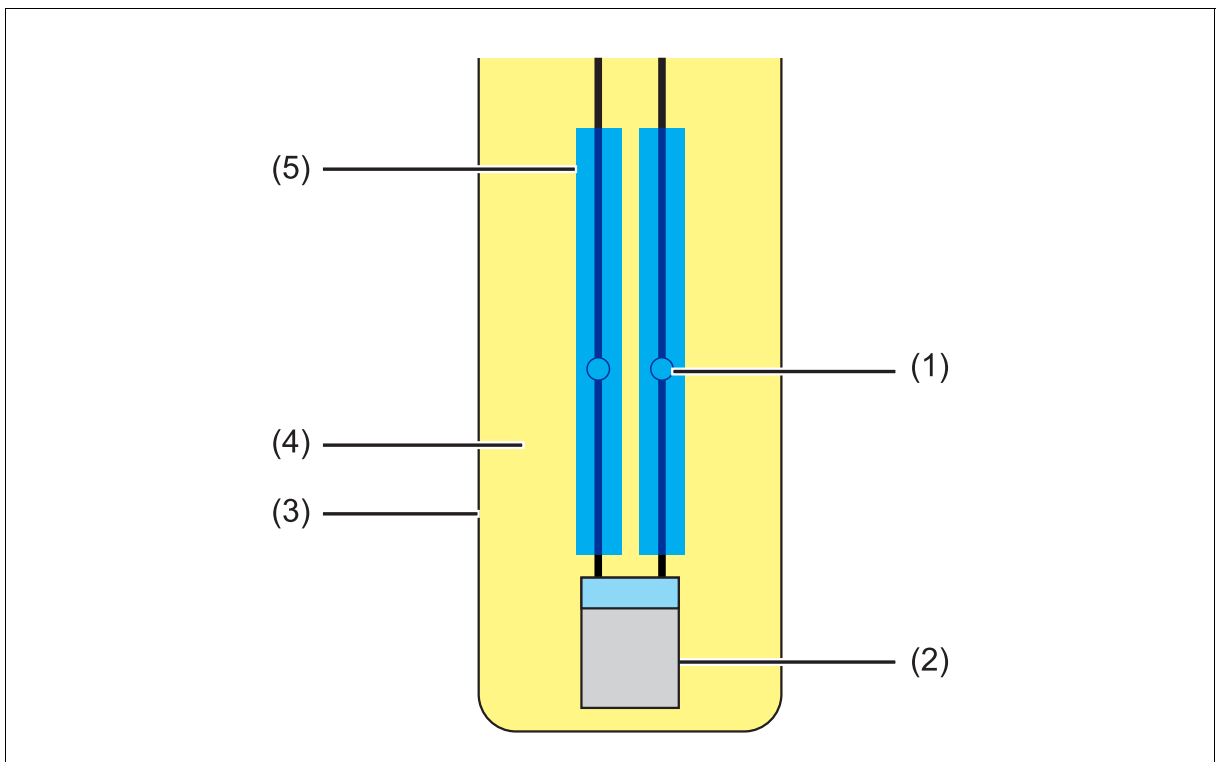
- (1) Schutzrohr
  - prozessberührend
  - schützt den Messeinsatz gegen das Medium vor Druck, Strömung usw.
  - bei Ausführung mit Tauchhülsen kann die Öffnung des Prozesses, z. B. zum Austausch des Thermometers bzw. Messeinsatzes, vermieden werden
- (2) Prozessanschluss
  - Schnittstelle zum Prozess
  - Gewinde, Flansch usw.
- (3) Halsrohr
  - schützt die Komponenten (z. B. Messumformer) im Bereich des Anschlusskopfes vor Übertemperaturen
  - überbrückt die Isolierung, z. B. von Rohrleitungen, Öfen; Anschlusskopf sollte sich immer außerhalb der Isolierung befinden
- (4) Anschlusskopf
  - beinhaltet und schützt die Anschlusskomponenten
  - Display optional

### 3 Widerstandsthermometer



- (5) Messeinsatz
- beinhaltet Temperatursensor
  - auswechselbar oder fest verbaut
  - Ausführung mit Anschlusssockel oder Messumformer üblich

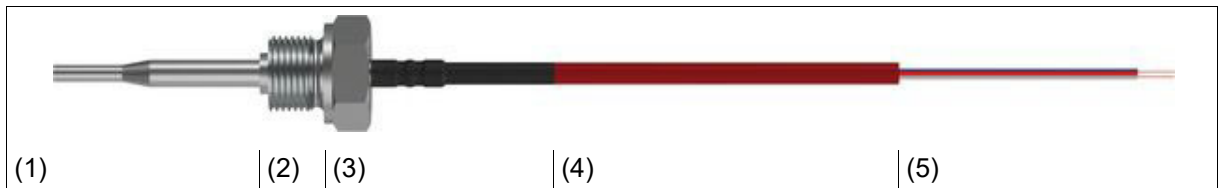
**Beispielhafte Darstellung zum Aufbau eines Messeinsatzes für Widerstandsthermometer:**



- (1) Verbindungsstellen  
(2) Sensor  
(3) Schutzrohr  
(4) gefüllt mit Wärmeleitmedium  
(5) Isolation

# 3 Widerstandsthermometer

## Variante mit Anschlussleitung



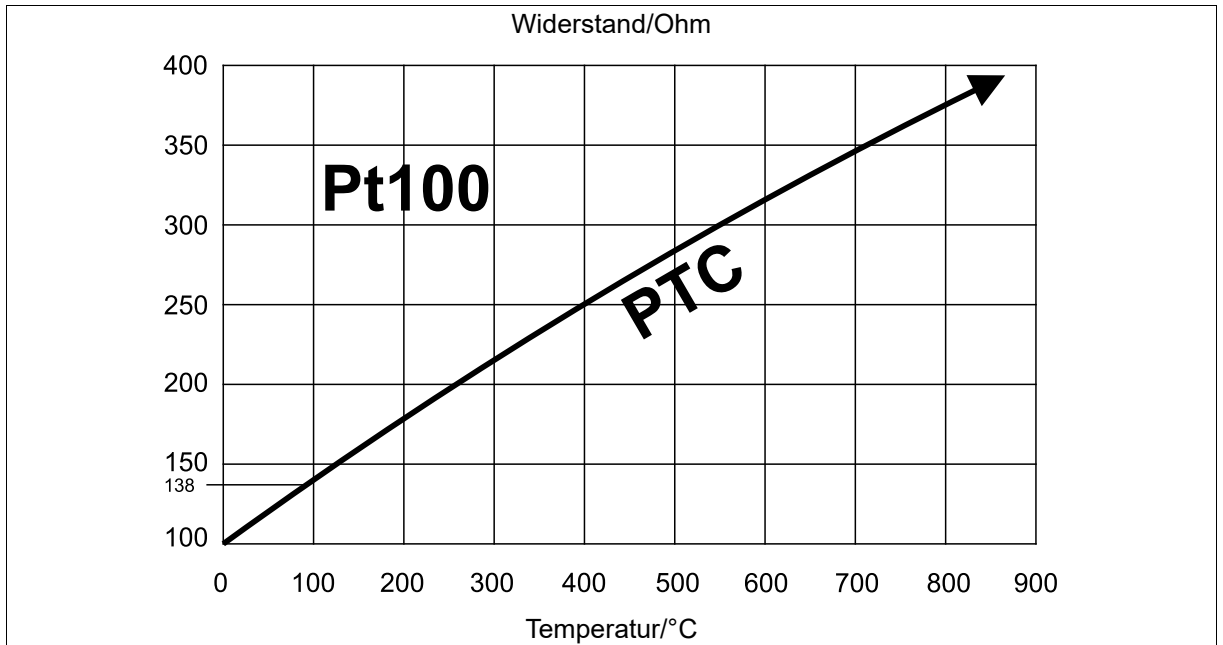
- (1) Schutzrohr
  - prozessberührend
  - schützt den Messeinsatz gegen das Medium vor Druck, Strömung usw.
  - bei Ausführung mit Tauchhülsen kann die Öffnung des Prozesses, z. B. zum Austausch des Thermometers bzw. Messeinsatzes, vermieden werden
- (2) Prozessanschluss
  - Schnittstelle zum Prozess
  - Gewinde, Flansch usw.
- (3) Übergang Schutzarmatur – Leitung
  - zur Befestigung (Zugentlastung) und Abdichtung der Leitung
  - wahlweise mit Knickschutz (Feder oder Schlauch)
- (4) Anschlussleitung
  - zur Signalübertragung
- (5) Kontaktierung
  - Ausführung als Aderendhülse, Stecker usw.

Auch in dieser Variante befindet sich ein Messeinsatz.

# 3 Widerstandsthermometer

## 3.2 Funktionsweise

Widerstandsthermometer nutzen die temperaturabhängige Änderung des Widerstandes der Metalle aus. Bei Kaltleitern (PTC; positive temperature coefficient), wie Platin, steigt der Widerstand mit zunehmender Temperatur.



Bei Heißleitern (NTC; negative temperature coefficient) hingegen sinkt der Widerstand mit zunehmender Temperatur.

Für Platinsensoren ist die Kennlinie gemäß DIN EN 60751 zwischen -200 °C und +850 °C definiert. (Grenzabweichungen werden allerdings laut Norm nur bis max. 660 °C definiert.)

Eine Widerstandsmessung über die Anschlussleitungen und die Messfläche des Temperatursensors liefert demnach Rückschlüsse über die Temperatur, sofern die exakte Beziehung zwischen Temperatur und Widerstand im Vorfeld bekannt ist.

Für PTCs gilt: Als Nennwert wird hierbei der Widerstand bei 0 °C bezeichnet.

Beispiel:

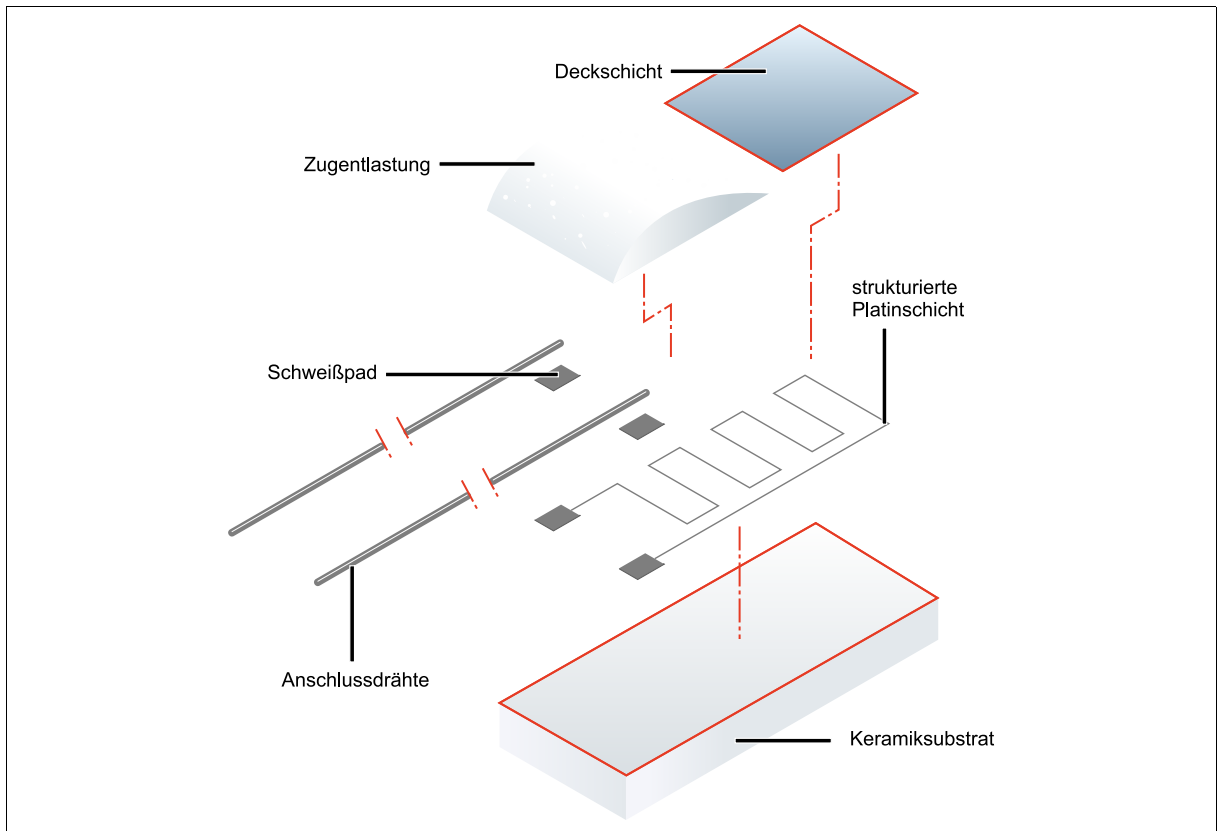
Widerstand bei 0 °C	Nennwert	Bezeichnung des Sensors
100 Ω	100	Pt100-Temperatursensor

## 3.3 Sensortypen

Sensoren gibt es in verschiedenen Versionen. Im Wesentlichen unterscheidet man zwischen Dünnschichtsensoren und Sensoren mit massiver Drahtwicklung.

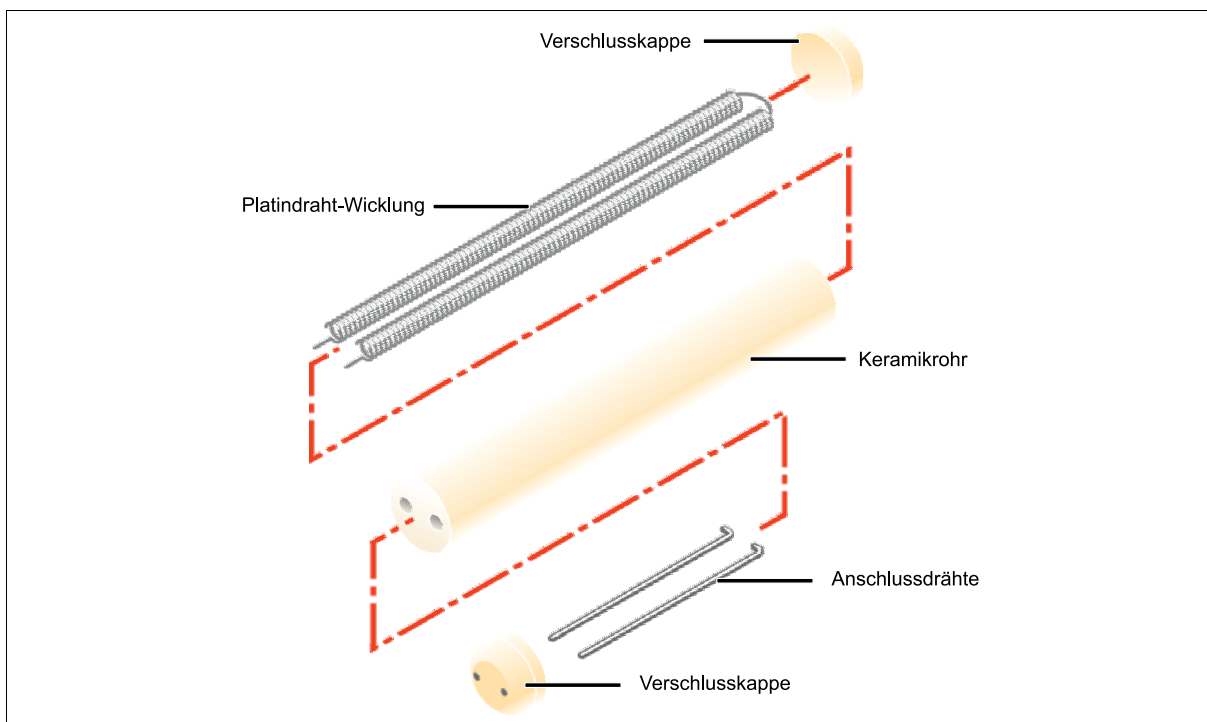
Die gängigsten Sensoren werden im Folgenden dargestellt.

### Platin-Chip-Temperatursensoren mit Anschlussdrähten, Typ PCA

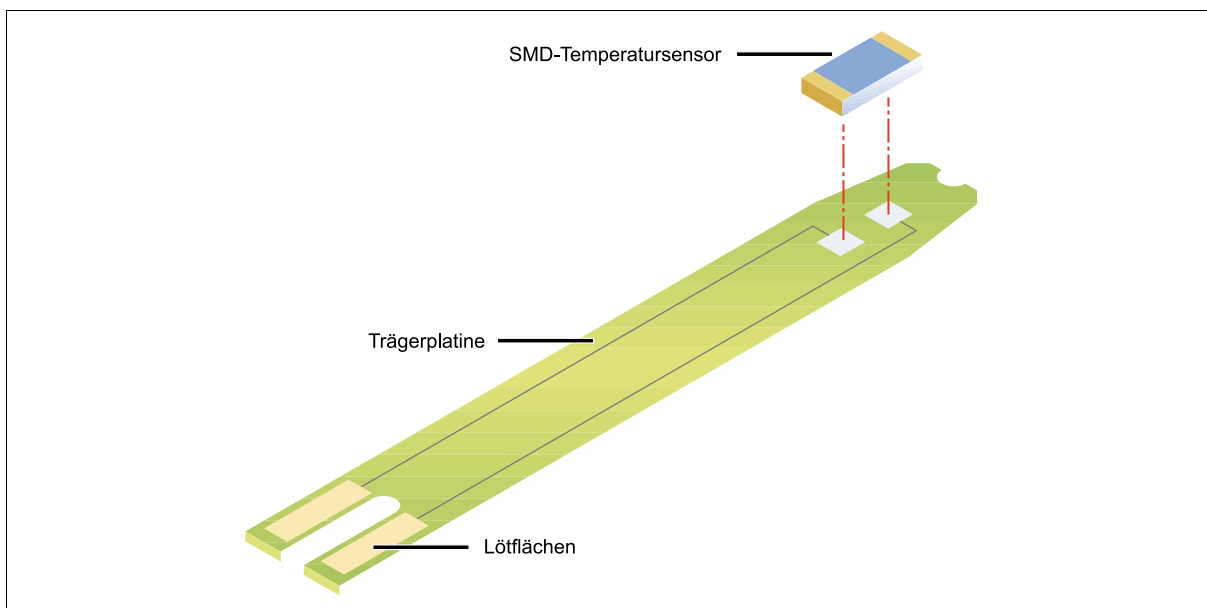


# 3 Widerstandsthermometer

## Platin-Keramik-Temperatursensoren, Typ PK

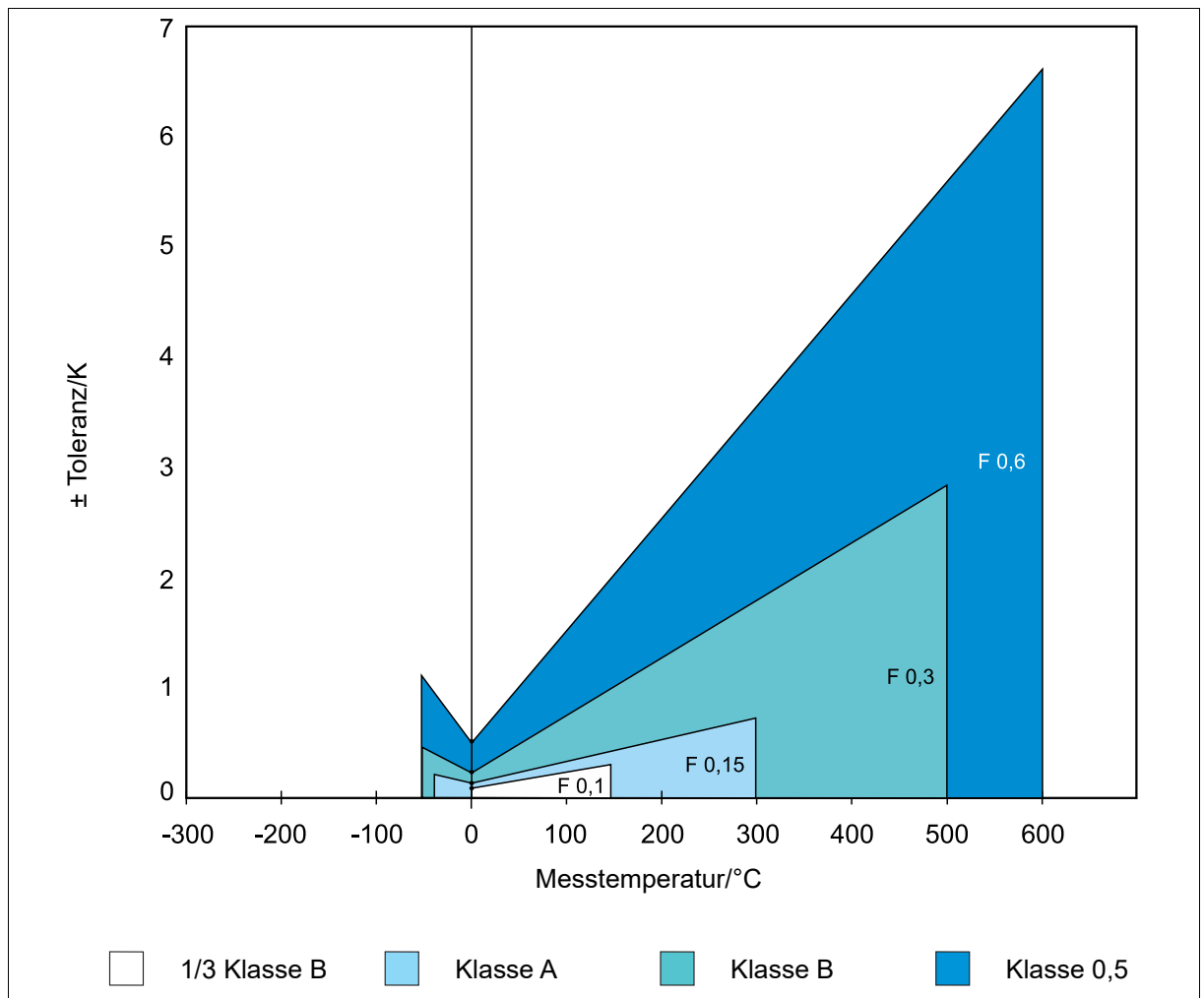


## Platin-Chip-Temperatursensoren auf Epoxidplatte, Typ PCSE



## 3.4 Toleranzklassen

Toleranzverlauf in Abhängigkeit von der Messtemperatur (Dünnschicht)



Toleranzklassen – Temperaturgültigkeitsbereich (aus DIN EN 60751)

Toleranzklasse	Sensorkategorie	Temperaturbereich	Toleranz
F 0,1	Dünnschicht	0 bis 150 °C	$\pm (0,1 \text{ K} + 0,0017 \times  t )$
F 0,15	Dünnschicht	-30 bis +300 °C	$\pm (0,15 \text{ K} + 0,002 \times  t )$
F 0,3	Dünnschicht	-50 bis +500 °C	$\pm (0,3 \text{ K} + 0,005 \times  t )$
F 0,6	Dünnschicht	-50 bis +600 °C	$\pm (0,6 \text{ K} + 0,01 \times  t )$
W 0,1	drahtgewickelt	-50 bis +250 °C	$\pm (0,1 \text{ K} + 0,0017 \times  t )$
W 0,15	drahtgewickelt	-100 bis +450 °C	$\pm (0,15 \text{ K} + 0,002 \times  t )$
W 0,3	drahtgewickelt	-196 bis +660 °C	$\pm (0,3 \text{ K} + 0,005 \times  t )$
W 0,6	drahtgewickelt	-196 bis +660 °C	$\pm (0,6 \text{ K} + 0,01 \times  t )$

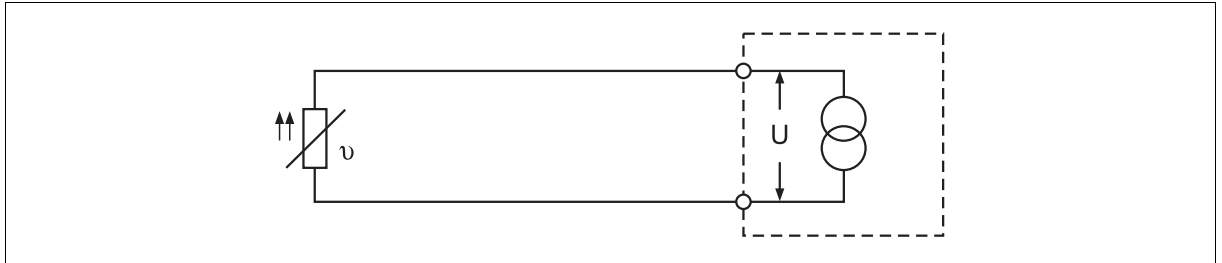
t = Messtemperatur in °C

# 3 Widerstandsthermometer

## 3.5 Schaltungsarten

### 3.5.1 Zweileiterschaltung

Die einfachste Schaltungsart der Widerstandsthermometer ist die Zweileiterschaltung.



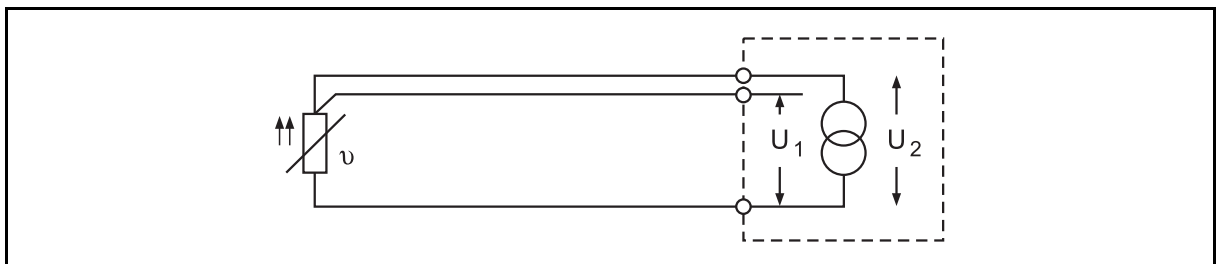
Um genauere Messungen zu ermöglichen, kommen außerdem Drei- und Vierleiterschaltungen zum Einsatz.

Bei Zweileiterschaltungen beeinflusst der Leitungswiderstand das Messergebnis. Um exakte Messergebnisse zu erhalten, muss der Leitungswiderstand daher abgezogen werden bzw. an der Auswertelektronik korrigiert werden, siehe Kapitel 5.1.1 „Korrektur von Leitungswiderständen“, Seite 23.

Leichte Abweichungen des Leitungswiderstandes sind aufgrund von Temperatur- und Fertigungsschwankungen möglich.

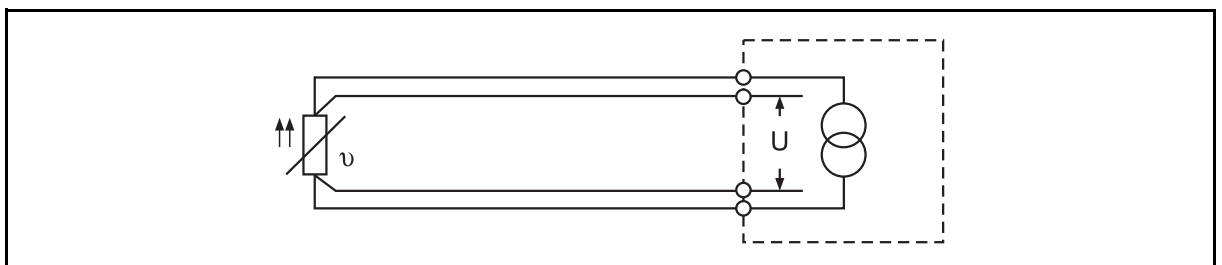
### 3.5.2 Dreileiterschaltung

Bei Dreileiterschaltungen kann die Beeinflussung der Leitungswiderstände aufgrund von Temperaturschwankungen zum Teil kompensiert werden. Es wird ein zusätzlicher Messkreis gebildet, der als Referenz genutzt werden kann. Voraussetzung hierbei sind identische Eigenschaften der Leiter.



### 3.5.3 Vierleiterschaltung

Bei einer Vierleiterschaltung werden zwei Messkreise gebildet. Die Abweichungen (temperaturabhängige Widerstände der Zuleitungen, unterschiedliche Widerstände der Leitungen etc.) können vollständig kompensiert werden.





## 4.1 Aufbau

Im Wesentlichen besteht ein Thermoelement aus einem Thermopaar bzw. den Thermodrähten, welche isoliert werden können und in Schutzrohre eingefügt werden. Die Thermodrähte sind mit Thermo- oder Ausgleichsleitungen verbunden. Deren Anschlussseite kann als freies Leitungsende, mit Anschlusskopf, mit Stecker usw. ausgeführt werden.

Neben einer Vielzahl an Sonderausführungen werden einige Thermoelemente vollständig durch Normen beschrieben, u. A.:

- Thermometer ohne Befestigung mit auswechselbarem Messeinsatz – DIN 43764
- Einschraubthermometer mit Einschraubgewinde G 1/2 – DIN 43765
- Einschraubthermometer mit Einschraubgewinde G 1 – DIN 43766
- Einschweißthermometer – DIN 43767
- Thermometer ohne zusätzliches Schutzrohr – DIN 43769
- Thermometer mit kurzer Ansprechzeit – DIN 43771
- mineralisierte metallgeschirmte Mantelthermoleitungen und Mantelthermoelemente – DIN EN 61515

Auch einzelne Bauteile werden zum Teil durch Normen beschrieben, z. B.

- Schutzrohre – DIN 43772
- Flansche – DIN EN 1092

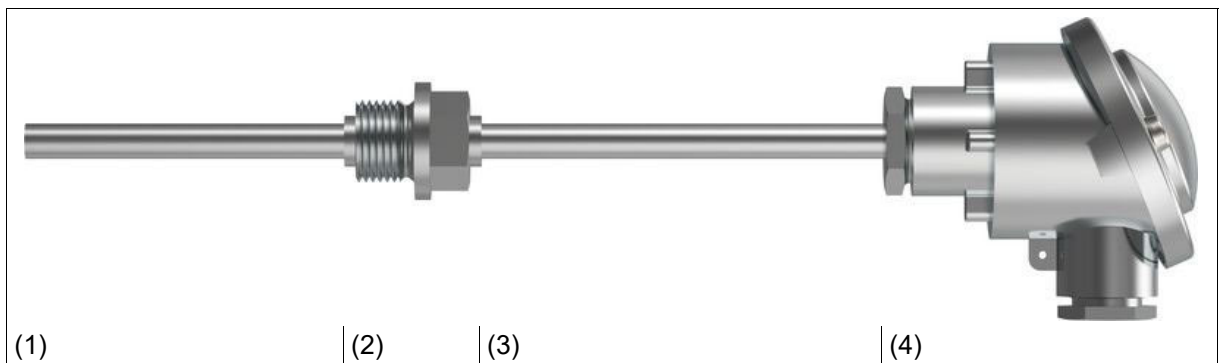
Grundsätzlich ähnelt der Aufbau dem der Widerstandsthermometer.

⇒ Kapitel 3.1 „Aufbau“, Seite 9

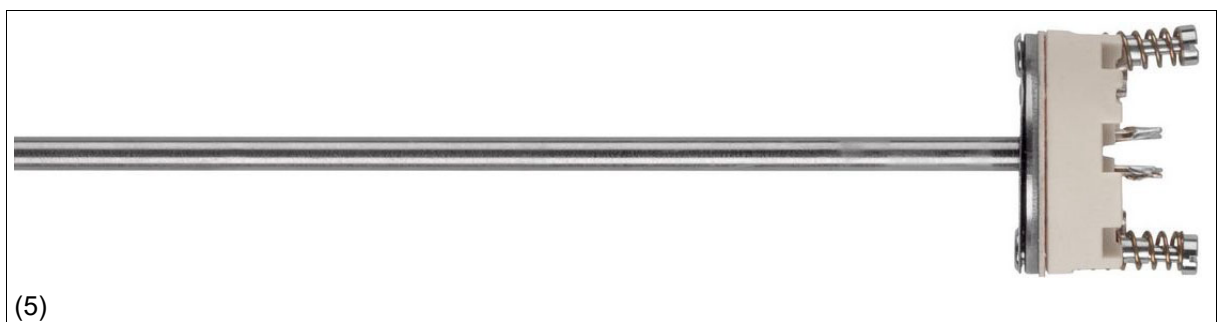
Der zentrale Unterschied liegt im Aufbau des Messeinsatzes.

# 4 Thermoelemente

## Variante mit Anschlusskopf

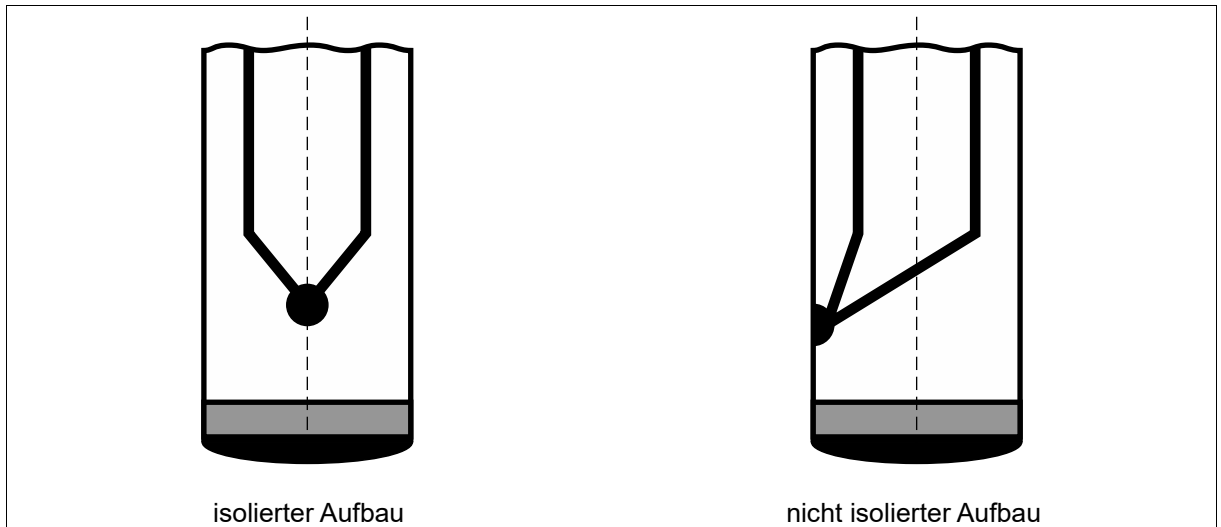


- (1) Schutzrohr
  - prozessberührend
  - schützt den Messeinsatz gegen das Medium vor Druck, Strömung usw.
  - bei Ausführung mit Tauchhülsen kann die Öffnung des Prozesses, z. B. zum Austausch des Thermometers bzw. Messeinsatzes, vermieden werden
- (2) Prozessanschluss
  - Schnittstelle zum Prozess
  - Gewinde, Flansch usw.
- (3) Halsrohr
  - schützt die Komponenten (z. B. Messumformer) im Bereich des Anschlusskopfes vor Übertemperaturen
  - überbrückt die Isolierung, z. B. von Rohrleitungen, Öfen; Anschlusskopf sollte sich immer außerhalb der Isolierung befinden
- (4) Anschlusskopf
  - beinhaltet und schützt die Anschlusskomponenten
  - Display optional



- (5) Messeinsatz
  - beinhaltet Thermoelement
  - auswechselbar oder fest verbaut

Thermoelemente können isoliert oder auch nicht isoliert bzw. geerdet aufgebaut werden.



Der nicht isolierte Aufbau führt zu schnelleren Ansprechzeiten. Allerdings ist hierbei keine elektrische Isolation und keine galvanische Trennung des Thermoelements vom Schutzrohr möglich. Dies ist beim Anschluss des Thermoelements zu beachten, um Potenzialverschleppungen usw. zu vermeiden.

## 4.2 Funktionsweise

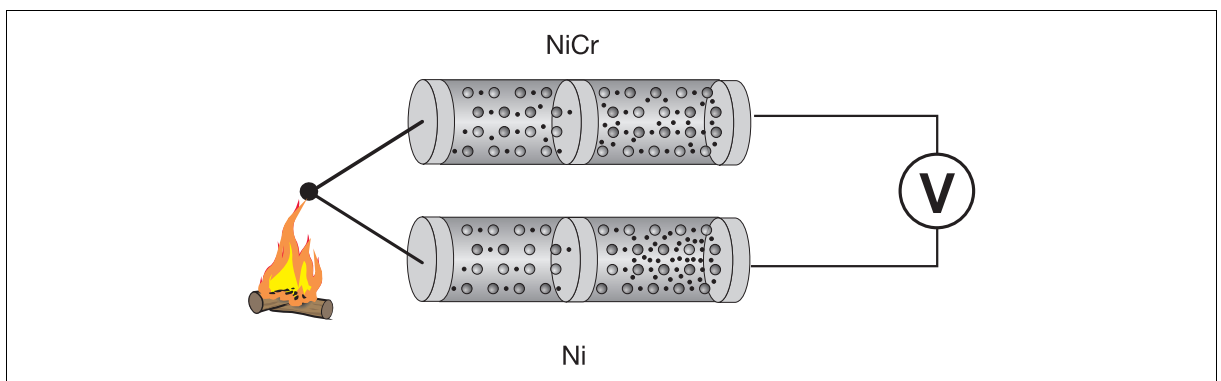
Für die Wirkungsweise von Thermoelementen ist der Seebeck-Effekt (= thermo-elektrischer Effekt) entscheidend.

Dieser besagt:

Liegt entlang eines Drahtes eine Temperaturdifferenz an, so stellt sich eine Ladungsverschiebung ein. Die Größe dieser Ladungsverschiebung ist abhängig von den elektrischen Eigenschaften des Werkstoffes.

Werden zwei Drähte unterschiedlichen Werkstoffs verbunden und einer Temperaturdifferenz ausgesetzt, liegt an beiden offenen Enden eine Spannung an, welche abhängig von der anliegenden Temperaturdifferenz ist.

Ist die Temperatur am offenen Ende bekannt, so kann auf die Temperatur an der Verbindungsstelle geschlossen werden.



Für die Temperaturmessung ist es relevant, dass die Temperatur am offenen Ende (rechts) bekannt ist. Ist dies nicht der Fall, muss das Thermoelement mit Thermoleitungen bis in eine Zone mit bekannter und konstanter Temperatur verlängert werden. Kann die Konstanz der Temperatur nicht sichergestellt werden, muss die Temperatur der Vergleichsstelle erfasst werden.

# 4 Thermoelemente

## 4.3 Thermoelementtypen

Nachfolgend ist eine Tabelle mit Thermoelementen gelistet, welche über genormte Spannungsreihen und Grenzabweichungen verfügt.

Die Maximaltemperatur ist hierbei die Temperatur, bis zu der die Grenzabweichungen definiert wurden. Die Spannungsreihe ist bis zur Temperatur unter „definiert bis“ genormt.

### Thermoelemente nach DIN EN 60584/IEC 584

Element	Maximaltemperatur	definiert bis	Plusschenkel	Minusschenkel
Fe-CuNi Typ J	750 °C	1200 °C	schwarz (magnetisch)	weiß
Cu-CuNi Typ T	350 °C	400 °C	braun (kupferfarben)	weiß
NiCr-Ni Typ K	1200 °C	1370 °C	grün	weiß (magnetisch)
NiCr-CuNi Typ E	900 °C	1000 °C	violett	weiß
NiCrSi-NiSi Typ N	1200 °C	1300 °C	rosa	weiß
Pt10Rh-Pt Typ S	1600 °C	1540 °C	orange	weiß (weicher)
Pt13Rh-Pt Typ R	1600 °C	1760 °C	orange	weiß (weicher)
Pt30Rh-Pt6Rh Typ B	1700 °C	1820 °C	grau	weiß

### Thermoelemente nach DIN 43710

Element	Maximaltemperatur (Dauertemperatur an reine Luft)	definiert bis	Plusschenkel	Minusschenkel
Fe-CuNi Typ L	700 °C	900 °C	rot	blau
Cu-CuNi Typ U	400 °C	600 °C	rot	braun

Die genannten Maximaltemperaturen können durch die Konstruktion des gesamten Fühlers (Schutzarmaturen, Abmessung des Thermoelements, Isolationsbauteile, ...) herabgesetzt werden. Zudem sind die Umgebungsbedingungen zu beachten.

Thermoelemente nach DIN EN 60584 sind bis zu drei Toleranzklassen zugeordnet. Diese Toleranzklassen sind für den Auslieferungszustand der Thermometer gültig. Der Einsatz bei höheren Temperaturen führt je nach Umgebungsbedingung ggf. schnell zur Änderung der gelieferten Toleranzklasse (Alterung).

Der Anwender hat die Größe des Drifts (Alterung) aufgrund seiner Einsatzbedingungen zu beurteilen. Es ist individuell zu entscheiden, im welchem Zyklus Thermoelemente getauscht werden müssen oder eine Neukalibrierung notwendig ist. Ebenso ist die Wahl des Durchmessers von Thermoelementen entscheidend hinsichtlich deren Alterung.

# 4 Thermoelemente

## Grenzabweichungen nach DIN EN 60584

Thermoelementtyp	Zulässige Grenzabweichungen ( $\pm^\circ\text{C}$ )			Gültigkeitsgrenzen für Temperatur ( $^\circ\text{C}$ )		
	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
Typ T	0,5 $^\circ\text{C}$ oder $0,004 \times  t $	1 $^\circ\text{C}$ oder $0,0075 \times  t $	1 $^\circ\text{C}$ oder $0,015 \times  t $	-40 bis +350	-40 bis +350	-200 bis +40
Typ E	1,5 $^\circ\text{C}$ oder $0,004 \times  t $	2,5 $^\circ\text{C}$ oder $0,0075 \times  t $	2,5 $^\circ\text{C}$ oder $0,015 \times  t $	-40 bis +800	-40 bis +900	-200 bis +40
Typ J	1,5 $^\circ\text{C}$ oder $0,004 \times  t $	2,5 $^\circ\text{C}$ oder $0,0075 \times  t $	-	-40 bis +750	-40 bis +750	-
Typ K	1,5 $^\circ\text{C}$ oder $0,004 \times  t $	2,5 $^\circ\text{C}$ oder $0,0075 \times  t $	2,5 $^\circ\text{C}$ oder $0,015 \times  t $	-40 bis +1000	-40 bis +1200	-200 bis +40
Typ N	1,5 $^\circ\text{C}$ oder $0,004 \times  t $	2,5 $^\circ\text{C}$ oder $0,0075 \times  t $	2,5 $^\circ\text{C}$ oder $0,015 \times  t $	-40 bis +1000	-40 bis +1200	-200 bis +40
Typ R Typ S	$t < 1100^\circ\text{C}$ : 1 $^\circ\text{C}$ , $t > 1100^\circ\text{C}$ : ( $1 + 0,003 \times$ $[t - 1100]$ )	1,5 $^\circ\text{C}$ oder $0,0025 \times  t $	-	0 bis 1600	0 bis 1600	-
Typ B	-	1,5 $^\circ\text{C}$ oder $0,0025 \times  t $	4 $^\circ\text{C}$ oder $0,005 \times  t $	-	600 bis 1700	600 bis 1700
Typ C	-	$0,01 \times  t $	-	-	426 bis 2315	-
Typ A	-	$0,01 \times  t $	-	-	1000 bis 2500	-

Bei Angabe der zulässigen Grenzabweichung in  $^\circ\text{C}$  und Angabe als Funktion der Temperatur gilt der jeweils größere Wert.

## Grenzabweichungen nach DIN EN 43710

Element	Toleranzklassen
Fe-CuNi Typ L	100 bis 400 $^\circ\text{C}$ $\pm 0,0075 \times  t $ $\pm 3 \text{ K}$ 400 bis 900 $^\circ\text{C}$ $\pm 0,0075 \times  t $ $\pm 3 \text{ K}$
Cu-CuNi Typ U	100 bis 400 $^\circ\text{C}$ $\pm 0,0075 \times  t $ $\pm 3 \text{ K}$ 400 bis 600 $^\circ\text{C}$ $\pm 0,0015 \times  t $ $\pm 3 \text{ K}$

## 4.4 Thermoelemente Typ K

Bei Thermoelementen Typ K (NiCr-Ni) kann es zu einer Erscheinung kommen, die Grünfäule genannt wird. Diese tritt meist zwischen 800 bis 1050  $^\circ\text{C}$  auf. Wird das Thermoelement Typ K in Umgebungen mit Sauerstoff oder Wasserdampf eingesetzt, oxidiert das Chrom, das Nickel jedoch nicht. Es entsteht Grünfäule, die zu Fehlmessungen bis zu mehreren 100 K führen kann.

Auf Dauer führt dies zur Zerstörung des Thermoelements. Im Temperaturbereich von 400 bis 600  $^\circ\text{C}$  durchläuft der positive Schenkel eine reversible Strukturänderung, die bis zu 5-K-Änderungen im Ausgangssignal beträgt.

# 5 Leitungen

Alle verwendeten Leitungen müssen elektrisch einwandfrei sein und dürfen keine Beschädigungen aufweisen. Korrosion, Feuchte oder Schmutz an den Leitungen sind zu vermeiden und ggf. zu entfernen.

Leitungen mit Glasseideisolation oder Drahtgeflecht dürfen nur in trocknen Bereichen eingesetzt werden. Feuchtigkeit kann in diesem Fall zu Nebenschlüssen oder zur Bildung von zusätzlichen galvanischen Elementen führen.

Leitungen können abgeschirmt sein. Abschirmungen dienen der Fernhaltung von externen magnetischen oder elektrischen Feldern. Zudem kann auch die Umgebung von den Feldern, ausgehend von dem Thermometer und dessen Leitung, geschützt werden. Die elektromagnetische Verträglichkeit wird gesteigert und die Signalübertragung gesichert.

Die Leitungen der Messelemente sind getrennt von den Leitungen der Leitungselektronik zu verlegen, um einen möglichst hohen Schutz vor elektromagnetischer Strahlung zu erreichen.

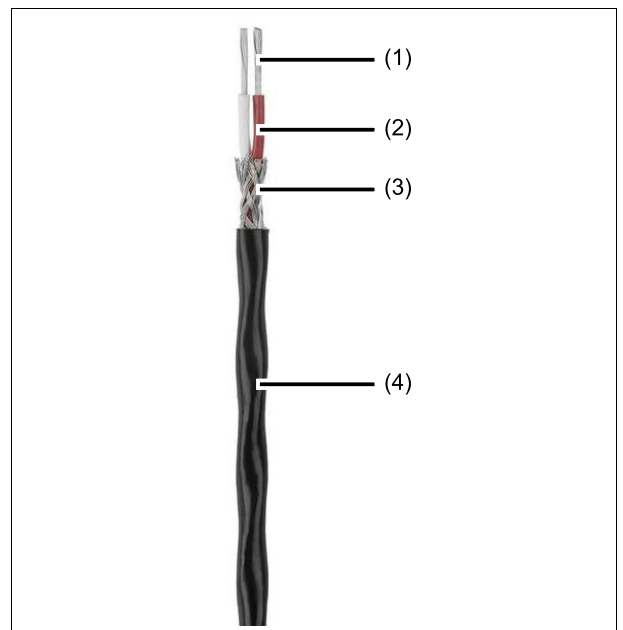
## 5.1 Leitungen Widerstandsthermometer

Anschlussleitungen von Widerstandsthermometern gibt es mit diversen Mantel- und Litzenisolationwerkstoffen. Auch Durchmesser und Litzenanzahl variieren.

Bei der Montage bzw. der Verlegung der Leitungen sind die Einsatztemperaturen zu beachten. Diese sind abhängig von den verwendeten Werkstoffen. Im Folgenden sind die typischen Anwendungsmaximaltemperaturen aufgezeigt. Im Einzelfall ist sich an den speziellen Angaben des Temperaturfühlers zu orientieren.

Optional können Abschirmungen verbaut werden.

- (1) Litze
- (2) Litzenisolation
- (3) Abschirmung
- (4) Mantel



Werkstoff	typische Anwendungsmaximaltemperaturen
Glasseide	400 bis 600 °C
Drahtgeflecht	400 °C
PTFE/Kapton/PFA	260 °C
FEP	200 °C
Silikon	180 °C
TPE/PE/Gummi	90 °C
PVC	80 °C

⇒ Typenblatt 909735 (Ausgleichs- und Anschlussleitungen)

## 5.1.1 Korrektur von Leitungswiderständen

Für Widerstandsthermometer mit Zweileiterschaltung gilt:

Abhängig vom Litzenquerschnitt und der Leitungslänge entsteht bei Zweileiterschaltungen ein annähernd konstanter Fehler. Dieser Fehler kann an der Auswerteeinheit (z. B. durch Nullpunktkorrektur) korrigiert werden. Der Widerstand der Anschlussleitung ist jedoch ebenfalls temperaturabhängig. Dieser zusätzliche Einfluss kann nicht berücksichtigt werden.

⇒ Kapitel 3.5 „Schaltungsarten“, Seite 16

Folgende Tabelle ermöglicht die Einschätzung der Messfehler bei Kupferlitzen:

Querschnitt in mm <sup>2</sup>	Messfehler pro m Leitung (pro Schleife)		
	Pt100	Pt500	Pt1000
0,14	0,64 K	0,08 K	0,06 K
0,22	0,41 K	0,07 K	0,04 K
0,25	0,36 K	0,05 K	0,04 K
0,34	0,26 K	0,04 K	0,03 K
0,50	0,18 K	0,03 K	0,02 K
0,61	0,15 K	0,02 K	0,01 K
0,75	0,12 K	0,13 K	0,01 K
1,00	0,09 K	0,02 K	0,01 K

Der Messfehler ist abhängig vom Litzenaufbau, der Oberfläche usw. Die angegebenen Werte sind daher Mittelwerte für Kupferlitzen bei Raumtemperatur.

Auch bei Litzen aus Thermomaterial für Thermolemente kann ein Schleifenwiderstand ( $\Omega/m$ ) abgeschätzt werden (Angaben gelten für Raumtemperatur):

Querschnitt in mm <sup>2</sup>	Thermoelement Pt100	Widerstand in $\Omega/m$	Schleifenwiderstand (2 Adern) in $\Omega/m$
0,22	Fe	0,5	2,5
	CuNi	2,0	
	NiCr	3,3	4,5
	Ni	1,2	
0,5	Fe	0,25	1,25
	CuNi	1,0	
	NiCr	1,45	2,0
	Ni	0,55	
	PtRh	0,07	0,2
	Pt	0,13	
1,5	Fe	0,08	0,42
	CuNi	0,34	
	NiCr	0,5	0,7
	Ni	0,2	
	PtRh	0,025	0,07
	Pt	0,045	

Im Einzelfall ist sich an den jeweiligen Typenblättern bzw. den entsprechenden Zeichnungen zu orientieren

# 5 Leitungen

## 5.2 Leitungen Thermoelemente

Bei Thermoelementen können Thermoleitungen oder Ausgleichsleitungen genutzt werden.

Der Unterschied zwischen Thermo- und Ausgleichsleitungen ist:

Thermoleitungen bestehen aus dem gleichen Material wie das Element selbst.

Ausgleichsleitungen bestehen aus Sonderwerkstoffen mit gleichen thermoelektrischen Eigenschaften in eingeschränkten Temperaturbereichen.

Bei der Montage bzw. der Verlegung der Leitungen sind die Einsatztemperaturen zu beachten. Diese sind abhängig von den verwendeten Werkstoffen. In Kapitel 5.1 „Leitungen Widerstandsthermometer“, Seite 22 sind die typischen Anwendungsmaximaltemperaturen aufgezeigt. Im Einzelfall ist sich an den speziellen Angaben des Temperaturfühlers zu orientieren.

⇒ Typenblatt 909735 (Ausgleichs- und Anschlussleitungen)

Kennzeichnung der Ausgleichsleitungen:

1. Buchstabe	Kennbuchstabe für Elementart nach Norm
2. Buchstabe	X = gleicher Werkstoff wie Element nach Norm C = Sonderwerkstoff
3. Buchstabe	Bei mehreren Ausgleichsleitungen werden diese durch einen dritten Buchstaben unterschieden.

Beispiel: KX = Thermoleitung NiCr-Ni-Element Typ „K“ aus Thermomaterial

Element und Drahtart	Klassen der Grenzabweichung		Anwendungs-temperaturbereich in °C	Messtemperatur in °C
	1	2		
„JX“	±85 µV/±1,5 K	±140 µV/±2,5 K	-25 bis +200	500
„TX“	±30 µV/±0,5 K	±60 µV/±1,0 K	-25 bis +100	300
„EX“	±120 µV/±1,5 K	±200 µV/±2,5 K	-25 bis +200	500
„KX“	±60 µV/±1,5 K	±100 µV/±2,5 K	-25 bis +200	900
„NX“	±60 µV/±1,5 K	±100 µV/±2,5 K	-25 bis +200	900
„KCA“	-	±100 µV/±2,5 K	0 bis 150	900
„KCB“	-	±100 µV/±2,5 K	0 bis 100	900
„NC“	-	±100 µV/±2,5 K	0 bis 150	900
„RCA“	-	±30 µV/±2,5 K	0 bis 100	1000
„RCB“	-	±60 µV/±5,0 K	0 bis 200	1000
„SCA“	-	±30 µV/±2,5 K	0 bis 100	1000
„SCB“	-	±60 µV/±5,0 K	0 bis 200	1000

Hierbei gelten die Grenzabweichungen (in µV bzw. K) nur bei der Messtemperatur rechte Spalte). Dies ist mit der Nichtlinearität der Thermospannung zu begründen.



## Farbkennzeichnung für Elemente nach DIN EN 60584

Element	Typ	Mantel	Pluschenkel	Minuschenkel	
Cu-CuNi	„T“	Braun	Braun	Weiß	
Fe-CuNi	„J“	Schwarz	Schwarz	Weiß	
NiCr-Ni	„K“	Grün	Grün	Weiß	
NiCrSi-NiSi	„N“	Rosa	Rosa	Weiß	
NiCr-CuNi	„E“	Lila	Lila	Weiß	
Pt10Rh-Pt	„S“	Orange	Orange	Weiß	
Pt3Rh-Pt	„R“	Orange	Orange	Weiß	

## Farbkennzeichnung für Elemente nach DIN EN 43713

Element	Typ	Mantel	Pluschenkel	Minuschenkel	
Cu-CuNi	„U“	Braun	Rot	Braun	
Fe-CuNi	„L“	Blau	Rot	Blau	

## Farbkennzeichnung für Elemente nach DIN EN 43714

Element	Typ	Mantel	Pluschenkel	Minuschenkel	
NiCr-Ni	„K“	Grün	Rot	Grün	
Pt10Rh-Pt	„S“	Weiß	Rot	Weiß	
Pt13Rh-Pt	„R“	Weiß	Rot	Weiß	

## Farbkennzeichnung für Elemente nach ANSI MC96.1 (USA) – Thermopaar

Element	Typ	Mantel	Pluschenkel	Minuschenkel	
Cu-CuNi	„T“	Braun	Blau	Rot	
Fe-CuNi	„J“	Braun	Weiß	Rot	
NiCr-Ni	„K“	Braun	Gelb	Rot	
NiCrSi-NiSi	„N“	Braun	Orange	Rot	
NiCr-CuNi	„E“	Braun	Lila	Rot	

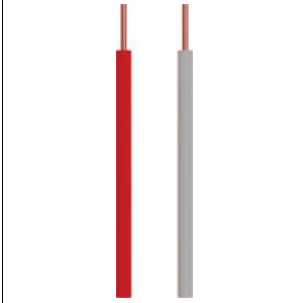
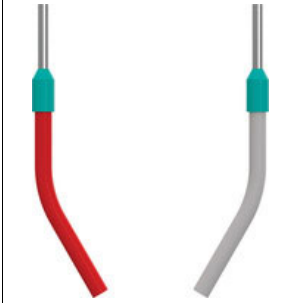

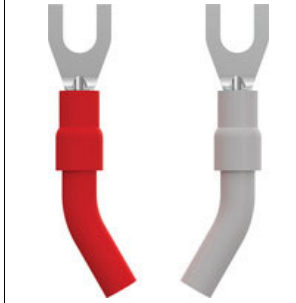
# 5 Leitungen

## Farbkennzeichnung für Elemente nach ANSI MC96.1 (USA) – Ausgleichsleitung


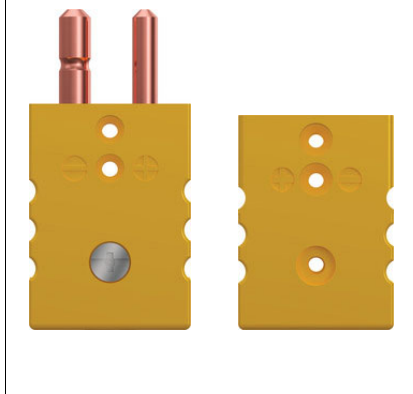

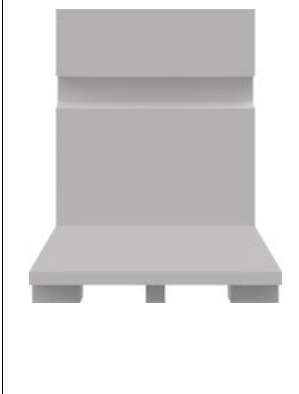
Element	Typ	Mantel	Plusschenkel	Minusschenkel	
Cu-CuNi	„T“	Grün	Schwarz	Rot	
Fe-CuNi	„J“	Schwarz	Weiß	Rot	
NiCr-Ni	„K“	Gelb	Gelb	Rot	
NiCrSi-NiSi	„N“	Orange	Orange	Rot	
NiCr-CuNi	„E“	Purpur	Purpur	Rot	
Pt10Rh-Pt	„S“	Grün	Schwarz	Rot	
Pt13Rh-Pt	„R“	Grün	Schwarz	Rot	
Pt30Rh-Pt	„B“	Grau	Grau	Rot	

## 5.3 Kabelenden und Stecker

Für Thermometer kommen unter anderem folgende Kabelenden und Stecker zum Einsatz:

blank	Aderendhülsen	Ring-Kabelschuh	Gabel-Kabelschuh
			

Als Anschlussstecker werden unter anderem folgende Teile verwendet:

LEMO-Stecker	Thermostecker/-kupplung	M12-Stecker	JST-Klemmleiste
			

⇒ Typenblatt 909760 für diverse Anschlussstecker

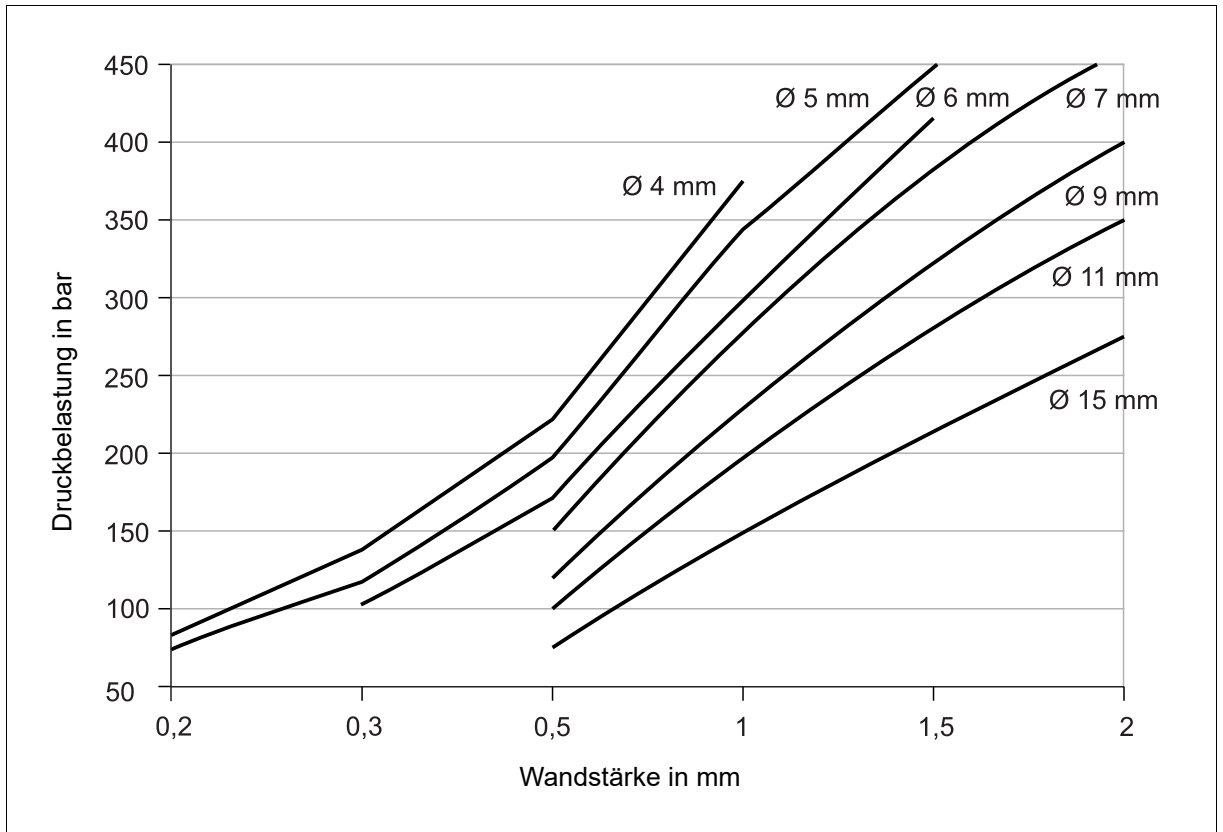
Bei Thermoelementen muss beachtet werden, dass entweder Kontaktmaterialien mit gleichen thermoelektrischen Eigenschaften wie das Thermoelement selbst eingesetzt werden oder sichergestellt wird, dass innerhalb der Steckverbindung eine homogene Temperaturverteilung vorhanden ist. Ist Genanntes nicht erfüllt, verfälschen zusätzliche Spannungen das Messergebnis.

# 6 Schutzrohre

Diverse Einflussgrößen, wie Temperatur, Druck und Schwingungen, belasten Thermometer und deren Schutzarmaturen. Daher müssen die Schutzarmaturen entsprechend ausgelegt werden. Variable sind hierbei u. A. Werkstoff, Einbaulänge und Durchmesser.

In der DIN 43772 ist eine Übersicht diverser Metallschutzrohre für Thermoelemente und Widerstandsthermometer zu finden. Ebenso werden hier Einbauhinweise dargestellt.

Schutzrohre können nach folgender Grafik ausgelegt werden, welche jedoch nur als groben Richtwert dient. In der Grafik ist die maximale Druckbelastung als Funktion der Wandstärke bei verschiedenen Rohrdurchmessern aufgeführt. Das Diagramm gilt für Schutzrohre aus Edelstahl 1.4571, einer Einbaulänge von 100 mm und Strömungsgeschwindigkeiten von 10 m/s in Luft bzw. 4 m/s in Wasser (Temperaturbereich: -20 bis +100 °C, Sicherheitsfaktor 1,8).



Bei Abweichenden Werkstoffen kann folgende Tabelle herangezogen werden:

Werkstoff	Temperatur	Reduzierung
CrNi 1.4571	bis 200 °C	-10 %
	bis 300 °C	-20 %
	bis 400 °C	-25 %
	bis 500 °C	-30 %
CuZn 2.0401	bis 100 °C	-15 %
	bis 175 °C	-60 %

Thermometer, welche nach DIN bzw. anwendungsspezifischen Richtlinien gefertigt werden, erfordern diverse Druckprüfungen entsprechend der jeweiligen Applikation. Bei Bestellung der Thermometer sind daher die erforderlichen Prüfungen bzw. Richtlinien anzugeben.

⇒ Typenblatt 902000 für weiterführende Informationen

Einbauten im Bereich von Durchmesseränderungen oder Krümmungen sind zu vermeiden. An diesen Einbaustellen kann es zu erhöhten Belastungen auf die Temperaturfühler bzw. Schutzarmaturen kommen. Beim Einbau ist genügend Abstand zu diesen Einbaustellen zu halten.

# 7 Messumformer

Messumformer wandeln das Sensorsignal in ein normiertes, temperaturlineares Strom- bzw. Spannungssignal um.

Zweiletermessumformer bieten den Vorteil, durch die Verstärkung des Signals dessen Störempfindlichkeit bedeutend zu verringern.

Bei der Platzierung des Messumformers gibt es mehrere Bauformen. Da zur Verringerung der Störanfälligkeit des Signals die Strecke des unverstärkten Signals möglichst kurz gehalten werden soll, kann er direkt im Thermometer, z. B. 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 erkauft man sich dabei jedoch mit einer längeren Strecke, die das unverstärkte Signal zurücklegen muss. Bei Bedarf kann ein Messumformer auch in die Leitung eingeklinkt werden.

## ACHTUNG!

### Sachschaden durch hohe Umgebungstemperaturen!

Die Funktionalität kann nicht sichergestellt werden und das Bauteil Schaden nehmen.

- ▶ Die zulässige Umgebungstemperatur des Gerätes beachten.

⇒ Detaillierte Informationen zu den Messumformern sind den jeweiligen Typenblättern zu entnehmen.

Typen-zusatz	Messumformer	Typenblatt	Ausgang
330	analoger Messumformer Typ 707031	707030	4 bis 20 mA
331	programmierbarer Messumformer Typ 707014	707010	4 bis 20 mA, 20 bis 4 mA
333	analoger Messumformer Typ 707033	707030	0 bis 10 V
334	2x analoger Messumformer Typ 707031	707030	4 bis 20 mA
335	2x programmierbarer Messumformer Typ 707014	707010	4 bis 20 mA, 20 bis 4 mA
337	2x analoger Messumformer Typ 707033	707030	0 bis 10 V
550	programmierbarer Messumformer Typ 707050	707050	4 bis 20 mA, 20 bis 4 mA (USB)
551	2x programmierbarer Messumformer Typ 707050	707050	4 bis 20 mA, 20 bis 4 mA (USB)
859	programmierbarer Kopfmessumformer Wtrans B mit Funk-Messwertübertragung Typ 707060	707060	
866	programmierbarer Zweikanalmessumformer mit HART Typ 707080	707080	4 bis 20 mA
867	programmierbarer Zweikanalmessumformer mit HART/SIL Typ 707081	707080	4 bis 20 mA

# 8 Handhabung

---

## 8.1 Transport

Beim Transport sind Erschütterungen des Thermometers zu vermeiden. Ebenso darf das Thermometer keiner Feuchte ausgesetzt werden.

Bei Wareneingang prüfen, ob Verpackung und Thermometer frei von Transportschäden bzw. mechanischen Schäden ist. Bei Schäden das Thermometer nicht einsetzen.

Die Geräte sind fachgemäß zu lagern. Die Lagertemperatur zwischen 10 und 45 °C beachten.

## 8.2 Montage

Neben den Kriterien, die im Folgendem genannt werden, ist zudem VDI/VDE 3511 Blatt 5 und deren Erläuterungen zum Einbau von Thermometern zu Rate zu ziehen.

Vor der Montage eines Thermometers dessen Eignung der Einsatzbedingungen prüfen. Folgende technischen Daten sind von Bedeutung:

- Mess- und Einsatztemperaturbereich
- Abmessungen (Einbaulänge und Schutzrohrdurchmesser)
- Maximale Druckfestigkeit in Verbindung mit der Strömungsgeschwindigkeit
- Schutzart nach DIN EN 60529
- Eignung aller Bauteile (Dichtungen, Schutzrohre etc.) für Einsatz in Medium bzw. Atmosphäre

Des Weiteren ist die richtige Montage in der Einbaustelle wichtig. Informationen hierzu sind den nachfolgenden Unterkapiteln zu entnehmen. Der Prozessanschluss der Anlage muss zum Anschluss des Thermometers passen.

Die Fühler sollten langsam in Prozesse eingeführt werden, deren Temperatur von der Umgebungstemperatur abweicht. Dies gilt verstärkt für Thermometer mit keramischem Schutzrohr.

Bei der Wahl der Einbaustelle sollte das Thermometer vor Vibrationen geschützt sein (durch z. B. Strömungen, Motoren, Pumpen). Ebenso sollte der Einbau nicht im Bereich von elektromagnetischen Feldern (z. B. von Motoren oder Transformatoren) erfolgen.

Der empfohlene Messstrom bzw. der Maximalstrom für die Sensoren der Widerstandsthermometer muss beachtet werden.

Sensor	empfohlener Messstrom/mA	Maximalstrom/mA
Pt100 (PCA, PCR, PCS, PCSE)	1,0	7,0
Pt500 (PCA, PCR, PCS, PCSE)	0,7	3,0
Pt1000 (PCA, PCR, PCS, PCSE)	0,1	1,0
PK	1,0	20,0

⇒ Weitere Informationen und Messströme spezieller Sensoren sind dem Typenblatt 906121 (PCA-Sensoren), 906022 (PK-Sensoren), 906125 (PCS-Sensoren), 906123 (PCKL-Sensoren), 906124 (PC-Sensoren in Rundbauform) usw. zu entnehmen.

Thermometer mit Keramikrohr dürfen während der gesamten Lebenszeit weder zu Boden fallen noch anderweitig Stöße erleiden. Das Keramikrohr ist spröde und könnte unter einer solchen Belastung schnell brechen.

## 8.2.1 Einbaustelle und Ausrichtung

Um die Zugänglichkeit in der Einbaustelle zu gewährleisten werden in der Praxis häufig Stutzen zur Aufnahme der Thermometer verwendet.

Bei der Montage gilt:

Je größer die Eintauchtiefe in das Messmedium, desto genauer ist das Messergebnis, da Wärmeableitfehler reduziert werden.

In den meisten Fällen ist die Fühlerspitze in der Mitte der Rohrleitung zu positionieren.

Mindesteintauchtiefen sind häufig speziell für Ihr Thermometer ermittelt worden und demnach in beiliegenden Dokumenten dokumentiert.



### HINWEIS!

Die Mindesteintauchtiefen müssen eingehalten werden!

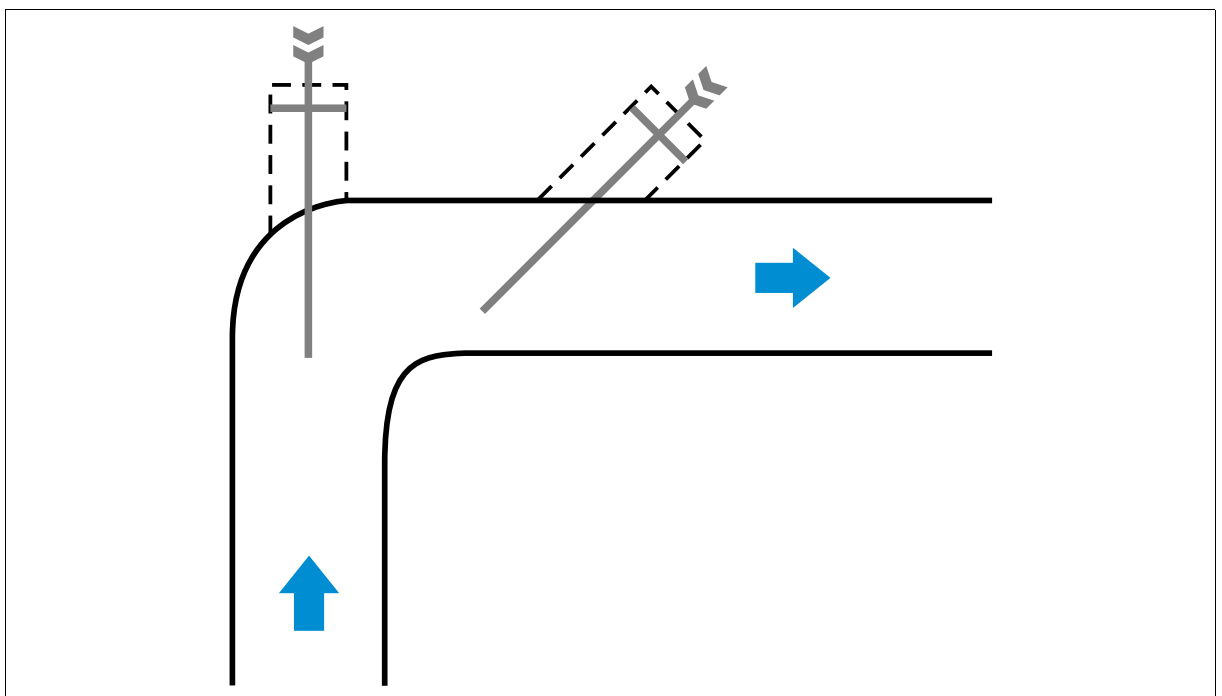
Ist keine Mindesteintauchtiefe bekannt und kann keine Eintauchtiefe anderweitig abgeleitet werden, so ist folgende Formel eine grobe Regel, welche zur Rate gezogen werden kann:

Messung in flüssigen Medien: Eintauchtiefe  $\geq 5$  bis  $10 \times$  Schutzrohrdurchmesser

Messung in gasförmigen Medien: Eintauchtiefe  $\geq 15$  bis  $20 \times$  Schutzrohrdurchmesser

Ist eine ausreichend große Eintauchtiefe aufgrund der vorherrschenden Platzverhältnisse nicht möglich, kann eine gegen die Strömungsrichtung geneigte Einbaulage Hilfe verschaffen. Auch der Einbau in einem Rohrbogen kann sinnvoll sein.

Eine Anströmung aus Richtung der verlängerten Fühlerspitze ist der Anströmung senkrecht zum Fühler zu bevorzugen.



Des Weiteren ist die Isolation von Rohrleitungen wünschenswert, da eine unzureichende Isolation den Wärmeableitfehler maximiert.

Insbesondere bei der Verwendung von Schutzhülsen ist eine gute thermische Ankopplung der Thermometer wichtig. Dies kann durch Verringerung von Spiel zwischen Thermometer und Schutzhülse oder das Einbringen von Wärmeleitmedium o. Ä. erzeugt werden. (Bei Verwendung von Wärmeleitmedium ist die maximal zulässige Temperatur zu beachten.) Die Schutzhülsen sind vor dem Einbau der Thermometer mit einem Verschlussstopfen zu versehen, um Verschmutzungen im Inneren zu vermeiden.

## 8 Handhabung

---

Verdrehte und/oder auf Zug beanspruchte Leitungen sind zu vermeiden. Daher sollten Anschlussleitungen immer korrekt verlegt werden. Anschlussleitungen sind getrennt von Leitungen der Leistungselektronik zu verlegen.

Zudem sollte Sauberkeit in der Umgebung des Thermometers vorhanden sein, da insbesondere aggressive Medien das Thermometer chemisch angreifen könnten und eine Beschädigung des Aufbaus nicht ausgeschlossen werden kann. Falls das Thermometer in aggressiven Medien eingesetzt werden muss oder der Kontakt nicht ausgeschlossen werden kann, muss sichergestellt werden, dass die Eigenschaften der Fühler an die entsprechende Einbausituation angepasst wurden.



### HINWEIS!

Kabeldurchführungen müssen auf den jeweiligen Leitungsdurchmesser abgestimmt werden. Ist die Kabelführung nicht fachgerecht ausgelegt, kann eine sichere Abdichtung und die Einhaltung der Schutzarten nicht sichergestellt werden.

---

### 8.2.2 Einschraubthermometer



### HINWEIS!

Vorgegebene maximale Drehmomente dürfen nicht überschritten werden!

---

Ist kein maximales Drehmoment angegeben, ist dieses empirisch zu ermitteln.

Generell gelten die Anzugsmomente aus nachfolgender Tabelle als Richtwert. Die dort angegebenen Werte gelten für trockene Verschraubungen (Stahl auf Stahl).

Außengewinde	Schutzrohrdurchmesser mm	Anzugsmoment (Richtwert) Nm ( $\pm 10\%$ )
G 1/4 A	6	40
	7	40
	8	30
	9	25
G 1/2 A	6	40
	7	40
	8	40
	9	40
	10	40
M8	13,2	40
	4,8	4
M10 × 1	5	2,5
	6	15
	7	15
	8	2,5

In jedem Fall liegt die Verantwortung bezüglich der Anzugsmomente beim Anwender, da diese im Wesentlichen von der Einbausituation und dem speziellen Thermometer abhängig sind.



## 8.2.3 Einschweißthermometer

Die Qualität der Schweißverbindung ist von zentraler Bedeutung hinsichtlich Dichtigkeit und Festigkeit des Aufbaus.



### WARNUNG!

#### Personen- und Sachschaden durch mangelhafte Schweißverbindung!

Mangelhafte Schweißverbindungen in Kombination mit hohem Druck oder Überhitzung können zu Undichtigkeit führen und somit bei Berührung Verbrennungen verursachen sowie das Gerät zerstören.

- ▶ Thermometer nur durch ausreichend geschultes Personal einschweißen lassen. Das Personal muss den Inhalt der Betriebsanleitung kennen und verstanden haben. Besonders zu beachten sind die Sicherheitshinweise und die bestimmungsgemäße Verwendung.

## 8.2.4 Mantelthermoelemente und -widerstandsthermometer

Mantelthermoelemente und -widerstandsthermometer können gebogen werden. Der Biegeradius muss dabei mindestens fünfmal so groß wie der Durchmesser sein ( $R \geq 5D$ ). Beim Biegen darf keine Belastung auf die Verbindungsstelle der Übergangshülse (zum starren Teil des Schutzrohres) gelangen. Hierbei ist ein Mindestabstand zur Krümmung von mindestens 15 mm einzuhalten.

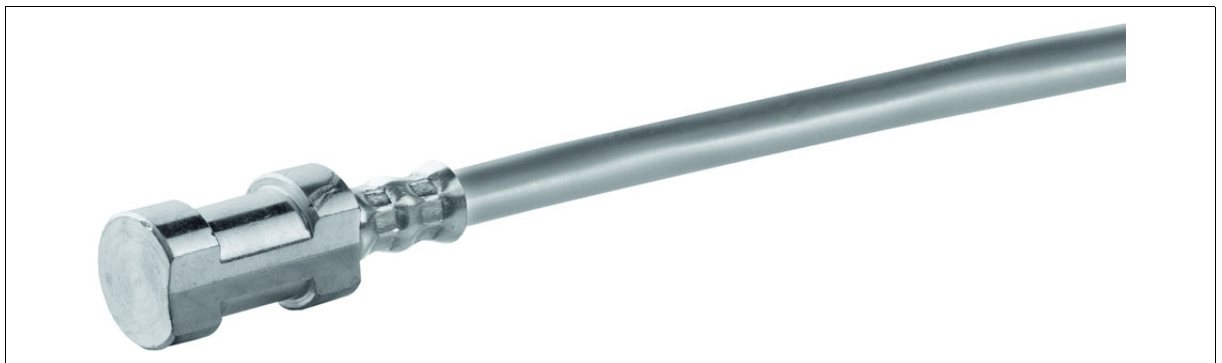
Im Idealfall ist bei Mantelthermoelementen eine passende Thermoleitung zu wählen. Auch die Verwendung von Ausgleichleitungen ist möglich, jedoch nur wenn diese entsprechend sorgfältig selektiert wurden.

Bei Mantelthermoelementen sollten durch Isolation der Übergangshülse bzw. der Verbindungsstellen Messabweichungen vermieden werden.

Maximaltemperaturen der Übergangshülse und der ggf. eingesetzten Kleber sind zu beachten.

## 8.2.5 Anlegefühler zur Oberflächenmessung

Neben Temperaturfühlern, welche in die zu messenden Medien eingeführt werden, gibt es auch Anlegefühler.



Bei der Montage von Anlegefühlern müssen folgende Dinge beachtet werden:

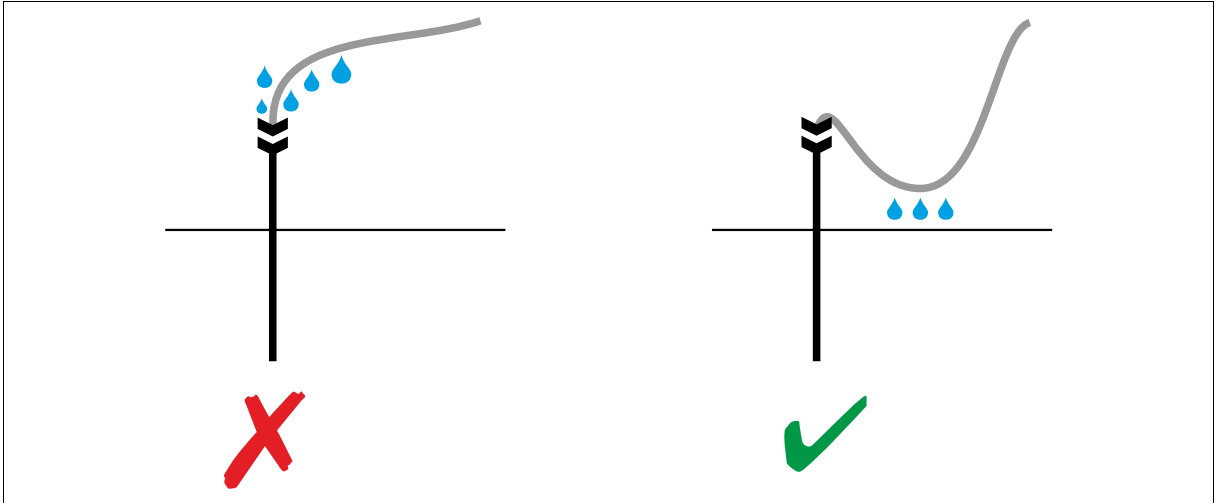
- Messflächen müssen plan aufeinander liegen
- Kontaktflächen müssen frei von Korrosion sein, die Anlegeflächen vor der Montage reinigen
- Messstelle inkl. Anlegefühler zur Vermeidung von Wärmeableitung entsprechend isolieren
- konstante Umgebungstemperatur wünschenswert bzw. kein Einfluss von Konvektion durch z. B. Lüfter oder Klimaanlage auf den Messkörper
- Anlegefühler sicher am Rohr mit entsprechendem Anpressdruck befestigen
- Wärmeleitpaste im Bereich der Kontaktstelle zur Verbesserung des Messergebnisses verwenden
- Montage in mindestens 10 cm Abstand zu Rohrbögen, radialen Schweißnähten u. ä.

# 8 Handhabung

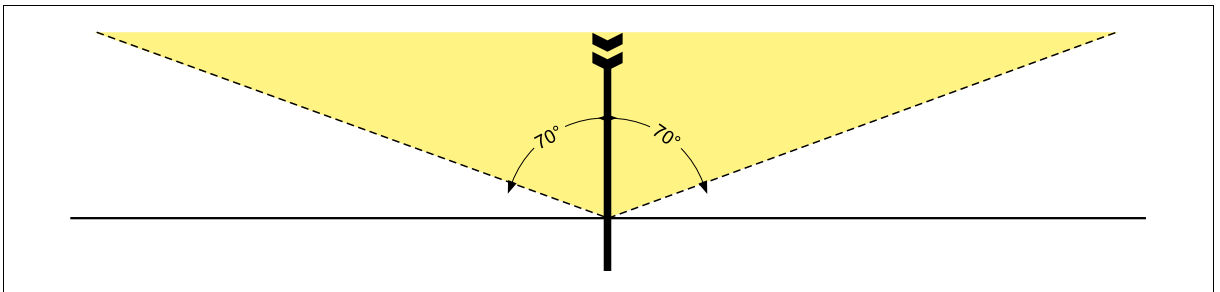
## 8.2.6 Besondere Einbausituationen

Bei Messungen von Temperaturen unterhalb der Umgebungstemperatur ist die Verhinderung von Kondensatbildung im Bereich des elektrischen Anschlusses wichtig. Die Leitungseingänge und Dichtungsbereiche sind so zu montieren, dass mögliches Kondensat abfließen kann.

Auch bei der Verlegung der Anschlussleitung ist die mögliche Bildung von Feuchtigkeit (durch Kondensation, Niederschlag usw.) zu beachten. Es ist zu vermeiden, dass Feuchtigkeit dauerhaft an der Kabelverschraubung ansetzt.



Grundsätzlich sollten die Thermometer möglichst aufrecht, wenigstens innerhalb von  $\pm 70^\circ$  zur Senkrechten, eingebaut werden, da dies negative Einflüsse durch Schwingungen und/ oder Vibrationen mildert. Einbauten, bei denen der Anschlusskopf bzw. der Leitungsausgang unterhalb der Messspitze liegt, sind immer zu vermeiden. Ein Fühler mit kurzer Einbaulänge hat weniger Freiheitsgrade (sprich Angriffspotenzial für Schwingungen) und ist daher unter dem Aspekt der Vibration zu bevorzugen.



## 8.2.7 Elektrischer Anschluss

Die Anschlussbelegung ist gemäß Anschlussbild durchzuführen. Bei Thermometern ohne Anschlussbild (z. B. solche mit Anschlussleitung) zeigt die Tabelle in Kapitel 9.1 „Anschlussarten“, Seite 39 die entsprechende Anschlussbelegung auf.

Kundenspezifische Anschlussbelegungen können von den JUMO-Standards abweichen.

### **ACHTUNG!**

#### **Fehlerhafte Messergebnisse!**

Verpolung führt zu großen Messabweichungen.

- ▶ Bei Thermoelementen auf die richtige Polung (+/-) achten.



#### **HINWEIS!**

Beim elektrischen Anschluss von Widerstandsthermometern die Korrektur von Leitungswiderständen beachten, siehe Kapitel 5.1.1 „Korrektur von Leitungswiderständen“, Seite 23.

### **ACHTUNG!**

#### **Sachschaden durch Überspannung!**

Durch fehlerhaften Anschluss der Abschirmung kommt es zu Potenzialverschleppungen.

- ▶ Auf entsprechende Abstände zwischen Strom- und Versorgungsleitungen bzw. -kabeln achten. Entsprechende EMV-Anforderungen bei Verwendung von Signal- und Datenkabeln bzw. Datenleitungen beachten. Die Betriebsanleitung der Hersteller berücksichtigen.

# 8 Handhabung

---

## 8.3 Funktionsprüfung

### Checkliste zur Inbetriebnahme

- Ist das Thermometer für die Umgebungstemperaturen geeignet?
- Ist das Thermometer für die maximale Betriebstemperatur geeignet?
- Ist das Thermometer für den maximalen Betriebsdruck geeignet?
- Ist das Schutzrohr beständig gegen die Umgebung (chemisch, gegenüber Partikeln etc.)?
- Ist die IP-Schutzart des Thermometers richtig gewählt?
- Ist der Anschlussbereich, insbesondere bei Thermoelementen, in einem Bereich gleicher und konstanter Temperatur?
- Ist die Mindesteintauchtiefe erreicht?
- Sind Einbaustelle und Leitungsverlegung frei von elektromagnetischen Störungen?  
Es ist darauf zu achten, dass die Leitungen der Temperatursensorik getrennt von Leistungselektronik verlegt wird bzw. entsprechend abgeschirmt wird.
- Falls vorhanden: Ist die Abschirmung richtig aufgelegt?
- Ist der Messkreis gegenüber dem Schutzrohr fachgerecht isoliert (Isolationsprüfung)?
- Sitzt die elektrische Verbindung richtig?

## 8.4 Instandhaltung

Für eine zuverlässige Funktion der Thermometer ist eine regelmäßige Prüfung derer unabdingbar. Hierbei sollten die Messkreise auf ihre Funktionsfähigkeit sowie die Schutzrohre auf evtl. Beschädigungen überprüft werden.

Einzelne Punkte der Funktionsprüfung (Kapitel 8.3 „Funktionsprüfung“, Seite 36) können bei Bedarf wiederholt werden. Es wird empfohlen, alle 12 Monate den Isolationswiderstand des Messkreises gegen die Schutzarmatur zu messen (Ausnahme: verschweißte Mantelthermoelemente). Bei mehreren Messkreisen sollte zudem die Isolation zwischen den Messkreisen geprüft werden.

Der minimale Isolationswiderstand sollte i.d.R. 100 M $\Omega$  bei DC 100 V betragen (gemessen bei Raumtemperatur). Die Messung des Isolationswiderstandes für Thermoelemente ist in DIN EN 61515 näher beschrieben. Die Angaben der Norm sind maßgeblich.

Das Driften von Temperatursensoren, verursacht durch Feuchtigkeit, wird oftmals nicht erkannt und führt trotzdem zu erheblichen Messabweichungen. Die Überprüfung des Isolationswiderstandes ermöglicht es, diesen Fehler zu erkennen und daraufhin beheben zu können.

Ebenfalls zu prüfen sind:

- Korrosion und richtiger Sitz bei Kontakten und Klemmen von Leitungsverbindungen
- Dichtung von Anschlussköpfen und Leitungsführungen
- Beschädigung und Korrosion von Schutzrohren
- Unterbrechungen, Testen durch „Klopfen“ am Thermometer bzw. Messeinsatz
- Erfassung eines Referenzwertes (Prozesswert mit Referenzthermometer prüfen)

Die Prüfintervalle können an folgenden Richtwerten angelehnt werden, müssen jedoch im Einzelfall an Einsatzort und -bedingung angepasst werden:

maximale Einsatztemperatur	Pt-Widerstandsthermometer	Thermoelement
200 °C	5 Jahre	5 Jahre
550 °C	2 Jahre	5 Jahre
700 °C	1 Jahr	2 Jahre
1000 °C		1 Jahr (bei Edelmetallen 2 Jahre)
1500 °C		1 Jahr

# 8 Handhabung

---

## 8.5 Demontage



### **WARNUNG!**

#### **Verletzungsgefahr durch Stromschlag!**

Es kann zu schweren Verletzungen kommen oder gar zum Tod führen.

- ▶ Vor der Demontage die Spannung abschalten und die elektrischen Anschlüsse lösen. Prozessanschlüsse nur im akklimatisierten und drucklosen Zustand lösen. Die Temperatur des Rohres bzw. Prozesses der Umgebungstemperatur anpassen. Die geltenden Unfallverhütungs- und Sicherheitsbestimmungen für elektrische Geräte beachten.
- 

### **ACHTUNG!**

#### **Sachschaden aufgrund der Art des Prozessmediums!**

Durch unsachgemäße Behandlung kann Flüssigkeit aus dem Gerät treten. Das Gerät kann dadurch in seinen Funktionen beeinträchtigt oder gar zerstört werden.

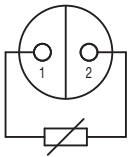
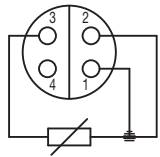
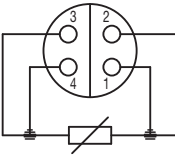
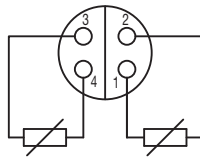
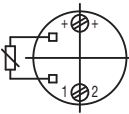
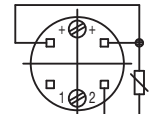
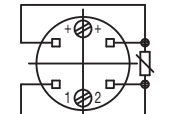
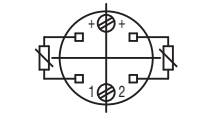
- ▶ Gerät akklimatisieren und drucklos schalten.  
Ausgetretenes Prozessmedium auffangen und umweltgerecht entsorgen.  
Das Personal muss den Inhalt der Betriebsanleitung kennen und verstanden haben. Besonders zu beachten sind die Sicherheitshinweise und die bestimmungsgemäße Verwendung.
-

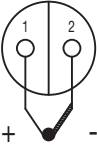
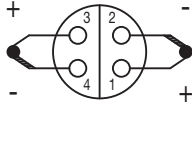
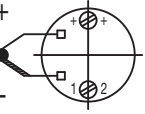
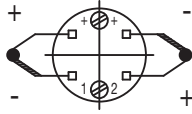
# 9 Allgemeine Produktinformationen

## 9.1 Anschlussarten


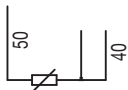




Für eine einheitliche Anschlussbelegung aller Messwertgeberausführungen werden JUMO-Widerstandsthermometer und -Thermoelemente nach Hausnorm gefertigt. Es handelt sich hierbei um eine Standardfestlegung. Auf Kundenwunsch können die Angaben abweichen. Die Anschlussbilder sind zu beachten.

### Anschlusshinweise

Anschlussart	Widerstandsthermometer			
	Zweileiter	Dreileiter	Vierleiter	2x Pt
Standardstecker (mehrpolige Steckverbinder)				
Anschlusssockel				

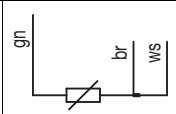
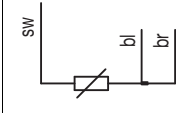
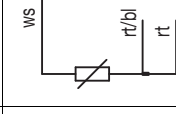
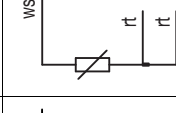
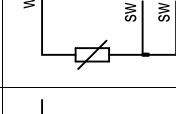
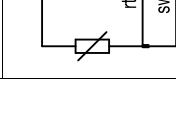
Anschlussart	Thermoelemente	
	1-fach	2-fach
Standardstecker (mehrpolige Steckverbinder)		
Anschlusssockel		

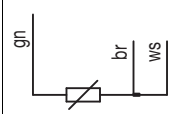
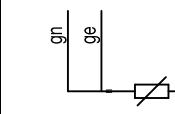
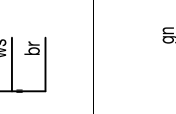
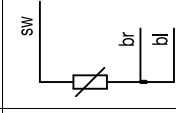
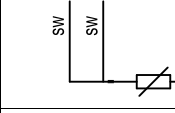
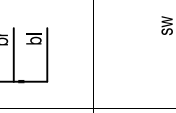
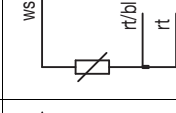
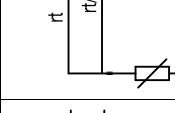
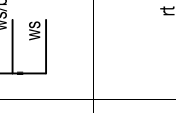
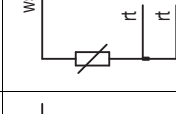
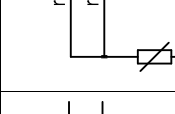
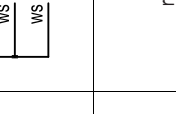
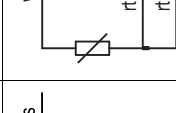
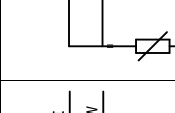

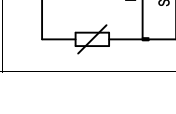
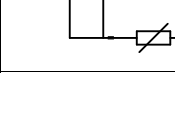
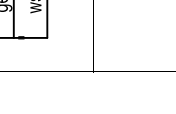
### Litzenkennzeichnung bei Widerstandsthermometern

Zweileiter	Dreileiter	Vierleiter
		
2x Dreileiter	2x Pt	3x Pt
		

# 9 Allgemeine Produktinformationen

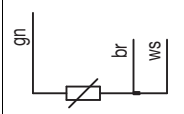
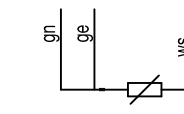
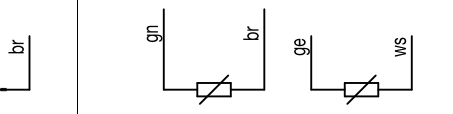
## Anschlusskodierung – Leitungen

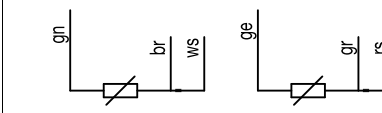

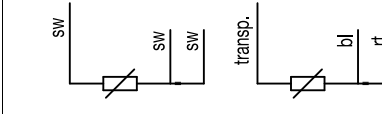
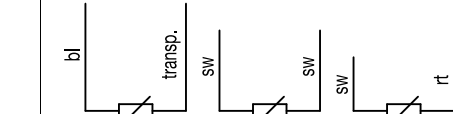
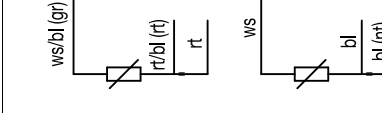
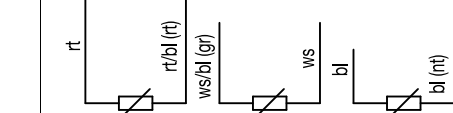
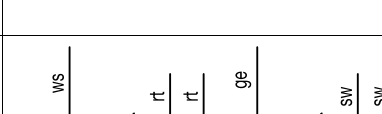
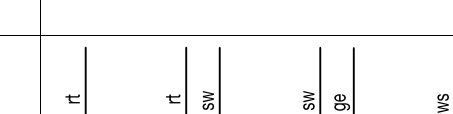
3-adrige Leitung	1x Dreileiter
Farbfolge (DIN 47100): weiß, braun, grün	
Farbfolge (VDE 0293-0): schwarz, blau, braun	
Farbfolge (DIN 47100): rot, rot/blau, weiß	
Farbfolge (IEC 751): rot, rot, weiß	
Farbfolge: schwarz, schwarz, weiß	
Farbfolge: weiß, rot, schwarz	

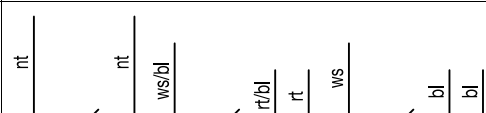
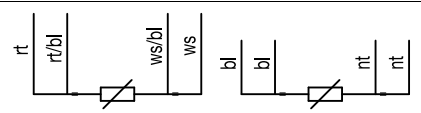

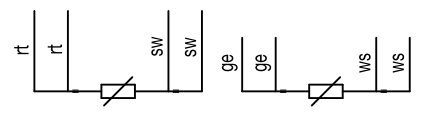
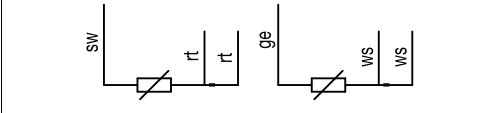
4-adrige Leitung	1x Dreileiter	1x Vierleiter	2x Pt
Farbfolge (DIN 47100): weiß, braun, grün, gelb			
Farbfolge (VDE 0293-0): schwarz, schwarz, braun, blau			
Farbfolge: rot, rot/blau, weiß/blau, weiß			
Farbfolge (IEC 751, nicht bei 2x Pt): rot, rot, weiß, weiß			
Farbfolge: rot, rot, weiß, weiß/blau			
Farbfolge: rot, weiß, gelb, schwarz			



# 9 Allgemeine Produktinformationen

5-adrige Leitung	1x Dreileiter	1x Vierleiter	2x Pt
Farbfolge (DIN 47100): weiß, braun, grün, gelb, grau			

6-adrige Leitung	2x Dreileiter	3x Pt
Farbfolge (DIN 47100): weiß, braun, grün, gelb, grau, rosa		
Farbfolge (VDE 0293-0): schwarz, schwarz, schwarz, rot, blau, transparent		
Farbfolge: rot, rot/blau, weiß/blau, weiß, blau, blau (natur)  alternativ: rot, rot, grau, weiß, blau, blau		
Farbfolge: rot, rot, schwarz, schwarz, gelb, weiß		

8-adrige Leitung	1x Zweileiter und 2x Dreileiter	2x Vierleiter
Farbfolge: rot, rot/blau, weiß/ blau, weiß, blau, blau, natur, natur		
Farbfolge: rot, rot, weiß, weiß, gelb, gelb schwarz, schwarz		
		

# 10 Fehlerbehebung

## Fehler bei Thermoelementen im Speziellen

Fehler	Mögliche Ursache	Behebung
Anzeigegerät zeigt Raumtemperatur an	Thermoelement oder Leitung unterbrochen	Messeinsatz austauschen
Anzeige stimmt lediglich im Betrag	Polarität am Anzeigegerät vertauscht	Polarität ändern
Angezeigte Temperatur ist deutlich zu hoch/driftet	Polarität der Ausgleichsleitung im Anschlusskopf vertauscht	Polarität ändern
	Falsche Ausgleichsleitungen	Ausgleichsleitung tauschen
Deutlich zu hohe oder zu niedrige Anzeige	Falsche Linearisierung im Anzeigegerät	Linearisierung ändern
	Falsche Ausgleichsleitung bzw. verpolt angeschlossen	Ausgleichsleitung tauschen bzw. Polung ändern
Zu niedrige Temperaturanzeige	Widerstand des Messkreises ist zu hoch in Bezug auf den Eingangswiderstand des Gerätes	Gerät mit hohem Eingangswiderstand wählen
Anzeige um einen festen Betrag zu hoch oder zu niedrig	Falsche Vergleichsstellentemperatur	Vergleichsstellentemperatur erfassen
Anzeige korrekt, driftet langsam	Vergleichsstellentemperatur nicht konstant oder nicht erfasst	Vergleichsstellentemperatur erfassen bzw. konstant halten
Anzeige um 20 bis 25 °C verfälscht	Element Typ J als Typ L linearisiert oder umgekehrt	Linearisierung ändern
Bei einpolig abgeklemmtem Element wird noch ein Wert angezeigt	Elektromagnetische Störungen werden auf die Eingangsleitung gekoppelt	Elektromagnetische Störungen beheben
	Wegen fehlender galvanischer Trennung oder mangelhafter Isolation werden parasitäre Spannungen eingeschleift	Isolation verbessern oder Fühler ersetzen
Bei zweipolig abgeklemmten Elementen wird ein zu hoher Wert angezeigt	Elektromagnetische Störungen werden auf die Eingangsleitung gekoppelt	Elektromagnetische Störungen beheben
	Parasitäre galvanische Spannungen (z. B. durch Feuchte in der Ausgleichsleitung)	Parasitäre Spannungen beseitigen oder Thermometer tauschen

# 10 Fehlerbehebung

## Fehler bei Widerstandsthermometern im Speziellen

Fehler	Mögliche Ursache	Behebung
Zu hohe Temperaturanzeige	Eigenerwärmung	Wärmeleitung verbessern
	Einfluss der Messleitung	Versorgungsleistung minimieren
Falscher Messwert	Parasitäre Thermospannung	Parasitäre Spannungen beseitigen oder Thermometer tauschen
	Wärmeableitfehler	Eintauchtiefe erhöhen oder Kontaktmittel einsetzen
Messwert sinkt mit der Zeit	Alterung des Sensors	Messeinsatz tauschen, Temperaturbereich prüfen
Differierende Temperaturanzeige	Keine konstante Stromversorgung	Netzteil austauschen
	Zweileiterschaltung mit schwankender Temperatur im Bereich Zuleitung	Auf Dreileiterschaltung umstellen

## Fehler bei Thermometern im Allgemeinen

Fehler	Mögliche Ursache	Behebung
Zeitverhalten sehr träge oder Nachlauf der Messwerte	Ablagerungen am Schutzrohr	Schutzrohr reinigen
	Schutzrohrdurchmesser zu groß	Schutzrohrkonstruktion anpassen
	Wärmeableitfehler	Einbautiefe erhöhen oder Kontaktmittel einsetzen
	Schutzrohr im Strömungsschatten	Einbauort anpassen
Falscher Messwert	Einfluss einer zusätzlichen Wärmequelle	Einbausituation optimieren
	Unterbrechung des Messkreises durch Vibration etc.	Einbaustelle ändern, Anlage dämpfen, Konstruktion anpassen
Schutzrohr gebrochen	Festteile im Messmedium, zu große Strömungsgeschwindigkeit etc.	Eintauchtiefe minimieren, Einbaustelle ändern, Konstruktion anpassen oder Schutzrohr tauschen
Korrosion	Schutzrohrmaterial und Medium sind nicht aufeinander abgestimmt	Schutzrohrmaterial anpassen, Medium prüfen
Zu niedrige Temperaturanzeige	Mangelnder Isolationswiderstand oder Drift durch Feuchtigkeit	Isolationsprüfung durchführen und ggf. Isolation verbessern oder Fühler ersetzen
Thermometer lässt sich nicht in das Schutzrohr einführen	Schutzrohr oder Fühler sind verbogen	Verbogenes Teil ersetzen
	Fremdkörper im Schutzrohr (z. B. Schmutz)	Schutzrohr reinigen oder von Fremdkörpern befreien

Wenn die Erläuterungen dieser Betriebsanleitung sowie die produktspezifischer Typenblätter und Anleitungen beachtet werden, können häufige Fehlerursachen verhindert werden.

Im Speziellen ist die Einbausituation zu betrachten und ggf. eine Absprache mit Fachpersonal und dem Technischen Support von JUMO nötig bzw. hilfreich.

⇒ Kontaktadressen und Telefonnummern siehe letzte Seite

# 11 Wartung, Reinigung, Rücksendung, Entsorgung

---

## 11.1 Wartung

Die Widerstandsthermometer und Thermoelemente sind wartungsfrei.  
Eine regelmäßige Prüfung wird empfohlen.

## 11.2 Reinigung



### HINWEIS!

**Schaden am Gerät durch unsachgemäße Reinigung vermeiden.**

Widerstandsthermometer und Thermoelemente, besonders die medienberührten Teile, nicht beschädigen. Reinigungsmittel darf Oberfläche und Dichtungen nicht angreifen.

---

## 11.3 Rücksendung



### WARNUNG!

**Personenschaden, Sachschaden, Umweltschaden**

Messstoffreste am ausgebauten Produkt können Personen, Umwelt und Einrichtungen schädigen.

► Ausreichende Vorsichtsmaßnahmen ergreifen.

---



### HINWEIS!

Das Gerät darf nur in einem sicheren und spannungsfreien Zustand der Anlage durch qualifiziertes Personal demontiert werden.

---



### HINWEIS!

Alle zur Rücksendung notwendigen Informationen sind im [Begleitschreiben für Produktrücksendungen](#) enthalten.

---

## 11.4 Entsorgung



### WARNUNG!

**Verletzungsgefahr durch Gefahrstoffrückstände im Gerät**

Schwerste Verletzungen bei Kontakt mit dem Medium möglich!

► Vor der Entsorgung Gefahrstoffe aus allen Hohlräumen des Geräts spülen und neutralisieren!

---



### ENTSORGUNG

Das Gerät oder ersetzte Teile gehören nach Beendigung der Nutzung nicht in die Mülltonne, denn es besteht aus Werkstoffen, die von darauf spezialisierten Recycling-Betrieben wiederverwendet werden können.

Das Gerät sowie das Verpackungsmaterial ordnungsgemäß und umweltschonend entsorgen lassen.

Hierbei die landesspezifischen Gesetze und Vorschriften zur Abfallbehandlung und Entsorgung beachten.

---

## 12 Weitere Informationen und Downloads

---

Im Einzelfall ist das Typenblatt und, falls vorhanden, die produktspezifische Betriebsanleitung ebenfalls zu Rate zu ziehen.

Neben dieser Anleitung sind weitere Informationen im Downloadcenter unter [www.jumo.de](http://www.jumo.de) zu finden:

- Elektrische Temperaturmessung mit Thermoelementen und Widerstandsthermometern; Matthias Nau (2007)
- JUMO-Katalog „Sensors – Temperatur, Feuchte“
- Typenblätter der einzelnen Thermometerausführungen
- Typenblätter zu allgemeinen Thematiken rund um Thermometer



[qr-900000-de.jumo.info](http://qr-900000-de.jumo.info)

## 12 Weitere Informationen und Downloads

---





#### **JUMO GmbH & Co. KG**

Moritz-Juchheim-Straße 1  
36039 Fulda, Germany

Telefon: +49 661 6003-722/724  
Telefax: +49 661 6003-601/688  
E-Mail: mail@jumo.net  
Internet: www.jumo.net

Lieferadresse:  
Mackenrodtstraße 14  
36039 Fulda, Germany

Postadresse:  
36035 Fulda, Germany

Technischer Support Deutschland:

Telefon: +49 661 6003-9135  
Telefax: +49 661 6003-881899  
E-Mail: support@jumo.net

#### **JUMO Mess- und Regelgeräte GmbH**

Pfarrgasse 48  
1230 Wien, Austria

Telefon: +43 1 610610  
Telefax: +43 1 6106140  
E-Mail: info.at@jumo.net  
Internet: www.jumo.at

Technischer Support Österreich:

Telefon: +43 1 610610  
Telefax: +43 1 6106140  
E-Mail: info.at@jumo.net

#### **JUMO Mess- und Regeltechnik AG**

Laubisrütistrasse 70  
8712 Stäfa, Switzerland

Telefon: +41 44 928 24 44  
Telefax: +41 44 928 24 48  
E-Mail: info@jumo.ch  
Internet: www.jumo.ch

Technischer Support Schweiz:

Telefon: +41 44 928 24 44  
Telefax: +41 44 928 24 48  
E-Mail: info@jumo.ch

