ICS 17.180.01, 37.020

VDI/VDE-RICHTLINIEN

Oktober 2010
October 2010

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

VERBAND DER
ELEKTROTECHNIK
ELEKTRONIK
INFORMATIONSTECHNIK

# Optische Messtechnik an Mikrotopografien

## Kalibrieren von konfokalen Mikroskopen und Tiefeneinstellnormalen für die Rauheitsmessung

# Optical measurement of microtopography

## Calibration of confocal microscopes and depth setting standards for roughness measurement

VDI/VDE 2655

Blatt 1.2 / Part 1.2

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

Vorbemerkung . . . . . 2
Einleitung . . . . . 2
**1 Anwendungsbereich** . . . . . 3
**2 Begriffe** . . . . . 5
**3 Formelzeichen und Indizes** . . . . . 6
**4 Eigenschaften der Konfokalmikroskope** . . . 7
4.1 Bestandteile der Geräte und Funktionsprinzip . . . . . 7
4.2 Prinzipien konfokaler Strahlengänge . . . . 9
4.3 *Z*-Scansystem . . . . . 12
4.4 Methoden der Topografieberechnung . . . . 12
**5 Kalibrierung und Spezifizierung** . . . . . 16
5.1 Übersicht über Prüfkörper und Messverfahren . . . . . 16
5.2 Kalibrierung der horizontalen Achsen . . . 18
5.3 Kalibrierung der vertikalen Achse . . . . . 18
5.4 Kalibrierung der Ebenheit durch Festlegung einer Referenzebene . . . . . 20
5.5 Bestimmung des Geräterauschens . . . . . 21
5.6 Bestimmung der maximalen Winkelakzeptanz . . . . . 21
5.7 Bestimmung der kurzen Grenzwellenlänge . . . . . 22
5.8 Wiederholpräzision der vertikalen Achse . . 23
5.9 Nicht berücksichtigte Eigenschaften . . . . 24

**Contents** Page

Preliminary note . . . . . 2
Introduction . . . . . 2
**1 Scope** . . . . . 3
**2 Terms and definitions** . . . . . 5
**3 Symbols and subscripts** . . . . . 6
**4 Properties of confocal microscopes** . . . . . 7
4.1 Instrument components and functional principle . . . . . 7
4.2 Principles of confocal beam paths . . . . . 9
4.3 *Z*-scan system . . . . . 12
4.4 Methods for topography evaluation . . . . 12
**5 Calibration and specification** . . . . . 16
5.1 Overview of calibration standards and methods of measurement . . . . . 16
5.2 Calibration of the horizontal axes . . . . . 18
5.3 Calibration of the vertical axis . . . . . 18
5.4 Calibration of flatness by definition of a reference plane . . . . . 20
5.5 Determination of the instrument noise . . . 21
5.6 Determination of the maximum angular acceptance . . . . . 21
5.7 Determination of the short cut-off wavelength . . . . . 22
5.8 Repeatability of the vertical axis . . . . . 23
5.9 Properties not accounted for . . . . . 24

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

Fachbereich Fertigungsmesstechnik

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

*Frühere Ausgabe: 09.09 Entwurf, deutsch*
*Former edition: 09/09 Draft, in German only*

Zu beziehen durch / Available at Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2010

**Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet / Reproduction – even for internal use – not permitted**

 Alle Rechte vorbehalten © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2010

Seite

**6 Ergebnisbericht der Gerätekalibrierung** . . . . . 24
6.1 Allgemeine Informationen . . . . . 24
6.2 Rückführung horizontaler Achsen . . . . . 24
6.3 Rückführung der vertikalen Achse . . . . . 25
6.4 Bestimmung von Geräteeigenschaften . . . 25

**7 Messunsicherheit** . . . . . 25
7.1 Struktur des Modells . . . . . 26
7.2 Aufstellung des Modells . . . . . 28
7.3 Unsicherheit der Berechnung der Topografiepunkte . . . . . 30
7.4 Unsicherheit der Rillentiefe $D$ . . . . . 33

Schrifttum . . . . . 36

Page

**6 Report of results of the instrument calibration** . . . . . 24
6.1 General information . . . . . 24
6.2 Traceability of lateral axes . . . . . 24
6.3 Traceability of the vertical axis . . . . . 25
6.4 Determination of instrument properties . . 25

**7 Measurement uncertainty** . . . . . 25
7.1 Structure of the model . . . . . 26
7.2 Setting-up of the model . . . . . 28
7.3 Uncertainty in the calculation of the topography points . . . . . 30
7.4 Uncertainty of the groove depth $D$ . . . . . 33

Bibliography . . . . . 36