

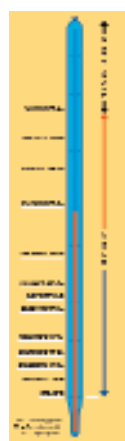
Temperaturmessung

Die Theorie der Temperaturmessung und Thermometerkalibrierung basiert auf der »ITS-90«. Die Internationale Temperaturskala von 1990 sowie neueren nachfolgenden Normen wie den DKD-Richtlinien.

Die Internationale Temperaturskala ITS-90 stützt sich auf 17 technisch gut reproduzierbare thermodynamische Phasengleichgewichtszustände hochreiner Substanzen. Diesen Gleichgewichtstemperaturen (definierte Fixpunkte) sind Temperaturwerte zugeordnet. Die ITS-90 definiert dabei einen Temperaturbereich zwischen 0,65 K und den höchsten Temperaturen, die mit Hilfe des Planckschen Strahlungsgesetzes messbar sind. Ein häufig verwendeter Fixpunkt ist der Tripelpunkt des Wassers, der das heterogene Gleichgewicht zwischen den drei Phasen Eis, flüssiges Wasser und Wasserdampf bei 273,16 K kennzeichnet.

Um eine Weitergabe der ITS-90 zu ermöglichen, werden im Temperaturbereich zwischen 13 K und 1.235 K Platin-Widerstandsthermometer besonderer Bauart verwendet, die nach den Vorschriften der ITS-90 angeschlossen sind. Die Unsicherheit der ITS-90 Darstellung wird dabei wesentlich durch die Messbeständigkeit der Interpolationsinstrumente und durch die Reproduzierbarkeit der Fixpunktrealisierung charakterisiert und beträgt für Platin-Widerstandsthermometer im o.g. Temperaturbereich typischerweise 1 mK bis 10 mK. In Deutschland hat die Physikalisch-Technische Bundesanstalt die Aufgabe, die jeweils gültige Temperaturskala in der jeweils gültigen Fassung bekannt zu geben, darzustellen und durch Kalibrierung von Temperaturmessgeräten weiterzugeben.

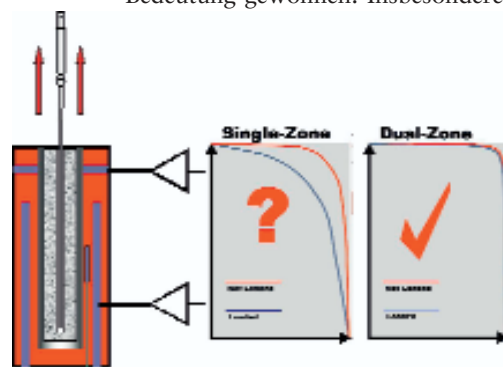
Die Einführung der DIN ISO 9000 ff. Ende der 80er Jahre hat



Schematische Darstellung des Referenzthermometers.

den Wunsch der Industrie nach rückführbarer Kalibrierung ihrer Messgeräte, Messeinrichtungen und Maßverkörperungen dramatisch anwachsen lassen. Wesentliche Aspekte wie Kosten und Nutzen einer Kalibrierung sollten darüber hinaus in einem angemessenen Verhältnis zueinander stehen. Die Wahl geeigneter Kalibrierverfahren ist hierbei von zentraler Bedeutung. Infolgedessen werden z.B. Platinwiderstandsthermometer für den industriellen Einsatz, deren Eigenschaften in der DIN EN 60751 festgelegt sind, gewöhnlich nicht an Fixpunkten, sondern durch eine Vergleichsmessung kalibriert.

Neben der klassischen Methode zur Durchführung einer Vergleichsmessung mit Widerstandsthermometern, welche die Verwendung von stationären Flüssigkeitsthermometerbädern sowie entsprechenden Referenzthermometern voraussetzen, hat auch der Gebrauch von mobilen, so genannten Temperatur-Blockkalibratoren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Insbesondere



Das Dual-Zone-Prinzip ermöglicht ohne Umwelteinflüsse eine stabile Temperaturgradientenkontrolle.



Zwei-Zonen-Temperatur-Blockkalibratoren des Typs JOFRA ATC

die Verbesserung der gerätespezifischen Eigenschaften, z.B. hinsichtlich Stabilität, Reproduzierbarkeit und axiale Temperaturhomogenität, haben in den letzten Jahren zu dieser Steigerung geführt.

Die Hersteller der Temperatur-Blockkalibratoren verfolgen verschiedene Konzepte zur Steigerung der o.g. Parameter.

Schon Temperatur-Blockkalibratoren, die über eine single-zone Technologie verfügen, bieten im Vergleich mit herkömmlichen Flüssigkeitsthermometerbädern dem Anwender in der Praxis neben der Mobilität entscheidende Vorteile wie z.B. höhere Temperaturbereiche und Arbeitsgeschwindigkeiten. Nachteile sind allerdings die mangelnde Temperaturgradientenkontrolle sowie hohe Sensitivität, d.h. Abhängigkeit der Ergebnisse von der Belastung bzw. Beladung mit Kalibriergegenständen. Darüber hinaus kann häufig beobachtet werden, dass Messergebnisse wesentlich von den Umgebungsbedingungen, z.B. der Qualität der Netzspannung, abhängen können. Diese Abhängigkeit gewinnt eine besonders hohe Bedeutung unter dem Aspekt der Mobilität bzw. Einsatz in veränderlichen Produktionsumgebungen. Beispielsweise können große Elektromotoren oder Heizelemente, welche periodisch ein- bzw. ausgeschaltet werden, auf die Netzspannungsversorgung rückwirken und unter anderem die Stabilität des Temperatur-Blockkalibrators beeinflussen.

Im Gegensatz zu der angeführten Technologie bietet die Firma AMETEK Precision Instruments Europe GmbH seit gut zwei Jahren einen Temperatur-Blockkalibrator an, der über einen Zweizonen-Heizblock verfügt. Jede Heizzone wird dabei unabhängig geregelt, so dass eine nahezu homogene, axiale Temperaturverteilung innerhalb des Einbauräumen gewährleistet werden kann. Die Isolierung eines Kalibriergegenstandes ist hierbei nicht mehr notwendig. Die Baureihe JOFRA™ ATC (Advanced Temperature Calibrators) stößt dabei mit seiner Genauigkeit und Stabilität in die Leistungsbereiche der klassischen Flüssigkeitsthermometerbäder vor.

Weiterhin kommt bei Kalibratoren dieser Baureihe die „MVI“ (Mains Power Variance Immunity, Netzschwankungsunempfindlichkeit) zur Anwendung, wodurch Stabilitätsprobleme durch die Erkennung

von Schwankungen der Netzspannung beseitigt werden. MVI überwacht dabei ständig die Eingangsspannung und sorgt dafür, dass ein konstanter Energiefluss zum Heizblock gewährleistet wird.

Zur Steigerung der Genauigkeit des ATC ist es möglich, ein Referenzthermometer anzuschließen. Dieses Referenzthermometer ermittelt während der Kalibrierung die genaue Temperatur im Temperatur-Blockkalibrator. Weitere Messgeräte sind hier also nicht erforderlich.

Bis Anfang 1998 waren die Verfahren sowie Art und Umfang einer rückführbaren Kalibrierung von Temperatur-Blockkalibratoren nicht einheitlich und differierten zwischen den entsprechenden Herstellern.

Diese für den Anwender unübersichtliche Situation wurde erst durch die Einführung der Richtlinie DKD-R 5-4 im März 1998 (Deutscher Kalibrierdienst) deutlich ver-

bessert. Die Richtlinie, welche im Februar 2001 durch eine neue Fassung ersetzt wurde, erhöht die Transparenz in Bezug auf Umfang und Leistung der durchzuführenden Kalibrierung.

Darüber hinaus existiert seit Februar 2000 auch eine Richtlinie der EA (European co-operation for Accreditation) die mit EA-10/13 „Guidelines on the Calibration of Temperature Block Calibrators“ die Randbedingungen für die Kalibrierung von Temperatur-Blockkalibratoren beschreibt und mit der Richtlinie DKD-R 5-4, Ausgabe März 1998 übereinstimmt. Vergleich: Singlezone/Dualzone - Technologie

KENNZIFFER 139
Ametek Precision
[www.ameetek](http://www.ameetek.com)