

Winkelmessung mit dem MKG

Autor: Fritz Schwingenschlögl (Fachhochschule Ulm)

Hilfsmittel : MKG / Winkelnormal / GEOPAK - Software

Verfahren : Um die Unsicherheit der Winkelmessung auf dem MKG ermitteln zu können, wird eine Normalwinkel an verschiedenen, für die Winkelmessung typischen Meßorten im Arbeitsvolumen, mit je einer Meßreihe vermessen. Aus der mittleren Abweichung vom Sollwinkel läßt sich der systematische Abweichungsanteil, aus dem Streuen der Einzelmeßwerte der zufällige Anteil des Meßverfahrens berechnen.

Normalbedingte Streuquellen : Ebenheit der Basisfläche / Geradheit der langen Schenkellinien / Abweichungen vom Sollwert /

Verfahrensbedingte Streuquellen: Personal / Umwelt / Antaststrategie / Anzahl der Meßpunkte /

Prüfgerätebedingte Streuquellen : Maßverkörperung / Anschluß an einen Standard /

Modellgleichung:

$$\text{SYS}_{\text{Ab}} = (W1+W2+W3)/3 - 90 + d_{\text{Normal}};$$

$$d_{\text{Normal}} = \text{Uns};$$

Liste der Größen:

Größe	Einheit	Definition
SYS_{Ab}	deg	mittlere, systematische Abweichung der Winkelmessung
W1	deg	Winkel in Meßposition 1(links)
W2	deg	Winkel in Meßposition 2(mitte)
W3	deg	Winkel in Meßposition 3 (rechts)
d_{Normal}	deg	Korrekturglied, bedingt durch das Normal
Uns	deg	Systematische Abweichung des Normals

W1:

Typ A

Methode der Beobachtung: Direkt

Anzahl der Beobachtungen: 5

Nr.	Beobachtung
1	90.004444 deg
2	90.005 deg
3	90.005 deg
4	90.003055 deg
5	90.00666 deg

Arithmetischer Mittelwert: 90.0048318 deg

Standardabweichung der Einzelbeobachtung: $1,3 \cdot 10^{-3}$ deg

Standardabweichung des Mittelwerts: $579,1 \cdot 10^{-6}$ deg

Freiheitsgrad: 4

W2:

Typ A

Methode der Beobachtung: Direkt

Anzahl der Beobachtungen: 5

Nr.	Beobachtung
1	90.003055 deg
2	90.003611 deg
3	90.003888 deg
4	90.0044166 deg
5	90.0025 deg

Arithmetischer Mittelwert: 90.0034941 deg

Standardabweichung der Einzelbeobachtung: $740 \cdot 10^{-6}$ degStandardabweichung des Mittelwerts: $331.7 \cdot 10^{-6}$ deg

Freiheitsgrad: 4

W3:

Typ A

Methode der Beobachtung: Direkt

Anzahl der Beobachtungen: 5

Nr.	Beobachtung
1	90.001944 deg
2	90.001944 deg
3	90.002777 deg
4	90.001388 deg
5	90.0025 deg

Arithmetischer Mittelwert: 90.0021106 deg

Standardabweichung der Einzelbeobachtung: $540 \cdot 10^{-6}$ degStandardabweichung des Mittelwerts: $242.2 \cdot 10^{-6}$ deg

Freiheitsgrad: 4

Uns:

Typ B Rechteckverteilung

Wert: 0.0001317 deg

Halbbreite der Grenzen: 0.0001661 deg

Laut DKD - Protokoll besitzt der Normalwinkel in 340 mm Höhe eine Abweichung von $-0.8 \mu\text{m}$ gegenüber dem Basispunkt. Der Winkel laut DKD - Stelle zu klein. Daher ist der Korrekturwert mit positivem Vorzeichen zu versehen

Zwischenergebnisse:

Größe	Wert	Std.-Mess-unsicherheit
d_{Normal}	$131.70 \cdot 10^{-6}$ deg	$95.90 \cdot 10^{-6}$ deg

Messunsicherheits-Budgets:**SYS_{Ab}:** mittlere, systematische Abweichung der Winkelmessung

Größe	Wert	Std.-Mess-unsicherheit	Verteilung	Sensitivitäts-koeffizient	Unsicherheitsbeitrag	Index
W1	90.0048318 deg	$579.1 \cdot 10^{-6}$ deg	Normal	0.33	$190 \cdot 10^{-6}$ deg	57.1 %
W2	90.0034941 deg	$331.7 \cdot 10^{-6}$ deg	Normal	0.33	$110 \cdot 10^{-6}$ deg	18.8 %
W3	90.0021106 deg	$242.2 \cdot 10^{-6}$ deg	Normal	0.33	$81 \cdot 10^{-6}$ deg	10.0 %
d _{Normal}	$131.70 \cdot 10^{-6}$ deg	$95.90 \cdot 10^{-6}$ deg				
Uns	$131.70 \cdot 10^{-6}$ deg	$95.90 \cdot 10^{-6}$ deg	Rechteck	1.0	$96 \cdot 10^{-6}$ deg	14.1 %
SYS _{Ab}	$3.6105 \cdot 10^{-3}$ deg	$255.3 \cdot 10^{-6}$ deg				

Ergebnisse:

Größe	Wert	Erw.-Mess-unsicherheit	Erweiterungsfaktor	Überdeckungswahrscheinlichkeit
SYS _{Ab}	$3.61 \cdot 10^{-3}$ deg	$580 \cdot 10^{-6}$ deg	2.28	95% (t-Tabelle 95.45%)