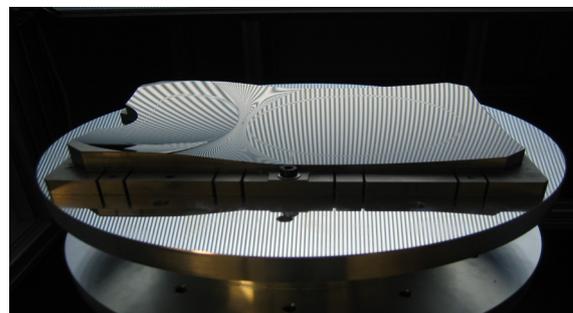


Projekt:	Multiskalige Messtechnikplattform für die Qualitätssicherung optischer Freiformen
Koordinator:	Dr.-Ing. habil. Werner Fuchs Mahr OKM GmbH Carl Zeiss Promenade 10 07745 Jena Tel.: 03641 / 642616 E-Mail: werner.fuchs@mahr.de
Projektvolumen:	5,5 Mio € (Förderquote 49%)
Projektlaufzeit:	01.07.2010 bis 30.06.2014
Projektpartner:	➔ FhG-IOF ➔ Univ. Stuttgart - ITO ➔ Otto Vision Technology GmbH ➔ Hellma Optik GmbH ➔ ILMCAD GmbH ➔ ALGOSCAN GmbH

Freiformoptiken – Universeller Einsatz maßgeschneiderter Optikkomponenten

Hochwertige optische Geräte wie etwa Ferngläser, Mikroskope oder Kameraobjektive gehören mit zu den häufigsten Assoziationen, wenn es um Qualität „Made in Germany“ geht. Während die klassischen Optiken abbildender Systeme modular aus einzelnen Linsen verschiedener Brennweite mit kugelförmiger (= sphärischer) Oberfläche aufgebaut werden, zeichnet sich in den letzten Jahren immer deutlicher ein Wechsel hin zu maßgeschneiderten Einzelkomponenten mit Freiformoberflächen ab, die speziell auf die jeweilige Anwendung zugeschnitten sind. Dies ermöglicht eine Vermeidung von Abbildungsfehlern und steigert damit die Qualität der optischen Abbildung auf ein Maß, das auf konventionellem Weg grundsätzlich unerreichbar bleibt. Optische Systeme werden zudem wesentlich kompakter und leichter. Ein prominentes Beispiel solcher Optiken der nächsten Generation findet man beispielsweise in den ultrakompakten Kameras, die heute in nahezu jedem Mobiltelefon verbaut sind. Zusätzlich zu den auf Brechung oder Reflexion von Licht basierenden optischen Komponenten sind nunmehr auch solche verfügbar, deren Funktionsprinzip auf einer Beugung des Lichts beruht, sogenannte diffraktive optische Elemente (DOE).

Für die wirtschaftliche Fertigung und die flexible und hochpräzise Vermessung solcher Optiken mit Freiformflächen sowie der DOE ist ein lückenloses Verständnis der optischen Eigenschaften des Systems, der Beschichtungen, der Aufbau- und Verbindungstechnik, des Herstellungsprozesses und der dabei verwendeten Werkzeuge erforderlich. Die neuen Optiken finden breite Anwendung in der Medizintechnik, Konsumerelektronik, Beleuchtung, Automobilbau, Sicherheitstechnik, Materialbearbeitung sowie im Maschinen- und Anlagenbau. Es gilt, die traditionelle Stärke deutscher Unternehmen bei der Fertigung hochwertiger, innovativer Optiken in die nächste Generation zu überführen.



Freiformspiegelpaar aus Direktherstellung mittels Ultrapräzisionsbearbeitung (Quelle: Carl Zeiss Jena GmbH)

Messtechnik als eine Schlüsselkompetenz der deutschen Optikindustrie

Die deutsche Optikindustrie verfügt über ein sehr breites Kompetenzspektrum. Sie ist in der Lage, sehr viele Anwendungen bzw. Problemstellungen mit einer am Standort Deutschland geschlossenen Wertschöpfungskette zu adressieren.

Für die Herstellung von Optikkomponenten hoher Qualität, wie etwa optische Linsen oder Diffraktive Optische Elemente (DOE= Komponenten die nicht nach dem Prinzip der Lichtbrechung sondern nach dem der Beugung des Lichts funktionieren) ist eine Messtechnik zur Kontrolle der Fertigungsgenauigkeit zwingend erforderlich. Tatsächlich ist die Fähigkeit zur präzisen und gleichzeitig kosteneffizienten Charakterisierung einer optischen Komponente meist der kritische Faktor des gesamten Herstellungsprozesses.

In der Vergangenheit haben die Unternehmen oft eigenständige Lösungen für ihre jeweiligen eigenen Bedürfnisse entwickelt. Oftmals sehr gute Ideen haben daher keine weitere Hebelwirkung entfaltet. Überdies wurde der Markt für Prüfgeräte dadurch vernachlässigt, so dass er derzeit von amerikanischen Firmen dominiert wird.

Zielsetzung des vorliegenden Projekts ist es daher, sowohl die Optikhersteller in die Lage zu versetzen, mit Schwerpunkt auf den Freiformgeometrien noch komplexere und präzisere Komponenten herzustellen, als dies bislang der Fall war, als auch hochwertige Prüf- und Messgeräte am Markt verfügbar zu machen, so dass insbesondere auch kleine und mittlere Komponentenhersteller Zugriff auf neueste Prüftechnik „Made in Germany“ erhalten.

Problemangepasste Messtechniken für unterschiedliche Herstellungsverfahren

Abhängig von den Genauigkeits- und Kostenvorgaben, die an eine optische Komponente oder ein optisches System gestellt werden, darf auch mit der Charakterisierung nur ein dem jeweiligen Problem angemessener Aufwand einhergehen. Die Messung einer Komponente verursacht in der Regel einen zeitlichen Aufwand, der mit der Herstellung vergleichbar ist oder diesen sogar übertreffen kann. Damit handelt es sich bei der Vermessung um einen wesentlichen Kostenfaktor, da sie den Durchsatz entscheidend beeinflusst.

Der heilige Gral der Messtechnik besteht in einer vollständig prozessintegrierten Charakterisierung. Gelingt dies, müsste man ein Werkstück nicht mehr aus der Fertigungsmaschine herausnehmen und nach erfolgter Messung wieder neu einspannen und justieren, was eine enorme Zeit- und damit Kosteneinsparung bedeuten würde. Solche Lösungen existieren bislang nicht. Sie sollen im Rahmen des Vorhabens erarbeitet und demonstriert werden.

Die Messprinzipien, die zum Einsatz kommen, sind die Interferometrie, also die Analyse des Beugungsmusters einer Optikkomponente, die Deflektometrie bei der die Oberfläche mit einem Laserstrahl gescannt und ortsaufgelöst dessen Ablenkungswinkel ermittelt wird, sowie die Streulichtmessung, die Auskunft über die Rauheit der Oberfläche gibt.

Von besonderer Bedeutung ist auch die Verarbeitung der Messdaten. Das jeweilige Messergebnis soll automatisch auf direktem Wege in den jeweiligen Fertigungsprozess, aber auch das Design der Komponente selbst rückgekoppelt werden.



Bild: Deflektometrische Vermessung eines Freiformspiegels

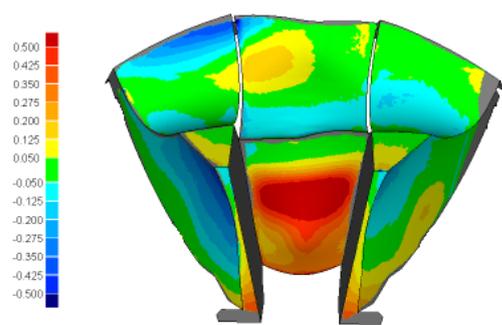


Bild: 3D-Soll-Ist Vergleich einer Freiformbeleuchtungsoptik