

Fachhochschule für Technik und Wirtschaft
Fachbereich 2 / Ingenieurwissenschaften II
Labor Meßtechnik

Anleitung für das Praktikum :

Gewindemessung

Inhalt :

- 1 Versuchsziel

- 2 Aufgaben zur Vorbereitung des Versuches

- 3 Prüfen von Gewinden
 - 3.1 Allgemeines
 - 3.2 Bestimmungsgrößen
 - 3.3 Meßmittel

- 4 Versuchsdurchführung
 - 4.1 Aufgabenstellung
 - 4.2 Meßwertaufnahme und Berechnungen
 - 4.3 Gewindestufung

1 Versuchsziel

- Kennenlernen der Prüfverfahren zur Gewindemessung
 - Außendurchmesser
 - Flankendurchmesser
- Berücksichtigen von Meßabweichungen (zufällige, systematische)

2 Aufgaben zur Vorbereitung des Versuches

- Einarbeiten in den Versuch nach Versuchsanleitung
- Bestimmungsgrößen eines Gewindes
- Dreidrahtmeßverfahren zur Bestimmung des Flankendurchmessers
- Grundlagen der Längenmeßtechnik
(Begriffe, Definitionen und Fehlerrechnung nach DIN 1319 Teil 3)



3 Prüfen von Gewinden

3.1 Allgemeines

Gewinde sind Profilformen, die in einer Schraubenlinie um einen Zylinder laufen. Je nach Größe, Bauart und Aufgabe haben sie unterschiedliche Anforderungen zu erfüllen. Gewindeprüfungen nehmen in der Fertigungsmeßtechnik eine Sonderstellung ein, da sie z.T. spezielle Meßmittel und besondere Meßverfahren (z.B. Bestimmung des Flankendurchmessers mit der Dreidraht-Methode) erfordern.

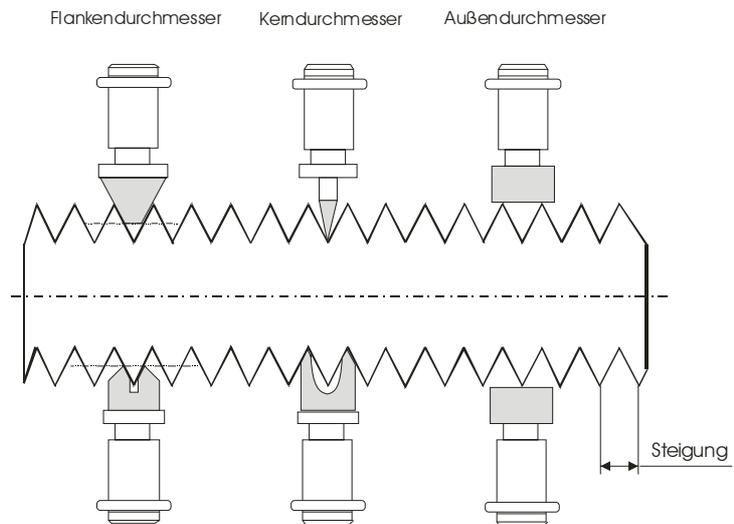
Da das Gewinde in der Regel als Paarung Bolzen-/Muttergewinde auftritt, hat die Prüfung auch diese Funktionsanforderung zu beachten. Die Anforderungen haben dem Verwendungszweck, z.B. als Übertragungs-, Bewegungs- oder Befestigungsgewinde, zu entsprechen.

Gewinde können durch Lehren, mechanisches Messen oder optische Prüfverfahren geprüft werden.

3.2 Bestimmungsgrößen

Ein Gewinde wird u.a. durch folgende Bestimmungsgrößen definiert :

- ✓ Außendurchmesser d
- ✓ Flankendurchmesser d_2
- ✓ Kerndurchmesser d_3
- ✓ Steigung P



Außendurchmesser d

Da d der Durchmesser des Gewinde einhüllenden Zylinders ist, können alle zur Messung von Zylindern geeigneten Prüfmittel benutzt werden, z.B. Meßschieber, Meßschraube, Feinzeiger.

- ☞ Die Bezeichnung eines metrischen Gewindes richtet sich nach dem Außendurchmesser (= Gewinde-Nennendurchmesser d_{Nenn}), z.B.: $d_{\text{Nenn}} = 12 \text{ mm} \rightarrow \text{M } 12$.

Flankendurchmesser d_2

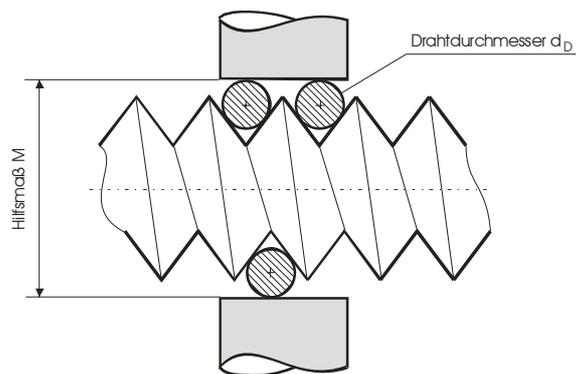
Die Messung des Flankendurchmessers kann mit Hilfe einer Gewindemeßschraube vorgenommen werden. Als Meßeinsätze dienen Kegel und Kimme. Die Messung mit Kegel und Kimme ist weniger genau, da wegen der unvermeidlichen Verschiedenheit der Winkel an den Meßflächen und des Gewindes zu große Werte gemessen werden.

Ein weiteres Prüfverfahren ist die Dreidraht-Meßmethode.

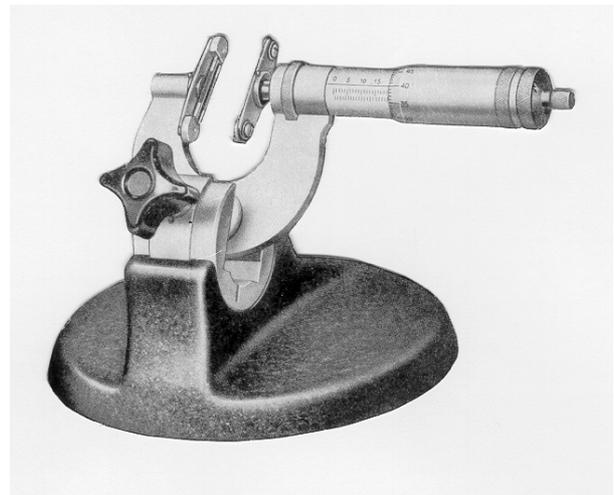
Bei dem Dreidraht-Meßverfahren wird der Flankendurchmesser nicht direkt gemessen, sondern ein Hilfsmaß M . Der Flankendurchmesser wird dann mathematisch ermittelt (Formel siehe Punkt 4.2).

Zur Bestimmung des Hilfsmaßes dienen Meßdrähte, die entsprechend der Gewindegröße gewählt werden (festgelegt in DIN 13).

Zwei Drähte bekannten Durchmessers werden in zwei benachbarte Gewinderillen, ein weiterer Draht gleichen Durchmessers in die gegenüberliegende Gewinderille des zu messenden Gewindes eingelegt. Die Meßdrähte sind in Haltern gelagert, die auf Spindel und Amboß der Bügelmeßschraube befestigt werden.



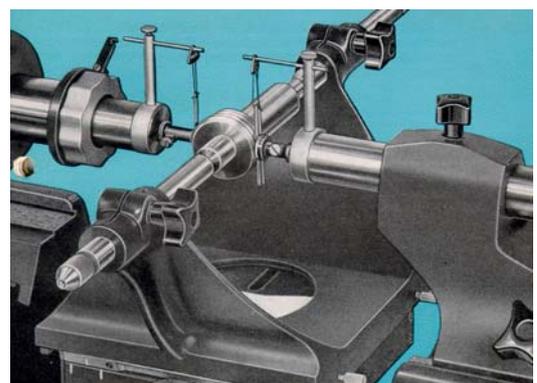
Bügelmeßschraube mit Meßdrähte



3.3 Meßmittel

Zur Bestimmung des Außen- und Flankendurchmessers kann im einfachsten Fall eine Bügelmeßschraube eingesetzt werden.

Prinzipiell können zur mechanischen Messung von Gewinden alle üblichen Universalmeßgeräte verwendet werden, bei denen die entsprechenden Meßeinsätze einsetzbar sind.



Gewindemessung mit Universal-Längenmeßgerät

4 Versuchsdurchführung

4.1 Aufgabenstellung

Es sollen der Außendurchmesser d (vollständiges Meßergebnis) sowie der Flankendurchmesser d_2 eines metrischen ISO-Gewindes meßtechnisch bestimmt werden.

Als Meßmittel wird eine konventionelle Bügelmeßschraube verwendet; der Flankendurchmesser wird mit der Dreidrahtmethode bestimmt.

Die Gewindestufung erfolgt nach dem Außendurchmesser.

4.2 Meßwertaufnahme und Berechnungen

- *Meßreihe zur Bestimmung der systematischen Abweichung A_a der Bügelmeßschraube*

Stellen Sie eine Endmaßkombination (EMK) entsprechend der zu prüfenden Gewindegröße (Außendurchmesser d_{Nenn} → siehe vorgegebene Prüfgröße) zusammen.

Nehmen Sie 3 Meßwerte auf. Der Mittelwert dient zur Bestimmung des Korrekturwertes.

☞ (Die EMK wird noch einmal benötigt → zusammen lassen!)

$$A_a = \bar{x}_{\text{EMK}} - L_{\text{EMK}}$$

\bar{x}_{EMK} - Mittelwert Meßreihe Bügelmeßschraube/EMK

L_{EMK} - Gesamtlänge der EMK (richtiger Wert)

- *Meßreihe zur Bestimmung des Außendurchmessers d*

Nehmen Sie an unterschiedlichen Stellen des Gewindebolzens 6 Meßwerte auf.

Bestimmen Sie das vollständige Meßergebnis des Außendurchmessers.

$$d = \bar{d} - A_a \pm u$$

\bar{d} - Mittelwert Meßreihe Bügelmeßschraube/Prüfling

u - Gesamtunsicherheit $u = \sqrt{u_z^2 + u_s^2}$

u_s = systematische Komponente der Meßunsicherheit = $0 \mu\text{m}$
(Festlegung der Versuchsdurchführung)

u_z = zufällige Komponente der Meßunsicherheit $u_z = \frac{s \cdot t}{\sqrt{n}}$

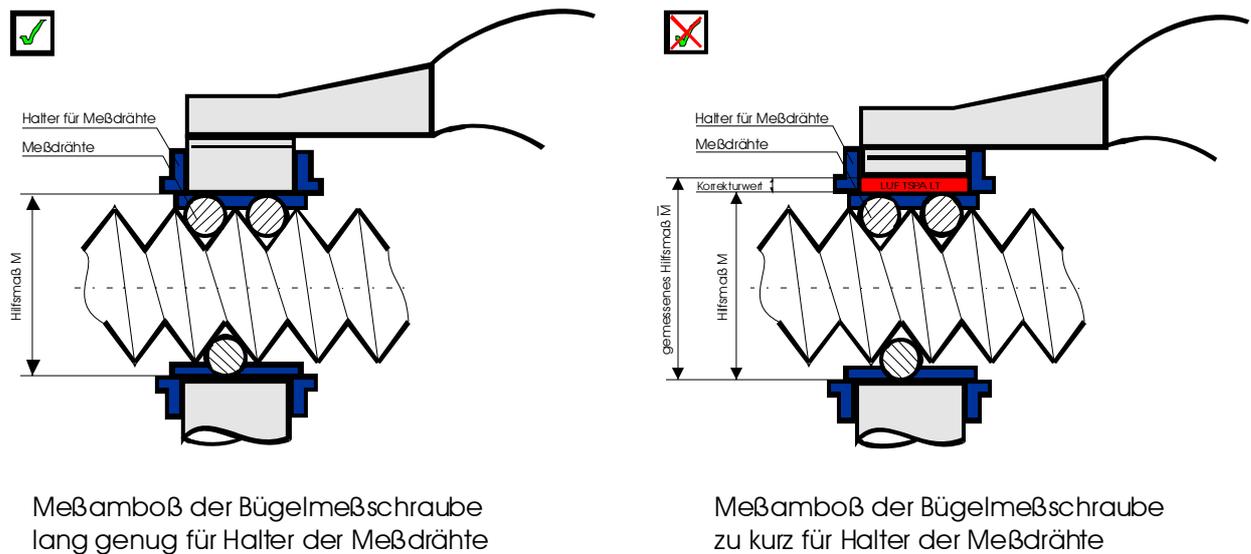
(s - Standardabweichung $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}$)

○ *Meßreihe zur Bestimmung des Flankendurchmessers d_2*

Ermitteln Sie zunächst aus der DIN 13 / Teil 1 den erforderlichen Drahtdurchmesser d_D der Gewindemeßdrähte und befestigen Sie diese dann an der Bügelmeßschraube.

Die Halter der Meßdrähte müssen auf dem Meßamboß und der Meßspindel der Bügelmeßschraube (BMS) fest verschraubt sein !

Konstruktiv bedingt kann sich zwischen dem Meßamboß der BMS und dem Meßdraht ein nicht zulässiger Luftspalt ergeben.



Meßamboß der Bügelmeßschraube lang genug für Halter der Meßdrähte

Meßamboß der Bügelmeßschraube zu kurz für Halter der Meßdrähte

Die Meßdrähte müssen am Meßamboß der Bügelmeßschraube anliegen !

Sind jedoch die Meßdrähte fest verschraubt mit der BMS, so bleibt dieser Luftspalt während der gesamten Messung konstant. Es handelt sich also um den Einfluß einer systematischen Meßabweichung (A_a), die bestimmt und somit der Meßwert (M) korrigiert werden kann.

Diese systematische Meßabweichung kann wie folgt bestimmt werden:

Legen Sie die EMK zwischen die Meßdrähte und schließen Sie die Meßschraube.

Liegt keine Abweichung vor, so müßte an der Anzeigeeinheit der BMS der doppelte Drahtdurchmesser ($2 d_D$) + die Länge der EMK (L_{EMK}) angezeigt werden. Ist dies nicht der Fall, ermitteln Sie das Korrekturmaß.

Lesen Sie dazu den angezeigten Messwert BMS-Ist (Messung mit EMK) ab.

Berechnen Sie den Korrekturwert $A_{a(M)} = (\text{BMS-Ist}) - (2 d_D + L_{EMK})$.

Nehmen Sie nun an unterschiedlichen Stellen des Gewindebolzens 6 Meßwerte auf und berechnen Sie den Mittelwert des Hilfsmaßes M .

Korrigieren Sie den Mittelwert mit dem Korrekturwert : $M_{\text{korrigiert}} = \bar{M} - A_{a(M)}$

Der Flankendurchmesser berechnet sich wie folgt :

$$d_2 = M_{\text{korrigiert}} - d_D \left(1 + \frac{1}{\sin(\alpha/2)} \right) + \frac{P}{2} \cot(\alpha/2)$$

α - Flankenwinkel = 60°
P - Steigung (DIN 13)

4.3 Gewindestufung (Bestimmung des Toleranzfeldes)

Ein Toleranzfeld ist durch seine Größe und seine Lage bestimmt.

Die Größe des Toleranzfeldes T wird über die Gesamtunsicherheit u berechnet und durch eine *Genauigkeitsgrad-Kennzahl* festgelegt.

Die Lage des Toleranzfeldes zur Nulllinie (= Nennmaßdurchmesser) wird durch das *obere Abmaß* A_o berechnet und durch einen *Kennbuchstaben* festgelegt.

Die **Kennzahl** und der **Kennbuchstabe** geben das **Toleranzfeld eines Gewindes** an.

Das Gewinde ist nach ihrem ermitteltem Außendurchmesser d zu stufen (DIN 13) !

Dazu berechnen Sie zuerst entsprechend ihrem Meßwert das tatsächliche Toleranzfeld. Dann wählen Sie aus der DIN 13 ein Toleranzfeld, welches das Toleranzfeld vom Meßwert vollständig überdeckt, d.h. die Abmaße ihres Meßwertes müssen **innerhalb der DIN-Abmaße** liegen.

☞ Auf der folgenden Seite finden Sie eine Beispielrechnung.

- Berechnen Sie die Größe des Toleranzfeldes.

Meßwert

$$T = 2 \cdot |u|$$

DIN

Ermitteln Sie aus der DIN-Tabelle die Kennzahl des Genauigkeitsgrades für das kleinstmögliche Toleranzfeld \Rightarrow DIN 13 Teil 15 / Tabelle 5

- Berechnen Sie das obere Abmaß A_o .

Meßwert

Der Wert kann mit Hilfe der Übersicht auf folgender Seite bestimmt werden.

Entwickeln Sie die Formel selbst.

DIN

Ermitteln Sie aus der DIN-Tabelle die Toleranzlage (Kennbuchstabe a - h).

Es sind mehrere Kennbuchstaben möglich, entscheiden Sie sich für einen.

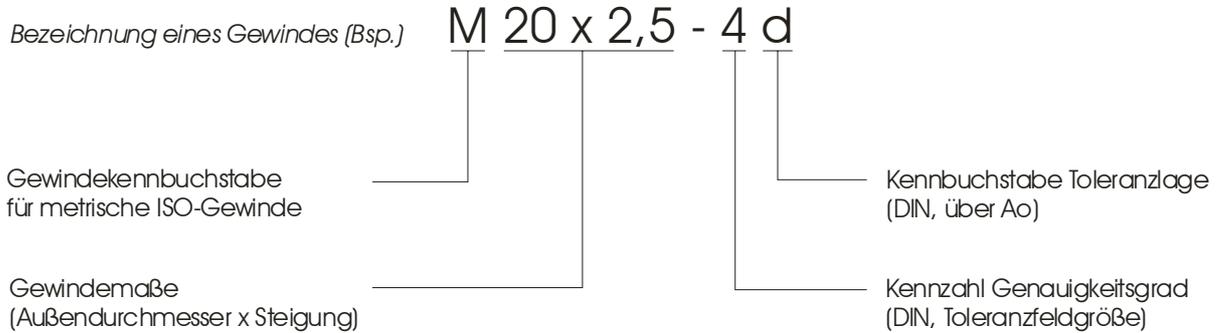
\Rightarrow DIN 13 Teil 15 / Tabelle 2

- Skizzieren Sie die ermittelten Toleranzfelder (Meßwert und DIN).

Es soll nur eine Prinzipskizze (siehe Bild: Toleranzfeldgröße und -lage der Beispielrechnung) gezeichnet werden, d.h. ohne Maßstab, aber vollständig beschriftet.

- Geben Sie die vollständige Bezeichnung des Gewindebolzens nach DIN an !

Gewindestufung nach DIN 13

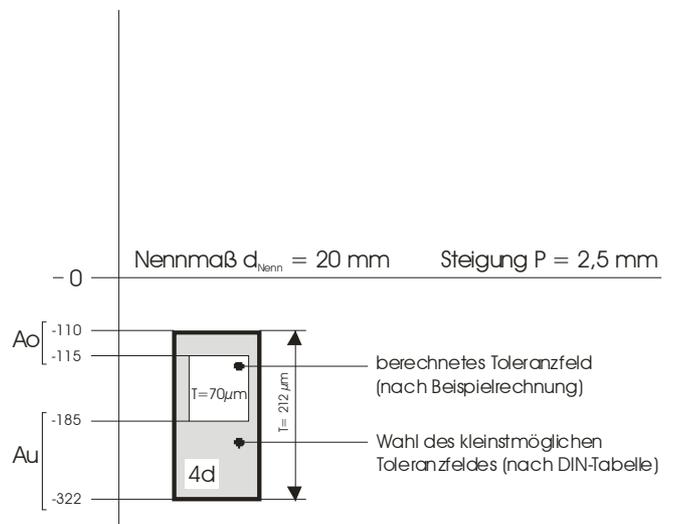
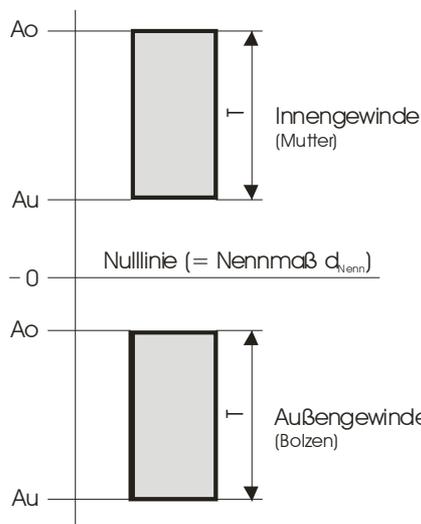


Beispiel : geg. : Gewindebolzen M 20 → $d_{\text{Nenn}} = 20,000 \text{ mm}$, $P = 2,5 \text{ mm}$
 berechn.: **vollständiges Meßergebnis $d = (19,850 \pm 0,035) \text{ mm}$ $(1-\alpha) = 95 \%$**

	nach Meßwert d <small>(Formeln siehe Pkt. 4.3)</small>	nach DIN 13 <small>(Werte aus Tabelle)</small>	Toleranzfeldparameter
T	70 μm	212 μm ⇒	Genauigkeitsgrad 4
A _o	- 115 μm	- 110 μm ⇒	Kennbuchstabe d

Gewindebezeichnung nach DIN 13 : M 20 x 2,5 - 4d ↵

Prinzipskizze :



Allgemeine Darstellung der Toleranzfelder (Größe und Lage)

Toleranzfeldgröße und -lage der Beispielrechnung ↵