

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

VERBAND DER
ELEKTROTECHNIK
ELEKTRONIK
INFORMATIONSTECHNIK

Optische Messtechnik an Mikrotopografien

Kalibrieren von konfokalen Mikroskopen und
Tiefeneinstellnormalen für die Rauheitsmessung

VDI/VDE 2655

Blatt 1.2

Entwurf

Optical measurement of microtopography –
Calibration of confocal microscopes and depth
setting standards for roughness measurement

Einsprüche bis 2010-02-28

- vorzugsweise in Tabellenform als Datei per E-Mail an gma@vdi.de
Die Vorlage dieser Tabellen kann abgerufen werden unter <http://www.vdi-richtlinien.de/einsprueche>
- in Papierform an
VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik
Postfach 10 11 39
40002 Düsseldorf

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	2
2 Begriffe	3
3 Formelzeichen und Indizes	3
4 Eigenschaften der Konfokalmikroskope	4
4.1 Bestandteile der Geräte und Funktionsprinzip	4
4.2 Konfokal-Strahlengänge (Prinzipien)/Konfokalfilter	5
4.3 Z-Scansystem	6
4.4 Methoden der Topografieberechnung	7
5 Kalibrierung und Spezifizierung	9
5.1 Übersicht über Prüfkörper und Messverfahren	9
5.2 Kalibrierung der horizontalen Achsen	9
5.3 Kalibrierung der vertikalen Achse	10
5.4 Kalibrierung der Ebenheit durch Festlegung einer Bezugsebene	11
5.5 Bestimmung des Geräteraushens	11
5.6 Bestimmung der maximalen Winkelakzeptanz	12
5.7 Bestimmung der kurzen Grenzwellenlänge	12
5.8 Bestimmung der vertikalen Wiederholpräzision	13
5.9 Nicht berücksichtigte Eigenschaften	13
6 Ergebnisbericht der Gerätekalibrierung	13
6.1 Rückführung horizontal	13
6.2 Rückführung vertikal	14
6.3 Bestimmung von Geräteeigenschaften	14
7 Messunsicherheit	14
7.1 Struktur des Modells	14
7.2 Aufstellung des Modells	15
7.3 Unsicherheit der Berechnung der Topografiepunkte	16
7.4 Unsicherheit der Rillentiefe D	17
Schrifttum	20

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

Fachbereich Fertigungsmesstechnik

VDI/VDE-Handbuch Mess- und Automatisierungstechnik Band 2: Fertigungstechnisches Messen
VDI-Handbuch Betriebstechnik Teil 3: Betriebsmittel
VDI/VDE Handbuch Mikro- und Feinwerktechnik
VDI/VDE-Handbuch Optische Technologien

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

Die Richtlinienreihe VDI/VDE 2655 wird für eine systematische Behandlung anwendungsbezogen gegliedert. Die nachfolgende Auflistung gibt einen Überblick über die einzelnen Blätter der Richtlinienreihe.

- Blatt 1.1 Kalibrieren von Interferenzmikroskopen und Tiefeneinstellnormalen
- Blatt 1.2** Kalibrieren von konfokalen Mikroskopen und Tiefeneinstellnormalen
- Blatt 1.3 Kalibrieren von Interferenzmikroskopen für die Konturmessung
- Blatt 1.4 Kalibrieren von konfokalen Mikroskopen für die Konturmessung
- Blatt 2.1 Verfahren der Rauheitsmessung mit Interferenzmikroskopen
- Blatt 2.2 Verfahren der Rauheitsmessung mit konfokalen Mikroskopen
- Blatt 3.1 An- und Abnahmeprüfung von Interferenzmikroskopen
- Blatt 3.2 An- und Abnahmeprüfung von konfokalen Mikroskopen

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2655.

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Richtlinie gilt für Konfokalmikroskope zur Messung der Topografie technischer Oberflächen. Die beschriebenen Prozeduren für die Kalibrierung sind vergleichbar zu den Methoden, die sich bereits bei den Richtlinien für die Rückführung von Tastschnittgeräten (siehe Bild 1) bewährt haben (DKD-R 4-2, EAL G-20). Entsprechend sind, so weit es möglich ist, auch die dort erprobten Normale (Planglas, optisches Gitter, Tiefeneinstellnormal, Raunormal) übernommen.

Diese Richtlinie beschränkt sich auf die Grundkalibrierung der bildgebenden Konfokalmikroskope. Unter Konfokalmikroskopen versteht man solche Messgeräte, deren Grundprinzip auf der Abbildung einer Punktlichtquelle auf die zu vermessende Probe im Beleuchtungsweig und der Abbildung des zurück reflektierten Lichts auf einen korrespondierenden punktförmigen Intensitätssensor im Detektionsweig beruht. Hierbei liegt der Fokus auf der Messung von dreidimensionalen Oberflächentopografien. Die Richtlinie behandelt die erforderliche Rückführung auf die Längeneinheit über die Messung an rückgeführten Tiefeneinstellnormalen. Dies entspricht dem rechten vertikalen Pfad in Bild 1. Aus diesen Messprozessen ergibt sich die Herleitung für die Messunsicherheitsberechnung der Gerätekalibrierung und die der Messung an Tiefeneinstellnormalen.

Diese Richtlinie bezieht sich auf die Vermessung von unbeschichteten Proben. Der Einfluss von Probenbeschichtungen sowie die Messung von Schichtdicken transparenter Materialien werden in dieser Richtlinie nicht behandelt. Ebenso wird vorausgesetzt, dass die zur Kalibrierung verwendeten Proben keinen Materialkontrast aufweisen.

Dabei ist zu beachten, dass das verwendete Objektiv innerhalb seiner Spezifikation betrieben wird. Verfahren zur Messung mit Fluoreszenz und Stitchingverfahren zur Vergrößerung des Messfelds sind aufgrund der komplexen Fehlereinflussmöglichkeiten hierbei nicht berücksichtigt.

Die entsprechenden Prozeduren für Rauheitskenngrößen (linker Pfad in Bild 1) werden in einem anderen Blatt dieser Richtlinienreihe beschrieben.

Mit der Anwendung dieser Richtlinie werden folgende Ziele verfolgt:

- bessere Vergleichbarkeit von Oberflächenmessungen mit verschiedenen Mikroskopen sowie zwischen Mikroskopen und Tastschnittgeräten mit den Normen und Normalen für Tastschnittgeräte
- Festlegung von Bedingungen für die Rückführung auf die Längeneinheit entsprechend Bild 1
- Feststellung der Kalibrierfähigkeit und Festlegung des Gültigkeitsbereichs einer Kalibrierung
- Festlegung von Mindestanforderungen an den Kalibriervorgang und an Abnahmebedingungen
- Bereitstellung eines GUM-konformen Modells zur Messunsicherheitsberechnung des Messvorgangs mit einem Konfokalmikroskop
- Festlegung der Anforderungen an einen Ergebnisbericht