	Kalibrieranweisung Tiefenmessschraube, mit Betrachtung der Messunsicherheit	WI B-7-0077 Ä-Index -01-
---	---	---

1. Inhalt und Geltungsbereich

1.1. Zweck und Ziel

Diese Work Instruction beschreibt die Vorgehensweise zur Kalibrierung von Tiefenmessschrauben nach DIN 863-2.

Die Kalibrierung erfolgt auf Grundlage der Richtlinie DAkkS-DKD-R 4-3, Blatt 10.5 und nach der beschriebenen Vorgehensweise der Richtlinien VDI/VDE/DGQ 2618, Blatt 10.5, in ihrer jeweils gültigen Revision.

Die erweiterte Messunsicherheit U , für den Kalibrierprozess, berechnet sich nach Richtlinie DKD-3-E2, Angabe der Messunsicherheit bei Kalibrierungen, in ihrer jeweils gültigen Revision.

Folgende Lfd. Nr der VDI/VDE/DGQ 2618, Blatt 10.5 findet bei der Kalibrierung von Bügelmessschrauben keine Berücksichtigung:

- **2 Vorbereitende Prüfungen und Tätigkeiten**

2.3 Härte - Die Härte ist gegebenenfalls in der Nähe der Messflächen zu prüfen.

Begründung: Evtl. Beschädigung der Messflächen.

1.2 Geltungsbereich

<input checked="" type="checkbox"/>	Phoenix Contact	<input type="checkbox"/>	Phoenix Contact Indien
<input type="checkbox"/>	Phoenix Contact Deutschland	<input type="checkbox"/>	Phoenix Contact USA
<input type="checkbox"/>	Phoenix Contact Electronics	<input type="checkbox"/>	Phoenix Testlab
<input type="checkbox"/>	Phoenix Feinbau	<input type="checkbox"/>	Coninvers
<input type="checkbox"/>	Phoenix Contact Wielkopolska	<input type="checkbox"/>	KW-Software
<input type="checkbox"/>	Phoenix Contact China	<input type="checkbox"/>	Sütron
<input type="checkbox"/>	Phoenix Contact Brasilien	<input type="checkbox"/>	Innominate Security Technologies

2. Vorbereiten von Kalibriereinrichtung und Kalibriergegenstand

- 2.1 Vor Beginn der Kalibrierung ist der Kalibrierstatus aller zur Durchführung der Kalibrierung benötigten Normale und Normalmesseinrichtungen zu prüfen. Gegebenenfalls sind sie zu kalibrieren und zu justieren.
- 2.2 Folgende nach *VDI/VDE/DGQ 2618, Blatt 10.5 vorbereitende Maßnahmen, Prüfungen und Tätigkeiten sind durchzuführen:
- Überprüfen der Beschriftung und Ident.-Nummer (Lfd. Nr. 1.2.1*)
 - Reinigung des Kalibriergegenstandes (Lfd. 1.2.2*)
 - Entmagnetisierung (bei Bedarf) (Lfd. Nr. 1.2.3*)
 - Sichtprüfung (Lfd. Nr. 1.2.4*)
 - Nacharbeit leichter Beschädigungen/Aussondern (Lfd. 1.2.5*)
 - Bereitstellen technischer Unterlagen (Lfd. Nr. 1.2.6*)
 - Überprüfung der Baumaße des Kalibriergegenstandes (Lfd. Nr. 2.1*)
 - Funktionsprüfung (Lfd. Nr. 2.2*)
 - Temperieren für mindestens fünf Stunden (Lfd. Nr. 2.5*)

3. Kalibrierverfahren

Die Kennwertermittlung erfolgt auf einem Längenkomparator, mit kalibriertem optischem Wegmesssystem als Referenznormal.

Ermittelt wird die Messabweichung Y_e , aus den Einzelmesswerten für die vorgeschriebenen Messpositionen und für jede der zugehörigen Messeinsätze.

- 3.1 Kalibrierung
- a) Nullpunktkontrolle auf Prüfplatte
 - b) Tiefenmessbrückenhalter am feststehenden Messtaster des Längenkomparators befestigen.
 - c) Justierbaren Kugelmestaster (Bild 1) am beweglichen Messtaster des Längenkomparators befestigen.
 - d) Prüfling im Tiefenmessbrückenhalter (Bild 2) einspannen.
 - e) Messeinsatz herausfahren und justierbaren Kugelmestaster fluchtend zum Messeinsatz ausrichten.
 - f) Messeinsatz einfahren und Messwert der Nullpunktkontrolle am Prüfling einstellen.
 - g) Definierte Messkrafteinstellung am Längenkomparator auf 10N einstellen.
 - h) Durch Bewegung des Messschlitten in der X-Achse, den Kugelmestaster am Messeinsatz mit definierter Messkraft zur Anlage bringen.
 - i) Wegmessanzeige am Längenkomparator auf Null setzen.
 - j) Durch Bewegung des Messschlitten in der X-Achse, das vorgeschriebene Prüfmaß einstellen.
 - k) Messeinsatz, über drehen der Skalentrommel, am Kugelmestaster zur Anlage bringen bis definierte Messkraft erreicht. Prüfmaß ablesen (Bild 3).
 - l) Wiederholung der Schritte h) - k), für jede vorgeschriebene Messposition.
 - m) Wiederholung der Schritte a) – k), für jeden Messeinsatz und Messposition.

Kalibrierung



Bild 1

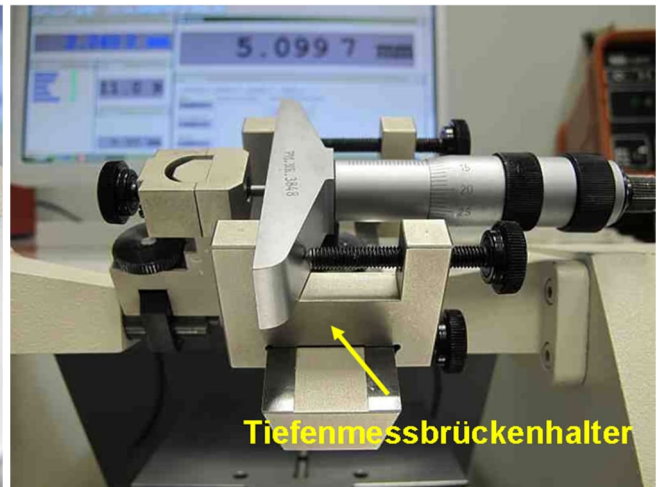


Bild 2

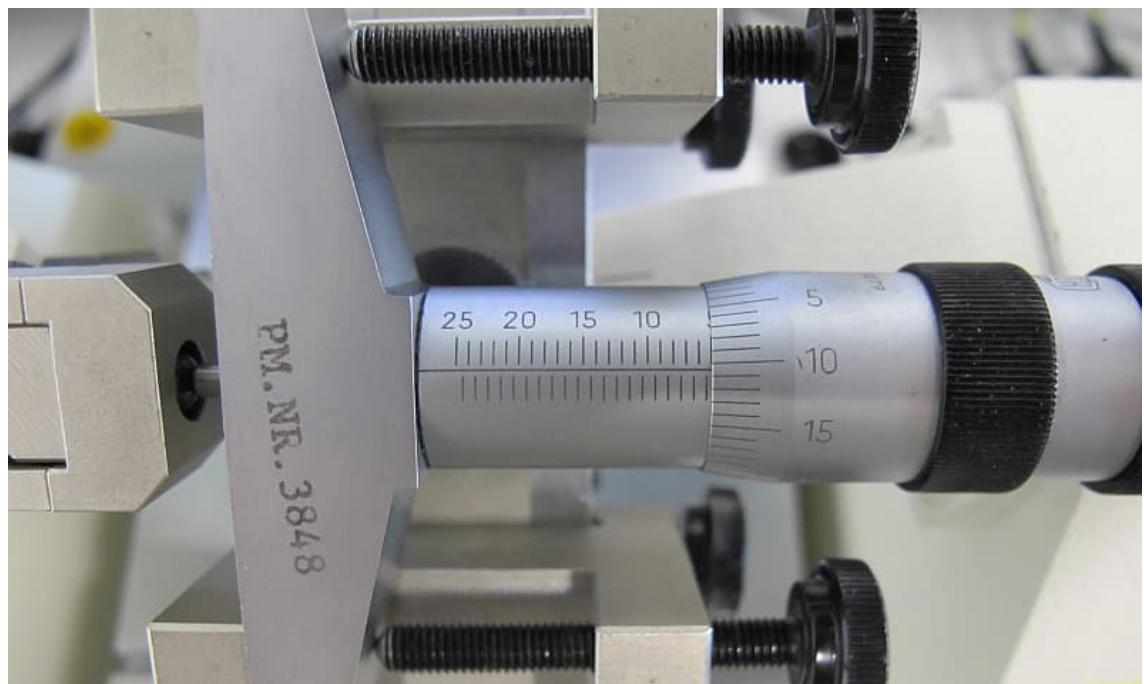


Bild 3

Die Messwerte werden in die Auswertesoftware übertragen und ausgewertet.

4 Bewertung der Kalibrierung

4.1 Auswertung der Messung

Die Auswertung der Messung und der Prüfentscheid, erfolgt mit einer geeigneten Software (QM-Soft).

5. Kennzeichnung des Prüfstatus

Nach erfolgreicher Kalibrierung wird der Prüfling mit einer Prüfplakette gekennzeichnet. Sie trägt den nächsten Prüfzeitpunkt. Kann die Plakette nicht am Kalibriergegenstand angebracht werden wird diese am zur Aufbewahrung vorgesehenen Behältnis aufgeklebt.

6. Messunsicherheitsbudget

Die erweiterte Messunsicherheit U , für den Kalibrierprozess, berechnet sich nach Richtlinie DKD-3-E2, Angabe der Messunsicherheit bei Kalibrierungen und erklärt sich wie folgt:

6.1 Angaben zum Kalibriergegenstand

Tiefenmessschraube nach DIN 863-2, Messspanne 75 mm, Skalenteilungswert 0,01 mm

6.2 Angaben zur Normalmesseinrichtung / Kalibriereinrichtung

Die Kennwertermittlung erfolgt auf einem Längenkomparator, mit kalibriertem optischem Wegmesssystem als Referenznormal. Ziffernschrittweite der Anzeige 0,1 μm

6.3 Messaufbau

Zur Messung sind der Prüfling und das Wegmesssystem im Längenkomparator waagrecht fluchtend angeordnet (siehe 3.1, Bild 2). Die Tiefenmessschraube wird in den Tiefenmessbrückenhalter des Längenkomparators eingespannt. Der Messeinsatz der Tiefenmessschraube liegt direkt am justierbaren Kugelmessstaster des Längenkomparators an. Die unterschiedliche Bewegungsrichtung des Messeinsatzes wird durch die Wahl des Vorzeichens der Anzeige berücksichtigt

6.4 Ermittlung der Standardabweichung

Zur Beginn der Messung wird eine Nullpunktkontrolle auf einer Prüfplatte durchgeführt. Der Messeinsatz der Tiefenmessschraube wird mit dem Kugelmessstaster des Längenkomparators in Nullstellung gebracht. In dieser Position wird die Anzeige der Normalmesseinrichtung „genullt“.

Die Messposition 10,3 mm an der Tiefenmessschraube wird angefahren das Prüfmaß abgelesen und in die Tabelle des FS B-7-0111 übertragen und ausgewertet.

Der Vorgang wird von drei Prüfern je 20 mal wiederholt, so dass insgesamt 60 Messwerte aufgenommen werden.

6.5 Einflussgrößen

Bei der Längenmessung wirken sich vor allem Temperatureinflüsse negativ aus. Umweltbedingte Abweichungen von der Bezugstemperatur oder Temperaturbedingte Einflüsse während der Kalibrierung wie die Körperwärme des Prüfers.

1. Einfluss des Normals

Unsicherheitsbeitrag des Normals

Thermischer Längenausdehnungskoeffizient

2. Einfluss des Verfahrens

Einfluss der Abweichung der Umgebungstemperatur von der Bezugstemperatur auf

a) das Normal

den Kalibriergegenstand

Einfluss der Temperaturänderung während der Kalibrierung auf

b) das Normal

c) den Kalibriergegenstand

3. Einfluss des Kalibriergegenstandes

- a) Mechanische Effekte
- b) Wiederholpräzision und Ableseunsicherheit der Messuhr
- c) Thermischer Längenausdehnungskoeffizient

6.6 Mathematisches Modell der Einflussgrößen

Mit den Einflussgrößen wird das mathematische Modell der Messunsicherheit aufgestellt.

$$u_{\text{gesamt}}(L) = \sqrt{u^2(l_{ix}) + u^2(l_s) + u^2(\Delta t) + u^2(\delta l_{ix}) + u^2(\delta l_M)}$$

6.7 Beitrag für das Normal $U(l_s)$

Der Messunsicherheitsbeitrag für das Normal $U(l_s)$ setzt sich aus den Beiträgen des Längenkomparators $U(l_{s1})$ und des zur Kalibrierung verwendeten Endmaßes $U(l_{s2})$ zusammen.

Der Beitrag des Längenkomparators, bei Prüfpunkt 10,30 mm, ergibt sich aus dem Kalibrierschein und den Herstellerangaben.

$$U(l_{s1}) = 0,2 + 0,4 \cdot L[\mu m] \quad \text{Herstellerangabe für SIP-550M (L= gemessene Länge in m)}$$

$$U(l_{s1}) = 0,2 + 0,4 \cdot 0,013$$

$$U(l_{s1}) = 0,204 \mu m$$

Der Beitrag des Endmaßes von $l = 10$ mm, welches zur Kalibrierung des Längenkomparators verwendet wurde, ergibt sich aus dem Kalibrierschein und beträgt:

$$U(l_{s2}) = 0,05 \mu m + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot l;$$

$$U(l_{s2}) = 0,05 \mu m + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 10000 \quad (l \text{ ist die Länge des Endmaß in } \mu m)$$

$$U(l_{s2}) = 0,055 \mu m \text{ mit } k=2$$

$$U(l_{s2}) = 0,0275 \mu m$$

Der Gesamtbeitrag $U(l_s)$ durch das Normal errechnet sich aus der Addition der Beiträge von $U(l_{s1})$ und $U(l_{s2})$.

$$U(l_s) = U(l_{s1}) + U(l_{s2})$$

$$U(l_s) = 0,204 \mu m + 0,0275 \mu m$$

$$U(l_s) = 0,23 \mu m$$

6.8 Beiträge für das Verfahren

Die Abweichung der Umgebungstemperatur von der Referenztemperatur wirkt sich auf die Länge des Maßstabs im Längenkomparator aus. Die Umgebungstemperatur beträgt $20^\circ\text{C} \pm 0,8\text{K}$. Das Material des Maßstabs ist Stahl, mit einem Wärmeausdehnungskoeffizienten von $\alpha = 11,5 \mu m$.

Bei einer maximalen Temperaturschwankung von $0,8\text{K}$, errechnet sich der Unsicherheitsbeitrag ΔL , für den Messbereich bis 10,30 mm wie folgt:

$$\Delta L = L_1 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$\Delta L = 0,0103m \cdot 0,0000115m \cdot 0,8K$$

$$\Delta L = 0,095\mu m$$

$$U(\Delta T) = \Delta L$$

$$U(\Delta T) = 0,95\mu m$$

Die Längenänderung des Messeinsatzes der Tiefenmessschraube hat keinen Einfluss, da dieser vor Beginn der Messung auf „0“ gesetzt wird

Eine Temperaturänderung durch Wärmestrahlung des Prüfers während der Messung konnte nicht festgestellt werden. Dieses wurde durch Versuche mit Temperaturfühlern am Messeinsatz des Längenkomparators und der Tiefenmessschraube ermittelt.

6.9 Beitrag für den Kalibriergegenstand $U(s)$

Mechanische Effekte können durch die aufgebrachte Messkraft, die ein Durchbiegen des Messeinsatzes bewirken, entstehen. Diese Effekte werden durch die Spannweite der Bedienermittelwerte R_x ermittelt.

Die Ablesegenauigkeit der Tiefenmessschraube mit Nonius beträgt 10µm

$$U(\delta_{ix}) = 10\mu m$$

Die personenabhängige Unsicherheit (Standardabweichung) wurde durch eine Messreihe von 60 Messwerten mit drei Prüfern ermittelt. $U(s) = 0,40\mu m$, siehe 6.4.

6.10 Zusammenfassung der Unsicherheitsbeiträge

Folgende Beiträge werden in das Messunsicherheitsbudget übernommen:

$$U(l_S) = 0,23\mu m$$

$$U(\Delta T) = 0,095\mu m$$

$$U(s) = 0,40\mu m$$

6.11 Messunsicherheitsanalyse

Jede identifizierte Einflussgröße liefert einen Beitrag zum Messunsicherheitsbudget. Der Einzelbeitrag jeder Einflussgröße ist mit seinem Sensitivitätskoeffizienten c_i zu multiplizieren. Der Sensitivitätskoeffizient c_i beträgt 1, da zur Berechnung die Grenzwerte der Veränderung des Einflusses angenommen werden.

Der Unsicherheitsbeitrag ergibt sich somit aus: $u_i(y) = c_i \cdot U_i$

6.12 Unsicherheitsbeitrag des Normals $u(l_S)$

Der Unsicherheitsbeitrag $u(l_S)$, bei Position 10,30 mm, ergibt sich aus der Messunsicherheit des Längenkomparators und der Unsicherheit des zur Kalibrierung verwendeten Parallelendmaßes.

$$u(l_S) = [U(l_{S1}) + U(l_{S2})] \cdot c(l_S)$$

$$u(l_S) = (0,204\mu m + 0,0275\mu m) \cdot 1$$

$$u(l_S) = 0,23\mu m$$

6.13 Unsicherheitsbeitrag des Verfahrens $u(\Delta t)$

Die mittlere Umgebungstemperatur im Messraum beträgt 20°C. Die gemessenen Grenzen liegen bei < 0,8K pro Stunde. Angenommen wird eine Rechteckverteilung b_i .

$$U(\Delta_{Raum}) = 0,8K$$

Die Überwachung der Umgebungstemperatur erfolgt mit Temperaturfühler die eine Gesamtmessunsicherheit von 0,35K beinhalten. Angenommen wird eine Rechteckverteilung b_i .

$$U(Fühler) = 0,35 K \text{ mit } K = 2$$

$$U(Fühler) = 0,18 K$$

Der Gesamtunsicherheitsbeitrag des Verfahrens bei 10,30 mm ergibt:

$$u(\Delta t) = l_{ix} \cdot \alpha \cdot [U(\Delta_{Raum}) + U(Fühler)] \cdot b_i \cdot c(\Delta t)$$

$$u(\Delta t) = 0,0103m \cdot 0,0000115 \cdot (0,80K + 0,18 K) \cdot 0,58 \cdot 1$$

$$u(\Delta t) = 0,07\mu m$$

6.14 Unsicherheitsbeitrag des Kalibriergegenstandes $u(l_{ix})$

Personenabhängige Unsicherheit. Angenommen wird eine Rechteckverteilung b_i

$$u(l_{ix}) = U(s) \cdot b_i \cdot c(l_{ix})$$

$$u(l_{ix}) = 0,4\mu m \cdot 0,58 \cdot 1$$

$$u(l_{ix}) = 0,23\mu m$$

6.15 Unsicherheitsbeitrag für die endliche Auflösung des Kalibriergegenstandes $u(\delta l_{ix})$

Bei Überdeckung der Teilstriche von Skalentrommel –und Hülse und einem Skalenteilungswert von 10μm, beträgt die Ablesegenauigkeit eines Messwertes am Prüfling erfahrungsgemäß 10 μm.

$$U(\delta l_{ix}) = 10\mu m$$

Der Sensitivitätskoeffizient $c(\delta l_{ix})$ beträgt 1, da zur Berechnung die Grenzwerte der Veränderung des Einflusses angenommen werden. Angenommen wird eine Rechteckverteilung b_i .

Der Unsicherheitsbeitrag für die Ablesung beträgt:

$$u(\delta l_{ix}) = 10\mu m \cdot c(l_{ix}) \cdot b_i$$

$$u(\delta l_{ix}) = 10\mu m \cdot 1 \cdot 0,58$$

$$u(\delta l_{ix}) = 5,8\mu m$$

6.16 Unsicherheitsbeitrag für mechanische Effekte $u(\delta l_M)$

Schwingungsimmissionen werden durch eine entkoppelte Bodenplatte (eigenes Fundament) verhindert. Unerwünschte Schwingungen mit Einfluss auf den Längenkomparator können nicht festgestellt werden.

Ein Unsicherheitsbeitrag wird durch die Spannweite der Bedienerwerte R_x aus der Messsystemanalyse Verfahren2, nach Bosch Heft 10-2003 ermittelt. Der Sensitivitätskoeffizient $c(\delta l_M)$ beträgt 1, angenommen wird eine Rechteckverteilung.

$$u(\delta l_M) = R_x \cdot b_i \cdot c(\delta l_M)$$

$$u(\delta l_M) = 1\mu m \cdot 0,58 \cdot 1$$

$$u(\delta l_M) = 0,58\mu m$$

Die Zahlenwerte der Berechnungen für die einzelnen Messgrößen sind in Formsheets **FSB70111_TMSR.xlsx** - Abschätzung der Messunsicherheit Labor FME - abgelegt.

7. Bezugsdokumente

- 7.1 Mitgeltende Unterlagen
DAkKS-DKD-R 4-3, Blatt 10.1
VDI/VDE/DGQ-Richtlinie 2618 – Blatt 10.2
VDI/VDE/DGQ-Richtlinie 2618 – Blatt 10.8
DKD-3-E2
FS B-7-0111

7.2 Normen

<input checked="" type="checkbox"/>	DIN EN ISO 9001**
<input type="checkbox"/>	DIN EN ISO 14001**
<input type="checkbox"/>	BS OHSAS 18001**
<input type="checkbox"/>	DIN EN 13980**
<input type="checkbox"/>	IRIS**
<input checked="" type="checkbox"/>	DIN 863-2 (1999-04)
<input type="checkbox"/>	

<input checked="" type="checkbox"/>	DIN EN ISO 17025**
<input type="checkbox"/>	KTA 1401**
<input type="checkbox"/>	PAS 1037**
<input type="checkbox"/>	DIN 14675**
<input type="checkbox"/>	10 CFR 50 Appendix B**
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	

**Ausgabe lt. aktuellem IMS-Handbuch

8. Änderungsdienst

8.1 Änderungsdurchführung

Für den Änderungsdienst dieses Dokumentes ist der Verfasser verantwortlich.
Folgende Tätigkeiten sind durchzuführen:

- Die zuständige Abteilung für das Integrierte Managementsystem über inhaltliche Änderungen informieren.
- Geändertes und freigegebenes Dokument wird über die zuständige Abteilung verteilt.

8.2 Archivierung

- Die Originaldatei dieses Dokumentes ist in der IMS-Datenbank abgespeichert.
- Ausgedruckte Dokumente unterliegen nicht dem Änderungsdienst und sind ausschließlich für den internen Gebrauch bestimmt.
- Aufbewahrungsfristen sind im Handbuch MA A-7-0001 hinterlegt.

Datum: 2014-09-03
Name: Volker Schreiber

Datum: 2014-09-03
Name: Ralf Wittbrock

Datum: 2014-09-03
Name: Frank Beinker