

Die nachfolgende Einführung soll lediglich grundlegende Fragen der technischen Temperaturmessung mit Widerstandsthermometern behandeln.

## Messprinzip

Die Temperaturmessung mit Widerstandsthermometern beruht auf der Eigenschaft aller Leiter und Halbleiter, ihren elektrischen Widerstand in Abhängigkeit von der Temperatur zu verändern. Diese Eigenschaft ist bei den verschiedenen Werkstoffen mehr oder weniger stark ausgeprägt. Die relative Änderung des elektrischen Widerstandes in Abhängigkeit von der Temperatur ( $dR/dt$ ) nennt man den Temperaturkoeffizienten. Sein Wert bleibt nicht über den ganzen in Betracht kommenden Temperaturbereich konstant; er ist vielmehr selbst eine Funktion der Temperatur. Für den Zusammenhang zwischen Widerstand und Temperatur ergibt sich ein mathematisches Polynom höherer Ordnung.

## Werkstoffe

Als Kennwert für die Widerstandsänderung definiert man einen mittleren Temperaturkoeffizienten  $\alpha$ . Er ist der Mittelwert des Temperaturkoeffizienten zwischen 0 und 100 °C.

Von den metallischen Leitern zeigen die reinen Metalle die stärksten Widerstandsänderungen und damit die größten  $\alpha$ -Werte. Die Auswahl der Widerstandswerkstoffe darf jedoch nicht alleine nach dem Temperaturkoeffizienten erfolgen. Ebenso wichtig ist eine möglichst große Konstanz und eine absolute Reproduzierbarkeit der einmal ermittelten Werte.

Auch in dieser Hinsicht sind die reinen Metalle allen Legierungen überlegen. Als sehr vorteilhaft erweist sich, wenn für den in Betracht kommenden Temperaturbereich die Beziehung zwischen Widerstandswert und Temperatur mathematisch möglichst einfach darstellbar ist.

Für Messwicklungen aus sehr reinem Platin, wie sie für die Darstellung der internationalen praktischen Temperaturskala (ITS 90) verwendet werden, lässt sich der Zusammenhang von Widerstand und Temperatur im Bereich von 0 bis 630 °C durch eine quadratische Gleichung darstellen.

Für technische Widerstandsthermometer sind in DIN EN 60751 und DIN 43 760 Grundwerte festgelegt, die sich nach den unten aufgeführten Zahlenwert-Gleichungen  $R_t = R_0 (1 + At + Bt^2)$  berechnen lassen.

Der mittlere Temperaturkoeffizient  $\alpha$  beträgt für reines Platin  $3,92 \cdot 10^{-3}$ , für technische Widerstandsthermometer nach DIN EN 60751 dagegen  $3,85 \cdot 10^{-3}$ .

Neben den Platin-Messwiderständen stellen wir noch Nickel-Messwiderstände für Temperaturen von -60 bis +250 °C her. Ihr mittlerer Temperaturkoeffizient beträgt  $6,17 \cdot 10^{-3}$ .

Außerdem werden in der Temperaturmesstechnik auch Halbleiter mit hohem negativem Temperaturkoeffizienten verwendet. Vorgegebene Widerstandswerte und Temperaturkoeffizienten können jedoch nur durch besondere Schaltungen eingehalten werden. Auch ist die Konstanz der Widerstandswerte von Halbleitern kleiner als bei reinen Metallen. Sie werden daher vorwiegend für Regelaufgaben eingesetzt.

## Messwicklungen

Der temperaturempfindliche Widerstand - in der Regel Platin - wird in Form einer Messwicklung oder Dünnschicht auf einen geeigneten Träger aufgebracht.

Um Messfehler durch Kriechströme auszuschließen, muss auf eine sehr gute elektrische Isolation geachtet werden. Für Thermometer im niedrigen Temperaturbereich genügt im Allgemeinen schon eine Lackisolation oder eine Seide- bzw. Glasseideumspinnung.

Bei technischen Thermometern (bis 550 bzw. 850 °C) wird die Platin-Messwicklung entweder in Glas eingeschmolzen oder in eine keramische Masse eingebettet und nach DIN 16 160 „Messwiderstand“ genannt. Dieser Messwiderstand wird zum Schutz gegen Druck, Strömung und chemischen Angriff meist in ein Metall-Schutzrohr eingebaut.

Widerstandsthermometer sind Berührungsthermometer; ihr temperaturempfindlicher Teil - der Messwiderstand - muss die Temperatur des zu messenden Mediums annehmen. Aus diesem Grund ist es notwendig, dass die Schutzarmaturen dem jeweiligen Verwendungszweck und den Einbau-Verhältnissen angepasst sind.

### **Innenleitung**

Als Innenleitung bezeichnet man den Teil der Zuleitungen, der sich im Thermometer zwischen Messwiderstand und Klemmsockel bzw. Anschlussleitung befindet. Da der Widerstand dieser Leitung bei Zwei-Leiter-Schaltung das Messergebnis beeinflusst und beim Abgleich der Zuleitungen nicht erfasst wird, soll sein Wert auf dem Messeinsatz angegeben sein, wenn er den Messwert merklich beeinflusst. Als Material für die Innenleitungen werden in den meisten Fällen Cu, Ag, Ni oder auch Manteldrähte (z. B. Cu mit Ni-Mantel) eingesetzt. Bei Nickel-Zuleitungen kann außerdem der große Temperaturkoeffizient das Messergebnis beeinflussen. Durch besondere Schaltungen (siehe Messschaltungen) ist es möglich, auch diesen Einfluss zu beseitigen.

### **Zuleitung**

Die Zuleitung zwischen Widerstandsthermometer und Messgerät beeinflusst ebenfalls die Messung. Sie wird daher mit Hilfe eines Abgleichwiderstandes auf den vorgegebenen Wert (meist 10 Ohm) abgeglichen.

### **Doppelthermometer**

In vielen Fällen ist es notwendig, die gemessene Temperatur an zwei Stellen anzuzeigen (z. B. Schreiber und Regler). Hierfür können die Widerstandsthermometer mit einem Doppelmesswiderstand ausgerüstet werden, dessen beide Wicklungen galvanisch voneinander getrennt sind.

*Dieser Katalog kann nicht alle Ausführungen an Temperaturmessfühlern zeigen insbesondere keine speziellen messtechnischen Fragen behandeln.*

*Es steht eine Vielzahl weiterer Ausführungen zur Verfügung, die vielleicht Ihren Erfordernissen gerecht werden, sprechen Sie uns einfach dazu an.*