

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

VERBAND DER  
ELEKTROTECHNIK  
ELEKTRONIK  
INFORMATIONSTECHNIK

Bestimmung geometrischer Messgrößen mit  
Rastersondenmikroskopen  
Kalibrierung von Messsystemen

Determination of geometrical quantities by  
using of scanning probe microscopes  
Calibration of measurement systems

VDI/VDE 2656

Blatt 1 / Part 1

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 . . . . .	3	Introduction . . . . .	3
<b>1 Anwendungsbereich . . . . .</b>	<b>3</b>	<b>1 Scope . . . . .</b>	<b>3</b>
<b>2 Begriffe . . . . .</b>	<b>5</b>	<b>2 Terms and definitions . . . . .</b>	<b>5</b>
<b>3 Formelzeichen . . . . .</b>	<b>7</b>	<b>3 Symbols . . . . .</b>	<b>7</b>
<b>4 Eigenschaften von Rastersondenmikroskopen . . . . .</b>	<b>9</b>	<b>4 Characteristics of scanning probe microscopes . . . . .</b>	<b>9</b>
4.1 Schematische Darstellung eines Rastersondenmikroskops . . . . .	9	4.1 Schematic representation of a scanning probe microscope . . . . .	9
4.2 Messtechnische Kategorien von Rastersondenmikroskopen. . . . .	10	4.2 Metrological categories of scanning probe microscopes . . . . .	10
4.3 Blockmodell eines Rastersondenmikroskops . . . . .	11	4.3 Block model of a scanning probe microscope . . . . .	11
4.4 Kalibrierintervalle . . . . .	12	4.4 Calibration intervals. . . . .	12
<b>5 Vorbereitende Charakterisierung des Messsystems . . . . .</b>	<b>13</b>	<b>5 Preliminary characterization of the measuring system . . . . .</b>	<b>13</b>
5.1 Zu untersuchenden Geräteeigenschaften und Einflussfaktoren im Überblick . . . . .	14	5.1 Overview of the device characteristics and influence factors to be investigated. . . . .	13
5.2 Wartezeiten nach Eingriffen in das Messsystem . . . . .	14	5.2 Waiting times after interventions into the measuring system . . . . .	14
5.3 Externe Einflüsse . . . . .	17	5.3 External influences . . . . .	17
5.4 Rauschen des Geräts. . . . .	18	5.4 Noise of the device . . . . .	18
5.5 Qualitative Erfassung von Führungsabweichungen . . . . .	21	5.5 Qualitative determination of guidance deviations . . . . .	21
5.6 Resümee . . . . .	22	5.6 Summary . . . . .	22
<b>6 Kalibrierung . . . . .</b>	<b>22</b>	<b>6 Calibration . . . . .</b>	<b>22</b>
6.1 Kalibrierschritte im Überblick . . . . .	23	6.1 Overview of calibration steps . . . . .	23
6.2 Normale . . . . .	24	6.2 Standards . . . . .	24
6.3 Führungsabweichungen der $x$ - und $y$ -Achse ( $xtz$ , $ytz$ ) . . . . .	26	6.3 Guidance deviations of the $x$ - and $y$ -axes ( $xtz$ , $ytz$ ) . . . . .	26

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

Fachbereich Fertigungsmesstechnik

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

Inhalt	Seite
6.4 Kalibrierung der $x$ - und $y$ -Achse ( $C_x, C_y$ ), der Rechtwinkligkeit ( $\phi_{xy}$ ) und Feststellung von Abweichungen ( $xtx, yty, ywx$ ) . . . . .	29
6.5 Kalibrierung der $z$ -Achse $C_z, \phi_{xz}, \phi_{yz}$ und Feststellung der Abweichungen $ztz, zwx, zwy$ . . . . .	41
6.6 3-D-Normale für alternative bzw. weiterführende Kalibrierung . . . . .	51
<b>7 Ergebnisbericht</b> . . . . .	57
<b>8 Messunsicherheiten</b> . . . . .	58
<b>9 Ergebnisprotokoll (Muster/Vorlage)</b> . . . . .	60
<b>Anhang A</b> Beispiel für die Überlagerung von Störeinflüssen im Topografiebild . . . . .	62
<b>Anhang B</b> Beispiel einer Untersuchung der lateralen Scanner-Drift (Kategorie C). . . . .	63
<b>Anhang C</b> Schalluntersuchungen – Wirkung einer Schallschutzhaube. . . . .	65
<b>Anhang D</b> Thermisch isolierende Wirkung einer Schallschutzhaube/Messkabine . . . . .	67
<b>Anhang E</b> Regelparameter und Scangeschwindig- keit – Umgang mit Verunreinigungen. . . . .	69
<b>Anhang F</b> Stufenhöhenbestimmung – Vergleich Histogramm- und ISO-5436-Methode . . . . .	72
<b>Anhang G</b> Messunsicherheit bei lateralen Messgrößen (Periode, Position, Durchmesser) . . . . .	74
Schrifttum . . . . .	80

Contents	Page
6.4 Calibration of $x$ - and $y$ -axis ( $C_x, C_y$ ), of rectangularity ( $\phi_{xy}$ ), and determination of deviations ( $xtx, yty, ywx$ ). . . . .	29
6.5 Calibration of the $z$ -axis $C_z, \phi_{xz}, \phi_{yz}$ and determination of the deviations $ztz, zwx, zwy$ . . . . .	41
6.6 3D standards for alternative and extended calibration . . . . .	51
<b>7 Result report</b> . . . . .	57
<b>8 Measurement uncertainties</b> . . . . .	58
<b>9 Report of result (form)</b> . . . . .	61
<b>Annex A</b> Exemplary superposition of disturbing influences in the topography image . . . . .	62
<b>Annex B</b> Exemplary investigation of the lateral scanner drift (category C). . . . .	63
<b>Annex C</b> Sound investigations – Effects of a sound proofing hood . . . . .	65
<b>Annex D</b> Thermal isolation effect of a sound proofing hood/measuring cabin . . . . .	67
<b>Annex E</b> Control parameters and scan speed – Handling of contaminations . . . . .	69
<b>Annex F</b> Step height determination – Comparison between histogram and ISO-5436 method . . . . .	72
<b>Annex G</b> Measurement uncertainty for lateral measurands (pitch, position, diameter) . . . . .	74
Bibliography . . . . .	80