

## Funktion und Aufbau von Widerstandsthermometern

Platin hat sich als Widerstandsmaterial zur Herstellung von Pt100-Temperatursensoren, für die industrielle Temperaturmessung im Temperaturbereich von -200 bis +850° C weltweit durchgesetzt. Vorteile, wie chemische Resistenz, hohe Temperaturbeständigkeit, die präzise Darstellung und gute Reproduzierbarkeit seiner thermoelektrischen Eigenschaften, sowie die fast lineare Kennlinie haben dazu beigetragen.

Um einen universellen Austausch zu gewährleisten, sind in der Europannorm DIN EN 60 751 der elektrische Widerstand und die zuverlässige Abweichung in Abhängigkeit zur Temperatur, sowie der Temperaturkoeffizient für Pt100 -Temperatursensoren definiert.

Die DIN EN 60751 legt zwei Toleranzklassen, die Klasse „B“ und die Klasse „A“ fest. Zur Erfassung von Temperaturen in industriellen Prozessabläufen ist die Klasse „B“ mit einer Abweichung von  $\pm 0,3$  K bei 0° C vollkommen ausreichend.

**Daher sind alle im Katalog abgebildeten Widerstandsthermometer mit einem Pt100-Temperatursensor dieser Toleranzklasse aufgebaut.**

Der Nennwert des Pt-100-Temperatursensors beträgt bei 0° C=100 Ohm. Neben dem Pt100 sind seit der Entwicklung der Dünnschicht-Temperatursensoren auch Pt500 und Pt1000 im Einsatz. Hier werden die Widerstandswerte des Pt100 für den Pt500 mit dem Faktor 5 und für den Pt1000 mit dem Faktor 10 multipliziert. Die in K angegebenen Toleranzen bleiben gleich.

Um den Temperaturensensor vor äußeren Einflüssen wie Schmutz, Feuchtigkeit, usw. zu schützen wird er in ein Schutzrohr eingebaut. Dessen Material hängt vom Medium und der Einsatztemperatur ab. Eine gute thermische Anbindung des Sensors zum Schutzrohr wird durch den Einsatz von Wärmeleitpaste bis ca. 300° C oder durch erschütterungsfestes Einrütteln mit Aluminiumoxyd bis 800° C erreicht. Je nach Anwendung werden Ausführungen mit Anschlusskopf oder fest angeschlossener Anschlussleitung eingesetzt.

### Temperaturmesstechnik mit Widerstandsthermometern

Um den temperaturabhängigen Widerstandswert des Pt100-Temperatursensors erfassen zu können, wird der von einem konstanten Messstrom verursachte Spannungsabfall gemessen.

Hier gilt nach dem Ohmschen Gesetz:

$$U = R \times I$$

Um eine Erwärmung des Sensors durch den Messstrom zu minimieren, sollte dieser nicht mehr als 1mA betragen. Bei diesem Strom entsteht am Pt100 ein Spannungsabfall von 0,1 Volt. Diese Messspannung muss durch die Anschlussleitung möglichst unverfälscht zur Auswertung übertragen werden.

### Toleranzklassen nach DIN EN 60 751

Toleranzklasse	Temperaturbereich	Toleranz in K	Toleranz bei 0°C	Toleranz bei 100°C
Klasse A	-200 ...+ 600° C	$\pm(0,15K+0,0020 \times  t )$	$\pm 0,15K$	$\pm 0,35K$
Klasse B	-200 ...+ 850° C	$\pm(0,30K+0,0050 \times  t )$	$\pm 0,30K$	$\pm 0,80K$

Dazu stehen folgende Anschlusstechniken zur Verfügung:

#### Zweileitertechnik

Auswerteelektronik und Temperatursensor werden mit einer zweiadrigen Leitung verbunden. Wie jeder elektrische Leiter hat auch diese einen bestimmten Widerstand, der mit dem Sensor in Reihe geschaltet ist und zu einer erhöhten Temperaturanzeige führt. Beim Pt100 führen 0,385 Ohm zu einer Abweichung von 1K. An Geräten mit Zweileiteranschluss ist meist ein Leitungsabgleich durch Abwickeln eines eingeeichten Vorwiderstandes vorgesehen.

#### Dreileitertechnik

Bei Verwendung der Dreileitertechnik ist ein Leitungsabgleich nicht erforderlich. Hierbei wird ein dritter Leiter zu einem Anschlussdraht des Temperatursensors geführt und bildet so einen weiteren Messkreis, der den Widerstand der Zuleitung ohne Temperatursensor

darstellt. Dieser Widerstand wird durch eine Brückeneingangsschaltung vom Widerstandswert des Messkreises mit Sensor subtrahiert. Voraussetzung für das Funktionieren einer Dreileiterschaltung sind gleiche elektrische Eigenschaften der Zuleitungen.

#### Vierleitertechnik

Die Vierleitertechnik bietet eine von den Zuleitungen unabhängige Widerstandsmessung des Temperatursensors. Je zwei Leiter sind mit den Sensoranschlussdrähten verbunden. Es entstehen zwei getrennte Messkreise. Ein Messkreis wird zur Stromversorgung „I“, der zweite zur Messung des Spannungsabfalls „U“ genutzt.

Liegt der Eingangswiderstand der Auswerteelektronik um ein Vielfaches höher als der Leitungswiderstand, ist der ermittelte Spannungsabfall dann unabhängig von der Eigenschaften der Zuleitungen.

### **Zweidraht-Messumformer**

Der Zweidraht-Messumformer wandelt das Sensorsignal in ein normiertes, wesentlich störeres und temperaturlineares Stromsignal von 4...20 mA um. Der Anschluss erfolgt über eine zweiadrige Leitung, wobei diese als Stromversorgungs- und Messleitung dient. Um die unverstärkte Strecke zwischen Sensor und Messumformer so gering wie möglich zu halten, wird dieser vorzugsweise im Thermometeranschlusskopf eingebaut. Ein weiterer Vorteil ist, der mögliche Anschluss mehrerer Auswertegeräte wie z. B. Regler, Schreiber und Anzeigegeräte, die über einen 4...20 mA- Eingang verfügen, an einen Messumformer. Man spart so mehrere Messstellen oder Thermometer mit zwei oder drei Temperatursensoren.