



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Kombination von Subaperturen zur hochgenauen Vermessung asphärischer Flächen unter Verwendung eines speziell angepassten Tilted Wave-Interferometers (TWI-Stitch)

Die Herausforderung

Eine Grundvoraussetzung für hochqualitative Präzisionsoptiken sind verlässliche Verfahren für eine präzise Oberflächenvermessung mit reproduzierbaren Ergebnissen. Ein großes Potential hierfür besitzt die optische, berührungslose Messtechnik der Interferometrie, deren Vorteil in der zerstörungsfreien, flächenhaften, genauen, hochauflösenden und schnellen Erfassung von Oberflächen liegt. Für die Fertigung großer konvexer asphärischer Präzisionsoptiken oder Freiformflächen stand bisher allerdings keine zufriedenstellende Methode zur Linsenvermessung zur Verfügung. Die Herausforderung lag dabei sowohl in der Größe dieser Komponenten, im Bereich von bis zu einem Meter Durchmesser, als auch in ihren komplexen Formen.

Die Innovationsidee

Das Ziel des Projekts TWI-Stitch bestand darin, eine schnelle, berührungslose Messmethode mit hoher Ortsauflösung und geringer Messunsicherheit für große

asphärische Optikkomponenten zu erstellen. Diese soll für neue und innovative Produkte von z. B. lichtstarken Optiksystemen für die Fernerkundung und Hochenergieoptiken angewendet werden. Hierfür wurde im Rahmen des Projekts die Kombination zweier Verfahren untersucht, nämlich der innovativen, flexiblen Tilted Wave-Interferometrie (TWI) mit dem sogenannten „Stitching“-Verfahren. Ein Tilted Wave-Interferometer kann, im Gegensatz zu herkömmlichen Interferometern, auch stark asphärische Abweichungen in nur einer Messposition messen. Um den messbaren Durchmesser zu erweitern, werden mit dem TWI zuerst einzelne über die Messfläche verteilte Subaperturen aufgenommen. Im Anschluss werden die Einzelmessungen mittels einer im Projekt entwickelten Stitching-Algorithmik zur Gesamtmessung zusammengefügt. Durch die Fähigkeit des TWI, auch Freiformflächen messen zu können, kann mit diesem Ansatz die Anzahl der Einzelmessungen und damit die Messzeit im Vergleich zur konventionellen Stitching-Interferometrie um bis zu 90 % reduziert werden.

Projektinformationen

IGF-Nr.:	18592 N
Laufzeit:	09/2016 – 05/2019
Fördersumme:	387.400 EUR
Industrieleistungen:	166.840 EUR

Forschungseinrichtungen

- Labor Optical Engineering, Technische Hochschule Deggendorf
- Institut für Technische Optik, Universität Stuttgart

Projektbegleitender Ausschuss

- asphericon GmbH ^{KMU}
- Astro Electronic ^{KMU}
- Berliner Glas KGaA
- DIOPTIC GmbH ^{KMU}
- IFasO GmbH ^{KMU}
- LT Ultra Precision Techn. GmbH ^{KMU}
- MAHR GmbH
- MPF-optics Ltd ^{KMU}
- OAT-Technologie GmbH ^{KMU}
- Qioptiq Photonics GmbH & Co. KG

Projektbegleitende akademische Abschlussarbeiten

[Promotion] Antonia Harsch: Ein Beitrag zur Erhöhung der Flexibilität und Reduktion der Messunsicherheit in der Tilted Wave Interferometrie

Das Programm „Industrielle Gemeinschaftsforschung“ (IGF) ...

... fördert Studien zur industriellen Machbarkeit von Innovationsideen und beschleunigt so Technologietrends. Dazu arbeiten Wissenschaft, Industrie und Politik zusammen:

0 Das **BMW**i fördert vorwettbewerbliche, innovationsorientierte Forschung mit dem IGF-Programm.

1 **Industrie** und **Wissenschaftler** entwickeln Innovationsideen und geben Projektimpulse.

2 **AiF-Forschungsvereinigungen**, wie die F.O.M., finden Forschungspartner.

3 **Wissenschaftler** von je 1-3 Forschungseinrichtungen schreiben Förderanträge.

4 **Industrieunternehmen** beraten bei der Entwicklung der Anträge.

5 Die **Forschungsvereinigungen** optimieren die Qualität der Vorhaben und der Anträge und reichen die Anträge ein.

6 Die **Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen** (AiF) lässt die Anträge durch **Experten aus Industrie und Wissenschaft** begutachten.

7 Das **BMW**i finanziert die Forschungskosten bis max. 250/500/750 T EUR.

8 Die **Industrie** teilt sich die Administrationskosten.

9 Die **Wissenschaftler** der Forschungseinrichtungen führen die Forschung durch.

10 Die **Forschungsvereinigungen** stellen einen regen Technologietransfer zwischen den **Forschungseinrichtungen** und den 10-15 Unternehmen eines projektbegleitenden **Industrieausschusses** mit mindestens 50 % KMU sicher.

11 Die **Industrie** steuert das Projekt mit, berät während der Forschungsphase, validiert die Ergebnisse, absorbiert sie und verwertet sie.

Gemeinsam stärken wir die Innovationskraft des Mittelstands und den Fachkräftenachwuchs in Deutschland.

Für eine ausführlichere Fassung des Abschlussberichts wenden Sie sich bitte an:

Kontakt / Impressum

Forschungsvereinigung F.O.M.
Werderscher Markt 15, 10117 Berlin
030 4140 2139,
info@forschung-fom.de
www.forschung-fom.de

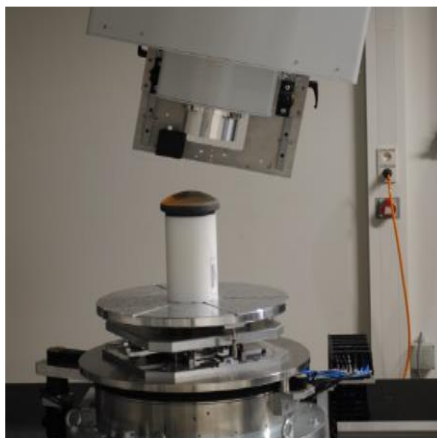


Die Ergebnisse

Für das Projekt wurde die neue Messmethode realisiert, indem ein bestehendes Granitportal mit einem TWI-Messkopf (bereitgestellt von einem Unternehmen des projektbegleitenden Ausschusses) kombiniert wurde. Im Rahmen des Projekts wurden neue, speziell für die Messaufgabe optimierte Messobjektive entwickelt und hergestellt. Eine neue Kalibrierstrategie und die Fertigung mehrerer Kalibrierkugeln machten die Kalibrierung und damit reproduzierbare Messungen möglich.

Es wurden drei Testflächen mit unterschiedlichen Eigenschaften definiert und gefertigt. Die Größe und das Gewicht der Prüflinge erforderte die Entwicklung eines neuen präzise justierbaren und langzeitstabilen Messmittelträgers. Sowohl die Hardware des Messkopfes als auch die Achsen des Messportals werden von der neu entwickelten Algorithmik angesteuert, sodass sowohl die Kalibrierung als auch der Messvorgang automatisiert ablaufen können.

Durch Vergleichsmessungen konnten die Messergebnisse validiert werden. Ein Kippstest zeigt die Stabilität des Aufbaus, die die Voraussetzung für ein erfolgreiches Vermessen mehrerer Subaperturen ist. Durch die Erweiterung der TWI-Software um die Vorbereitung der Subaperturen und deren Einzelauswertung sowie die Entwicklung einer Stitching-Software wurden Subaperturmessungen möglich, deren Messergebnisse zusammengefügt werden. Somit ist es nun möglich, auch für sehr große Prüflinge präzise Informationen zu deren Oberflächenfehlern zu erhalten, was Grundvoraussetzung für den weiteren Bearbeitungsprozess ist.



Gekippter TWI Messkopf zur Vermessung einer Freiformfläche.

Die Verwertung

KMU-Nutzen

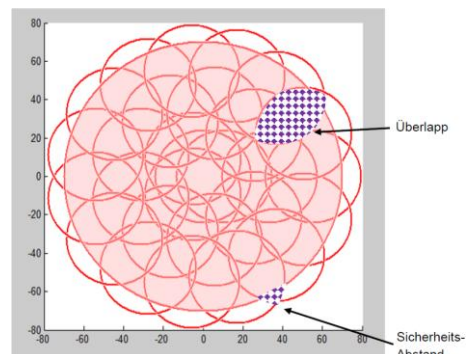
Das in TWI-Stitch entstandene Wissen ist grundsätzlich für alle Optikhersteller interessant, die sich mit der Fertigung asphärischer Linsen und Freiformflächen beschäftigen, da diesen eine flexible und hochgenaue Messmethodik an die Hand gegeben werden kann.

Durch die erhöhte Flexibilität bei den Optikherstellern entsteht neues Innovationspotential für Optikdesigner und Optikmaschinenbauer. Speziell diese Gruppen bestehen primär aus kleinen Ingenieurbüros, also vorrangig aus kleinen und mittleren Unternehmen (KMU).

Zu den Anwendungsbeispielen, für die bisher keine zufriedenstellende Messtechnik verfügbar war und die daher direkt vom Einsatz der untersuchten Messmethodik profitieren werden, gehören lichtstarke Optiksyste-me für die Fernerkundung, astronomische Teleskopsysteme oder auch Hochenergieoptiken, die alle typischerweise Durchmesser größer als 300 mm aufweisen.

Geplante Umsetzung

Die Projektergebnisse werden auch außerhalb des projektbegleitenden Ausschusses verbreitet. Mit dem nun erreichten höheren Technology Readiness Level werden gezielt Firmen angesprochen, sodass die Ergebnisse interdisziplinär und Wirtschaftszweig-übergreifend genutzt werden, um neue, innovative Produkte zu entwickeln. Der Nachweis der Messbarkeit bisher nicht messbarer Formen eröffnet die Erschließung neuer, bisher optikferner Märkte. Es ist geplant, die Technologie des TWI-Stitch-Projektes mit einem Mitglied des projektbegleitenden Ausschusses weiter in ein anwenderfreundliches Messsystem zu entwickeln.



Verteilung der Subaperturen – mit jeweils 48 mm Durchmesser.