

Aussendurchmesser (Absolutmessung)

Autor: Fritz Schwingenschlögl (Fachhochschule Ulm)

Hilfsmittel: ABBE-Komparator / Meßhütchen /

Verfahren: Das Meßgerät wird bei zusammengeführten Pinolen ge"NULLT". Anschließend wird bei eingelegtem Prüfling der kürzeste Abstand zwischen den Meßflächen gesucht. Die Anzeigendifferenz entspricht dem Istdurchmesser.

Normalbedingte Streuquellen : Fehlergrenzen des Maßstabes / Unzulänglichkeiten beim Anbau (Verspannung / Fluchtung / verletzung des Komparatorprinzips)

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

Prüfgerätebedingte Streuquellen : Meßkraft / Fügegenauigkeit bei Umrüstung (Parallelität der Meßhütchen)/

Modellgleichung:

$$d=A1-A0+d_{abplattung}+d_{temperatur}+fg+d_{paral};$$

$$d_{abplattung}=2*0.0469*Kraft/l_{tast}/exp(1/3*ln(Mp))/1000;$$

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

Liste der Größen:

Größe	Einheit	Definition
d	mm	Durchmesser des Prüflings
A1	mm	Ablesung mit Prüfling
A0	mm	Ablesung bei zusammengeführten Pinolen (Nullpunkt)
d _{abplattung}	mm	meßkraft bedingtes Korrekturglied
d _{temperatur}	mm	temperaturbedingtes Korrekturglied
fg	mm	Gerätefehler
d _{paral}	mm	Unsicherheitskomponente durch nicht achssenkrechte Tastflächen
Kraft	N	Meßkraft
l _{tast}	mm	Berührungslänge Tastelement - Prüfling (= Durchmesser der Tasthütchen)
Mp	mm	Prüfmaß
ap	mm/°C	Längenausdehnungskoeffizient des Prüflings
tp	°C	Prüflingstemperatur
ag	mm/°C	Längenausdehnungskoeffizient des Geräts
tg	°C	Gerätetemperatur

A1:

Typ A
 Methode der Beobachtung: Direkt
 Anzahl der Beobachtungen: 10

Nr.	Beobachtung
1	20.0001 mm
2	20.0003 mm
3	20.0002 mm
4	20.0000 mm
5	19.9999 mm
6	19.9998 mm
7	20.0004 mm
8	20.0001 mm
9	20.0001 mm
10	20.0000 mm

Arithmetischer Mittelwert: 20.00009000 mm
 Standardabweichung der Einzelbeobachtung: $180 \cdot 10^{-6}$ mm
 Standardabweichung des Mittelwerts: $56.67 \cdot 10^{-6}$ mm
 Freiheitsgrad: 9

A0:

Typ A
 Methode der Beobachtung: Direkt
 Anzahl der Beobachtungen: 10

Nr.	Beobachtung
1	0 mm
2	0.0002 mm
3	0.0001 mm
4	0.0001 mm
5	0.0003 mm
6	0.0000 mm
7	0.0001 mm
8	0.0002 mm
9	0.0002 mm
10	0.0001 mm

Arithmetischer Mittelwert: $130.00 \cdot 10^{-6}$ mm
 Standardabweichung der Einzelbeobachtung: $95 \cdot 10^{-6}$ mm
 Standardabweichung des Mittelwerts: $30.00 \cdot 10^{-6}$ mm
 Freiheitsgrad: 9

d_{abplattung}: Zwischenergebnis

Die Formel für die Abplattungskorrektur wurde für einen Zylinder zwischen zwei Ebenen berechnet und stammt aus : Fertigungsmeßtechnik / Warneke ,Dutschke / Springer-Verlag /Seite 42 oder Leinweber / Taschenbuch der Längenmeßtechnik / Springer-Verlag / Seite 141

fg: Typ B Rechteckverteilung
 Wert: 0 mm
 Halbbreite der Grenzen: 0.0012 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 Gesamtmeßbereich ein $u=1,2 \mu$

d_{paral}: 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

Kraft: Typ B Rechteckverteilung
 Wert: 2 N
 Halbbreite der Grenzen: 0.5 N

l_{tast}: Typ B Rechteckverteilung
 Wert: 7 mm
 Halbbreite der Grenzen: 0.01 mm

Mp: Typ B Rechteckverteilung
 Wert: 20.0001 mm
 Halbbreite der Grenzen: 0.0005 mm

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.-Mess-unsicherheit
d _{abplattung}	$9.873 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$	$1.425 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$
d _{temperatur}	$43.00 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$	$17.67 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$

Messunsicherheits-Budgets:

d: Durchmesser des Prüflings

Größe	Wert	Std.-Mess-unsicherheit	Verteilung	Sensitivitäts-koeffizient	Unsicherheitsbeitrag	Index
A1	20.00009000 mm	$56.67 \cdot 10^{-6}$ mm	Normal	1.0	$57 \cdot 10^{-6}$ mm	0.6 %
A0	$130.00 \cdot 10^{-6}$ mm	$30.00 \cdot 10^{-6}$ mm	Normal	-1.0	$-30 \cdot 10^{-6}$ mm	0.2 %
d _{abplattung}	$9.873 \cdot 10^{-6}$ mm	$1.425 \cdot 10^{-6}$ mm				
d _{temperatur}	$43.00 \cdot 10^{-6}$ mm	$17.67 \cdot 10^{-6}$ mm				
fg	0.0 mm	$692.8 \cdot 10^{-6}$ mm	Rechteck	1.0	$690 \cdot 10^{-6}$ mm	93.3 %
d _{paral}	0.0 mm	$173.2 \cdot 10^{-6}$ mm	Rechteck	1.0	$170 \cdot 10^{-6}$ mm	5.8 %
Kraft	2.0000 N	0.2887 N	Rechteck	$4.9 \cdot 10^{-6}$	$1.4 \cdot 10^{-6}$ mm	0.0 %
l _{last}	7.000000 mm	$5.774 \cdot 10^{-3}$ mm	Rechteck	$-1.4 \cdot 10^{-6}$	$-8.1 \cdot 10^{-9}$ mm	0.0 %
Mp	20.0001000 mm	$288.7 \cdot 10^{-6}$ mm	Rechteck	$2.0 \cdot 10^{-6}$	$570 \cdot 10^{-12}$ mm	0.0 %
ap	$11.5000 \cdot 10^{-6}$ mm/°C	$577.4 \cdot 10^{-9}$ mm/°C	Rechteck	2.0	$1.2 \cdot 10^{-6}$ mm	0.0 %
tp	20.10000 °C	0.05774 °C	Rechteck	$230 \cdot 10^{-6}$	$13 \cdot 10^{-6}$ mm	0.0 %
ag	$10.0000 \cdot 10^{-6}$ mm/°C	$577.4 \cdot 10^{-9}$ mm/°C	Rechteck	2.0	$1.2 \cdot 10^{-6}$ mm	0.0 %
tg	19.90000 °C	0.05774 °C	Rechteck	$-200 \cdot 10^{-6}$	$-12 \cdot 10^{-6}$ mm	0.0 %
d	20.0000129 mm	$717.2 \cdot 10^{-6}$ mm				

Ergebnisse:

Größe	Wert	Erw.-Mess-unsicherheit	Erweiterungsfaktor	Überdeckungswahrscheinlichkeit
d	20.0000 mm	$1.4 \cdot 10^{-3}$ mm	2.00	95% (t-Tabelle 95.45%)