

QS 3/17

Kalibrierung der Temperatursensoren von SE2

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Labor für Vakuummetrologie – AG 7.54

06.03.2017

Gegenstand:	14 Pt100 Sensoren Temperatúrauslesegerät
Hersteller:	LKM/ Keithley
Typ:	Pt100/DMM 2700
Seriennummer:	1040274
Prüfmittelnummer:	7.5-4015
Datum der Kalibrierungen:	20.02.2017

QS 3/17 beschreibt die Rekalibrierung der Temperatursensoren des Primärnormals SE2 nach Ablauf der regulären Kalibrierfrist. Als Prüfnormale wurde das 2016 beschaffte MKT50 (PN 7.5-4039, KS: 74123PTB16) benutzt. Es wurde 5/2016 mit Hilfe der Fixpunkte von H₂O und GaAs kalibriert.

Ablauf

Die Messreihen wurden im klimatisierten Raum FOE024 aufgenommen.

Zusammen mit dem Messfühler des Temperaturnormals waren die zu kalibrierenden Temperaturfühler in einen Cu-Zylinder (s. Abbildung 1) eingelassen und von einem Kunststoffgehäuse umgeben.

Der Kanal 1 des MKT50 wurde mit Hilfe, eines auf `ssmp`¹ basierenden Messprogramms ausgelesen. Die Erfassung der Anzeige der Keithley Kanäle erfolgte ebenfalls mit diesem System.

Die Rohdaten sind über die Labordatenbank im Dokument `cal-2015-mkt50-ik-4015_0001` unter `Calibration.Measurement` zugänglich. Die Anzeigen der Kanäle 101, 102,... 110,201,... 204 (nachfolgend abgekürzt mit $T_{1,2,...10}$ bzw. T_i) tragen dort das Prefix `keithley_ch`. Ein Messpunkt im Kalibrierdokument stellt den Mittelwert aus 5 Einzelmessungen dar. `mkt50` gibt den vom Temperaturnormal angezeigten Wert (referenziert als T_{PTB}) wieder.

¹a75436.berlin.ptb.de/vaculab/ssmp

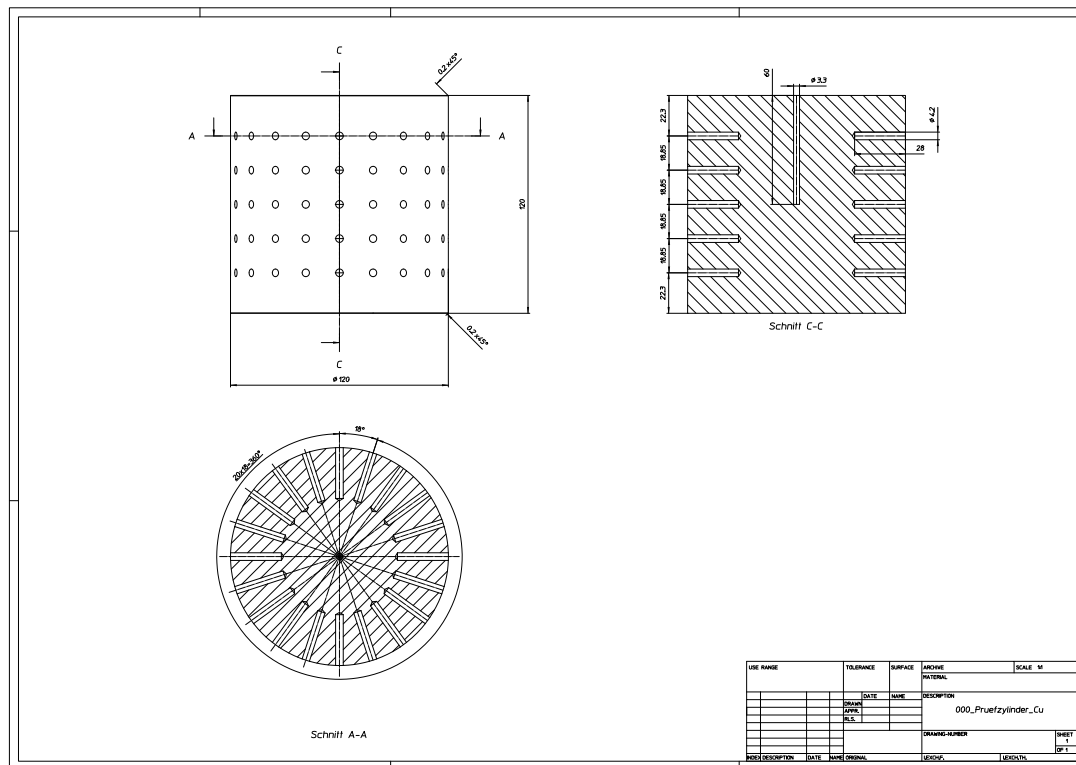


Abb. 1: Cu-Zylinder

Auswertung

Zur Auswertung bzw. zur Ermittlung der Sensorkorrekturen k_i wird der arithmetische Mittelwert der Differenzen $T_{PTB} - T_i$ gebildet. k_i muss zur Korrektur eines Anzeigewertes addiert werden:

$$T_{korrr,i} = T_i + k_i \rightarrow T_i + \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (T_{PTB} - T_i)_j \rightarrow T_{PTB} \quad (1)$$

In nachfolgender Rechnung wird die Messreihe vom 20.02.2017 ausgewertet und die Ergebnisse in den Calibration.Result-Abschnitt des Dokuments geschrieben.

```
library(R4CouchDB)
```

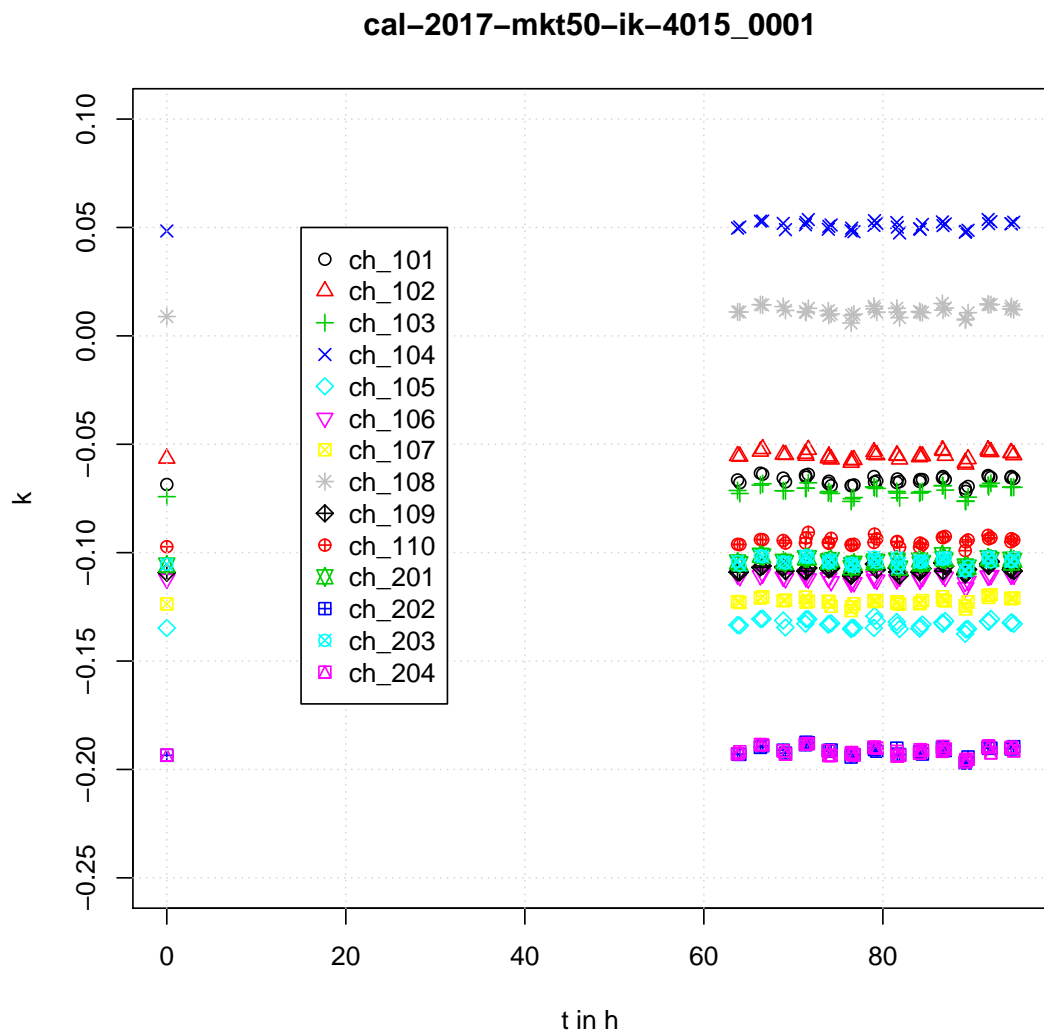
```
## Loading required package: bitops
## Loading required package: RCurl
## Loading required package: RJSONIO
```

```
library(vacLabTools)
cdb <- cdbIni()
```

```

cdb$DBName <- "v1_db"
cdb$id     <- "cal-2017-mkt50-ik-4015_0001"
doc       <- cdbGetDoc(cdb)$res
source("ausw.r")

```



```

if(!FALSE){
  cdb$dataList <- doc
  cdbUpdateDoc(cdb)$res
}

## $ok
## [1] TRUE

```

```
##
## $id
## [1] "cal-2017-mkt50-ik-4015_0001"
##
## $rev
## [1] "259-6cbe424fdb275736be6ec9112a1f72d1"
```

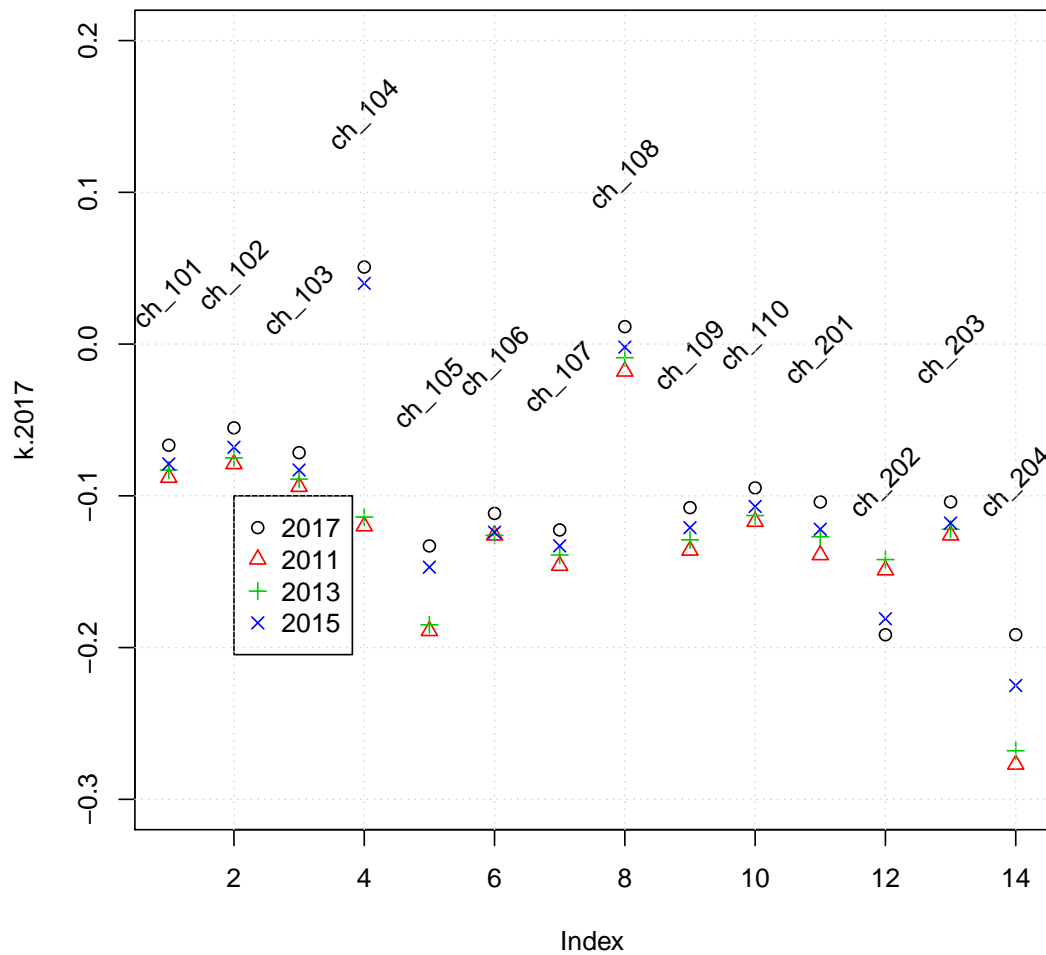
Unsicherheit der Kalibrierung

Folgende Unsicherheiten sind beim vorliegenden Kalibrierverfahren zu berücksichtigen:

```
# Unsicherheit des Temperaturnormals (KS-Angabe ist 5mK)
# hizu kommt Langzeitstabilität Abschätzung: 2.5mK/a
u1 <- 0.0025 + 0.0025 # K
# Digitalisierung
u2 <- 2.9e-5 # K
# Unsicherheit durch Temperaturgradienten über dem Cu-Zylinder
# abgeschätzt aus dem Mittelwert der Variation der
u3 <- mean(corr.max - corr.min) # K
u3

## [1] 0.00771857142857

# Temperaturabhängigkeit der Korrektur (vernachlässigbar)
# bzw in u3 enthalten
u4 <- 0 # K
# Langzeitstabilität auf
# Grundlage von vergangenen Messungen
k.2017 <- corr.mean
source("k.2011.r")
source("k.2013.r")
source("k.2015.r")
plot( k.2017, col=1, pch=1, ylim=c(-0.3, 0.2))
points( k.2011, col=2, pch=2)
points( k.2013, col=3, pch=3)
points( k.2015, col=4, pch=4)
legend(2,-0.1,c("2017","2011","2013","2015"), col=1:4, pch=1:4)
text(1:ch.N, k.2017 + 0.1, ch.axes, srt=45)
grid()
```



```
# Abschätzung: mittlere Standardabw. der Diff. der vergang. Jahre
m.sd <- apply(cbind(k.2011,k.2013,k.2015, k.2017),1,sd)
u5 <- mean(m.sd)
# abline(h=c(-u5/2,u5/2), lty=2)
# experimentelle Streuung wird abgesch. zu
u6 <- 0.02 # K
u6

## [1] 0.02
```

Die Gesamtunsicherheit der Kalibrierung der Sensoren ergibt sich durch quadratische

Addition der Einzelbeiträge:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2 + u_6^2} \quad (2)$$

Man erhält eine erweiterte Gesamtunsicherheit von:

```
k <- 2
round(k * sqrt(u1^2 + u2^2 + u3^2 + u4^2 + u5^2 + u6^2), digit=2)
## [1] 0.06
```

Einarbeitung

Die Korrekturfaktoren k_i der einzelnen Sensoren sind im Results-Abschnittes des genannten Kalibrierdokuments gespeichert. Damit diese im SE2-Messprogramm wirksam werden, muss die entsprechende Konfigurationsdatei angepasst werden. Dies wurde am/von
Datum:_____

Bearbeiter:_____

erledigt.

Rekalibrierung

Das Messsystem sollte nach 24 Monaten rekaliert werden.

Thomas Bock
Labor für Vakuummetrologie
AG: 7.54