

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

VERBAND DER  
ELEKTROTECHNIK  
ELEKTRONIK  
INFORMATIONSTECHNIK

Genauigkeit von Koordinatenmessgeräten  
Kenngrößen und deren Prüfung  
Prüfprozesseignung von Messungen  
mit Koordinatenmessgeräten

Accuracy of coordinate measuring machines  
Characteristics and their testing  
Test process suitability of measurements  
with coordinate measuring machines

VDI/VDE 2617

Blatt 8 / Part 8

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 .....	2	Preliminary note.....	2
Einleitung.....	2	Introduction.....	2
<b>1 Anwendungsbereich.....</b>	<b>4</b>	<b>1 Scope.....</b>	<b>4</b>
<b>2 Definition der Prüfprozesseignung und Zusammenhang mit der Messunsicherheit ....</b>	<b>4</b>	<b>2 Definition of test process suitability and relation to the measurement uncertainty .....</b>	<b>4</b>
<b>3 Ermittlung der Prüfprozesseignung.....</b>	<b>5</b>	<b>3 Determination of the test process suitability .</b>	<b>5</b>
3.1 Einflüsse auf die Messunsicherheit des Prüfprozesses .....	7	3.1 Influences on the measurement uncertainty of the test process.....	7
3.2 Methoden zur Ermittlung der Messunsicherheit.....	7	3.2 Methods for determining the measurement uncertainty .....	7
<b>4 Nachweis der Prüfprozesseignung .....</b>	<b>10</b>	<b>4 Verification of the test process suitability.....</b>	<b>10</b>
<b>5 Zwischenprüfung.....</b>	<b>11</b>	<b>5 Interim check .....</b>	<b>11</b>
<b>Anhang A</b> Prüfprozesseignung und Prüfmittelfähigkeit.....	<b>14</b>	<b>Annex A</b> Test process suitability and test equipment capability.....	<b>14</b>
<b>Anhang B</b> Beispielhafte Istaufnahme .....	<b>16</b>	<b>Annex B</b> Guidance for determining the test process suitability using calibrated workpieces .	<b>29</b>
B1 Übersicht.....	16	B1 Overview .....	29
B2 Mathematisches Modell .....	16	B2 Mathematical model .....	29
B3 Messunsicherheit.....	17	B3 Measurement uncertainty.....	30
B4 Vorgehen.....	18	B4 Procedure.....	31
B5 Vorgehen bei Ortstoleranzen .....	19	B5 Procedure for tolerances of location .....	32
<b>Anhang C</b> Effekte im Zusammenhang mit der Kalibrierung der Freiformflächengestalt (Auszug aus VDI/VDE 2630 Blatt 2.1, Anhang B).....	<b>42</b>	<b>Annex C</b> Examples of representations .....	<b>45</b>
Schrifttum .....	45	Bibliography .....	45

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

Fachbereich Fertigungsmesstechnik

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

### 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](http://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 zur Beschreibung der 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 für Koordinatenmessgeräte mit optischen Sensoren für laterale Strukturen
- Blatt 6.2 Leitfaden zur Anwendung von DIN EN ISO 10360 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

### 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](http://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 defines characteristics for evaluating the accuracy of coordinate measuring machines (CMMs) and describes procedures for their testing. The series of standards consists of the following parts at this time:

- 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 for the application of DIN EN ISO 10360 to coordinate measuring machines with optical sensors for lateral structures
- Part 6.2 Guideline for the application of DIN EN ISO 10360 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 suitability of measurements with coordinate measuring machines
- Part 9 Acceptance and reverification tests for articulated arm coordinate measuring machines
- Part 10 Acceptance and reverification tests of laser trackers

Blatt 10.1 Lasertracker mit Multisensorik

Blatt 11 Ermittlung der Unsicherheit von Messungen auf Koordinatenmessgeräten durch Messunsicherheitsbilanzen

Blatt 12.1 Annahme- und Bestätigungsprüfung für Koordinatenmessgeräte zum taktilen Messen von Mikrogeometrien

Blatt 13 Leitfaden zur Anwendung von DIN EN ISO 10360 für Koordinatenmessgeräte mit CT-Sensoren (inhaltsgleich mit VDI/VDE 2630 Blatt 1.3)

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/2617](http://www.vdi.de/2617).

DIN EN ISO 9001 fordert, dass „sichergestellt werden muss, dass die bereitgestellten Ressourcen für die [...] Messtätigkeiten geeignet sind“. Das kann z.B. anhand der Entscheidungsregeln nach DIN EN ISO 14253-1 durch die Einengung oder Erweiterung der Spezifikationsgrenzen um die Messunsicherheit oder nach VDA Band 5 [1] durch ein angemessenes Verhältnis der Messunsicherheit zur Toleranz sichergestellt werden. Dieses Verhältnis wird als Prüfprozesseignung bezeichnet.

Vor diesem Hintergrund beschreibt die vorliegende Richtlinie eine grundlegende Vorgehensweise zur Ermittlung der Prüfprozesseignung für Messungen, die mit Koordinatenmessgeräten, z.B. mit taktilen und optischen Sensoren, durchgeführt werden. Es werden insbesondere die aktuellen normativen Vorgaben zu Fragen der Messunsicherheit (ISO/IEC Guide 98-3 (GUM), DIN EN ISO 14253-1, DIN EN ISO 14253-2 sowie DIN EN ISO 15530-3) berücksichtigt. Wegen der Grundsätzlichkeit des Lösungsansatzes lässt sich die hier für Koordinatenmessgeräte erarbeitete Richtlinie auch auf Prüfprozesse mit anderen Messgeräten übertragen. Die Bestimmung der Prüfprozesseignung von Koordinatenmessgeräten mit CT-Sensoren mit dem gleichen Lösungsansatz wird in VDI/VDE 2630 Blatt 2.1 beschrieben.

Die Prüfprozesseignung steht in einem engen Zusammenhang mit der in der Zeichnung eines Produkts spezifizierten Toleranz des Produktmerkmals, mit der Unsicherheit der Messung des Merkmals mit dem eingesetzten Koordinatenmessgerät und mit der Fertigungstoleranz.

Die für die Fertigung eines Produkts zur Verfügung stehende Fertigungstoleranz wird in hohem Maß durch die Messunsicherheit des Prüfprozesses beeinflusst. Diese Fertigungstoleranz ergibt sich z.B. aus der Zeichnungstoleranz abzüglich der Messunsicherheit für das bestimmte Merkmal. Eine

Part 10.1 Laser trackers with multiple probing systems

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 13 Guideline for the application of DIN EN ISO 10360 for coordinate measuring machines with CT-sensors (coextensive with VDI/VDE 2630 Part 1.3)

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at [www.vdi.de/2617](http://www.vdi.de/2617).

According to DIN EN ISO 9001, “the resources provided shall be suitable for the [...] measuring activities”. This can be ensured by, e.g., narrowing or widening the specification limits by the measurement uncertainty based on the decision rules of DIN EN ISO 14253-1 or by means of an adequate ratio of the measurement uncertainty to the tolerance as per VDA Volume 5 [1]. This ratio is termed test process suitability.

Against this background, this standard describes a basic method for determining the test process suitability for measurements performed using coordinate measuring machines with, e.g., tactile and optical sensors. In particular, the standard takes into account the current normative requirements regarding issues of the measurement uncertainty (ISO/IEC Guide 98-3 (GUM), DIN EN ISO 14253-1, DIN EN ISO 14253-2 and DIN EN ISO 15530-3). Thanks to the fundamental nature of the approach, this standard, pertaining to coordinate measuring machines, can be applied analogously to test processes using other measuring systems. VDI/VDE 2630 Part 2.1 describes how to determine the test process suitability of coordinate measuring machines with CT sensors by means of the same approach.

The test process suitability is closely related to the tolerance of the product feature as specified in the product drawing, to the measurement uncertainty of the measured feature using the respective coordinate measuring machine, and to the manufacturing tolerance.

The manufacturing tolerance allowed in the manufacture of a product is greatly influenced by the measurement uncertainty of the test process. This manufacturing tolerance is obtained by, e.g., subtracting the measurement uncertainty for the respective feature from the tolerance specified in the

Vergrößerung der Messunsicherheit bewirkt demnach eine Verringerung der nutzbaren Fertigungstoleranz. Die Prüfprozesseignung ist für Koordinatenmessungen ein Kennwert, der über die Eignung eines Koordinatenmessgeräts unter Berücksichtigung aller auf den Prüfprozess einwirkenden Einflussgrößen eine aufgabenspezifische Aussage macht. Die Prüfprozesseignung ist demnach eine Funktion der Merkmalstoleranz und der Messunsicherheit (messaufgabenbezogene Prüfprozesseignung).

drawing. Hence, the greater the measurement uncertainty, the smaller the effective manufacturing tolerance. In the case of coordinate measurements, the test process suitability is a characteristic which provides task-specific information about the suitability of a coordinate measuring machine, taking into account all quantities influencing the test process. Hence, the test process suitability is a function of the feature tolerance and of the measurement uncertainty (test process suitability related to the measurement task).