

Kalibrierung der Temperatursensoren von TL2 und SE1

Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Labor für Vakuumphysik – 7.34

5.09.2007

Gegenstand:	2 DMM zur Temperatúrauslese mit 4 (TL2) und 8 (SE1) Pt100 Sensor
Hersteller:	Prema
Typ:	5017 (TL2, SE1)
Seriennummer:	11202 (TL2) 11416 (SE1)
Prüfmittelnummer:	7.3-4027 (TL2) 7.3-4009 (SE1)
Datum der Kalibrierung:	05.09.2007 bis 06.09.2007

Die letzte Kalibrierung der Temperatursensoren von TL2 fand 6/06 statt, die der Sensoren an SE1 4/07.

Die Kalibrierung der Sensoren von SE1 wurde aufgrund eines Problems mit dem Prema und damit verbundener "Rücksetzung" der Temperaturkanäle vorzeitig nötig. Das Prema der TL2 Apparatur wurde Aufgrund eines Defekts zur Reparatur eingesandt; auch hier ist eine Rekalibrierung nötig.

Bei beiden Geräten ist eine Kalibrierfrist von 24 Monate vereinbart.

Ablauf

Die Kalibrierung fand vom 5. bis 6. September im klimatisierten Raum FOE024 (Standort von CE3 und SE1) statt.

Zusammen mit dem Messfühler des Temperaturnormals (Typ: FS250, SN:1249027214, letzte Kalibrierung: 03/06) waren die zu kalibrierenden Temperaturfühler in einen Aluminium-Block eingelassen und von einem Kunststoffgehäuse umgeben.

Am Temperaturnormal waren die bei der letzten Kalibrierung ermittelten Parameter eingegeben, so dass hier die "wahre" Temperatur angezeigt wurde. Der Kanal A des FS250 wurde mit Hilfe eines LabVIEW- Programms ausgelesen.

Die Auslesung der beiden Premas erfolgte ebenfalls mittels LabVIEW-Modul. In den Rohdaten auf dem Rechner e72324 unter /home/bock04/data/pt100-kalib-TL-SE_2007-09-05.dat ist die Anzeige des Temperaturnormals T^{PTB} (letzte Spalte), die Anzeige der TL2-Sensoren $T_{1,2,3,6}^{TL}$ (Spalten 1 bis 4) und die Anzeige des SE1 Premas T_{1-8}^{SE} (Spalten 5 bis 12) erfasst wobei sich die Indizes auf den jeweiligen Kanal (Ch) beziehen.

Die Messung begann nach einer Einlaufzeit von ca. 3 h. Über ca. 20 h wurden im Abstand von 50 s die oben genannten Werte erfasst. Der Temperaturbereich der Kalibrierung umfasst Werte zwischen 22,5 °C und 22,8 °C.

Auswertung

In Abbildung 1

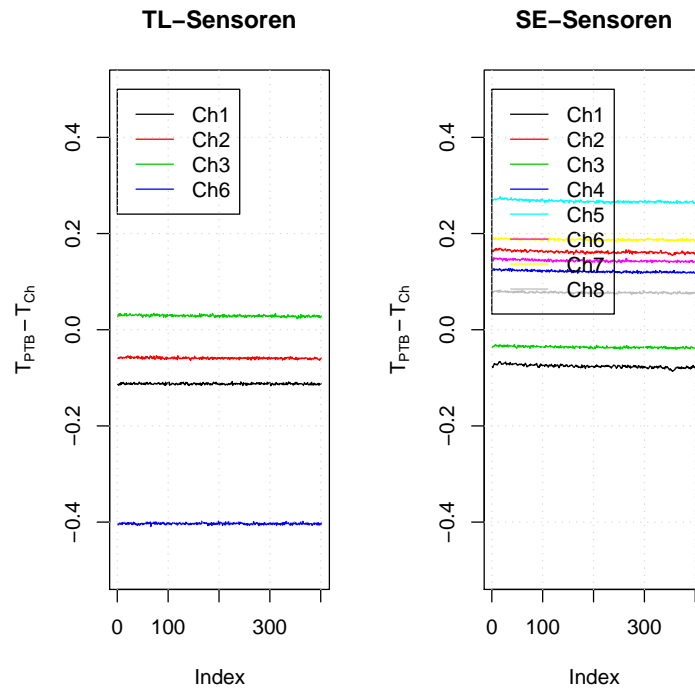


Abbildung 1: Übersicht der Differenzen $T_i^{PTB} - T_i^{TL,SE}$.

Zur Ermittlung der Korrekturen k_j mit $j = \{1 \dots \text{Anz. d. Sensoren}\}$ wurde der arith-

metische Mittelwert

$$k_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1 \dots N}^N \left(T_i^{PTB} - T_{j,i}^{TL,SE} \right) \quad (1)$$

gebildet, wobei N die Anzahl der Messwerte pro Sensor bezeichnet.

Tabelle 1 fasst die hier ermittelten Korrekturen und die bisherigen Korrekturen zusammen.

Tabelle 1: Korrekturen der Pt100-Sensoren

Kanal	Korrektur in K	bisherige Korrektur in K	Differenz zur vorherg. Kalibrierung	
Ch1	−0.112	0.000	−0.112	TL2
Ch2	−0.059	−0.090	0.031	
Ch3	0.029	−0.180	0.209	
Ch6	−0.403	−0.400	−0.003	
Ch1	−0.076	0.130	−0.206	SE1
Ch2	0.162	−0.058	0.220	
Ch3	−0.036	−0.254	0.218	
Ch4	0.121	−0.081	0.202	
Ch5	0.267	0.056	0.211	
Ch6	0.144	−0.090	0.234	
Ch7	0.188	0.007	0.181	
Ch8	0.077	−0.147	0.224	

Die Korrekturen aus Tabelle 1 werden vom Benutzer in die jeweilige Konfigurationsdatei eingetragen.

Unsicherheit der Kalibrierung

Folgende Unsicherheiten sind beim vorliegenden Kalibrierverfahren zu berücksichtigen:

- u_1 Unsicherheit des Temperaturnormals $u_1 = 0,005 \text{ K}$ (nach KS 40PTB06)
- u_2 Digitalisierung $u_2 = 2,9 \times 10^{-4} \text{ K}$
- u_3 Unsicherheit durch Temperaturgradienten über dem Al-Block; abgeschätzt aus den oben beschriebenen Messungen unter der Annahme, dass statische (zeitlich unveränderte) Gradienten vernachlässigbar sind: $\max(k_j) - \min(k_j) \leq 0,009 \text{ K}$ (Rechteck); $u_3 = 0,005 \text{ K}$
- u_4 Temperaturabhängigkeit der Korrektur wird als in u_3 enthalten angesehen: $u_4 = 0$

u_5 Langzeitstabilität; Aus der Historie der Kalibrierung für SE1 und TL2 lässt sich eine Langzeitstabilität von 0,04 K pro 2 Jahre abschätzen, so dass $u_5 = 0,02$ K pro Jahr gesetzt wird.

u_6 experimentelle Streuung abgeschätzt aus obiger Messung mit $u_6 = 0,003$ K

Die Gesamtunsicherheit der Kalibrierung ergibt sich durch quadratische Addition der Einzelbeiträge:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2 + u_6^2} = 0,021 \text{ K} \quad (2)$$

Alle Beiträge wurden konservativ abgeschätzt, so dass ein $U(k = 2) = 0,042$ K sowohl für SE1 als auch für TL2 benutzt werden kann.

Thomas Bock
Labor für Vakuumphysik
AG: 7.34