

Vorrichtung und Verfahren zur Vermessung zumindest teilweise reflektierender Oberflächen

M. Bichra, N. Sabitov, S. Sinzinger
Fachgebiet Technische Optik, Technische Universität Ilmenau



Einleitung

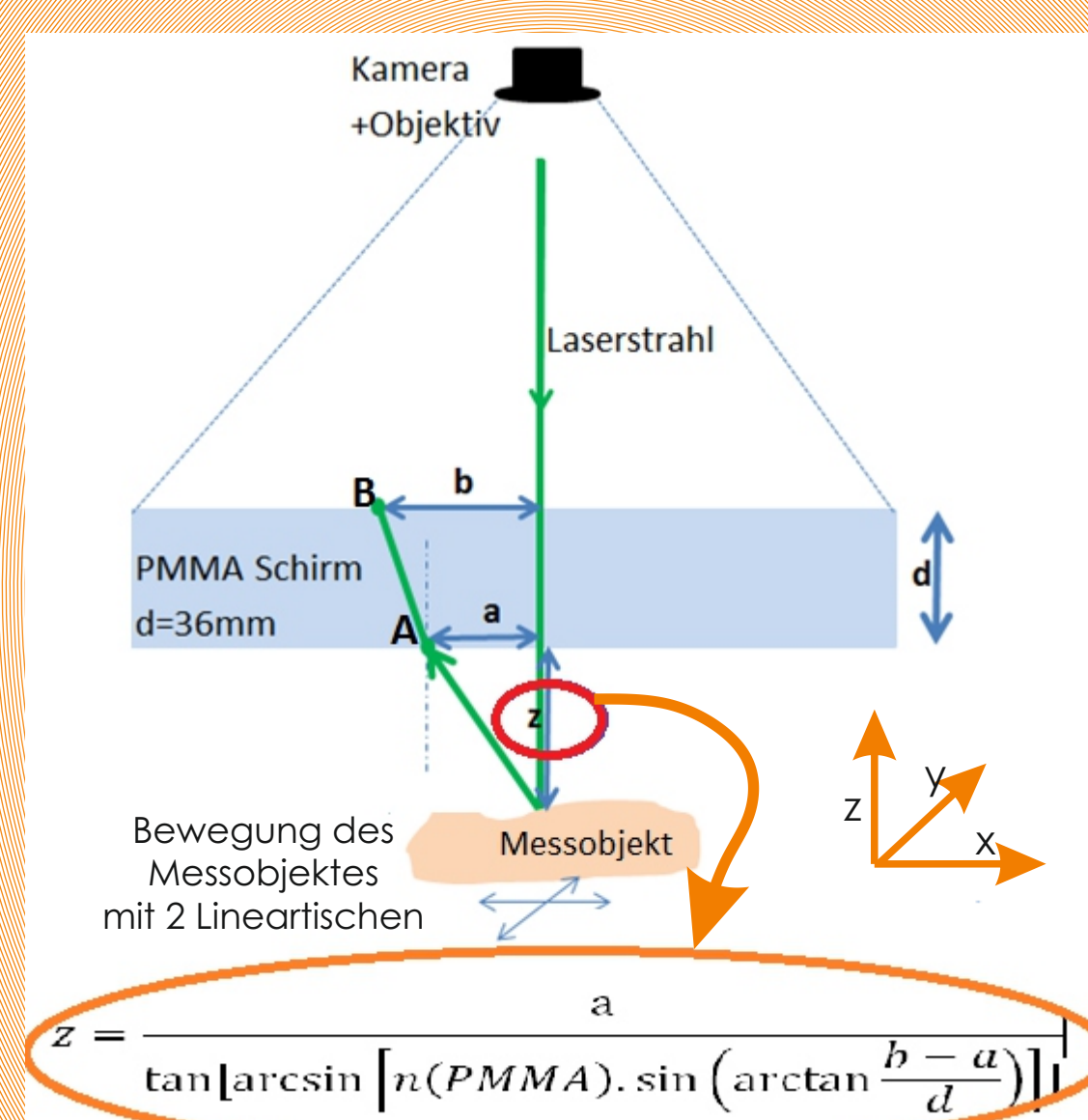
Die vorliegende Vorrichtung betrifft ein Verfahren zur optischen Formerfassung glänzender, glatter Freiformoberflächen, mit denen auch Freiformoptiken mit großen Neigungen absolut vermessen und deren Oberfläche rekonstruiert werden können. Das Verfahren baut auf dem Prinzip der Rasterreflektometrie auf, bei dem von der zu untersuchenden, zumindest teilweise spiegelnden Oberfläche ein Abtaststrahl (Lichtmuster) reflektiert und mit Hilfe eines Schirms im Raum zurück propagiert wird. Der Kreuzungspunkt dieses zurück propagierten Strahls mit dem abgetasteten Strahl entspricht einem Punkt auf der Oberfläche des Messobjektes. Diese Punkte werden im Raum mit den 3 Koordinaten x,y und z definiert.

x und y werden durch hochpräzise Linearartsche bestimmt.

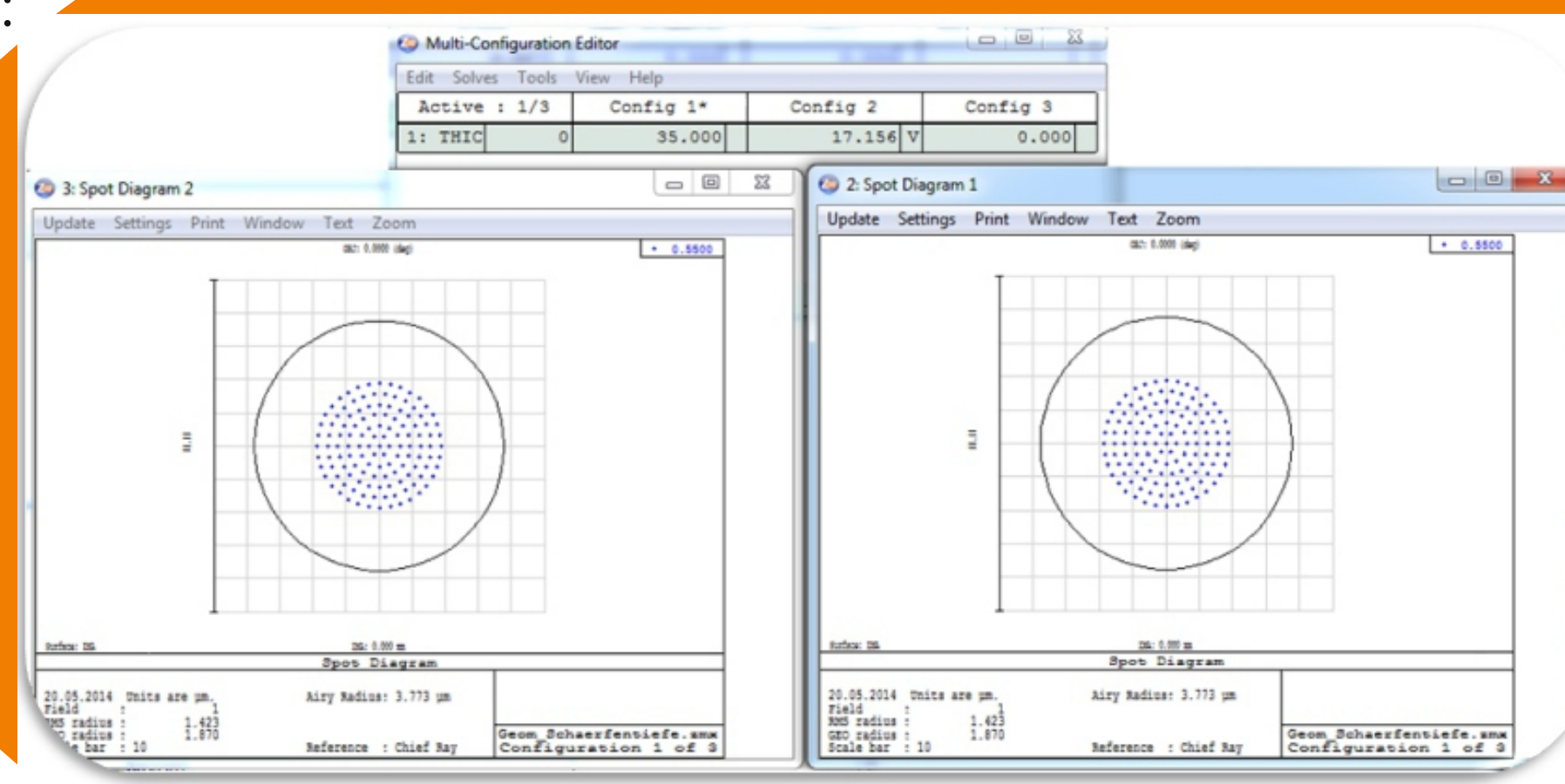
z ist nur von a,b und d abhängig(siehe schematischer Aufbau 1).

Einflüsse auf die Schwerpunktbestimmung von A und B sind :

- Abbildungssystem (Schärfentiefe 2).
- Oberflächenqualität und Geometrie des Schirms 3.
- Sowie andere, hier nicht vorgestellte...

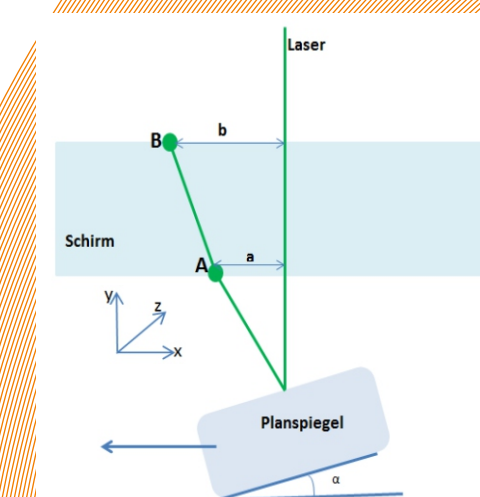
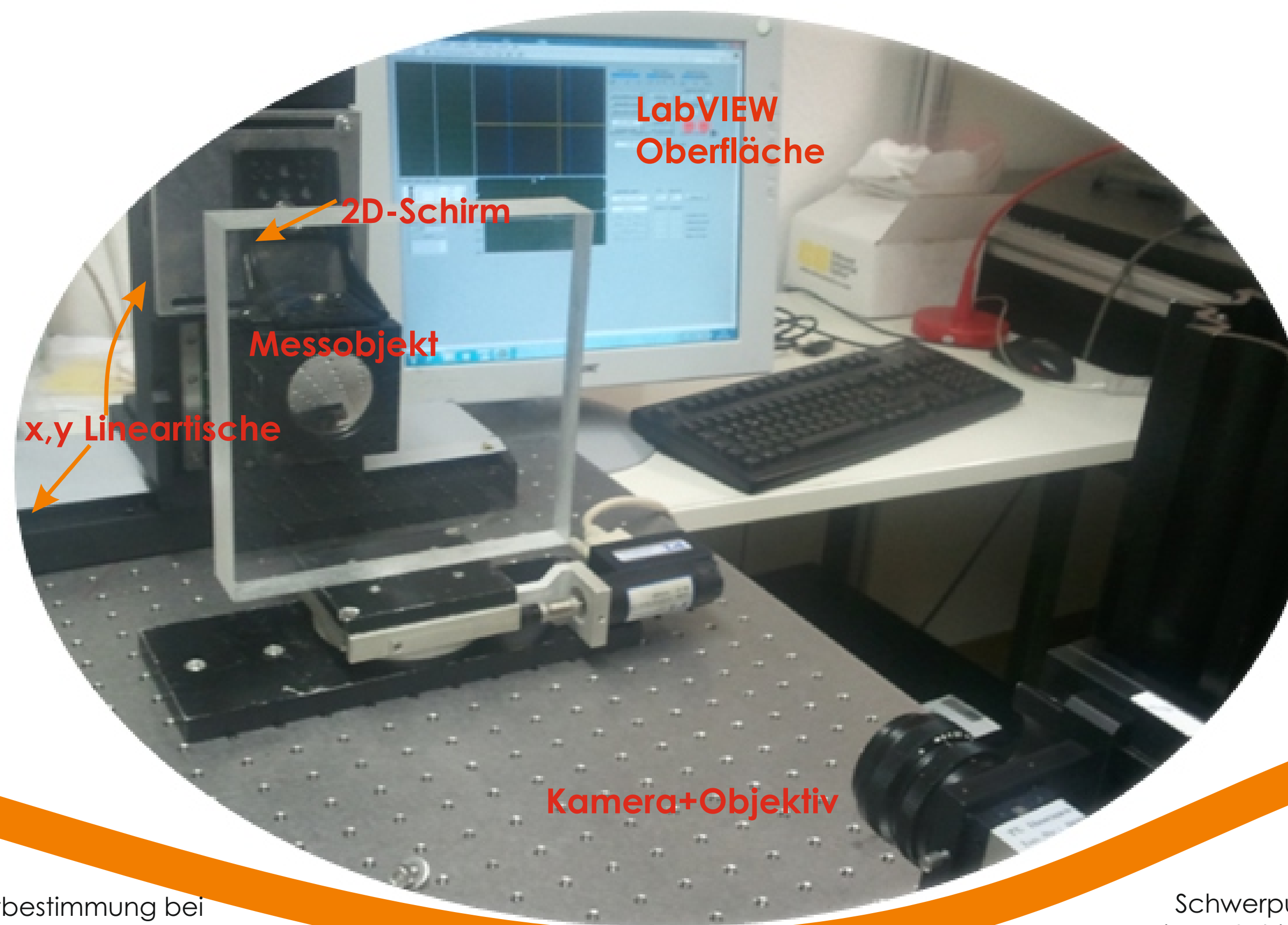


Schematische Darstellung des Messaufbaus

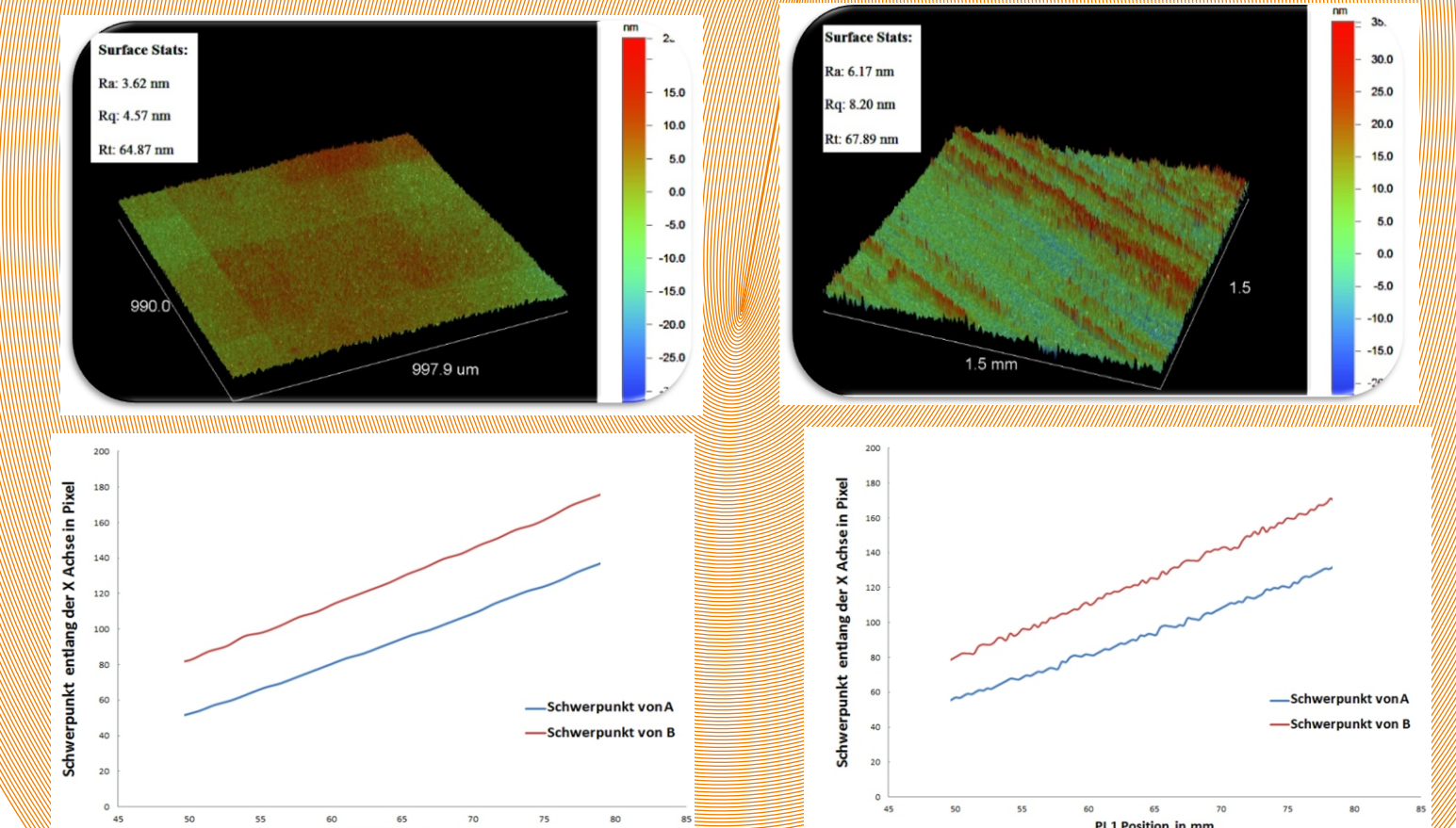


Simulation der Schärfentiefe

Ergebnis : Das Abbildungssystem bietet eine ausreichende Schärfentiefe. Die beiden Oberflächen des Schirms werden optimal abgebildet.



Die Rauheit des Schirms hat einen Einfluss auf die Genauigkeit der Bestimmung der Abstände a und b. Um diesen Einfluss zu verdeutlichen, wurde ein Planspiegel benutzt. Dieser Spiegel wird mittels Linearartsch horizontal bewegt und die Koordinaten der Schwerpunkte A und B werden bestimmt. In den gezeigten Graphen sind die x Koordinaten beider Punkte in Abhängigkeit von der Position des Linearartsches dargestellt. Hierfür wurden 2 Schirme mit verschiedenen Rauheiten untersucht.



Einfluss der Rauheit

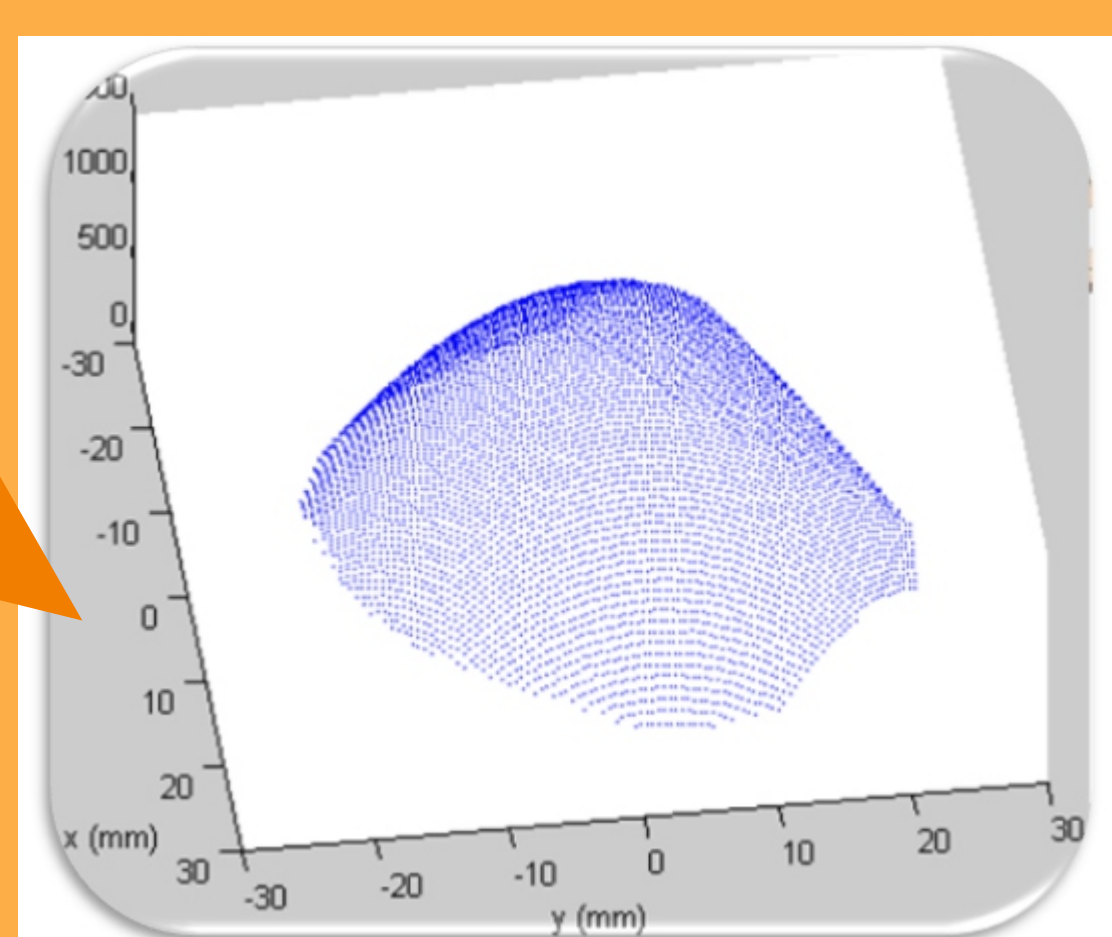
Ergebnis : Die Rauheit der Oberfläche hat einen deutlichen negativen Einfluss auf die Genauigkeit der Schwerpunktbestimmung.

Messaufbau

Experiment

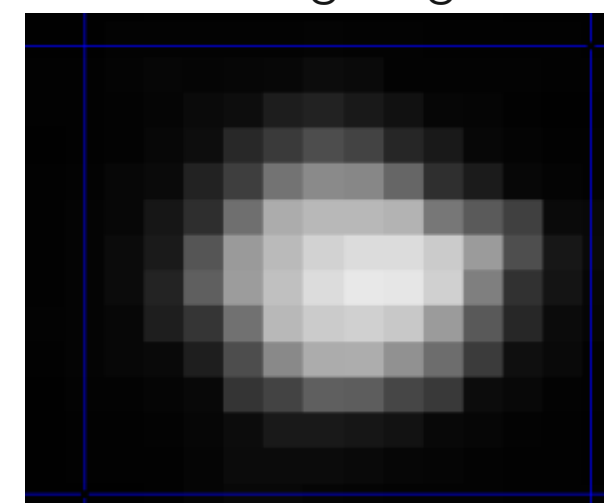
Messobjekt:

- Konkavspiegel
- D=50 mm
- Aufgebrachte Markierung dient zur Orientierung.

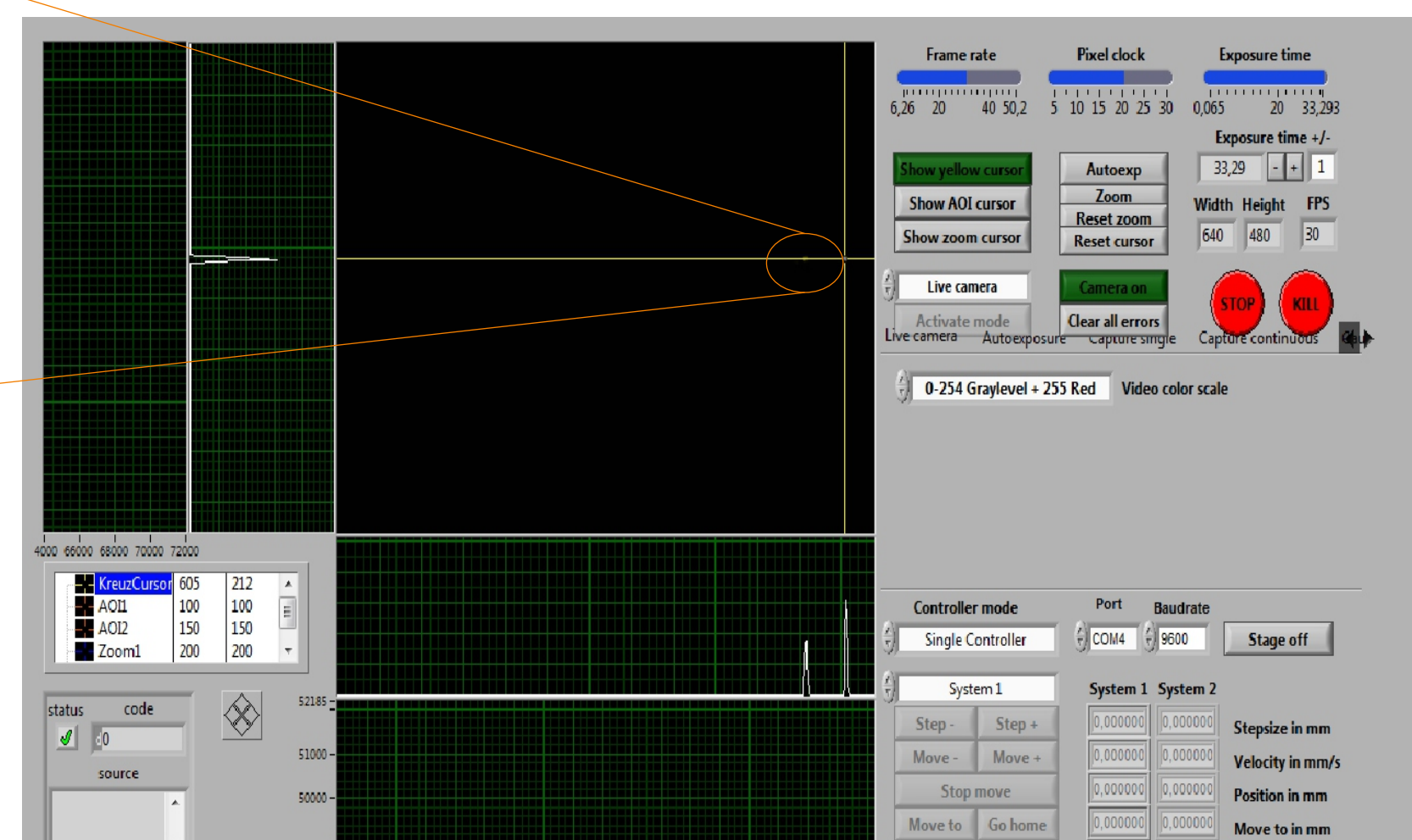


Punktewolke

Schwerpunktbestimmung bei einem Schirm mit geringerer Rauheit



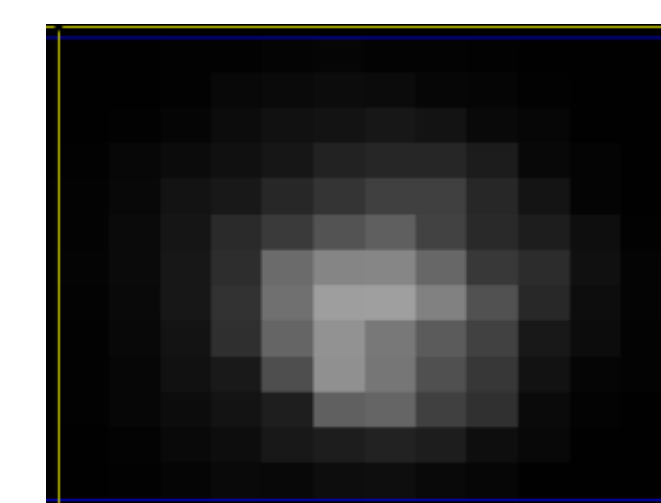
Koordinaten des Schwerpunktes werden direkt mit einem Gaußfit bestimmt



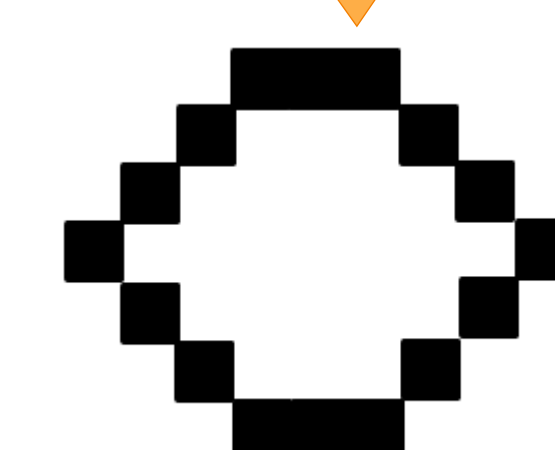
LabVIEW Oberfläche

Schwerpunktbestimmung

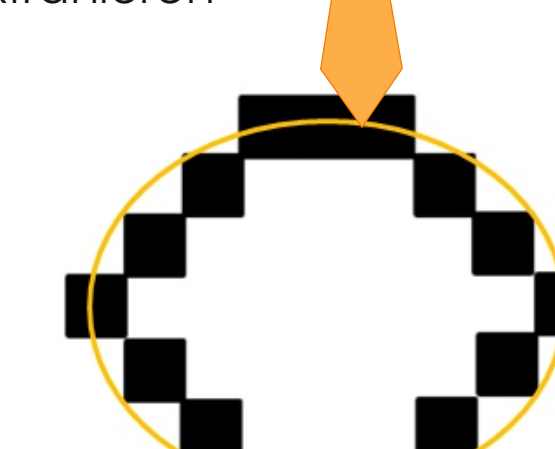
Schwerpunktbestimmung bei einem Schirm mit höherer Rauheit



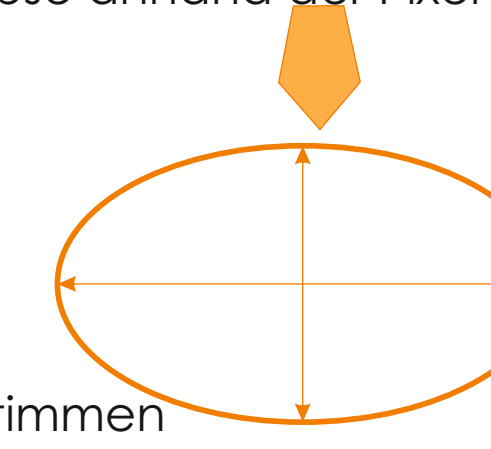
Inhomogenitäten der Intensität verhindern direkte Bestimmung des Schwerpunktes



Äußersten Pixel des Spots extrahieren



Ellipse anhand der Pixel bilden



Schwerpunkt anhand der Ellipse bestimmen

Danksagung

Graduiertenschulen „Optische Mikrosystemtechnik (OMITEC)“ & „Green Photonics“ gefördert durch das Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kunst (FKZ: PE104-1-1, B514-10062)

Literatur

- [1] S. Sinzinger, M. Hillenbrand, R. Hasan Abd-El Maksoud, "Freeform Surfaces in Optical (Micro-) systems: From Parabol Theory to Applications", OSA Topical Meeting on Freeform Optics, Tucson, Az. USA, 3.-7.11.2013.
- [2] G. S. Khan, M. Bichra, A. Grewe, N. Sabitov, K. Mantel, I. Harder, A. Berger, N. Lindlein, S. Sinzinger, „Metrology of freeform optics using diffractive null elements in Shack-Hartmann sensors“, EOSMOC 2013: 3rd EOS Conference on Manufacturing of Optical Components, Munich, 12.5.-16.5.2013.
- [3] M. Bichra, N. Sabitov, S. Sinzinger, „Vorrichtung und Verfahren zur Vermessung zumindest teilweise reflektierender Oberflächen“, German Patent 10 2013 018 569.6.



Fakultät für Maschinenbau
IMN MacroNano
Fachgebiet Technische Optik
Mohamed Bichra

Telefon +49 3677 69-1806
Fax +49 3677 69-1281
mohamed.bichra@tu-ilmenau.de
www.tu-ilmenau.de/optik

th
TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU