

## Laserinterferometrische Präzisionsmesssysteme



Dr. Walter Schott  
 SIOS Meßtechnik GmbH Ilmenau

50 Jahre F.O.M.

Berlin, 08. November 2013

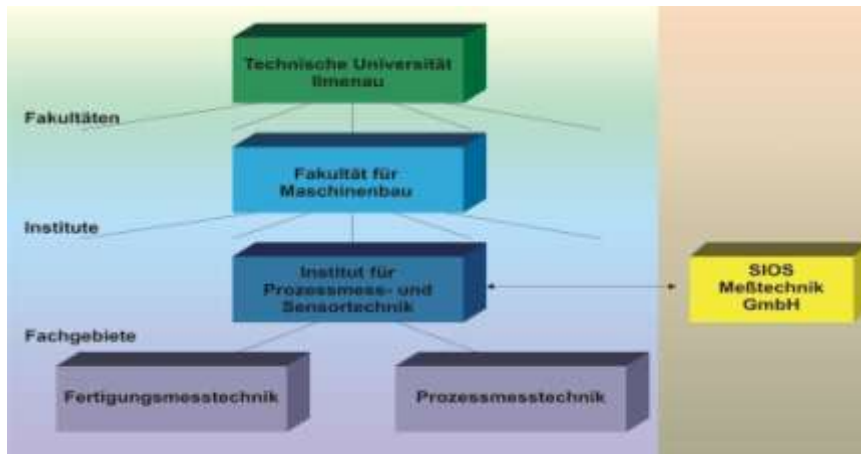
### FIRMENENTWICKLUNG

- 1991 Gründung der SIOS Meßtechnik GmbH durch Prof. Jäger und Mitarbeiter des Instituts für Prozessmess- und Sensortechnik der TU Ilmenau
- 1992 Aufnahme der Firmentätigkeit im Technologie- und Gründerzentrum Ilmenau
- 1993 Beginn der Fertigung in der firmeneigenen Produktionsstätte "Am Vogelherd 46"
- 1996 Vollständige Niederlassung der Firma im Ilmenauer Technologiepark „Am Vogelherd“
- 2002 Fertigstellung des SIOS-Erweiterungsbaues
- 2006 Aufstockung des Firmengebäudes
- 2011 Fertigstellung des neuen Produktionsgebäudes

FOM, 08. November 2013



## Kooperation mit der TU Ilmenau



FOM, 08. November 2013



## SIOS Meßtechnik GmbH

### Übersicht über den Leistungsangebot

#### LASER - UND LICHTWELLENLEITERTECHNIK

- Stabilisierte He-Ne Laser
- Lichtwellenleiterkonfektionierung

#### EIN- UND MEHRKOORDINATEN LASERINTERFEROMETER

- Lichtwellenleitergekoppelte Miniaturinterferometer mit Planspiegeln oder Tripelreflektoren zur Präzisionslängenmessung
- Laserinterferometrische Winkelmessung
- Präzisionsmesstaster

#### LASER VIBROMETER

- Lichtwellenleitergekoppelte Miniaturinterferometer zur Schwingungsanalyse

#### NANOMESS- UND NANOPositionIERMASCHINEN

#### MESS- UND PRÜFEINRICHTUNGEN

- Endmaßprüfplatz
- Dickenmessgeräte
- Tonometerprüfgerät

#### KRAFTMESS- UND WÄGETECHNIK

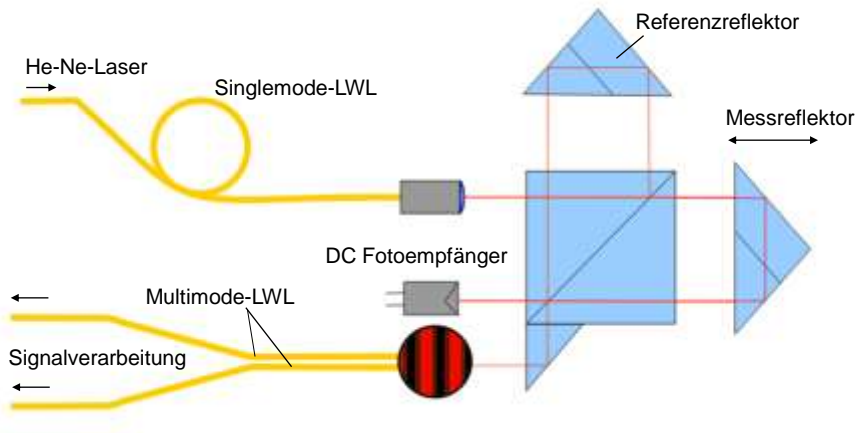
- Dynamische und Präzisionswägetechnik
- Wägetechnik in Prozesslinien und Anlagen
- Komponenten für Komparatorwaagen

FOM, 08. November 2013



## LASERINTERFEROMETRISCHE LÄNGENMESSUNGEN

### Homodyne-Interferometer mit Retroreflektor

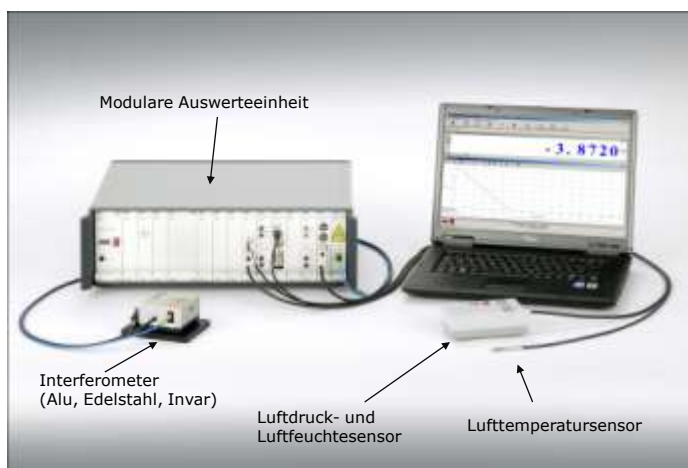


FOM, 08. November 2013



### Das komplette laserinterferometrische Messsystem

6



FOM, 08. November 2013



## Spezialanwendungen einstrahliger Planspiegelinterferometer

- Kalibrierung des Verfahrensweges einer Patientenpositioniereinrichtung

Serie SP



Verfahrensweg der Ganzkörperliege - 2680 mm  
Geringe zulässige Positionierabweichung

QUELLE - ANWENDER TRUMPF Medizin Systeme GmbH, Saalfeld

FOM, 08. November 2013



## Spezialanwendungen einstrahliger Planspiegelinterferometer

- Kalibrierung des Verfahrensweges einer Patientenpositioniereinrichtung

Serie SP

SP 2000 mit  
Teleskopvorsatz  
Ausführung  
Long-Range-Inter-  
ferometer



FOM, 08. November 2013

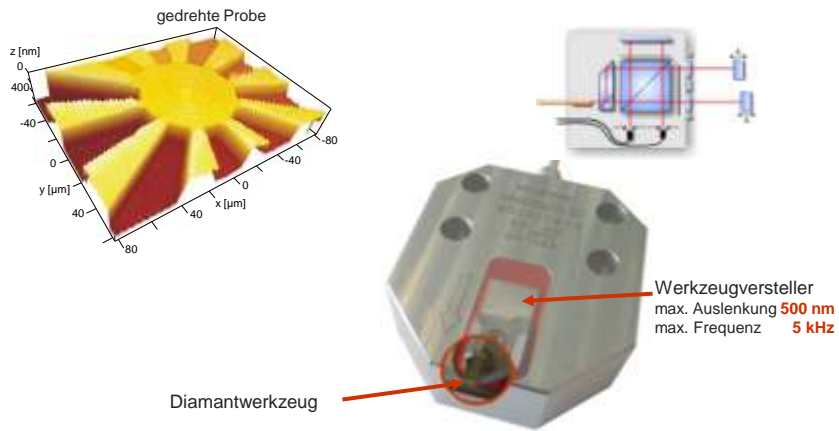


## Spezialanwendungen Planspiegelinterferometer

19

### Charakterisieren eines Fast-Tool-Servo

Diamantdrehen von Mikrostrukturen



LFM Universitäten

FOM, 08. November 2013



## Spezialanwendungen Planspiegelinterferometer

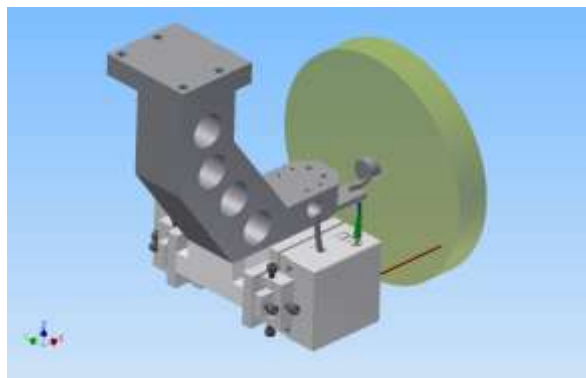
21

### Charakterisieren eines Fast-Tool-Servos

Serie SP 2-2000

ANWENDUNGEN - des Interferometers SP 2-2000

2. Phase - In-Process-Messung von Formfehlern während der Drehbearbeitung



FOM, 08. November 2013

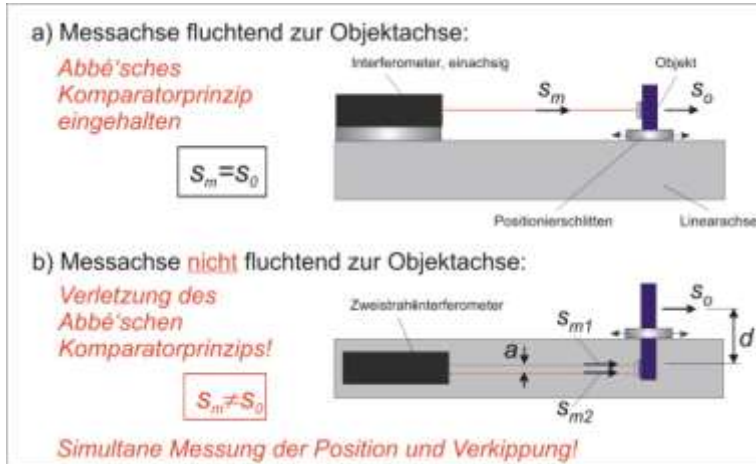


## Anwendungen Zweistrahlinterferometer

11

Korrektur des Abbe-Fehlers durch simultane Weg-Winkelmessung

Serie SP-DS



FOM, 08. November 2013



## Spezialanwendungen Planspiegelinterferometer

7

Kalibrierplatz für Linearachsen in der Produktion



Serie SP 2000 TR

- Stabiler Grundaufbau
- für verschiedene Achsen anpassbar
- Thermisch stabil durch Klimahaube
- kurze Totstrecke

FOM, 08. November 2013



## Messung der Gezeitenwirkung im Observatorium Moxa

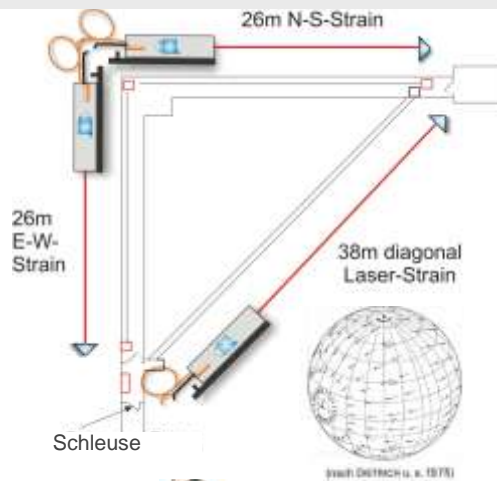
25

### SIOS Laser

Interferometer messen geringste Verschiebungen in Erdkruste



Temperatur ~ 0,1-0,2 K / Jahr  
Luftfeuchte ~ 100 %



QUELLE - ANWENDER **Geophysikalisches Observatorium Moxa**

FOM, 08. November 2013



## Anwendungen

Miniaturinterferometer mit Retroreflektor

Serie MI

Diagonal Laser Strainmeter



- Messbereich: 38 m
- Auflösung: 0,1 nm
- Frequenzstabilität des He-Ne-Lasers:  $< 1 \cdot 10^{-9}$
- Luftfeuchtigkeit:  $> 95\%$



FOM, 08. November 2013





**Anwendungen**

Miniaturinterferometer mit Retroreflektor

Serie MI

N/S und O/W Laser-Strainmeter im Geodynamischen Observatorium Moxa



Retroreflektor im Spezialgehäuse



Interferometer in Edelstahlausführung mit modifizierter Optik



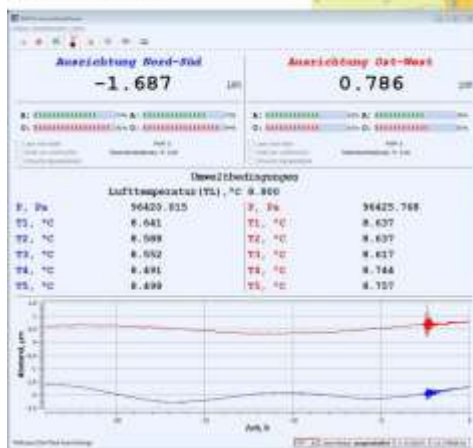
FOM, 08. November 2013



**Messung der Gezeitenwirkung im Observatorium Moxa**

27

Dutzende Tote nach Erdbeben im Iran  
10.04.2011, 13:13 Uhr (dpa, AFP)



QUELLE - ANWENDER Geodynamisches Observatorium Moxa

FOM, 08. November 2013





**HAUPTPRODUKT**

NANOPOSITIONIER- UND NANOMESSMASCHINE

NMM-1



3D-Koordinaten-Messmaschine höchster Genauigkeit

Positionier- und Messbereich

25 mm x 25 mm x 5 mm

Auflösung

0,1 nm

- Positionierung, Manipulation, Bearbeitung und Messung von Objekten der Mikroelektronik, der Mikromechanik, der Optik, der Molekularbiologie und der Mikrosystemtechnik mit Nanometergenauigkeit in großen Raumbereichen
- Großflächige Rastersondenmikroskopie mit Messbereichen von 25 mm x 25 mm x 5 mm
- Messung von Präzisionsteilen, z.B. Härteeindringkörper

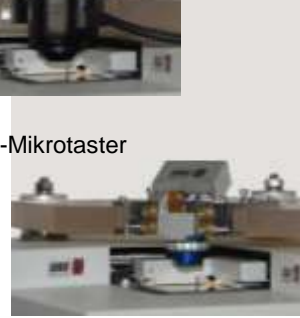
FOM, 08. November 2013

**Antastensensoren der Nanomessmaschine**Fixfokus  
Sensor

AFM

Weißlicht-  
Interferometer

3D-Mikrotaster



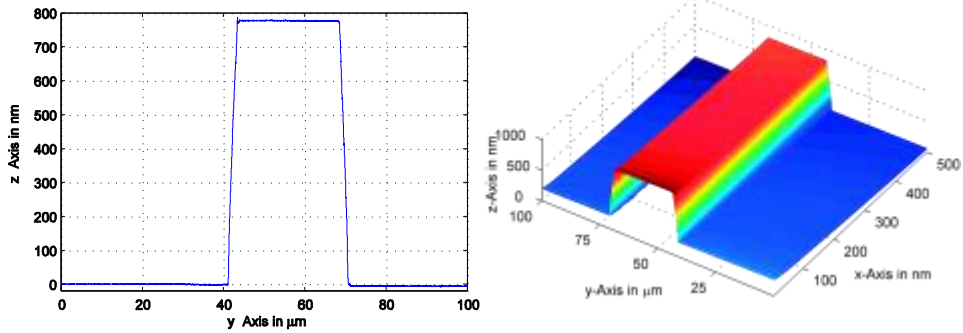
FOM, 08. November 2013



**PROBE SYSTEMS**

19

Calibration of step height standard with AFM



Sample	PTB results in nm (before NMM-1)		NMM-results in nm (with AFM system)		Difference in nm
	height	uncertainty	height	uncertainty	
C12R01	778.4	3.5 <sup>1</sup>	779.0	0.4 <sup>2</sup>	0.6

(<sup>1</sup> expanded uncertainty for k=2, <sup>2</sup> standard deviation over 30 lines)

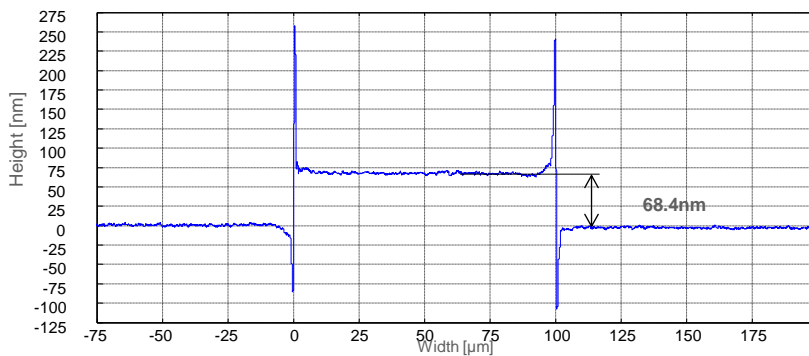
Courtesy of TU Ilmenau

FOM, 08. November 2013



**PROBE SYSTEMS**

FIX-FOCUS-SENSOR



Sample	PTB results in nm		NMM-results in nm (with Focus Sensor)		Difference in nm
	height	uncertainty <sup>1</sup>	height	uncertainty <sup>2</sup>	
C17R27	69,1	1,2	68,4	0,8	-0,7

(<sup>1</sup> expanded uncertainty for k=2, <sup>2</sup> standard deviation over 30 lines)

Courtesy of TU Ilmenau

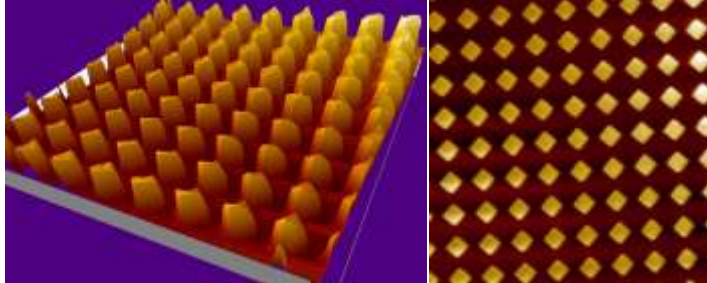
FOM, 08. November 2013



## PROBE SYSTEMS

21

Calibration of pitch standard with AFM



PTB results in nm		NMM-results in nm			Difference (nm)
height	uncertainty	Mode	height	uncertainty	
3000,37	0,042 <sup>1</sup>	AC-Mode	3000,350	0,022 <sup>2</sup>	0,02
		DC-Mode	3000,361	0,022 <sup>2</sup>	0,009

(<sup>1</sup> expanded uncertainty for k=2, <sup>2</sup> standard deviation over 30 measurements for k=2)

FOM, 08. November 2013



## PROBE SYSTEMS

22

3D-MICRO-PROBE (GANNEN XP)

- Tactile scanning of surfaces
- Silicon chip with integrated piezo resistive elements
- Exchangeable stylus and membrane
- Ball diameters from 100 to 500  $\mu\text{m}$
- Probe stiffness **280 N/m**
- Tip diameter **0.1 ... 0.5 mm**
- Stylus length **6 mm**



Courtesy of TU Ilmenau

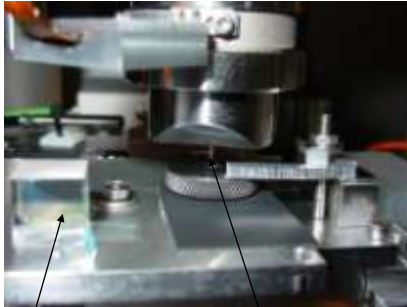
FOM, 08. November 2013



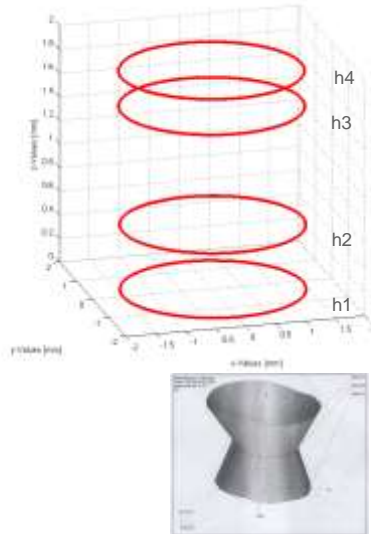
## PROBE SYSTEMS

23

### 3D-MICRO-PROBE



Calibration specimen      Measuring specimen  
Ring gauge



- Result from 10 measuring cycles for h3:  
d = **2,99965 mm**, std. dev. **80 nm**
- Calibration certificate: **2,9992 ± 0,0007 mm**
- Deviation: **450 nm**

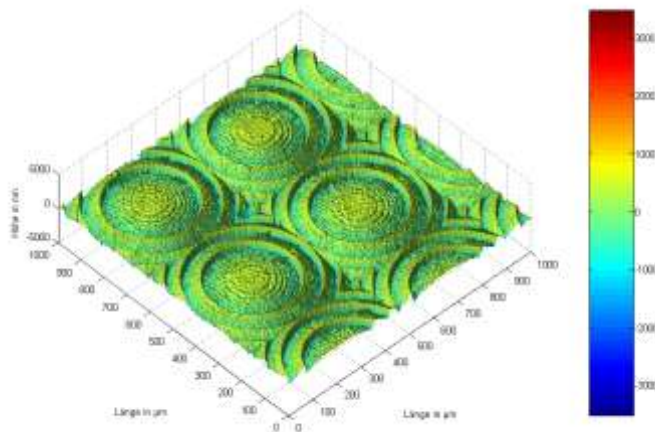
FOM, 08. November 2013



## Nanopositionier- und Nanomesmaschine NMM-1

### Anwendungen

Mikrolinsenarray: 1mm x 1mm x 5 µm



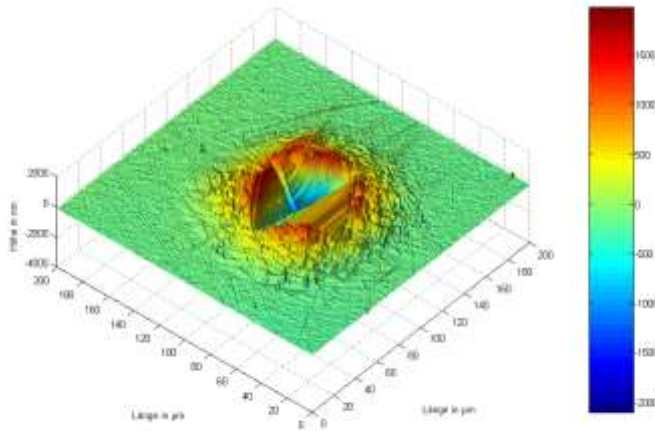
FOM, 08. November 2013



## Nanopositionier- und Nanomessmaschine NMM-1

### Anwendungen

Härteeindruck: 200 $\mu$ m x 200 $\mu$ m x 4 $\mu$ m



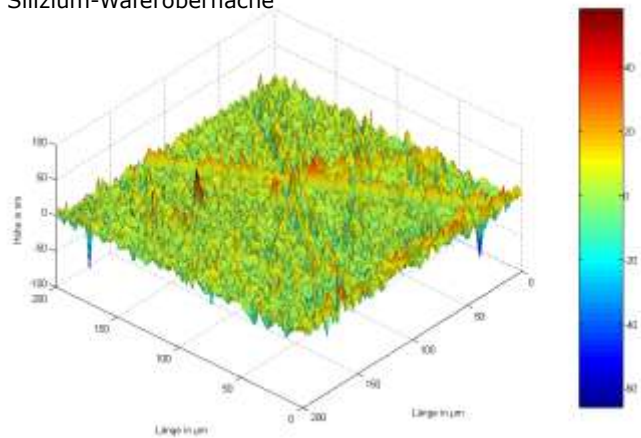
FOM, 08. November 2013



## Nanopositionier- und Nanomessmaschine NMM-1

### Anwendungen

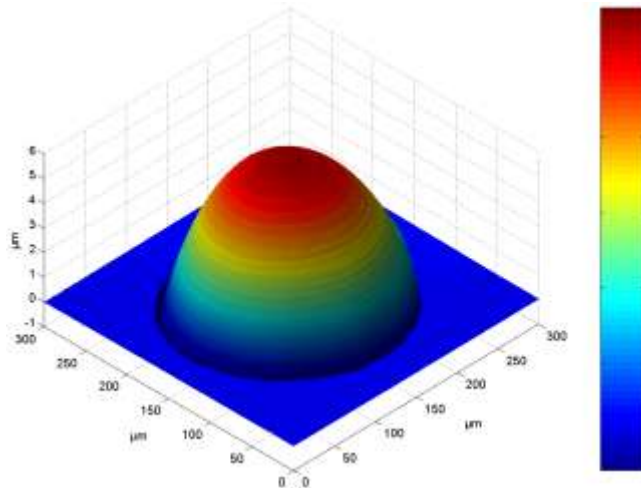
Silizium-Waferoberfläche



FOM, 08. November 2013



## Messungen an Öltropfen im Picoliterbereich



FOM, 08. November 2013



## Zusammenfassung

28

- Miniaturinterferometer der SIOS Meßtechnik GmbH haben exzellente metrologische Eigenschaften mit einer Wegauflösung von 0,1 nm bei Messlängen bis 80 m.
- Sie basieren auf dem Einstrahlprinzip und sind deshalb bestens für Abbe-fehlerfreie Anordnungen geeignet.
- Mehrstrahlinterferometer sind für die simultane Weg-Winkelmessungen konzipiert.
- Differenzmessungen sind möglich.
- Die modulare Bauweise der Systeme erlaubt eine kundenspezifische Ausführung.
- Die Umwelteinflüsse auf die Brechzahl der Luft werden erfasst und korrigiert.

FOM, 08. November 2013





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

---

FOM, 08. November 2013

