

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

VERBAND DER
ELEKTROTECHNIK
ELEKTRONIK
INFORMATIONSTECHNIK

Genauigkeit von Koordinatenmessgeräten
Kenngrößen und deren Prüfung
Annahme- und Bestätigungsprüfungen von
Koordinatenmessgeräten zum optischen Messen von
Mikrogeometrien in Anlehnung an DIN EN ISO 10360-8 und
VDI/VDE 2617 Blatt 6.2

Accuracy of coordinate measuring machines
Characteristics and their testing
Acceptance and reverification tests for optical CMM
measuring microgeometries according to DIN EN ISO 10360-8
and VDI/VDE 2617 Part 6.2

VDI/VDE 2617

Blatt 12.2 / Part 12.2

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	3	Preliminary note.....	3
Einleitung.....	3	Introduction.....	3
1 Anwendungsbereich.....	4	1 Scope.....	4
2 Normative Verweise.....	5	2 Normative references.....	5
3 Begriffe.....	6	3 Terms and definitions.....	6
4 Formelzeichen und Abkürzungen.....	12	4 Symbols and abbreviations.....	12
5 Annahme- und Bestätigungsprüfung des KMG, Allgemeines.....	14	5 Acceptance and reverification testing of the CMM, general information.....	14
6 Annahme- und Bestätigungsprüfung in einem sehr kleinen Messvolumen.....	15	6 Acceptance and reverification test in a very small measurement volume.....	15
6.1 Grundlagen.....	15	6.1 Fundamentals.....	15
6.2 Messeinrichtung.....	15	6.2 Measuring device.....	15
6.3 Verfahren.....	15	6.3 Procedure.....	15
6.4 Auswertung.....	16	6.4 Evaluation.....	16
7 Prüfung des gesamten Messvolumens.....	18	7 Testing of the entire measurement volume.....	18
7.1 Grundlagen.....	18	7.1 Fundamentals.....	18
7.2 Messeinrichtung.....	20	7.2 Measuring device.....	20
7.3 Verfahren.....	20	7.3 Procedure.....	20
7.4 Auswertung.....	21	7.4 Evaluation.....	21
7.5 Zusätzliche Kenngrößen für die Betriebsart in Dreh-Schwenk-Stellungen.....	23	7.5 Additional characteristics for the operating mode "Multiple articulating-probe positions".....	23
7.6 Prüfung von Teilbereichen des Messvolumens.....	24	7.6 Testing of partial areas of the measuring volume.....	24
8 Ebenheitsabweichung.....	24	8 Flat form error.....	24
9 Anwendungen.....	25	9 Application.....	25
9.1 Annahmeprüfung.....	25	9.1 Acceptance testing.....	25
9.2 Bestätigungsprüfung.....	25	9.2 Reverification testing.....	25
9.3 Zwischenprüfung.....	25	9.3 Interim checking.....	25

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)

Fachbereich Anwendung der Mess- und Sensortechnik

VDI/VDE-Handbuch Fertigungsmesstechnik
VDI/VDE-Handbuch Optische Technologien
VDI-Handbuch Produktionstechnik und Fertigungsverfahren, Band 3: Betriebsmittel

Inhalt	Seite
Anhang A Strukturauflösung	26
A1 Testverfahren	26
A2 Grundlagen.....	28
Anhang B Allgemeine Hinweise	31
B1 Verschmutzungseinfluss	31
B2 Einfluss von Formabweichung der Prüfkörper	31
B3 Technisch realisierbare Kalibrierunsicherheiten.....	31
B4 Oberflächeneigenschaften.....	31
B5 Optische Effekte.....	31
Anhang C Rechtwinkligkeitsabweichung.....	32
C1 Prüfmittel	32
C2 Messpositionen	32
C3 Messverfahren.....	32
Anhang D Sensorprinzipien	34
D1 Konfokaler 1-D-Sensor	34
D2 Konfokaler 2-D-Sensor	34
D3 Chromatischer 2-D-Sensor.....	35
D4 Astigmatischer 1-D-Sensor	35
Anhang E Normale.....	37
E1 Anforderungen an Normale	37
E2 Beispiele für Normale	37
Schrifttum	41
Benennungsindex.....	43

Contents	Page
Annex A Structural resolution	26
A1 Test procedure	26
A2 Basics.....	28
Annex B General notes.....	31
B1 Influence of contamination	31
B2 Influence of measurement-standard form deviation.....	31
B3 Technically feasible calibration uncertainties.....	31
B4 Surface properties	31
B5 Optical effects.....	31
Annex C Squareness error.....	32
C1 Test equipment	32
C2 Measuring positions.....	32
C3 Measuring method	32
Annex D Sensor principles	34
D1 Confocal 1D sensor.....	34
D2 Confocal 2D sensor.....	34
D3 Chromatic 2D sensor	35
D4 Astigmatic 1D sensor.....	35
Annex E Standards.....	37
E1 Requirements for standards	37
E2 Examples of standards	37
Bibliography	41
Term index.....	43

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Einleitung

In der Richtlinienreihe VDI/VDE 2617 sind Kenngrößen für die Genauigkeit von Koordinatenmessgeräten (KMG) festgelegt und Verfahren zu ihrer Prüfung beschrieben. Die Richtlinienreihe besteht zurzeit aus folgenden Blättern:

- Blatt 2.1 Leitfaden zur Anwendung von DIN EN ISO 10360-2 zur Messung von Längenmaßen
- Blatt 2.2 Formmessung mit Koordinatenmessgeräten
- Blatt 4 Leitfaden zur Anwendung von DIN EN ISO 10360-3 für Koordinatenmessgeräte mit zusätzlichen Drehachsen
- Blatt 5 Überwachung durch Prüfkörper
- Blatt 5.1 Überwachung mit Kugelplatten
- Blatt 6.1 Leitfaden zur Anwendung von DIN EN ISO 10360-7 für Koordinatenmessgeräte mit Bildverarbeitungssystemen
- Blatt 6.2 Leitfaden zur Anwendung von DIN EN ISO 10360-8 für Koordinatenmessgeräte mit optischen Abstandssensoren
- Blatt 7 Ermittlung der Unsicherheit von Messungen auf Koordinatenmessgeräten durch Simulation
- Blatt 8 Prüfprozesseignung von Messungen mit Koordinatenmessgeräten
- Blatt 9 Annahme- und Bestätigungsprüfung von Gelenkarm-Koordinatenmessgeräten
- Blatt 10 Annahme- und Bestätigungsprüfung von Lasertrackern
- Blatt 10.1 Lasertracker mit Multisensorik

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

Introduction

The series of standards VDI/VDE 2617 specifies characteristics for the accuracy of coordinate measuring machines (CMMs) and describes procedures for their verification. The series of standards currently consists of the following parts:

- Part 2.1 Code of practice for the application of DIN EN ISO 10360-2 for length measurement
- Part 2.2 Form measurement with coordinate measuring machines
- Part 4 Manual for the use of DIN EN ISO 10360-3 for coordinate measuring machines with additional axes of rotation
- Part 5 Interim check with artefacts
- Part 5.1 Interim check with ball plates
- Part 6.1 Code of practice to the application of DIN EN ISO 10360-7 for coordinate measuring machines equipped with image processing systems
- Part 6.2 Guideline for the application of DIN EN ISO 10360-8 to coordinate measuring machines with optical distance sensors
- Part 7 Estimation of measurement uncertainty of coordinate measuring machines by means of simulation
- Part 8 Test process suitability of measurements with coordinate measuring machines
- Part 9 Acceptance and reverification tests for Articulated Arm Coordinate Measuring Machines
- Part 10 Acceptance and reverification testing of laser trackers
- Part 10.1 Laser trackers with multiple probing systems

Blatt 11 Ermittlung der Unsicherheit von Messungen auf Koordinatenmessgeräten durch Messunsicherheitsbilanzen

Blatt 12.1 Annahme und Bestätigungsprüfungen für Koordinatenmessgeräte zum taktilen Messen von Mikrogeometrien

Blatt 12.2 Annahme- und Bestätigungsprüfung von Koordinatenmessgeräten zum optischen Messen von Mikrogeometrien in Anlehnung an DIN EN ISO 10360-8 und VDI/VDE 2617 Blatt 6.2

Blatt 13* VDI/VDE 2630 Blatt 1.3
Genauigkeit von Koordinatenmessgeräten; Kenngrößen und deren Prüfung; Leitfaden zur Anwendung von DIN EN ISO 10360 für Koordinatenmessgeräte mit CT-Sensoren

Anmerkung 1: Im Rahmen der Richtlinienreihe VDI/VDE 2617 sind mehrere Blätter verfügbar, weitere sind in Arbeit. Die einzelnen Blätter der Richtlinienreihe gliedern sich in eine Ordnungsstruktur ein.

Anmerkung 2: In den bis 1999 veröffentlichten Blättern dieser Richtlinienreihe wird vielfach der Begriff „Messunsicherheit“ verwendet, wo nach der jetzt gültigen Definition im Internationalen Wörterbuch der Metrologie (VIM) [1] der Begriff „Messabweichung“ zu verwenden ist. Bei der Anwendung dieser Blätter muss also der Begriff „Messunsicherheit“ in der Regel durch „Messabweichung“ ersetzt werden.

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2617.

Die Norm DIN EN ISO 10360-1 enthält Begriffe für die Annahme- und die Bestätigungsprüfung von Koordinatenmessgeräten. Die Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Koordinatenmessgeräten ist in DIN EN ISO 10360-2 und DIN EN ISO 10360-5 beschrieben. Diese Normen sind vornehmlich für Koordinatenmessgeräte in kartesischer Bauart erarbeitet worden.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie beschreibt Verfahren zur Prüfung der Leistungsfähigkeit von optischen Koordinatenmessgeräten unterschiedlicher Bauarten und Fabrikate für die Messung von Mikrogeometrien. Unter Mikrogeometrien werden dabei in der Regel Geometrien mit Abmessungen von wenigen µm bis ca. 1 mm verstanden. Die in dieser Richtlinie beschriebenen Kenngrößen dienen der Spezifikation von Koordinatenmessgeräten sowie dem Vergleich unterschiedlicher Koordinatenmessgeräte. Sie gilt für:

- Annahmeprüfungen zur Prüfung des KMG und seines Messkopfs entsprechend den Angaben des Herstellers

Part 11 Determination of the uncertainty of measurement for coordinate measuring machines using uncertainty budgets

Part 12.1 Acceptance and reverification tests for tactile CMM measuring microgeometries

Part 12.2 Acceptance and reverification tests for optical CMM measuring microgeometries according to DIN EN ISO 10360-8 and VDI/VDE 2617 Part 6.2

Part 13* VDI/VDE 2630 Part 1.3
Accuracy of coordinate measuring machines; Characteristics and their testing; Guideline for the application of DIN EN ISO 10360 for coordinate measuring machines with CT-sensors

Note 1: Several parts of the series of standards VDI/VDE 2617 are available, and others are in preparation. The individual parts of the series of standards are arranged in an order structure.

Note 2: In the Parts of this standard published until 1999, the term “measurement uncertainty” is often used, where according to the now valid definition in the International Dictionary of Metrology (VIM) [1] the term “measurement deviation” is to be used. Thus, when using these Parts, the term “uncertainty of measurement” shall usually be replaced by “error of measurement”.

A catalogue of all available parts of this series of standards and those in preparation as well as further information, if applicable, can be accessed on the Internet at www.vdi.de/2617.

The standard DIN EN ISO 10360-1 contains terms for acceptance and reverification testing of coordinate measuring machines. The assessment of the performance of coordinate measuring machines is described in DIN EN ISO 10360-2 and DIN EN ISO 10360-5. These standards have been developed primarily for cartesian coordinate measuring machines.

1 Scope

This standard describes procedures for testing the performance of optical coordinate measuring machines of different types and makes for the measurement of microgeometries. Microgeometries are generally understood to be geometries with dimensions of a few µm to approx. 1 mm. The characteristics described in this standard serve the specification of coordinate measuring machines as well as the comparison of different coordinate measuring machines. It applies to:

- acceptance tests for the inspection of the CMM and its measuring head according to the manufacturer’s specifications

- Bestätigungsprüfungen zur turnusmäßigen Prüfung des KMG und seines Messkopfs durch den Betreiber
- Zwischenprüfungen zur Überwachung des KMG und seines Messkopfs durch den Betreiber zwischen den Bestätigungsprüfungen

Es werden Koordinatenmessgeräte mit optischen Abstandssensoren für die Messung von Mikrogeometrien erfasst, die wegen ihrer Eigenschaften (z.B. Messbereich, Arbeitsabstand, Strukturauflösung) nicht mit den in DIN EN ISO 10360-2, DIN EN ISO 10360-5, DIN EN ISO 10360-8 und VDI/VDE 2617 Blatt 6.2 beschriebenen Verfahren und Maßverkörperungen geprüft werden können. Diese Richtlinie erfasst somit neben klassischen Koordinatenmessgeräten mit optischen Sensoren (eventuell auch linienhaft oder flächenhaft messend) auch Messgeräte mit meist kleinen Messvolumina, die häufig einen flächenhaft messenden optischen Abstandssensor (z.B. Weißlichtinterferometer, konfokale Mikroskope) enthalten. Die Voraussetzung dafür ist, dass diese Messgeräte die Möglichkeit bieten, während der Messung Verstelleinheiten (Koordinatenachse(n) und/oder Drehtisch) zu nutzen, um unterschiedliche Einzelansichten zu erfassen, die anschließend zu einem Datensatz fusioniert werden. Im gegenseitigen Einvernehmen kann diese Richtlinie auch zur Prüfung von optischen Koordinatenmesssystemen ohne Koordinatenachsen genutzt werden, die zur Messung von Mikrogeometrien geeignet sind.

- reverification tests for the regular inspection of the CMM and its probing system by the operator
- interim checks for monitoring of the CMM and its probing system by the operator between the reverification tests

Coordinate measuring machines with optical distance sensors for the measurement of microgeometries are covered which, due to their properties (e.g., measuring range, working distance, structural resolution), cannot be inspected with the methods and material standards described in DIN EN ISO 10360-2, DIN EN ISO 10360-5, DIN EN ISO 10360-8 and VDI/VDE 2617 Part 6.2. This standard thus covers not only classical coordinate measuring machines with optical sensors (possibly also line or area measuring), but also measuring devices with mostly small measuring volume, which often contain an area measuring optical distance sensor (e.g., white light interferometers, confocal microscopes). The prerequisite for this is that these measuring devices offer the possibility of using adjustment units (coordinate axis(es) and/or rotary table) during the measurement in order to record different individual views which are subsequently fused into one data set. By mutual agreement, this standard may also be used to test optical coordinate measuring systems without coordinate axes which are suitable for the measurement of microgeometries.