Verbesserung der Gesamtunsicherheit einer Kalibrierung mit einem Temperatur-Blockkalibrator (industrielle Anwendungen)

WIKA-Datenblatt IN 00.32

Für einige Kalibrierteams ist die im Datenblatt angegebene Unsicherheit eines Temperatur-Blockkalibrators nicht ausreichend. Die verfügbaren Lösungen zur Verbesserung dieser Werte werden in diesem Dokument erläutert.

Für die Ermittlung und die Beibehaltung der Genauigkeit jeglicher Thermometer ist die Kalibrierung von größter Wichtigkeit. Sie kann für die Rückführbarkeit auf nationale Normale und für die Erfüllung von Qualitätssicherungssystemen wie ISO 9000 herangezogen werden. Eine Vergleichskalibrierung wird durch das gemeinsame Einbringen von Thermometern und Referenzthermometern in eine stabil temperierte Umgebung erreicht.

Die Wahl des Kalibriergerätes richtet sich neben den Temperaturen auch nach der Art der im Prozess eingesetzten Thermometer. Bei Fühlern mit gleicher und bekannter Geometrie ist ein Temperatur-Blockkalibrator die ideale Lösung. In diesen Fällen lassen sich die Bohrungen der Einsatzhülse optimal anpassen (Mindesteintauchtiefe: 70 mm [2,75 in]) und die Messunsicherheiten reduzieren.

Für eine genaue Kalibrierung ist die thermische Ankopplung der Temperaturfühler an Block und Einsatzhülse entscheidend. Bei einem zu großen Bohrungsdurchmesser verschlechtert der Luftspalt zwischen Bohrungswand und Fühler den Wärmeübergang. Längere Ausregelzeiten und Messfehler sind die Folge. Ein Spielraum von maximal 0,5 mm [0,02 in] gilt als ein Kompromiss zwischen noch akzeptablem Messfehler und dem Risiko, dass sich der Fühler verklemmt.

Weil alle Temperatur-Blockkalibratoren unten geschlossen und oben offen sind, entsteht zwangsläufig ein axialer Temperaturgradient in Block und Einsatzhülse. Dies führt zu Messfehlern, wenn der Prüfling nicht auf dem Hülsenboden aufsitzt.

CTD9350 in der Anwendung mit einem externen Referenzthermometer

Da Gradienten über den ersten 40 mm [12,58 in] oberhalb des Bodens den größten Beitrag zur Messunsicherheit leisten, werden diese auch in Datenblättern angegeben. Liegt die Messstelle des Prüflings außerhalb dieser Zone, wird die Kalibrierung durch einen „axialen Inhomogenitätsfehler“ zusätzlich verfälscht.

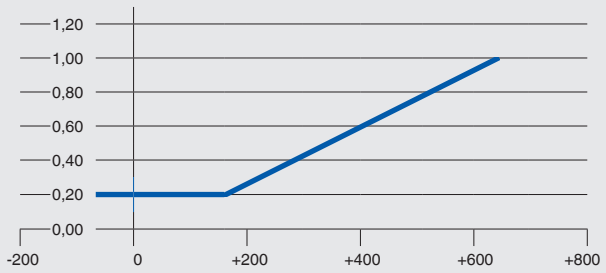
Wenn Prüflinge nicht bis auf den Hülsenboden eingeführt werden können, sollte ein externes Referenzthermometer verwendet werden. Dann können Referenz und Prüfling auf den gleichen Temperaturgradienten ausgerichtet werden. Der Inhomogenitätsfehler wird dadurch weitgehend kompensiert und die Messunsicherheit erheblich verringert.

Doch nicht nur dieses Problem kann den Kunden dazu bringen, eine externe Referenz zu verwenden. Das wichtigste Thema ist die Genauigkeit.

Die Abweichung der Temperatur-Blockkalibratoren von WIKA ist abhängig von dem verwendeten Typ und dem Temperaturbereich. Um dem Wert auf dem Display und der Genauigkeit vertrauen zu können, benötigt der Kalibrator ein rückführbares Zertifikat. Wenn im DAkkS-Temperaturlabor von WIKA ein neuer Kalibrator kalibriert und konfiguriert wird, kann WIKA die Abweichung auf NULL reduzieren und die Gesamtunsicherheit ist lediglich die Messunsicherheit des Labors.

Aufgrund unterschiedlicher Bestandteile des Messunsicherheitsbudgets ist die Messunsicherheit von akkreditierten Laboren beinahe gleich.

Gesamtunsicherheit von Blockkalibratoren



Wenn bei bestimmten Anwendungen die Messunsicherheit von > 0,2 K nicht ausreicht, kann WIKA eine Palette entsprechender Betriebsmittel anbieten: z. B. einen Temperatur-Blockkalibrator in Kombination mit einem Präzisionsthermometer und einem Temperaturfühler.

Die Präzisionsthermometer von WIKA bieten eine maximale Leistung und messen Widerstandsverhältnisse gegen einen internen Referenzwiderstand mit hoher Stabilität. Vergleichskalibrierungen von Platin-Widerstandsthermometern (PRTs) beinhalten üblicherweise eine Widerstandsmessung des unbekannten Thermometers, nachdem die Blocktemperatur mit einem Referenzthermometer ermittelt wurde. Beide Messungen werden gegen den gleichen internen Präzisions-Referenzwiderstand referenziert. Bei der „direkten Vergleichsmethode“ wird anstelle des Referenzwiderstandes das Referenzthermometer verwendet und das Verhältnis des unbekannten Fühlerwiderstands zum Widerstand des Referenzthermometers wird direkt gemessen.

Die Abweichung solcher Präzisionsthermometer wird in zwei Schritten definiert:
Abweichung des elektrischen Messgerätes selbst + Abweichung des Temperaturfühlers = Abweichung der Messkette

Somit muss die Unsicherheit des Labors zur Abweichung der Messkette addiert werden, um die Messunsicherheit zu berechnen, beispielweise:

Typ	Δ	$\Delta_{Fühler}$	U_{lab}	Gesamt U
CTH7000	0,015 K	0,01 K	0,01 K	0,035 K
CTR3000	0,005 K	0,01 K	0,01 K	0,025 K

Günstigster Fall: $\Delta_{Fühler} = 0$ K
Ungünstigster Fall: $\Delta_{Fühler} = U_{lab}$

Um eine bestmögliche Leistung der Präzisionsthermometer zu erreichen, müssen die Koeffizienten/Charakterisierungen des Temperaturfühlers berechnet und im verwendeten Messgerätekanal (oder bei der Verwendung von SMART-Fühlern im Fühlerstecker) gespeichert werden.

Präzisionsthermometer Typ CTR3000 mit Multiplexer Typ CTS3000

Für Temperaturen bis 500 °C [932 °F] empfiehlt WIKA die Verwendung einer externen Referenz in Kombination mit einem Temperatur-Blockkalibrator. Die Gründe hierfür sind wie folgt:

- Es können unterschiedliche Formen zu prüfender Geräte kalibriert werden.
- Die Genauigkeit kann auf bis zu 95 % verbessert werden.
- Flexible Verwendung für andere Anwendungen.
- Die Kalibrierung wird mit dem Referenzthermometer durchgeführt, der Temperatur-Blockkalibrator muss nicht kalibriert werden.

Temperatur-Blockkalibrator Typ CTD9100 mit Präzisionsthermometer Typ CTR3000

Ausblick

Um ein besseres Ergebnis für die Abweichung des Temperaturfühlers zu erhalten, empfehlen wir die Kalibrierung des Präzisionsthermometers mit der Fixpunktmethode. Die Erstarrungs-, Schmelz- und Tripelpunkte bestimmter reiner Materialien werden zur Definition der festen Referenztemperaturen, die in der ITS-90 (internationale Temperaturskala von 1990) verwendet werden, herangezogen. Dies verbessert die Messunsicherheiten von Laboren auf ca. 1 mK.

→ Informationen zu Fixpunktkalibrierung nach ITS-90 siehe Technischen Information IN 00.38 unter www.wika.de.