

## Aufbau und Anwendung von Mantelthermoelementen und Thermoelement-Fühlern

Neben den bereits vorgestellten Kabelfühlern und Mantelwiderstandsthermometern gibt es noch weitere Möglichkeiten, die Temperatur in einer Anwendung zu messen. Diese Möglichkeiten beruhen allerdings auf einem anderen Messprinzip. Die Rede ist von Thermoelementen. Sie haben den großen Vorteil, dass sie in Umgebungen bis zu über 1.600 °C eingesetzt werden können.

Thermoelemente werden durch eine elektrisch leitende Verbindung zweier verschiedener Metalle (Legierungen) gebildet. Diese werden an der Messstelle miteinander verbunden. An der Verbindungsstelle entsteht eine temperaturabhängige Kontaktspannung. Die Spannung (Thermospannung) hängt von den beiden Legierungen und der Temperaturdifferenz zwischen der Verbindungsstelle (Messstelle) und den offenen Enden (Anschlussstelle) ab. Wichtig: Enden müssen mit identischen Legierungen (Thermoleitung) oder mit Legierungen, die die gleichen thermoelektrischen Eigenschaften (Ausgleichsleitung) haben wie die Thermoelementdrähte, weitergeführt werden, bis zu einer Vergleichsmessstelle bekannter Temperatur. Die unterschiedlichen Legierungen der Drähte werden durch Typen gekennzeichnet (siehe Tabelle).

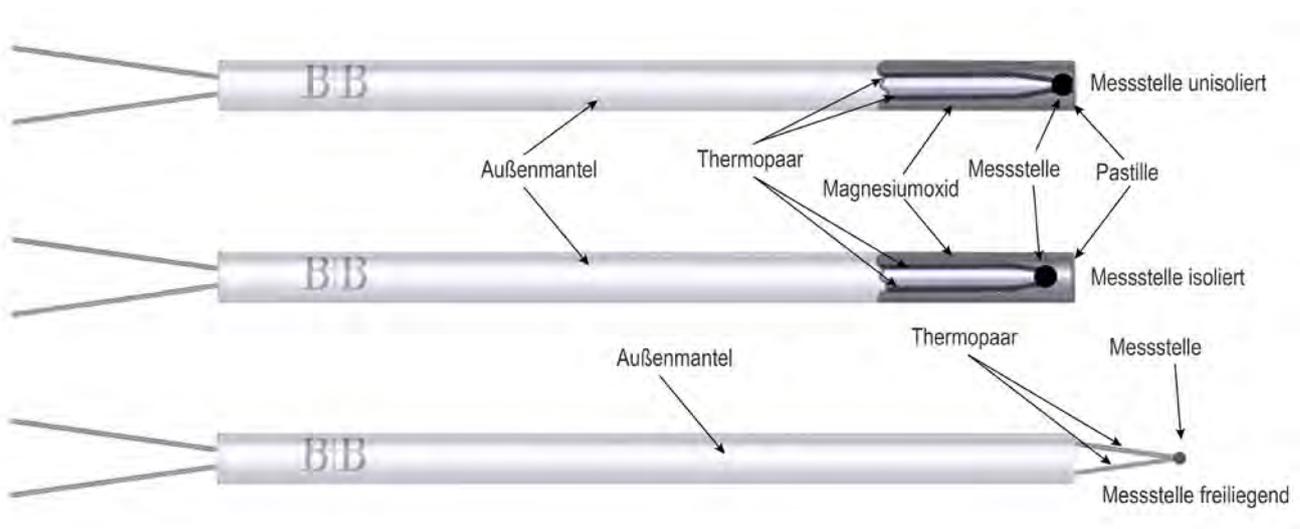
Legierung	Thermoelement-Typ	Farbe	Messbereich
NiCr-Ni	K	Grün	-200...+1200 °C
Fe-CuNi	J	Schwarz	-40...+750 °C
Pt10Rh-Pt	S	Orange	-40...+1600 °C
Cu-CuNi	T	Braun	-200...+350 °C
NiCrSi-NiSi	N	Rosa	-270...+1300 °C
Pt13Rh-Pt	R	Orange	-40...+1600 °C
NiCr-CuNi	E	Violett	-200...+900 °C
Fe-CuNi	L	Blau	-200...+800 °C

### Aufbau eines Mantelthermoelements

Das Mantelthermoelement besteht aus zwei Leitern, welche aus Thermoelementmaterial hergestellt sind. Diese sind umschlossen von Magnesiumoxid und einem Edelstahlmantel (z.B. Inconel 600). In der Messtechnikbranche wird dies als Mantelmessleitung bezeichnet. Diese wird auf die benötigte Länge gekürzt und die beiden Drähte miteinander verbunden (in nahezu allen industriellen Anwendungen werden diese miteinander verschweißt, um auch Vibrationen und Erschütterungen standzuhalten).

Anschließend wird der geöffnete Teil wieder mit Magnesiumoxid aufgefüllt und mit einer Pastille verschlossen. Durch das Magnesiumoxid sind die Mantelthermoelemente optimal fixiert und halten aufgrund ihres Aufbaus hohen Drücken und Temperaturen (je nach Thermoelement-Typ, siehe Tabelle) problemlos stand. Der robuste, erschütterungsfeste Aufbau sorgt für Langlebigkeit. Ebenso wie die Mantelwiderstandsthermometer lassen sich auch die Mantelthermoelemente biegen und somit an ihre Einsatzumgebung anpassen.

Ein Mantelthermoelement kann in drei verschiedenen Varianten aufgebaut werden. Für sehr schnelle Ansprechzeiten eignet sich eine offenliegende oder perforierte Messstelle. Bedarf es an einem druckfesten, korrosionsbeständigen Aufbau, der auch mechanischen Einflüssen standhält, ist ein unisolierter Aufbau von Vorteil. Eine weitere Variante besteht darin, Magnesiumoxid als Isolationsmaterial zwischen Messstelle und Hülsenwandung einzufüllen. Dann spricht man von einem isolierten Mantelthermoelement. Hierdurch wird das MTE vor elektrischen Einflüssen geschützt und ist somit isolationsfester. Allerdings wird durch die Isolierung auch die Ansprechzeit entsprechend verlängert. Um diesem entgegenzuwirken, werden in industriellen Anwendungen häufig isolierte Mantelthermoelemente mit geringem Durchmesser eingesetzt.



Natürlich bedarf es je nach Einsatzsituation auch unterschiedliche Anschlussvarianten. Das oben beschriebene Mantelthermoelement mit freien Enden kann auch erweitert werden um bspw. eine Silikonleitung oder einen Thermoelementsteckverbinder. Des Weiteren kann auch hier, wie bei einem Mantelwiderstandsfühler ein Gewinde oder anderweitige Befestigungsmöglichkeiten angebracht werden. Es besteht auch die Möglichkeit Temperaturfühler mit Anschlusskopf anhand des Thermoelement-Messprinzips aufzubauen. Ebenso gibt es neben den reinen Mantelthermoelementen auch die Möglichkeit einen Kabelfühler mit Thermoelementen auszustatten, den sog. TE-Fühler.

## Aufbau eines TE-Fühlers (Thermoelementfühler)

Ein TE-Fühler wird mittels Thermoelementleitung bzw. Litzen aufgebaut. Diese werden an der Messstelle miteinander verbunden, wodurch das gleiche Messprinzip erzielt wird, wie beim Mantelthermoelement. Der Fühler kann nach unzähligen Varianten aufgebaut werden. Die meistverbreiteten Varianten sind unter anderem der Luftfühler mit freiliegender oder perforierter Messspitze, der Oberflächenfühler in seinen unterschiedlichen Varianten, sowie der Rohranlegefühler. Ebenso besteht die Möglichkeit den TE-Fühler ähnlich einem Kabelfühler aufzubauen: TE-Leitung, Schutzhülse und eventuell Vergussmasse, sowie weitere Bauteile zur Erhöhung des Isolationswiderstandes oder der Ansprechzeit.



Unterscheiden tut sich der TE-Fühler vom Kabelfühler in dem angewendeten Messprinzip. Statt bspw. einem Platinsensor verwendet man beim TE-Fühler Thermoleitungen. Die zwei Leiter werden wie beim Mantelthermoelement an den Spitzen miteinander verbunden und anschließend in die Hülse eingeführt. Die Hülse kann, wenn gewünscht vergossen werden und mit Wärmeleitpaste gefüllt werden. Das angeschlossene Kabel muss kompatibel sein zum Messprinzip und daher aus Thermoelementmaterial bestehen. Alternativ kann eine Ausgleichsleitung angeschlossen werden, welche nicht die identischen Legierungen besitzt wie Thermoelementmaterial, dafür aber gleiche thermoelektrische Eigenschaften. Dadurch ist die Ausgleichsleitung deutlich kostengünstiger, allerdings auch ungenauer als die Thermoleitung.