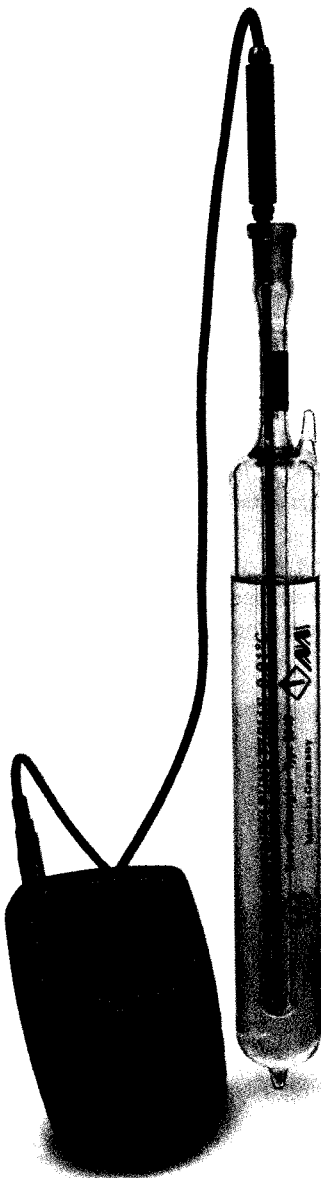


Temperatur auf das Millikelvin genau!

Hochpräzise kalibrieren mit der Wassertripelpunktzelle

Einer der Fixpunkte der Internationalen Temperaturskala liegt bei 273,16 Kelvin bzw. 0,01 °C. Dieser Punkt lässt sich am präzisesten mit einer Wassertripelpunktzelle darstellen. Dies wird beispielsweise für die Kalibrierung von Platin-Widerstandsthermometern benötigt. Dieser Artikel zeigt, wie die Zellen funktionieren und was beachtet werden muss.



Die Internationale Temperaturskala von 1990 (ITS-90) definiert Temperaturen in den Einheiten Kelvin und Grad Celsius und legt die Grundlage für die Vergleichbarkeit von Temperaturmessungen. Zu ihrer Definition dienen unter anderem der Absolute Nullpunkt mit 0 K (-273,15 °C) wie auch der Tripelpunkt von Wasser mit 273,16 K (0,01 °C). Der Tripelpunkt oder auch Dreiphasenpunkt beschreibt den Zustand, an dem drei Aggregatzustände eines Stoffes im thermodynamischen Gleichgewicht sind. Bei Wasser bedeutet dies, dass Wasserdampf, flüssiges Wasser und Eis gleichzeitig vorkommen, wobei sich die Mengenverhältnisse nicht ändern.

Wassertripelpunktzellen können diesen Punkt mit einer sehr hohen Präzision darstellen. Das in den Zellen verwendete Wasser ist gasfrei und hat die Isotopenzusammensetzung des Ozeanwassers. Der Messtechnikspezialist Ludwig Schneider ist laut eigenen Angaben der einzige Anbieter von Wassertripelpunktzellen „Made in Germany“. Um eine Langzeitstabilität von über 0,01 mK pro Jahr für seine Zellen zu gewährleisten, werden die Zellen mit höchstmöglicher Sorgfalt hergestellt.

Präparierung der Zellen

Die Zellen bestehen aus einem zylindrischen Borosilikatglaskörper, der zu etwa 90 Prozent mit Reinstwasser gefüllt ist. Der Raum oberhalb der Flüssigkeit darf ausschließlich Wasserdampf enthalten. Die Mittelachse bildet das Glasinnenrohr für die Aufnahme des zu kalibrierenden Thermometers oder Fühlers.

Eine Wassertripelpunktzelle kann auf verschiedene Art und Weise zur Kalibrierung präpariert werden. Eine Möglichkeit besteht darin, die Zelle in einem Kältebad sehr langsam auf ca. -6 °C herunterzukühlen, wobei das hochreine Wasser nicht gefriert. Durch einmaliges Erschüttern der unterkühlten Zelle gefriert das Wasser und bildet einen Eismantel. Leider führt diese Art zu einer spontanen und ungleichmäßigen Eiskristallbildung. Besser ist eine Präparation mit einem Kühlstab im Glasinnenrohr, wodurch der Eismantel gleichmäßig

von innen nach außen wächst. Eine Eisbrücke auf der Wasseroberfläche ist zu vermeiden!

Vor der Kalibrierung mit der Wassertripelpunktzelle muss die freie Beweglichkeit des Eismantels im Inneren hergestellt und geprüft werden, da Eisbrücken zu einer fehlerhaften Messung und Beschädigung der Zelle führen können. Das zu kalibrierende Thermometer wird in die Zelle eingebracht, wobei die Füllhöhe der Übertragungsflüssigkeit gleich der Eismanteloberkante ist. Wurde das Kalibrierinstrument vorgekühlt, beträgt die Temperaturangleichzeit circa 20 min; bei einem Instrument mit Raumtemperatur muss mit mindestens einer Stunde gerechnet werden. Wassertripelpunktzellen sind wartungsfrei und können bei sorgfältiger Lagerung und Handhabung über Jahrzehnte eingesetzt werden. Über Jahre kann sich ein minimaler Drift ergeben, der durch regelmäßige Rekalibrierungen zu ermitteln ist.

Alternativlose Präzision

Wassertripelpunktzellen sind die zuverlässigste Methode für die präzise Darstellung des Fixpunktes 273,16 Kelvin. Mit Hilfe der Zellen können Veränderungen an Kalibrierinstrumenten erkannt und erfasst werden. Haupteinsatzgebiete sind daher Labore, Institute und die Qualitätssicherungsabteilungen.

Hinsichtlich der Präzision sind die Zellen nahezu alternativlos. Vereinfacht kann auch ein Eis-Wassergemisch verwendet werden. Bei korrekter Aufbereitung lässt sich so eine Temperatur von 0,00 °C produzieren. Dabei haben aber die Wasser- und Eiszusammensetzung sowie der Luftdruck einen Einfluss auf die Temperatur. Die Herstellung dieses Eis-Wassergemischs ist nicht kompliziert, hat aber viele potentielle Fehlerquellen, die das Messergebnis verfälschen können. Daher eignet sich die Wassertripelpunktzelle besser für die präzise Darstellung der Temperatur 0,01 °C.

Wassertripelpunktzelle
Ludwig Schneider Messtechnik,
www.kalibrierlabor.org