

Auszug aus dem Jahresbericht 2018
Zur aktuellen Website: www.ist.fraunhofer.de

BREITBANDIGER STRAHLTEILER MIT GERINGEM WELLENFRONTFEHLER

In vielen optischen Instrumenten werden sogenannte Strahlteiler eingesetzt. Diese werden häufig zur Trennung einzelner Spektralbereiche verwendet, um das Licht den verschiedenen Spektrometern zuzuführen. Bei sehr hochwertigen Instrumenten darf der Wellenfrontfehler nur sehr klein sein, um Abbildungsfehler zu minimieren. Im Rahmen eines Projekts der Europäischen Weltraumorganisation ESA hat das Fraunhofer IST einen solchen breitbandigen Strahlteiler mit sehr geringem Wellenfrontfehler (20 nm rms) entwickelt.

Das Ziel: Beschichtung breitbandiger Strahlteiler

Das Ziel des Projekts war es, einen Strahlteiler mit einem Durchmesser von 120 mm zu entwickeln, der im Spektralbereich von 400 bis 900 nm bei einem Einfallswinkel von 30° eine hohe Reflexion von über 98 Prozent und gleichzeitig im NIR-Bereich von 920 bis 2300 nm eine Transmission von mehr als 92 Prozent aufweist. Um dies zu erreichen, wurde eine sehr hochwertige optische Beschichtung entwickelt, die aus einem dielektrischen Schichtstapel besteht, der mit Hilfe der Sputteranlage EOSS® (Enhanced Optical Sputtering System) abgeschieden wurde.

Minimierung von Wellenfrontfehlern

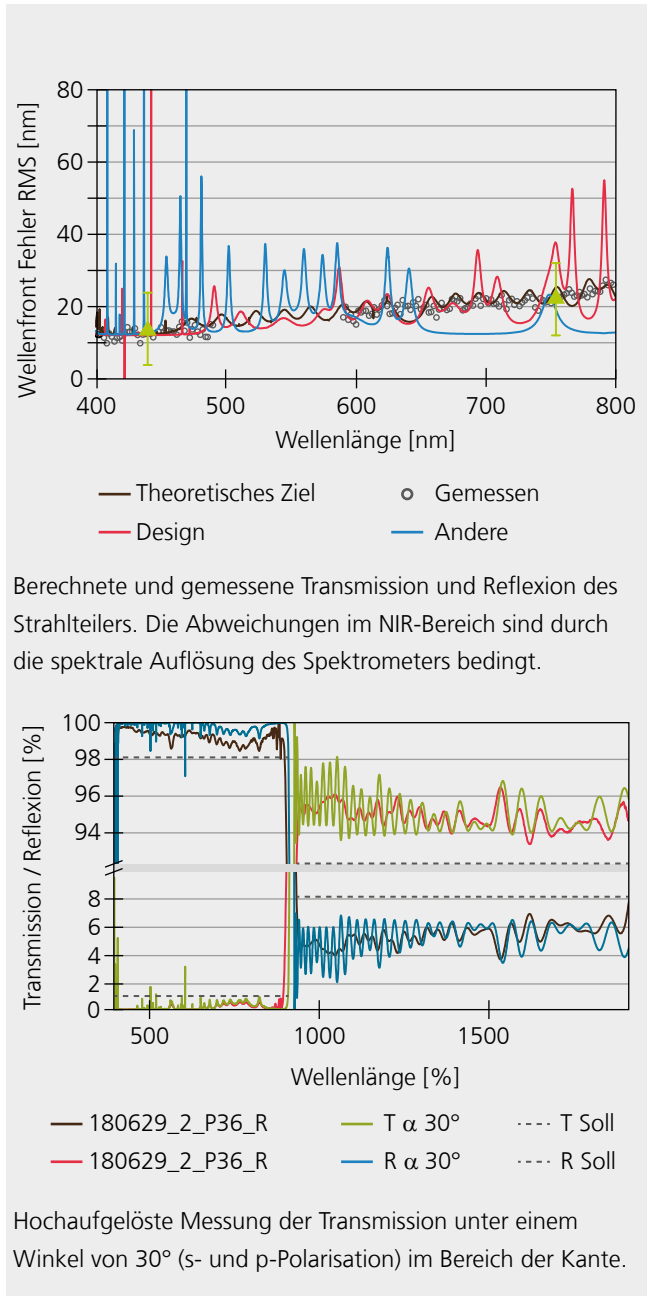
Wellenfrontfehler können bei optischen Beschichtungen mehrere Ursachen haben. Um diesen Fehler zu minimieren, muss zunächst ein sehr hochwertiges Substrat verwendet werden, das einen Root-Mean-Square (RMS)-Fehler von 2 nm aufweist. Eine weitere Fehlerquelle sind Schichtspannungen, die dazu führen können, dass sich das Substrat verbiegt. Selbst bei einem Substrat mit einer Dicke von 12 mm, würde eine nicht kompensierte Beschichtung zu einer Verbiegung von über 2 µm mit einem entsprechenden Wellenfrontfehler führen. Im vorliegenden Fall konnte mit einer doppelseitigen

Beschichtung eine exzellente Spannungskompensation erreicht werden. Unter bestimmten Umständen können bei bestimmten Wellenlängen sehr große resonanzartige Wellenfrontfehler auftreten, die die Spezifikationen um ein Vielfaches überschreiten. Um hier Abhilfe zu schaffen, wurde ein ganz neues Schichtdesign entwickelt, welches sich durch einen sehr geringen Wellenfrontfehler auszeichnet.

Die Herstellung der Beschichtung mit der EOSS®-Anlage

Zur Beschichtung des Strahlteilers wurde die Sputteranlage EOSS® eingesetzt, mit der hochpräzise optische Interferenzfiltersysteme hergestellt werden können. Das Gesamtsystem besteht aus insgesamt 150 Schichten und ist auf beiden Seiten der Komponente 14,4 µm dick. Durch die Optimierung des Prozesses konnten die Verluste des Strahlteilers deutlich reduziert werden. Die Abscheidung des Filters musste mit höchster Präzision erfolgen, weil – bedingt durch die Polarisationsaufspaltung – eine Verbreiterung der Kante für s- und p-polarisiertes Licht auftritt. Das Schichtdesign wurde mit einer Toleranzsicherheit von weniger als 1 nm erstellt. Um einen kleinstmöglichen Wellenfrontfehler zu realisieren, wurde die Abweichung der Schichtdickenverteilung auf einen Wert von weniger als +/- 0,125 Prozent reduziert – weltweit ein Spitzenwert.

1 Schema des Strahlteilers und seiner Geometrie.



KONTAKT

Dr. Michael Vergöhl
 Telefon +49 531 2155-640
 michael.vergoehl@ist.fraunhofer.de