

Temperaturkompensation von Drucksensoren: Der Schlüssel zur Genauigkeit



Bei der Wahl des richtigen Druckmessumformers ist das Wissen um die auftretenden Temperaturen von grösster Wichtigkeit. Denn ist die eingesetzte Messtechnik nicht entsprechend temperaturkompensiert, kommt es zu gravierenden Ungenauigkeiten und anderen Risiken.

Darum müssen Anwender schon vorab wissen, welche Temperaturen bei ihrem konkreten Anwendungsfall zu erwarten sind. Dabei geht es um zwei Werte: Die Mediumtemperatur und die Umgebungstemperatur. Beide Werte sind von Belang. Die Mediumtemperatur ist der Wert, mit der der Druckanschluss in Kontakt kommt. Die Umgebungstemperatur ist der Wert, der in der Umgebung der Anwendung auftritt und letztlich die elektrischen Anschlüsse betrifft. Beide Werte können sich stark voneinander unterscheiden und unterschiedliche Folgen haben.

Warum ist die Temperatur ein wichtiger Faktor?

Die in piezoresistiven Druckmessumformern eingesetzten Materialien weisen eine gewisse Temperaturabhängigkeit auf ([Hier lesen Sie mehr zum Thema Temperaturverhalten piezoresistiver Druckmessumformer](#)). Daher verändert sich das Messverhalten des Druckaufnehmers auch mit der Temperatur. In der Folge kommt es zu temperaturbedingten Nullpunktverschiebungen und Spanneffekten. Einfach ausgedrückt: Wird ein Druck von 10 bar bei 25 °C und ein zweites Mal bei 100 °C angefahren, erhält man unterschiedliche Messwerte. Für Anwender bedeutet dies beim Blick ins Datenblatt, dass hervorragende Genauigkeitswerte letztlich wenig nützen, wenn die Temperaturkompensation nicht ausreichend ist.

Abgesehen von der Vermeidung gravierender Messfehler, ist die mechanische Funktionalität des Messinstruments von der auftretenden Temperatur abhängig. Das betrifft in erster Linie Komponenten wie elektrische Anschlüsse und verwendete Kabel zur Messwertübertragung. Hier halten die wenigsten Standardmaterialien Temperaturen um oder gar über 100 °C aus. Die Kabel Dosen und Kabel können schmelzen oder in Brand geraten. Neben der Messgenauigkeit hat die Temperatur also auch Einfluss auf die Betriebssicherheit.

Glücklicherweise müssen Anwender nicht mit diesen Risiken leben, da sich die Druckmessumformer für unterschiedliche Temperaturverhältnisse optimieren lassen – einerseits durch Temperaturkompensation, andererseits durch zusätzliche Kühlelemente und besonders hitzebeständige Materialien.

Temperaturfehler lassen sich vermeiden

Hersteller von Druckmessumformern arbeiten mit Temperaturkompensation. Produkte von STS sind beispielsweise standardmässig für Betriebstemperaturen von -0 °C bis 70 °C optimiert. Je weiter sich die Anwendungstemperatur von diesen Angaben entfernt, desto grösser wird die Messungenauigkeit. Ein Messinstrument, das für einen Bereich von 0 °C bis 70 °C optimiert ist, aber bei Temperaturen um die 100 °C eingesetzt wird, erreicht die angegebenen Genauigkeitswerte nicht mehr. In diesem Fall muss ein Sensor eingesetzt werden, der für Temperaturen um die 100 °C kompensiert ist.

Es gibt zwei Arten der Temperaturkompensation:

- **Passive Kompensationen:** Temperaturabhängige Widerstände werden in die Wheatstonesche Messbrücke eingeschaltet
- **Aktive Kompensation (Polynomkompensation):** In einem Wärmeschrank werden bei steigenden Temperaturen verschiedene Drücke angefahren. Diese werden mit den Werten eines [Kalibriernormals](#) abgeglichen. Die daraus ermittelten Temperaturkoeffizienten werden in die Elektronik des Druckmessumformers eingegeben, damit dieser in der Praxis Temperaturfehler „aktiv“ kompensieren kann.

Die aktive Temperaturkompensation ist die zu bevorzugende Methode, da sie zu den genauesten Ergebnissen führt.

Die Temperaturkompensation hat allerdings auch ihre Grenzen. Wie bereits erwähnt, beeinflusst die Temperatur nicht nur die Präzision eines Druckmessumformers. Ab Temperaturen von 150 °C leiden auch die mechanischen Komponenten der Messzelle. Bei diesen Temperaturen können sich Kontaktierungen und Klebungen lösen, der Sensor wird beschädigt. Sind sehr hohe Mediumtemperaturen zu erwarten, braucht es zusätzliche Kühlelemente, um die Funktionalität des Sensors sicherzustellen.

Kühlelemente bei sehr hohen Mediumtemperaturen

Um den Druckmessumformer vor sehr hohen Temperaturen zu schützen, gibt es vier Varianten, die je nach Anwendung und Temperatur zum Einsatz kommen können.

Variante A: Mediumtemperaturen bis etwa 150 °C

Bei dieser Variante wird zwischen Messzelle und Verstärker ein Kühlrippenelement integriert. Hier geht es folglich darum, die Elektronik von der Anwendung abzusetzen, damit diese durch die hohen Temperaturen nicht beschädigt wird.

Variante B: Temperaturen über 150 °C

Ist das Medium ausserordentlich heiß, wird vor den Druckanschluss bereits ein Kühlelement geschraubt (zum Beispiel beidseitig verschraubbare Kühlrippen). Der Druckanschluss kommt somit nur mit dem abgekühlten Medium in Kontakt. Die vorgelagerten Kühlrippen haben dabei keinerlei Auswirkung auf die Genauigkeit des Sensors. Handelt es sich beim Medium um sehr heissen Dampf, wird ein Wassersackrohr oder Siphon als Kühlelement verwendet.

Variante C: Sehr hohe Temperaturen (bis 250 °C)

Ist die Mediumtemperatur sehr hoch, kann ein vorgesetztes Druckmittlersystem mit Kühlstrecke verwendet werden. Diese Variante ist allerdings recht gross und beeinflusst die Genauigkeit negativ.



Druckmessumformer mit vorgesetztem Druckmittler mit Kühlstrecke bis 250°C Medientemperatur

Variante D: Spezialfall Wärmeschrank oder Klimakammer

Sind Druckmessungen in einem Wärmeschrank mit Umgebungstemperaturen bis zu 150 °C nötig, kann die Elektronik des Druckmessumformers nicht ebenfalls diesen Temperaturen ausgesetzt werden, ohne beschädigt zu werden. In diesem Fall befindet sich lediglich die Messzelle (mit Druckanschluss und Edelstahl-Gehäuse) im Schrank. Über ein Hochtemperatur- FEP-Kabel ist diese mit der abgesetzten Elektronik (ebenfalls untergebracht in einem Edelstahl-Gehäuse) ausserhalb des Schranks verbunden.

Fazit: Beratung ist der Schlüssel

Die Präzision von piezoresistiven Druckmessumformern wird von den Temperaturverhältnissen beeinflusst. Die auf den Druckanschluss wirkenden Temperaturen können passiv oder aktiv kompensiert werden, damit der eingesetzte Drucksensor die Ansprüche hinsichtlich der Genauigkeit über den zu erwartenden Temperaturbereich erfüllt. Des Weiteren ist aber auch der Einfluss der Umgebungstemperatur auf die mechanischen Komponenten des Messinstruments zu beachten. Durch vorgeschaltete Kühlelemente und hitzebeständige Materialien ist auch dies in den Griff zu bekommen. Anwender sollten daher auf eine umfassende Beratung durch Hersteller setzen und darauf achten, dass sich die angebotenen Druckmessumformer auf ihre spezifischen Anwendungen hin optimieren lassen.