

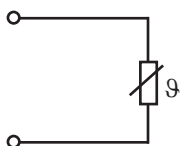
ANSCHLUSS VON WIDERSTANDSTHERMOMETERN

■ Anschluss von Widerstandsthermometern

Beim Widerstandsthermometer ändert sich der elektrische Widerstand in Abhängigkeit von der Temperatur. Um das Ausgangssignal zu erfassen, wird der von einem konstanten Messstrom hervorgerufene Spannungsabfall gemessen. Für diesen Spannungsabfall gilt nach dem Ohmschen Gesetz: $U = R \times I$

Um eine Erwärmung des Sensors zu vermeiden, sollte ein möglichst kleiner Messstrom gewählt werden. Man kann davon ausgehen, dass ein Messstrom von 1 mA keine nennenswerte Beeinträchtigung hervorruft. Dieser Strom bewirkt bei einem Pt 100 bei 0°C einen Spannungsabfall von 0,1 V. Diese Messspannung muss nun durch die Anschlussleitung möglichst unverfälscht an den Ort der Anzeige oder Auswertung übertragen werden. Es werden dabei vier Anschlusstechniken unterschieden:

■ Die 2 - Leiterschaltung



Die Verbindung zwischen Auswertelektronik und Thermometer erfolgt mit einer zweiadrigen Leitung. Wie jeder andere elektrische Leiter besitzt auch diese einen Widerstand, der dem Widerstandsthermometer in Reihe geschaltet ist. Damit addieren sich die beiden Widerstände, was von der Elektronik als höhere Temperatur interpretiert wird. Bei größeren Entfernungen kann der Leitungswiderstand einige Ohm betragen und eine beachtliche Verfälschung des Messwertes verursachen.

Beispiel:

Leitungsquerschnitt: 0,35 mm²

spez. Widerstand: 0,0175 Ω mm² m⁻¹

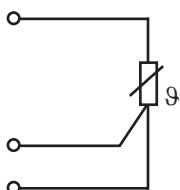
Leitungslänge: 50 m

Leitungsmaterial: E-Kupfer (E-CU)

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

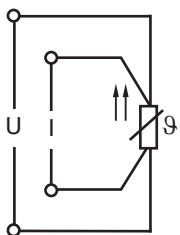
5,0 Ω entsprechen bei einem Pt 100 einer Temperaturänderung von 12,8°C. Um diesen Fehler zu vermeiden, kompensiert man den Leitungswiderstand auf elektrischem Wege. Die Elektronik des Gerätes ist dabei so ausgelegt, dass immer von einem Leitungswiderstand von 10 Ω ausgegangen wird. Beim Anschluss des Widerstandsthermometers wird ein Abgleichwiderstand in eine der Messleitungen geschaltet und der Sensor zunächst durch einen 100-Ω-Widerstand ersetzt. Nun wird der Abgleichwiderstand so lange verändert, bis am Gerät 0°C angezeigt wird. Der Abgleichwiderstand bildet dann zusammen mit dem Leitungswiderstand 10 Ω. Der Abgleichwiderstand ist meist drahtgewickelt, sodass der Abgleich durch Abwickeln des Widerstandsdrahtes erfolgt. Wegen dieser vergleichsweise aufwendigen Abgleichsarbeiten und des nicht erfassten Temperatureinflusses auf die Messleitung ist die 2-Leiterschaltung rückläufig.

■ Die 3 - Leiterschaltung



Um die Einflüsse der Leitungswiderstände und deren temperaturabhängige Schwankungen zu minimieren, wird statt der oben erläuterten Anschlusstechnik meist eine 3-Leiterschaltung verwendet. Hierbei wird eine zusätzliche Leitung zu einem Kontakt des Widerstandsthermometers geführt. Es bilden sich somit zwei Messkreise, von denen einer als Referenz genutzt wird. Durch die 3-Leiterschaltung lässt sich der Leitungswiderstand sowohl in seinem Betrag als auch in seiner Temperaturabhängigkeit kompensieren. Voraussetzungen sind allerdings bei allen drei Adern identische Eigenschaften und gleiche Temperaturen, denen sie ausgesetzt sind. Da dies in den meisten Fällen mit genügender Genauigkeit zutrifft, ist die 3-Leiterschaltung heute am verbreitetsten. Ein Leitungsabgleich ist nicht erforderlich.

■ Die 4 - Leiterschaltung



Eine optimale Anschlussmöglichkeit für Widerstandsthermometer bietet die 4-Leiterschaltung. Das Messergebnis wird weder von den Leitungswiderständen noch von ihren temperaturabhängigen Schwankungen beeinträchtigt. Ein Leitungsabgleich ist nicht erforderlich. Über die Zuleitung wird das Thermometer mit dem Messstrom gespeist. Der Spannungsabfall am Messwiderstand wird über die Messleitungen abgegriffen. Liegt der Eingangswiderstand der nachgeschalteten Elektronik um ein Vielfaches höher als der Leitungswiderstand, ist dieser zu vernachlässigen. Der so ermittelte Spannungsabfall ist dann unabhängig von den Eigenschaften der Zuleitungen. Sowohl bei der 3- als auch bei der 4-Leiterschaltung muss beachtet werden, dass nicht immer die Schaltung bis zum Messelement geführt ist. Häufig ist die Verbindung des Sensors zum Anschlusskopf in der Armatur, die sogenannte Innenleitung, in 2-Leiterschaltung ausgeführt. Dadurch ergeben sich - wenn auch in wesentlich geringerem Ausmaß - für diese Verbindung die bei der 2-Leiterschaltung geschilderten Probleme.