

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEUREVERBAND DER
ELEKTROTECHNIK
ELEKTRONIK
INFORMATIONSTECHNIKGenauigkeit von Koordinatenmessgeräten
Kenngrößen und deren Prüfung
Annahme- und Bestätigungsprüfung von LasertrackernAccuracy of coordinate measuring machines
Characteristics and their checking
Acceptance and reverification tests of laser trackers

VDI/VDE 2617

Blatt 10 / Part 10

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.**The German version of this guideline 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
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3
2 Abkürzungen	5	2 Abbreviations	5
3 Prinzip der Annahme und Überwachung	5	3 Principle of acceptance and inspection	5
4 Annahmeprüfung	6	4 Acceptance test	6
4.1 Kenngröße Antastabweichung	6	4.1 Characteristic probing error	6
4.2 Kenngröße Längenmessabweichung	10	4.2 Characteristic error of indication for size measurement	10
5 Überwachung	19	5 Inspection	19
5.1 Prüfmittel	20	5.1 Test equipment	20
5.2 Durchführung	20	5.2 Procedure	20
5.3 Auswertung	20	5.3 Analysis	20
5.4 Überwachungsintervall und Dokumentation	20	5.4 Inspection interval and documentation	20
Anhang A Verfahrensanleitung zur Bestimmung von Referenzlängen mit Lasertrackern	22	Annex A Procedure for determining reference lengths using laser trackers	22
Anhang B Messung einer synthetischen Prüflänge zur anteiligen Berücksichtigung der thermischen Werkstückausdehnung	25	Annex B Measurement of a synthetic test length proportionally allowing for thermal workpiece expansion	25
Anhang C Anordnung der Messlinien mit wech- selnden Lasertracker-Standpunkten	27	Annex C Arrangement of measuring lines with varying laser tracker positions	27
Anhang D Schnelle Überprüfung von Lasertrackern	29	Annex D Quick inspection of laser trackers	29
D1 Zwei-Lagen-Testmessungen	29	D1 Two-position test measurements	29
D2 Messung einer Prüflänge	31	D2 Measurement of a test length	31
D3 Prüfung der Nulllänge	32	D3 Testing of the zero length	32
Anhang E Angaben zu Betriebsart und Betriebsbedingung für die Annahmeprüfung	34	Annex E Information concerning mode of operation and operating conditions for acceptance testing	35
Anhang F Gegenüberstellung Formelzeichen alte Schreibweise – neue Schreibweise	34	Annex F Confrontation of the old and new way of writing of characteristic	35
Schrifttum	36	Bibliography	36

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

Fachbereich Fertigungsmesstechnik

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

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

Einleitung

Lasertracker werden als universelle Mess- und Prüfgeräte eingesetzt. Jeder Betreiber muss sicher sein, dass der Lasertracker die geforderte Leistung erbringt. Insbesondere darf die maximal zulässige Messabweichung nicht überschritten werden. Dies kann auf Dauer nur durch vergleichbare Annahmekriterien und eine regelmäßige Überwachung der Geräte gewährleistet werden. Die Verantwortung dafür liegt zum einen beim Gerätehersteller und zum anderen beim Betreiber des Lasertrackers.

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

- Blatt 2.1 Leitfaden zur Anwendung von DIN EN ISO 10360-2 zur Prüfung von Längenmaßen
- Blatt 2.2 Formmessung
- Blatt 2.3 Annahme- und Bestätigungsprüfung von Koordinatenmessgeräten großer Bauart

- 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 Koordinatenmessgeräte mit optischer Antastung; 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

Preliminary note

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline 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 guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI notices (www.vdi-richtlinien.de).

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

Introduction

Laser trackers are used as versatile measuring and test equipment. Each user must be sure that the laser tracker performs as specified. In particular, the maximum permissible error must not be exceeded. In the long run, this can only be achieved by applying reproducible acceptance criteria and by periodic inspection of the devices. This responsibility is shared by the device manufacturer and the user of the laser tracker.

The series of guidelines VDI/VDE 2617 specifies characteristics serving to describe the accuracy of coordinate measuring machines (CMMs), and describes procedures for checking these characteristics. The series presently 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
- Part 2.3 Acceptance and reverification tests for coordinate measuring machines of large dimensions

- Part 4 Manual for the application 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 Coordinate measuring machines with optical probing; 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

Blatt 6.3	Koordinatenmessgeräte mit Multisensoren	Part 6.3	Coordinate measuring machines with multiple probing systems
Blatt 7	Ermittlung der Unsicherheit von Messungen auf Koordinatenmessgeräten durch Simulation	Part 7	Estimation of measurement uncertainty of coordinate measuring machines by means of simulation
Blatt 8	Prüfprozesseignung von Messungen mit Koordinatenmessgeräten	Part 8	Test suitability of measurements with coordinate measuring machines
Blatt 9	Annahme und Bestätigungsprüfung von Gelenkarm-Koordinatenmessgeräten	Part 9	Acceptance and reverification tests for articulated arm coordinate measuring machines
Blatt 10	Annahme- und Bestätigungsprüfung von Lasertracker	Part 10	Acceptance and reverification tests for laser trackers
Blatt 11	Ermittlung der Unsicherheit von Messungen auf Koordinatenmessgeräten durch Messunsicherheitsbilanzen	Part 11	Determination of the uncertainty of measurement for coordinate measuring machines using uncertainty budgets
Blatt 12.1	Annahme- und Bestätigungsprüfungen für Koordinatenmessgeräte zum taktilen Messen von Mikrogeometrien	Part 12.1	Acceptance and reverification tests for tactile CMMs measuring microgeometries
Blatt 13	Leitfaden zur Anwendung von DIN EN ISO 10360 für Koordinatenmessgeräte mit CT-Sensoren	Part 13	Guideline for the application of DIN EN ISO 10360 for coordinate measuring machines with CT sensors

Anmerkung 1: Im Rahmen der Richtlinienreihe VDI/VDE 2617 sind mehrere Blätter verfügbar, weitere sind in Arbeit. Die einzelnen Blätter gliedern sich in eine Ordnungsstruktur ein. Eine Liste der aktuell verfügbaren sowie geplanten Blätter dieser Richtlinienreihe sowie deren Strukturierung ist im Internet unter www.vdi-richtlinien.de/2617 abrufbar.

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.

Die vorliegende Richtlinie VDI/VDE 2617 Blatt 10 enthält praxisnahe Annahme- und Überwachungsverfahren zur Beurteilung von Lasertrackern hinsichtlich ihrer Genauigkeit. Sie wurde im Ausschuss „VDI/VDE-GMA FA 3.31 Koordinatenmesstechnik“ erarbeitet.

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Richtlinie gilt für Lasertracker. Dies sind Messgeräte, die den Lichtstrahl eines Längenmesssystems über eine zweiachsige Dreh- und Steuereinheit auf ein retroreflektierendes Ziel richten und automatisch nachführen. Die Position des Ziels ist durch den gemessenen Abstand und die Winkelstellung der Nachführeinheit definiert und wird in einem sphärischen Koordinatensystem registriert. Lasertracker können feststehende Ziele messen und/oder sie können beweglichen Zielen automatisch folgen sowie deren Position kontinuierlich registrieren.

In dieser Richtlinie werden Verfahren und Prüfmittel zur Annahme und zur regelmäßigen Überwachung

Note 1: The series of guidelines VDI/VDE 2617 comprises several parts, and further parts are to be published. The numbering of the individual parts follows a classification structure. A list of all currently available and planned parts of this series of guidelines as well as information on its structuring can be downloaded from www.vdi-richtlinien.de/2617.

Note 2: In the parts of this guideline published until 1999, the term “uncertainty of measurement” is often used where, according to the currently valid definition of the International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (VIM) [1], the term “error of measurement” ought to be used. Therefore, when using these parts of the guideline, “uncertainty of measurement” must usually be replaced by “error of measurement”.

This guideline VDI/VDE 2617 Part 10 contains practical acceptance and inspection procedures allowing to assess the accuracy of laser trackers. The guideline has been worked out by the committee “VDI/VDE-GMA FA 3.3.1 Koordinatenmesstechnik” (coordinate metrology).

1 Scope

This guideline applies to laser trackers. Laser trackers are measuring devices directing the light beam of a length-measuring system onto a retroreflective target and automatically tracking said target via a two-axes rotary control unit. The target position is defined by the measured distance and the angular position of the tracking unit and is recorded in a spherical coordinate system. Laser trackers can measure static targets and/or can automatically lock on to moving targets, recording their positions continuously.

This guideline states procedures and test equipment for acceptance and periodic inspection of laser track-