

Konzept zur interferometrischen Formmessung mit einer nachgeführten Mehrzeilenkamera

Sören Laubach*, Gerd Ehret*, Jörg Riebeling**, Peter Lehmann**

*Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Bundesallee 100, 38116 Braunschweig

**Lehrstuhl für Messtechnik, Fachbereich Elektrotechnik/Informatik, Universität Kassel, Wilhelmshöher Allee 71, 34121 Kassel

mailto:soeren.laubach@ptb.de

Mit einem neuartigen Konzept des zeilenbasierten Formmesssystems sollen asphärische Prüflinge mit Durchmessern bis zu 200 mm gemessen werden. Es wird hier das Konzept mit einer Mehrzeilenkamera und ein geeignetes Kalibrierobjekt zur Messung von Taumel- und Dezentrierungsfehler vorgestellt.

1 Einführung

Ein gemeinsames DFG-Vorhaben zwischen der Universität Kassel und der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) befasst sich mit der genauen Formerfassung von Präzisionsbauteilen basierend auf einem interferometrischen, linienförmig messenden Multiabstandssensor, der der Kontur des Messobjektes dynamisch nachgeführt wird.

In der aktuellen Projektphase wird das bestehende Formmesssystem um eine Mehrzeilenkamera erweitert, welche lateral versetzte, zeitgleiche Messungen ermöglicht. Daraus ergeben sich neue Auswertemöglichkeiten und Messstrategien, die untersucht werden sollen.

Es können z. B. Oberflächengradienten in Scanrichtung detektiert oder Auswerteverfahren auf Basis von Shearing-Algorithmen eingesetzt werden. Zudem soll als eine Möglichkeit der Taumelfehler des Drehtisches erfasst werden, um den Einfluss auf die Topografiemesswerte zu eliminieren. Als weitere Möglichkeiten stehen die mehrfache Messungen des gesamten Prüflings unter unterschiedlichen Orientierungen oder durch Redundanz bei Messungen über den gesamten Prüfling zur Verfügung.

Weiterhin ist vorgesehen, das Messsystem auf Prüflingsdurchmesser bis 200 mm zu erweitern.

Damit sollen ideale Voraussetzungen für die mögliche spätere Überführung des Messsystems in die industrielle Anwendung geschaffen werden. Im Folgenden wird das metrologische Konzept des erweiterten Systems mit einer Hochgeschwindigkeits-Mehrzeilenkamera vor.

2 Aufbau des Systems für Prüflinge bis 200 mm Durchmesser

Das aktuelle System wurde für Prüflinge bis 25,4 mm [1, 2, 3] realisiert, um die generelle Funktion des Messkonzeptes zu überprüfen. Darauf aufbauend wurde ein verbesserter Aufbau entworfen, siehe Abb. 1.

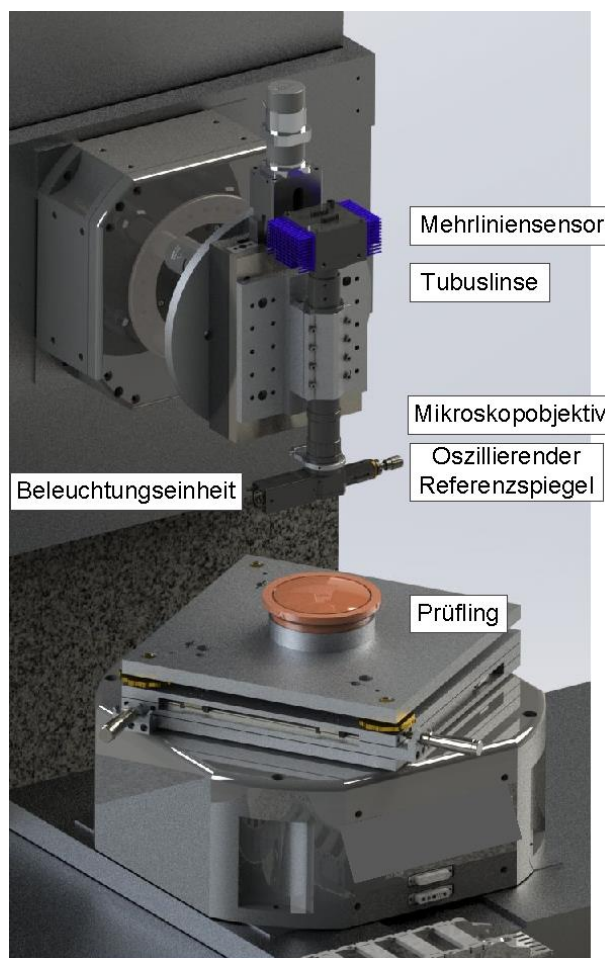


Abb. 1 Konstruktionszeichnung des neuen linienbasierten Systems zur Messung der Form von Prüflingen mit einem Durchmesser von bis zu 200 mm

Dieses System wird aktuell aufgebaut und in Betrieb genommen, siehe Abb. 2. Die Anordnung besteht aus fünf Bewegungsachsen und einer neuen Justageeinheit, welche den Prüfling zur Rotationsachse und zum interferometrischen Liniensensor ausrichtet.

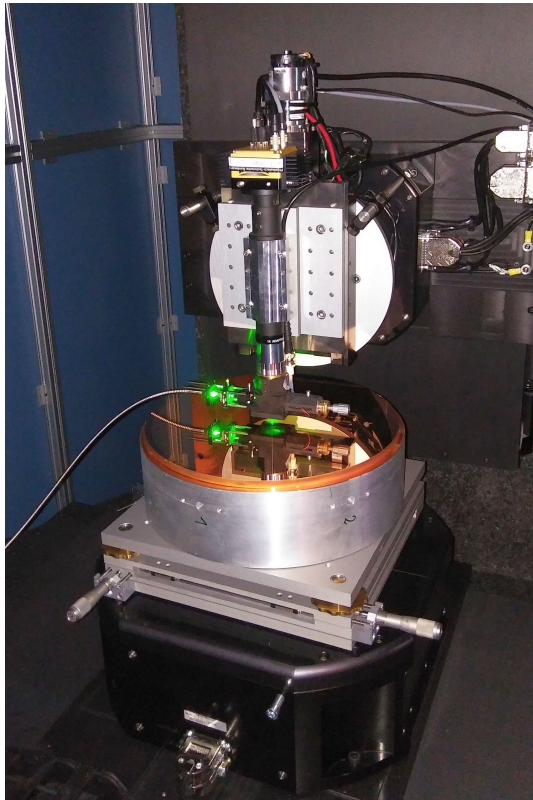


Abb. 2 Foto des neuen linienbasierten Systems zur Messung der Prüflingsgeometrie für Durchmesser von bis zu 200 mm

3 Kalibrierobjekt

Während der Prüfling rotiert werden der äußere Teil der Oberseite und die Seitenfläche des Kalibrierobjektes jeweils mit einem optischen Abstandssensor angetastet, wie in Abb. 3 gezeigt. Anhand der Messwerte können Positionsfehler der Rotationsachse erfasst, und zur Korrektur der Messwerte genutzt werden. Nach einer Messung sollen so Achsfehler und Oberflächengeometrie separiert werden.

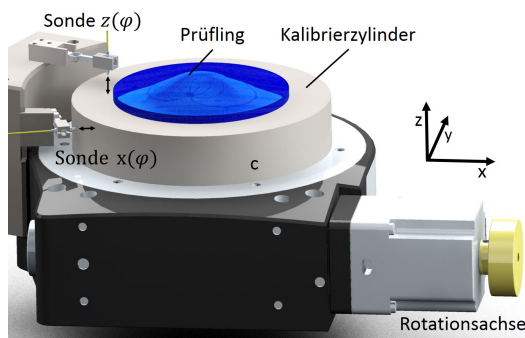


Abb. 3 Teil des Systems zur Veranschaulichung der Messung der Fehler der Rotationsachse durch einen Kalibrierzylinder in Kombination mit zwei Punktsensoren, dargestellt als faseroptische Sonden

Um mögliche Fehlereinflüsse zwischen eigentlichem Prüfling und Kalibrierzylinder in einem ersten Schritt

zu vermeiden wurde das in Abb. 4 gezeigte Kalibrierobjekt in der PTB hergestellt. Es ist aus Kupfer und hat einen Durchmesser von 110 mm. Die innere Apertur von etwa 95 mm hat eine sphärische Oberflächenform mit einem Krümmungsradius von 150 mm.

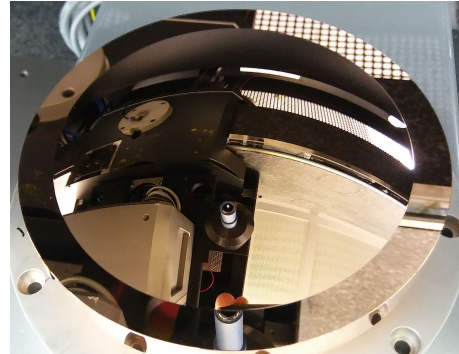


Abb. 4 Foto des in der PTB gefertigten Kalibrierobjektes

4 Diskussion und Ausblick

Das messtechnische Konzept eines verbesserten linienbasierten Formmesssystems mit einer schnellen Mehrzeilenkamera für rotationssymmetrische Prüflinge mit einem Durchmesser bis 200 mm wurde vorgestellt. Dieses im Aufbau befindliche System zeichnet sich durch eine verringerte Messunsicherheit sowie eine hohe Flexibilität bezüglich der Prüflingsform (Ebenen, Sphären, Asphären) und der Auflösung aus. Es eignet sich daher ideal für die industrielle Anwendung.

5 Danksagung

Für die finanzielle Förderung dieser Forschungsarbeiten durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (EH 400/4-3; LE 992/7-3) bedanken sich die Autoren hiermit. <http://gepris.dfg.de/gepris/projekt/209933375>. Die Autoren danken ebenfalls der Arbeitsgruppe Fertigungstechnologie der PTB für die Herstellung des Kalibrierobjektes.

References

- [1] S. Laubach, G. Ehret, J. Riebling, and P. Lehmann, "A new form measurement system based on sub-aperture stitching with a line-scanning interferometer," pp. 415–422 (2016).
- [2] S. Laubach, G. Ehret, J. Riebeling, and P. Lehmann, "Combination of a fast white-light interferometer with a phase shifting interferometric line sensor for form measurements of precision components," Proc. of SPIE: 10329, pp. 103,291D–1 (2017).
- [3] S. Laubach, "Formmessung an Präzisionsbauteilen mit einem dynamisch nachgeführten interferometrischen Zeilensensor." Dissertation, Universität Kassel (2017).