

eumetron GmbH
 Referenzlabor für Längenmesstechnik
 Gartenstraße 133
 D - 73430 Aalen

Telefon: (0 73 61) 37 03-0
 Telefax: (0 73 61) 37 03-29
 kalibrierlabor@eumetron.de
 www.eumetron.de

akkreditiert durch die / *accredited by the*

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

als Kalibrierlaboratorium im / *as calibration laboratory in the*

Deutschen Kalibrierdienst



Deutsche
 Akkreditierungsstelle
 D-K-15151-01-00

Kalibrierschein
Calibration certificate

Kalibrierzeichen
Calibration mark

21837
D-K- 15151-01-00
2018-08

Gegenstand <i>Object</i>	Kugelnormal <i>Calibration sphere</i>
Hersteller <i>Manufacturer</i>	Unbekannt <i>Unknown</i>
Typ <i>Type</i>	Kugelnormal D = 30 mm <i>Calibration sphere D = 30 mm</i>
Fabrikat/Serien-Nr. <i>Serial number</i>	5704
Auftraggeber <i>Customer</i>	MPT Sistemi d. o. o. Dobja vas 185 SLO-2390 Ravne na Koroškem

Auftragsnummer <i>Order No.</i>	2018-8
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines <i>Number of pages of the certificate</i>	7
Datum der Kalibrierung <i>Date of calibration</i>	28.08.2018

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 Deutschen Akkreditierungsstelle 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 German Accreditation Body 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>
28.08.2018	 Thorsten Köhnlein	 Andreas Pierro

1. Kalibriergegenstand *Calibration object*

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

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

2. Kalibrierverfahren *Calibration procedure*

Die Kalibrierung des Durchmessers erfolgte mit dem dreidimensionalen Koordinatenmessgerät Carl Zeiss Prismo SACC 9/15/7 (S/N: 130288).

Die Kalibrierung des Durchmessers ist über das Substitutionsverfahren mit den folgenden Normalen auf nationale Normale rückgeführt:

Stufenendmaß mit dem Nennmaß 310 mm, Kalibrierzeichen 14583 / D-K-15151-01-00 / 2017-03.
Kugelnormal mit dem Nennmaß 30 mm, Kalibrierzeichen 14426 / D-K-15007-01-00 / 2018-03.

Die Kalibrierung der Formabweichungen erfolgte mit dem Formmessgerät Carl Zeiss Rondcom 54 (S/N: MA 5406 BB).

Die Kalibrierung der Formabweichungen ist mit folgendem Normal auf nationale Normale rückgeführt:
Kugelnormal mit dem Nennmaß 25,4 mm, Kalibrierzeichen 11983 / D-K-15007-01-00 / 2017-03.

The diameter was calibrated with the three-dimensional coordinate measuring machine Carl Zeiss Prismo SACC 9/15/7 (S/N: 130288).

The calibration of the diameter is traceable to national standards, using the substitution method, with the following standards:

Step gauge with the nominal 310 mm, calibration mark 14583 / D-K-15151-01-00 / 2017-03.

Calibration sphere with the nominal 30 mm, calibration mark 14426 / D-K-15007-01-00 / 2018-03.

The form errors were calibrated with the form measuring machine Carl Zeiss Rondcom 54 (S/N: MA 5406 BB).

The calibration of form errors is traceable to national standards with the following standard:

Calibration sphere with the nominal 25.4 mm, calibration mark 11983 / D-K-15007-01-00 / 2017-03.

3. Messbedingungen *Calibration conditions*

3.1 Durchmesser *Diameter*

Der Kalibriergegenstand wurde zum Temperatúrausgleich mindestens 12 Stunden im Messraum und eine Stunde vor der Kalibrierung auf dem Koordinatenmessgerät gelagert.

Die Kugel wurde in einer Vorrichtung an drei Punkten außen am Schaft fixiert.

Das Bezugskoordinatensystem wurde über die Kugel gebildet.

Der Zweipunktdurchmesser ist der Mittelwert aus zwei Messungen und wurde wie folgt ermittelt:

Auf dem Äquator wurden in Richtung der Markierung des Kugelschaftes zwei gegenüberliegende Kreissegmente, jeweils mit 9 Antastpunkten verteilt, angetastet.

Ausgewertet wurde die Distanz zwischen den Schnittpunkten der Kreissegmente mit der theoretischen Fläche des Bezugskoordinatensystems in axialer Richtung. Die Kreissegmente wurden durch die Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate berechnet.

Diese Messung wurde in der X/Y-Ebene und in der X/Z-Ebene durchgeführt.

Der kalibrierte Wert ist der Mittelwert aus 15 Einzelmessungen.

Der Tastkugeldurchmesser betrug 5,0 mm und die Antastkraft 0,1 N.

Zur Reduktion der Messwerte auf 20 °C wurde der Wert $\alpha = 5,5 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$ als linearer thermischer Ausdehnungskoeffizient mit der erweiterten Unsicherheit ($k = 2$) von $U = 0,6 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ verwendet.

Die mittlere Temperatur der Kugel während der Messung mit der erweiterten Unsicherheit ($k = 2$) von $U = 0,05 K$ ist auf Seite 5 dokumentiert.

In order to bring the temperatures in line the calibration object was kept for at least 12 hours inside the measuring room and one hour on the coordinate measuring machine.

The sphere was fixed in a device on three points outside on the shaft.

The reference system was determined with the sphere.

The two point diameter is the average value from two measurements and was determined as follows:

On the equator in direction of the marking position of the shaft two opposite circle segments, in each case with 9 points distributed, were probed.

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.

This measurement was performed in the X/Y-plane and in the Y/Z-plane.

The calibration value is the average value from 15 single measurements.

The diameter of probe tip was 5.0 mm and the probe force was 0.1 N.

The linear thermal expansion coefficient $\alpha = 5.5 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ with the expanded uncertainty ($k = 2$) of $U = 0.6 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ was used to reduce the results to 20 °C.

The mean temperature of the sphere during the measurement with the expanded uncertainty ($k = 2$) of $U = 0.05 K$ is shown on page 5.

3.2 Rundheit **Roundness**

Die Auswertung der Messergebnisse erfolgte nach der Methode MZCI (Minimum Zone Circles) mit einer Grenzwellenzahl von 150 W/U (Gauß-Filter nach ISO 16610-21; 50 % Amplitudenübertragung). Es wurden ca. 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 method of MZCI (Minimum Zone Circles) with a cut-off wave number of 150 UPR (Gaussian filter according to ISO 16610-21; 50% amplitude transmission).

Nearly 3600 points per rotation were measured. The diameter of probe tip was 1.0 mm and the probe force was 0.05 N.

4. Umgebungsbedingungen **Ambient conditions**

Die Umgebungstemperaturen während der Messung lagen im Bereich von $(20 \pm 0,2) \text{ °C}$.

Die Temperatur und relative Luftfeuchte während der Messung liegen im Kalibrierlaboratorium auf Datenträger vor und können bei Bedarf mitgeteilt werden.

The ambient temperatures during the measurement were inside $(20 \pm 0.2) \text{ °C}$.

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

5. Messergebnisse *Measurement results*

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

Die Messergebnisse sind auf der Seite 5 dieses Kalibrierscheins tabellarisch aufgeführt.

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

The measurement results are listed in tabular form on page 5 of this calibration certificate.

6. Messunsicherheit *Measurement uncertainty*

Die Messunsicherheit beträgt für:

Durchmesser $U = 0,1 \mu\text{m} + 0,4 \cdot 10^{-6} \cdot d$ d ist der Durchmesser

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 Wertintervall.

The measurement uncertainty is for:

Diameter $U = 0.1 \mu\text{m} + 0.4 \cdot 10^{-6} \cdot d$ d is the diameter

Roundness error $U = 0.1 \mu\text{m}$

The specification indicates the expanded measuring uncertainty resulting from 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. Bemerkungen *Remarks*

Im Zweifelsfall ist der deutsche Text des Kalibrierscheins 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 Co-operation (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

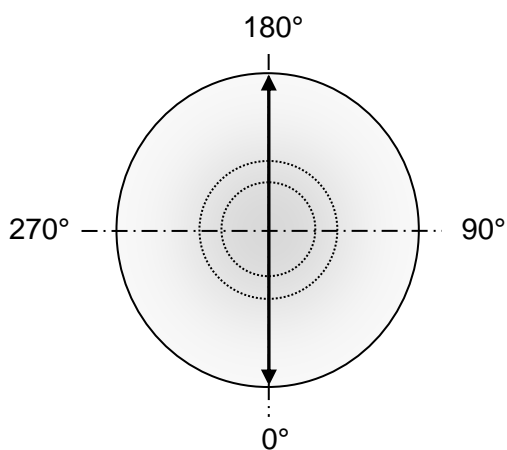
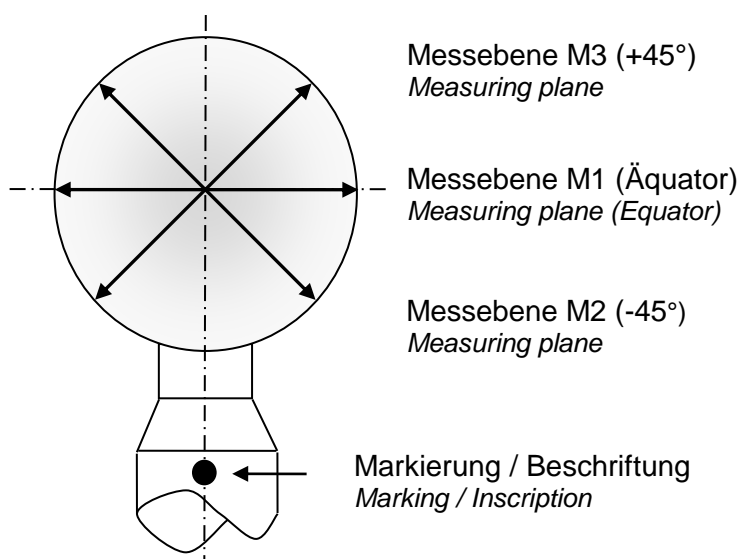
The Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Co-operation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates.

All other signatory members within and outside of Europe are reported on the internet pages of EA (www.european-accreditation.org) and the ILAC (www.ilac.org).

Messergebnisse
Measurement results

Mittlere Temperatur: 20,01 °C
Mean temperature:

Prüfmerkmal <i>Feature</i>	Messposition <i>Measurement position</i>	Messergebnis <i>Measurement result</i>
Durchmesser <i>Diameter</i>	Messebene M1 (0° - 180°) <i>Measuring plane M1 (0° - 180°)</i>	29,99952 mm
Rundheitsabweichung <i>Roundness error</i>	Messebene M1 (Äquator) <i>Measuring plane M1 (Equator)</i>	0,10 µm
Rundheitsabweichung <i>Roundness error</i>	Messebene M2 (-45°) <i>Measuring plane M2 (-45°)</i>	0,08 µm
Rundheitsabweichung <i>Roundness error</i>	Messebene M3 (+45°) <i>Measuring plane M3 (+45°)</i>	0,07 µm



Durchmesser / Diameter:

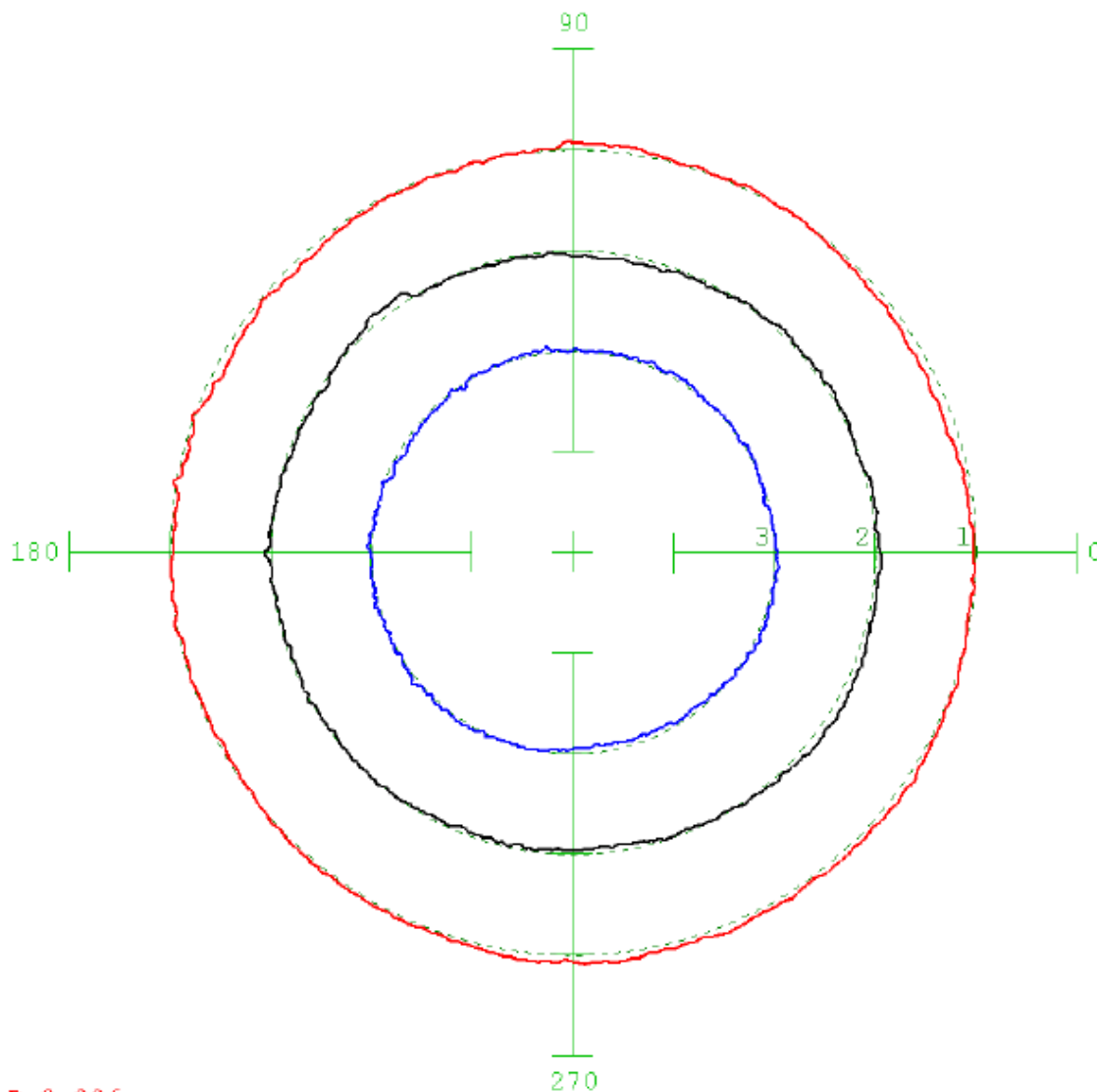
M1 = Messebene Äquator; Distanz zwischen 0° und 180°
M1 = Measuring plane equator; distance between 0° and 180°

Rundheitsabweichungen / Roundness error:

M1 = Messebene Äquator / *Measuring plane equator*
M2 = Messebene bei -45° / *Measuring plane at -45°*
M3 = Messebene bei +45° / *Measuring plane at +45°*

Rundheitsabweichung M1 (0°); M2 (-45°); M3 (+45°)
Roundness error

Rundheit
Daten Nr. 1, 2, 3



- 1 P-P=0.096µm
- 2 P-P=0.079µm
- 3 P-P=0.071µm

0.5µm
|-----|
x20000

Rundheit P-P = 0.096µm

Nr.	Filter (U/R)	Z (mm)	P-P (µm)
1	150	0.00	0.096
2	150	0.00	0.079
3	150	0.00	0.071