

Mitutoyo (Schweiz) AG
Steinackerstrasse 35
8902 Urdorf

Von der Schweizerischen Akkreditierungsstelle akkreditierte Kalibrierstelle
Laboratoire d'étalonnage accrédité par le Service d'Accréditation Suisse
Calibration Laboratory accredited by the Swiss Accreditation Service



Akkreditierungs-Nr.
No d'accréditation
Accreditation No.

SCS 0074

The Swiss Accreditation Service is one of the signatories to the EA
Multilateral Agreement for the recognition of calibration certificates



Zertifikat Nr.
No du certificat **24-6017**
Certificat No.

Seite von Seiten
Page 1 de 13 pages
Page of pages

Kunde / Zuständig
Client / Responsable **messtec gmbh / Herr Oecalan**
Customer / Responsible

SCS **KALIBRIERZERTIFIKAT** **SCS**
CERTIFICAT D'ETALONNAGE
CALIBRATION CERTIFICATE

Gegenstand / Hersteller / Typ
Object / Fabricant / Type **3D – Koordinatenmessgerät KMG / Mitutoyo / Crysta Apex S 776**
Object / Manufacturer / Model

Serien Nr. / Inv. Nr.
No de série / No d'inv. **63011213/ PM 066 18 004**
Serial No. / Inv. Nr.

Taster / S/N
Palpeur / No de série **SP 25M / 57W678**
Probe / S/N

Auftragsnummer
No de commande **140524-6017**
No. of order

Ort der Kalibrierung
Lieu de l'étalonnage **Messraum**
Place of Calibration

Datum der Kalibrierung
Date de l'étalonnage **14. 05. 2024**
Date of Calibration

Dieses Kalibrierzertifikat dokumentiert die Rückverfolgbarkeit auf nationale Normale zur Darstellung der physikalischen Einheiten (SI).
Ce certificat d'étalonnage confirme le raccordement aux étalons nationaux qui matérialisent les grandeurs physiques (SI).
This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the physical units of measurements (SI).

Messresultate, Messunsicherheiten mit Vertrauensbereich und Messverfahren sind auf den folgenden Seiten aufgeführt und sind Teil des Zertifikates.
Les résultats, les incertitudes avec le niveau de confiance et les méthodes de mesure sont donnés aux pages suivantes et font partie du certificat.
Measurements, uncertainties with confidence probability and calibration methods are given on the following pages and are part of the certificate.

Dieses Kalibrierzertifikat darf ohne die schriftliche Zustimmung des Laboratoriums nicht auszugsweise vervielfältigt werden.
Ce certificat d'étalonnage ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This calibration certificate shall not be reproduced except in full, without written approval of the laboratory.

Stempel und Datum
Timbre et date
Stamp and date



Urdorf, 14. Mai 2024

Der Prüfer
Opérateur
Inspector

Daniel Minder

Leiter der Kalibrierstelle
Chef du laboratoire d'étalonnage
Head of the Calibration Laboratory

Daniel Wiederkehr

INHALTSVERZEICHNIS

Seite 1	Protokolldaten / Rückverfolgbarkeit
Seite 2	Inhaltsverzeichnis / Zusammenfassung
Seite 3	Kalibrierverfahren
Seite 4 - 5	Messergebnisse: Übersicht (Zusammenfassung)
Seite 6 - 12	Messergebnisse: Detaillierte Messergebnisse
Seite 13	Einzelaster Formabweichung

ZUSAMMENFASSUNG

Gerätebeschreibung

CNC gesteuertes 3D - Koordinatenmessgerät (KMG) mit Maschinenfehlerkompensation und Temperaturkompensation.

Typ:	Crysta Apex S 776
Messbereich:	X 705 mm Y 705 mm Z 605 mm
Auflösung:	0.1 µm
Tastsystem:	SP 25M (Renishaw)

Grenzwerte (Mitutoyo-Spezifikationen)

Umgebungsbedingungen

Temperatur 18 - 22°C

Längenmessabweichung

$$E_{0,MPE} = \pm (1.7 \mu\text{m} + 3.0 \cdot 10^{-6} \cdot L)$$

Einzelaster-Antastabweichung

$$P_{FTU,MPE} = 1.7 \mu\text{m} \text{ mit Tasterlänge } 50 \text{ mm}$$

KALIBRIERVERFAHREN**Grundlage**

Management-System der SCS-Kalibrierstelle 0074, Kapitel K08-KV-10

Verwendete Messmittel und Normale

Messgrösse	Normal / Ausd.koeff. ($\mu\text{m}/\text{m}$) $^{\circ}\text{C}$ / Serien Nr.	Bereich / Unsicherheit	Kalibrierschein / Nr.
E_0	Stufenendmass 1010 mm Stahl / 10.7 / 1110007	1010 mm / $0.24 \mu\text{m} + 0.34 \times 10^{-6} \times L\text{S}$	RvA K 086 / 20230683
P_{FTU}	Kugelnorm 25 mm Keramik / H-07987	25 mm / $0.08 \mu\text{m}$	METAS / 111-24639
Temp. $^{\circ}\text{C}$	Thermo Hygrometer Almemo 2590-3S / H09020180	$16^{\circ}\text{C} - 24^{\circ}\text{C} / (0.3+0.02r\text{F})\%F / 0.03^{\circ}\text{C}$	SCS 0066 / 2021-2195

Überprüfung der Längenmessabweichung E_0

Unter Längenmessabweichung wird verstanden, wie ein Koordinatenmessgerät den Abstand zweier Punkte bestimmt, welche sich auf parallelen Flächen gegenüberliegen. Die Verbindungslinie zwischen diesen Punkten wird Messlinie genannt.

Die folgenden 7 Messlinien werden überprüft und auf den entsprechenden Seiten protokolliert:

Pos.1 RUV-LOH Seite 6	Pos.2 RUH-LOV Seite 7	Pos.3 LUH-ROV Seite 8	Pos.4 LUV-ROH Seite 9
Pos.5 X - Achse 10	Pos.6 Y - Achse Seite 11	Pos.7 Z - Achse Seite 12	

Bei den Messungen Pos.1-4 wird das Bezugsnormale räumlich diagonal im Messbereich positioniert. Die Bildung des Koordinatensystems (räumliche Ausrichtung) erfolgt auf der gewählten Messfläche am Bezugsnormale. Ausgehend von der grösstmöglichen Testlänge in der Messlinie, werden 5 Messstufen festgelegt und mit drei Wiederholungen gemessen.

Für die Messungen Pos.5-7 wird das Normale zu der entsprechenden Maschinenachse parallel ausgerichtet.

Überprüfung der Einzeltaster-Antastabweichung P_{FTU}

Das Tastsystem wird mit einer Referenzkugel geprüft.

Es werden 25 gleichmässig verteilte Punkte auf der Halbkugel angetastet. Aus den 25 Radien nach Gauss, in Bezug auf die Kugelmitte nach der Methode der kleinsten Quadrate, wird die Spannweite aus $R_{\text{max}} - R_{\text{min}}$ als Einzeltaster-Antastabweichung P_{FTU} ermittelt.

Die Einzeltaster und Scanningtaster Abweichung wurde nach Din EN ISO 10360-5:2020 mit einer Prüfkugel Durchmesser 25 mm ermittelt.

MESSERGEBNISSE

Die Konformitätsaussagen auf den Messprotokollen zu diesem Zertifikat beurteilen die Übereinstimmung der Genauigkeit des KMG mit den Mitutoyo-Spezifikationen bezüglich der Parameter E_0 und P_{FTU} gemäss den Normen EN ISO 10360-2 und EN ISO 10360-5:2020. Bei diesen Konformitätsaussagen wurde die unten angegebene Messunsicherheit berücksichtigt.

Messunsicherheit

Die Messunsicherheit beträgt für $U(E_0) = 0.3 \mu\text{m} + 1.0 \cdot 10^{-6} \cdot L$ und für $U(P_{FTU}) = 0.11 \mu\text{m}$. Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k = 2$ ergibt. Sie setzt sich zusammen aus Anteilen des Prüflings, der Kalibriereinrichtung, des Messbereichs und den Umgebungsbedingungen. Die Messunsicherheit wurde gemäss der Norm ISO/TS 23165 ermittelt. Der Wert der Messgrösse liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% im zugeordneten Werteintervall.

Umgebungsbedingungen

Temperatur Bezugsnorm 20.74 - 20.95 °C

Bemerkung: Die Mitutoyo-Spezifikationen für die Umgebungsbedingungen wurden während der Kalibrierung in Bezug zur Temperatur erfüllt.

Längenmessabweichung E_0

E_0 Pos.1-7 siehe Protokollseiten 6 - 12

Einzeltaster-Antastabweichung P_{FTU}

Tastsystem: SP 25M S/N: 57W678 $P_{FTU} = (0.11 \pm 0.820) \mu\text{m}$

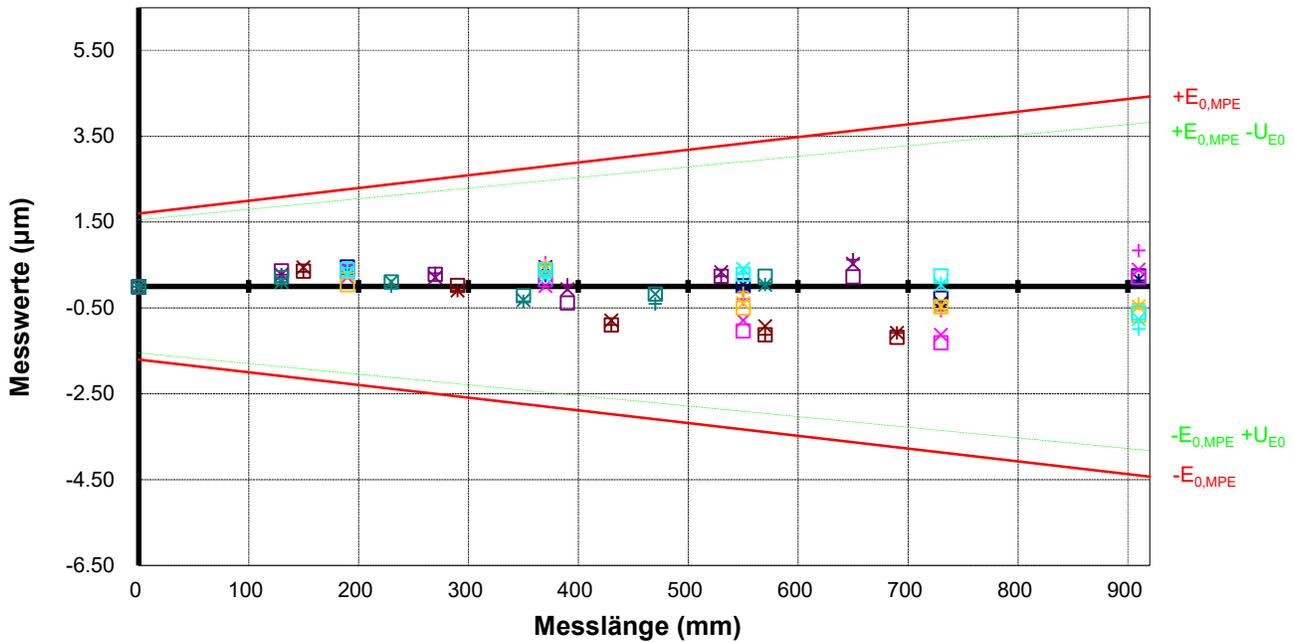
Änderung der KMG Kompensation

Die Linear- und Winkelfehler- Kompensationsdaten, vor und nach der Kalibrierung, werden protokolliert und auf Verlangen nachgereicht.

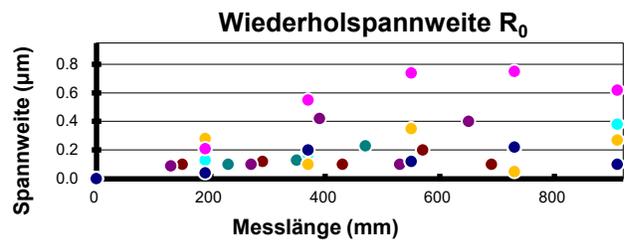
Wichtig: Der Inhalt dieses Zertifikates darf nur in vollständiger Form veröffentlicht oder weitergegeben werden und bedarf der Genehmigung der ausstellenden Kalibrierstelle.

Firma:	Messtec GmbH	Maschine:	Crysta Apex S776
Ort:	8317 Tagelswangen	Serien Nr.:	63011213
Prüfer:	D.Minder	Temperatur min.:	20.42 °C
Datum der Messung:	14.5.2024	Temperatur max.:	21.06 °C
Zertifikats Nr.:	24-6017	Taster:	SP25M
Zulässige Abweichung:	$E_{0,MPE} = 1.7 + 3 L / 1000 \mu\text{m}$	Serien Nr.:	57W678
Erweiterte Messunsicherheit:	$U_{E0} = 0.3 + 1 L / 1000 \mu\text{m}$		

Längenmessabweichung E_0



□ E1 (1. Messung)	× E1 (2. Messung)	+ E1 (3. Messung)
□ E2 (1. Messung)	× E2 (2. Messung)	+ E2 (3. Messung)
□ E3 (1. Messung)	× E3 (2. Messung)	+ E3 (3. Messung)
□ E4 (1. Messung)	× E4 (2. Messung)	+ E4 (3. Messung)
□ E5 (1. Messung)	× E5 (2. Messung)	+ E5 (3. Messung)
□ E6 (1. Messung)	× E6 (2. Messung)	+ E6 (3. Messung)
□ E7 (1. Messung)	× E7 (2. Messung)	+ E7 (3. Messung)



Position des Längennormals im Maschinenkoordinatensystem:

$R_0 = 0.75$

Koordinaten in mm

Lage	Pos. Nullpunkt			Pos. max. Messlänge		
	X	Y	Z	X	Y	Z
E1 (Vorne)	644	64	237	72	676	593
E2 (Hinten)	638	637	237	52	38	593
E3 (Hinten)	136	642	237	715	37	593
E4 (Vorne links)	81	81	237	636	708	593
E5 (X-Achse)	46	327	215	696	328	215
E6 (Y-Achse)	416	7	215	416	697	215
E7 (Z-Achse)	430	318	194	430	318	764

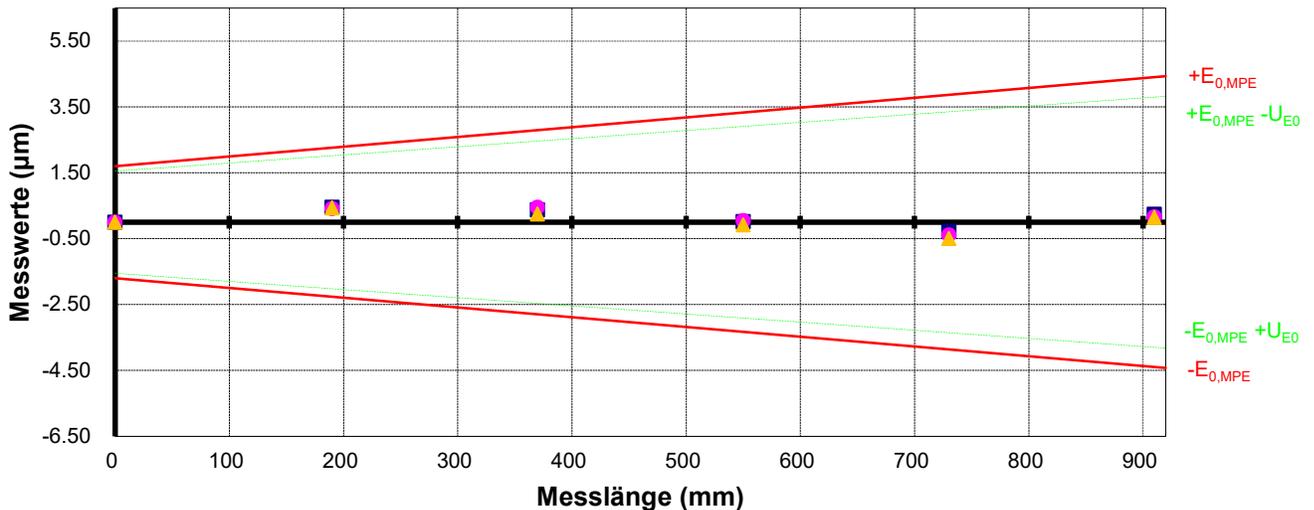
Firma: Messtec GmbH
 Ort: 8317 Tagelswangen
 Prüfer: D.Minder
 Datum der Messung: 14.5.2024
 Zertifikats Nr.: 24-6017

Maschine: Crysta Apex S776
 Serien Nr.: 63011213
 Temperatur KMG: 21.04 °C
 Temperatur Prüfm.: 20.91 °C
 Taster: SP25M
 Serien Nr.: 57W678
 Tasterdurchmesser: 3.9999
 Prüfmittel: Checkmaster
 PMÜ Nr.: 1110007_24_v1
 Kalibrierschein Nr.: 20230683

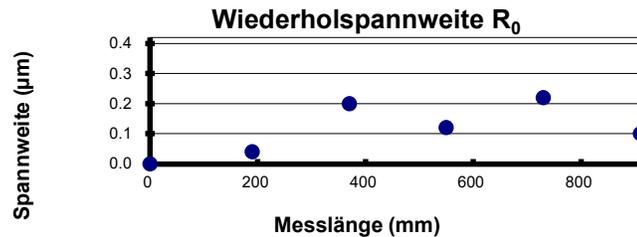
Welche Messung: Laengenmessabweichung
 Zulässige Abweichung: $E_{0,MPE} = 1.7 + 3 L / 1000 \mu\text{m}$
 Erweiterte Messunsicherheit: $U_{E0} = 0.3 + 1 L / 1000 \mu\text{m}$
 Bemerkung: Pos.1_Winkel E5

Messposition (mm)	0	190	370	550	730	910
Messung 1 (µm)	0.00	0.46	0.38	0.02	-0.27	0.25
Messung 2 (µm)	0.00	0.42	0.46	0.05	-0.38	0.17
Messung 3 (µm)	0.00	0.44	0.26	-0.07	-0.49	0.15
Wiederholspannweite R0	0.00	0.04	0.20	0.12	0.22	0.10

Längenmessabweichung



- Messung 1 (µm)
- Messung 2 (µm)
- ▲ Messung 3 (µm)



Position des Längennormals im Maschinenkoordinatensystem:

$R_0 = 0.22$

Koordinaten in mm

Lage	Pos. Nullpunkt			Pos. max. Messlänge		
	X	Y	Z	X	Y	Z
	644	64	237	72	676	593

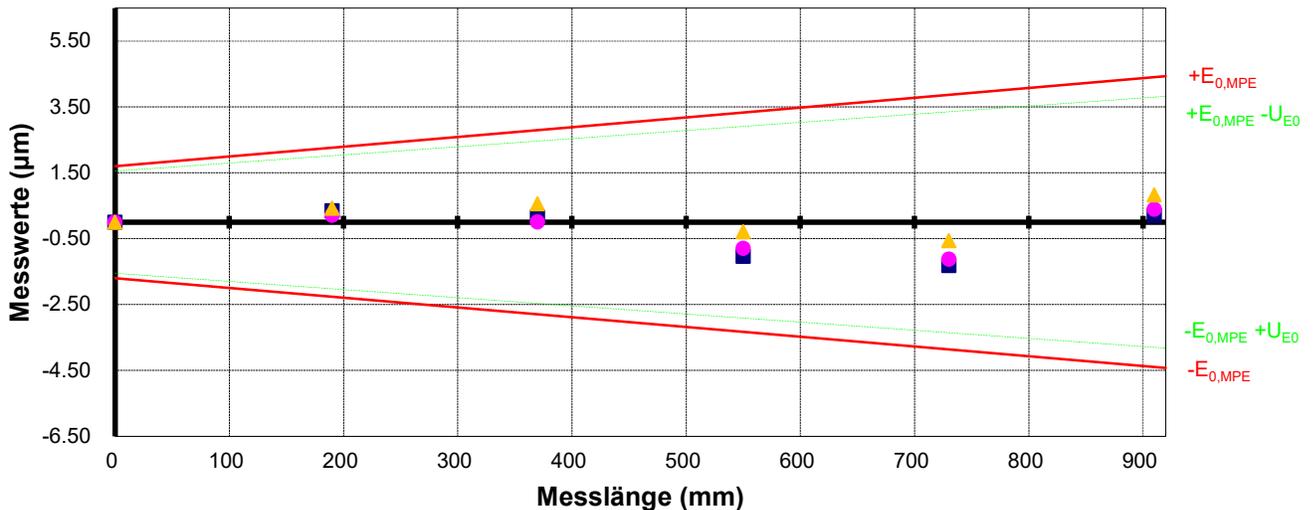
Firma: Messtec GmbH
 Ort: 8317 Tagelswangen
 Prüfer: D.Minder
 Datum der Messung: 14.5.2024
 Zertifikats Nr.: 24-6017

Maschine: Crysta Apex S776
 Serien Nr.: 63011213
 Temperatur KMG: 20.99 °C
 Temperatur Prüfm.: 20.95 °C
 Taster: SP25M
 Serien Nr.: 57W678
 Tasterdurchmesser: 4.0007
 Prüfmittel: Checkmaster
 PMÜ Nr.: 1110007_24_v1
 Kalibrierschein Nr.: 20230683

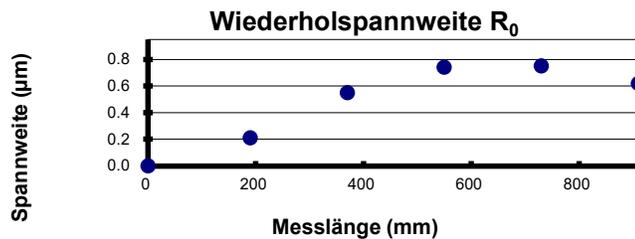
Welche Messung: Laengenmessabweichung
 Zulässige Abweichung: $E_{0,MPE} = 1.7 + 3 L / 1000 \mu m$
 Erweiterte Messunsicherheit: $U_{E0} = 0.3 + 1 L / 1000 \mu m$
 Bemerkung: Pos.2_Winkel E6

Messposition (mm)	0	190	370	550	730	910
Messung 1 (µm)	0.00	0.35	0.16	-1.03	-1.31	0.22
Messung 2 (µm)	0.00	0.22	0.01	-0.79	-1.12	0.40
Messung 3 (µm)	0.00	0.43	0.56	-0.29	-0.56	0.84
Wiederholspannweite R0	0.00	0.21	0.55	0.74	0.75	0.62

Längenmessabweichung



- Messung 1 (µm)
- Messung 2 (µm)
- ▲ Messung 3 (µm)



Position des Längennormals im Maschinenkoordinatensystem:

$R_0 = 0.75$

Koordinaten in mm

Lage	Pos. Nullpunkt			Pos. max. Messlänge		
	X	Y	Z	X	Y	Z
	638	637	237	52	38	593

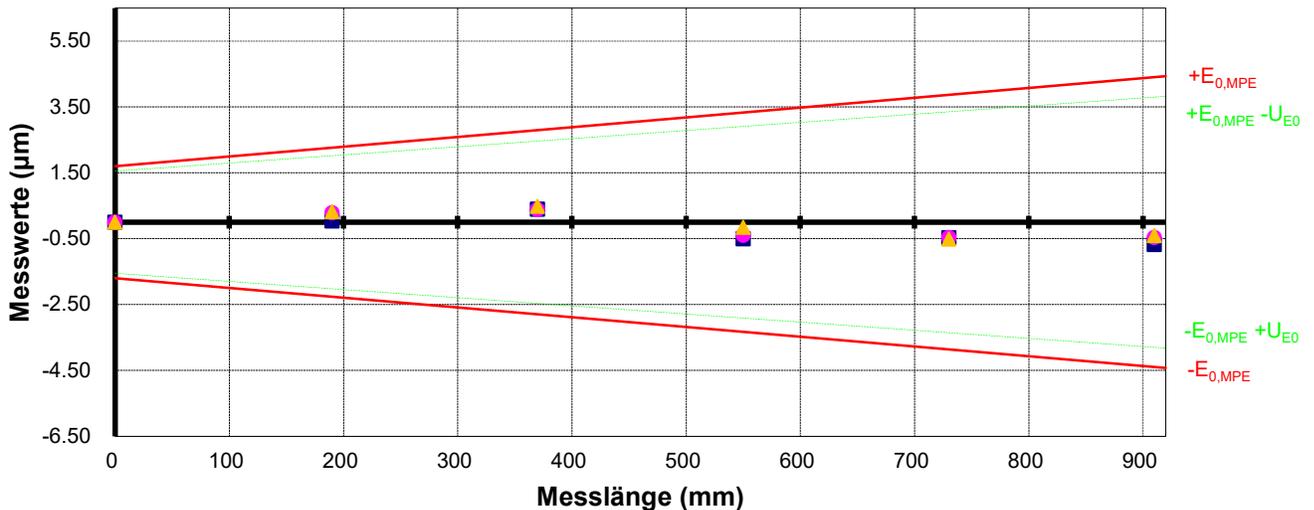
Firma: Messtec GmbH
 Ort: 8317 Tagelswangen
 Prüfer: D.Minder
 Datum der Messung: 14.5.2024
 Zertifikats Nr.: 24-6017

Maschine: Crysta Apex S776
 Serien Nr.: 63011213
 Temperatur KMG: 20.96 °C
 Temperatur Prüfm.: 20.82 °C
 Taster: SP25M
 Serien Nr.: 57W678
 Tasterdurchmesser: 3.9998
 Prüfmittel: Checkmaster
 PMÜ Nr.: 1110007_24_v1
 Kalibrierschein Nr.: 20230683

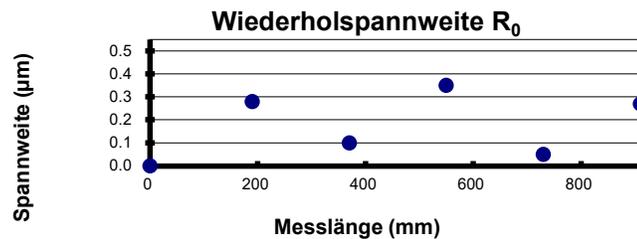
Welche Messung: Laengenmessabweichung
 Zulässige Abweichung: $E_{0,MPE} = 1.7 + 3 L / 1000 \mu m$
 Erweiterte Messunsicherheit: $U_{E0} = 0.3 + 1 L / 1000 \mu m$
 Bemerkung: Pos.3_Winkel E7

Messposition (mm)	0	190	370	550	730	910
Messung 1 (µm)	0.00	0.04	0.40	-0.50	-0.47	-0.67
Messung 2 (µm)	0.00	0.29	0.39	-0.39	-0.46	-0.46
Messung 3 (µm)	0.00	0.32	0.49	-0.15	-0.51	-0.40
Wiederholspannweite R0	0.00	0.28	0.10	0.35	0.05	0.27

Längenmessabweichung



- Messung 1 (µm)
- Messung 2 (µm)
- ▲ Messung 3 (µm)



Position des Längennormals im Maschinenkoordinatensystem:

$R_0 = 0.35$

Koordinaten in mm

Lage	Pos. Nullpunkt			Pos. max. Messlänge		
	X	Y	Z	X	Y	Z
	136	642	237	715	37	593

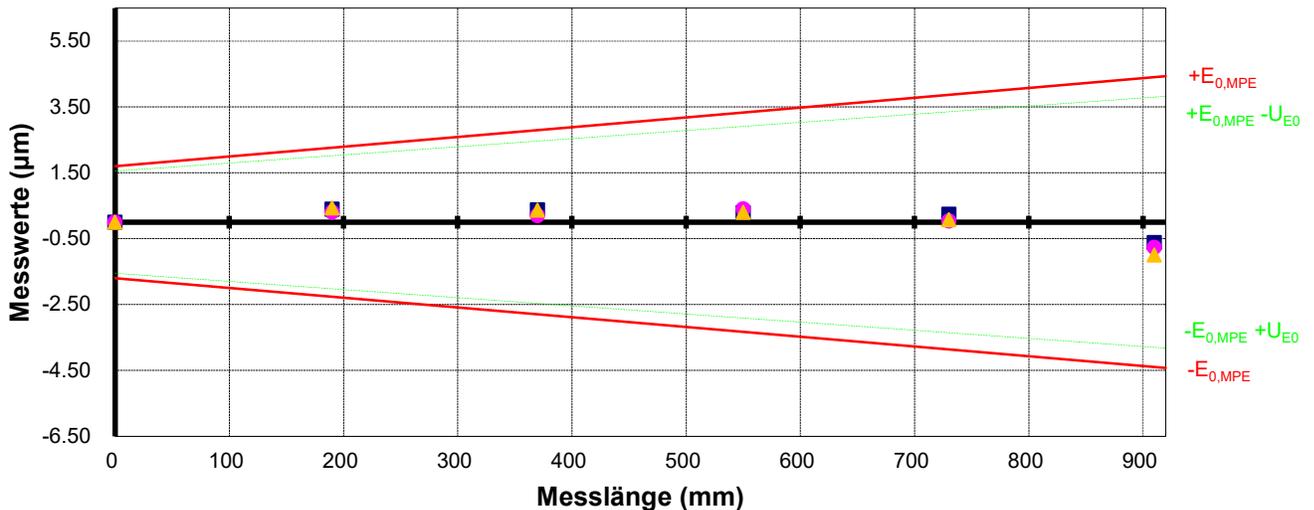
Firma: Messtec GmbH
 Ort: 8317 Tagelswangen
 Prüfer: D.Minder
 Datum der Messung: 14.5.2024
 Zertifikats Nr.: 24-6017

Maschine: Crysta Apex S776
 Serien Nr.: 63011213
 Temperatur KMG: 21.06 °C
 Temperatur Prüfm.: 20.88 °C
 Taster: SP25M
 Serien Nr.: 57W678
 Tasterdurchmesser: 4.0007
 Prüfmittel: Checkmaster
 PMÜ Nr.: 1110007_24_v1
 Kalibrierschein Nr.: 20230683

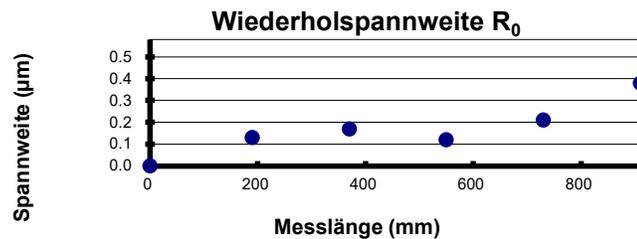
Welche Messung: Längenmessabweichung
 Zulässige Abweichung: $E_{0,MPE} = 1.7 + 3 L / 1000 \mu\text{m}$
 Erweiterte Messunsicherheit: $U_{E0} = 0.3 + 1 L / 1000 \mu\text{m}$
 Bemerkung: Pos.4_Winkel E4

Messposition (mm)	0	190	370	550	730	910
Messung 1 (µm)	0.00	0.40	0.38	0.29	0.25	-0.61
Messung 2 (µm)	0.00	0.31	0.21	0.41	0.04	-0.76
Messung 3 (µm)	0.00	0.44	0.37	0.30	0.08	-0.99
Wiederholspannweite R0	0.00	0.13	0.17	0.12	0.21	0.38

Längenmessabweichung



- Messung 1 (µm)
- Messung 2 (µm)
- ▲ Messung 3 (µm)



Position des Längennormals im Maschinenkoordinatensystem:

$R_0 = 0.38$

Koordinaten in mm

Lage	Pos. Nullpunkt			Pos. max. Messlänge		
	X	Y	Z	X	Y	Z
	81	81	237	636	708	593

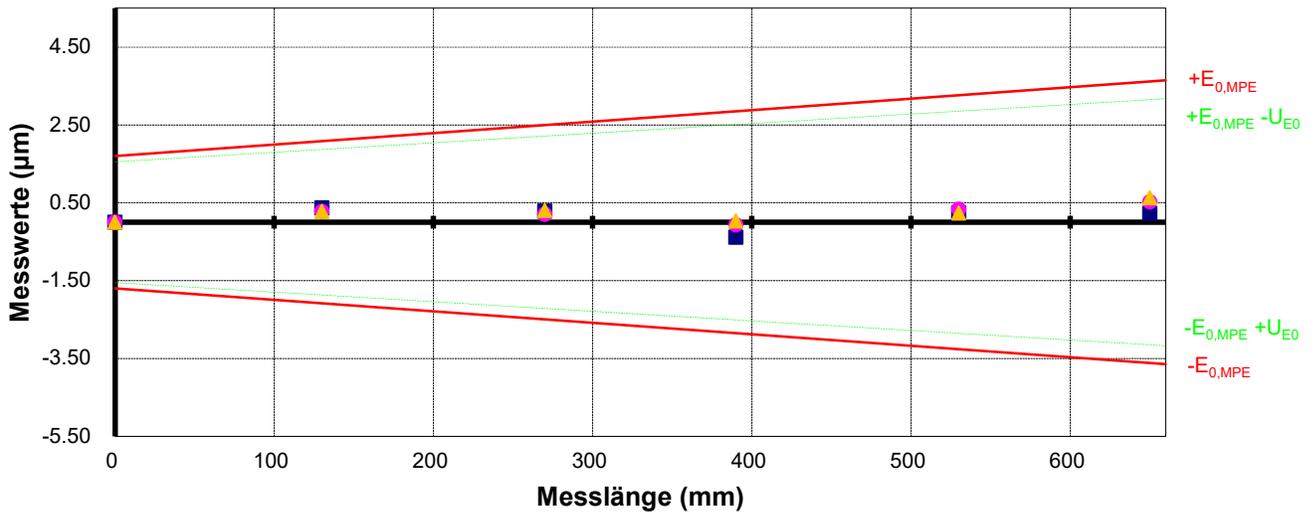
Firma: Messtec GmbH
 Ort: 8317 Tagelswangen
 Prüfer: D.Minder
 Datum der Messung: 14.5.2024
 Zertifikats Nr.: 24-6017

Maschine: Crysta Apex S776
 Serien Nr.: 63011213
 Temperatur KMG: 20.42 °C
 Temperatur Prüfm.: 20.74 °C
 Taster: SP25M
 Serien Nr.: 57W678
 Tasterdurchmesser: 4.0016
 Prüfmittel: Checkmaster
 PMÜ Nr.: 1110007_24_v1
 Kalibrierschein Nr.: 20230683

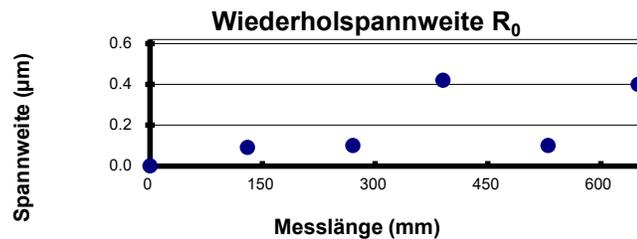
Welche Messung: Laengenmessabweichung
 Zulässige Abweichung: $E_{0,MPE} = 1.7 + 3 L / 1000 \mu\text{m}$
 Erweiterte Messunsicherheit: $U_{E0} = 0.3 + 1 L / 1000 \mu\text{m}$
 Bemerkung: Pos.5_X-Achse

Messposition (mm)	0	130	270	390	530	650
Messung 1 (µm)	0.00	0.37	0.29	-0.38	0.24	0.23
Messung 2 (µm)	0.00	0.28	0.21	-0.06	0.34	0.53
Messung 3 (µm)	0.00	0.28	0.31	0.04	0.24	0.63
Wiederholspannweite R0	0.00	0.09	0.10	0.42	0.10	0.40

Längenmessabweichung



- Messung 1 (µm)
- Messung 2 (µm)
- ▲ Messung 3 (µm)



Position des Längennormals im Maschinenkoordinatensystem:

$R_0 = 0.42$

Koordinaten in mm

Lage	Pos. Nullpunkt			Pos. max. Messlänge		
	X	Y	Z	X	Y	Z
	46	327	215	696	328	215

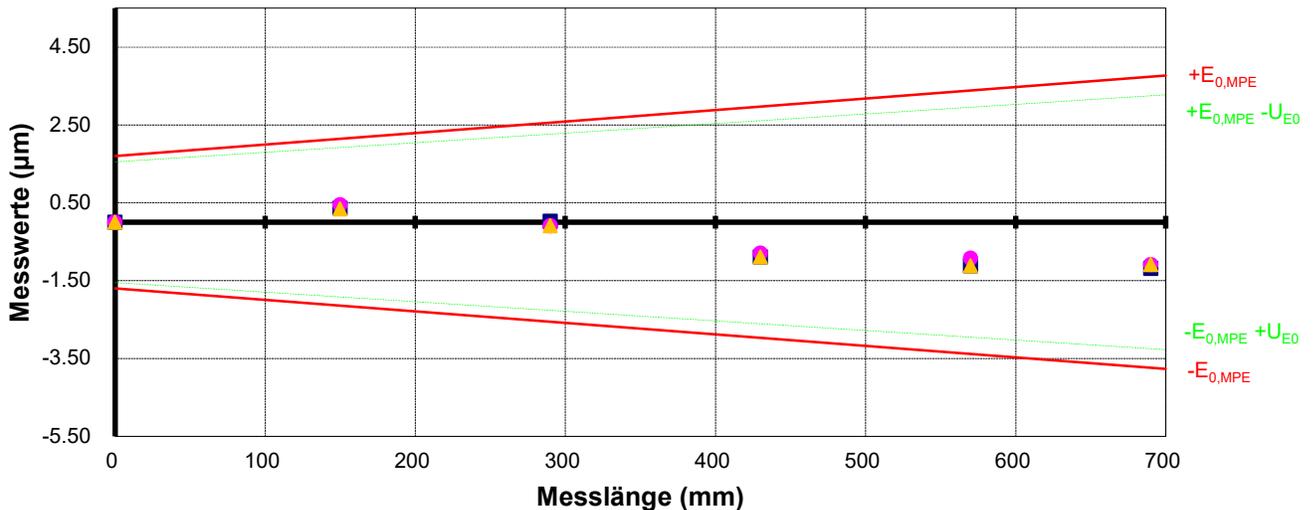
Firma: Messtec GmbH
 Ort: 8317 Tagelswangen
 Prüfer: D.Minder
 Datum der Messung: 14.5.2024
 Zertifikats Nr.: 24-6017

Maschine: Crysta Apex S776
 Serien Nr.: 63011213
 Temperatur KMG: 20.49 °C
 Temperatur Prüfm.: 20.78 °C
 Taster: SP25M
 Serien Nr.: 57W678
 Tasterdurchmesser: 4.0016
 Prüfmittel: Checkmaster
 PMÜ Nr.: 1110007_24_v1
 Kalibrierschein Nr.: 20230683

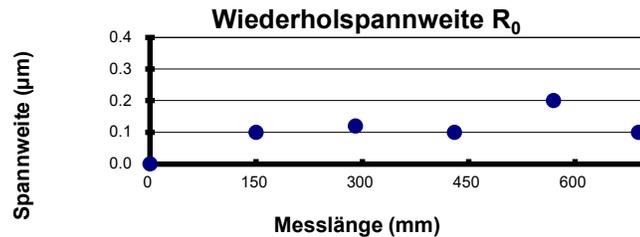
Welche Messung: Laengmessabweichung
 Zulässige Abweichung: $E_{0,MPE} = 1.7 + 3 L / 1000 \mu\text{m}$
 Erweiterte Messunsicherheit: $U_{E0} = 0.3 + 1 L / 1000 \mu\text{m}$
 Bemerkung: Pos.6_Y-Achse

Messposition (mm)	0	150	290	430	570	690
Messung 1 (µm)	0.00	0.36	0.03	-0.89	-1.12	-1.18
Messung 2 (µm)	0.00	0.45	-0.09	-0.79	-0.92	-1.08
Messung 3 (µm)	0.00	0.35	-0.09	-0.89	-1.12	-1.08
Wiederholspannweite R0	0.00	0.10	0.12	0.10	0.20	0.10

Längenmessabweichung



- Messung 1 (µm)
- Messung 2 (µm)
- ▲ Messung 3 (µm)



Position des Längennormals im Maschinenkoordinatensystem:

$R_0 = 0.20$

Koordinaten in mm

Lage	Pos. Nullpunkt			Pos. max. Messlänge		
	X	Y	Z	X	Y	Z
	416	7	215	416	697	215

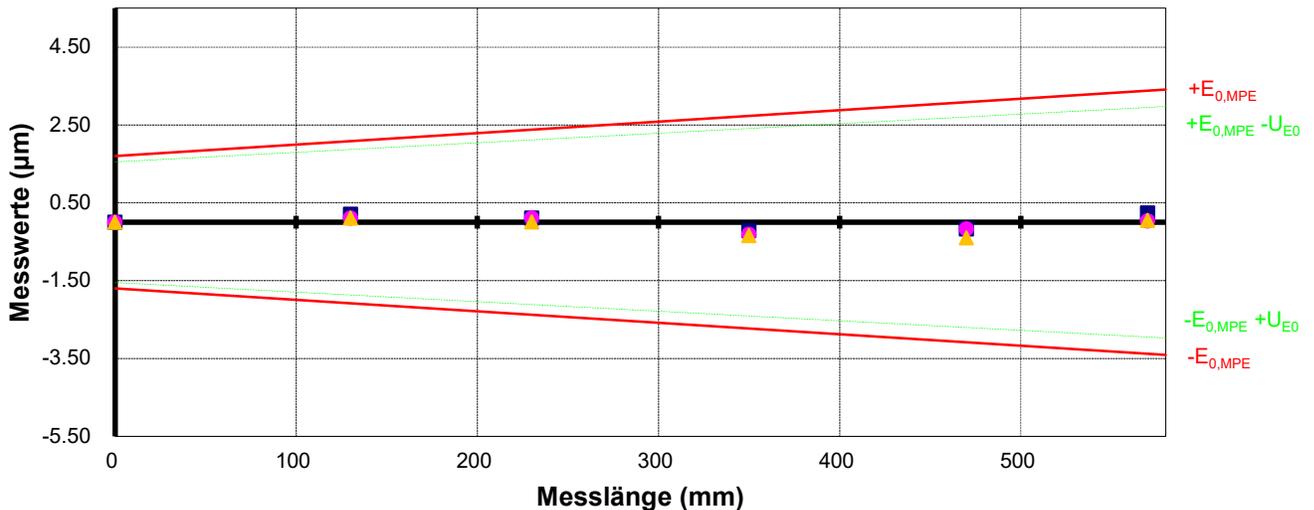
Firma: Messtec GmbH
 Ort: 8317 Tagelswangen
 Prüfer: D.Minder
 Datum der Messung: 14.5.2024
 Zertifikats Nr.: 24-6017

Maschine: Crysta Apex S776
 Serien Nr.: 63011213
 Temperatur KMG: 20.55 °C
 Temperatur Prüfm.: 20.86 °C
 Taster: SP25M
 Serien Nr.: 57W678
 Tasterdurchmesser: 4.0015
 Prüfmittel: Checkmaster
 PMÜ Nr.: 1110007_24_v1
 Kalibrierschein Nr.: 20230683

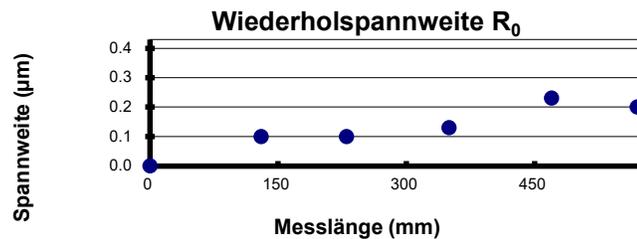
Welche Messung: Laengenmessabweichung
 Zulässige Abweichung: $E_{0,MPE} = 1.7 + 3 L / 1000 \mu\text{m}$
 Erweiterte Messunsicherheit: $U_{E0} = 0.3 + 1 L / 1000 \mu\text{m}$
 Bemerkung: Pos.7_Z-Achse

Messposition (mm)	0	130	230	350	470	570
Messung 1 (µm)	0.00	0.21	0.11	-0.21	-0.17	0.24
Messung 2 (µm)	0.00	0.11	0.11	-0.31	-0.17	0.04
Messung 3 (µm)	0.00	0.11	0.01	-0.34	-0.40	0.05
Wiederholspannweite R0	0.00	0.10	0.10	0.13	0.23	0.20

Längenmessabweichung



- Messung 1 (µm)
- Messung 2 (µm)
- ▲ Messung 3 (µm)



Position des Längennormals im Maschinenkoordinatensystem:

$R_0 = 0.23$

Koordinaten in mm

Lage	Pos. Nullpunkt			Pos. max. Messlänge		
	X	Y	Z	X	Y	Z
	430	318	194	430	318	764

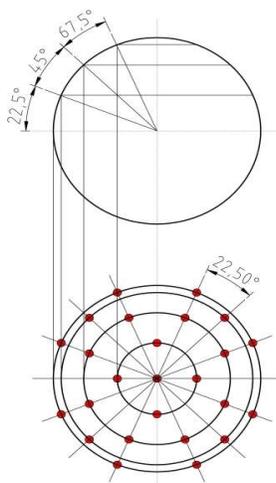
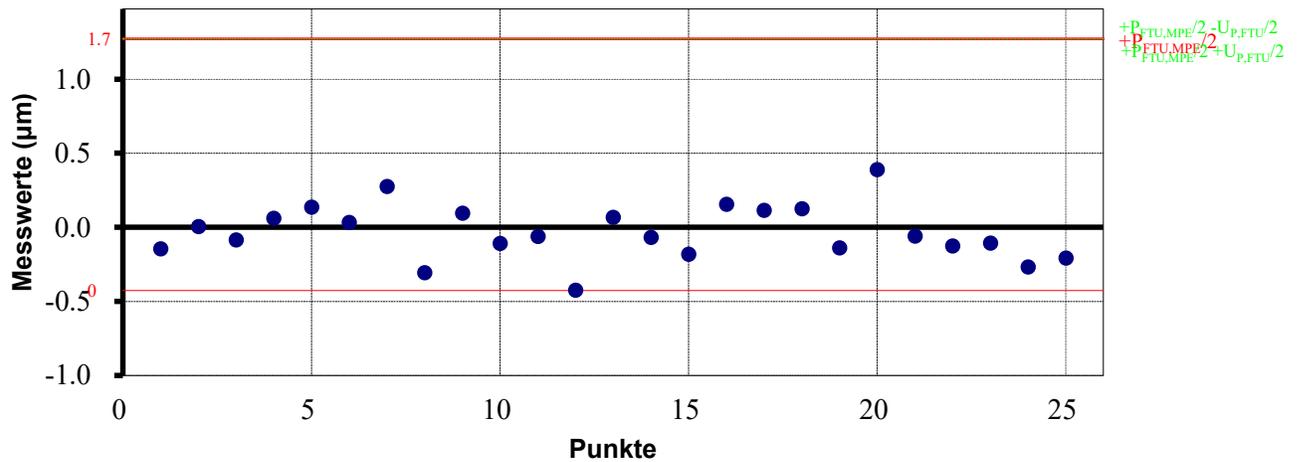
Firma: Messtec GmbH
Ort: 8317 Tagelswangen
Prüfer: D.Minder
Datum der Messung: 14.5.2024
Zertifikats Nr.: 24-6017

Maschine: Crysta Apex S776
Serien Nr.: 63011213
Temperatur KMG: 21.11 °C
Temperatur Prüfm.: 20.86 °C
Taster: SP25M
Serien Nr.: 57W678
Tasterdurchmesser: 4.00157
Prüfmittel: Prfkugel
PMÜ Nr.: H-07987
Kalibrierschein Nr.: 111-24639

Welche Messung: ISO 10360-5 Singletaster
Zulässige Abweichung: $P_{Form,MPE} = 1.70 \mu m$
 $P_{Size,MPE} = 1.70 \mu m$
Bemerkung: R1_S.13

Messpunkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
μm	-0.15	0.00	-0.09	0.06	0.14	0.03	0.28	-0.31	0.09	-0.11
Messpunkt	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
μm	-0.06	-0.43	0.07	-0.07	-0.18	0.16	0.11	0.12	-0.14	0.39
Messpunkt	21	22	23	24	25					$P_{Form} = 0.82 \mu m$
μm	-0.06	-0.13	-0.11	-0.27	-0.21					$P_{Size} = -0.25 \mu m$

Einzeltaster-Formabweichung



Lage der Kugel		
X	Y	Z
353	354	236