

Double-Pass Spectrometer

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Optik - Photonik
Betreuer: Prof. Christoph Meier
Experte: Markus Stoller (Meridian AG)

Die optische Kohärenztomographie (OCT, Fig. 1) dient Augenärzten zur Netzhautuntersuchung. Es besteht grosses Interesse darin, die OCT-Geräte in Kompaktheit und Handlichkeit zu optimieren. Das Spektrometer ist ein Instrument im OCT, welches sich das Lichtspektrum für Analysezwecke zu nutzen macht. Die Baugrösse eines OCT-Systems wird grösstenteils durch das Spektrometer definiert.

Ausgangslage

Die Auflösung jedes optischen Systems wird durch die Beugung begrenzt. Die Beugung ist die Ablenkung des Lichtes durch ein Hindernis. Im Spektrometer wird dieses Hindernis durch das Beugungsgitter realisiert. Der Beugungswinkel des Lichtes im Gitter ist abhängig von der Wellenlänge. Die Wellenlängen einer breitbandigen Lichtquelle (z.B. 800 – 880 Nanometer) können so aufgeteilt werden. Nimmt die Beugung zu, wird die Winkeldifferenz (Dispersion) zwischen den gebeugten Lichtstrahlen grösser. Dieser Effekt erhöht das spektrale Auflösungsvermögen. Die Qualität (Anzahl Gitterlinien) des Gitters ist ein Faktor, welcher die Beugung beeinflusst.

Ziele

Ziel dieser Bachelorthesis ist es, ein Prinzip für ein miniaturisiertes Spektrometer zu realisieren und zu charakterisieren. Durch eine zweifache Transmission wird die Dispersion verdoppelt. Folglich kann die Baugrösse durch kürzere Brennweiten verkleinert werden. Schlussendlich besteht das Spektrometer aus einer breitbandigen SLED im Nahinfraroth-Bereich (NIR), aus einem transmissiven Beugungsgitter, einem Linsensystem und einer Kamera. (Fig. 2)

Vorgehen

Der Realisierung gehen zahlreiche Simulationen in Matlab sowie OpticStudio's Zemax voraus. Durch die zweifache Transmission sind mehrere Parameter voneinander abhängig. So wird das gleiche Linsensystem sowohl zur Kollimation wie auch zur Fokussierung des Lichts auf die Kamera verwendet. Es ist schnell ersichtlich, dass durch doppelte Nutzung des Linsensystems, eine Kollision zwischen Quelle und Kamera entsteht. Diese Kollision gilt es, mit einem gut durchdachten Aufbau zu umgehen.

Der Strahlenverlauf verläuft teilweise neben der optischen Achse der Linsen. Durch den Achsenversatz entstehen Aberrationen (Abbildungsfehler) welche sich negativ auf das spektrale Auflösungsvermögen auswirken.

Im optomechanischen Aufbau müssen daher die wichtigsten Freiheitsgrade einstellbar sein, um das optische System optimal ausrichten zu können und Abbildungsfehler zu minimieren. Zu viele Freiheitsgrade erhöhen wiederum die Komplexität der Konstruktion. Daher ist ein Gleichgewicht zwischen fest positionierten, und im Mikrometerbereich einstellbaren Elementen zu definieren.



Marco Rutschi

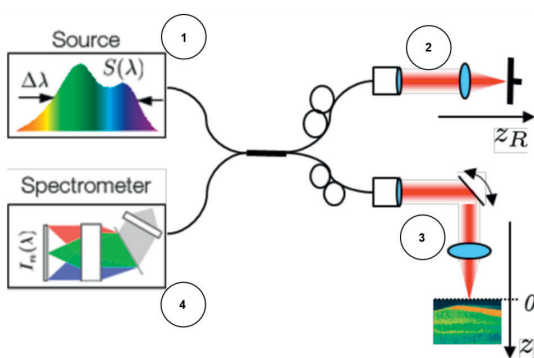


Figure 1: Schematischer Aufbau eines OCT-Systems. (1) Lichtquelle; (2) Referenzarm; (3) Messarm; (4) Spektrometer

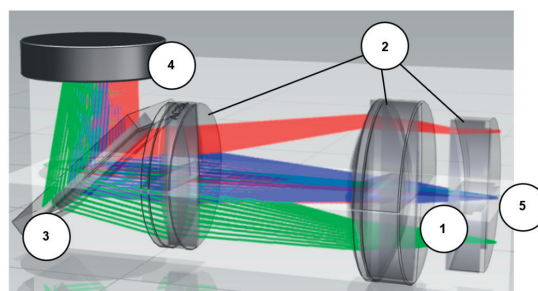


Figure 2: DP-Spektrometer. (1) Lichtquelle; (2) Linsensystem; (3) Beugungsgitter; (4) Spiegel; (5) Kamerazeile;