

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE  
VERBAND DER  
ELEKTROTECHNIK  
ELEKTRONIK  
INFORMATIONSTECHNIK

Drehmomentmessgeräte  
Mindestanforderungen an Kalibrierungen  
Torque measuring devices  
Minimum requirements in calibrations

VDI/VDE 2646

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

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

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung . . . . .	2	Preliminary note . . . . .	2
<b>1 Zweck und Geltungsbereich . . . . .</b>	<b>3</b>	<b>1 Objective and scope . . . . .</b>	<b>3</b>
<b>2 Begriffe und Definitionen . . . . .</b>	<b>3</b>	<b>2 Terms . . . . .</b>	<b>3</b>
2.1 Definition Messgerät und Werkzeug . . . . .	3	2.1 Definition of measurement device and tool . . . . .	3
2.2 Formelzeichen . . . . .	4	2.2 Symbols . . . . .	4
<b>3 Normative Verweisungen. . . . .</b>	<b>5</b>	<b>3 Normative references . . . . .</b>	<b>5</b>
<b>4 Merkmale der Drehmomentmesskette . . . . .</b>	<b>5</b>	<b>4 Characteristics of the torque measuring chain . . . . .</b>	<b>5</b>
4.1 Beschreibung und Kennzeichnung der Drehmomentmesskette . . . . .	5	4.1 Description and marking of the torque measuring chain. . . . .	5
4.2 Drehmomenteinleitung . . . . .	6	4.2 Lead-in of the torque . . . . .	6
4.3 Messung des Drehmomentes über die Verformung . . . . .	6	4.3 Torque measurement by deformation. . . . .	6
<b>5 Kalibrierung der Drehmomentmesskette . . . . .</b>	<b>7</b>	<b>5 Calibration of the torque measuring chain . . . . .</b>	<b>7</b>
5.1 Allgemeine Anforderungen. . . . .	7	5.1 General requirements. . . . .	7
5.2 Auflösung des Anzeigeegerätes . . . . .	7	5.2 Resolution of the measuring device . . . . .	7
5.3 Vorbereitung der Kalibrierung . . . . .	8	5.3 Preparing the calibration . . . . .	8
5.4 Durchführung der Kalibrierung. . . . .	8	5.4 Calibration process. . . . .	8
<b>6 Klassifizierung . . . . .</b>	<b>13</b>	<b>6 Classification . . . . .</b>	<b>13</b>
<b>7 Kalibrierschein . . . . .</b>	<b>13</b>	<b>7 Calibration certificate . . . . .</b>	<b>13</b>
<b>8 Bestimmung der Messunsicherheit . . . . .</b>	<b>14</b>	<b>8 Determination of the measuring uncertainty. . . . .</b>	<b>14</b>
8.1 Beispiel für das Modell der Messunsicherheit . . . . .	15	8.1 Example of a measuring uncertainty model . . . . .	15
8.2 Messunsicherheitsbudget . . . . .	16	8.2 Measuring uncertainty budget . . . . .	16
<b>Anhang</b> Anwendung von Drehmomentmessgeräten für Wechseldrehmomentmessungen . . . . .	<b>18</b>	<b>Annex</b> Application of torque measuring devices for alternating torque measurements . . . . .	<b>18</b>
Schrifttum. . . . .	20	Bibliography . . . . .	20

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

Fachausschuss Sensoren und Systeme zur Drehmoment- und Drehwinkelmessung

## Vorbemerkung

In der Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) im VDI erarbeiten Fachleute aus Wissenschaft, Industrie und Verwaltung in freiwilliger Selbstverantwortung VDI/VDE-Richtlinien. Diese beschreiben den Stand der Technik bzw. den Stand der Wissenschaft in der Bundesrepublik Deutschland und dienen als Entscheidungshilfen in der Industrie. Die Arbeitsergebnisse der GMA fließen ferner als gemeinsamer deutscher Standpunkt in die europäische technische Regelsetzung bei CEN (Europäisches Komitee für Normung) und in die internationale technische Regelsetzung bei ISO (Internationale Organisation für Normung) ein.

Die Richtlinien werden zunächst als Entwurf veröffentlicht. In der Fachpresse erhalten alle interessierten Kreise die Möglichkeit, sich an einem öffentlichen Einspruchsverfahren zu beteiligen. Durch dieses Verfahren wird sichergestellt, dass unterschiedliche Meinungen vor Veröffentlichung der endgültigen Fassung berücksichtigt werden können.

Im Fachausschuss „Sensoren und Systeme der Drehmoment- und Drehwinkelmessung“ beraten Fachleute aus Forschung und Industrie auf nationaler und internationaler Ebene Verfahren und Vorgehensweisen zur Überwachung und Kalibrierung von Sensoren. Die Ergebnisse der Beratung fließen als technische Regel in VDI/VDE-Richtlinien ein.

Grundlage für alle Laborarbeiten ist und bleibt die DIN EN ISO/IEC 17025, auf die sich u. a. auch die ISO/TS 16949 beruft.

Die nachfolgend aufgeführten Richtlinien zur Drehmoment- und Drehwinkelmessung sind bereits erschienen oder sind in Vorbereitung:

- **VDI/VDE 2646** Drehmomentmessgeräte; Mindestanforderungen an Kalibrierungen
- VDI/VDE 2647 Sensoren für Schraubsysteme; Anweisungen zur dynamischen Prüfung von Werkzeugen in Anlehnung an ISO 5393
- VDI/VDE 2648 Blatt 1 Sensoren und Messsysteme für die Drehwinkelmessung; Anweisungen für die rückgeführte Kalibrierung; Grundlagen und Begriffe (in Vorbereitung)
- VDI/VDE 2648 Blatt 2 Sensoren und Messsysteme für die Drehwinkelmessung; Anweisungen für die rückgeführte Kalibrierung; Direkt messende Drehwinkelmesssysteme (in Vorbereitung)
- VDI/VDE 2648 Blatt 3 Sensoren und Messsysteme für die Drehwinkelmessung; Anweisungen für die rückgeführte Kalibrierung; Indirekt messende Drehwinkelmesssysteme (in Vorbereitung)
- VDI/VDE 2648 Blatt 4 Sensoren und Messsysteme für die Drehwinkelmessung; Anweisungen

## Preliminary note

Specialists in science, industry and administration in the Society for Measurement and Automatic Control (GMA) in the VDI acquire VDI/VDE guidelines in personal responsibility. These guidelines describe the state of technical and scientific knowledge in the Federal Republic of Germany and serve as a decision guidance in the industry. The results of the GMA, as the common German position, flow into the European setting of technical directives at the CEN (European Committee for Standardization) and into the international setting of technical directives at the ISO (International Organization for Standardization).

At first, drafts of these directives are published. In the technical press all interested circles get the possibility to take part in public opposition proceedings. This procedure guarantees that different opinions can be taken into account before the final version is published.

In the technical committee “Transducers and Systems of Torque Measurement and Measurement of Angle” specialists in research and industry deliberate on methods and procedures for monitoring and calibration of sensors at national and international level. The deliberation results flow into the VDI/VDE guidelines as technical rule.

The basis for all laboratory work is and remains the DIN EN ISO/IEC 17025, to which, among others, the ISO/TS 16949 refers.

The guidelines for torque measurement and measurement of angle listed below have already been published or are in preparation.

- **VDI/VDE 2646** Torque measurement devices; Minimum calibration requirements
- VDI/VDE 2647 Transducers for nutrunning systems; Guidelines for dynamic checking of tools according to ISO 5393
- VDI/VDE 2648, Part 1 Transducers and measuring systems for measurement of angle; Instructions for traceable calibration; Fundamentals and terms (in preparation)
- VDI/VDE 2648, Part 2 Transducers and measuring systems for measurement of angle; Instructions for traceable calibration; Direct measure angle measuring systems (in preparation)
- VDI/VDE 2648, Part 3 Transducers and measuring systems for measurement of angle; Instructions for traceable calibration; Indirect measure angle measuring systems (in preparation)
- VDI/VDE 2648, Part 4 Transducers and measuring systems for measurement of angle; Instruc-

zur Ermittlung der Messunsicherheit (in Vorbereitung)

tions for the determination of the measuring uncertainty (in preparation)

## 1 Zweck und Geltungsbereich

Die vorliegende Richtlinie gilt allgemein für Drehmomentmessgeräte, bei denen das Drehmoment durch Messung der elastischen Formänderung eines Verformungskörpers oder einer dem Drehmoment proportionalen Messgröße definiert wird.

Diese Richtlinie gilt für die stufenweise (statische) und kontinuierliche (quasistatische) Kalibrierung von Drehmomentmessgeräten. Gegenstand sind unter anderem Drehmomentmessgeräte für die statische Kalibrierung von Prüfeinrichtungen und Drehmomentmessgeräte für allgemeine Anwendungen (z.B. als Drehmomentsensoren in Montageschraubern oder Drehmomentaufnehmer in Prüfständen). Es werden Verfahren zur Kalibrierung (auch so genannte Werkkalibrierungen) und zur Bestimmung der Messunsicherheit gegeben.

**Anmerkung:** Bei integrierten Sensoren (z.B. in Montageschraubern eingebaute Sensoren) sind nur die Sensoren selbst im Rahmen dieser Richtlinie abgedeckt. Zur Überprüfung des Schraubgerätes bzw. der Schraubspindel wird eine Maschinenfähigkeitsuntersuchung empfohlen. Siehe hierzu auch Abschnitt 2.1.

Die stufenweise Kalibrierung ist eine rein statische Belastung des Kalibriergegenstandes. Dabei sind geeignete Belastungszeiten für jede Stufe einzuhalten, um den Krieeffekten des Kalibriergegenstandes Rechnung zu tragen.

Bei kontinuierlicher Kalibrierung wird der Kalibriergegenstand mit einer stetig veränderlichen Belastung beaufschlagt. Die Belastungsgeschwindigkeit ist so zu wählen, dass das Kalibrierergebnis durch dynamische Effekte nicht beeinträchtigt wird.

Da die Wahl des Kalibrierverfahrens, der Haltezeiten und/oder der Belastungsgeschwindigkeit von der Art der Anwendung des Kalibriergegenstandes abhängt, fällt diese Auswahl in die Verantwortung der Anwender dieser Richtlinie.

## 2 Begriffe und Definitionen

### 2.1 Definition Messgerät und Werkzeug

#### *Messgerät*

Ein Messgerät im Sinne dieser Richtlinie wird definiert als ein Messsystem, bestehend aus einem Messgrößenaufnehmer (auch kurz Aufnehmer), einem Messkabel oder anderen Messwertübertragungssystemen und einem Messverstärker mit Anzeige (vollständige Messkette), welches zur Gegenmessung von Maschinen und Prozessen verwendet wird. Für die Beurteilung eines Messgerätes ist eine Kalibrierung

## 1 Objective and scope

The present guideline is generally applicable for torque measurement devices, the torque of which is defined by measuring of the elastic form change of a deformation body or a measured variable which is in proportion to the torque.

This guideline is applicable for the progressive (static) and continuous (quasi-static) calibration of torque measurement devices. Among other things, torque measurement devices for the static calibration of test equipment and torque measurement devices for general applications (e.g. as torque sensors in power screwdrivers or torque transducers in test benches) are the subject. Procedures for the calibration (so-called work calibrations) and for the definition of the measuring uncertainty are given.

**Note:** For integrated sensors (e.g. sensors fitted in power screwdrivers) only the sensors themselves are covered by this guideline. For inspection of the screwdriver or the screw spindle a capability check of the machine is recommended. See also Section 2.1.

The progressive calibration is a pure static loading of the object to be calibrated. Here the suitable load cycles for each step have to be kept in order to allow for creep effects of the object to be calibrated.

In case of the continuous calibration the object to be calibrated is charged with a continuously changed load. Choose a speed of load application, that excludes the impairment of the calibration result because of dynamic effects.

As the choice of the calibration procedure, the hold times and/or the speed of load application depends on the application of the object to be calibrated, the user of this guideline is responsible for the choice.

## 2 Terms

### 2.1 Definition of measurement device and tool

#### *Measurement device*

A measurement device in the meaning of this guideline is defined as a measurement system, consisting of a measurement transducer (transducer in short), a measuring cable or other systems for the transmission of measured values and a measuring amplifier with display (complete measuring chain), which is used for counter-measurement of machines and processes. The evaluation of a measurement device requires the