



Temperaturmessungen mit Widerstandsthermometern

Das Messprinzip der Temperaturmessung mit Widerstandsthermometern beruht auf der Eigenschaft aller Leiter, ihren elektrischen Widerstand in Abhängigkeit von der Temperatur zu ändern. Die relative Änderung des elektrischen Widerstands in Abhängigkeit von der Temperatur nennt man den Temperaturkoeffizient. Sein Wert bleibt leider nicht über den gesamten Temperaturbereich konstant. Die Grenzabweichungen errechnen sich:

- Klasse AA: $dT = 0,1 \text{ °C} + 0,0017 \cdot |t|$
- Klasse A: $dT = 0,15 \text{ °C} + 0,002 \cdot |t|$
- Klasse B*: $dT = 0,30 \text{ °C} + 0,005 \cdot |t|$ (*Standard)
- Klasse C: $dT = 0,6 \text{ °C} + 0,01 \cdot |t|$

Beispiel zur bevorzugten Klasse B: Bei 200 °C sind Abweichungen des Messwertes zulässig bis $\pm 1,3 \text{ °C}$.

Die Grenzabweichungen sind gegenüber denen bei genormten Thermoelementen kleiner, was einen wesentlichen Vorteil darstellt.

Fehlergrenzen der Pt-Messwiderstände

°C	Klasse A		Klasse B	
	Ohm	entspr. °C	Ohm	entspr. °C
-200	± 0.24	± 0.55	± 0.56	± 1.3
-100	± 0.14	± 0.35	± 0.32	± 0.8
-60	-	-	-	-
0	± 0.06	± 0.15	± 0.12	± 0.3
100	± 0.13	± 0.35	± 0.30	$\pm 0,8$
180	-	-	-	-
200	± 0.20	± 0.55	± 0.48	± 1.3
300	± 0.27	± 0.75	± 0.64	± 1.8
400	± 0.33	± 0.95	± 0.79	± 2.3
500	± 0.38	± 1.15	± 0.93	± 2.8
600	± 0.43	± 1.35	± 1.06	± 3.3
650	± 0.46	± 1.45	± 1.13	± 3.6
700	-	-	± 1.17	± 3.8
800	-	-	± 1.28	± 4.3
850	-	-	± 1.34	± 4.6

1/3 DIN B (AA) = $\pm 0,10\%$ bei 0°C = 1/3 von Klasse B

Beim eigentlichen Messvorgang ist es notwendig, durch den Messwiderstand selbst einen elektrischen Strom (0,1-6mA) zu schicken. Dieser erzeugt Wärme und verfälscht somit durch sogenannte „Eigenerwärmung“ das Messergebnis. Durch entsprechende Beschaltung wird daher angestrebt, diesen vom Quadrat des Messstromes abhängigen Fehler so gering wie möglich zu halten. Bei Zweileiterschaltungen beeinflusst der Widerstand der Innenleiter, sowie der Widerstand der Zuleitungen das Messergebnis. Durch geeignete Maßnahmen wie Dreileiter- und Vierleiterschaltungen oder mit Hilfe eines Ausgleichswiderstandes kann dem entgegengewirkt werden. Die Grundwerte für technische Widerstandsthermometer sind in IEC 60751 festgelegt.

Ansprechverhalten

Wird der Sensor einer plötzlichen Temperaturänderung ausgesetzt, so vergeht eine bestimmte Zeit, bis er die neue Temperatur angenommen hat. Diese Zeit ist von der Bauform des Sensors und den Umgebungsbedingungen wie Strömungsgeschwindigkeit und Messmedium abhängig. Die Angaben in diesem Katalog beziehen sich auf Messungen in umgewälztem Wasser mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 0,4 m/s. Die Ansprechzeiten für andere Medien lassen sich mit der Wärmeübergangszahl nach VDI/VDE3522 ermitteln. In der untenstehenden Abbildung ist der typische Verlauf des Ansprechverhaltens (Übergangsfunktion) dargestellt. Dabei werden die Zeiten ermittelt, bei denen der Sensor 50 bzw. 90 % des Endwertes erreicht hat. Die Übergangsfunktion, d.h. der Verlauf des Messwertes bei spurförmig veränderter Temperatur am Temperatursensor, gibt hierüber Auskunft.

Zur Ermittlung der Übergangsfunktion wird der Temperatursensor von warmem Wasser oder Luft angeströmt.

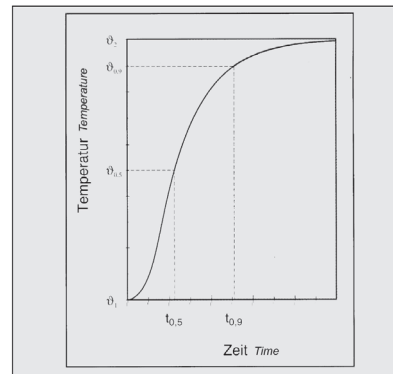
Zwei Zeiten charakterisieren die Übergangsfunktion.

- Halbwertzeit $t_{0,5}$

Sie gibt an, in welchem Zeitraum der Meßwert 50 % des Endwertes erreicht, und die

- Neunzehntelzeit $t_{0,9}$

in der 90% des Endwertes erreicht sind.



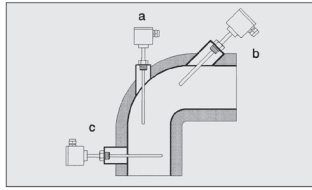
Einbaulänge in Rohren

In Rohren mit kleinem Durchmesser läßt sich die ideale Einbaulänge oft nur durch den Einbau der Thermometergruppe in einem Winkel zur Rohrachse oder in Rohrbiegungen erreichen. In diesem Fall ist die Thermometergruppe stets gegen die Fließrichtung einzubauen. Die Tabelle gibt Hinweise über die Einbaulänge in einem Rohr von gegebenem Durchmesser.

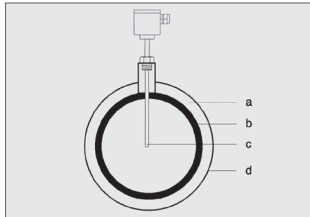
Diese Werte sind Richtwerte:

Rohrdurchmesser (mm) Pipe diameter	50	75	100	150	200	300	400
Einbaulänge ins Medium Installation length in media	30	40	50	60	80	100	120

Das Thermometer ist im Mediumsort einzubauen, wo die Temperatur in einer solchen Tiefe zu messen ist, dass die Wärmeübertragung des Mediums entlang des Schutzrohrs zur Außenwand auf einen Mindestwertbeschränkt ist, damit Abkühlfehler vermieden werden. Sonst ist die Temperatur am Messpunkt niedriger als der Durchschnittswert. Andererseits muss die Fläche, die vom Medium berührt wird, genügend groß sein, um eine gute Temperatureaufnahme zu garantieren. Ein guter Kompromiss wird durchfolgende Maßnahmen erzielt: in Wasser und allgemein in Flüssigkeiten sollte die Einbaulänge 5- bis 6mal größer sein als der Durchmesser des Schutzrohres zuzüglich der sensitiven Länge von 50 mm. In Dampf, Luft und Gasen sollte die Einbaulänge 10- bis 15mal größer sein als der Durchmesser des Schutzrohres zuzüglich der sensitiven Länge von 50 mm. Je kürzer die Einbautiefe ist, desto größer ist die Temperaturdifferenz zur tatsächlichen Mediumstemperatur durch die Temperaturableitung.



- a) im Rohrbogen gegen die Fließrichtung
- b) in kleineren Röhren schräg gegen die Fließrichtung
- c) senkrecht zur Fließrichtung



Typische Anordnung zur Reduzierung der Temperaturableitung

- a) Isolierung
- b) Rohr
- c) Schutzrohr mit Meßeinsatz
- d) Äußere Hülle

Widerstandsthermometer - Interne Verdrahtung

Anschluss Klemmsockel
Connection Plug-in socket

Anschluss Kopftransmitter
Connection Head transmitter

Klemmenplan KTM...
Terminal plan KTM...
Anschluss Pt-100/Connection Pt100

1xPt-100
3-Leiter/wire

weiß /white
weiß /white
rot /red

3-Draht/wire

Signal 4...20mA
bei Ex 8.5V...27.3V

2-Draht/wire
eigige Brücke

Signal 0...10V
14.35V

Klemmenplan UTN-500/PTN-600
Terminal plan UTN-500/PTN-600
Anschluss Pt-100/Connection Pt100

2xPt-100
3-Leiter/wire

weiß /white
weiß /white
rot /red
schwarz
schwarz

4-Draht/wire

Signal 4...20mA
bei Ex 8V...30V

3-Draht/wire

Thermoelement
thermo couple

2-Draht/wire

UTN-500

9V...30VDC, Verpolungsschutz
bei Ex 9V...15VDC Verpolungsschutz
9V...30VDC, Reverse polarity protection
at Ex 9V...15VDC, Reverse polarity protection

Pt-100 Kabelbelegung
Pt-100 cable assignment

Silicon 3pol.

weiß /white
weiß/blau
/white/blue

rot/red

PVC 3pol.

grün/green
braun/brown

weiß /white

PTFE 4pol.

weiß /white
weiß /white

rot/red
rot/red

Silicon 4pol.

weiß /white
weiß/blau
/white/blue

rot
rot/blau
/red/blue

PVC 4pol.

weiß /white
grün/green

braun/brown
gelb/yellow

Glasseide 3pol.
mit Stahlgeflecht
/Fiberglass 3pol.
with steel braiding

weiß /white
weiß /white

rot/red

Anschlußarten von Widerstandsthermometern

Bei der Temperaturmessung mit Widerstandsthermometern wird das Messergebnis durch den Zuleitungswiderstand beeinflusst. Bei der Zweileiterschaltung wird der Widerstand voll vom Messkreis der Brückenschaltung erfasst. Der Einfluss kann bei einer festen Zuleitungstemperatur durch einen temperaturunabhängigen Leitungsabgleichwiderstand kompensiert werden. Die Anwendung der Dreileiterschaltung ermöglicht Messungen über wesentlich größere Entfernungen und führt zu einer Reduzierung des Temperatureinflusses der Zuleitung. Die genauesten Messungen sind mit der Vierleiterschaltung möglich. Hierbei entfällt sowohl der Einfluss der Temperatur auf die Leitung, als auch der Zuleitungswiderstände absolut.

Temperaturmessung mit Zweileiter-Meßumformer (4-20mA)

Messumformer werden benötigt, wenn in automatisch überwachten Fertigungsprozessen verschiedene physikalische Größen miteinander verarbeitet werden sollen. Das vom Platinwiderstandsthermometer elektrisch verarbeitbare Signal wird vom Messumformer in ein standardisiertes, störunempfindliches Einheitssignal (eingepprägter Strom 4...20 mA) umgeformt. Die zur Versorgung des Umformers benötigte Spannungsquelle wird dabei in Reihe mit der Bürde (Folgeelektronik) in den Ausgangstromkreis geschaltet. Da die getrennten Leitungen zur Energieversorgung des Messumformers entfallen, muss der Eigenverbrauch auch bei Messspannenanfang aus dem Ausgangstromkreis gedeckt werden. Der Messspannenanfang kann damit nicht bei 0 mA, sondern erst, entsprechend den Festlegungen, bei 4 mA beginnen. Aus dieser Anordnung ergibt sich die weitere Forderung, dass der Ausgangsstrom von 4...20 mA von der Klemmspannung am Zweileiter-Messumformer (ca. 12-30 V DC) unabhängig sein muss.

Temperaturmessung mit Dreileiter-Messumformern

Alternativ zu den Zweileiter-Systemen sind diese Messumformer auch mit 0...10V Spannungssignal oder mit 4...20mA Stromsignal und einem PNP-Schaltausgang lieferbar.

Temperaturmessung mit Profibus

Messumformer mit Profibus PA zur Umwandlung verschiedener Eingangssignale in ein digitales Ausgangssignal nach Feldbusstandard EN 50170 und IEC 61158-2.

