

Beispiel 1

Druckdatum: 11.10.2005

Erstellt durch: Ursula Meiler
 Grundlage: VDA Band 5: Prüfprozesseignung (1. Auflage 2003)

Ausgabe: Oktober 2005

Revision: 2

1. Prüfprozessbeschreibung

Bei der Kolbenherstellung ist im Rahmen der Maschineneinstellung bzw. der Fertigungsprüfung der Wanddickenunterschied am Kolbenschaft in Druck und Gegendruck-Richtung zu prüfen.

Für eine Wanddicke von 2,5 mm beträgt z.B. die Toleranz für den Wanddickenunterschied nach Zeichnung 0,6mm ($\pm 0,3$ mm).

Geprüft wird die Wanddicke mit einem digitalen Messschieber.

Der Grenzwert $G_{pp} = 0,2$ für die Toleranzklasse IT 16 muss eingehalten werden.

2. Messtechnische Anforderungen an das Prüfmittel und den Prüfprozess

2.1 Angaben zu den messtechnischen Anforderungen an das Prüfmittel

Merkmal:	Wanddickenunterschied	Nennwert:	2,5 mm
Teil:	-		
Oberer Grenzwert:	2,80 mm	Toleranz:	0,6 mm
Unterer Grenzwert:	2,20 mm	zu berücksichtigende Toleranz:	mm
Stichprobenumfang:	1		
Prüfmittel:	universell einsetzbare digitale Messschieber nach DIN 862	Identnr.:	-
Skalenteilungswert:	mm	Auflösung:	0,01 mm
Messbereich:	0 - 150 mm	verwendet bis maximal:	100 mm
Fehlergrenze α für den verwendeten Messbereich:	0,02 mm		

2.2 Anforderungen $\frac{\text{Auflösung}}{\text{Toleranz}} \cdot 100 \leq 5,00\%$ **G_{PP}: 0,20** (Toleranzklasse 11-17)

3. Prüfmittelverwendbarkeit

3.3.1 Auflösung

Auflösung (%) = 1,67% **Das Prüfmittel hat für die Messaufgabe eine ausreichende Auflösung.**

3.3.2 Wiederholbarkeit wird nicht separat betrachtet.

3.3.3 Systematische Abweichungen wird nicht separat betrachtet

3.3.4 Unsicherheitsbudget des Prüfmittels

Die kombinierte Standardunsicherheit des Prüfmittels wird aus der Fehlergrenze berechnet.

	Standardunsicherheit (Benennung)	Methode	Verteilung	Anzahl Mess.	Grenzwert a	Verteilungsfaktor b	Standardunsicherheit $u(x)_i$
	$u(x)_i$	A/B		n	[μm]		[μm]
Prüfmittel	$u_{PM} = a \cdot b$	B	Rechteckverteilung	--	20,00	0,6	12,00
Kombinierte Standardunsicherheit $u_{PM} = \sqrt{u_{Kal}^2 + u_W^2 + u_{Syst}^2 + u_{Just}^2}$							12,00

$T_{min} = 0,36 \text{ mm} \leq T = 0,60 \text{ mm}$ Prüfmittelspezifikation nachgewiesen? **JA**

4. Prüfprozeesseignung

4.1 Temperatureinfluss - Relativmessung

Es wird davon ausgegangen, dass die zu prüfenden Teile sowie Unter der Annahme, dass es in den zu prüfenden Teilen keine Temperatur nicht ändert, hat die Temperatur keinen nennenswerten

das Messgerät die gleiche Umgebungstemperatur haben. Temperaturunterschiede gibt und sich während der Prüfung die Einfluss auf das zu prüfende Merkmal.

$$a = |\Delta L| + 2 \cdot u_{\text{Rest}} = 0,000 \mu\text{m}$$

4.2 Prüfobjekteinfluss

Bei einen auf Umgebungstemperatur temperierten Kolben wurde in festgelegter Orientierung die Wanddicke bestimmt.

Messung Nr.	Wert 1 [mm]	Wert 2 [mm]	Δ [mm]
1	2,39	2,35	0,04
2	2,37	2,36	0,01
3	2,38	2,34	0,04
4	2,39	2,33	0,06
5	2,38	2,35	0,03
6	2,40	2,34	0,06
7	2,43	2,36	0,07
8	2,40	2,34	0,06
9	2,41	2,36	0,05
10	2,40	2,35	0,05
11	2,41	2,38	0,03
12	2,41	2,37	0,04
13	2,37	2,36	0,01
14	2,37	2,34	0,03
15	2,39	2,35	0,04
16	2,40	2,36	0,04
17	2,43	2,37	0,06
18	2,44	2,38	0,06
19	2,40	2,35	0,05
20	2,40	2,36	0,04
21	2,41	2,39	0,02
22	2,40	2,37	0,03
23	2,42	2,36	0,06
24	2,36	2,33	0,03
25	2,36	2,35	0,01

Die Prüfung soll mit einem Stichprobenumfang $n = 1$ durchgeführt werden.

	\bar{x}_{bar}	s
Wert 1	2,397 mm	0,02135 mm
Wert 2	2,356 mm	0,01528 mm
Δ	0,041 mm	0,01730 mm

$$s_{\text{Objekt}} = 0,02135 \text{ mm}$$

4.2 Bedienerinfluß

Messung	Bediener 1	Bediener 2	Bediener 3
1	0,04	0,02	0,02
2	0,04	0,03	0,05
3	0,07	0,03	0,04
4	0,05	0,06	0,03
5	0,02	0,04	0,01
6	0,03	0,05	0,02
7	0,05	0,04	0,03
8	0,04	0,05	0,04
9	0,01	0,04	0,02
10	0,04	0,05	0,04
\bar{x}	0,039	0,041	0,030

$$R_{\text{Bediener}} = 0,011 \text{ mm}$$

$$s_{\text{Bediener}} = 0,00586 \text{ mm}$$

4.3 Unsicherheitsbudget des Prüfprozesses

	Standardunsicherheit (Benennung) $u(x)_i$	Methode A/B	Verteilung	Anzahl Mess. n	Grenzwert a [μm]	Verteilungsfaktor b	Standardunsicherheit $u(x)_i$ [μm]
Prüfmittel	u_{PM}	B	--	--	--	--	12,00
Prüfprozess	u_{Objekt}	A	--	50	--	--	21,35
	u_{Bediener}	B	Rechteckverteilung	3 x 10	--	0,6	3,30
	u_{Temp}	B	Rechteckverteilung	--	0,00	0,6	0,00
Kombinierte Standardunsicherheit $u_{\text{PP}} = \sqrt{\sum_{i=1}^k u(x)_i^2}$							24,72
Erweiterte Messunsicherheit $U = k \cdot u_{\text{PP}} = 2 \cdot u_{\text{PP}}$							49,43
Prüfprozess geeignet?		JA	$G_{\text{PP}} = 2 \cdot U / T_{\text{min}} = 0,20$		\geq	$g_{\text{PP}} = 2 \cdot U / T =$	0,16

5. Übereinstimmung bzw. Nichtübereinstimmung mit Spezifikationen

5.1 Lineare Berücksichtigung der Messunsicherheit (bei zweiseitiger Toleranzbegrenzung)

5.1.1	Übereinstimmungsbereich für den Hersteller	T' =	0,50	bzw.	± 0,25 mm
			2,25	bis	± 2,75 mm
5.1.2	Übereinstimmungsbereich für den Abnehmer	T' =	0,70	bzw.	± 0,35 mm
			2,15	bis	± 2,85 mm

5.2 Quadratische Berücksichtigung der Messunsicherheit (bei zweiseitiger Toleranzbegrenzung, unter Voraussetzung normalverteilter Messwerte)

5.2.1	Übereinstimmungsbereich für den Hersteller	T' =	0,592	bzw.	± 0,296 mm
			2,204	bis	± 2,796 mm
5.2.2	Übereinstimmungsbereich für den Abnehmer	T' =	0,608	bzw.	± 0,304 mm
			2,196	bis	± 2,804 mm

Anmerkung:

Erstellt durch: Ursula Meiler
 Grundlage: VDA Band 5: Prüfprozesseignung (1. Auflage 2003)

Ausgabe: Oktober 2005

Revision: 2

1. Prüfprozessbeschreibung

Messung eines Bauteiles (Blechteil) auf einem CNC-Koordinatenmessgerät (KMG). Das Bauteil wird im Messbereich des KMG fixiert, mit Hilfe eines Ausrichtprogramms rechnerisch ausgerichtet und anschließend mittels eines Messprogramms gemessen.
 Ein Tasterwechsel bzw. Tasterschwenk mit dem Dreh-/Schwenkkopf des KMG ist bei dieser Messaufgabe nicht erforderlich. Als Messaufgabe wird für dieses Blechteil der Abstand zweier Bohrungen (l = 400 mm) als Funktionsmaß definiert.

2. Messtechnische Anforderungen an das Prüfmittel und den Prüfprozess

2.1 Angaben zu den messtechnischen Anforderungen

Merkmal: Bohrabstand Nennwert: 400,000 mm
 Teil: Blechteil
 Oberer Grenzwert: 400,500 mm Toleranz: 1,000 mm zu berücksichtigende Toleranz: mm
 Unterer Grenzwert: 399,500 mm
 Stichprobenumfang: 1
 Prüfmittel: CNC-Koordinatenmessgerät Identnr.: -
 Skalenteilungswert: mm Auflösung: 0,001 mm
 Erweiterte Kalibrierunsicherheit: $U_{kal} = 4,0 \mu m$ $k_{kal} = 2$
 Gesamtabweichungsspanne f_{ges} : 64 μm Abweichungsspanne f_e : μm

2.2 Anforderungen $\frac{\text{Auflösung}}{\text{Toleranz}} \cdot 100 \leq 5,00\%$ **G_{PP}: 0,30** (Toleranzklasse 7-10)

3. Prüfmittelverwendbarkeit

3.3.1 Auflösung

Auflösung (%) = 0,10% Das Prüfmittel hat für die Messaufgabe eine ausreichende Auflösung.

3.3.2 Wiederholbarkeit wird nicht separat betrachtet.

3.3.3 Systematische Abweichungen wird berechnet.

3.3.4 Unsicherheitsbudget des Prüfmittels

Die kombinierte Standardunsicherheit des Prüfmittels wird aus der Fehlergrenze berechnet.

	Standardunsicherheit (Benennung) $u(x)_i$	Methode A/B	Verteilung	Anzahl Mess. n	Grenzwert a [μm]	Verteilungs- faktor b	Standardunsicherheit $u(x)_i$ [μm]
Prüfmittel	u_{kal}	Zertifikat		--	--	--	2,00
	$u_{sys} = a \cdot b$	B	Rechteckverteilung	--	64,00	0,6	38,40
Kombinierte Standardunsicherheit $u_{PM} = \sqrt{u_{kal}^2 + u_W^2 + u_{syst}^2 + u_{just}^2}$							38,45

$T_{min} = 0,7690 \text{ mm} \leq T = 1,000 \text{ mm}$ Prüfmittelspezifikation nachgewiesen? JA

4. Prüfprozesseignung

4.1 Temperatureinfluss - Allgemeine Berechnung

Referenzlänge, Nennwert : 400,000 mm
 Temperaturabweichung des Werkstückes von 20°C : 10 °C
 Temperaturabweichung des Normals von 20°C : 1,0 °C

Werkstoff des Werkstückes: Stahl Wärmeausdehnungskoeffizient $\alpha = 1,15E-05$ [1/K]
 Werkstoff des Normals: Stahl Wärmeausdehnungskoeffizient $\alpha = 1,15E-05$ [1/K]
 $\Delta L = 42,872 \mu m$ $u = 8,066 \mu m$

$a = |\Delta L| + 2 \cdot u_{Rest} = 59,0 \mu m$

4.2 Prüfbjekteinfluss wird nicht separat betrachtet

4.2 Bedienerinfluß

Messung	Bediener 1	Bediener 2	Bediener 3
1	400,00	400,22	
2	400,01	399,99	
3	399,96	400,00	
4	400,40	400,24	
5	399,98	400,05	
6	400,00	400,13	
7	400,02	400,07	
8	400,01	400,01	
9	400,02	400,07	
10	399,95	399,99	
\bar{x}	400,035	400,077	

$R_{\text{Bediener}} = 0,042$

$S_{\text{Bediener}} = 0,02970$

4.3 Unsicherheitsbudget des Prüfprozesses

	Standard-unsicherheit (Benennung) $u(x)_i$	Methode A/B	Verteilung	Anzahl Mess. n	Grenzwert a [μm]	Verteilungsfaktor b	Standardunsicherheit $u(x)_i$ [μm]
Prüfmittel	u_{PM}	B	--	--	--	--	38,45
Prüfprozess	$u_{\text{Bediener+Objekt}}$	B	Rechteckverteilung	2 x 10	--	0,6	12,60
	u_{Kal_s} (aus Überwachung)	B	Rechteckverteilung		4	0,6	2,40
	u_{Temp}	B	Rechteckverteilung	--	59,00	0,6	35,40
Kombinierte Standardunsicherheit $u_{PP} = \sqrt{\sum_{i=1}^k u(x)_i^2}$							53,82
Erweiterte Messunsicherheit $U = k \cdot u_{PP} = 2 \cdot u_{PP}$							107,64
Prüfprozess geeignet? JA $G_{PP}=2 \cdot U/T_{\min} = 0,30$ \geq $g_{PP}=2 \cdot U/T =$							0,22

5. Übereinstimmung bzw. Nichtübereinstimmung mit Spezifikationen

5.1 Lineare Berücksichtigung der Messunsicherheit (bei zweiseitiger Toleranzbegrenzung)

- 5.1.1 Übereinstimmungsbereich für den Hersteller $T' = 0,78$ bzw. $\pm 0,39$ mm
399,608 bis 400,392 mm
- 5.1.2 Übereinstimmungsbereich für den Abnehmer $T' = 1,22$ bzw. $\pm 0,61$ mm
399,392 bis 400,608 mm

5.2 Quadratische Berücksichtigung der Messunsicherheit (bei zweiseitiger Toleranzbegrenzung, unter Voraussetzung normalverteilter Messwerte)

- 5.2.1 Übereinstimmungsbereich für den Hersteller $T' = 0,98$ bzw. $\pm 0,49$ mm
399,488 bis 400,488 mm
- 5.2.2 Übereinstimmungsbereich für den Abnehmer $T' = 1,02$ bzw. $\pm 0,51$ mm
399,512 bis 400,512 mm

Anmerkung:

Erstellt durch: Ursula Meiler
 Grundlage: VDA Band 5: Prüfprozesseignung (1. Auflage 2003)

Ausgabe: Oktober 2005

Revision: 2

1. Prüfprozessbeschreibung

Beispiel 4 (VDA-Band 5 - Anhang 9)
 Prüfen von Bolzenbohrungen mit Hilfe eines Bolzenbohrungsmessgerätes.

2. Messtechnische Anforderungen an das Prüfmittel

2.1 Angaben zu den messtechnischen Anforderungen an das Prüfmittel

Merkmal: Bolzenbohrungsdurchmesser Nennwert: 30,0055 mm
 Teil: -
 Oberer Grenzwert: 30,0080 mm Toleranz: 0,005 mm zu berücksichtigende Toleranz: mm
 Unterer Grenzwert: 30,0030 mm
 Stichprobenumfang: 1
 Prüfmittel: Bolzenbohrungsmessgerät für Bolzen Identnr.: -
 Skalenteilungswert: mm Auflösung: 0,0001 mm
 Messbereich: 0 - 30 mm
 Erweiterte Kalibrierunsicherheit: $U_{kal} = 0,0260 \mu m$ $k_{kal} = 3$

2.2 Anforderungen $\frac{\text{Auflösung}}{\text{Toleranz}} \cdot 100 \leq 5\%$ $G_{PP}: 0,40$ (Toleranzklasse 2 - 6)

3. Prüfmittelverwendbarkeit

3.1 Auflösung

Auflösung (%) = 2,00% **Das Prüfmittel hat für die Messaufgabe eine ausreichende Auflösung.**

3.2 Wiederholbarkeit

1: 30,0075	6: 30,0076	11: 30,0076	16: 30,00760	21: 30,0077
2: 30,0075	7: 30,0076	12: 30,0075	17: 30,00760	22: 30,0075
3: 30,0077	8: 30,0075	13: 30,0076	18: 30,00760	23: 30,0076
4: 30,0075	9: 30,0076	14: 30,0075	19: 30,00760	24: 30,0076
5: 30,0076	10: 30,0076	15: 30,0077	20: 30,00760	25: 30,0077

$s_n = 0,0000666 \text{ mm}$ $u_W = s_n \cdot \sqrt{n^*} = 0,067 \mu m$ $n^* = 1$

3.3 Systematische Abweichungen

Messung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	\bar{x}_{bar}
Normal 1	30,0075	30,0075	30,0077	30,0075	30,0076	30,0076	30,0076	30,0075	30,0076	30,0076	30,00757
Normal 2	30,0050	30,0051	30,0051	30,0050	30,0052	30,0051	30,0050	30,0051	30,0051	30,0052	30,00509
Normal 3	30,0025	30,0024	30,0024	30,0023	30,0025	30,0024	30,0023	30,0023	30,0024	30,0024	30,00239

Nennwert Normal 1 30,0076 mm $e_o = 0,00003 \text{ mm}$
 Nennwert Normal 2 30,0050 mm $e_M = 0,00009 \text{ mm}$
 Nennwert Normal 3 30,0025 mm $e_U = 0,00011 \text{ mm}$

3.4 Unsicherheitsbudget des Prüfmittels

Die kombinierte Standardunsicherheit des Prüfmittels wird über die Kalibrierunsicherheit und Wiederholbarkeit berechnet.

	Standardunsicherheit (Benennung) $u(x)_i$	Methode A/B	Verteilung	Anzahl Mess. n	Grenzwert a [μm]	Verteilungsfaktor b	Standardunsicherheit $u(x)_i$ [μm]
Prüfmittel	u_{kal}	Zertifikat		--	--	--	0,009
	$u_W = s_n \cdot \sqrt{n^*}$	A	Normalverteilung	25	--	--	0,067
	$u_{sys} = a \cdot b$	A	Rechteckverteilung	3x10	0,11	0,6	0,066
Kombinierte Standardunsicherheit $u_{PM} = \sqrt{u_{kal}^2 + u_W^2 + u_{syst}^2 + u_{just}^2}$							0,094

$T_{min} = 1,41 \mu m \leq T = 5,00 \mu m$ Prüfmittelspezifikation nachgewiesen? **JA**

4. Prüfprozesseignung

4.1 Temperatureinfluss - Allgemeine Berechnung

Referenzlänge, Nennwert : 30,006 mm
 Temperaturabweichung des Werkstückes von 20°C : 0,8 °C
 Temperaturabweichung des Normals von 20°C : -0,8 °C
 Werkstoff des Werkstückes: Kolben Wärmeausdehnungskoeffizient $\alpha = 2,10E-05$ [1/K]
 Werkstoff des Normals: Stahl Wärmeausdehnungskoeffizient $\alpha = 1,15E-05$ [1/K]
 ohne Berücksichtigung der Unsicherheiten aus Temperaturmessung: $a = 0,7801 \mu\text{m}$

4.2 Messungsergebnisse

Messung Nr	Bediener 1			Bediener 2			Bediener 3		
	x ₁	x ₂	R	x ₁	x ₂	R	x ₁	x ₂	R
1	30,0054	30,0055	0,0001	30,0057	30,0058	0,0001	30,0058	30,0057	0,0001
2	30,0056	30,0058	0,0002	30,0059	30,0054	0,0005	30,0057	30,0058	0,0001
3	30,0053	30,0054	0,0001	30,0055	30,0055	0,0000	30,0056	30,0059	0,0003
4	30,0041	30,0042	0,0001	30,0043	30,0044	0,0001	30,0045	30,0042	0,0003
5	30,0051	30,0053	0,0002	30,0055	30,0049	0,0006	30,0052	30,0049	0,0003
6	30,0050	30,0052	0,0002	30,0054	30,0055	0,0001	30,0055	30,0053	0,0002
7	30,0049	30,0050	0,0001	30,0049	30,0052	0,0003	30,0051	30,0051	0,0000
8	30,0053	30,0056	0,0003	30,0057	30,0059	0,0002	30,0058	30,0057	0,0001
9	30,0054	30,0055	0,0001	30,0056	30,0057	0,0001	30,0054	30,0056	0,0002
10	30,0057	30,0058	0,0001	30,0059	30,0061	0,0002	30,0057	30,0061	0,0004
\bar{x}	30,00526		0,00015	30,00544		0,00022	30,00543		0,00020

Unsicherheit Messmittel

Anzahl Wiederholungen k = 2

Anzahl Prüfer = 3

$\bar{R} = 0,00019 \text{ mm}$

$u_{MM} = \frac{\bar{R}}{k_1} = 0,1684 \mu\text{m}$

Unsicherheit Prüfer

$x_{Diff} = \bar{x}_{MAX} - \bar{x}_{MIN} = 0,000185 \text{ mm}$

$u_{Prüf} = \sqrt{\left(\frac{x_{Diff}}{k_2}\right)^2 - \frac{u_{MM}^2}{k \cdot n}} = 0,0892 \mu\text{m}$

4.3 Unsicherheitsbudget des Prüfprozesses

	Standard-unsicherheit (Benennung) $u(x)_i$	Methode A/B	Verteilung	Anzahl Mess. n	Grenzwert a [μm]	Verteilungsfaktor b	Standardunsicherheit $u(x)_i$ [μm]
Prüfmittel	$u_{PM} = \sqrt{u_{Kal}^2 + u_{Syst}^2 + u_{Just}^2}$	B	--	--	--	--	0,0666
Prüfprozess	u_{MM}	A	--	3 x 10 x 2	--	--	0,1684
	$u_{Prüf}$	A	--	3 x 10 x 2	--	--	0,0892
	u_{Temp}	B	Rechteckverteilung	--	0,7801	0,6	0,4681
Kombinierte Standardunsicherheit			$u_{PP} = \sqrt{\sum_{i=1}^k u(x)_i^2}$				0,5098
Erweiterte Messunsicherheit			$U = k \cdot u_{PP} = 2 \cdot u_{PP}$				1,0195
Prüfprozess geeignet?			NEIN	$G_{PP} = 2 \cdot U / T_{min} = 0,40$	<	$g_{PP} = 2 \cdot U / T = 0,41$	

5. Übereinstimmung bzw. Nichtübereinstimmung mit Spezifikationen

5.1 Lineare Berücksichtigung der Messunsicherheit (bei zweiseitiger Toleranzbegrenzung)

5.1.1 Übereinstimmungsbereich für den Hersteller $T' = 0,0030$ bzw. $\pm 0,0015 \text{ mm}$
 30,0040 bis 30,0070 mm

5.1.2 Übereinstimmungsbereich für den Abnehmer $T' = 0,0070$ bzw. $\pm 0,004 \text{ mm}$
 30,0030 bis 1,0000 mm

5.2 Quadratische Berücksichtigung der Messunsicherheit (bei zweiseitiger Toleranzbegrenzung, unter Voraussetzung normalverteilter Messwerte)

5.2.1 Übereinstimmungsbereich für den Hersteller $T' = 0,0046$ bzw. $\pm 0,0023 \text{ mm}$
 30,0032 bis 30,0078 mm

5.2.2 Übereinstimmungsbereich für den Abnehmer $T' = 0,0054$ bzw. $\pm 0,003 \text{ mm}$
 30,0028 bis 30,0082 mm

Anmerkung:

Erstellt durch: Ursula Meiler
 Grundlage: VDA Band 5: Prüfprozesseignung (1. Auflage 2003)

Ausgabe: Oktober 2005

Revision: 2

1. Prüfprozessbeschreibung

Mindestens ein kalibriertes Werkstück oder ein Normal, dessen wesentliche Eigenschaften dem zu messenden Werkstück ähnlich sind, wird in festgelegten Zeitintervallen mit der zu untersuchenden Prüfeinrichtung gemessen.

Die Ergebnisse werden in einer Regelkarte festgehalten. Im Rahmen der Überwachung der Stabilität eines Prüfprozesses werden die unterschiedlichen Einflussgrößen wie Messgerät, Prüfer, Messobjekt, Messstrategie und Umgebung weitgehend berücksichtigt.

2. Messtechnische Anforderungen

2.1 Angaben zu den messtechnischen Anforderungen an das Prüfmittel

Merkmal: Aussendurchmesser Nennwert: 6,000 mm
 Teil: Welle
 Oberer Grenzwert: 6,030 mm Toleranz: 0,060 mm zu berücksichtigende Toleranz: mm
 Unterer Grenzwert: 5,970 mm
 Stichprobenumfang: 1
 Prüfmittel: universell einsetzbare digitale Messschieber nach DIN 862 Identnr.: -
 Skalenteilungswert: 0,001 mm Auflösung: mm
 Wert des Normal bzw. kalibriertes Werkstück: 6,002 mm
 Erweiterte Kalibrierunsicherheit: $U_{kal} = 1,0 \mu m$ $k_{kal} = 2$

2.2 Anforderungen $\frac{\text{Auflösung}}{\text{Toleranz}} \cdot 100 \leq 5,00\%$ **G_{PP}: 0,20** (Toleranzklasse 11-17)

3. Prüfprozesseignung

3.1 Auflösung

Auflösung (%) = 0,83% **Das Prüfmittel hat für die Messaufgabe eine ausreichende Auflösung.**

3.2 Temperatureinfluss - Relativmessung

Es wird davon ausgegangen, dass die zu prüfenden Teile sowie das Messgerät die gleiche Umgebungstemperatur haben. Unter der Annahme, dass es in den zu prüfenden Teilen keine Temperaturunterschiede gibt und sich während der Prüfung die Temperatur nicht ändert, hat die Temperatur keinen nennenswerten Einfluss. Unter der Annahme, dass es in den zu prüfenden Teilen keine Temperaturunterschiede gibt und sich während der Prüfung die Temperaturunterschiede gibt und sich während der Prüfung die

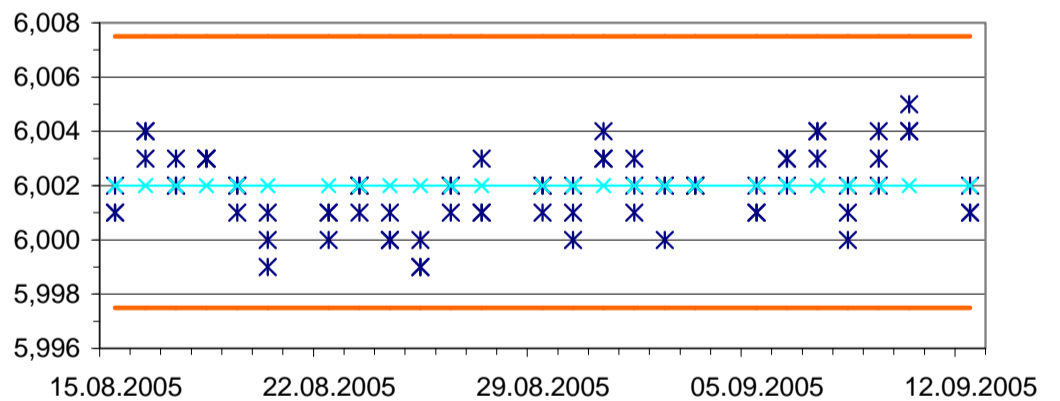
3.2 Messbeständigkeitskarte

Statistische Auswertung mittels Messbeständigkeitskarte

- Zweipunktbestimmung zwischen Spitzen
- Durchmesserbestimmung in Mitte des Normals
- bezeichnete Messrichtung jeweils 0°
- Justage 2x pro Schicht

Eingriffsgrenzen der Überwachungskarte OEG = 6,0075 mm (auf die Toleranzen bezogen)
 UEG = 5,9975 mm

Datum	Messwerte		
	1	2	3
15.08.	6,002	6,001	6,001
16.08.	6,004	6,004	6,003
17.08.	6,003	6,002	6,002
18.08.	6,003	6,003	6,003
19.08.	6,002	6,001	6,002
20.08.	6,000	6,001	5,999
22.08.	6,001	6,001	6,000
23.08.	6,001	6,002	6,002
24.08.	6,000	6,000	6,001
25.08.	5,999	5,999	6,000
26.08.	6,002	6,001	6,002
27.08.	6,003	6,001	6,001
29.08.	6,002	6,001	6,002
30.08.	6,002	6,000	6,001
31.08.	6,004	6,003	6,003
01.09.	6,003	6,002	6,001
02.09.	6,002	6,002	6,000
03.09.	6,002	6,002	6,002
05.09.	6,001	6,002	6,001
06.09.	6,003	6,003	6,002
07.09.	6,004	6,003	6,004
08.09.	6,002	6,000	6,001
09.09.	6,004	6,003	6,002
10.09.	6,005	6,004	6,004
12.09.	6,002	6,001	6,001



Überwachungskarte für x-Werte

$\bar{x} = 6,0018 \text{ mm}$
 $s = 0,0013 \text{ mm}$
 $R = x_{\max} - x_{\min} = 0,0060 \text{ mm}$

3.3 Unsicherheitsbudget des Prüfprozesses

Standard-unsicherheit (Benennung) $u(x)_i$	Methode A/B	Verteilung	Anzahl Mess. n	Grenzwert a [μm]	Verteilungsfaktor b	Standardunsicherheit $u(x)_i$ [μm]
u_{Kal}	Zertifikat		--	--	--	0,50
u_{W} (aus Überwachung)	A	Normalverteilung	3	3	0,5	1,50
u_{Temp}	B	Rechteckverteilung	--	0,00	0,6	0,00
Kombinierte Standardunsicherheit $u_{\text{PP}} = \sqrt{\sum_{i=1}^k u(x)_i^2}$						1,58
Erweiterte Messunsicherheit $U = k \cdot u_{\text{PP}} = 2 \cdot u_{\text{PP}}$						3,16
Prüfprozess geeignet?		JA	$G_{\text{PP}} = 2 \cdot U / T_{\text{min}} = 0,20$		\geq	$g_{\text{PP}} = 2 \cdot U / T = 0,11$

4. Übereinstimmung bzw. Nichtübereinstimmung mit Spezifikationen

4.1 Lineare Berücksichtigung der Messunsicherheit (bei zweiseitiger Toleranzbegrenzung)

4.1.1 Übereinstimmungsbereich für den Hersteller	$T' =$	0,0537	bzw.	$\pm 0,0268$ mm
		5,9716	bis	6,0284 mm
4.1.2 Übereinstimmungsbereich für den Abnehmer	$T' =$	0,0663	bzw.	$\pm 0,0332$ mm
		4,3889	bis	7,6111 mm

4.2 Quadratische Berücksichtigung der Messunsicherheit (bei zweiseitiger Toleranzbegrenzung, unter Voraussetzung normalverteilter Messwerte)

4.2.1 Übereinstimmungsbereich für den Hersteller	$T' =$	0,0597	bzw.	$\pm 0,0298$ mm
		5,9702	bis	6,0298 mm
4.2.2 Übereinstimmungsbereich für den Abnehmer	$T' =$	0,0603	bzw.	$\pm 0,0302$ mm
		5,9698	bis	6,0302 mm

Anmerkung:

Bei der hier beschriebenen Methode ist eine zweistufige Untersuchung (Nachweis der Verwendbarkeit des Prüfmittels und Nachweis der Prüfprozesseignung) nicht möglich. Sie bietet aber eine sehr praxisnahe Möglichkeit zur Ermittlung der Prüfprozessunsicherheit.

Erstellt durch: Ursula Meiler
 Grundlage: VDA Band 5: Prüfprozesseignung (1. Auflage 2003)

Ausgabe: Oktober 2005

Revision: 2

1. Beschreibung der Prüfaufgabe

An einem dünnwandigen, gestanzten Blechteil sind Innendurchmesser auf Einhaltung der Spezifikation 3,6H11 mit einem Lehdorn zu prüfen.

2. Nachweis der Einhaltung der messtechnischen Anforderungen an das Prüfmittel

2.1 Angaben zu den messtechnischen Anforderungen an das Prüfmittel

Merkmal: Durchmesser
 Nennwert: 3,600 mm obere Toleranzgrenze 3,675 mm Werkstück-toleranz 0,0750 mm
 Stichprobenumfang: 1 untere Toleranzgrenze 3,6 mm
 Prüfmittel: Lehdorn

3. Nachweis der Prüfprozesseignung

3.1 Unsicherheitskomponenten

- Bedienerinfluss - Prüfbjekteinfluss

3.2 Verfahren

Die Prüfung erfolgt mit 20 Teilen aus der Fertigung. Die Teile werden unter Wiederholbedingungen mit dem vereinbarten Lehdorn beurteilt. Die Istwerte der Durchmesser werden durch Messung bestimmt. Die Bewertungen sind durch die Handhabung des Prüfers beeinflusst, daher sind die 10 Prüfbjekte von 2 Prüfern in je zwei Prüfdurchgängen auf der linken und auf der rechten Seite mit dem Prüfmittel zu beurteilen.

3.3 Messungsergebnisse

Teile Nr	Gemessener Merkmalswert [mm]	Prüfentscheid aus Messung	Prüfer 1		Prüfer 2		Bewertung Übereinstimmung
			Reihe 1	Reihe 2	Reihe 1	Reihe 2	
1	3,555	-	-	-	-	-	0
2	3,633	+	+	+	+	+	0
3	3,610	+	-	+	+	+	1
4	3,634	+	+	+	+	+	0
5	3,638	+	+	+	+	+	0
6	3,635	+	+	+	+	+	0
7	3,690	-	-	-	-	-	0
8	3,639	+	+	+	+	+	0
9	3,636	+	+	+	+	+	0
10	3,633	+	+	+	+	+	0
11	3,634	+	+	+	+	+	0
12	3,638	+	+	+	+	+	0
13	3,639	+	+	+	+	+	0
14	3,642	+	+	+	+	+	0
15	3,621	+	+	+	+	+	0
16	3,686	-	-	-	+	-	1
17	3,639	+	+	+	+	+	0
18	3,651	+	+	+	+	+	0
19	3,625	+	+	+	+	+	0
20	3,637	+	+	+	+	+	0
Summe der Nichtübereinstimmungen:							2

L Der Prüfprozess ist nicht geeignet.