

L.IV Kalibrieren von Messschiebern

Die Kalibrierung eines Messschiebers erfolgt gemäß DKD-R 4-3, Blatt 9.1. Im Vorbereitungsraum wird der Messschieber mittels Waschbenzin im geschlossenen Abzug gereinigt. Leichte Beschädigungen und Grate an Messflächen und Führungen werden mit einem Ölstein (fein) und Korrosion mittels Entrosterpaste beseitigt. Anschließend kommt der Messschieber in den Feinmessraum zum Temperieren und nachfolgenden Kalibrieren.

L.IV.1 Kalibrierverfahren

Die Kennwertermittlung wird mit Parallelendmaßen und Einstellringen durchgeführt. Die Abweichung der Anzeige wird durch Außen-, Tiefen- Höhen- und Stufenmessung mit Endmaßen an mehreren Stellen über den Messbereich verteilt ermittelt. Bei der Außenmessung wird, beginnend am Anfangswert des Messschiebers, die Messung durch Einlegen von Parallelendmaße/Parallelendmaßkombinationen in verschiedenen Abständen zur Maßverkörperung des Messschiebers (unten, mitte, oben) aufgenommen. Die Messflächen des Messschiebers für die Außenmessung müssen parallel sein, bei Anschlag der Messschenkel darf kein Lichtspalt sichtbar sein.



Bild L.IV.1 Kalibrierung eines Messschiebers

Die Messabweichung der Anzeige bei Tiefenmessung und Stufenmessung wird aus dem Mittelwert von 3 Messungen an zwei Messposition unter Verwendung von Parallelendmaße/Parallelendmaßkombinationen, auf ebener Auflagefläche ermittelt. Die Nullstellung der Tiefenmessstange (falls vorhanden) wird in Anschlagstellung geprüft. Die Messabweichung der Anzeige bei der Innenmessung wird unter Verwendung von Einstellringen durch jeweils 3 Messungen an einer Messposition und dem daraus resultierenden Mittelwert bestimmt.

Für zwei weitere Positionen, über den Messbereich verteilt wird an zwei Punkten (innen und außen) die Messabweichung bestimmt. Bei Messschiebern mit Messspannen über 300 mm wird die Messabweichung an 5 Positionen über den Messbereich verteilt vorgenommen.

Ausgabe:	erstellt	geprüft/ genehmigt	Kapitel	Seite
DMS.10	von: PF am: DMS08.08.2018	von: s. DMS am: s. DMS	Qualitätsmanagementhandbuch - L.IV Kalibrieren von Messschiebern	1

Die Ermittlung der Messabweichung bei Innenmessungen wird durch Messungen an einer Position des Messbereiches unter Verwendung eines Einstellringes mit einem Durchmesser ≥ 25 mm vorzunehmen. Bei Messschiebern mit schneiden förmigen Innenmessflächen wird zusätzlich ein zweiter Einstellring (Nenndurchmesser 4,00 mm) zu verwendet.

Die Kalibrierung erfolgt durch Einlegen von Parallelendmaße/Parallelendmaßkombinationen wie folgt:

MS bis 150 mm					
0 mm	41,3mm	131,4 mm			
MS bis 200 mm					
0 mm	41,3mm	131,4 mm	191,4 mm		
MS bis 300 mm					
0 mm	41,3 mm	131,4 mm	291,4 mm		
MS bis 400 mm					
0 mm	41,3 mm	131,4 mm	291,4 mm	381,4mm	
MS bis 500 mm					
0 mm	41,3 mm	131,4 mm	291,4 mm	381,4mm	461,4 mm

Messpunkte bestehend aus Parallelendmaßkombinationen:

- 291,4 mm: Endmaße 100mm+131,4mm+60mm
- 381,4 mm: Endmaße 100mm+131,4mm+60mm+90mm
- 461,4 mm: Endmaße 100mm+131,4mm+60mm+90mm+80mm

Es wird eine Sichtprüfung der Strichskalen und Ziffern auf Lesbarkeit, sowie eine Funktionsprüfung über die Gängigkeit im gesamten Messbereich, Führungsspiel, Feststelleinrichtung, Standfestigkeit bei Höhenmessschieber, durchgeführt.

Die angezeigten Messwerte (L_A) werden zusammen mit den Sollwerte der benutzen Parallelendmaße (L_S) in den Kalibrierschein aufgenommen. Betriebsbedingungen und Messaufbau werden ebenfalls dokumentiert.

L.IV.2 Messunsicherheitsbilanz

Die Messabweichung der Anzeige L_x des Messschiebers ergibt sich aus folgender Beziehung:

$$L_x = L_A - L_S + \delta L_D + L_N (\alpha_N - \alpha_X) (t_m - t_0) + \delta L_A + \delta L_O + L_N (\alpha_N - \alpha_X) \delta t + \delta L_M$$

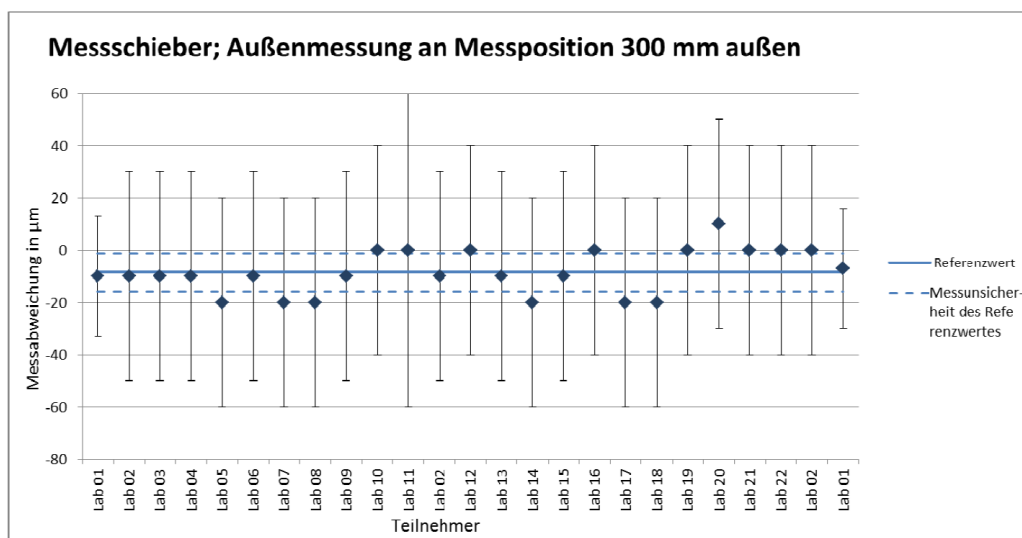
Hierbei sind:

L_x	Messabweichung der Anzeige des Kalibriergegenstandes vom Kalibrierwert.
L_A	Anzeige des Messschiebers.
L_S	Länge des benutzten Parallelendmaßes bei der Bezugstemperatur t_0 , wird zusammen mit der beigeordneten Messunsicherheit im Kalibrierschein angegeben.
δL_D	Drift des Wertes des Referenznormals seit der letzten Kalibrierung (Ermittelt anhand der Klassengenauigkeit).
L_N	Nennlänge des benutzten Parallelendmaßes.
α_N	linearer thermischer Längenausdehnungskoeffizient der Stahleindmaße. Der Wert ergibt sich z. B. aus Herstellerangaben zu $\alpha_N = (11,5 \pm 1,5) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.
α_X	linearer thermischer Längenausdehnungskoeffizient des Materials des Messschiebers. Der Wert ergibt sich z. B. aus Herstellerangaben zu

Ausgabe: DMS.10	erstellt von: PF am: DMS08.08.2018	geprüft/genehmigt von: s. DMS am: s. DMS s.	Kapitel Qualitätsmanagementhandbuch - L.IV Kalibrieren von Messschiebern	Seite 2
---------------------------	--	---	--	-------------------

$$\alpha_X = (8,0 \pm 1,5) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

- t_m mittlere Umgebungstemperatur während der Messung. Die Abweichung der Umgebungstemperatur von der Referenztemperatur $t_0 = 20 \text{ °C}$ liegt innerhalb der Grenzen von $\pm 1 \text{ K}$.
- t_0 Referenztemperatur ($t_0 = 20 \text{ °C}$)
- δL_A Der Ziffernschrittwert eines digitalen Messschiebers beträgt 0,01 mm. Dieser Wert wird rechteckverteilt innerhalb der Hälfte der Ablesbarkeit angesetzt ($\pm 5 \text{ }\mu\text{m}$).
- δL_0 Längenabweichung durch die Nullpunkt wiederholbarkeit des Messschiebers. Gute digitale Messschieber sind innerhalb ihrer Ablesbarkeit am Nullpunkt üblicherweise ideal wiederholbar. Der Wert kann bei der Berechnung der kleinsten angebbaren Unsicherheit entfallen, da bereits im statistischen Anteil δL_M enthalten ist.
- δ_t gegenseitige Abweichung der Temperatur des Referenznormals bzw. des Kalibriergegenstandes. Es wird angenommen, dass die Temperaturabweichung δ_t durch eine mögliche Temperaturdrift während der Messung kleiner als 0,15 K ist.
- δL_M Mechanische Effekte, umfassen die aufgebrauchte Messkraft, den Abbe-Fehler und das Spiel zwischen der Führungsschiene und dem beweglichen Messschnabel. Zusätzliche Effekte können verursacht werden, wenn die Messflächen nicht ausreichend eben, nicht parallel zueinander und nicht rechtwinklig zur Führung sind. Aus der Auswertung des nationalen Ringvergleichs [Bericht-Nr. V / 0009 / 14](#) der ZMK & ANALYTIK GmbH vom 26.08.2016 mit über 20 Teilnehmern konnte der Referenzwert auf aufgerundet ca. $\pm(7 \text{ }\mu\text{m} + 7 \text{ }\mu\text{m/m} \cdot l)$ ($k=2$) dargestellt werden. Dieser Wert enthält v.a. die statistischen Effekte der Mechanik bei der Anwendung bzw. Kalibrierung eines Messschiebers. Der Gesamtbereich der möglichen Abweichungen durch mechanische Effekte kann daher rechteckverteilt innerhalb des Intervalls von $\pm(10 \text{ }\mu\text{m} + 10 \text{ }\mu\text{m/m} \cdot l)$ angenommen werden.



Ergebnisse des nationalen Ringvergleichs „Messschieber“

Ausgabe: DMS.10	erstellt von: PF am: DMS08.08.2018	geprüft/ genehmigt von: s. DMS am: s. DMS s.	Kapitel Qualitätsmanagementhandbuch - L.IV Kalibrieren von Messschiebern	Seite 3
---------------------------	---	--	--	-------------------

Darstellung der Messunsicherheitsbilanz:

Größe X_i	Schätzwert x_i	Standardmess- unsicherheit $u(x_i)$	Verteilungs- funktion	Sensitivitäts- Koeffizient C_i	Unsicherheits- beitrag
L_A	l_A				
L_N	l_N				
L_S	l_S	$U(L_S) / 2$	Normal	-1	$u(L_S)$
α_N	$11,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	$u_{\alpha_N} / \sqrt{3}$	Rechteck	$L_N(t_m - t_0)$	$u(\alpha_N)$
α_X	$8,0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	$u_{\alpha_X} / \sqrt{3}$	Rechteck	$L_N(t_m - t_0)$	$u(\alpha_X)$
t_m	20°C	$u_{t_m} / \sqrt{3}$	Rechteck	$L_N(\alpha_N - \alpha_X)$	$u(t_m)$
δL_A	0	$u_{\delta L_A} / 2\sqrt{3}$	Rechteck	1	$u(\delta L_A)$
δL_0	0	$u_{\delta l_0} / \sqrt{3}$	Rechteck	1	$u(\delta L_0)$
δ_t	0	$u_{\delta_t} / \sqrt{3}$	Rechteck	$L_N(\alpha_N - \alpha_X)$	$u(\delta_t)$
δL_M	0	$u_{\delta L_M} / \sqrt{3}$	Rechteck	1	$u(\delta L_M)$
L_X					$u(L_X)$

Für die dem Ergebnis beizuordnende Standardmessunsicherheit ergibt sich daraus:

$$u^2(L_X) \approx c_S^2 u^2(L_S) + c_M^2 u^2(t_M) + c_A^2 u^2(\delta L_A) + c_t^2 u^2(\delta_t) + c_L^2 u^2(\delta L_M)$$

Die beizuordnende Messunsicherheit wird durch die von der Messkraft und der endlichen Ablesbarkeit herrührenden Einflüsse dominiert. Daraus resultiert keine Normalverteilung, sondern eine im Wesentlichen trapezförmige Verteilung. Der aus dieser Trapezverteilung abgeleitete Erweiterungsfaktor wird mit $k = 1,83$ angegeben. Aufgerundet ergibt sich

$$U = k \cdot u(L_X) = 15 \mu\text{m} + 11 \mu\text{m/m} \cdot l$$

l ist die gemessene Länge

Die Zahlenwerte der Berechnungen für die einzelnen Messgrößen sind der Tabelle

<http://dmserver/technik/Messunsicherheiten/QMH-Tabellen/Laenge/Messunsicherheiten-Tabelle-L.IV.Kalibrieren-von-Messschiebern.xls>

zu entnehmen.

Ausgabe: DMS.10	erstellt von: PF am: DMS08.08.2018	geprüft/ genehmigt von: s. DMS am: s. DMS	Kapitel Qualitätsmanagementhandbuch - L.IV Kalibrieren von Messschiebern	Seite 4
---------------------------	---	--	--	-------------------



© esz AG, 2018

Dieses Werk ist unter einer Creative Commons Lizenz vom Typ Namensnennung - Nicht-kommerziell - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International zugänglich. Um eine Kopie dieser Lizenz einzusehen, konsultieren Sie <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> oder wenden Sie sich brieflich an Creative Commons, Postfach 1866, Mountain View, California, 94042, USA.

Ausgabe:	erstellt	geprüft/ genehmigt	Kapitel	Seite
DMS.10	von: PF am: DMS08.08.2018	von: s. DMS am: s. DMS	Qualitätsmanagementhandbuch - L.IV Kalibrieren von Messchiebern	5