

Calibration Report

Invar rod (type, No.):

LD13 68874 Spur 2 - 4

No. of graduations measured:

5 - 270

Contract:



Date :

23.02.2022

Determination of the coefficient of expansion

Vertical calibration position

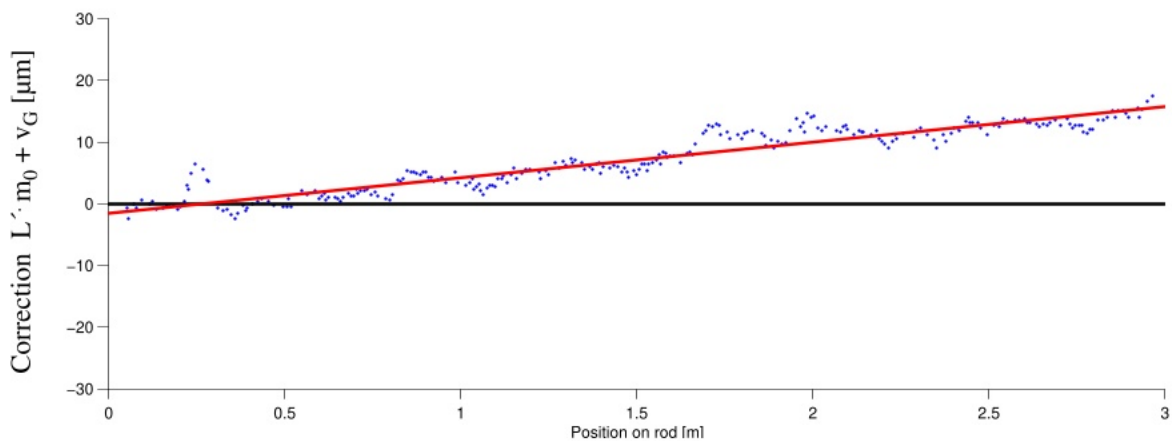
Measurement cycle: 20 → 5 → 30 → 10 → 20 [°C]

Coefficient of expansion:

$\alpha_T = \pm \text{ppm}/^\circ\text{C}$

Determination of the scale factor

Vertical calibration position



Scale factor:

$m_0 = 5.74 \pm 1.15 \text{ ppm at } T_0 = 20.0 \text{ }^\circ\text{C}$

Length adjustment from the vertical calibration (position of use)

$$L = l^0 + L'[1 + (m_0 + \alpha_T(T - T_0)) \cdot 10^{-6}] + v_G$$

$l^0 = -0.021 \pm 0.006 \text{ mm}$

$v_G = -0.001 \text{ mm}$

$$l^0 = l_K^0 + v_K$$

$l_K^0 = -0.027 \pm 0.006 \text{ mm}$

$v_K = +0.006 \text{ mm}$

L' [m] = observed rod length v_G [m] = graduation correction

T [°C] = temperature

l^0 [m] = index correction (l_K^0 [m] = index correction of reference bar, v_K [m] = reference bar correction)

Technical specialist:

Neubrandenburg, 23.02.2022

Laboratory director:

Institute director:

**Labor für Instrumentenkunde und Kalibrierung, Hochschule Neubrandenburg
Brodaer Straße 2, 17033 Neubrandenburg, Tel.: 0395 / 5693 - 8102, mfp-institut@hs-nb.de**

Calibration Report

Number of Invar rod : 68874 Spur 2 - 4

Date : 23.02.2022

Type of rod : LD13

Contract : XXXXXXXXXX

Positions of graduations measured : 5 - 270 (counting bar number from bottom)

Determination of the Scale Factor

Measurement Direction up

Mean temp.: 20.0 °C Mean press.: 1013.4 hPa

Scale factor : 5.49 ppm \pm 1.15 ppm

Average deviation of measurements : 1.84 μ m

Measurement Direction down

Mean temp.: 20.0 °C Mean press.: 1013.4 hPa

Scale factor : 5.97 ppm \pm 1.15 ppm

Average deviation of measurements : 1.55 μ m

Both directions averaged

Mean temp.: 20.0 °C Mean press.: 1013.4 hPa

Scale factor : 5.74 ppm \pm 1.15 ppm

Average deviation of measurements : 1.67 μ m

The scale factor is calculated using the middle 16 mm of the visible bar code. If the visible width is smaller than that amount, the whole visible width is used.

Determination of the Index Correction

Measurement Direction up

Correction : -0.027 mm \pm 0.008 mm

Measurement Direction down

Correction : -0.027 mm \pm 0.008 mm

Both directions averaged

Correction : -0.027 mm \pm 0.006 mm

Reference bar correction

Correction : 0.006 mm

The index correction is based on the lower edge of graduation bar No.70.000 [mm] . Therefore this edge must theoretically have no scale factor correction. Because the scale factor is calculated using the graduation bar centers, a small correction for that reference bar will appear if its gauge is not exact.

Variation of the Single Traces

Single Trace 1 : ----- ppm

Single Trace 2 : 4.72 ppm

Single Trace 3 : 6.66 ppm

Maximum variation 1.94 ppm

Single Trace 4 : 5.18 ppm

Single Trace 5 : ----- ppm

Calibration Report

Number of Invar rod : 68874 Spur 2 - 4

Date : 23.02.2022

Type of rod : LD13

Contract : XXXXXXXXXX

Positions of graduations measured : 5 - 270 (counting bar number from bottom)

Correction of Graduations

Correction of graduation bar centers is shown in [μm]

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0						-1.1	-2.8	-0.4	-1.2	0.1
10	-0.7	-0.2	-1.6	-1.6	-1.2	-1.6	-1.3	-2.1	-1.7	-0.8
20	1.7	1.1	3.5	5.0	3.9	2.1	1.9	-2.4	-3.1	-2.9
30	-3.8	-4.5	-3.6	-2.4	-3.3	-3.0	-2.4	-2.1	-1.8	-2.2
40	-2.9	-3.2	-3.5	-2.1	-3.6	-1.1	-1.8	-1.2	-2.5	-2.2
50	-1.8	-3.0	-2.5	-2.6	-2.9	-3.5	-2.9	-2.1	-2.8	-2.8
60	-1.7	-2.4	-1.9	-2.1	-1.8	-2.8	-2.4	-3.1	-3.7	-3.9
70	-3.1	-0.9	-1.2	-0.7	0.4	0.2	0.1	-0.0	-0.4	-0.0
80	-0.0	-1.0	-1.0	-1.7	-1.6	-1.1	-2.2	-0.6	-2.4	-2.9
90	-2.5	-1.9	-3.5	-3.2	-2.9	-3.9	-4.7	-3.7	-3.3	-3.2
100	-3.5	-2.4	-2.3	-2.0	-3.2	-2.0	-0.9	-2.6	-1.8	-1.2
110	-1.4	-1.8	-3.1	-1.7	-2.5	-0.7	-1.5	-0.6	-1.2	-0.1
120	-1.0	-0.5	-0.9	-2.3	-1.8	-2.4	-1.5	-1.4	-3.2	-2.2
130	-2.5	-1.9	-2.3	-3.2	-2.6	-3.3	-4.2	-3.2	-3.8	-3.0
140	-2.3	-2.3	-3.3	-2.4	-2.2	-1.9	-1.1	-2.6	-0.8	-0.8
150	-1.5	-1.5	-1.5	-2.7	-1.2	-1.0	-1.6	0.1	1.7	2.0
160	2.9	2.6	2.9	2.8	1.2	1.6	0.3	1.0	0.3	1.1
170	1.1	1.3	0.7	0.2	-1.3	-0.4	-1.9	-0.7	-1.4	-1.2
180	0.8	2.5	1.2	1.8	0.3	3.2	2.5	2.7	0.6	0.2
190	0.8	0.1	-0.4	0.5	0.7	0.0	-0.9	-0.4	-0.7	-0.7
200	-1.1	-0.6	-2.1	-2.5	-3.0	-3.7	-2.7	-1.5	-2.3	-1.5
210	-2.3	-1.3	-1.0	-2.1	-3.2	-4.4	-2.5	-3.4	-2.3	-1.5
220	-1.5	-2.0	-0.7	-0.1	-0.9	-1.0	-1.0	-2.0	-3.1	-1.6
230	-1.6	-1.9	-1.4	-0.9	-1.3	-1.2	-1.4	-1.1	-2.0	-2.0
240	-2.2	-2.7	-2.2	-2.5	-2.1	-1.8	-2.8	-1.9	-2.7	-3.5
250	-3.0	-3.0	-3.2	-4.3	-4.4	-4.0	-3.9	-2.6	-2.6	-2.3
260	-1.2	-2.3	-1.5	-1.5	-1.9	-2.6	-1.2	-2.8	-1.5	-0.3
270	0.4									

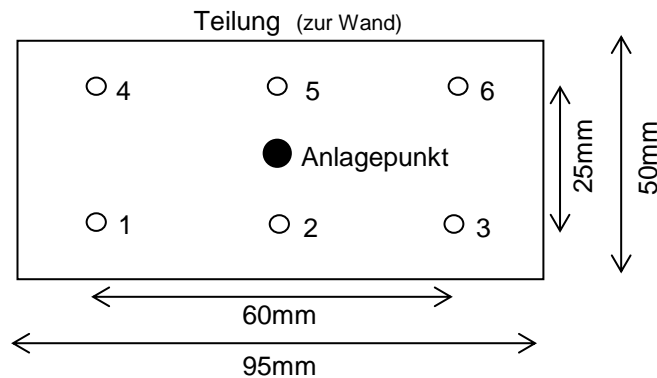


Lattenfußprüfung nach DIN ISO 12858-1

Latte : Trimble LD13 - 68874	Datum : 23.02.2022	Prüf - Nr : NL 046 / 22
Bauart : Nedo-Invar-Codelatte	Prüfer : M.Eng.Martin Kiskemper	
Fußgröße : 95 x 50 mm		Seite : 1 / 2

Nach DIN ISO 12858-1 ist neben der Bestimmung des mittleren Lattenmeters und des Lattennullpunktfehlers auch die Ebenheit und die Rechtwinkligkeit des Lattenfußes zu prüfen.

Die zulässige Abweichung der Rechtwinkligkeit des Lattenfußes zur Lattenachse beträgt $\pm 5'$. Die Überprüfung erfolgt auf einem Horizontalkomparator, in den die Latte in zwei Lagen eingespannt wird. Der Lattenfuß wird mit 6 Messuhren (Genauigkeit $s \leq 1\mu\text{m}$) angetastet. Die Anordnung der Messuhren in Lage I ist in folgender Skizze dargestellt:



Die Berechnung der Neigungen in Längs- und Querrichtung zur Nivellementsrichtung ergab:

Längsfehler (in Nivellementsrichtung) : $-0,010 \text{ mm} / 25\text{mm}$ bzw. $-1,4'$.

Querfehler (quer zur Nivellementsrichtung) : $0,000 \text{ mm} / 60\text{mm}$ bzw. $0,0'$.

Die Messdaten und Berechnungen sind auf Seite 2 dargestellt.

Die festgestellten Neigungen des Lattenfußes liegen innerhalb der Toleranz der DIN ISO 12858-1.

Die geforderte Ebenheit der Aufsetzfläche nach DIN ISO 12858-1 beträgt $0,02 \text{ mm}$.

Die punktuellen Abweichungen an den oben definierten Stellen gemessen zur ausgeglichenen Ebene beträgt max. $0,002 \text{ mm}$.

Damit liegen die festgestellten Abweichungen innerhalb der Spezifikationen der DIN ISO 12858-1.

Die visuelle, vollständige Kontrolle der Ebenheit der Aufsetzfläche wurde mit Hilfe eines Haarlineals durchgeführt.

Die visuelle Beurteilung lieferte folgendes Ergebnis:

Der Lattenfuß ist eben und weist keine Beschädigungen auf.

Die Dosenlibellen wurden auf einer vertikalen Prüfeinrichtung kontrolliert und justiert.



Lattenfußprüfung nach DIN ISO 12858-1

Latte : Trimble LD13 - 68874	Datum : 23.02.2022	Prüf - Nr : NL 046 / 22
Bauart : Nedo-Invar-Codelatte	Prüfer : M.Eng.Martin Kiskemper	
Fußgröße : 95 x 50 mm		Seite : 2 / 2

Überprüfung der Rechtwinkligkeit der Aufsetzfläche zur Lattenachse

	Lage I Teilung zur Wand	Lage II Teilung zum Raum	L	Q	Mittel = (I+II) / 2	M-I
			I-II	I-II		
Messuhr 1	23,281	23,281	0,001	0,001	23,281	0,000
Messuhr 2	23,626	23,641	-0,014		23,633	0,007
				II-I		
Messuhr 3	23,477	23,506	-0,029	0,029	23,491	0,014
			II-I	II-I		
Messuhr 4	23,638	23,618	-0,020	-0,020	23,628	-0,010
Messuhr 5	23,511	23,504	-0,006		23,508	-0,003
				I-II		
Messuhr 6	23,682	23,691	0,009	-0,009	23,687	0,004
Σ			-0,060	0,001		0,002

Längsfehler :

$$L = \frac{\sum L}{6} = -0,010 \left[\frac{mm}{25mm} \right]$$

Querfehler :

$$Q = \frac{\sum Q}{4} = 0,000 \left[\frac{mm}{60mm} \right]$$

$$\alpha = \arctan\left(\frac{L}{25mm}\right) = \underline{-1,4} \text{ '}$$

$$\beta = \arctan\left(\frac{Q}{60mm}\right) = \underline{0,0} \text{ '}$$

Die zulässige Abweichung der Rechtwinkligkeit zwischen Lattenfuß und Lattenteilung beträgt nach DIN ISO 12858-1 $\pm 5'$.

Überprüfung der Ebenheit der Aufsetzfläche mittels Haarlineal

Beurteilung : Der Lattenfuß ist eben und weist keine Beschädigungen auf.