

## Gitterkoppler als integriert optischer Sensor

Ein integriert optischer Wellenleiter mit einem Gitterkoppler versehen eignet sich als Sensorelement in der Chemie und Biochemie, um Änderungen der Brechzahl von Flüssigkeiten oder adsorbierender Schichten auf dem Wellenleiter in Echtzeit zu analysieren. Wegen der hohen Sensitivität dieses Messprinzips kann dieses beispielsweise als Immunosensor für Antikörpertests eingesetzt werden.

Das Messverfahren basiert auf der Anregung von Moden des Wellenleiters, welche durch Beugung des einfallenden Laserstrahls an einem Oberflächenreliefgitter angeregt werden. Moden werden nur im Resonanzfall angeregt, bei welchem der Einfallswinkel des Lasers (Kopplungswinkel) so gewählt wird, dass der gebeugte Strahl zur Ausbreitungsgeschwindigkeit der Mode passt. Die Messgrösse ist somit der Kopplungswinkel, aus welchem sich auf die Eigenschaften des Probematerials wie z. B. dessen Brechzahl schliessen lässt.

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist die Realisierung eines möglichst kostengünstigen Aufbaus. Dazu wurde ein Prototyp bestehend aus mechanischer Hardware, Ansteuerungs- und Sensorelektronik sowie der Software entwickelt und bezüglich Performance getestet.

Mit der Methodik des Produktentwicklungsprozesses wurde ein geeignetes Konzept für das System ausgewählt. Dieses Konzept zeichnet sich durch eine hochauflösende Winkelmessung aus, welche mit einem 21 bit Drehgeber realisiert wird. Der Einfallswinkel wird durch einen DC-Motor verstellt. Um den Kopplungswinkel zu bestimmen, messen zwei Photodioden an den Enden des Wellenleiters die Lichtintensität der Moden in Abhängigkeit des variierenden Winkels. Ein Transimpedanzverstärker wandelt den Photostrom um, welche mit einem ADC-Wandler erfasst wird.

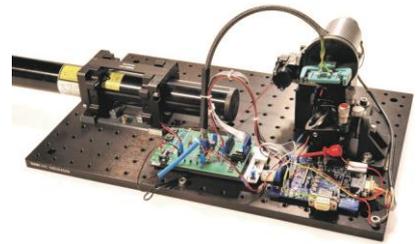
Mit dem Prototyp wurden erste Messungen durchgeführt, welche die erfolgreiche Umsetzung des Messverfahrens belegen. Bei einer Messung wird während 0.3 s ein Winkel-Scanbereich von 120 mrad abgefahren, worin die vier Peaks der Moden in positiver und negativer Ausbreitungsrichtung erkennbar sind. Ein durchschnittlicher Peak hat eine Breite von 1.6 mrad und besteht aus 180 Stützstellen. An der Maximalstelle des Peaks befindet sich der Kopplungswinkel. Die erreichte Auflösung des Kopplungswinkels liegt bei 18 mrad.

Mit diesem Messsystem wurde die Hardware eines Sensorsystems entwickelt, welches sich flexibel einsetzen lässt und präzise Messresultate produziert. In einer weiteren Iteration könnte durch eine optimierte Auswertung der Intensitätsverläufe die Auflösung gesteigert werden.

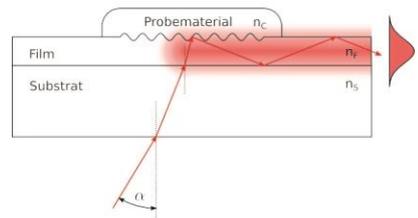


Diplomierende  
Robin Bleiker  
Joshua Kendrew

Dozierende  
Martin Weisenhorn  
Christoph Georg Stamm



Im Bild ist der Prototyp des Messsystems ersichtlich. Auf einer Grundplatte sind der Laser, die Mechanik und die Elektronik montiert.



Die Grafik zeigt den schichtweise aufgebauten, planaren Wellenleiter. Fällt der Laser mit dem Kopplungswinkel auf den Wellenleiter, so läuft eine Mode durch den Wellenleiter. Der entstehende Kopplungswinkel hängt vom Probematerial ab.