

## »WaveSense« - Wellenfrontsensor mit großem Dynamikbereich und hoher lateraler Auflösung für eine flexible Asphärenprüfung

Asphärische Optiken eignen sich besonders für die Auslegung kompakter und leichter optischer Systeme mit wenigen Bauteilen. Moderne Maschinen zur Optikfertigung haben dazu geführt, dass die Fertigung von Asphären heute zum Stand der Technik zählt. Doch der Fertigung fehlt es auch heute noch an einer flexiblen Messtechnik für die Qualitätssicherung dieser Asphären. Dieser Herausforderung widmet sich das AiF-Projekt »WaveSense«, in dem ein neuartiges Verfahren zur Wellenfrontmessung nach dem Shack-Hartmann-Prinzip entwickelt werden soll. Im Vergleich zu konventionellen Shack-Hartmann-Sensoren (SHS) soll die Neuentwicklung einen wesentlich größeren Messbereich bei einer gleichzeitigen Erhöhung der lateralen Auflösung bieten. Dieser Sensor soll die flexible optische Form- und Funktionsmessung auch anspruchsvoller Optiken, wie z. B. starker Asphären, ermöglichen.

Bei der herkömmlichen Wellenfrontmessung mit dem Shack-Hartmann-Sensor wird eine zu messende Wellenfront mit einem Mikrolinsenarray auf einen Bildsensor fokussiert und die Position der Foki der einzelnen Mikrolinsen gemessen: Wellenfrontaberrationen führen dabei zu einer seitlichen Auslenkung der einzelnen Foki. Obwohl diese Messtechnik zurzeit den größten Messbereich bietet, sind ihre Einsatzfelder dennoch stark eingeschränkt: Zum einen ist der Messbereich nicht groß genug für eine wirklich flexible Prüfung technisch relevanter Asphären. Denn die einzelnen Foki müssen eindeutig einer Mikrolinse zugeordnet sein und dürfen sich nicht überschneiden. Zum anderen ist die laterale Auflösung mit 100 x 100 Messpunkten noch zu gering, um wichtige kurzwellige Oberflächenfehler erfassen zu können.

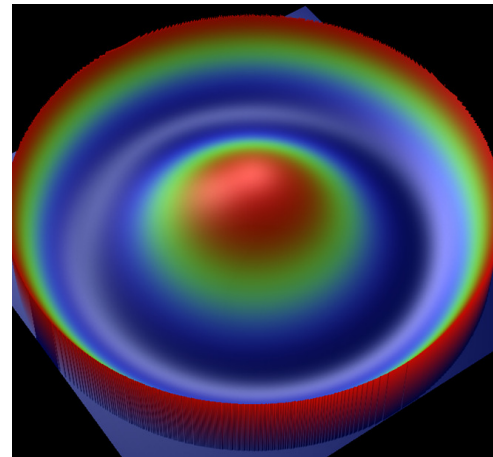


Abb.: Abweichungsplot einer asphärischen Wellenfront

Um diese beiden Einschränkungen zu beheben, wurde das Projekt »WaveSense« gestartet. Der Lösungsansatz ist, die zu messende Wellenfront von einer Mikrospiegelmatrix in einzelne, eindeutig codierte Subaperturen zu zerlegen. Die Subaperturen werden nacheinander auf eine hochdynamische, analoge Auswerteeinheit gelenkt. So lässt sich die gesamte Wellenfront scannen und jeder Messpunkt kann mit dem gesamten Messbereich der Auswertung erfasst werden, der beim konventionellen Shack-Hartmann-Verfahren allen Messpunkten gemeinsam zur Verfügung steht.

Das Ziel ist eine Erweiterung des Messbereichs um das fünffache bei gleichbleibend hoher Auflösung. Gleichzeitig kann durch die hohe Anzahl der Einzelspiegel in kommerziellen Mikrospiegel-Arrays die Anzahl der Messpunkte auf 1000 x 1000 und damit um den Faktor 10 gesteigert werden. Aufgrund der hohen Dynamik des Mikrospiegel-Arrays und der analogen Auswerteeinheit kann der gesamte Scan-Vorgang in wenigen Sekunden durchgeführt werden – und bei verringerter Auflösung sogar in Echtzeit. Das System soll in Zukunft erstmals eine flexible Messtechnik für asphärische und in Maßen freigeformte Optiken bieten – bei vergleichbaren Kosten wie mit konventionellen Systemen.

Die wissenschaftlichen Herausforderungen, die dabei zu lösen sind, liegen insbesondere in der Beherrschung der Beugungseffekte, die durch das Mikrospiegelarray hervorgerufen werden und in der Auslegung des gesamten optischen Systems. Die Arbeitspakete umfassen:

- Auslegung des optischen Systems:  
Anordnung, Lichtquelle, Abbildung und Auswertung
- Aufbau eines Messsystems
- Entwicklung der Messsoftware:  
DMD-Steuerung, synchrones PSD-Auslesen zur Datenerfassung sowie Messdatenverarbeitung
- Untersuchung der messtechnischen Eigenschaften des Systems und seiner Komponenten.

Das Projekt »WaveSense« (Förderkennzeichen: N 12638-07) wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert und von der Stiftung Industrieforschung (AiF) und der Forschungsvereinigung Optik Feinmechanik und Medizintechnik e. V. (F.O.M.) betreut. Das Projekt begleiten die Unternehmen TRIOPTICS GmbH, Rodenstock GmbH, Aixtooling GmbH, Möller-Wedel Optical GmbH und Ingeneric GmbH.

### Ansprechpartner:

Dipl.-Ing Karl Vielhaber  
karl.vielhaber@ipt.fraunhofer.de  
Tel.: +49 (0) 241 89 04-476