

## Aussendurchmesser (Vergleichsmessung)

Autor: Fritz Schwingenschlögl (Fachhochschule Ulm)

Hilfsmittel: ABBE-Komparator / Meßhütchen / Normal-Lehrdorn

Verfahren: Mit dem Normal wird, unter Messbedingungen, zuerst der kleinste Abstand zwischen beiden Meßflächen gesucht. Dieser Zustand wird mit dem Istwert des Normals ge"PRESET"et. Anschließend wird mit dem Prüfling ebenfalls der kleinste Abstand gesucht und die Anzeigendifferenz zum Berechnen des Prüflingdurchmessers verwendet.

Normalbedingte Streuquellen : Temperatur / Längenausdehnungskoeffizient / Reinigung / Unsicherheit des Normals

Verfahrensbedingte Streuquellen: Personal / Reinigung / Temperaturmessung / Längenausdehnungskoeffizient des Prüflings / Temperatur des Prüflings / Abweichung von der Bezugstemperatur

Prüfgerätebedingte Streuquellen : nicht korrigierte, systematische Abweichungen der Maßverkörperung / Meßkraft / Fügegenauigkeit bei Umrüstung ( Parallelität der Meßhütchen)/ Anschluß an einen Standard /

### Modellgleichung:

$$d=Mn+Mp+d_{\text{temperatur}}+fg+d_{\text{paral}};$$

$$d_{\text{temperatur}}=Mp*(ap*(tp-20)-ag*(tg-20));$$

### Liste der Größen:

Größe	Einheit	Definition
d	mm	Durchmesser des Prüflings
Mn	mm	Einstellnormal (Anschlußmaß)
Mp	mm	Prüfmaß
d <sub>temperatur</sub>	mm	temperaturbedingtes Korrekturglied
fg	mm	Gerätefehler
d <sub>paral</sub>	mm	Unsicherheitskomponente durch nicht achssenkrechte Tastflächen
ap	mm/°C	Längenausdehnungskoeffizient des Prüflings
tp	°C	Prüflingstemperatur
ag	mm/°C	Längenausdehnungskoeffizient des Geräts
tg	°C	Gerätetemperatur

**Mn:** Typ B Normalverteilung  
Wert: 30 mm  
Erweiterte Messunsicherheit: 0.00055 mm  
Erweiterungsfaktor: 2

Als Einstellnormal diene ein Gutlehrdorn 30 mm mit dem Prüfzeugnis 432 / DKD-K-05401/04-96

**Mp:** Typ A zusammengefasst  
Mittelwert: -9.9999 mm  
Standardmessunsicherheit: 0.0004 mm  
Freiheitsgrad: 5

**fg:** Typ B Rechteckverteilung  
Wert: 0 mm  
Halbbreite der Grenzen: 0.00056 mm

Siehe hierzu die Untersuchung vom 26. Nov. 1998 am ABBE - waagrecht und die Auswertung der Positionsstreuung  $ABBE_{W.XLS}$ . Dabei ergab sich für den Teilmeßbereich 0 - 35 ein  $u=0,5 + 0,006 \cdot L(\text{mm})$   $\mu$

**d<sub>paral</sub>:** Typ B Rechteckverteilung  
 Wert: 0 mm  
 Halbbreite der Grenzen: 0.0003 mm

Unsicherheit entspricht 2 Interferenzstreifen Problembeschreibung siehe auch : Fertigungsmeßtechnik / Warneke ,Dutschke / Springer-Verlag /Seite 41 oder Leinweber / Taschenbuch der Längenmeßtechnik / Springer-Verlag / Seite 126 / Seite 281

**ap:** Typ B Rechteckverteilung  
 Wert:  $11.5 \cdot 10^{-6} \text{ mm/}^\circ\text{C}$   
 Halbbreite der Grenzen:  $1 \cdot 10^{-6} \text{ mm/}^\circ\text{C}$

**tp:** Typ B Rechteckverteilung  
 Wert: 20.1 °C  
 Halbbreite der Grenzen: 0.1 °C

**ag:** Typ B Rechteckverteilung  
 Wert:  $10 \cdot 10^{-6} \text{ mm/}^\circ\text{C}$   
 Halbbreite der Grenzen:  $1 \cdot 10^{-6} \text{ mm/}^\circ\text{C}$

**tg:** Typ B Rechteckverteilung  
 Wert: 19.9 °C  
 Halbbreite der Grenzen: 0.1 °C

**Zwischenergebnisse:**

Größe	Wert	Std.-Messunsicherheit
d <sub>temperatur</sub>	$-21.500 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$	$8.836 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$

**Messunsicherheits-Budgets:**

**d: Durchmesser des Prüflings**

Größe	Wert	Std.-Messunsicherheit	Verteilung	Sensitivitätskoeffizient	Unsicherheitsbeitrag	Index
Mn	30.0000000 mm	$275.0 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$	Normal	1.0	$270 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$	20.4 %
Mp	-9.9999000 mm	$400.0 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$	Normal	1.0	$400 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$	43.2 %
d <sub>temperatur</sub>	$-21.500 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$	$8.836 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$				
fg	0.0 mm	$323.3 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$	Rechteck	1.0	$320 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$	28.2 %
d <sub>paral</sub>	0.0 mm	$173.2 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$	Rechteck	1.0	$170 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$	8.1 %
ap	$11.5000 \cdot 10^{-6} \text{ mm/}^\circ\text{C}$	$577.4 \cdot 10^{-9} \text{ mm/}^\circ\text{C}$	Rechteck	-1.0	$-580 \cdot 10^{-9} \text{ mm}$	0.0 %
tp	20.10000 °C	0.05774 °C	Rechteck	$-110 \cdot 10^{-6}$	$-6.6 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$	0.0 %
ag	$10.0000 \cdot 10^{-6} \text{ mm/}^\circ\text{C}$	$577.4 \cdot 10^{-9} \text{ mm/}^\circ\text{C}$	Rechteck	-1.0	$-580 \cdot 10^{-9} \text{ mm}$	0.0 %
tg	19.90000 °C	0.05774 °C	Rechteck	$100 \cdot 10^{-6}$	$5.8 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$	0.0 %
d	20.0000785 mm	$608.5 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$				

**Ergebnisse:**

Größe	Wert	Erw.-Mess- unsicherheit	Erweiter- ungsfaktor	Überdeckungs- wahrscheinlichkeit
d	20.0001 mm	$1.3 \cdot 10^{-3}$ mm	2.11	95% (t-Tabelle 95.45%)