

## Datenblatt Universalnormal

Das Universalnormal ermöglicht eine ganzheitliche Kalibrierung flächenhaft messender Topographie-Messgeräte. Die Normale, die auf dem Probenkörper abgebildet sind, erlauben die Ermittlung der metrologischen Eigenschaften aus dem aktuellen Entwurf der ISO 25178-600. Wie in Bild 1 dargestellt, werden sechs verschiedene Geometrien zur Ermittlung dieser metrologischen Eigenschaften benötigt. Um verschiedene Mikroskop-Vergrößerungen zwischen 5× und 100× kalibrieren zu können, können die Normale mit den Flächen  $100\ \mu\text{m} \times 100\ \mu\text{m}$ ,  $200\ \mu\text{m} \times 200\ \mu\text{m}$ ,  $400\ \mu\text{m} \times 400\ \mu\text{m}$  und  $800\ \mu\text{m} \times 800\ \mu\text{m}$  gemessen werden, was auf eine Gesamtanzahl von 24 potentiellen Messbereichen auf der Probe führt (vgl. Bild 1b).

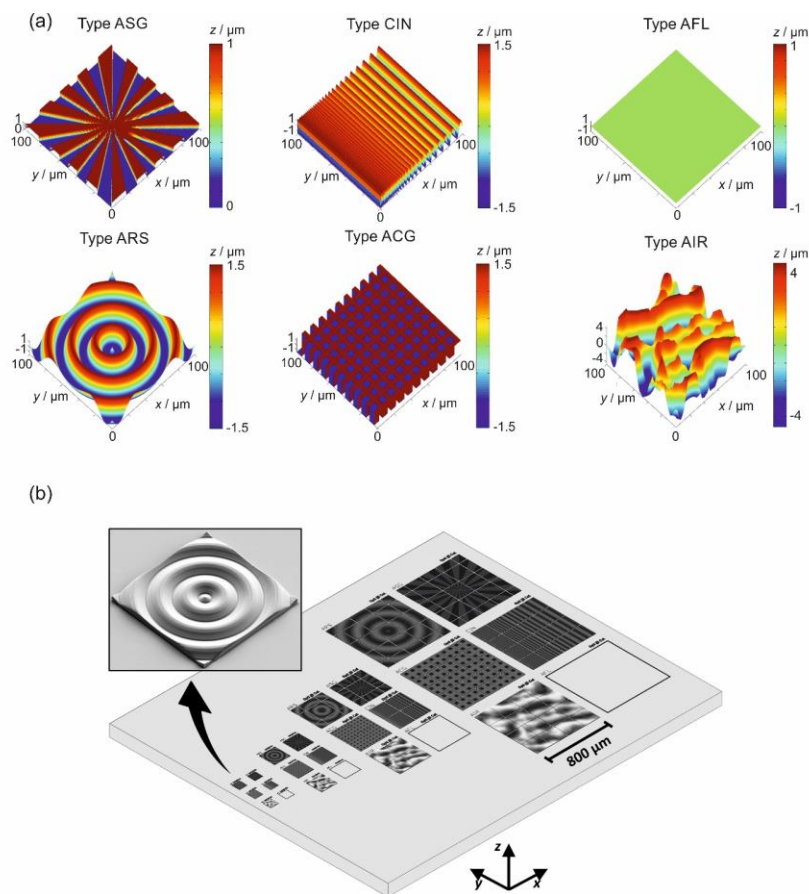


Bild 1. (a) Soll-Geometrien der sechs Normale mit einer Größe von jeweils  $100\ \mu\text{m} \times 100\ \mu\text{m}$ . (b) Überblick über alle Normale auf dem Universalnormal mit verschiedenen Größen. Ausschnitt: REM-Aufnahme des Normals ARS [1].

Die folgenden Normale sind enthalten:

**1) Sternförmige Rillen / Siemens-Stern (Typ ASG nach DIN EN ISO 25178-70)**

Mit diesem Normal kann eine Messgröße berechnet werden, welche mit der Topographie-Auflösung des Messgerätes in Zusammenhang steht. Dabei wird die Ortsfrequenz, welche mit einer Amplitude von 50 % der ursprünglichen Amplitude übertragen wird, ermittelt (die topographische räumliche Auflösung) [2].

**2) Chirp-Normal (Typ CIN, aktuell nicht in der ISO standardisiert)**

Mit dem Chirp-Normal können einige Aspekte der Genauigkeit der Topographie ermittelt werden, die nach der Norm ISO 25178-603 auch mit der topographischen räumlichen

Auflösung in Zusammenhang stehen werden [3]. Das Normal mit der Größe  $100\ \mu\text{m} \times 100\ \mu\text{m}$  bildet 20 unterschiedliche Wellenlängen zwischen  $9.46\ \mu\text{m}$  und  $0.47\ \mu\text{m}$  ab.

**3) Ebenheitsnormal (Typ AFL nach ISO 25178-70)**

Mit dem Ebenheitsnormal können das Messrauschen und die Ebenheitsabweichung ermittelt werden. Dies wird durch eine Auswertung der flächenhaften Rauheitskenngrößen erreicht.

**4) Radiale Sinuswelle (Typ ARS nach ISO 25178-70)**

Mit diesem Normal ist eine Kalibrierung aller drei Messgeräte-Achsen möglich. Daher werden die Messgrößen  $S_a$  und  $S_q$  wie in ISO 25178-70 beschrieben ermittelt.

**5) Kreuzgitter (Typ ACG nach ISO 25178-70)**

Das Kreuzgitter-Normal wird zur Kalibrierung der lateralen Achsen genutzt. Die zugehörige metrologische Eigenschaft nach ISO 25178-600 ist die lokale  $x$ - $y$  Abweichung. Weiterhin können die Linearitätsabweichungen  $l_x, l_y$ , die Verstärkungskoeffizienten  $\alpha_x, \alpha_y$  sowie die Rechtwinkligkeits-abweichung  $\Delta_{PERxy}$  der lateralen Achsen ermittelt werden.

**6) Unregelmäßige raue Oberfläche (Typ AIR nach ISO 25178-70)**

Die unregelmäßige raue Oberfläche wird typischerweise für eine Kalibrierung auf Basis der amplitudenbasierten flächenhaften Rauheitskenngrößen genutzt. Die Oberfläche wurde mithilfe eines modellbasierten Auslegungsansatzes gestaltet und ist an eine reale Bauteiloberfläche angelehnt [4]. Weiterhin ist die Funktionalität um die Kalibrierung der Höhenachse erweitert [5]. Diese Kalibrierung wird über eine Berechnung der Linearitätsabweichung  $l_z$  und des Verstärkungskoeffizienten  $\alpha_z$  ausgeführt. Die Kenngrößen werden wie in der Normenserie ISO 25178-60x beschrieben ermittelt, wobei allerdings keine begrenzte Anzahl an spezifischen Werten für die Kalibrierung genutzt wird, sondern die lineare Abbott-Kurve der Oberfläche dazu dient, die Übertragungsfunktion zu ermitteln. Dabei werden die gemessenen Höhenwerte mit den Soll-Höhenwerten über die komplette Anzahl an gemessenen Punkten verglichen. Aufgrund dieser hohen Anzahl an Punkten für die Kalibrierung kann eine hochpräzise und praktische Kalibrierroutine genutzt werden.

Das Universalnormal erlaubt eine Kalibrierung verschiedener Mikroskopvergrößerungen ohne ein Auswechseln der Probe. Durch das Universalnormal können viele andere Normale ersetzt werden, was zu einer kosten- und zeiteffizienten Messgeräte-Kalibrierung führt. Die metrologischen Eigenschaften repräsentieren den aktuellsten Stand der Technik der internationalen Normung im Bereich der flächenhaften Topographie-Messung. Die definierten Messgrößen sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Die nominellen Werte in der Tabelle wurden auf Basis der Soll-Geometrien für die Fertigung berechnet.

Tabelle 1. Messgrößen der Normale [1].

Typ	Größe	100 $\mu\text{m} \times 100\ \mu\text{m}$	200 $\mu\text{m} \times 200\ \mu\text{m}$	400 $\mu\text{m} \times 400\ \mu\text{m}$	800 $\mu\text{m} \times 800\ \mu\text{m}$
ASG	<i>topographische räumliche Auflösung</i>				
CIN	<i>Genauigkeit der Topographie (siehe ISO 25178-700)</i>				
AFL	$S_a / \mu\text{m}$	0,000	0,000	0,000	0,000
	$S_q / \mu\text{m}$	0,000	0,000	0,000	0,000
	$S_z / \mu\text{m}$	0,000	0,000	0,000	0,000
ARS	$S_a / \mu\text{m}$	0,944	0,944	0,945	0,948
	$S_q / \mu\text{m}$	1,053	1,053	1,053	1,056
ACG	$l_x / \mu\text{m}$	10	20	40	80
	$l_y / \mu\text{m}$	10	20	40	80
	$\alpha / ^\circ$	90	90	90	90
AIR	<i>Linearitätsabweichung <math>l_z</math></i>				
	<i>Verstärkungskoeffizient <math>\alpha_z</math></i>				
	$S_a / \mu\text{m}$	2,297	2,297	2,297	2,297
	$S_q / \mu\text{m}$	2,655	2,655	2,655	2,655

## Literatur

- [1] Eifler, M.; Hering, J.; von Freymann G.; Seewig, J.: A calibration sample for arbitrary metrological characteristics of optical topography measuring instruments. *Optics Express* 26 (13), 16609-16623 (2018).
- [2] Giusca, C.L.; Leach, R.K.: Calibration of the scales of areal surface topography measuring instruments: part 3. Resolution, *Meas. Sci. Technol.* 24(10), 105010 (2013).
- [3] Seewig, J.; Eifler, M.; Wiora, G.: Unambiguous evaluation of a chirp measurement standard. *Surf. Topo. Met.Prop.* 2(4), 045003 (2014).
- [4] Eifler, M.: Modellbasierte Entwicklung von Geometrienormalen zur geometrischen Produktspezifikation, Dissertation, In: Seewig, J. (Hrsg.): *Berichte aus dem Lehrstuhl für Messtechnik & Sensorik 3*, Kaiserslautern: Technische Universität Kaiserslautern, 2016.
- [5] Eifler, M.; Seewig, J.; Hering, J.; von Freymann, G.: Calibration of z-axis linearity for arbitrary optical topography measuring instruments, *Proceedings of SPIE 9525-163*, Optical Measurement Systems for Industrial Inspection IX, 2015.