

Calibration certificate

Item	3D coordinate measuring machine
Manufacturer	Carl Zeiss
Type	CONTURA G2 07/10/06
Brand/Serial no.	135407
Inventory no.	-
Customer	Carl Zeiss Ltd Division of Metrology Glebe Farm Industrial Estate GB-CV21 1ST Rugby
Installation site	
Order no.	8580956498
Calibration certificate no.	8580956498
Number of pages in calibration certificate	15
Date of calibration	19/12/2019
Next calibration (recommendation)	12/2020

This calibration certificate documents the traceability to national standards to realize the units of measurement in accordance with the International System of Units (SI).

The Measurement and Calibration Center of Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH owns the competence in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025. The center's expertise covers length, coordinate measuring technology and temperature measurements.

The user is responsible for observing an appropriate time interval for repeating calibration.

This calibration certificate may be circulated only in complete and unaltered form. Extracts or changes are subject to the express approval of the Measurement and Calibration Centre. Unsigned calibration certificates are not valid.

This certificate was created with the universal evaluation tool version 9.6.0.816

Date

For the contractor

19/12/2019

Kolanski

1. Calibration task

The indication error **EL** for the length measurement error and the single stylus form error **PFTU** were measured on the coordinate measuring machine.

The repeat range of length measuring error **RO** also was determined.

For CMMs which are operated in the scanning mode, scanning probing error **MPE THP** and its test duration **MPT τ** as well as the roundness form measurement error **RONT (MZCI)** are recorded. If a rotary table is installed, the four-axis errors **FR**, **FT** and **FA** were recorded if this measurement was ordered.

If an optical probe system is installed, probing error **PFV2D** and probing error **PF2D** (ViScan / LineScan) and the permissible length measuring error **EU** was recorded.

The coordinate measuring machine had the following configuration at the time of calibration:

Control:	C99 GSAA362432
Probe:	VAST XT 001RIAIG
Measuring software:	CALYPSO 6.8
Reference sphere*:	G0830 r=14.9747
Rotary table:	-
Measuring ranges:	X = 700 mm Y = 1000 mm Z = 600 mm
CMM expansion coefficients:	X = 0.0 x 10 ⁻⁶ K ⁻¹ Y = 0.0 x 10 ⁻⁶ K ⁻¹ Z = 0.0 x 10 ⁻⁶ K ⁻¹

*The reference sphere is a part of the coordinate measuring system.

The average radius allocated to it is required for compliance with the guaranteed Machine specification.

2. Calibration method

Calibration of the metrological features of the coordinate measuring machine was performed according to DIN EN ISO 10360. The standards applied include DIN EN ISO 10360-2 (2010), DIN EN ISO 10360-3 (2000), DIN EN ISO 10360-4 (2003) and DIN EN ISO 10360-5 (2011) and DIN EN ISO 10360-7 (2011) and DIN EN ISO 10360-8 (2013) as well as VDI/VDE 2617 page 2.2 (2000) for the measurements of the roundness form measurement errors as well as sheets 6.1 (2007) and 6.2 (2005) for testing of the optical probe systems.

Length measurements **EL** and **RO** were determined via tactile probing performed on step gauges.

Length measuring error **E150** was determined at the factory via tactile probing on step gauges.

The multiple-stylus probing error **PFTj**, **PSTj**, **PLTj** was determined via tactile probing of a 25mm probing sphere at the factory.

The single stylus form error **PFTU** as well as the scanning probing error **THP** and their test duration τ were determined on a probing sphere with D = 25 mm.

The roundness form measurements **RONT (MZCI)** were performed by measuring a calibrated ring gauge with D = 50 mm in the scanning mode.

The four-axis measurement deviations **FR** (radial), **FT** (tangential) and **FA** (axial) were determined using two calibrated ceramic spheres with $D = 30\text{mm}$. The ceramic spheres were clamped with a horizontal distance from the rotary axis of $r = 206\text{mm}$ and interspaced by a horizontal distance of $D = 412\text{mm}$ and a vertical distance interval of $h = 206\text{mm}$.

The optical probing error **PFV2D**, **PF2D** and the permissible length measuring error **EU** were determined based on VDI/VDE 2617 p. 6.1 or respectively on DIN EN ISO 10630-7 (2011), DIN EN ISO 10360-8 (2013) determined by probing on a probing sphere with $D = 30\text{mm}$ and an optical calibration template.

The calibration was performed at the installation site specified on page 1.

In order to trace the measurement results to 20°C , the temperature compensation in the measuring software was activated during the measurements and the temperatures of the coordinate measuring machine and the relevant test piece were recorded at the time of the respective measurements.

The standards used are specified in the relevant sections of the measurement result documentation. Copies of the certificates of the standards used are attached to the calibration certificate.

3. Measurement results

The measurement results are valid at the time of the measurement. Furthermore, they apply only to the respective installation site and the machine settings at the time of calibration.

3.1 Limit value(s) of the length measuring uncertainty E_0

The following step gauge are used to determine indication errors:

Serial no.:	TA120-005	TA120-005
Calibration mark:	14626-D-K-15007-01-00	14626-D-K-15007-01-00

The determined indication errors E_0 and the maximum permissible indication error for length measurements $MPE(E_0)$ are represented in the following diagrams.

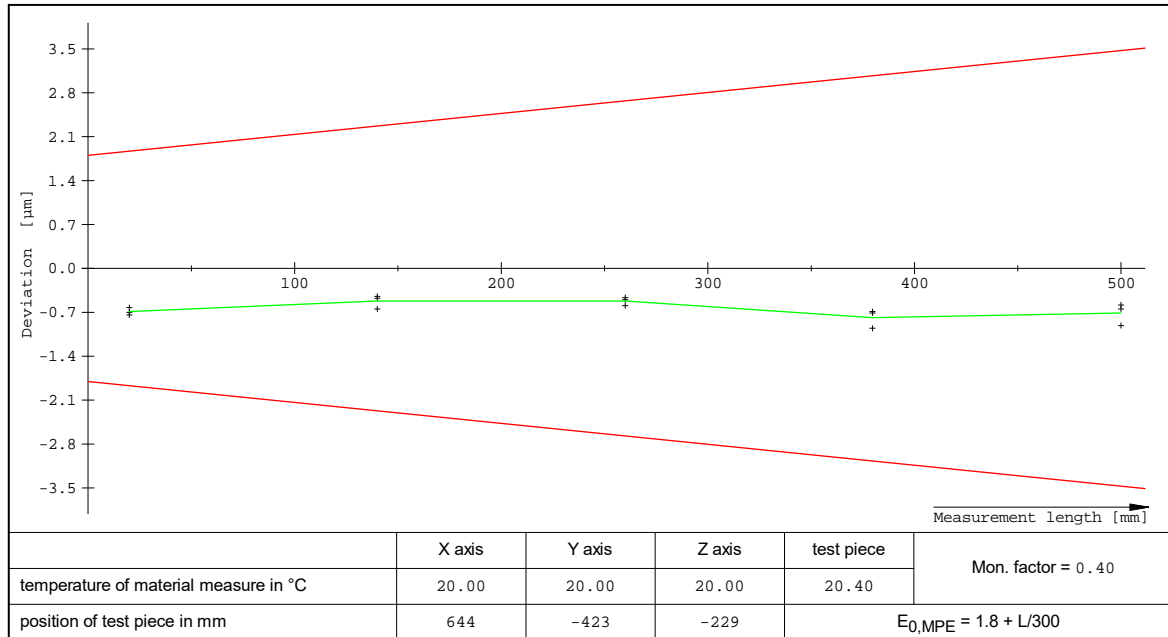
The measurement records are attached to the calibration certificate.

The limit value of the length measuring error is:

$$MPE(E_0) = (A + L / K) \quad (L \text{ in mm})$$

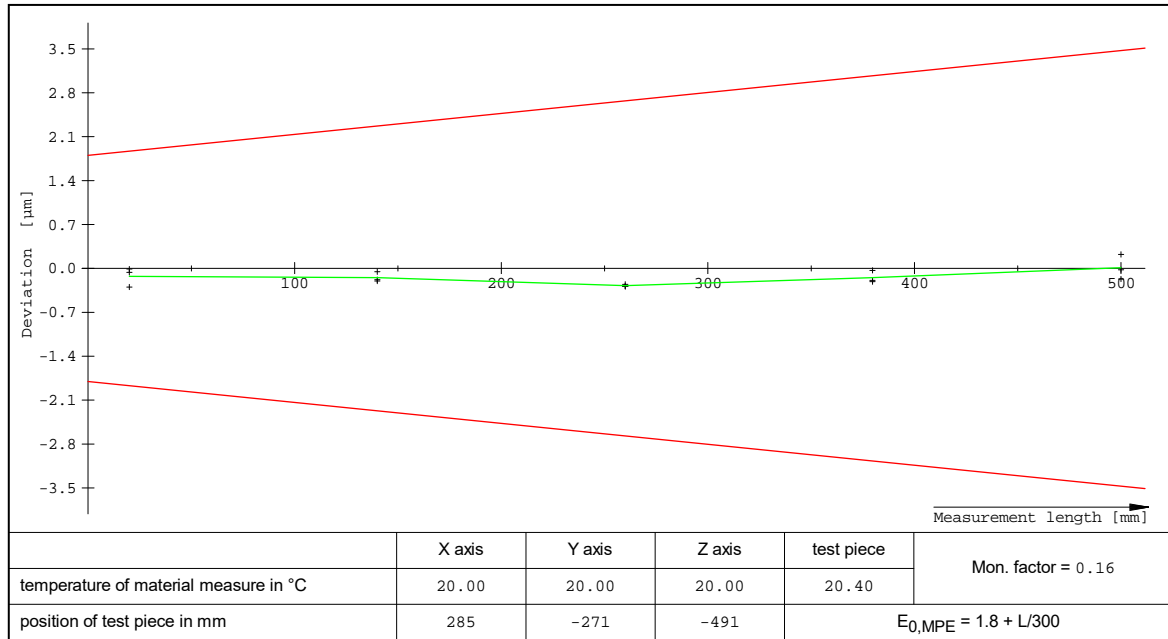
$$MPE(E_0) = (1.8 + L / 300) \quad \mu\text{m} \quad (L \text{ in mm})$$

indication error in pos. 1 (X Direction)



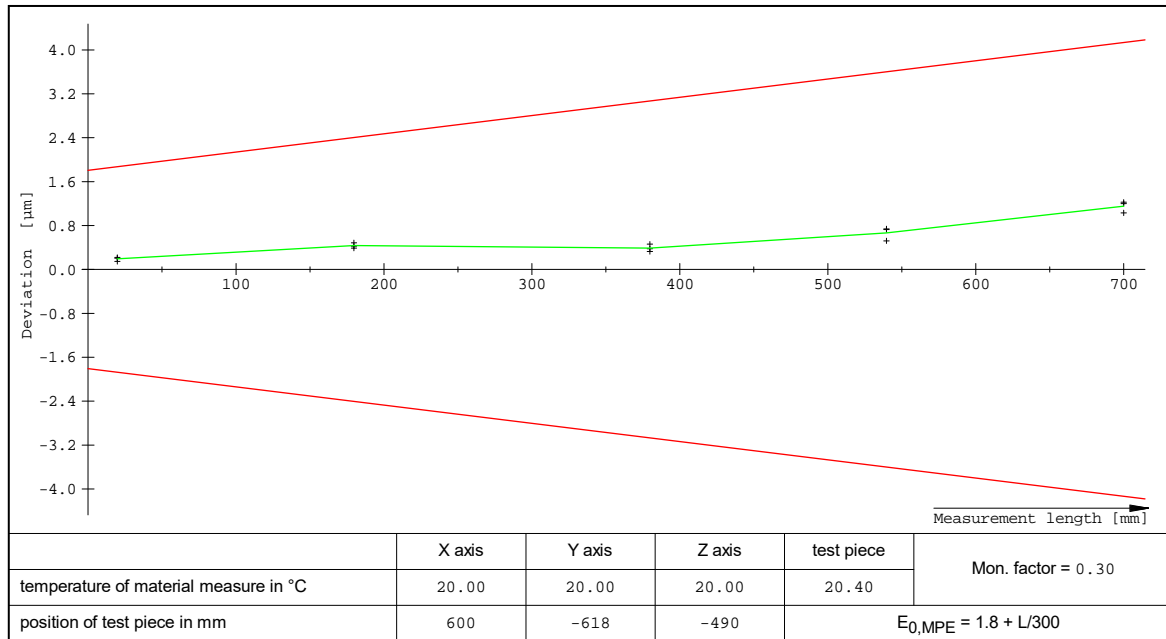
Measuring length L in mm		Deviations in mm		
nominal value	actual value	mean value	minimum	maximum
19.9890	19.9883	-0.0007	-0.0007	-0.0006
139.9071	139.9065	-0.0005	-0.0006	-0.0004
259.9019	259.9014	-0.0005	-0.0006	-0.0005
379.8372	379.8364	-0.0008	-0.0010	-0.0007
499.8537	499.8530	-0.0007	-0.0009	-0.0006

indication error in pos. 3 (Z Direction)



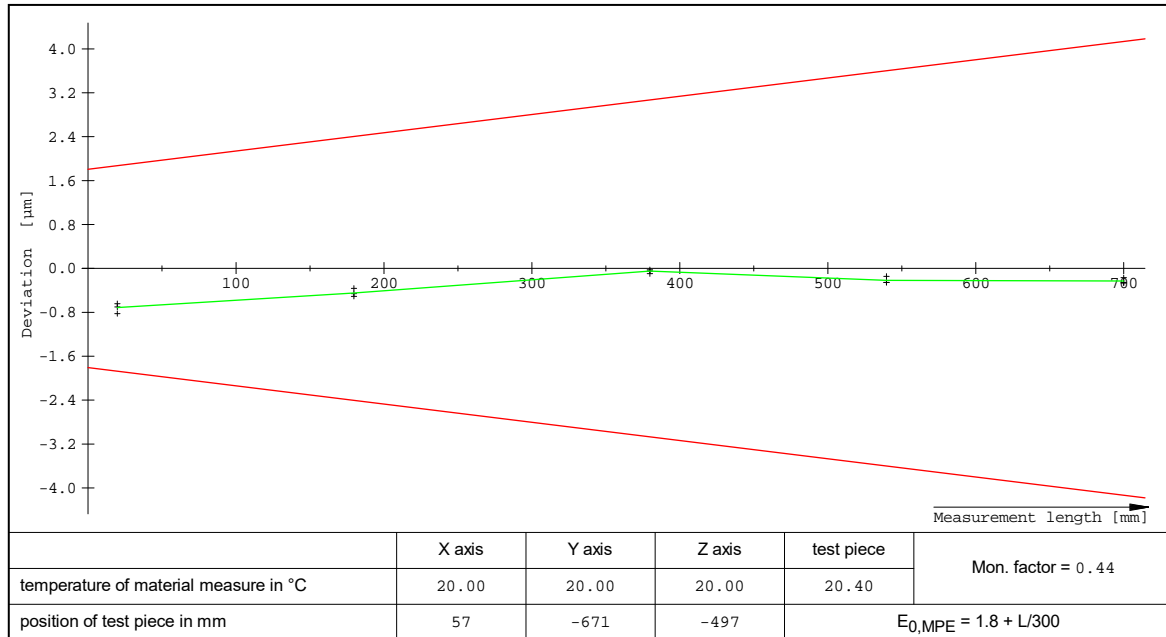
Measuring length L in mm		Deviations in mm		
nominal value	actual value	mean value	minimum	maximum
19.9890	19.9889	-0.0001	-0.0003	0.0000
139.9071	139.9069	-0.0001	-0.0002	-0.0001
259.9019	259.9016	-0.0003	-0.0003	-0.0003
379.8372	379.8371	-0.0001	-0.0002	0.0000
499.8537	499.8537	0.0000	-0.0002	0.0002

indication error in pos. 5 (R3d FR Direction)



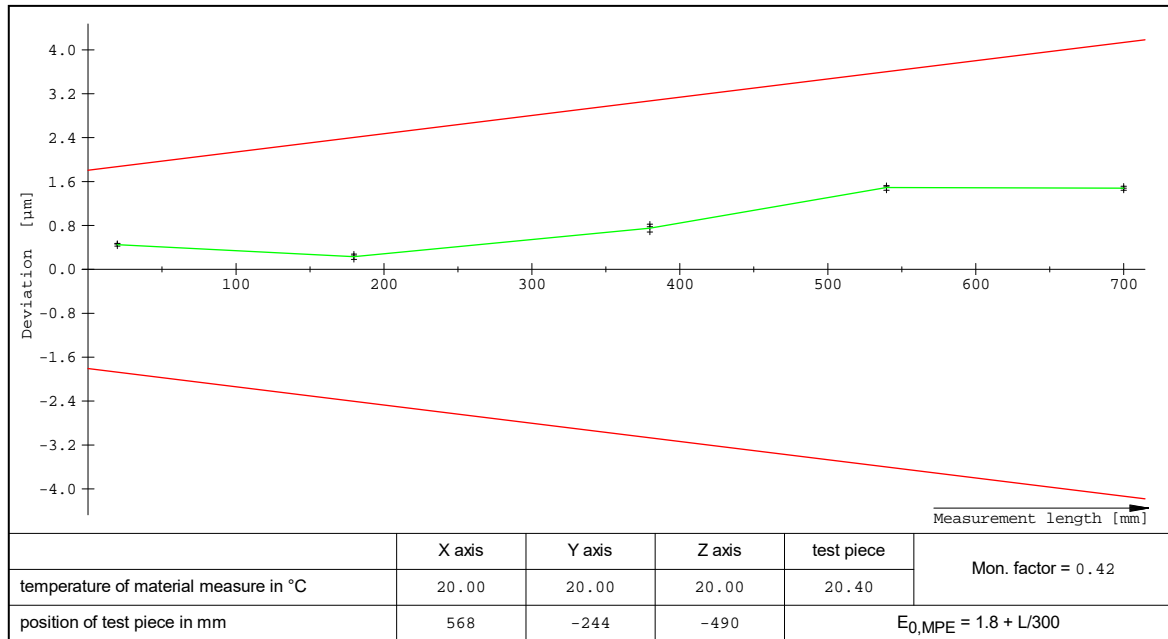
Measuring length L in mm		Deviations in mm		
nominal value	actual value	mean value	minimum	maximum
19.9890	19.9892	0.0002	0.0001	0.0002
179.9086	179.9091	0.0004	0.0004	0.0005
379.8372	379.8376	0.0004	0.0003	0.0005
539.8083	539.8090	0.0007	0.0005	0.0007
699.8649	699.8660	0.0012	0.0010	0.0012

indication error in pos. 4 (R3d FL Direction)



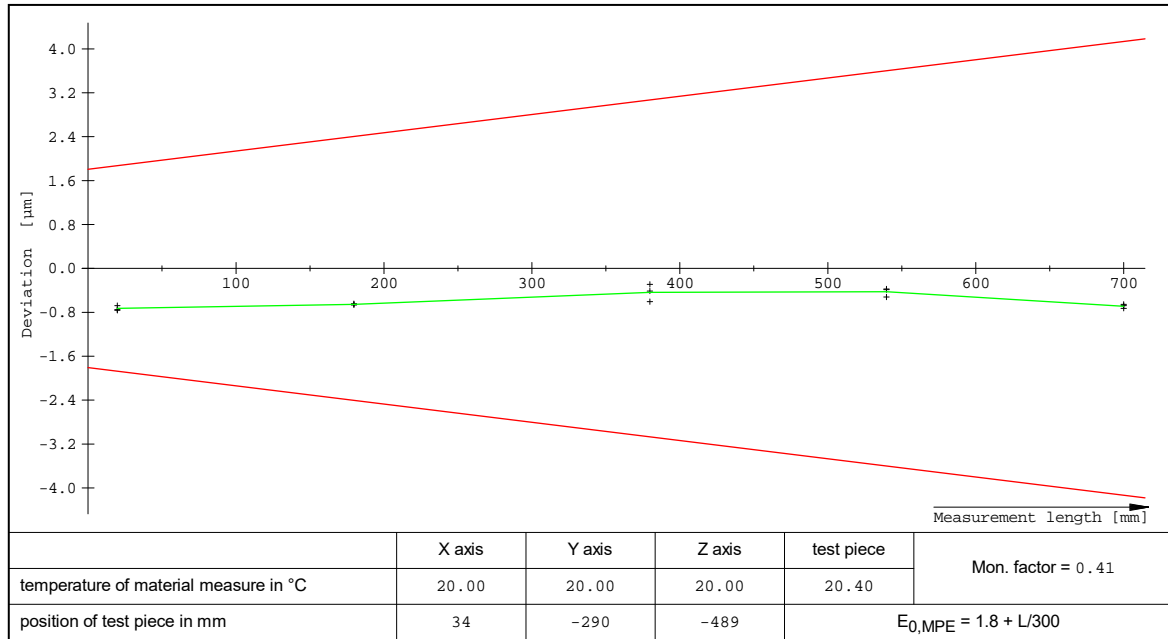
Measuring length L in mm		Deviations in mm		
nominal value	actual value	mean value	minimum	maximum
19.9890	19.9883	-0.0007	-0.0008	-0.0006
179.9086	179.9082	-0.0004	-0.0005	-0.0004
379.8372	379.8371	-0.0001	-0.0001	0.0000
539.8083	539.8081	-0.0002	-0.0003	-0.0001
699.8649	699.8647	-0.0002	-0.0003	-0.0002

indication error in pos. 7 (R3d RR Direction)



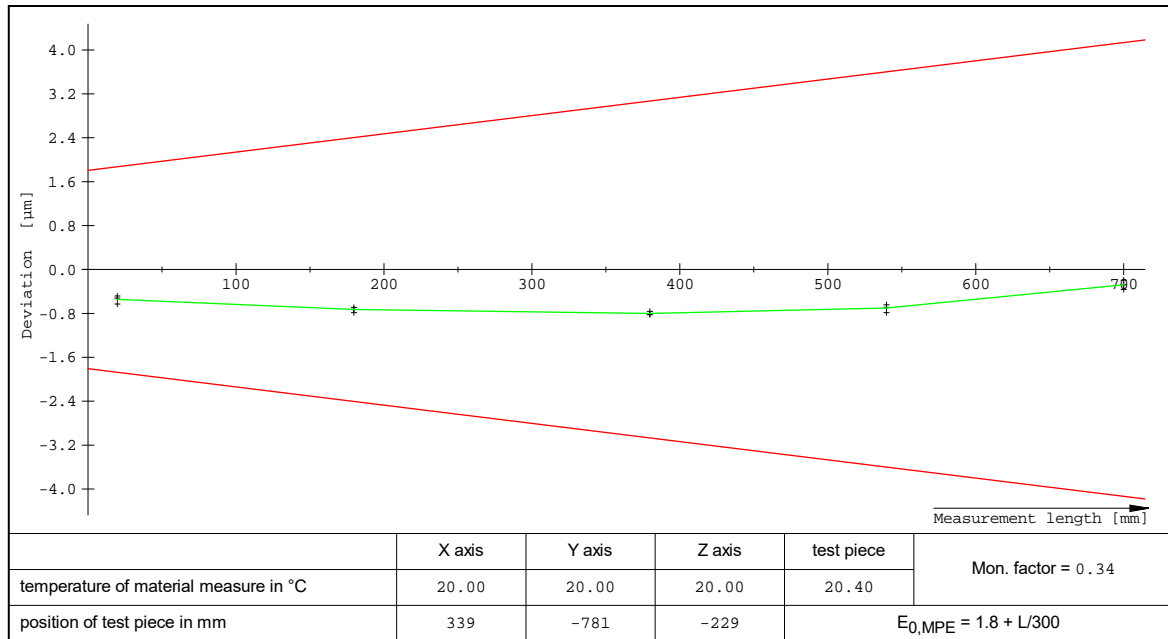
Measuring length L in mm		Deviations in mm		
nominal value	actual value	mean value	minimum	maximum
19.9890	19.9895	0.0005	0.0004	0.0005
179.9086	179.9089	0.0002	0.0002	0.0003
379.8372	379.8380	0.0008	0.0007	0.0008
539.8083	539.8098	0.0015	0.0014	0.0015
699.8649	699.8664	0.0015	0.0014	0.0015

indication error in pos. 6 (R3d RL Direction)



Measuring length L in mm		Deviations in mm		
nominal value	actual value	mean value	minimum	maximum
19.9890	19.9883	-0.0007	-0.0008	-0.0007
179.9086	179.9080	-0.0007	-0.0007	-0.0006
379.8372	379.8368	-0.0004	-0.0006	-0.0003
539.8083	539.8079	-0.0004	-0.0005	-0.0004
699.8649	699.8642	-0.0007	-0.0007	-0.0007

indication error in pos. 2 (Y Direction)



Measuring length L in mm		Deviations in mm		
nominal value	actual value	mean value	minimum	maximum
19.9890	19.9885	-0.0005	-0.0006	-0.0005
179.9086	179.9079	-0.0007	-0.0008	-0.0007
379.8372	379.8364	-0.0008	-0.0008	-0.0008
539.8083	539.8076	-0.0007	-0.0008	-0.0006
699.8649	699.8646	-0.0003	-0.0004	-0.0002

3.2 Single-stylus form error *PFTU*

The following probing sphere was used to determine the single-stylus form error:

Serial no.: TA121-018
Calibration mark: 19520-15007-01-00

Limit value	MPE(<i>PFTU</i>):	1.8 μm
Measurement result	<i>PFTU</i>:	0.5 μm

Position of test piece: X = 344mm Y = -622mm Z = -401mm

Temperature of test piece in °C: 20.40

The measurement results were determined with a stylus L = 80 mm and D 8.0 mm.

The measurement record is attached to the calibration certificate.

3.3 Scanning probing error *THP* and scanning test duration τ

The following probing sphere was used to determine scanning probing error and the scanning test duration:

Serial no.: TA121-018
Calibration mark: 19520-15007-01-00

Limit value **MPE_{THP} : 2.5 μ m**

Measurement result ***THP*: 0.6 μ m**

Limit value **MPT _{τ} : 68 s**

Measurement result **τ : 50 s**

Position of test piece: X = 344mm Y = -622mm Z = -401mm

Temperature of test piece in °C: 20.50

The measurement results were determined with a stylus L = 35 mm and D 3.0 mm.

The measurement record is attached to the calibration certificate.

3.4 Roundness form measurement error RONt (MZCI)

The following calibrated ring gauge was used to determine roundness form measurement error RONt (MZCI):

Serial no.: TA807-039
Calibration mark: 14594-D-K-15007-01-00

Max. permissible roundness error: $t = 1.8 \mu\text{m}$

Measurement results:

In the X/Y plane: $t = 0.4 \mu\text{m}$	($T = 20.0^\circ\text{C}$; stylus L = 80 mm und $\varnothing 12.0$ mm)
In the X/Z plane: $t = 0.5 \mu\text{m}$	($T = 20.0^\circ\text{C}$; stylus L = 80 mm und $\varnothing 12.0$ mm)
In the Y/Z plane: $t = 0.7 \mu\text{m}$	($T = 20.0^\circ\text{C}$; stylus L = 80 mm und $\varnothing 12.0$ mm)

4. Calibration of measuring equipment and traceability of measurement results

The measuring equipment used is calibrated by measuring labs accredited as per ISO 17025. For more details, refer to the attached copies of the individual calibration certificates.

5. Attachments

The following documents are attached to the calibration certificate:

- Measurement records of length measuring error $E0$
- Measurement records of length measuring error $E150$ ¹⁾
- Measurement record of repeated span length $R0$ ¹⁾
- Measurement record of probing error $PFTU$
- Measurement record of scanning probing error THP and scanning test duration τ ¹⁾
- Measurement record of the multiple stylus test PFT_j, PST_j, PLT_j ¹⁾
- Diagrams of roundness form measurement error^{1) 2)}
- Measurement record of four axis errors FR, FT and FA ¹⁾
- Measurement record of length measuring error EU (ViScan) ¹⁾
- Measurement record of probing error $PFV2D, PF2D$ (ViScan) ¹⁾
- Measurement record of probing error P [Form.Sph.D95%:Tr:ODS] (LineScan) ¹⁾
- Copy of certificates of standards used

¹⁾ Attached only if the test is a component of the acceptance under "Item 3, measurement results" and the customer persists to get the original custom print out of MSW.

²⁾ Not a component of DIN EN ISO 10360

6. Statement of conformity

The coordinate measuring machine meets the specifications of the manufacturer's test certificate. The performance of the coordinate measuring machine has been confirmed.

ZEISS Calypso



Measurement Plan
MPE-P-C46-V080409

Date
December 19, 2019

Drawing No.
* drawingno *



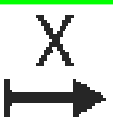
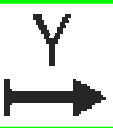
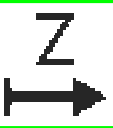
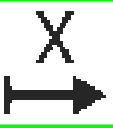
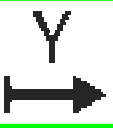


Time
9:52:52 AM

Order

Operator
Master

CMM
C32Bit

Incremental Part Number
20036

	Actual	Nominal	Upper Tol.	Lower Tol.	Deviation
 MPE-P Value	0.0005	0.0000	0.0018	-0.0018	-- 0.0005
 Durchmesser Kugel 25Points	24.9721	24.9726	0.0050	-0.0050	- -0.0005
 X	0.0000	0.0000			0.0000
 Y	-0.0003	0.0000			-0.0003
 Z	0.0002	0.0000			0.0002
 Time	83.0000	83.0000			0.0000
 TimePerProbing	3.3000	3.3000			0.0000
 Minimaler Radius	12.4858	12.4863			-0.0005
 Maximaler Radius	12.4862	12.4863			-0.0001

Antastweg:
5mm F04=+0000000500 F04=000001F4H V_PROBING [10um/s] ~02

Stylussystem and Stylus:
'mpe-p' '1' 0.57735026918963d@0.57735026918963d@-0.57735026918963d

Probe Type and ID:
VAST_XT 001SUUFU

Plan Name
MPE-P-C46-V080409

Operator
Master

Time
9:52:52 AM

Date
December 19, 2019



Actual	Nominal	Upper Tol.	Lower Tol.	Deviation
--------	---------	------------	------------	-----------

Sphereposition:
344.8273d, -622.6332d, -401.5693d

Deflection:
+200, +200, +200







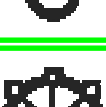

CMM Type and Number:
CONT_G2 135407

Firmware Version:
38.12













Temperature:
true -99 -99 5.5d

User Comment:

Loop:
1

	Radii(1) 12.4860	12.4863	0.0010	-0.0010	--	-0.0003
	Radii(2) 12.4858	12.4863	0.0010	-0.0010	--	-0.0005
	Radii(3) 12.4859	12.4863	0.0010	-0.0010	--	-0.0004
	Radii(4) 12.4861	12.4863	0.0010	-0.0010	-	-0.0002
	Radii(5) 12.4860	12.4863	0.0010	-0.0010	--	-0.0003
	Radii(6) 12.4862	12.4863	0.0010	-0.0010		-0.0001
	Radii(7) 12.4860	12.4863	0.0010	-0.0010	--	-0.0003
	Radii(8) 12.4861	12.4863	0.0010	-0.0010	-	-0.0002



	Actual	Nominal	Upper Tol.	Lower Tol.	Deviation
 Radii(9)	12.4861	12.4863	0.0010	-0.0010	- -0.0002
 Radii(10)	12.4862	12.4863	0.0010	-0.0010	 -0.0001
 Radii(11)	12.4861	12.4863	0.0010	-0.0010	- -0.0002
 Radii(12)	12.4860	12.4863	0.0010	-0.0010	- -0.0002
 Radii(13)	12.4861	12.4863	0.0010	-0.0010	- -0.0002
 Radii(14)	12.4861	12.4863	0.0010	-0.0010	- -0.0002
 Radii(15)	12.4862	12.4863	0.0010	-0.0010	 -0.0001
 Radii(16)	12.4860	12.4863	0.0010	-0.0010	-- -0.0003
 Radii(17)	12.4860	12.4863	0.0010	-0.0010	-- -0.0003
 Radii(18)	12.4858	12.4863	0.0010	-0.0010	-- -0.0005
 Radii(19)	12.4861	12.4863	0.0010	-0.0010	- -0.0002
 Radii(20)	12.4862	12.4863	0.0010	-0.0010	 -0.0001






Plan Name
MPE-P-C46-V080409

Operator
Master

Time
9:52:52 AM

Date
December 19, 2019



	Actual	Nominal	Upper Tol.	Lower Tol.	Deviation
 Radii(21)	12.4860	12.4863	0.0010	-0.0010	-- -0.0003
 Radii(22)	12.4861	12.4863	0.0010	-0.0010	- -0.0002
 Radii(23)	12.4860	12.4863	0.0010	-0.0010	-- -0.0003
 Radii(24)	12.4858	12.4863	0.0010	-0.0010	-- -0.0005
 Radii(25)	12.4860	12.4863	0.0010	-0.0010	-- -0.0003

ZEISS Calypso



Measurement Plan
MPE-THP-C46-V080409

Date
December 19, 2019

Drawing No.
VAST __VAST Speed: 25/25



Time
10:02:44 AM

Order
FW: 19.00 PRISMO 130379

Operator
Master

CMM
C32Bit

Incremental Part Number
312

	Actual	Nominal	Upper Tol.	Lower Tol.	Deviation
 Result 1: MPE-THP	0.0006	0.0025	0.0000	-0.0025	---
 Result 2: MPTtau	50.0000	68.0000	0.0000	-68.0000	--

===== Additional information for service! ===== Zusatzinformationen zu Servicezwecken! =====

Stylussystem and Stylus:
'mpe-thp' '1' (0.58d,0.58d,-0.58d)

Probe Type and ID-Chain:
VAST_XT __.63X63_91X91_27,001RIAIG,001SUUFU

CMM Type and Number:
CONT_G2 135407

CMM Size:
'700, 0, 0' '0, 1000, 600'

Spherepositon:
344.8275d, -622.6333d, -401.5697d

Firmware Version:
38.12

Scanspeed:
8 / 8 / 6 / 6 [mm/s]

Temperature:
true -99 -99 5.5d

Stylus Tip Deflection:
+200, +200, +200








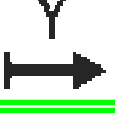



Used Filter:
Spline Tiefpass 50w/u

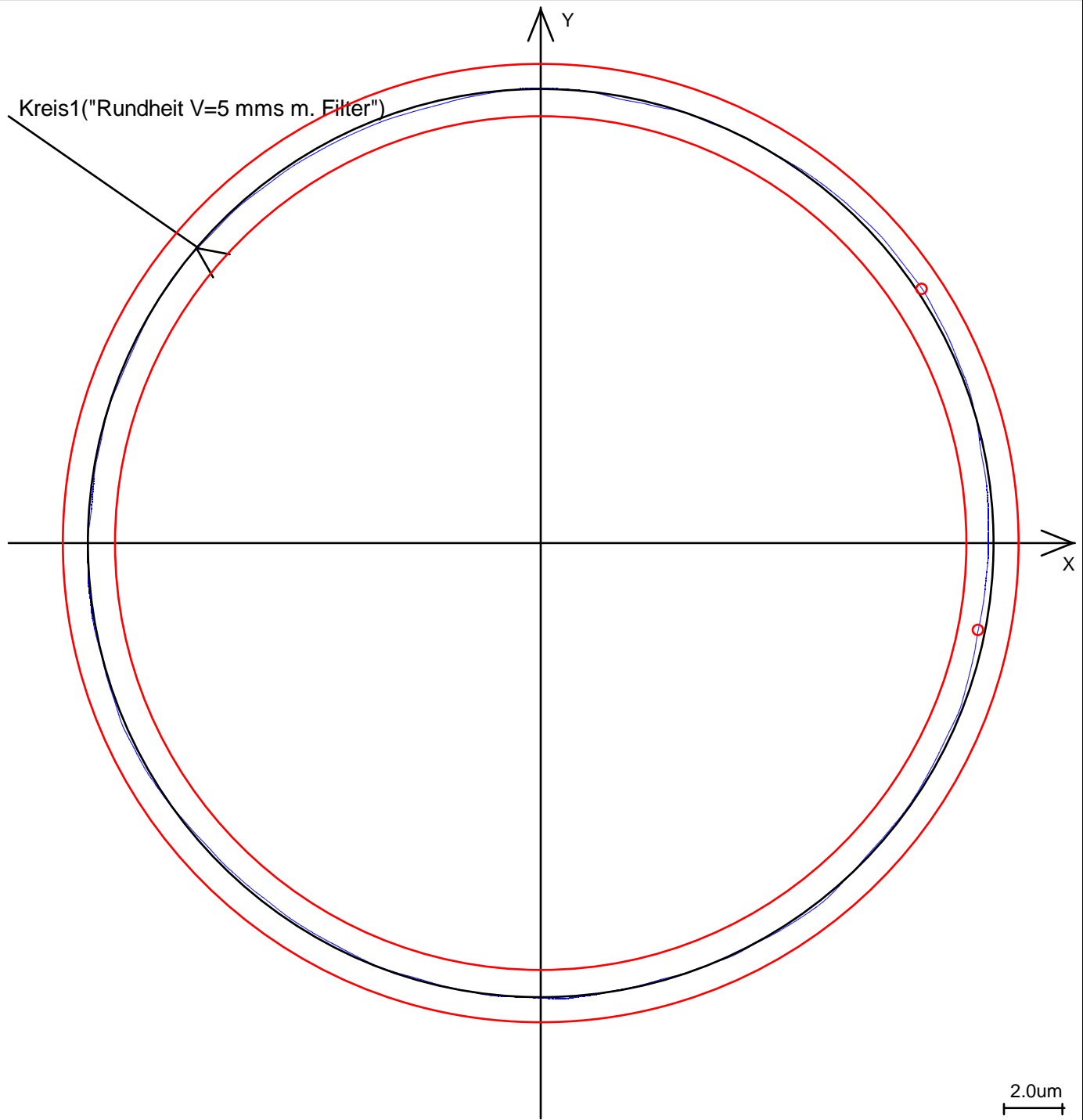
SpeedOverride:
00100

Loop:
1

User Comment:

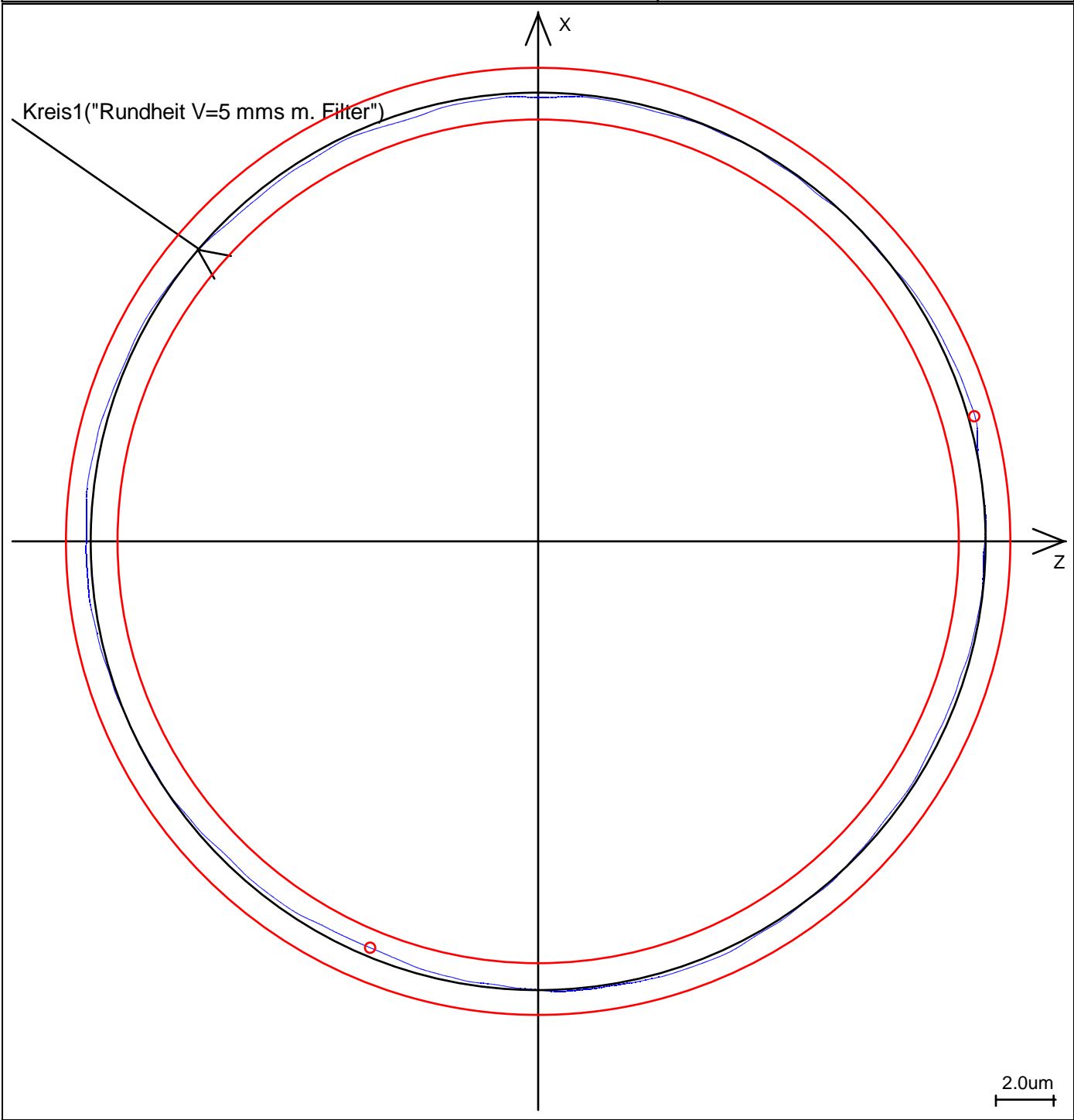


	Actual	Nominal	Upper Tol.	Lower Tol.	Deviation
 Form error 'Sphere THP' filtered	0.0006	0.0000	0.0025		- 0.0006
 Form error 'Sphere THP' unfiltered	0.0010	0.0000	1000.0000		- 0.0010
 Rnom-Ract	0.0004	0.0000	2.5000		- 0.0004
 R_min	12.4859	12.4863	0.0025	-0.0025	- -0.0004
 R_max	12.4865	12.4863	0.0025	-0.0025	- 0.0002
 Diameter Sphere THP	24.9723	24.9726			-0.0003
 X-Value 'Sphere THP'	0.0002	-0.1500			0.1502
 Y-Value 'Sphere THP'	0.0005	-0.1500			0.1505
 Z-Value 'Sphere THP'	-0.0003	0.0000			-0.0003
 Temperature Workpiece 1	0.0000	0.0000			0.0000
 Temperature Workpiece 2	0.0000	0.0000			0.0000



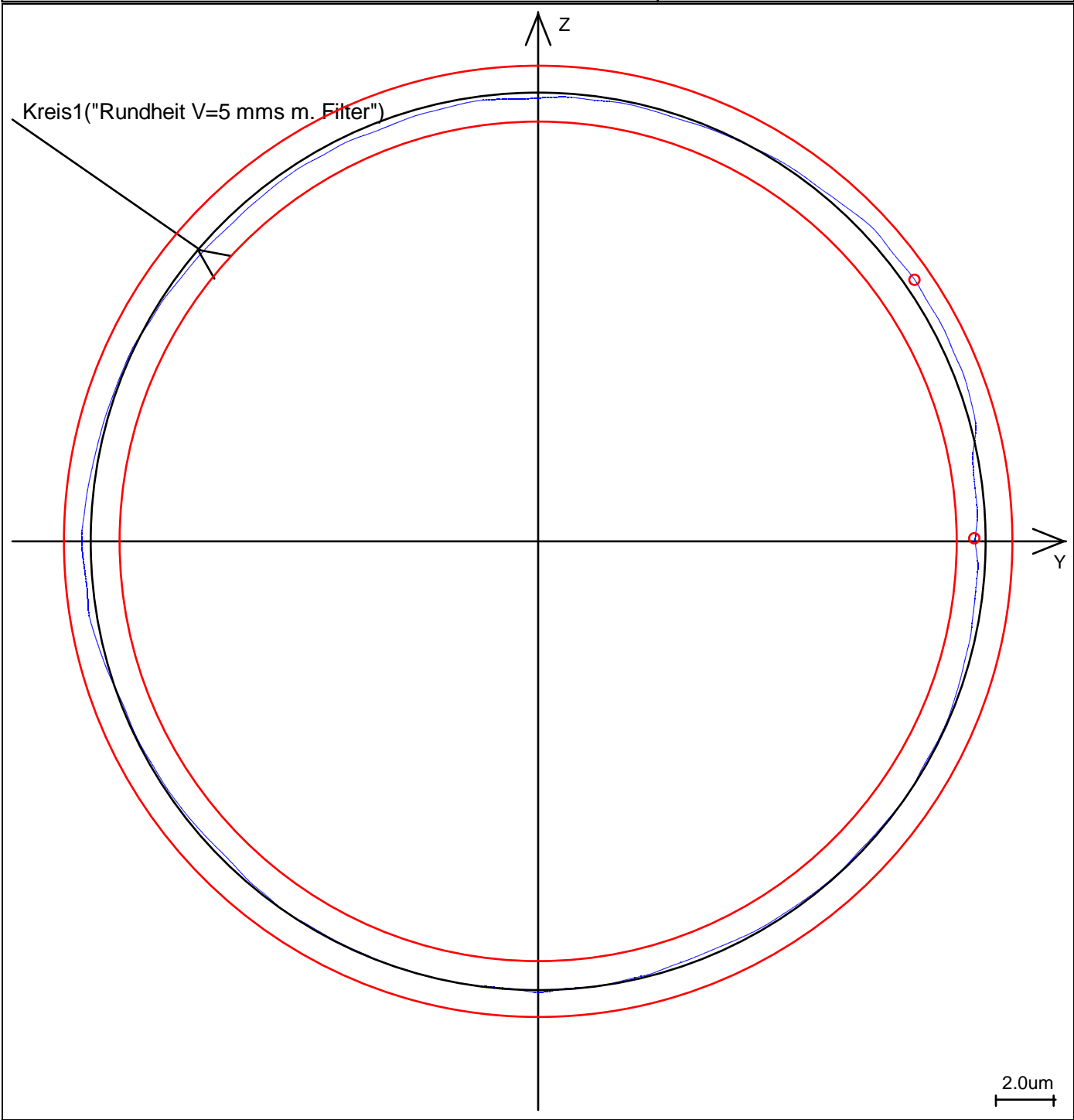
Magnification 5000

No	Identifier	Actual	Tol.	D-Act	D-Nom	Number of	Speed	Stylus Radi	F.Typ	L-C	UPR
1	Rundheit V=5 mms m. Filter	0.0004	0.0018	50.0003	49.9999	3267	5	5.9994	Gauss		50



Magnification 5000

No	Identifier	Actual	Tol.	D-Act	D-Nom	Number of	Speed	Stylus Radi	F.Typ	L-C	UPR
1	Rundheit V=5 mms m. Filter	0.0005	0.0018	50.0004	49.9999	3267	5	5.9996	Gauss		50



Magnification 5000

No	Identifier	Actual	Tol.	D-Act	D-Nom	Number of	Speed	Stylus Radi	F.Typ	L-C	UPR
1	Rundheit V=5 mms m. Filter	0.0007	0.0019	49.9998	49.9999	3267	5	5.9994	Gauss		50



Carl Zeiss
Industrielle Messtechnik GmbH
Mess- und Kalibrierzentrum
D - 73447 Oberkochen

Telefon 07364-20-3731
Fax 07364-20-4511
E-Mail calibration.metrology.de@zeiss.com

akkreditiert durch die / accredited by the

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

als Kalibrierlaboratorium im / as calibration laboratory in the

Deutscher Kalibrierdienst



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-K-15007-01-00

Kalibrierschein
Calibration certificate

Kalibrierzeichen
Calibration mark

14626
D-K-15007-01-00
2018-03

Gegenstand <i>Object</i>	Stufenendmaß <i>Step gauge</i>	<p>Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Die DAkkS ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich. <i>This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The DAkkS is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the international Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates. The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.</i></p>
Hersteller <i>Manufacturer</i>	ITS GmbH	
Typ <i>Type</i>	Blue Line Nominal length 700mm (ceramics)	
Fabrikat/Serien-Nr. <i>Serial number</i>	SE0700249 TA120-005	
Auftraggeber <i>Customer</i>	Carl Zeiss Ltd Division of Metrology 2 Hadrians Way RUGBY Warwickshire CV21 1ST Great Britain	
Auftragsnummer <i>Order No.</i>	7010092066	
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines <i>Number of pages of the certificate</i>	6	
Datum der Kalibrierung <i>Date of calibration</i>	21.03.2018	

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit.

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of both the Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.

Datum <i>Date</i>	Stellv. Leiter des Kalibrierlaboratoriums <i>Deputy Head of the calibration laboratory</i>	Bearbeiter <i>Person in charge</i>
22.03.2018	Weis	Schlät



14626
D-K- 15007-01-00
2018-03

1. Kalibriergegenstand / Calibration object

Bei dem Kalibriergegenstand handelt es sich um ein Stufenendmaß.
The calibration object is a step gauge.

2. Kalibrierverfahren / Calibration procedure

An dem Stufenendmaß wurden die Mittenabstände der Messflächen zur Messfläche 0 kalibriert.

Die Kalibrierung des Stufenendmaßes erfolgte mit einer „Kalibriereinrichtung für Längennormale“ (DK-Nr. 0372 oder DK-Nr. 11874). Das Messsystem der Einrichtung ist ein Planspiegel-Laserinterferometer. Es ist aufgebaut aus dem Interferometer mit beweglichem Antastelement (Zeiss-Tastsystem) und einem fest angeordneten Planspiegel. Zur Messung wird ein stabilisierter Zwei-Frequenz He-Ne-Laser benutzt, dessen Wellenlänge mit der nach der Edlen-Formel (Parameterverfahren) bestimmten Brechzahl der Luft korrigiert wird.

Der Anschluss an die Längeneinheit „Meter“ gemäß DIN EN ISO 3650 erfolgt durch Kalibrierung der gesamten Messeinrichtung mit einem Parallelendmaß vom Nennmaß 50 mm, amtliches Zeichen 50663 PTB 15, mit einem Parallelendmaß vom Nennmaß 500 mm, amtliches Zeichen 50663 PTB 15 und mit einem Parallelendmaß vom Nennmaß 1000 mm, amtliches Zeichen 50663 PTB 15.

The step gauge was calibrated by measuring the center-to-center distances between the measuring surfaces and the measuring surface 0.

The step gauge was calibrated using a “calibration device for linear comparison standards” (DK-No. 0372 or DK-No. 11874). The measuring system of the device consists of a plane-mirror laser interferometer. It consists of the interferometer with a mobile probing component (Zeiss probe system) and a permanently mounted plane mirror. A stabilized dual-frequency He-Ne laser is used whose wavelength is corrected by the refractive index of air determined in accordance with the Edlen formula (parameter method).

The traceability to the unit length “meter” as per DIN EN ISO 3650 is provided by calibrating the entire measuring system with parallel gauge blocks of the nominal size 50 mm, official label 50663 PTB 15, of the nominal size 500 mm, official label 50663 PTB 15 and of the nominal size 1000 mm, official label 50663 PTB 15.

3. Messbedingungen / Measuring conditions

Das Stufenendmaß war während der Messung horizontal gelagert und an zwei Stellen unterstützt (Auflagepunkte von den Endflächen des Tragkörpers = $0,23 \times l$; l = Länge des Tragkörpers des Stufenendmaßes).

Die Ausrichtung des Stufenendmaßes in den Koordinatenrichtungen X und Z sowie die Lage der Messlinie ist auf Seite 6 ersichtlich.

During measurement, the step gauge was located in a horizontal position and supported in two places (supporting points from the end surfaces of the carrier = $0.23 \times l$; l = length of step gauge carrier).

The alignment of the step gauge in the coordinate directions X and Z, and the position of the measuring line are shown in page 6.



14626
D-K- 15007-01-00
2018-03

4. Umgebungsbedingungen / Ambient conditions

Die Umgebungstemperatur betrug $(20 \pm 0,5)^\circ\text{C}$.

Temperatur, Luftdruck und rel. Luftfeuchte während der Messungen liegen in dem Kalibrierlaboratorium auf Datenträger vor und können bei Bedarf mitgeteilt werden.

The ambient temperature has been in the range of $(20 \pm 0.5)^\circ\text{C}$.

The temperature, air pressure and humidity during measurement have been recorded on a data carrier in the calibration lab and can be communicated, if necessary.

5. Messergebnisse / Measurement results

Auf Seite 5 sind die Mittenabstände der Messflächen zur Messfläche 0 tabellarisch aufgeführt.

Die Längenangaben gelten für die Bezugstemperatur 20°C und für die messtechnische Beschaffenheit des Stufenendmaßes, die während der Kalibrierung vorlag. Zur Reduktion der Messwerte auf 20°C wurde als linearer thermischer Längenausdehnungskoeffizient der Wert $11,50 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ($U = 1,0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) verwendet.

Page 5 gives the center-to-center distances between the measuring surfaces and measuring surface 0 in the form of a table.

The lengths are specified relative to the reference temperature of 20°C and to the metrological condition of the step gauge during calibration. A linear thermal expansion coefficient of $11.50 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ($U = 1.0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) was used to reduce the results to 20°C .

Die mittlere Temperatur des Stufenendmaßes während der Messung betrug: 20.07°C.
The mean temperature of the step gauge during measurement was:

Die Messwerte sind der Mittelwert aus 36 Messreihen.

The results are the mean values obtained from 36 measurement series.

6. Messunsicherheit / Measuring uncertainty

Die Unsicherheit der Längenmessung beträgt:

The length measurement uncertainty is:

$$U = 0.1 \mu\text{m} + 0.4 \times 10^{-6} \times l, \quad l = \text{Länge des Stufenendmaßes} / l = \text{length of the step gauge}$$

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k = 2$ ergibt. Sie wurde gemäß DAkkS-DKD-3 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% im zugeordneten Wertintervall.

Das Kalibrierzeichen wurde am Kalibriergegenstand angebracht.

The specification indicates the upgraded measuring uncertainty resulting from the multiplication of the standard measuring uncertainty by the factor $k = 2$. It was determined in conformity with DAkkS-DKD-3. The values of the measurement parameter lie within the specified range with a probability of 95%.

The calibration object was provided with the calibration label.



14626
D-K- 15007-01-00
2018-03

7. Bemerkungen / Remarks

Zu beachten ist, dass im Vergleich der aktuellen zur vorangegangenen Kalibrierung erhöhte E_N -Werte vorliegen:

Please note, in comparison of the current to the previous results the following increased correlation of E_N values are:

Abstand / Distance (mm)	E_N -Werte / E_N values
40	1.10
60	2.34
80	1.07
100	1.77
140	1.72
180	1.89
220	1.73
260	1.56
300	1.58
340	1.50
380	1.38
420	1.32
460	1.34
500	1.25
580	1.13
620	1.02
660	1.11

Im Zweifelsfall ist der deutsche Text des Kalibrierscheines gültig.
In case of doubt the german text of the certificate is valid.

Anerkennung von DAkkS Kalibrierscheinen: / Acceptance of DAkkS Calibration Certificates:

Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Die weiteren Unterzeichner innerhalb und außerhalb Europas sind den Internetseiten von EA (www.european-accreditation.org) und ILAC (www.ilac.org) zu entnehmen.

The Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Co-operation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates. All other signatory Members within and outside of Europe are reported on the internet pages of EA (www.european-accreditation.org) and ILAC (www.ilac.org).



14626
D-K- 15007-01-00
2018-03

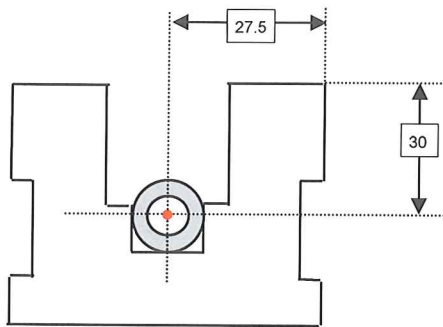
Messfläche
*Measuring
surface*

**Abstand zur
Messfläche 0**
*Distance to
measuring
surface 0*

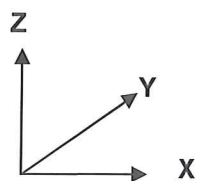
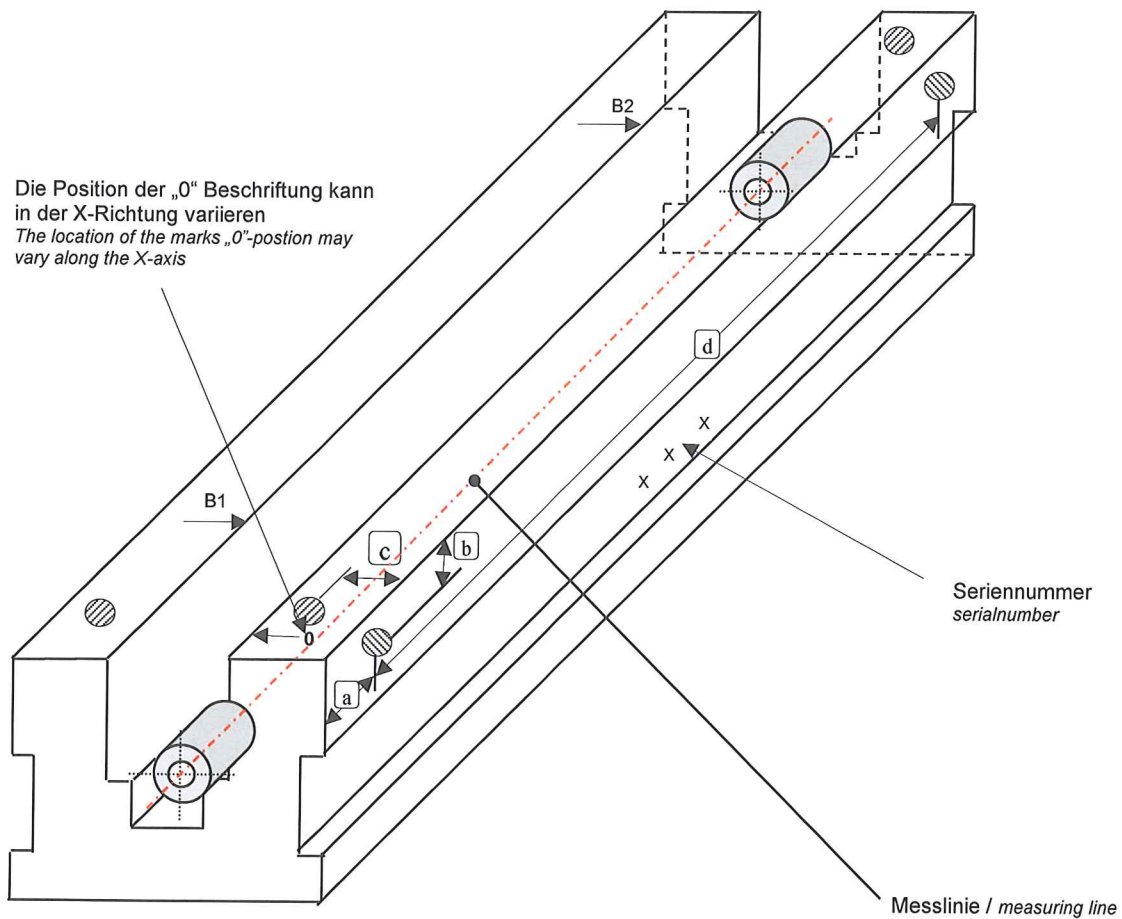
in mm

0	0.00000
1	19.98901
2	39.88129
3	59.89556
4	79.87253
5	99.86804
6	119.91258
7	139.90706
8	159.89627
9	179.90863
10	199.89437
11	219.88768
12	239.88911
13	259.90190
14	279.88852
15	299.90133
16	319.87453
17	339.88842
18	359.84240
19	379.83720
20	399.80674
21	419.81955
22	439.79938
23	459.81535
24	479.83894
25	499.85372
26	519.81551
27	539.80834
28	559.89431
29	579.88915
30	599.87195
31	619.86684
32	639.87258
33	659.86810
34	679.85034
35	699.86489

Ausrichtung und Messlinie am Stufenendmaß
Alignment and measuring line of step gauge



Die Position der „0“ Beschriftung kann in der X-Richtung variieren
The location of the marks „0“-position may vary along the X-axis



- Ausrichtung / *alignment Z*
- Ausrichtung / *alignment X*

- a = 15 mm
- b = 6 mm
- c = 7 mm
- d = Nennlänge / *nominal length* -10 mm



Carl Zeiss
Industrielle Messtechnik GmbH
Mess- und Kalibrierzentrum
D - 73447 Oberkochen

Telefon 07364-20-3731
Fax 07364-20-4511
E-Mail calibration.metrology.de@zeiss.com

akkreditiert durch die / accredited by the

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

als Kalibrierlaboratorium im / as calibration laboratory in the



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-K-15007-01-00

Deutscher Kalibrierdienst



Kalibrierschein
Calibration certificate

Kalibrierzeichen
Calibration mark

19520
D-K- 15007-01-00
2019-10

Gegenstand <i>Object</i>	Kugelnorm (Keramik) <i>Calibration sphere (ceramic)</i>
Hersteller <i>Manufacturer</i>	-
Typ <i>Type</i>	Ø 25
Fabrikat/Serien-Nr. <i>Serial number</i>	R4032 TA 121-018
Auftraggeber <i>Customer</i>	Carl Zeiss Ltd Division of Metrology 2 Hadrians Way, Rugby Warwickshire, CV21 1ST Grossbritannien
Auftragsnummer <i>Order No.</i>	7010110773
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines <i>Number of pages of the certificate</i>	9
Datum der Kalibrierung <i>Date of calibration</i>	08.10.2019

Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI).

Die DAkkS ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine.

Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.

This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The DAkkS is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the international Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates.

The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit.

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of both the Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.

Datum <i>Date</i>	Stellv. Leiter des Kalibrierlaboratoriums <i>Deputy Head of the calibration laboratory</i>	Bearbeiter <i>Person in charge</i>
----------------------	---	---------------------------------------

09.10.2019

Dipl.-Ing. Marc Ilzhöfer

Evertz / Anselstetter



19520
D-K- 15007-01-00
2019-10

1. Kalibriergegenstand / Calibration object

Der Kalibriergegenstand ist ein Kugelnormal aus Keramik.
An dem Kugelnormal wurde der Durchmesser und die Formabweichungen kalibriert.

*The calibration object is a calibration sphere made of ceramic.
The diameter and the form deviations of the calibration sphere were calibrated.*

2. Kalibrierverfahren / Calibration method

Die Kalibrierung des Durchmessers erfolgte mit dem dreidimensionalen Koordinatenmessgerät ZEISS UPMC ultra mit Seriennummer 151192
Die Kalibrierung ist über das Substitutionsverfahren mit folgenden Normalen auf nationale Normale rückgeführt:

*The mean size was calibrated with a three-dimensional coordinate measuring machine
ZEISS UPMC ultra with serial number 151192.
The calibration is traceable to national standards, using the substitution method, with the following standards:*

Referenznormal reference standard	Nennlänge nominal length	Seriennummer serial no.	Kalibrierzeichen official label
Kugelnormal / calibration sphere	25 mm	R5822 / PM 20080373	17149/D-K-15007-01-00/2019-01

Die Kalibrierung der Formabweichung erfolgte mit dem Formmessgerät Mahr MFU8 mit Seriennummer 8203
unter Beachtung der Normen DIN EN ISO 16610-21, DIN EN ISO 12181, DIN EN ISO 12780.
Die Kalibrierung der Formabweichungen ist mit folgendem Normal auf nationale Normale rückgeführt:

*The form deviations were calibrated with the form measuring machine
Mahr MFU8 with serial number 8203
in compliance with the standards DIN EN ISO 16610-21, DIN EN ISO 12181, DIN EN ISO 12780
The calibration is traceable to national standards with the following standard:*

Referenznormal reference standard	Seriennummer serial no.	Kalibrierzeichen official label
Zerodurhalbkugel / zerodur hemisphere	DK 1995	54054 PTB 19
Vergrößerungsnormal / enlargement standard	112/435-H71	54052 PTB 19



3. Messbedingungen / *Measuring conditions*

Durchmesser / *Diameter*

Der Kalibriergegenstand wurde zum Temperatenausgleich mindestens 12 Stunden im Messraum gelagert. Die Kugel wurde in einer Vorrichtung gegen 3 Berührungspunkten gehalten. Das Bezugskordinatensystem wurde über die Kugel gebildet. Ausgewertet wurde jeweils der Zweipunktdurchmesser im Bezugs-Koordinatensystem. Der Tastkugeldurchmesser betrug 6,0 mm und die Antastkraft 0,1 N. Der zur Reduktion der Messwerte auf 20°C verwendete lineare thermische Ausdehnungskoeffizient α ist in Abschnitt 5 dokumentiert.

In order to bring the temperatures in line the calibration object was kept for at least 12 hours inside the measuring room.

During the measurement, the sphere was held by a fixture on 3 boundary points.

The reference system was given by the sphere.

Each time the two-point-distance was evaluated.

The diameter of probe tip was 6.0 mm and the probe force was 0.1 N.

The linear thermal expansion coefficient α which is used to reduce the results to 20°C is shown in chapter 5.

Rundheit / *Roundness*

Die Auswertung der Messergebnisse erfolgte nach dem Prinzip der Minimalen Radiendifferenz (MZCI). Die Grenzwellenzahl betrug 150 UPR (Gauß-Filter; 50% Amplitudenübertragung). Es wurden 14400 Punkte pro Umdrehung erfasst. Der Durchmesser der Antastkugel betrug 1,0 mm und die Antastkraft 0,05 N.

The measurement results were evaluated according to the principle of Minimum Zone Reference Circles method (MZCI). The critical wave number was 150 UPR (Gaussian-filter, 50% amplitude transmission).

14400 points per rotation were measured.

The diameter of the probe sphere was 1.0 mm, the probing force 0.05 N.

4. Umgebungsbedingungen / *Ambient conditions*

Die Umgebungstemperatur betrug $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Temperatur, Luftdruck und rel. Luftfeuchte während der Messungen liegen in dem Kalibrierlaboratorium auf Datenträger vor und können bei Bedarf mitgeteilt werden.

The ambient temperature was $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$.

The temperature, air pressure and relative humidity during measurement have been recorded on a data carrier in the calibration lab and can be communicated, if necessary.



19520
D-K-15007-01-00
2019-10

5. Messergebnisse / Measuring results

Der ermittelte Durchmesser gilt für die Bezugstemperatur 20°C und für die messtechnische Beschaffenheit des Kalibriergegenstandes die bei der Kalibrierung vorlag.

Zur Reduktion der Messwerte auf 20°C wurde als linearer thermischer Längenausdehnungskoeffizient der Wert $\alpha_l = 5,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ verwendet.

Der Kalibrierwert ist der Mittelwert aus 15 Einzelmessungen.

Die Messpositionen sind auf Seite 6 ersichtlich.

The determined diameter is specified relative to the reference of 20°C and the metrological condition of the calibration object during calibration.

The linear thermal expansion coefficient of $\alpha_l = 5.5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ was applied to reduce the measured data to the reference temperature of 20°C.

The calibration value is the mean value of 15 single measurements.

Page 6 shows the assignment of the three levels.

Mittlere Temperatur während der Messung: 19,63°C
Temperature during measurement:

Prüfmerkmal Characteristic	Messposition Measuring position	Messergebnis Measuring result	Einheit unit	Seite page
Durchmesser Diameter	Messebene 1 (0°-180°) Measuring plane 1 (0°-180°)	24,97259	mm	-
Rundheitsabweichung Roundness deviation	Messebene 1 (Äquator) Measuring plane 1 (Equator)	0,05	µm	7
Rundheitsabweichung Roundness deviation	Messebene 2 (-45°) Measuring plane 2 (-45°)	0,05	µm	8
Rundheitsabweichung Roundness deviation	Messebene 3 (+45°) Measuring plane 3 (+45°)	0,04	µm	9



19520
D-K- 15007-01-00
2019-10

6. Messunsicherheit / *Measuring uncertainty*

Die Messunsicherheit beträgt für:

- den Durchmesser: $U = 0,2 \mu\text{m} + 0,4 \times 10^{-6} \times d$; d ist der Durchmesser
- die Rundheitsabweichung $U = 0,1 \mu\text{m}$

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k = 2$ ergibt. Sie wurde gemäß DAkkS-DKD-3 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% im zugeordneten Werteintervall.

The measuring uncertainty is for:

- *the diameter:* $U = 0.2 \mu\text{m} + 0.4 \times 10^{-6} \times d$; d is the diameter
- *the roundness deviation:* $U = 0.1 \mu\text{m}$

The specification indicates the expanded measuring uncertainty resulting from the multiplication of the standard measuring uncertainty by the factor $k = 2$. It was determined in conformity with DAkkS-DKD-3. The values of the measurement parameter lie within the specified range with a probability of 95%.

7. Bemerkung / *Remark*

Im Zweifelsfall ist der deutsche Text des Kalibrierscheines gültig.
In case of doubt the German text of the certificate is valid.

Anerkennung von DAkkS Kalibrierscheinen

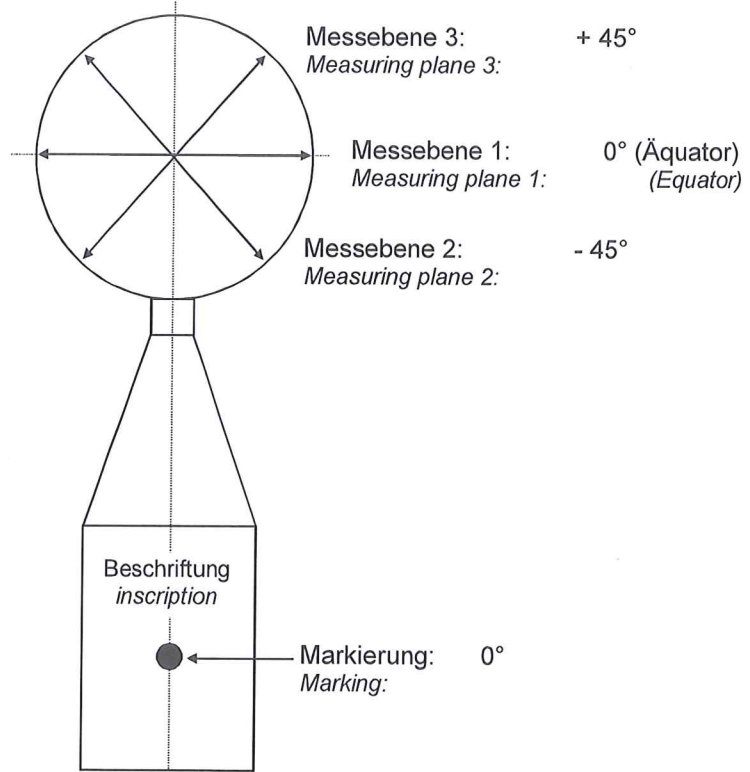
Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Die weiteren Unterzeichner innerhalb und außerhalb Europas sind den Internetseiten von EA (www.european-accreditation.org) und ILAC (www.ilac.org) zu entnehmen.

Acceptance of DAkkS Calibration Certificate

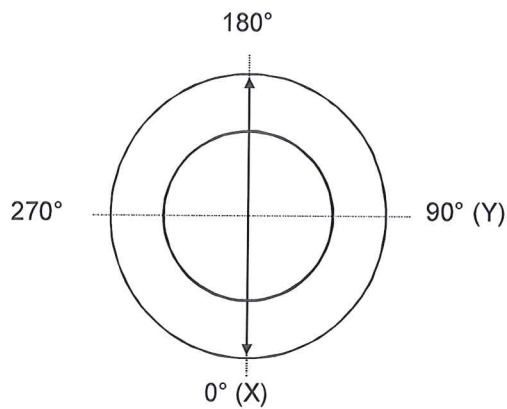
The Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH is signatory to the multilateral agreement of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates. The other signatories in and outside Europe can be seen on the Website of EA (www.european-accreditation.org) and ILAC (www.ilac.org).



19520
D-K- 15007-01-00
2019-10



Messebene 1, 2, 3 = Messebenen für Rundheitsabweichungen
Measuring plane 1, 2, 3 = measuring planes for roundness deviation



0°-180° auf Messebene 1 = Zweipunktdurchmesser
0°-180° on Measuring plane 1 = two-point-diameter



19520
D-K- 15007-01-00
2019-10

MarWin 11.00-19		Carl Zeiss IMT GmbH		07.10.2019 1 08:09:30 Prüfer: Evertz Unterschrift:	
Teil: Kugel		Zeichnungs-Nr.:		Bearbeitungsschritt:	
Sn: R4032					
Kategorie: Messposition 1 = 0°					
Rundheit					
Messtakt pol.: 0.03° Tastkugeldurchmesser: 1.0000 mm gefiltert: 150 WU 50% Gauss Verstärkung: 3 F: 0.05 N MZCI					
Exz: 0.23 µm, 221.04°					
Merkmalname		Typ	Tol. [µm]	Abw. [µm]	
Rundheit_kugel1_150_MZCI		○	0,00	0,05	



19520
D-K- 15007-01-00
2019-10

Mahr	MarWin 11.00-19	Carl Zeiss IMT GmbH	ZEISS	07.10.2019 2 08:09:30 Prüfer: Evertz Unterschrift:
Teil: Kugel		Zeichnungs-Nr.:		Bearbeitungsschritt:
Sn: R4032				
Kommentar: Messposition 2 = -45°				
Rundheit				
<p>Messtakt pol.: 0.03° Tastkugeldurchmesser: 1.0000 mm gefiltert: 150 WU 50% Gauss Verstärkung: 3 F: 0.05 N MZCI</p>				
Merkmalsname		Typ	Tol. [µm]	Abw. [µm]
Rundheit_kugel2_150_MZCI		○	0,00	0,05



19520
D-K- 15007-01-00
2019-10

	MarWin 11.00-19	Carl Zeiss IMT GmbH		07.10.2019 3 08:09:30 Prüfer: Evertz Unterschrift:								
Teil: Kugel		Zeichnungs-Nr.:		Bearbeitungsschritt:								
Sn: R4032												
Kategorie: Messposition 3 = 45°												
Rundheit												
<p>Messtakt pol.: 0.03° Tastkugeldurchmesser: 1.0000 mm gefiltert: 150 W/U 50% Gauss Verstärkung: 3 F: 0.05 N MZCI</p>												
Exz: 0.79 μm, 62.49°												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">Merkmalname</th> <th style="width: 10%;">Typ</th> <th style="width: 20%;">Tol. [μm]</th> <th style="width: 30%;">Abw. [μm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rundheit_kugel3_150_MZCI</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">0,00</td> <td style="text-align: center;">0,04</td> </tr> </tbody> </table>					Merkmalname	Typ	Tol. [μm]	Abw. [μm]	Rundheit_kugel3_150_MZCI	○	0,00	0,04
Merkmalname	Typ	Tol. [μm]	Abw. [μm]									
Rundheit_kugel3_150_MZCI	○	0,00	0,04									

TA 807-039



Carl Zeiss
Industrielle Messtechnik GmbH
Mess- und Kalibrierzentrum
D - 73447 Oberkochen

Telefon 07364-20-3731
Fax 07364-20-4511
E-Mail calibration.metrology.de@zeiss.com

akkreditiert durch die / accredited by the

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

als Kalibrierlaboratorium im / as calibration laboratory in the



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-K-15007-01-00

Deutscher Kalibrierdienst



Kalibrierschein
Calibration certificate

Kalibrierzeichen
Calibration mark

14594
D-K-15007-01-00
2018-03

Gegenstand <i>Object</i>	Einstellung (Stahl) <i>Setting ring (steel)</i>	<p>Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Die DAkkS ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich. <i>This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The DAkkS is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the international Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates. The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.</i></p>
Hersteller <i>Manufacturer</i>	Zeiss	
Typ <i>Type</i>	Ø 50 mm Höhe / <i>height</i> 20,1 mm	
Fabrikat/Serien-Nr. <i>Serial number</i>	CZ 18/033	
Auftraggeber <i>Customer</i>	Carl Zeiss Ltd Division of Metrology 2 Hadrians Way, Rugby Warwickshire, CV21 1ST Grossbritannien	
Auftragsnummer <i>Order No.</i>	7010092488	
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines <i>Number of pages of the certificate</i>	10	
Datum der Kalibrierung <i>Date of calibration</i>	19.03.2018	

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit.
This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of both the Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.

Datum <i>Date</i>	Stellv. Leiter des Kalibrierlaboratoriums <i>Deputy Head of the calibration laboratory</i>	Bearbeiter <i>Person in charge</i>
20.03.2018	 Dipl.-Ing. Marc Ilzhöfer	 Evertz / Anselstetter



14594
D-K- 15007-01-00
2018-03

1. Kalibriergegenstand / Calibration object

Der Kalibriergegenstand ist ein Einstellring aus Stahl.
An dem Einstellring wurden der Durchmesser und die Formabweichungen kalibriert.

*The calibration object is a setting ring made of steel.
The diameter and the form deviations of the setting ring were calibrated.*

2. Kalibrierverfahren / Calibration method

Die Kalibrierung des Durchmessers erfolgte mit dem dreidimensionalen Koordinatenmessgerät ZEISS UPMC Ultra mit Seriennummer 151192.
Die Kalibrierung ist über das Substitutionsverfahren mit folgenden Normalen auf nationale Normale rückgeführt:

*The diameter was calibrated with a three-dimensional coordinate measuring machine ZEISS UPMC Ultra with serial number 151192.
The calibration is traceable to national standards, using the substitution method, with the following standards:*

Referenznormal reference standard	Nennmaß nominal size	Seriennummer serial no.	Kalibrierzeichen official label
Einstellring / setting ring	50 mm	PM 20080275	13161 / D-K-15007-01-00 / 2017-09

Die Kalibrierung der Formabweichung erfolgte mit dem Formmessgerät Mahr MFU8 mit Seriennummer 8203 unter Beachtung der Normen DIN EN ISO 16610-21, DIN EN ISO 12181, DIN EN ISO 12780.
Die Kalibrierung der Formabweichungen ist mit folgenden Normalen auf nationale Normale rückgeführt:

*The form deviations were calibrated with the form measuring machine Mahr MFU8 with serial number 8203 in compliance with the standards DIN EN ISO 16610-21, DIN EN ISO 12181, DIN EN ISO 12780.
The calibration is traceable to national standards with the following standards:*

Referenznormal reference standard	Seriennummer serial no.	Kalibrierzeichen official label
Zerodurhalbkugel / zerodur hemisphere	DK 1995	54023 PTB 16
Vergrößerungsnormal / Plug gauge (cylinder with flattening)	112/435-H71	54022 PTB 16
Zerodurzylinder / zerodur cylinder	DK 9099	50708 PTB 17



14594
D-K- 15007-01-00
2018-03

3. Messbedingungen / *Measuring conditions*

Durchmesser / *Diameter*

Der Kalibriergegenstand wurde zum Temperaturengleich mindestens 12 Stunden im Messraum gelagert. Der Ring wurde in einer Vorrichtung an 3 Berührungspunkten gehalten.

Das Bezugskordinatensystem wurde über den Zylinder des Ringes gebildet.

Ausgewertet wurde jeweils der Zweipunktdurchmesser im Bezugs-Koordinatensystem.

Auf den diametralen Mantellinien an der Markierung des Rings wurden jeweils in mittlerer Höhe eine Gerade mit 9 Punkten angetastet.

Start und Endpunkt der Geraden liegen $\pm 0,5$ mm symmetrisch zur mittleren Höhe.

Ausgewertet wurde die Distanz zwischen den Schnittpunkten der Geraden mit der theoretischen Ebene des Bezugskordinatensystems in mittlerer Höhe.

Die Geraden wurden durch die Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate berechnet.

Auf dem Durchmesser in mittlerer Höhe wurden in Richtung der Markierung des Rings zwei gegenüberliegende Kreissegmente, jeweils mit 9 Antastpunkten verteilt, angetastet.

Start und Endpunkt der Kreissegmente liegen $\pm 0,5$ mm (Bogenmaß) symmetrisch zur Achse $0^\circ - 180^\circ$ auf mittlerer Ebene.

Ausgewertet wurde die Distanz zwischen den Schnittpunkten der Kreissegmente mit der theoretischen Ebene des Bezugskordinatensystems in axialer Richtung.

Die Kreissegmente wurden durch die Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate berechnet.

Der Zweipunktdurchmesser ergibt sich als Mittelwert der Distanzen aus den radialen und axialen Schnittpunkten.

Der Tastkugeldurchmesser betrug 6,0 mm und die Antastkraft 0,1 N.

Der zur Reduktion der Messwerte auf 20°C verwendete lineare thermische Ausdehnungskoeffizient α ist in Abschnitt 5 dokumentiert.

In order to bring the temperatures in line the calibration object was kept for at least 12 hours inside the measuring room.

During the measurement, the ring was held by a fixture on 3 boundary points.

The reference system was given by the cylinder of the ring.

Each time the two-point-distance was evaluated.

On the diametrical surfaces lines on the marking position of the ring in the middle height were in each case a straight line with 9 points probed.

Start point and end point are ± 0.5 mm symmetrically to the middle height.

The distance between the intersection points of the straight lines with the theoretical plane of the reference system was evaluated.

The straight lines were evaluated by a least-squares fit.

On the diameter in direction of the marking position of the ring in the middle height two opposite circle segments, in each case with 9 points distributed, were probed.

Startpoint and endpoint of the circle segments are located $\pm 0,5$ mm (circular measure) symmetrically to the axis $0^\circ - 180^\circ$ in the middle plane.

The distance between the intersection points of the circle segments with the theoretical plane of the reference system in direction of the axis was evaluated.

The circle segments were evaluated by a least-squares fit.

The two point diameter is the mean value of the radial and axial intersection points.

The diameter of probe tip was 6.0 mm and the probe force was 0.1 N.

The linear thermal expansion coefficient α which is used to reduce the results to 20°C is shown in chapter 5.



14594
D-K- 15007-01-00
2018-03

Rundheit / Roundness

Die Auswertung der Messergebnisse erfolgte nach dem Prinzip der Minimalen Radiendifferenz (MZCI). Die Grenzwellenzahl betrug 150 UPR (Gauß-Filter; 50% Amplitudenübertragung). Es wurden 3600 Punkte pro Umdrehung erfasst.

Der Durchmesser der Antastkugel betrug 1,0 mm und die Antastkraft 0,05 N.

The measurement results were evaluated according to the principle of Minimum Zone Reference Circles method (MZCI). The critical wave number was 150 UPR (Gaussian-filter, 50% amplitude transmission). 3600 points per rotation were measured.

The diameter of the probe sphere was 1.0 mm, the probing force 0.05 N.

Geradheit und Parallelität der Mantellinien / Straightness and parallelism of generatrices

Die Auswertung der Messergebnisse erfolgte nach dem Prinzip der Parallelen Geraden, die das Profil mit minimalem Abstand einschließen (MZLI). Die Grenzwellenlänge betrug 0,8 mm. Es wurden 10 Punkte pro mm Tastweg aufgenommen.

Der Tastkugeldurchmesser betrug 1,0 mm und die Antastkraft 0,05 N.

The results were evaluated according to the principle of Minimum Zone (MZLI). The critical wavelengths were 0.8 mm. 10 points per mm probe path were captured.

The diameter of the probe sphere was 1.0 mm, the probing force 0.05 N.

4. Umgebungsbedingungen / Ambient conditions

Die Umgebungstemperatur betrug $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Temperatur, Luftdruck und rel. Luftfeuchte während der Messungen liegen in dem Kalibrierlaboratorium auf Datenträger vor und können bei Bedarf mitgeteilt werden.

The ambient temperature was $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$.

The temperature, air pressure and relative humidity during measurement have been recorded on a data carrier in the calibration lab and can be communicated, if necessary



14594
D-K- 15007-01-00
2018-03

5. Messergebnisse / Measuring results

Der ermittelte Durchmesser gilt für die Bezugstemperatur 20°C und für die messtechnische Beschaffenheit des Kalibriergegenstandes die bei der Kalibrierung vorlag.

Zur Reduktion der Messwerte auf 20°C wurde als linearer thermischer Längenausdehnungskoeffizient der Wert $\alpha = 11,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ verwendet.

Der Kalibrierwert ist der Mittelwert aus 15 Einzelmessungen.

Die Messpositionen sind auf Seite 7 ersichtlich.

The determined diameter is specified relative to the reference of 20°C and the metrological condition of the calibration object during calibration.

The linear thermal expansion coefficient of $\alpha = 11.5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ was applied to reduce the measured data to the reference temperature of 20°C.

The calibration value is the mean value of 15 single measurements.

Page 7 shows the assignment of the levels.

Mittlere Temperatur während der Messung:
Temperature during measurement:

19,85°C

Prüfmerkmal Characteristic	Messposition Measuring position	Messergebnis Measuring result	Einheit unit	Seite page
Durchmesser Diameter	Messebene R2 (0°-180°) Measuring plane R2 (0°-180°)	49,99989	mm	-
Rundheitsabweichung Roundness deviation	Messebene R1 Measuring plane R1	0,17	µm	8
Rundheitsabweichung Roundness deviation	Messebene R2 Measuring plane R2	0,19	µm	8
Rundheitsabweichung Roundness deviation	Messebene R3 Measuring plane R3	0,16	µm	8
Geradheitsabweichung Straightness deviation	Mantellinie M1 (0°) Surface line M1 (0°)	0,11	µm	9
Geradheitsabweichung Straightness deviation	Mantellinie M2 (180°) Surface line M2 (180°)	0,09	µm	9
Parallelitätsabweichung Parallelism deviation	Mantellinie P1-P2 (0°-180°) Surface line P1-P2 (0°-180°)	0,11	µm	9
Geradheitsabweichung Straightness deviation	Mantellinie M3 (90°) Surface line M3 (90°)	0,11	µm	10
Geradheitsabweichung Straightness deviation	Mantellinie M4 (270°) Surface line M4 (270°)	0,09	µm	10
Parallelitätsabweichung Parallelism deviation	Mantellinie P3-P4 (90°-270°) Surface line P3-P4 (90°-270°)	0,12	µm	10



14594
D-K- 15007-01-00
2018-03

6. Messunsicherheit / *Measuring uncertainty*

Die Messunsicherheit beträgt für:

- den Durchmesser: $U = 0,2 \mu\text{m} + 0,4 \times 10^{-6} \times d$; d ist der Durchmesser
- die Rundheitsabweichung $U = 0,1 \mu\text{m}$
- die Geradheits- und Parallelitätsabweichung $U = 0,4 \mu\text{m} + 0,1 \times STRt$; $STRt$ ist die Geradheitsabweichung

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k = 2$ ergibt. Sie wurde gemäß DAkkS-DKD-3 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% im zugeordneten Werteintervall.

The measuring uncertainty is for:

- *the diameter:* $U = 0.2 \mu\text{m} + 0.4 \times 10^{-6} \times d$; d is the diameter
- *the roundness deviation:* $U = 0.1 \mu\text{m}$
- *straightness and parallelism deviation* $U = 0.4 \mu\text{m} + 0.1 \times STRt$; $STRt$ is the straightness deviation

The specification indicates the expanded measuring uncertainty resulting from the multiplication of the standard measuring uncertainty by the factor $k = 2$. It was determined in conformity with DAkkS-DKD-3. The values of the measurement parameter lie within the specified range with a probability of 95%.

7. Bemerkung / *Remark*

Im Zweifelsfall ist der deutsche Text des Kalibrierscheines gültig.
In case of doubt the German text of the certificate is valid.

Anerkennung von DAkkS Kalibrierscheinen

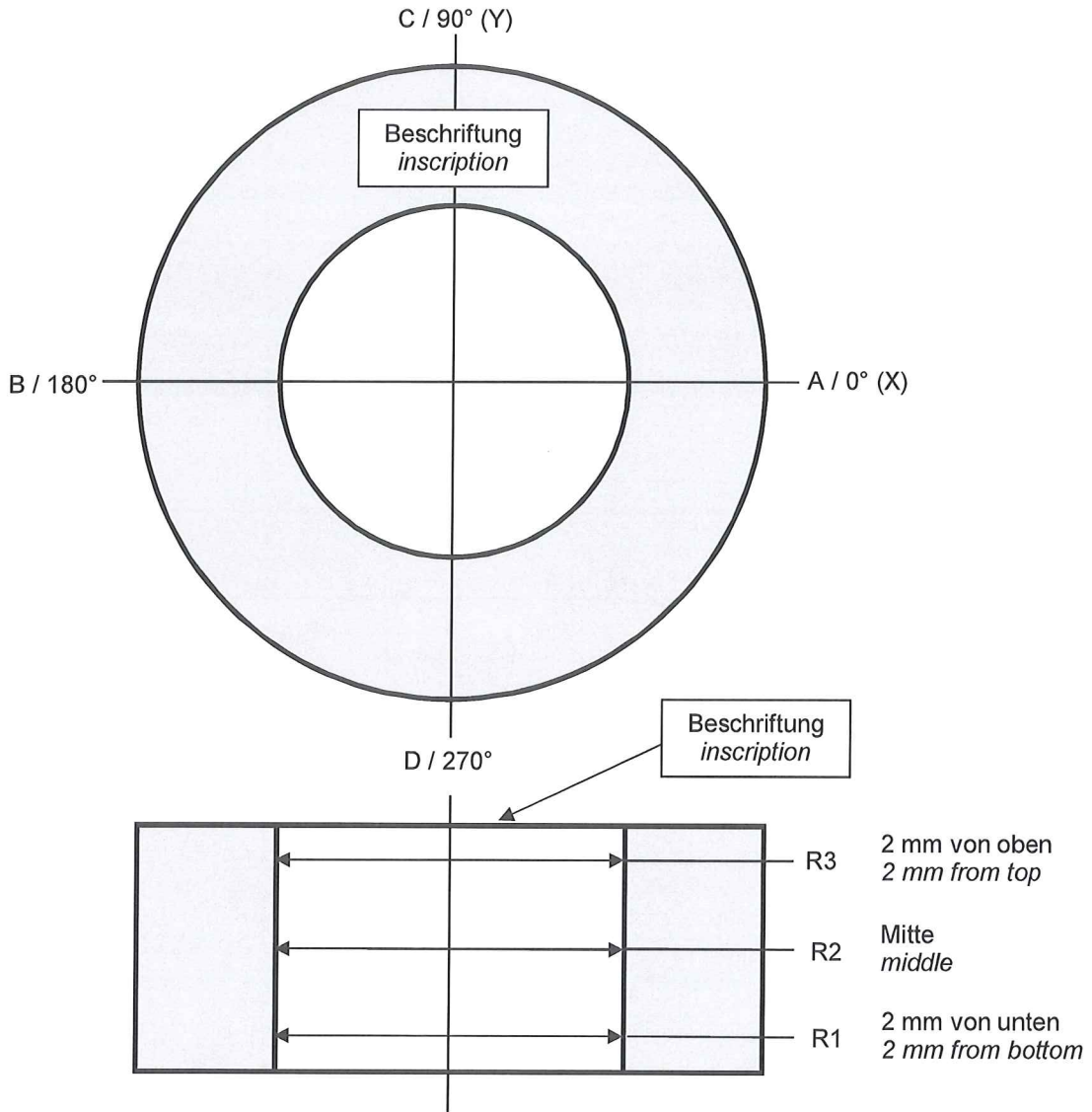
Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Die weiteren Unterzeichner innerhalb und außerhalb Europas sind den Internetseiten von EA (www.european-accreditation.org) und ILAC (www.ilac.org) zu entnehmen.

Acceptance of DAkkS Calibration Certificates

The Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH is signatory to the multilateral agreement of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates. The other signatories in and outside Europe can be seen on the Website of EA (www.european-accreditation.org) and ILAC (www.ilac.org).



14594
D-K- 15007-01-00
2018-03

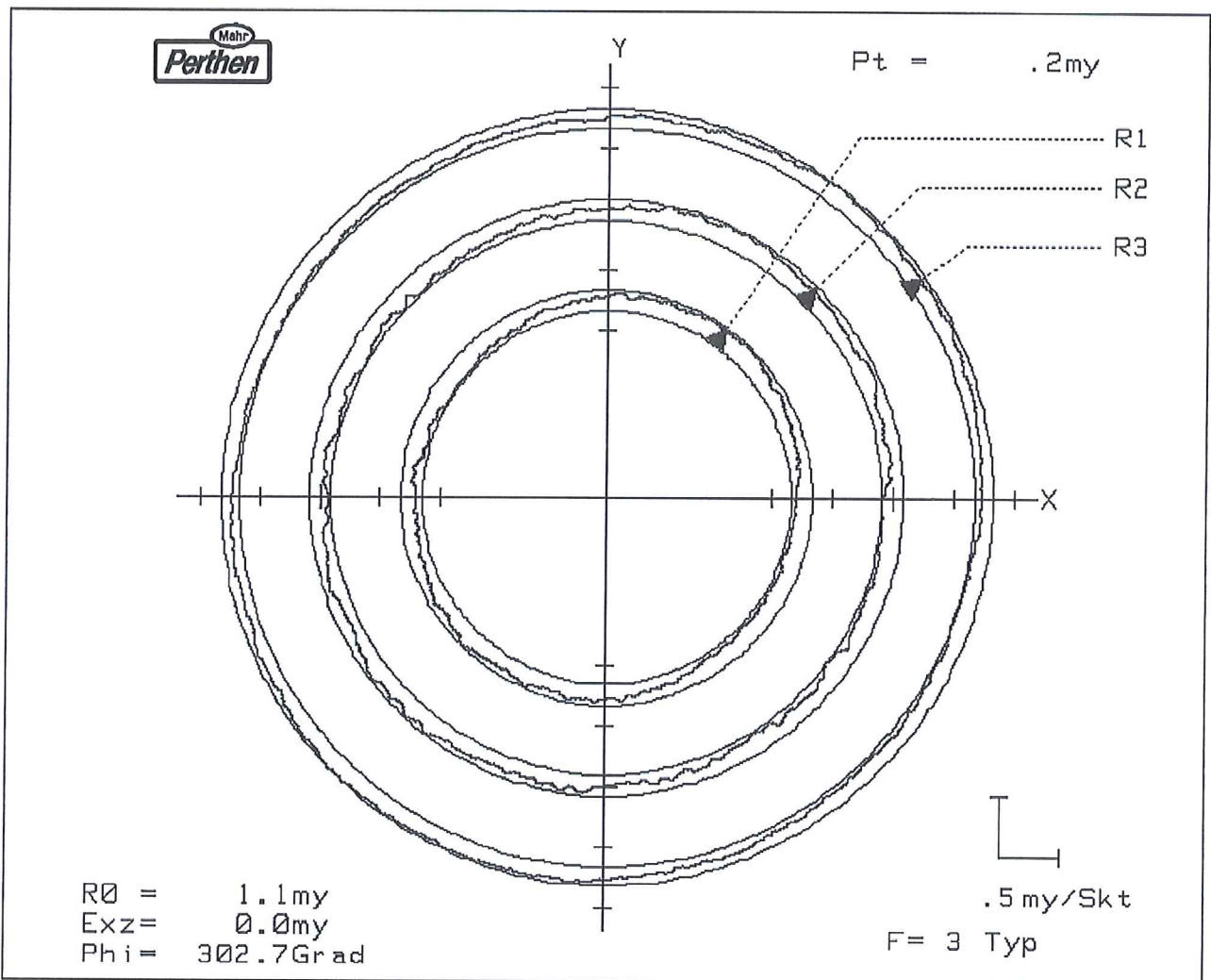


Rundheitsabweichungen: <i>Roundness deviation:</i>	Höhe 1 = Messprofil R1 / <i>Level 1 = measuring profile R1</i>
	Höhe 2 = Messprofil R2 / <i>Level 2 = measuring profile R2</i>
	Höhe 3 = Messprofil R3 / <i>Level 3 = measuring profile R3</i>
Mantellinie:	A = Messprofil M1 (Geradheitsabweichung gemessen von R1 nach R3)
	B = Messprofil M2 (Geradheitsabweichung gemessen von R1 nach R3)
	A/B = Messprofil P1/P2 (Parallelitätsabweichung gemessen von R1 nach R3)
	C = Messprofil M3 (Geradheitsabweichung gemessen von R1 nach R3)
	D = Messprofil M4 (Geradheitsabweichung gemessen von R1 nach R3)
	C/D = Messprofil P3/P4 (Parallelitätsabweichung gemessen von R1 nach R3)
<i>Generatives:</i>	A = <i>measuring profile M1 (straightness deviation measured from R1 to R3)</i>
	B = <i>measuring profile M2 (straightness deviation measured from R1 to R3)</i>
	A/B = <i>measuring profile P1/P2 (parallelism deviation measured from R1 to R3)</i>
	C = <i>measuring profile M3 (straightness deviation measured from R1 to R3)</i>
	D = <i>measuring profile M4 (straightness deviation measured from R1 to R3)</i>
	C/D = <i>measuring profile P3/P4 (parallelism deviation measured from R1 to R3)</i>



14594
D-K- 15007-01-00
2018-03

MESSPROTOKOLL MFU 8	CARL ZEISS 73446 Oberkochen IMT-GmbH		19 MAERZ 2018 11:08:17 AUFTRAGSNR. : PRUEFSTELLE :IMT-VAGK
	TEIL : CZ 18/033	ZEICHNUNGSNR. : *	AUFG.NR. : * 230693
KOMMENTAR : Einstellring D= 50mm (TKD=1.0mm)			

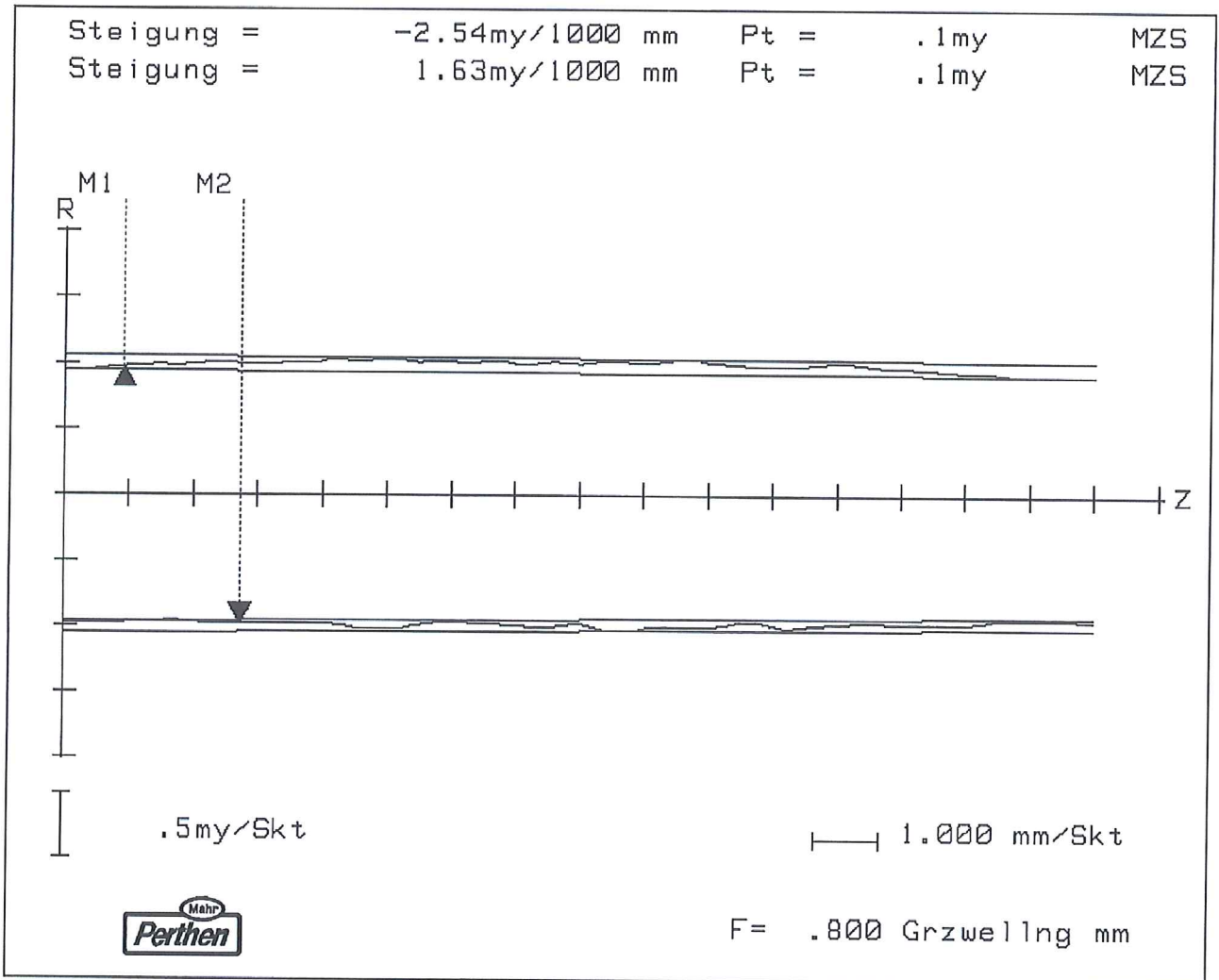


BS	ORT	MERKMAL	SOLLMASS mm	U.TOL. my	O.TOL. my	ISTMASS mm	ABWEICH my	U
2	R1	RUNDH	0.0000	0.00	0.00	.0002	.17	0
2	R2	RUNDH	0.0000	0.00	0.00	.0002	.19	0
2	R3	RUNDH	0.0000	0.00	0.00	.0002	.16	0



14594
D-K- 15007-01-00
2018-03

MESSPROTOKOLL MFU 8	CARL ZEISS 73446 Oberkochen IMT-GmbH		19 MAERZ 2018 11:11:59 AUFTRAGSNR. : PRUEFSTELLE :IMT-VAGK
	TEIL : CZ 18/033	ZEICHNUNGSNR. : *	AUFG.NR. : * 230693
KOMMENTAR : Einstellring D= 50mm (TKD=1.0mm)			



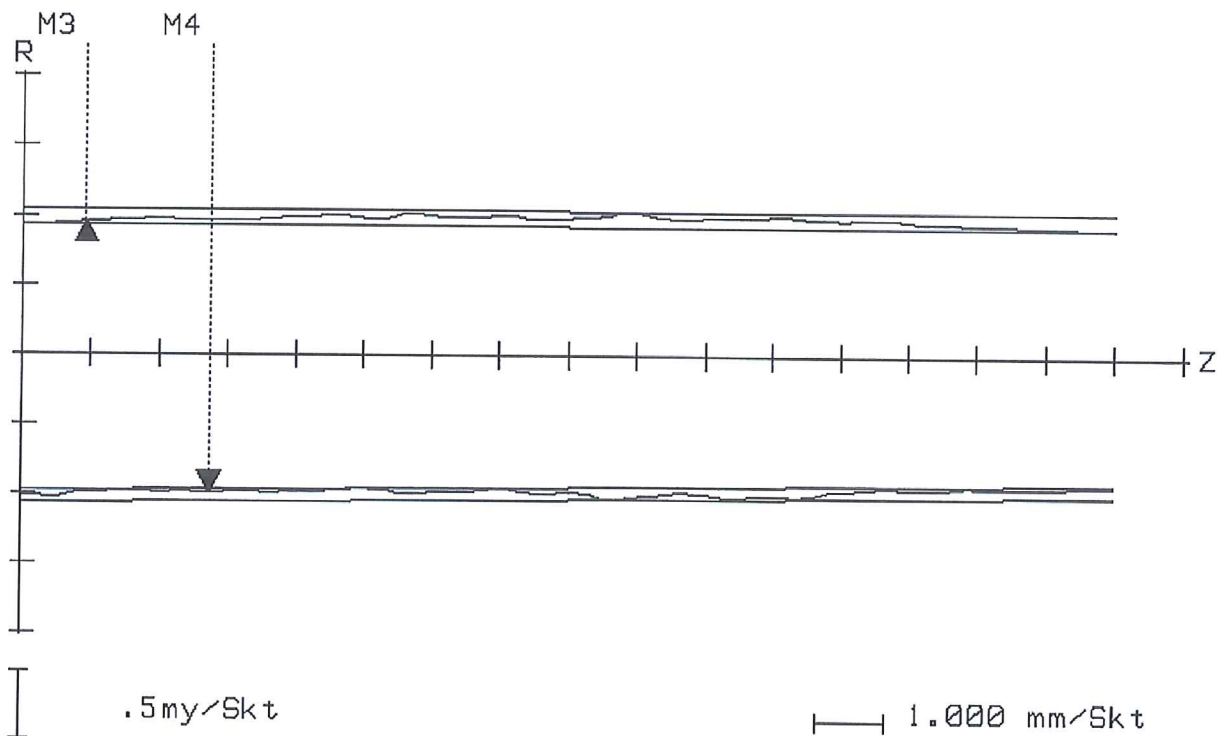
BS	ORT	MERKMAL	SOLLMASS mm	U.TOL. my	O.TOL. my	ISTMASS mm	ABWEICH my	U
2	M1	GERAD	0.0000	0.00	0.00	.0001	.11	O
2	M2	GERAD	0.0000	0.00	0.00	.0001	.09	O
2	Pl-2	PARAL	0.0000	0.00	0.00	.0001	.11	O



14594
D-K- 15007-01-00
2018-03

MESSPROTOKOLL MFU 8	CARL ZEISS 73446 Oberkochen IMI-GmbH		19 MAERZ 2018 11:13:20 AUFTRAGSNR. : PRUEFSTELLE : IMI-VAGK
	TEIL : CZ 18/033	ZEICHNUNGSNR. : *	AUFG.NR. : * 230693
KOMMENTAR : Einstellring D= 50mm (TKD=1.0mm)			

Steigung = -1.15my/1000 mm Pt = .1my MZS
 Steigung = 3.11my/1000 mm Pt = .1my MZS



F= .800 Grzweilng mm

BS	ORT	MERKMAL	SOLLMASS mm	U.TOL. my	O.TOL. my	ISTMASS mm	ABWEICH my	U
2	M3	GERAD	0.0000	0.00	0.00	.0001	.11	O
2	M4	GERAD	0.0000	0.00	0.00	.0001	.09	O
2	P3-4	PARAL	0.0000	0.00	0.00	.0001	.12	O