



Carl Zeiss
Industrielle Messtechnik GmbH
Mess- und Kalibrierzentrum
D - 73431 Aalen

Telefon 07361-9277-10
Fax 07361-9277-55
E-Mail kalibrieren@zeiss.de

akkreditiert durch die / accredited by the

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-K-15007-02-00

als Kalibrierlaboratorium im / as calibration laboratory in the

Deutschen Kalibrierdienst



Kalibrierschein
Calibration certificate

Kalibrierzeichen
Calibration mark

0975
D-K-
15007-02-00
2017-08

Gegenstand <i>Object</i>	Kugelartefakt <i>Sphere artifact</i>
Hersteller <i>Manufacturer</i>	GOM GmbH Schmitzstraße 2 38122 Braunschweig
Typ <i>Type</i>	GOM Probing/Spacing Artefact 400
Fabrikat/Serien-Nr. <i>Serial number</i>	PSA/400/Z0012
Auftraggeber <i>Customer</i>	GOM Gesellschaft für Optische Messtechnik mbH Schmitzstr. 2 38122 Braunschweig
Auftragsnummer <i>Order No.</i>	61705893
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines <i>Number of pages of the certificate</i>	12
Datum der Kalibrierung <i>Date of calibration</i>	02.08.2017

Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitenystem (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
Date

03.08.2017

Stellv. Leiter des Kalibrierlaboratoriums
Deputy Head of the calibration laboratory

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Harsch

Bearbeiter
Person in charge

Ralf Hegele



0975
D-K-
15007-02-00

2017-08

1. Kalibriergegenstand / Calibration object

Der Kalibriergegenstand ist ein Kugelartefakt vom Typ GOM Probing/Spacing Artefact 400. Der Kalibriergegenstand setzt sich aus einem Grundkörper aus CFK-Material und achtzehn Kugeln aus Stahl zusammen. Die Kugeln sind in den Grundkörper eingesetzt und werden durch eine Klebeverbindung gehalten.

The calibration object is a Sphere artifact of the type GOM Probing/Spacing Artefact 400. The calibration object consists of a base body of carbon fiber material and eighteen spheres of steel. The spheres are inserted into the base body and are held by an adhesive bond.

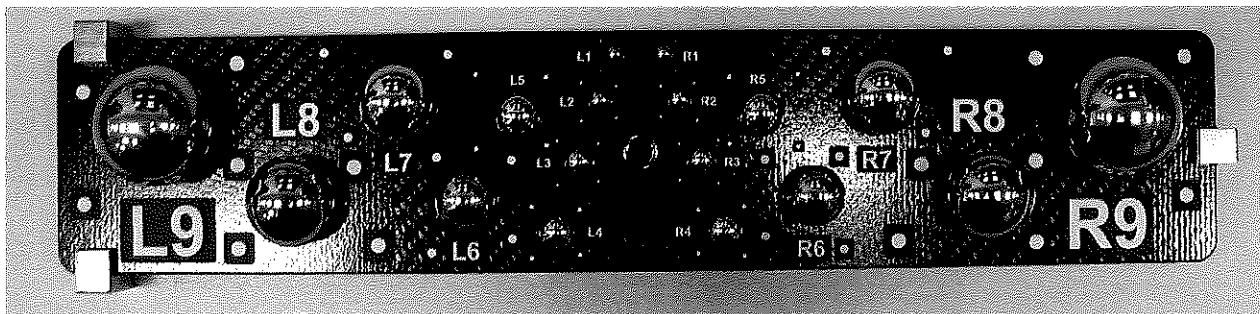


Abbildung 1: Kugelartefakt vom Typ GOM Probing/Spacing Artefact 400
Figure 1: Sphere artifact type GOM Probing/Spacing Artefact 400

2. Kalibrierverfahren / Calibration method

Der Kalibriergegenstand wurde auf einem numerisch korrigierten und kalibrierten Koordinatenmessgerät (KMG) vom PRISMO Navigator (Serien- Nr.: 156544) gemessen.

Die Antastung der Messelemente erfolgte taktil.

Das Koordinatenmessgerät wurde gemäß der Direct Instruction I_DI_BP_10_08_15 mit einer DAkkS kalibrierten Zerodurlochplatte (Größe: 500 mm x 500 mm, Serien - Nr.: 2875, Kalibrierzeichen: 10469 / D-K-15007-01-00 / 2016-08) kalibriert und die Geometriefehler mit der zugehörigen Auswertesoftware KALKOM (Version 4.0) ermittelt.

Die Auswertung der Prüfmerkmale erfolgte mit der ZEISS Software CALYPSO, Version 6.4.

The calibration object was measured on a numerically corrected and calibrated coordinate measuring machine (CMM) of type PRISMO navigator (Serien- Nr.: 156544).

The features were probed by contact.

In accordance with Direct Instruction I_DI_BP_10_08_15, the coordinate measuring machine was calibrated with a DAkkS calibrated Zerodur hole plate (Dimension: 500 mm x 500 mm, serial number: 2875, calibration mark: 10469 / D-K-15007-01-00 / 2016-08). The geometric errors were determined using the associated evaluation software KALKOM (Version 4.0).

The characteristics were evaluated with CALYPSO software from ZEISS, version 6.4.



0975
D-K- 15007-02-00
2017-08

3. Messbedingungen / Measuring conditions

Antastkraft

Es wurde mit der Antastkraft 0,2 N gemessen.

Probing Force

A probing force of 0.2 N was used for the measurement.

Werkstücktemperatur und zugehörige Längenausdehnungskoeffizienten

Der Kalibriergegenstand wurde 24 Stunden vor der Messung im Messraum gelagert. Die Werkstücktemperatur wurde zu Beginn der Messung erfasst und betrug 20,0°C. Die Messergebnisse sind auf 20°C korrigiert.

Zur Korrektur wurden für den Kalibriergegenstand folgende thermische Längenausdehnungskoeffizienten verwendet (Quelle: Herstellerangabe):

$$\alpha = 4,0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \text{ für CFK (für die räumlichen Distanzen)}$$
$$\alpha = 10,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \text{ für Stahl (für die Kugeldurchmesser)}$$

Die Unsicherheiten der angegebenen thermischen Längenausdehnungskoeffizienten α wurden mit einer erweiterten Unsicherheit von $U(\alpha) = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ für CFK und $U(\alpha) = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ für Stahl bei der Kalkulation der im Kalibrierschein angegebenen Messunsicherheiten berücksichtigt.

Die Temperaturfühler des KMG waren während der Messung am Kalibriergegenstand befestigt (Abbildung 2).

Workpiece temperature and associated expansion coefficient

The calibration object was stored in the measuring room for 24 hours prior to measurement. The temperature of the workpiece measured at the beginning of the measurement was 20.0°C. The measuring results have been corrected to 20°C.

For the correction of the calibration object following coefficients of linear thermal expansion were used (source: manufacturer):

$$\alpha = 4.0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \text{ for CFK (for the spatial distances)}$$
$$\alpha = 10.5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \text{ for steel (for the sphere diameters)}$$

The uncertainties of the specified coefficients of linear thermal expansion α was incorporated into the calculation of the measuring uncertainty specified in the calibration certificate with an expanded uncertainty of $U(\alpha) = 0.5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ for CFK and $U(\alpha) = 1.0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ for steel.

The temperature sensors of the CMM were attached on the calibration object during the measurement (Figure 2).



0975
D-K-
15007-02-00
2017-08

Aufspannung

Der Kalibriergegenstand wurde während der Messung an den drei Metalleinfassungen am CFK Grundkörper durch drei Niederhalter auf der Koordinatenmessgerät-Aufnahme fixiert (Abbildung 2).

Der Nullpunkt des Werkstückkoordinatensystems des Kalibriergegenstandes lag bezogen auf das Zeiss Gerätekordinatensystem bei X= 505,2 mm, Y= -994,9 mm, Z= -574,3 mm.

Clamping

The Calibration object was during the measurement fixed at the three metal mounts on base body of carbon fiber material by three hold down devices firmly attached to the CMM receptacle (Figure 2).

With reference to the Zeiss machine coordinate system, the origin of the workpiece coordinate system was at X=505.2 mm, Y= -994.9 mm, Z= -574.3 mm.

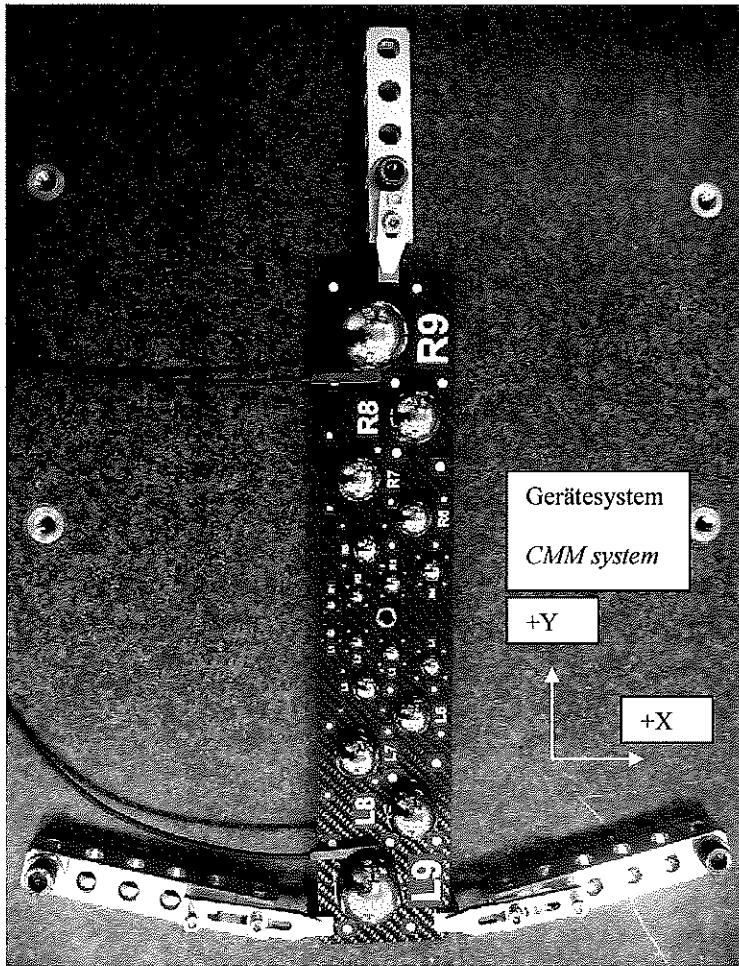


Abbildung 2: Aufspannung des Kugelartefakts vom Typ GOM Probing/Spacing Artefact 400
Figure 2: Clamping of the Sphere artefact GOM Probing/Spacing Artefact 400



0975
D-K-
15007-02-00
2017-08

Berücksichtigung der Rauheit des Werkstückes bei der Ermittlung der Messunsicherheit

Die mittlere Rautiefe des Kalibriergegenstandes wurde mit einem handelsüblichen Kontur- und Oberflächenmessgerät (ZEISS ACCRETECH Surfcom Flex, Serien-Nr.: KA1114AG) unter Beachtung der Messanweisungen des Herstellers stichprobenartig an den einzelnen Elementen gemessen.

Die größte mittlere Rautiefe wurde an einer Stelle mit $Rz = 0,7 \mu\text{m}$ gemessen.

Zur Messunsicherheitsberechnung wurde der größte gemessene Wert halbiert. Der Einfluss der Werkstückrauheit wurde somit mit einer Unsicherheit $U(Rz) = 0,35 \mu\text{m}$ berücksichtigt.

The roughness of the workpiece was taken into account while determining the measuring uncertainty

The average surface roughness of the calibration object was measured using spot checks of the individual features using a standard contour and surface measuring machine (ZEISS ACCRETECH Surfcom Flex, Serien-Nr.: KA1114AG) in compliance with the manufacturer's instructions.

The largest average surface roughness measured was $Rz = 0.7 \mu\text{m}$.

To calculate the measuring uncertainty, the highest measured value was halved. Accordingly, the influence of workpiece roughness was taken into consideration with uncertainty of $U(Rz) = 0.35 \mu\text{m}$.

Berechnungsmethoden

Folgende Berechnungsmethode (Ausgleichsverfahren) wurde verwendet:

Einpassung nach Gauß:

Die Gauß-Einpassung ermittelt das mittlere besteangepasste Element. Dafür wird das Minimum aus der Summe der Abstandssquare der berechneten, idealen Kontur und der tatsächlich angetasteten Kontur berechnet.

Einpassung nach Tschebyscheff (Minimum-Element)

Die Einpassung nach Tschebyscheff bestimmt das geometrische Element so, dass sich die kleinstmögliche Abweichung zwischen berechneter idealer Kontur und der tatsächlich angetasteten Kontur ergibt.

Die Tschebyscheff Methode wurde ausschließlich zur Berechnung der Formabweichungen der Kugelelemente verwendet.

Calculation methods

The following calculation method (best fit methods) was used:

Best fit according to Gauss:

The Gaussian best-fit method is used to determine the average best-fit feature by calculating the minimum of the sum of square displacements between the calculated, ideal contour and the actual probed contour.

Fit according to Tschebyscheff (minimum-element)

The Tschebyscheff fit method determines the geometric element so, that the smallest possible deviation between the calculated ideal contour and the actually probed contour results.

The Tschebyscheff method has been used only for calculating the form deviation of the sphere elements.

Tastersystem / Stylus System

Tastersystemname <i>Name of Stylus system</i>		Artifact
Tastername <i>Stylus name</i>		Taster 1
Tasternummer <i>Stylus number</i>		1
Pos.	Bezeichnung <i>Description</i>	Abmaße <i>Dimensions</i>
1	Tasterwechselteller <i>Adapter Plate</i>	mit integriertem Würfel 20 x 20 mm <i>with integrated cube 20 x 20 mm</i>
2	Taster <i>Stylus</i>	\varnothing 3 mm, Länge 33,5 mm <i>\varnothing 3 mm, Length 33.5 mm</i>

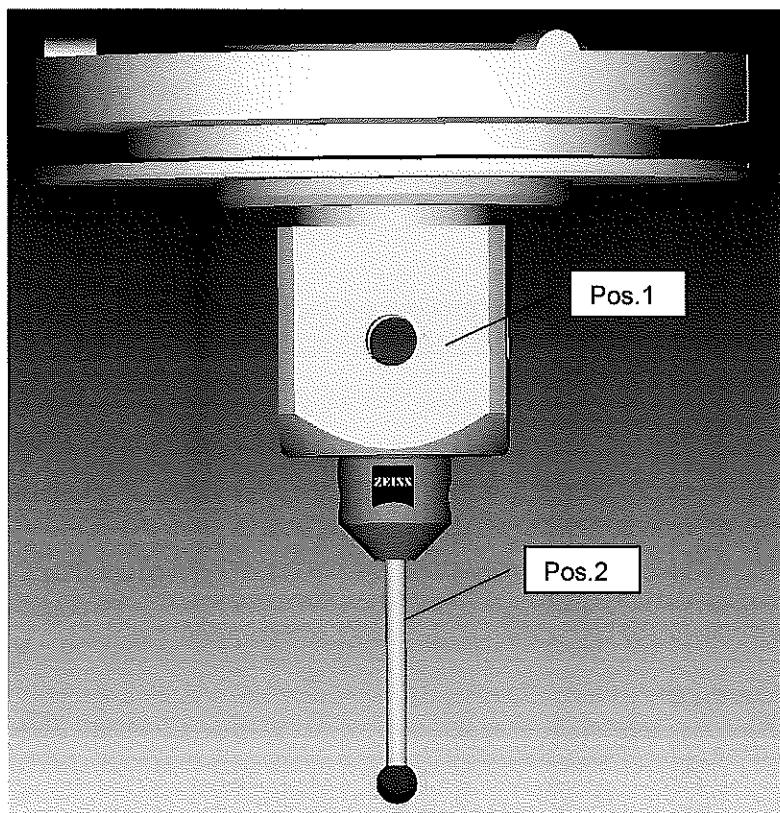


Abbildung 3: Tastersystem Artifact
Figure 3: Stylus system Artifact



0975
D-K-
15007-02-00
2017-08

Werkstückkoordinatensystem (Basissystem)

Das Werkstückkoordinatensystem (Basissystem) dient als Steuer- und Auswertekoordinatensystem für alle Messgrößen und Messelemente. Für das Einmessen des Werkstückkoordinatensystems wurden folgende Messelemente am Kalibiergegenstand erfasst (Abbildung 4).

Bezeichnung	Messelement	Antaststrategie
Fl_Primaer_NPZ	Ebene	Ebenenmessung mit 4 Antastpunkten
Kugel_L9_-Y	Kugel	Kugelmessung mit 6 Antastpunkten, 4 Punkte gleich verteilt am Äquator, beginnend bei 0 Grad (+X-Achse), 2 Punkte am Pol
Kugel_R9_+Y	Kugel	Kugelmessung mit 6 Antastpunkten, 4 Punkte gleich verteilt am Äquator, beginnend bei 0 Grad (+X-Achse), 2 Punkte am Pol

Tabelle 1: Messelemente Basissystem

Die Messelemente wurden wie nachfolgend beschrieben zum Basissystem verknüpft

Basissystem		
Bezug	Bezeichnung Messelement / Verknüpfung	Bemerkung
Primär	Ebene (Fl_Primaer_NPZ)	+Z-Achse, Nullpunkt in Z
Sekundär	3d-Gerade (3d-Ger_Sekundaer, Kugel_L9_-Y, Kugel_R9_+Y)	+Y-Achse
Tertiär	Symmetriepunkt (Sym_NP_XY, (Kugel_L9_-Y, Kugel_R9_+Y))	X- und Y-Nullpunkt

Tabelle 2: Verknüpfungen Basissystem

Workpiece coordinate system (Base alignment)

The workpiece-coordinate system (base alignment) serves as a control and evaluation coordinate system for all measurands and features. The following features of the calibration object were measured to qualify the base alignment (Figure 4).

Description	Feature	Probing strategy
Fl_Primaer_NPZ	Plane	Measurement of plane with 4 points
Kugel_L9_-Y	Sphere	Sphere measurement with 6 points, 4 points equally distributed on the equator, starting at 0 degrees (+ X-axis), 2 points at the pole
Kugel_R9_+Y	Sphere	Sphere measurement with 6 points, 4 points equally distributed on the equator, starting at 0 degrees (+ X-axis), 2 points at the pole

Schedule 1: Features Base alignment

The features were interlinked to the base alignment as described below

Base alignment		
Reference	Description of feature / Combination	Comments
Primary	Plane (Fl_Primaer_NPZ)	+Z-axis, Origin in Z
Sekundary	3d-Line (3d-Ger_Sekundaer, Kugel_L9_-Y, Kugel_R9_+Y)	+Y-axis
Tertiary	Symmetry-Point (Sym_NP_XY, (Kugel_L9_-Y, Kugel_R9_+Y))	X- and Y-Origin

Schedule 2: Combinations base-alignment

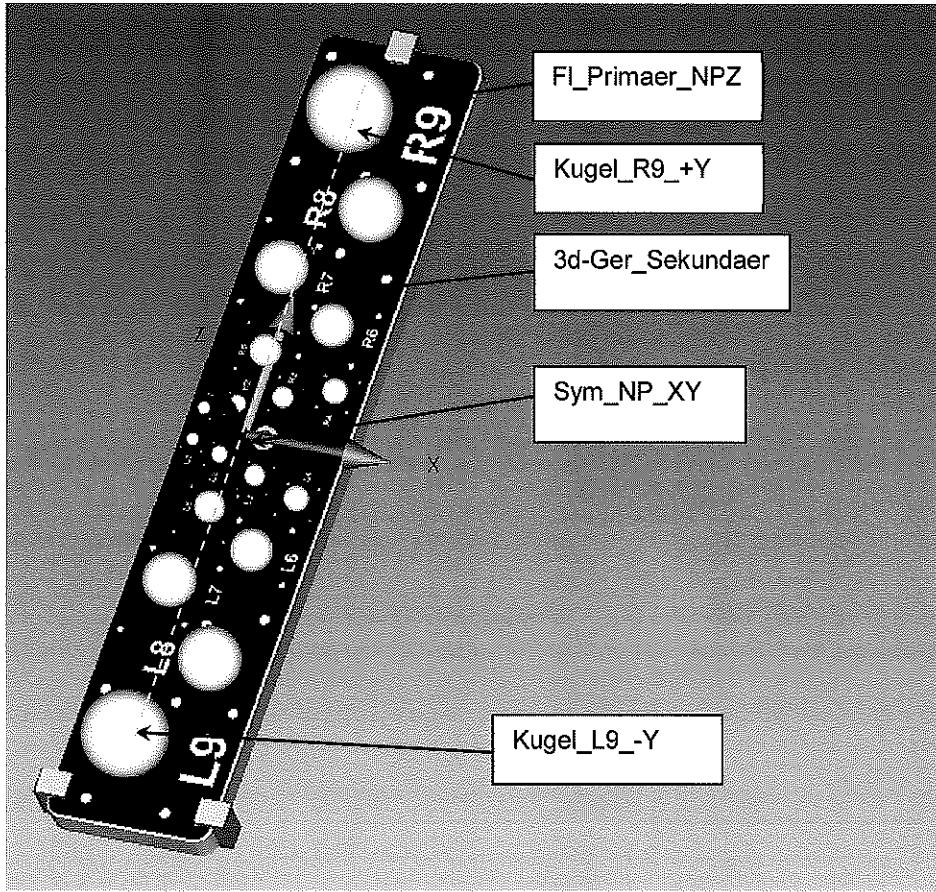


Abbildung 4: Werkstückkoordinatensystem (Basissystem)
Figure 4: Workpiece coordinate system (Base alignment)

Antaststrategie

Es folgen die bei der Kalibrierung verwendeten Punkteverteilungen für die jeweiligen Kugelelemente am Beispiel der Kugel L9.

Jede Kugel wird durch acht Kreissegmente mit je sechs Antastpunkten bestimmt. Jeweils am Äquator beginnt die Punkteverteilung auf den Kreissegmenten. Die Punkte auf den Kreissegmenten sind gleich verteilt. Zusätzlich ist ein Antastpunkt auf dem Pol der Kugeln definiert. Somit werden insgesamt 49 Punkte pro Kugelement angetastet (Abbildung 5 und 6).

Probing Strategy

Now follows the used point allocation of the sphere elements at the example of the sphere L9.

Each sphere is determined by eight circular segments, each segment with six probing points. In each case starts the point allocation at the equator of the circular segments. The points on the circle segments are equally distributed. In addition is one probing point on the pole of the spheres defined. Therefore, a total of 49 points per sphere is selected (Figure 5 and 6).

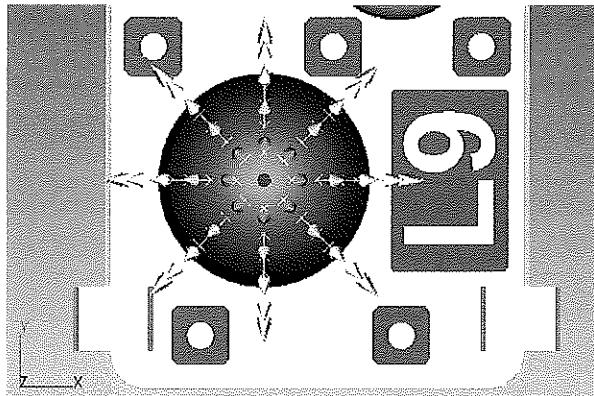
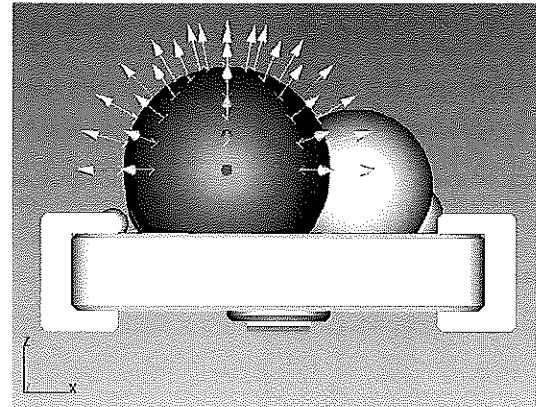


Abbildung 5 u. 6: Antaststrategie, Ansicht aus +Z-Richtung
Figure 5 a. 6: Probing strategy, view from +Z-direction



Antaststrategie, Ansicht aus -Y-Richtung
Probing strategy, view from -Y-direction

Prüfmerkmale

Es wurden räumliche Distanzen von Kugelmittelpunkten gebildet, Verknüpfungen der Elemente siehe Tabelle 3. Weiter wurden die Durchmesser und die Formabweichung jedes einzelnen Kugelementes ermittelt.

Characteristics

Determined were spatial distances from the sphere midpoints, combinations of the elements see Schedule 3. Further, the diameter and the form deviation of each sphere element was identified.

Bezeichnung <i>Description</i>	Räumliche Distanz zwischen Element 1 und 2 <i>Spatial distance between element 1 and 2</i>	
	Element 1 <i>Element 1</i>	Element 2 <i>Element 2</i>
Räumliche_Distanz_L1_R1 <i>Spatial_Distance_L1_R1</i>	Kugel_L1 <i>Sphere_L1</i>	Kugel_R1 <i>Sphere_R2</i>
Räumliche_Distanz_L2_R2 <i>Spatial_Distance_L2_R2</i>	Kugel_L2 <i>Sphere_L2</i>	Kugel_R2 <i>Sphere_R2</i>
Räumliche_Distanz_L3_R3 <i>Spatial_Distance_L3_R3</i>	Kugel_L3 <i>Sphere_L3</i>	Kugel_R3 <i>Sphere_R3</i>
Räumliche_Distanz_L4_R4 <i>Spatial_Distance_L4_R4</i>	Kugel_L4 <i>Sphere_L4</i>	Kugel_R4 <i>Sphere_R4</i>
Räumliche_Distanz_L5_R5 <i>Spatial_Distance_L5_R5</i>	Kugel_L5 <i>Sphere_L5</i>	Kugel_R5 <i>Sphere_R5</i>
Räumliche_Distanz_L6_R6 <i>Spatial_Distance_L6_R6</i>	Kugel_L6 <i>Sphere_L6</i>	Kugel_R6 <i>Sphere_R6</i>
Räumliche_Distanz_L7_R7 <i>Spatial_Distance_L7_R7</i>	Kugel_L7 <i>Sphere_L7</i>	Kugel_R7 <i>Sphere_R7</i>
Räumliche_Distanz_L8_R8 <i>Spatial_Distance_L8_R8</i>	Kugel_L8 <i>Sphere_L8</i>	Kugel_R8 <i>Sphere_R8</i>
Räumliche_Distanz_L9_R9 <i>Spatial_Distance_L9_R9</i>	Kugel_L9 <i>Sphere_L9</i>	Kugel_R9 <i>Sphere_R9</i>

Tabelle 3: Verknüpfungen der räumlichen Distanzen
Schedule 3: Combinations of the spatial distances



0975
D-K-
15007-02-00
2017-08

4. Umgebungsbedingungen / Ambient conditions

Die Umgebungsbedingungen wurden mit 8 Temperaturfühlern im Messraum erfasst. Die Temperaturen im Messraum lagen während der Messung bei $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ K}$ und wurden bei der Kalkulation der angegebenen Messunsicherheit berücksichtigt.

The ambient conditions were measured using 8 temperature sensors in the measuring room. During measurement, the temperatures in the measuring room were $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ K}$ and were taken into account while calculating the measuring uncertainty.

5. Messergebnisse / Measuring results

Die Ergebnisse der zu messenden Merkmale sind in der untenstehenden Tabelle aufgeführt. Die erfassten Maße gelten für die messtechnische Beschaffenheit des Werkstückes und die Antaststrategie, die bei der Kalibrierung vorlag.

Hinweis: Die Ergebnisse von Formabweichungen gelten nur für die beschriebenen Antaststrategien und sind nicht mit Ergebnissen von Formmessgeräten zu vergleichen. Die räumlichen Abstände beziehen sich auf den Kugelmittelpunkt.

The results of the features to be measured are shown in the table below. The measured dimensions apply to the metrological properties of the workpiece and the probing strategy available at the time of calibration. The spatial distances refer to the sphere-midpoint.

Note: The results of form deviations are valid for the used probing strategy and couldn't be compared with results of form measuring machines.

Pos.	Merkmal Characteristic	Messwert in mm Measured value in mm	Messunsicherheit in mm Measurement uncertainty in mm
1	Räumliche_Distanz_L1_R1 <i>Spatial Distance_L1_R1</i>	16,0010	0,0010
2	Durchmesser_Kugel_L1 <i>Diameter_Sphere_L1</i>	6,0051	0,0010
3	Form_Kugel_L1 <i>Form_Sphere_L1</i>	0,0007	0,0010
4	Durchmesser_Kugel_R1 <i>Diameter_Sphere_R1</i>	6,0050	0,0010
5	Form_Kugel_R1 <i>Form_Sphere_R1</i>	0,0006	0,0010
6	Räumliche_Distanz_L2_R2 <i>Spatial Distance_L2_R2</i>	25,9985	0,0010
7	Durchmesser_Kugel_L2 <i>Diameter_Sphere_L2</i>	8,0023	0,0010
8	Form_Kugel_L2 <i>Form_Sphere_L2</i>	0,0009	0,0010
9	Durchmesser_Kugel_R2 <i>Diameter_Sphere_R2</i>	8,0023	0,0010
10	Form_Kugel_R2 <i>Form_Sphere_R2</i>	0,0011	0,0010



0975
D-K-
15007-02-00
2017-08

Pos.	Merkmal <i>Characteristic</i>	Messwert in mm <i>Measured value in mm</i>	Messunsicherheit in mm <i>Measurement uncertainty in mm</i>
11	Räumliche_Distanz_L3_R3 <i>Spatial_Distance_L3_R3</i>	40,0098	0,0010
12	Durchmesser_Kugel_L3 <i>Diameter_Sphere_L3</i>	9,9961	0,0010
13	Form_Kugel_L3 <i>Form_Sphere_L3</i>	0,0008	0,0010
14	Durchmesser_Kugel_R3 <i>Diameter_Sphere_R3</i>	9,9961	0,0010
15	Form_Kugel_R3 <i>Form_Sphere_R3</i>	0,0010	0,0010
16	Räumliche_Distanz_L4_R4 <i>Spatial_Distance_L4_R4</i>	55,0077	0,0010
17	Durchmesser_Kugel_L4 <i>Diameter_Sphere_L4</i>	12,0025	0,0010
18	Form_Kugel_L4 <i>Form_Sphere_L4</i>	0,0016	0,0010
19	Durchmesser_Kugel_R4 <i>Diameter_Sphere_R4</i>	12,0029	0,0010
20	Form_Kugel_R4 <i>Form_Sphere_R4</i>	0,0018	0,0010
21	Räumliche_Distanz_L5_R5 <i>Spatial_Distance_L5_R5</i>	80,0153	0,0010
22	Durchmesser_Kugel_L5 <i>Diameter_Sphere_L5</i>	15,0009	0,0010
23	Form_Kugel_L5 <i>Form_Sphere_L5</i>	0,0008	0,0010
24	Durchmesser_Kugel_R5 <i>Diameter_Sphere_R5</i>	15,0009	0,0010
25	Form_Kugel_R5 <i>Form_Sphere_R5</i>	0,0007	0,0010
26	Räumliche_Distanz_L6_R6 <i>Spatial_Distance_L6_R6</i>	115,0326	0,0010
27	Durchmesser_Kugel_L6 <i>Diameter_Sphere_L6</i>	20,0032	0,0010
28	Form_Kugel_L6 <i>Form_Sphere_L6</i>	0,0023	0,0010
29	Durchmesser_Kugel_R6 <i>Diameter_Sphere_R6</i>	20,0048	0,0010
30	Form_Kugel_R6 <i>Form_Sphere_R6</i>	0,0009	0,0010
31	Räumliche_Distanz_L7_R7 <i>Spatial_Distance_L7_R7</i>	160,0321	0,0010
32	Durchmesser_Kugel_L7 <i>Diameter_Sphere_L7</i>	25,0040	0,0010
33	Form_Kugel_L7 <i>Form_Sphere_L7</i>	0,0007	0,0010
34	Durchmesser_Kugel_R7 <i>Diameter_Sphere_R7</i>	25,0044	0,0010
35	Form_Kugel_R7 <i>Form_Sphere_R7</i>	0,0008	0,0010



0975
D-K-
15007-02-00
2017-08

Pos.	Merkmal <i>Characteristic</i>	Messwert in mm <i>Measured value in mm</i>	Messunsicherheit in mm <i>Measurement uncertainty in mm</i>
36	Räumliche_Distanz_L8_R8 Spatial_Distance_L8_R8	230,0337	0,0010
37	Durchmesser_Kugel_L8 Diameter_Sphere_L8	29,9997	0,0010
38	Form_Kugel_L8 Form_Sphere_L8	0,0027	0,0010
39	Durchmesser_Kugel_R8 Diameter_Sphere_R8	29,9996	0,0010
40	Form_Kugel_R8 Form_Sphere_R8	0,0026	0,0010
41	Räumliche_Distanz_L9_R9 Spatial_Distance_L9_R9	320,0638	0,0010
42	Durchmesser_Kugel_L9 Diameter_Sphere_L9	39,9972	0,0010
43	Form_Kugel_L9 Form_Sphere_L9	0,0009	0,0010
44	Durchmesser_Kugel_R9 Diameter_Sphere_R9	39,9981	0,0010
45	Form_Kugel_R9 Form_Sphere_R9	0,0010	0,0010

6. Messunsicherheit / Measurement uncertainty

Die Messunsicherheit wurde für jede Messgröße aufgabenspezifisch durch Simulation ermittelt (Methode des „Virtuellen KMG“, VCMM Version 4.4.4).

Simulierte Messunsicherheiten kleiner als 0,0010 mm wurden auf 0,0010 mm aufgerundet.

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

The task specific measurement uncertainty for each measurand was determined by simulation ('Virtual CMM Method', VCMM version 4.4.4).

Simulated measurement uncertainties less than 0.0010 mm were rounded up to 0.0010 mm.

We have specified the expanded measuring uncertainty which is calculated by multiplying the standard measuring uncertainty with the expansion factor $k = 2$. Determination was based on DKD-3. With a probability of 95% the value of the measurand lies within the appropriate range.

Anerkennung von DAkkS Kalibrierscheinen / Acceptance of DAkkS Calibration Certificates

Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH ist Unterzeichnerin 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 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).



Carl Zeiss
Industrielle Messtechnik GmbH
Mess- und Kalibrierzentrum
D - 73431 Aalen

Telefon 07361-9277-10
Fax 07361-9277-55
E-Mail kalibrieren@zeiss.de

akkreditiert durch die / accredited by the

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-K-15007-02-00

als Kalibrierlaboratorium im / as calibration laboratory in the

Deutschen Kalibrierdienst



0975
D-K-
15007-02-00
2017-08

Kalibrierschein
Calibration certificate

Kalibrierzeichen
Calibration mark

Gegenstand <i>Object</i>	Kugelartefakt <i>Sphere artifact</i>
Hersteller <i>Manufacturer</i>	GOM GmbH Schmitzstraße 2 38122 Braunschweig
Typ <i>Type</i>	GOM Probing/Spacing Artifact 400
Fabrikat/Serien-Nr. <i>Serial number</i>	PSA/400/Z0012
Auftraggeber <i>Customer</i>	GOM Gesellschaft für Optische Messtechnik mbH Schmitzstr. 2 38122 Braunschweig
Auftragsnummer <i>Order No.</i>	61705893
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines <i>Number of pages of the certificate</i>	12
Datum der Kalibrierung <i>Date of calibration</i>	02.08.2017

Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitenystem (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
Date

Stellv. Leiter des Kalibrierlaboratoriums
Deputy Head of the calibration laboratory

Bearbeiter
Person in charge

03.08.2017

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Harsch

Ralf Hegde



0975
D-K-
15007-02-00
2017-08

1. Kalibriergegenstand / Calibration object

Der Kalibriergegenstand ist ein Kugelartefakt vom Typ GOM Probing/Spacing Artefact 400. Der Kalibriergegenstand setzt sich aus einem Grundkörper aus CFK-Material und achtzehn Kugeln aus Stahl zusammen. Die Kugeln sind in den Grundkörper eingesetzt und werden durch eine Klebeverbindung gehalten.

The calibration object is a Sphere artefact of the type GOM Probing/Spacing Artefact 400. The calibration object consists of a base body of carbon fiber material and eighteen spheres of steel. The spheres are inserted into the base body and are held by an adhesive bond.

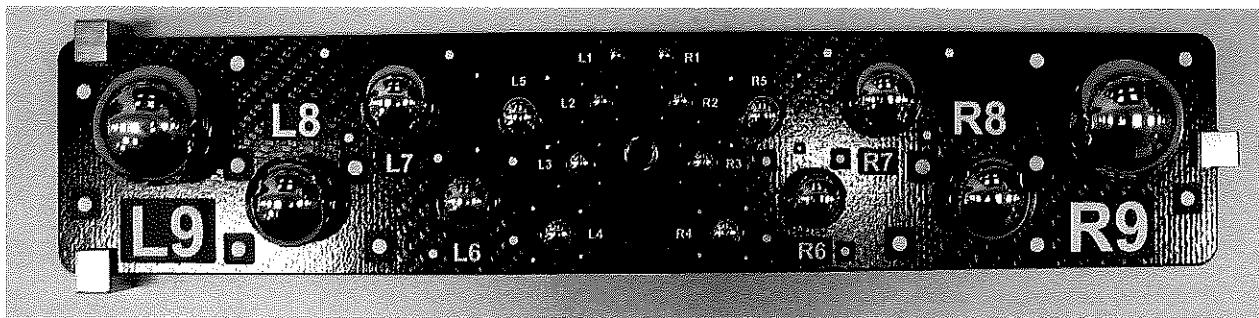


Abbildung 1: Kugelartefakt vom Typ GOM Probing/Spacing Artefact 400
Figure 1: Sphere artefact type GOM Probing/Spacing Artefact 400

2. Kalibrierverfahren / Calibration method

Der Kalibriergegenstand wurde auf einem numerisch korrigierten und kalibrierten Koordinatenmessgerät (KMG) vom PRISMO Navigator (Serien- Nr.: 156544) gemessen.

Die Antastung der Messelemente erfolgte taktil.

Das Koordinatenmessgerät wurde gemäß der Direct Instruction I_DI_BP_10_08_15 mit einer DAkkS kalibrierten Zerodurlochplatte (Größe: 500 mm x 500 mm, Serien - Nr.: 2875, Kalibrierzeichen: 10469 / D-K-15007-01-00 / 2016-08) kalibriert und die Geometriefehler mit der zugehörigen Auswertesoftware KALKOM (Version 4.0) ermittelt.

Die Auswertung der Prüfmerkmale erfolgte mit der ZEISS Software CALYPSO, Version 6.4.

The calibration object was measured on a numerically corrected and calibrated coordinate measuring machine (CMM) of type PRISMO navigator (Serien- Nr.: 156544).

The features were probed by contact.

In accordance with Direct Instruction I_DI_BP_10_08_15, the coordinate measuring machine was calibrated with a DAkkS calibrated Zerodur hole plate (Dimension: 500 mm x 500 mm, serial number: 2875, calibration mark: 10469 / D-K-15007-01-00 / 2016-08). The geometric errors were determined using the associated evaluation software KALKOM (Version 4.0).

The characteristics were evaluated with CALYPSO software from ZEISS, version 6.4.



0975
D-K- 15007-02-00
2017-08

3. Messbedingungen / Measuring conditions

Antastkraft

Es wurde mit der Antastkraft 0,2 N gemessen.

Probing Force

A probing force of 0.2 N was used for the measurement.

Werkstücktemperatur und zugehörige Längenausdehnungskoeffizienten

Der Kalibriergegenstand wurde 24 Stunden vor der Messung im Messraum gelagert. Die Werkstücktemperatur wurde zu Beginn der Messung erfasst und betrug 20,0°C. Die Messergebnisse sind auf 20°C korrigiert.

Zur Korrektur wurden für den Kalibriergegenstand folgende thermische Längenausdehnungskoeffizienten verwendet (Quelle: Herstellerangabe):

$$\alpha = 4,0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \text{ für CFK (für die räumlichen Distanzen)}$$
$$\alpha = 10,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \text{ für Stahl (für die Kugeldurchmesser)}$$

Die Unsicherheiten der angegebenen thermischen Längenausdehnungskoeffizienten α wurden mit einer erweiterten Unsicherheit von $U(\alpha) = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ für CFK und $U(\alpha) = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ für Stahl bei der Kalkulation der im Kalibrierschein angegebenen Messunsicherheiten berücksichtigt.

Die Temperaturfühler des KMG waren während der Messung am Kalibriergegenstand befestigt (Abbildung 2).

Workpiece temperature and associated expansion coefficient

The calibration object was stored in the measuring room for 24 hours prior to measurement. The temperature of the workpiece measured at the beginning of the measurement was 20.0°C. The measuring results have been corrected to 20°C.

For the correction of the calibration object following coefficients of linear thermal expansion were used (source: manufacturer):

$$\alpha = 4.0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \text{ for CFK (for the spatial distances)}$$
$$\alpha = 10.5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \text{ for steel (for the sphere diameters)}$$

The uncertainties of the specified coefficients of linear thermal expansion α was incorporated into the calculation of the measuring uncertainty specified in the calibration certificate with an expanded uncertainty of $U(\alpha) = 0.5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ for CFK and $U(\alpha) = 1.0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ for steel.

The temperature sensors of the CMM were attached on the calibration object during the measurement (Figure 2).



0975
D-K-
15007-02-00
2017-08

Aufspannung

Der Kalibiergegenstand wurde während der Messung an den drei Metalleinfassungen am CFK Grundkörper durch drei Niederhalter auf der Koordinatenmessgerät-Aufnahme fixiert (Abbildung 2).

Der Nullpunkt des Werkstückkoordinatensystems des Kalibiergegenstandes lag bezogen auf das Zeiss Gerätekordinatensystem bei X= 505,2 mm, Y= -994,9 mm, Z= -574,3 mm.

Clamping

The Calibration object was during the measurement fixed at the three metal mounts on base body of carbon fiber material by three hold down devices firmly attached to the CMM receptacle (Figure 2).

With reference to the Zeiss machine coordinate system, the origin of the workpiece coordinate system was at X=505.2 mm, Y= -994.9 mm, Z= -574.3 mm.

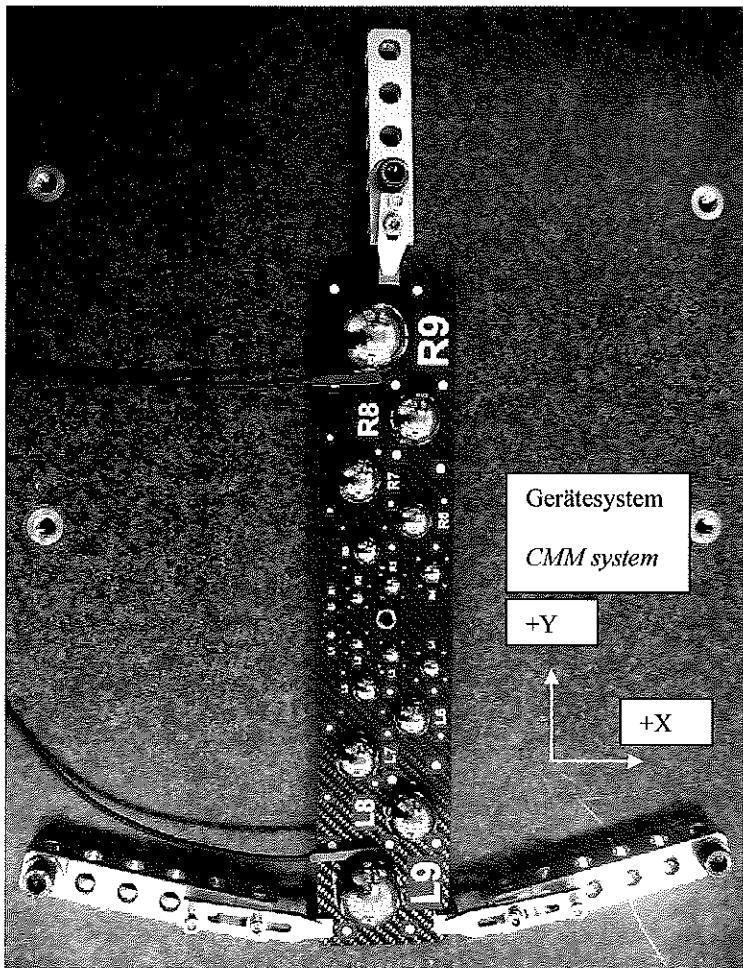


Abbildung 2: Aufspannung des Kugelartefakts vom Typ GOM Probing/Spacing Artefact 400
Figure 2: Clamping of the Sphere artefact GOM Probing/Spacing Artefact 400



0975
D-K- 15007-02-00
2017-08

Berücksichtigung der Rauheit des Werkstückes bei der Ermittlung der Messunsicherheit

Die mittlere Rautiefe des Kalibriergegenstandes wurde mit einem handelsüblichen Kontur- und Oberflächenmessgerät (ZEISS ACCRETECH Surfcom Flex, Serien-Nr.: KA1114AG) unter Beachtung der Messanweisungen des Herstellers stichprobenartig an den einzelnen Elementen gemessen.

Die größte mittlere Rautiefe wurde an einer Stelle mit $Rz = 0,7 \mu\text{m}$ gemessen.

Zur Messunsicherheitsberechnung wurde der größte gemessene Wert halbiert. Der Einfluss der Werkstückrauheit wurde somit mit einer Unsicherheit $U(Rz) = 0,35 \mu\text{m}$ berücksichtigt.

The roughness of the workpiece was taken into account while determining the measuring uncertainty

The average surface roughness of the calibration object was measured using spot checks of the individual features using a standard contour and surface measuring machine (ZEISS ACCRETECH Surfcom Flex, Serien-Nr.: KA1114AG) in compliance with the manufacturer's instructions.

The largest average surface roughness measured was $Rz = 0.7 \mu\text{m}$.

To calculate the measuring uncertainty, the highest measured value was halved. Accordingly, the influence of workpiece roughness was taken into consideration with uncertainty of $U(Rz) = 0.35 \mu\text{m}$.

Berechnungsmethoden

Folgende Berechnungsmethode (Ausgleichsverfahren) wurde verwendet:

Einpassung nach Gauß:

Die Gauß-Einpassung ermittelt das mittlere besteinge passte Element. Dafür wird das Minimum aus der Summe der Abstandssquare der berechneten, idealen Kontur und der tatsächlich angetasteten Kontur berechnet.

Einpassung nach Tschebyscheff (Minimum-Element)

Die Einpassung nach Tschebyscheff bestimmt das geometrische Element so, dass sich die kleinstmögliche Abweichung zwischen berechneter idealer Kontur und der tatsächlich angetasteten Kontur ergibt.

Die Tschebyscheff Methode wurde ausschließlich zur Berechnung der Formabweichungen der Kugelelemente verwendet.

Calculation methods

The following calculation method (best fit methods) was used:

Best fit according to Gauss:

The Gaussian best-fit method is used to determine the average best-fit feature by calculating the minimum of the sum of square displacements between the calculated, ideal contour and the actual probed contour.

Fit according to Tschebyscheff (minimum-element)

The Tschebyscheff fit method determines the geometric element so, that the smallest possible deviation between the calculated ideal contour and the actually probed contour results.

The Tschebyscheff method has been used only for calculating the form deviation of the sphere elements.

Tastersystem / Stylus System

Tastersystemname <i>Name of Stylus system</i>		Artifact
Tastername <i>Stylus name</i>		Taster 1
Tasternummer <i>Stylus number</i>		1
Pos.	Bezeichnung <i>Description</i>	Abmaße <i>Dimensions</i>
1	Tasterwechselteller <i>Adapter Plate</i>	mit integriertem Würfel 20 x 20 mm <i>with integrated cube 20 x 20 mm</i>
2	Taster <i>Stylus</i>	Ø 3 mm, Länge 33,5 mm <i>Ø 3 mm, Length 33.5 mm</i>

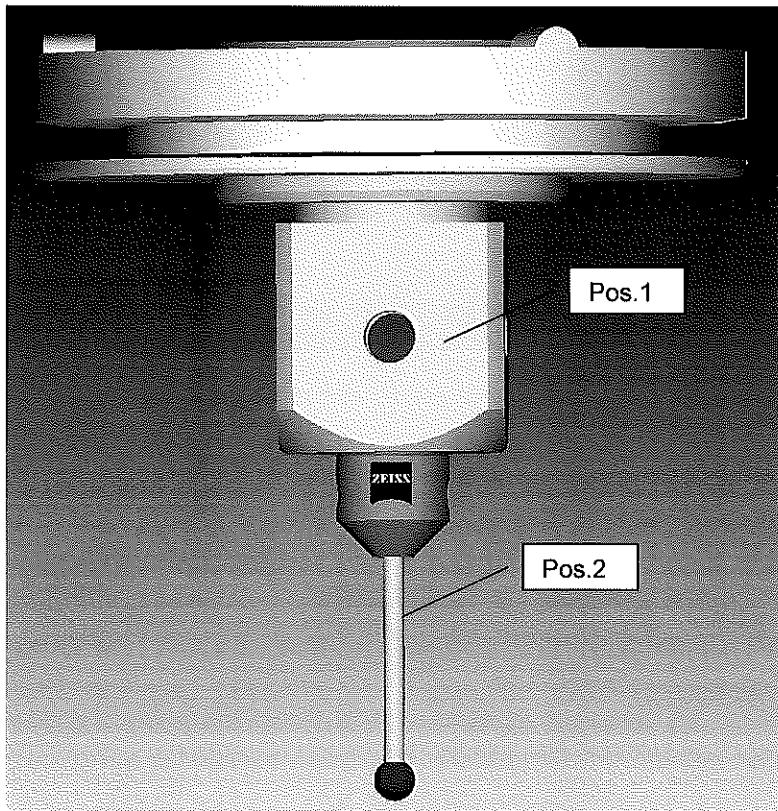


Abbildung 3: Tastersystem Artifact
Figure 3: Stylus system Artifact



0975
D-K-
15007-02-00
2017-08

Werkstückkoordinatensystem (Basissystem)

Das Werkstückkoordinatensystem (Basissystem) dient als Steuer- und Auswertekoordinatensystem für alle Messgrößen und Messelemente. Für das Einmessen des Werkstückkoordinatensystems wurden folgende Messelemente am Kalibiergegenstand erfasst (Abbildung 4).

Bezeichnung	Messelement	Antaststrategie
Fl_Primaer_NPZ	Ebene	Ebenenmessung mit 4 Antastpunkten
Kugel_L9_-Y	Kugel	Kugelmessung mit 6 Antastpunkten, 4 Punkte gleich verteilt am Äquator, beginnend bei 0 Grad (+X-Achse), 2 Punkte am Pol
Kugel_R9_+Y	Kugel	Kugelmessung mit 6 Antastpunkten, 4 Punkte gleich verteilt am Äquator, beginnend bei 0 Grad (+X-Achse), 2 Punkte am Pol

Tabelle 1: Messelemente Basissystem

Die Messelemente wurden wie nachfolgend beschrieben zum Basissystem verknüpft

Basissystem		
Bezug	Bezeichnung Messelement / Verknüpfung	Bemerkung
Primär	Ebene (Fl_Primaer_NPZ)	+Z-Achse, Nullpunkt in Z
Sekundär	3d-Gerade (3d-Ger_Sekundaer, Kugel_L9_-Y, Kugel_R9_+Y)	+Y-Achse
Tertiär	Symmetriepunkt (Sym_NP_XY, (Kugel_L9_-Y, Kugel_R9_+Y))	X- und Y-Nullpunkt

Tabelle 2: Verknüpfungen Basissystem

Workpiece coordinate system (Base alignment)

The workpiece-coordinate system (base alignment) serves as a control and evaluation coordinate system for all measurands and features. The following features of the calibration object were measured to qualify the base alignment (Figure 4).

Description	Feature	Probing strategy
Fl_Primaer_NPZ	Plane	Measurement of plane with 4 points
Kugel_L9_-Y	Sphere	Sphere measurement with 6 points, 4 points equally distributed on the equator, starting at 0 degrees (+ X-axis), 2 points at the pole
Kugel_R9_+Y	Sphere	Sphere measurement with 6 points, 4 points equally distributed on the equator, starting at 0 degrees (+ X-axis), 2 points at the pole

Schedule 1: Features Base alignment

The features were interlinked to the base alignment as described below

Base alignment		
Reference	Description of feature / Combination	Comments
Primary	Plane (Fl_Primaer_NPZ)	+Z-axis, Origin in Z
Sekundary	3d-Line (3d-Ger_Sekundaer, Kugel_L9_-Y, Kugel_R9_+Y)	+Y-axis
Tertiary	Symmetry-Point (Sym_NP_XY, (Kugel_L9_-Y, Kugel_R9_+Y))	X- and Y-Origin

Schedule 2: Combinations base-alignment

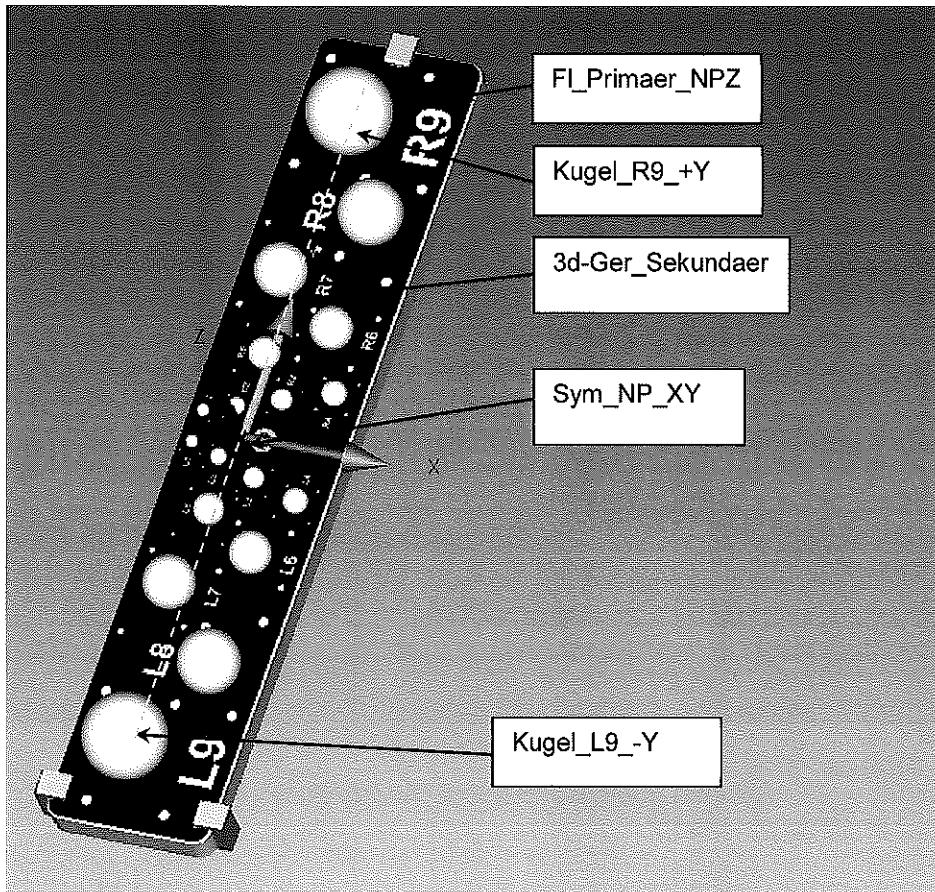


Abbildung 4: Werkstückkoordinatensystem (Basissystem)
Figure 4: Workpiece coordinate system (Base alignment)

Antaststrategie

Es folgen die bei der Kalibrierung verwendeten Punkteverteilungen für die jeweiligen Kugelelemente am Beispiel der Kugel L9.

Jede Kugel wird durch acht Kreissegmente mit je sechs Antastpunkten bestimmt. Jeweils am Äquator beginnt die Punkteverteilung auf den Kreissegmenten. Die Punkte auf den Kreissegmenten sind gleich verteilt. Zusätzlich ist ein Antastpunkt auf dem Pol der Kugeln definiert. Somit werden insgesamt 49 Punkte pro Kugelement angetastet (Abbildung 5 und 6).

Probing Strategy

Now follows the used point allocation of the sphere elements at the example of the sphere L9.

Each sphere is determined by eight circular segments, each segment with six probing points. In each case starts the point allocation at the equator of the circular segments. The points on the circle segments are equally distributed. In addition is one probing point on the pole of the spheres defined. Therefore, a total of 49 points per sphere is selected (Figure 5 and 6).

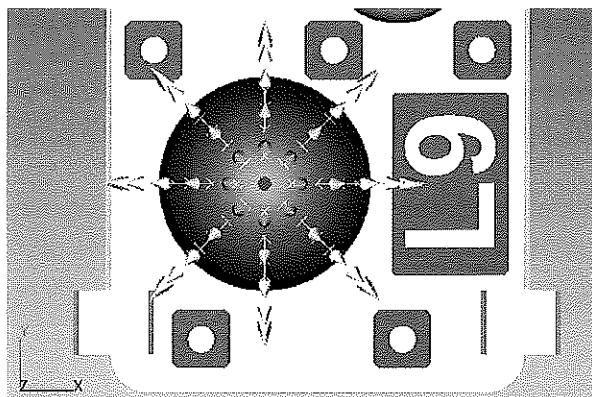
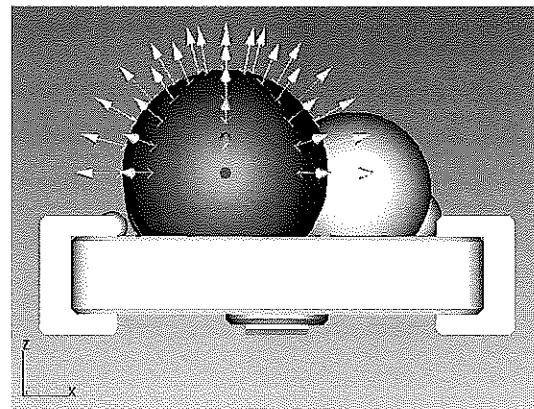


Abbildung 5 u. 6: Antaststrategie, Ansicht aus +Z-Richtung
Figure 5 a. 6: Probing strategy, view from +Z-direction



Antaststrategie, Ansicht aus -Y-Richtung
Probing strategy, view from -Y-direction

Prüfmerkmale

Es wurden räumliche Distanzen von Kugelmittelpunkten gebildet, Verknüpfungen der Elemente siehe Tabelle 3. Weiter wurden die Durchmesser und die Formabweichung jedes einzelnen Kugelementes ermittelt.

Characteristics

Determined were spatial distances from the sphere midpoints, combinations of the elements see Schedule 3. Further, the diameter and the form deviation of each sphere element was identified.

Bezeichnung <i>Description</i>	Räumliche Distanz zwischen Element 1 und 2 <i>Spatial distance between element 1 and 2</i>	
	Element 1 <i>Element 1</i>	Element 2 <i>Element 2</i>
Räumliche_Distanz_L1_R1 <i>Spatial_Distance_L1_R1</i>	Kugel_L1 <i>Sphere_L1</i>	Kugel_R1 <i>Sphere_R2</i>
Räumliche_Distanz_L2_R2 <i>Spatial_Distance_L2_R2</i>	Kugel_L2 <i>Sphere_L2</i>	Kugel_R2 <i>Sphere_R2</i>
Räumliche_Distanz_L3_R3 <i>Spatial_Distance_L3_R3</i>	Kugel_L3 <i>Sphere_L3</i>	Kugel_R3 <i>Sphere_R3</i>
Räumliche_Distanz_L4_R4 <i>Spatial_Distance_L4_R4</i>	Kugel_L4 <i>Sphere_L4</i>	Kugel_R4 <i>Sphere_R4</i>
Räumliche_Distanz_L5_R5 <i>Spatial_Distance_L5_R5</i>	Kugel_L5 <i>Sphere_L5</i>	Kugel_R5 <i>Sphere_R5</i>
Räumliche_Distanz_L6_R6 <i>Spatial_Distance_L6_R6</i>	Kugel_L6 <i>Sphere_L6</i>	Kugel_R6 <i>Sphere_R6</i>
Räumliche_Distanz_L7_R7 <i>Spatial_Distance_L7_R7</i>	Kugel_L7 <i>Sphere_L7</i>	Kugel_R7 <i>Sphere_R7</i>
Räumliche_Distanz_L8_R8 <i>Spatial_Distance_L8_R8</i>	Kugel_L8 <i>Sphere_L8</i>	Kugel_R8 <i>Sphere_R8</i>
Räumliche_Distanz_L9_R9 <i>Spatial_Distance_L9_R9</i>	Kugel_L9 <i>Sphere_L9</i>	Kugel_R9 <i>Sphere_R9</i>

Tabelle 3: Verknüpfungen der räumlichen Distanzen
Schedule 3: Combinations of the spatial distances



0975
D-K-
15007-02-00
2017-08

4. Umgebungsbedingungen / Ambient conditions

Die Umgebungsbedingungen wurden mit 8 Temperaturfühlern im Messraum erfasst. Die Temperaturen im Messraum lagen während der Messung bei $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ K}$ und wurden bei der Kalkulation der angegebenen Messunsicherheit berücksichtigt.

The ambient conditions were measured using 8 temperature sensors in the measuring room. During measurement, the temperatures in the measuring room were $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ K}$ and were taken into account while calculating the measuring uncertainty.

5. Messergebnisse / Measuring results

Die Ergebnisse der zu messenden Merkmale sind in der untenstehenden Tabelle aufgeführt. Die erfassten Maße gelten für die messtechnische Beschaffenheit des Werkstückes und die Antaststrategie, die bei der Kalibrierung vorlag.

Hinweis: Die Ergebnisse von Formabweichungen gelten nur für die beschriebenen Antaststrategien und sind nicht mit Ergebnissen von Formmessgeräten zu vergleichen. Die räumlichen Abstände beziehen sich auf den Kugelmittelpunkt.

The results of the features to be measured are shown in the table below. The measured dimensions apply to the metrological properties of the workpiece and the probing strategy available at the time of calibration. The spatial distances refer to the sphere-midpoint.

Note: The results of form deviations are valid for the used probing strategy and couldn't be compared with results of form measuring machines.

Pos.	Merkmal Characteristic	Messwert in mm Measured value in mm	Messunsicherheit in mm Measurement uncertainty in mm
1	Räumliche_Distanz_L1_R1 <i>Spatial_Distance_L1_R1</i>	16,0010	0,0010
2	Durchmesser_Kugel_L1 <i>Diameter_Sphere_L1</i>	6,0051	0,0010
3	Form_Kugel_L1 <i>Form_Sphere_L1</i>	0,0007	0,0010
4	Durchmesser_Kugel_R1 <i>Diameter_Sphere_R1</i>	6,0050	0,0010
5	Form_Kugel_R1 <i>Form_Sphere_R1</i>	0,0006	0,0010
6	Räumliche_Distanz_L2_R2 <i>Spatial_Distance_L2_R2</i>	25,9985	0,0010
7	Durchmesser_Kugel_L2 <i>Diameter_Sphere_L2</i>	8,0023	0,0010
8	Form_Kugel_L2 <i>Form_Sphere_L2</i>	0,0009	0,0010
9	Durchmesser_Kugel_R2 <i>Diameter_Sphere_R2</i>	8,0023	0,0010
10	Form_Kugel_R2 <i>Form_Sphere_R2</i>	0,0011	0,0010



0975
D-K-
15007-02-00
2017-08

Pos.	Merkmal <i>Characteristic</i>	Messwert in mm <i>Measured value in mm</i>	Messunsicherheit in mm <i>Measurement uncertainty in mm</i>
11	Räumliche_Distanz_L3_R3 <i>Spatial_Distance_L3_R3</i>	40,0098	0,0010
12	Durchmesser_Kugel_L3 <i>Diameter_Sphere_L3</i>	9,9961	0,0010
13	Form_Kugel_L3 <i>Form_Sphere_L3</i>	0,0008	0,0010
14	Durchmesser_Kugel_R3 <i>Diameter_Sphere_R3</i>	9,9961	0,0010
15	Form_Kugel_R3 <i>Form_Sphere_R3</i>	0,0010	0,0010
16	Räumliche_Distanz_L4_R4 <i>Spatial_Distance_L4_R4</i>	55,0077	0,0010
17	Durchmesser_Kugel_L4 <i>Diameter_Sphere_L4</i>	12,0025	0,0010
18	Form_Kugel_L4 <i>Form_Sphere_L4</i>	0,0016	0,0010
19	Durchmesser_Kugel_R4 <i>Diameter_Sphere_R4</i>	12,0029	0,0010
20	Form_Kugel_R4 <i>Form_Sphere_R4</i>	0,0018	0,0010
21	Räumliche_Distanz_L5_R5 <i>Spatial_Distance_L5_R5</i>	80,0153	0,0010
22	Durchmesser_Kugel_L5 <i>Diameter_Sphere_L5</i>	15,0009	0,0010
23	Form_Kugel_L5 <i>Form_Sphere_L5</i>	0,0008	0,0010
24	Durchmesser_Kugel_R5 <i>Diameter_Sphere_R5</i>	15,0009	0,0010
25	Form_Kugel_R5 <i>Form_Sphere_R5</i>	0,0007	0,0010
26	Räumliche_Distanz_L6_R6 <i>Spatial_Distance_L6_R6</i>	115,0326	0,0010
27	Durchmesser_Kugel_L6 <i>Diameter_Sphere_L6</i>	20,0032	0,0010
28	Form_Kugel_L6 <i>Form_Sphere_L6</i>	0,0023	0,0010
29	Durchmesser_Kugel_R6 <i>Diameter_Sphere_R6</i>	20,0048	0,0010
30	Form_Kugel_R6 <i>Form_Sphere_R6</i>	0,0009	0,0010
31	Räumliche_Distanz_L7_R7 <i>Spatial_Distance_L7_R7</i>	160,0321	0,0010
32	Durchmesser_Kugel_L7 <i>Diameter_Sphere_L7</i>	25,0040	0,0010
33	Form_Kugel_L7 <i>Form_Sphere_L7</i>	0,0007	0,0010
34	Durchmesser_Kugel_R7 <i>Diameter_Sphere_R7</i>	25,0044	0,0010
35	Form_Kugel_R7 <i>Form_Sphere_R7</i>	0,0008	0,0010



0975
D-K-
15007-02-00
2017-08

Pos.	Merkmal <i>Characteristic</i>	Messwert in mm <i>Measured value in mm</i>	Messunsicherheit in mm <i>Measurement uncertainty in mm</i>
36	Räumliche_Distanz_L8_R8 Spatial_Distance_L8_R8	230,0337	0,0010
37	Durchmesser_Kugel_L8 Diameter_Sphere_L8	29,9997	0,0010
38	Form_Kugel_L8 Form_Sphere_L8	0,0027	0,0010
39	Durchmesser_Kugel_R8 Diameter_Sphere_R8	29,9996	0,0010
40	Form_Kugel_R8 Form_Sphere_R8	0,0026	0,0010
41	Räumliche_Distanz_L9_R9 Spatial_Distance_L9_R9	320,0638	0,0010
42	Durchmesser_Kugel_L9 Diameter_Sphere_L9	39,9972	0,0010
43	Form_Kugel_L9 Form_Sphere_L9	0,0009	0,0010
44	Durchmesser_Kugel_R9 Diameter_Sphere_R9	39,9981	0,0010
45	Form_Kugel_R9 Form_Sphere_R9	0,0010	0,0010

6. Messunsicherheit / Measurement uncertainty

Die Messunsicherheit wurde für jede Messgröße aufgabenspezifisch durch Simulation ermittelt (Methode des „Virtuellen KMG“, VCMM Version 4.4.4).

Simulierte Messunsicherheiten kleiner als 0,0010 mm wurden auf 0,0010 mm aufgerundet.

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

The task specific measurement uncertainty for each measurand was determined by simulation ('Virtual CMM Method', VCMM version 4.4.4).

Simulated measurement uncertainties less than 0.0010 mm were rounded up to 0.0010 mm.

We have specified the expanded measuring uncertainty which is calculated by multiplying the standard measuring uncertainty with the expansion factor $k = 2$. Determination was based on DKD-3. With a probability of 95% the value of the measurand lies within the appropriate range.

Anerkennung von DAkkS Kalibrierscheinen / Acceptance of DAkkS Calibration Certificates

Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH ist Unterzeichnerin 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 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).

GOM GmbH
Schmitzstraße 2
38122 Braunschweig
Germany



GOM Acceptance Test

180219_CP40-170-41879

Certificate No.

Acceptance/Reverification According to VDI/VDE 2634, Part 3

This document may only be distributed in its entirety and without changes. Excerpts and changes require the approval of the issuing company. This document was created electronically and is valid without a signature.

General Data

System: ATOS III Rev.02 400 MV170 SN:180110
Measuring volume: MV170 (170x130x130) mm
Date: 19.02.2018
Inspector: Sven Kumpe
Measurement temperature: 21.3 °C

Artifact

General

Name: PSA/Z0012/400_L5_R5
Calibration date: 02.08.2017
Calibration ID: 0975/D-K-15007-02-00/2017-08
Calibration temperature: 20.0 °C
Expansion coefficient for sphere spacing: $4.00 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Expansion coefficient for diameter: $10.50 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

Basic dimensions

Sphere spacing: 80 mm
Diameter left sphere: 15 mm
Diameter right sphere: 15 mm

Calibrated nominal dimensions

Sphere spacing: 80.0153 mm
Diameter left sphere: 15.0009 mm
Diameter right sphere: 15.0009 mm



Measurement Parameters**Measurement Settings**

Number of exposure times:	1
Min. fringe contrast:	15 gray values
State: Avoid points at strong brightness differences?:	Yes
State: Avoid Triple Scan points?:	No
State: Avoid Triple Scan points at strong brightness differences?:	Yes
Max. residual:	0.20 pixel
Depth limitation mode:	Automatic depth limitation
Corner mask size:	0
Measurement resolution:	Full resolution

Settings of Checks

State: Check "Sensor movement"?:	Yes
Max. sensor movement:	0.10 pixel
State: Check "Lighting change"?:	Yes

Sensor Calibration**General**

Calibration date:	Mon Feb 19 08:35:05 2018
Measurement temperature:	21.5 °C

Calibration Object

Calibration object type:	Panel (Triple Scan)
Calibration object name:	CP40-170-41879
Test distances:	243.2653 / 243.2653 mm
Certification temperature:	22.0 °C
Expansion coefficient:	3.25 10 ⁻⁶ K ⁻¹

Calibration Settings

Focal length (camera):	75.00 mm
Focal length (projector):	90.00 mm
Light intensity:	100%
Snap mode:	Double snap
Max. ellipse quality:	0.40 pixel

Calibration Result

Calibration deviation:	0.033 pixel (Quality check: Good)
Calibration deviation (optimized):	0.018 pixel
Projector calibration deviation:	0.088 pixel (Quality check: Good)
Projector calibration deviation (optimized):	0.016 pixel
Camera angle:	27.07 °
Height variance:	129.864 mm
Measuring volume:	171 x 131 x 137 mm



Acceptance/Reverification Test**General**

Number of test positions (measurement series): 3

Nominal diameter of left sphere with temperature correction: 15.0011 mm

Nominal diameter of right sphere with temperature correction: 15.0011 mm

Nominal sphere spacing with temperature correction: 80.0157 mm

Parameter Probing Error Form, Left Sphere

Pos²⁾	M³⁾	P⁴⁾	Min. deviation	Max. deviation	Range of deviation	Probing error form (sigma)
1	10	22553	-0.003 mm	0.003 mm	0.006 mm	0.001 mm
2	10	22506	-0.003 mm	0.003 mm	0.005 mm	0.001 mm
3	10	21547	-0.003 mm	0.003 mm	0.005 mm	0.001 mm

Parameter Probing Error Form, Right Sphere

Pos²⁾	M³⁾	P⁴⁾	Min. deviation	Max. deviation	Range of deviation	Probing error form (sigma)
1	10	22276	-0.003 mm	0.003 mm	0.005 mm	0.001 mm
2	10	23243	-0.002 mm	0.002 mm	0.005 mm	0.001 mm
3	10	22191	-0.003 mm	0.003 mm	0.005 mm	0.001 mm

Parameter Probing Error Size, Left Sphere

Pos²⁾	M³⁾	P⁴⁾	Diameter (actual)	Diameter (nominal)¹⁾	Probing error (size)
1	10	22553	15.003 mm	15.001 mm	0.002 mm
2	10	22506	15.004 mm	15.001 mm	0.003 mm
3	10	21547	15.002 mm	15.001 mm	0.001 mm

Parameter Probing Error Size, Right Sphere

Pos²⁾	M³⁾	P⁴⁾	Diameter (actual)	Diameter (nominal)¹⁾	Probing error (size)
1	10	22276	15.004 mm	15.001 mm	0.003 mm
2	10	23243	15.003 mm	15.001 mm	0.002 mm
3	10	22191	15.002 mm	15.001 mm	0.000 mm

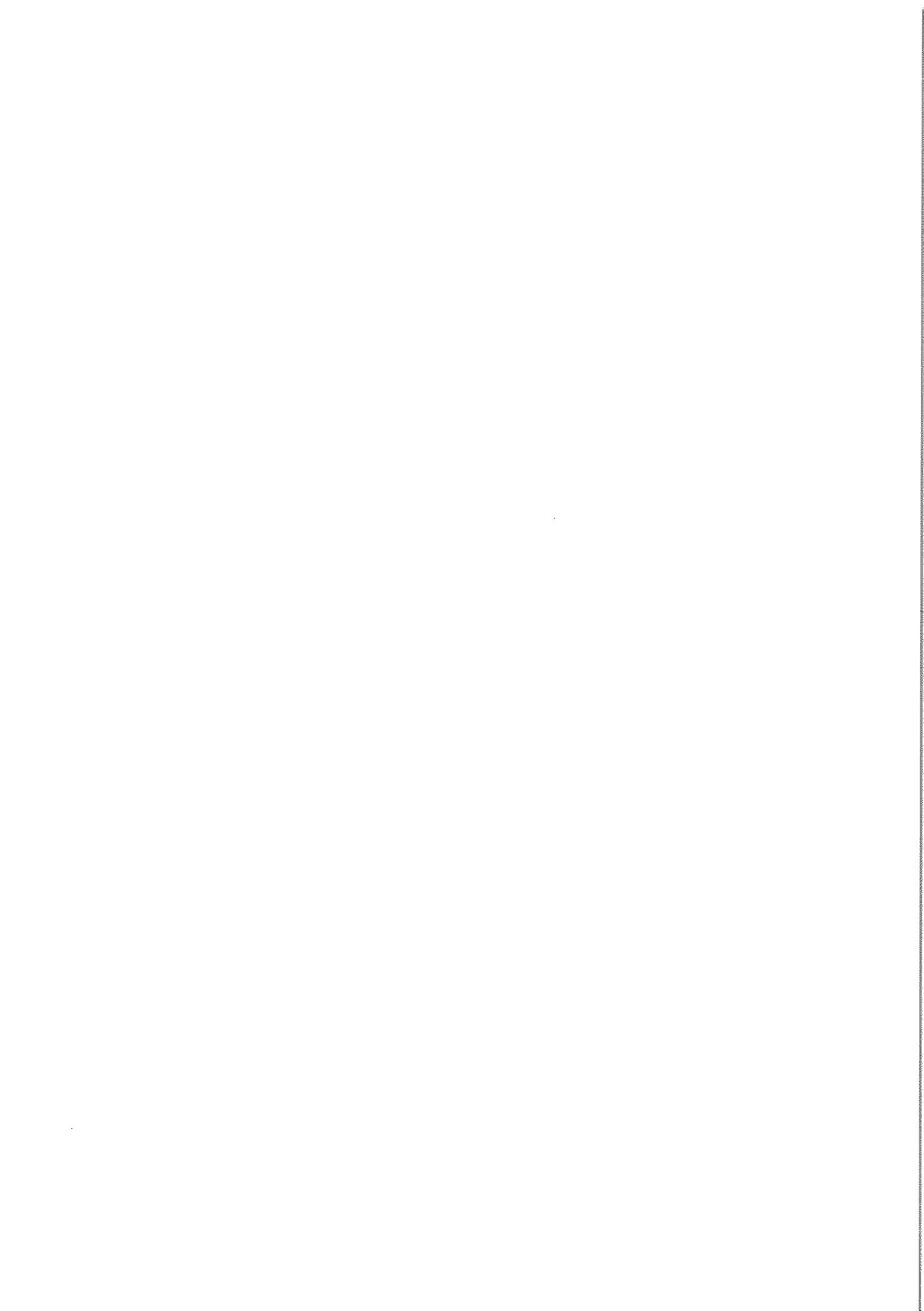
Sphere Spacing Error

Pos²⁾	M³⁾	Sphere spacing (actual)	Sphere spacing (nominal)¹⁾	Sphere spacing error
1	10	80.018 mm	80.016 mm	0.003 mm
2	10	80.017 mm	80.016 mm	0.002 mm
3	10	80.018 mm	80.016 mm	0.002 mm

Parameter Length Measurement Error

Pos²⁾	M³⁾	Length (actual)	Length (nominal)¹⁾	Length measurement error
1	10	95.022 mm	95.017 mm	0.005 mm
2	10	95.021 mm	95.017 mm	0.004 mm
3	10	95.020 mm	95.017 mm	0.003 mm

¹⁾ With temperature correction²⁾ Test position³⁾ Number of measurements⁴⁾ Number of points



Summary Acceptance/Reverification Test

Parameter	Maximum deviation	Limit
Probing error form (sigma)	0.001 mm	0.004 mm
Probing error (size)	0.003 mm	0.008 mm
Sphere spacing error	0.003 mm	0.011 mm
Length measurement error	0.005 mm	0.019 mm

Additional Information

A detailed description of the acceptance test is compiled in the following document:

GOM Acceptance Test - Process Description,
Acceptance test according to the guideline VDI/VDE 2634 Part 3
Document number: 0000000476_...

Test requirements are stated, the exact test procedure (incl. software operation) is documented and the used parameters are listed.

In addition, limits are defined with respect to:

- Operation modes (adjustment and configuration possibilities of the measuring system)
- Operation conditions (outside influences)

The documentation in the version valid at the time of the test is part of the GOM Acceptance Test protocol and is enclosed.

The respective current version is available for download under <https://support.gom.com>.



GOM GmbH
Schmitzstraße 2
38122 Braunschweig
Germany



GOM Acceptance Test

180219_CP40-320-54037

Certificate No.

Acceptance/Reverification According to VDI/VDE 2634, Part 3

This document may only be distributed in its entirety and without changes. Excerpts and changes require the approval of the issuing company. This document was created electronically and is valid without a signature.

General Data

System: ATOS III Rev.02 400 MV320 SN:180110
Measuring volume: MV320 (320x240x240) mm
Date: 19.02.2018
Inspector: Sven Kumpe
Measurement temperature: 21.4 °C

Artifact

General

Name: PSA/Z0012/400_L7_R7
Calibration date: 02.08.2017
Calibration ID: 0975/D-K-15007-02-00/2017-08
Calibration temperature: 20.0 °C
Expansion coefficient for sphere spacing: $4.00 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Expansion coefficient for diameter: $10.50 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

Basic dimensions

Sphere spacing: 160 mm
Diameter left sphere: 25 mm
Diameter right sphere: 25 mm

Calibrated nominal dimensions

Sphere spacing: 160.0321 mm
Diameter left sphere: 25.0040 mm
Diameter right sphere: 25.0044 mm



Measurement Parameters**Measurement Settings**

Number of exposure times:	1
Min. fringe contrast:	15 gray values
State: Avoid points at strong brightness differences?:	Yes
State: Avoid Triple Scan points?:	No
State: Avoid Triple Scan points at strong brightness differences?:	Yes
Max. residual:	0.20 pixel
Depth limitation mode:	Automatic depth limitation
Corner mask size:	0
Measurement resolution:	Full resolution

Settings of Checks

State: Check "Sensor movement"?:	Yes
Max. sensor movement:	0.10 pixel
State: Check "Lighting change"?:	Yes

Sensor Calibration**General**

Calibration date:	Mon Feb 19 09:30:59 2018
Measurement temperature:	21.5 °C

Calibration Object

Calibration object type:	Panel (Triple Scan)
Calibration object name:	CP40-320-54037
Test distances:	574.5205 / 574.5116 mm
Certification temperature:	20.0 °C
Expansion coefficient:	22.67 10 ⁻⁶ K ⁻¹

Calibration Settings

Focal length (camera):	40.00 mm
Focal length (projector):	50.00 mm
Light intensity:	100%
Snap mode:	Double snap
Max. ellipse quality:	0.40 pixel

Calibration Result

Calibration deviation:	0.025 pixel (Quality check: Good)
Calibration deviation (optimized):	0.011 pixel
Projector calibration deviation:	0.084 pixel (Quality check: Good)
Projector calibration deviation (optimized):	0.014 pixel
Camera angle:	27.14 °
Height variance:	240.019 mm
Measuring volume:	331 x 255 x 269 mm



Acceptance/Reverification Test**General**

Number of test positions (measurement series): 3

Nominal diameter of left sphere with temperature correction: 25.0043 mm

Nominal diameter of right sphere with temperature correction: 25.0048 mm

Nominal sphere spacing with temperature correction: 160.0330 mm

Parameter Probing Error Form, Left Sphere

Pos²⁾	M³⁾	P⁴⁾	Min. deviation	Max. deviation	Range of deviation	Probing error form (sigma)
1	10	19051	-0.004 mm	0.004 mm	0.009 mm	0.001 mm
2	10	18044	-0.004 mm	0.004 mm	0.008 mm	0.001 mm
3	10	17663	-0.004 mm	0.004 mm	0.008 mm	0.001 mm

Parameter Probing Error Form, Right Sphere

Pos²⁾	M³⁾	P⁴⁾	Min. deviation	Max. deviation	Range of deviation	Probing error form (sigma)
1	10	18615	-0.005 mm	0.005 mm	0.010 mm	0.001 mm
2	10	18171	-0.004 mm	0.003 mm	0.007 mm	0.001 mm
3	10	18243	-0.004 mm	0.004 mm	0.008 mm	0.001 mm

Parameter Probing Error Size, Left Sphere

Pos²⁾	M³⁾	P⁴⁾	Diameter (actual)	Diameter (nominal)¹⁾	Probing error (size)
1	10	19051	25.006 mm	25.004 mm	0.002 mm
2	10	18044	25.006 mm	25.004 mm	0.001 mm
3	10	17663	25.003 mm	25.004 mm	-0.001 mm

Parameter Probing Error Size, Right Sphere

Pos²⁾	M³⁾	P⁴⁾	Diameter (actual)	Diameter (nominal)¹⁾	Probing error (size)
1	10	18615	25.007 mm	25.005 mm	0.002 mm
2	10	18171	25.006 mm	25.005 mm	0.001 mm
3	10	18243	25.004 mm	25.005 mm	-0.001 mm

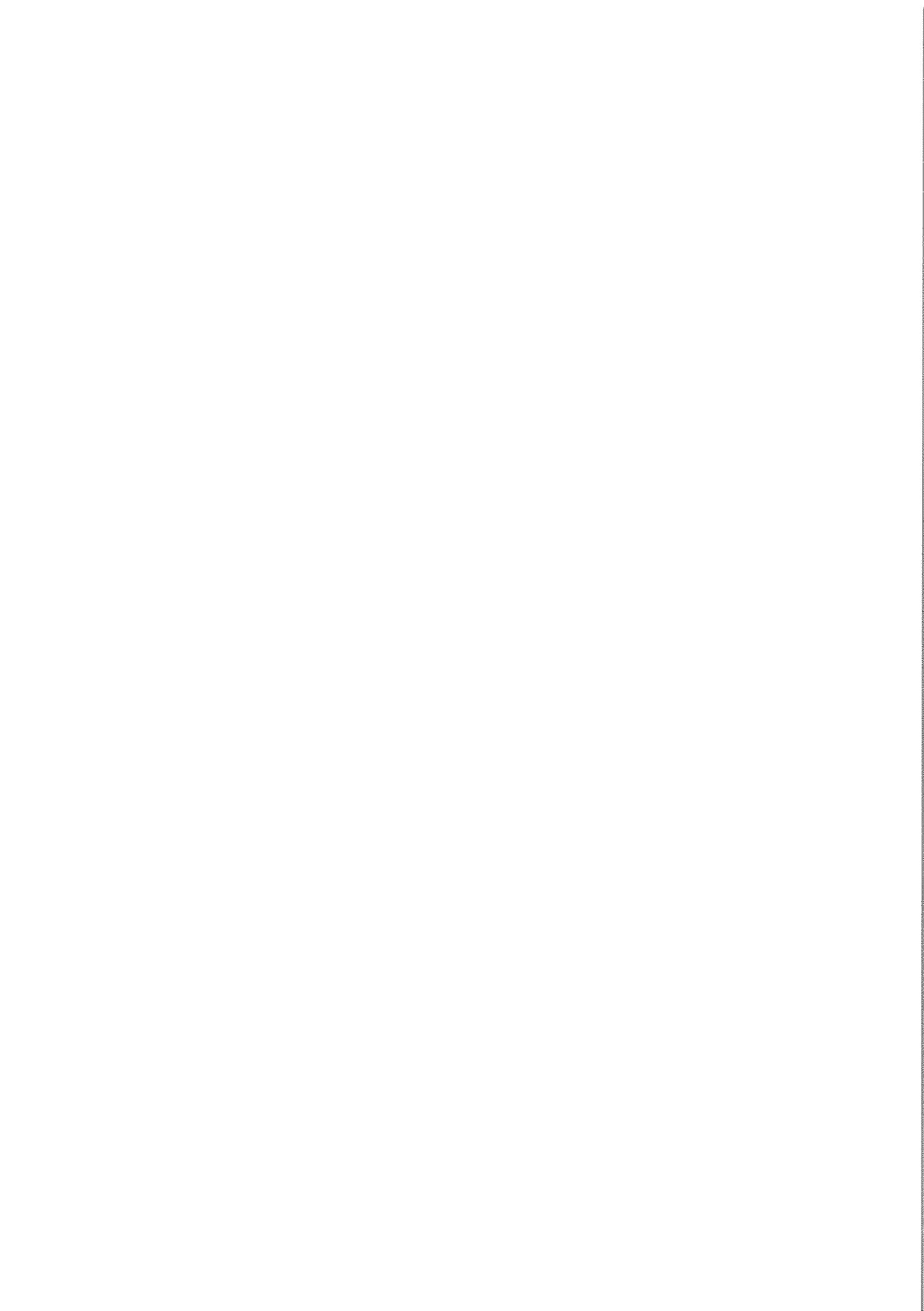
Sphere Spacing Error

Pos²⁾	M³⁾	Sphere spacing (actual)	Sphere spacing (nominal)¹⁾	Sphere spacing error
1	10	160.029 mm	160.033 mm	-0.004 mm
2	10	160.037 mm	160.033 mm	0.004 mm
3	10	160.028 mm	160.033 mm	-0.005 mm

Parameter Length Measurement Error

Pos²⁾	M³⁾	Length (actual)	Length (nominal)¹⁾	Length measurement error
1	10	185.032 mm	185.038 mm	-0.006 mm
2	10	185.044 mm	185.038 mm	0.006 mm
3	10	185.029 mm	185.038 mm	-0.009 mm

¹⁾ With temperature correction²⁾ Test position³⁾ Number of measurements⁴⁾ Number of points



Summary Acceptance/Reverification Test

Parameter	Maximum deviation	Limit
Probing error form (sigma)	0.001 mm	0.005 mm
Probing error (size)	0.002 mm	0.011 mm
Sphere spacing error	-0.005 mm	0.016 mm
Length measurement error	-0.009 mm	0.027 mm

Additional Information

A detailed description of the acceptance test is compiled in the following document:

GOM Acceptance Test - Process Description,
Acceptance test according to the guideline VDI/VDE 2634 Part 3
Document number: 0000000476_...

Test requirements are stated, the exact test procedure (incl. software operation) is documented and the used parameters are listed.

In addition, limits are defined with respect to:

- Operation modes (adjustment and configuration possibilities of the measuring system)
- Operation conditions (outside influences)

The documentation in the version valid at the time of the test is part of the GOM Acceptance Test protocol and is enclosed.

The respective current version is available for download under <https://support.gom.com>.



GOM GmbH
Schmitzstraße 2
38122 Braunschweig
Germany



GOM Acceptance Test

180219_CP40-700-73063

Certificate No.

Acceptance/Reverification According to VDI/VDE 2634, Part 3

This document may only be distributed in its entirety and without changes. Excerpts and changes require the approval of the issuing company. This document was created electronically and is valid without a signature.

General Data

System: ATOS III Rev.02 400 MV700 SN:180110
Measuring volume: MV700 (700x530x520) mm
Date: 19.02.2018
Inspector: Sven Kumpe
Measurement temperature: 21.5 °C

Artifact

General

Name: PSA/Z0012/400_L9_R9
Calibration date: 02.08.2017
Calibration ID: 0975/D-K-15007-02-00/2017-08
Calibration temperature: 20.0 °C
Expansion coefficient for sphere spacing: $4.00 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Expansion coefficient for diameter: $10.50 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

Basic dimensions

Sphere spacing: 320 mm
Diameter left sphere: 40 mm
Diameter right sphere: 40 mm

Calibrated nominal dimensions

Sphere spacing: 320.0638 mm
Diameter left sphere: 39.9972 mm
Diameter right sphere: 39.9981 mm



Measurement Parameters***Measurement Settings***

Number of exposure times:	1
Min. fringe contrast:	15 gray values
State: Avoid points at strong brightness differences?:	Yes
State: Avoid Triple Scan points?:	No
State: Avoid Triple Scan points at strong brightness differences?:	Yes
Max. residual:	0.20 pixel
Depth limitation mode:	Automatic depth limitation
Corner mask size:	35
Measurement resolution:	Full resolution

Settings of Checks

State: Check "Sensor movement"?:	Yes
Max. sensor movement:	0.10 pixel
State: Check "Lighting change"?:	Yes

Sensor Calibration***General***

Calibration date:	Mon Feb 19 10:45:00 2018
Measurement temperature:	21.8 °C

Calibration Object

Calibration object type:	Panel (Triple Scan)
Calibration object name:	CP40-700-73063
Test distances:	1016.7231 / 1016.5110 mm
Certification temperature:	20.0 °C
Expansion coefficient:	22.67 10 ⁻⁶ K ⁻¹

Calibration Settings

Focal length (camera):	20.00 mm
Focal length (projector):	24.00 mm
Light intensity:	100%
Snap mode:	Double snap
Max. ellipse quality:	0.40 pixel

Calibration Result

Calibration deviation:	0.028 pixel (Quality check: Good)
Calibration deviation (optimized):	0.010 pixel
Projector calibration deviation:	0.060 pixel (Quality check: Good)
Projector calibration deviation (optimized):	0.008 pixel
Camera angle:	27.16 °
Height variance:	519.300 mm
Measuring volume:	672 x 525 x 554 mm



Acceptance/Reverification Test**General**

Number of test positions (measurement series): 3

Nominal diameter of left sphere with temperature correction: 39.9979 mm

Nominal diameter of right sphere with temperature correction: 39.9987 mm

Nominal sphere spacing with temperature correction: 320.0657 mm

Parameter Probing Error Form, Left Sphere

Pos²⁾	M³⁾	P⁴⁾	Min. deviation	Max. deviation	Range of deviation	Probing error form (sigma)
1	10	11516	-0.011 mm	0.010 mm	0.021 mm	0.003 mm
2	10	11240	-0.007 mm	0.007 mm	0.014 mm	0.002 mm
3	10	11457	-0.008 mm	0.008 mm	0.016 mm	0.003 mm

Parameter Probing Error Form, Right Sphere

Pos²⁾	M³⁾	P⁴⁾	Min. deviation	Max. deviation	Range of deviation	Probing error form (sigma)
1	10	11899	-0.008 mm	0.008 mm	0.017 mm	0.003 mm
2	10	11485	-0.006 mm	0.006 mm	0.011 mm	0.002 mm
3	10	11264	-0.007 mm	0.007 mm	0.014 mm	0.002 mm

Parameter Probing Error Size, Left Sphere

Pos²⁾	M³⁾	P⁴⁾	Diameter (actual)	Diameter (nominal)¹⁾	Probing error (size)
1	10	11516	39.997 mm	39.998 mm	-0.001 mm
2	10	11240	39.990 mm	39.998 mm	-0.008 mm
3	10	11457	39.985 mm	39.998 mm	-0.013 mm

Parameter Probing Error Size, Right Sphere

Pos²⁾	M³⁾	P⁴⁾	Diameter (actual)	Diameter (nominal)¹⁾	Probing error (size)
1	10	11899	39.999 mm	39.999 mm	0.000 mm
2	10	11485	39.991 mm	39.999 mm	-0.007 mm
3	10	11264	39.989 mm	39.999 mm	-0.010 mm

Sphere Spacing Error

Pos²⁾	M³⁾	Sphere spacing (actual)	Sphere spacing (nominal)¹⁾	Sphere spacing error
1	10	320.054 mm	320.066 mm	-0.011 mm
2	10	320.059 mm	320.066 mm	-0.007 mm
3	10	320.054 mm	320.066 mm	-0.012 mm

Parameter Length Measurement Error

Pos²⁾	M³⁾	Length (actual)	Length (nominal)¹⁾	Length measurement error
1	10	360.042 mm	360.064 mm	-0.022 mm
2	10	360.050 mm	360.064 mm	-0.014 mm
3	10	360.034 mm	360.064 mm	-0.030 mm

¹⁾ With temperature correction²⁾ Test position³⁾ Number of measurements⁴⁾ Number of points



Summary Acceptance/Reverification Test

Parameter	Maximum deviation	Limit
Probing error form (sigma)	0.003 mm	0.008 mm
Probing error (size)	-0.013 mm	0.019 mm
Sphere spacing error	-0.012 mm	0.028 mm
Length measurement error	-0.030 mm	0.047 mm

Additional Information

A detailed description of the acceptance test is compiled in the following document:

GOM Acceptance Test - Process Description,
Acceptance test according to the guideline VDI/VDE 2634 Part 3
Document number: 0000000476_...

Test requirements are stated, the exact test procedure (incl. software operation) is documented and the used parameters are listed.

In addition, limits are defined with respect to:

- Operation modes (adjustment and configuration possibilities of the measuring system)
- Operation conditions (outside influences)

The documentation in the version valid at the time of the test is part of the GOM Acceptance Test protocol and is enclosed.

The respective current version is available for download under <https://support.gom.com>.

