

Möglichkeiten und Grenzen der Interferometrie in der Produktionskontrolle

Ralf Neubert*, Thomas Blümel*, Christian Zellweger**

*FISBA OPTIK GmbH, Berlin

**FISBA OPTIK AG, St. Gallen

<mailto:ralf.neubert@fisba.de>

Ein Interferometer wird oft als Laborgerät verstanden, dessen Anforderungen an die Umgebung und Bedienung einen Einsatz in einer Produktionsumgebung erschweren. Dieser Beitrag zeigt die Praxistauglichkeit eines kompakten Twyman-Green-Interferometers anhand von zwei Beispielen und erläutert das Schnittstellen-Konzept der Interferometer-Software.

1 Einführung

Die Anforderungen an die Qualität optischer Bauteile und Komponenten wächst ständig. Um diesen steigenden Anforderungen gerecht zu werden, ist eine Kontrolle der Produktion unerlässlich. Der Einsatz von hochpräzisen Fertigungsmaschinen für die Produktion verlangt nach ebenfalls hochpräzisen Messmethoden für die Produktionskontrolle. Die Interferometrie erfüllt diese hohen Anforderungen an die Messgenauigkeit und bietet noch weitere Vorteile:

- Berührungslose Messung
- Hohe Messgeschwindigkeit
- Etablierte Messmethode.

Die Interferometrie stellt jedoch auch Anforderungen an die Prüflingsoberfläche (optische Qualität), die Umgebungsbedingungen (Vibrationen, Sauberkeit, Beleuchtung) und die Positioniergenauigkeit des Sensors. Außerdem ergibt sich aufgrund des Messprinzips ein relativ geringer Dynamikbereich, der eine ausreichende Anpassung der Prüf-Wellenfront an die Form des Prüflings verlangt.

2 Interferometer in der Produktionsumgebung

Dieses Beispiel zeigt, dass die Voraussetzungen für den Einsatz eines Interferometers in der Produktionsumgebung oft schon unmittelbar gegeben sind. Im Zuge eines durch das BMWi geförderten Projektes [1] wurde ein μ Phase[®] 2 Interferometer [2] direkt auf Ultrapräzisions-Drehmaschinen unserer Projektpartner vom Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik der TU Berlin und von Jenoptik Polymer Systems montiert (siehe **Abb. 1**). Das Interferometer wurde zusammen mit dem Werkzeug auf der Maschine montiert und einmalig mit Hilfe eines Kipptisches justiert. Während der Bearbeitung verblieb das Interferometer auf der Maschine und wurde zur Messung des Werkstückes eingeschwenkt.

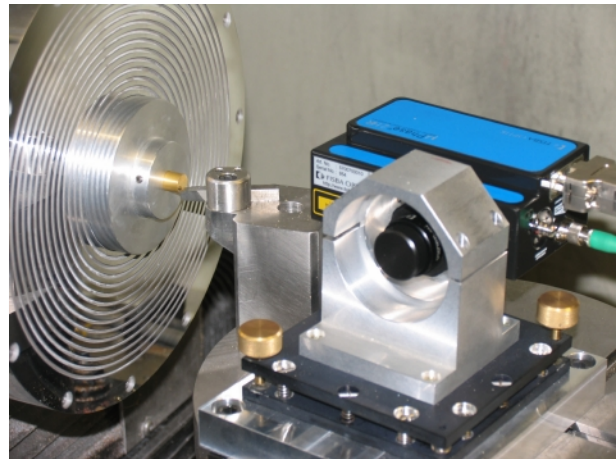


Abb. 1: μ Phase[®] 2 Interferometer auf Drehmaschine

Durch die extrem vibrationsarme Lagerung der Maschinenachsen, die für die Ultrapräzisions-Bearbeitung unerlässlich ist, war eine interferometrische Messung ohne weitere Maßnahmen möglich. Des Weiteren konnten die in der Maschine vorhandenen Bewegungsachsen zur präzisen Positionierung des Interferometers genutzt werden. Durch die gute Lagerung der Rotationsachse (C-Achse) konnten sogar Messungen durchgeführt werden, während sich das Werkstück mit etwa 1500 U/min um diese Achse drehte.

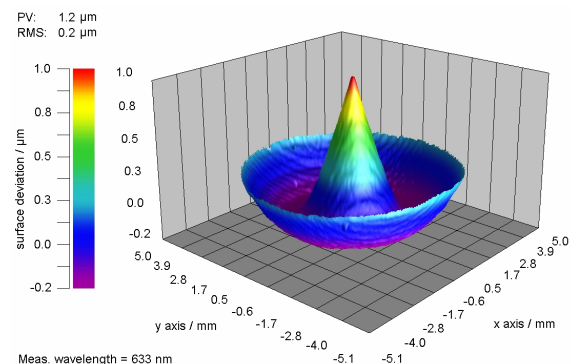


Abb. 2: typischer Tooloffset-Fehler

Im Zuge der Experimente wurden unter anderem Messungen zur Bestimmung des Tooloffsets der Maschine vorgenommen. **Abb. 2** zeigt einen typi-

schen Tooloffset-Fehler (Formabweichung von einer Sphäre). Ohne das montierte Interferometer wurde der Tooloffset z.B. mit einem Weißlicht-Interferometer gemessen. Dazu musste das Werkstück aus der Halterung entfernt und nach der Messung wieder neu justiert werden. Das Wegfallen dieser Schritte mit dem Einsatz des Interferometers direkt auf der Drehmaschine spart Zeit und erhöht damit die Produktivität maßgeblich.

3 Software-Integration

Neben der physikalischen Integration des Interferometers in den Produktionsprozess spielt auch die softwaretechnische Integration der Interferometer-Software in die Produktionssteuerung eine wichtige Rolle. Um eine reibungslose Einbindung zu gewährleisten, muss die Software über eine flexible, leistungsfähige und skalierbare Schnittstelle verfügen, die auch eine Kommunikation über Rechengrenzen hinweg zulässt.

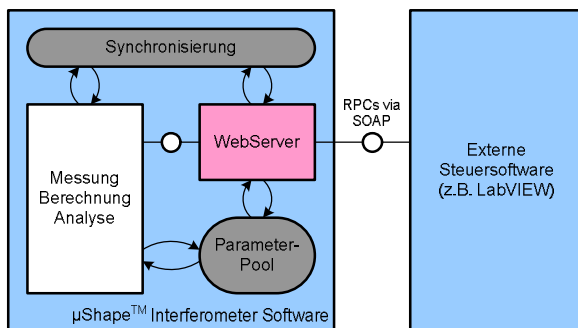


Abb. 3: Architektur des Software-Interfaces

Abb. 3 zeigt eine mögliche Architektur der Interferometer-Software, die ihre Funktionalität über Remote Procedure Calls (RPCs) für externe Programme zur Verfügung stellt. Die RPCs werden von einem Webserver analog zu den weit verbreiteten Webservices bereitgestellt. Der Webserver hat Zugriff auf einen Parameter-Pool, in dem die verschiedenen Parameter für den Ex- und Import gespeichert sind. Außerdem kann sich der Webserver mit dem Rest der Interferometer-Software synchronisieren und Befehle weiterleiten. Die Nutzung des Simple Object Access Protocols (SOAP) garantiert die Kompatibilität der Schnittstelle, da SOAP als ein Standard-Protokoll für RPCs gilt [3].

Über die Schnittstelle lassen sich Parameter des Interferometers und der Software ändern, Messungen starten und Messergebnisse exportieren. Diese können dann direkt zur Korrektur in den Fertigungsprozess einfließen.

4 Automatisierte Radiusmessung

Ein Beispiel für die Anwendung der Software-Schnittstelle ist eine im Hause FISBA entwickelte Lösung zur automatisierten interferometrischen Radiusmessung von sphärischen Prüflingen. Zur Bestimmung des Radius wird der Prüfling zuerst in

der Cat's Eye Position gemessen. Anschließend wird er in die konfokale Position verfahren und erneut eine Messung ausgelöst. Die Verschiebung, korrigiert um die gemessenen Defokussierungswerte, entspricht dem Prüflingsradius.

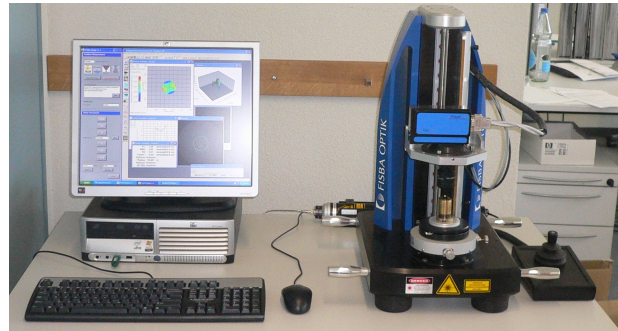


Abb. 4 Automatisierte Radiusmessung mit FS10M

Dieser Prozess wurde mit Hilfe eines motorisierten Stativs automatisiert (siehe **Abb. 4**). Zur Durchführung des Messprozesses dient ein LabVIEW™ Programm, das das Stativ steuert. Über die oben beschriebene Schnittstelle steuert das Programm die Interferometer-Software und importiert die Messergebnisse, um den Radius des Prüflings zu bestimmen.

Die hohe Positioniergenauigkeit des Stativs ermöglicht eine Radiusbestimmung mit einer Abweichung von wenigen µm.

5 Fazit

Der Ruf des Interferometers als klassisches Laborgerät mit hohen Anforderungen an die Umgebung und die Bedienung wird den heute eingesetzten digitalen Geräten nicht mehr gerecht. Durch eine kompakte Bauform und intelligente Steuersoftware lassen sich Interferometer sehr wohl direkt in den Produktionsprozess integrieren und erfüllen die hohen Anforderungen an die Messgenauigkeit, die die ständig weiterentwickelten hochpräzisen Fertigungsmethoden verlangen.

Referenzen

- [1] Kooperationsprojekt „MeTAsO“ des BMWi, Programm ProINNO II, Förderkennzeichen KF0084101WM4
- [2] T. Blümel, R. Kafka, „Spezialist oder Alleskönner?“, Laser+Photonik, 4/2006, p.37-40, 2006
- [3] W3C SOAP 1.2 Specification, <http://www.w3.org/TR/soap12>