

Low Cost Spectrometer for OCT Applications

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Optik und Photonik
Betreuer: Dominik Inniger, Daniel Andreas Tschupp
Experte: PhD Joachim Hertzberg (Ziemer)
Industriepartner: Ziemer, Port

Die optische Kohärenztomografie (OCT) wird häufig in der Ophthalmologie eingesetzt, um Schnittbilder des Auges aufzunehmen. Ein zentraler Bestandteil eines OCT-Systems ist das Spektrometer, welches gleichzeitig auch Hauptkostentreiber ist. Ein günstiges OCT-System bedingt demnach ein kostengünstiges Spektrometer. Ein solches wurde in dieser Arbeit realisiert.

Ausgangslage

Die OCT ist ein interferometrisches, bildgebendes, nicht invasives Verfahren, mit dem es möglich ist, Schnittbilder, sogenannte Tomogramme, von optisch streuenden Materialien aufzuzeichnen. Häufig wird dieses Verfahren in der Augenheilkunde eingesetzt. Eine der verschiedenen OCT-Technologien ist die Spectral-Domain-OCT. Bei dieser wird das Licht einer breitbandigen Laserquelle genutzt. Dabei werden durch Überlagerung der Reflexionen aus einem Referenz- und Probearm Interferenzmuster erzeugt, welche danach vom Spektrometer aufgezeichnet werden. Mit Hilfe der Fouriertransformation und einigen Datenmanipulationen können so Tiefenscans der Probe erstellt werden. Die Auflösung, die Messtiefe sowie die Geschwindigkeit eines OCT-Systems werden dabei vom Spektrometer bestimmt.

Ziele

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, ein preisgünstiges Spektrometer zu realisieren und zu charakterisieren. Eingebaut in einem OCT-System sollen anschließend Tiefenscans einer gesamten Augenlänge aufgezeichnet werden können. Da die Messtiefe des OCT-Systems begrenzt ist, müssen mehrere Tiefenscans örtlich versetzt aufgenommen und zusammen-

gefügt werden. Dies vergrößert den Messbereich, bedingt jedoch einen verstellbaren Referenzarm.

Realisierung

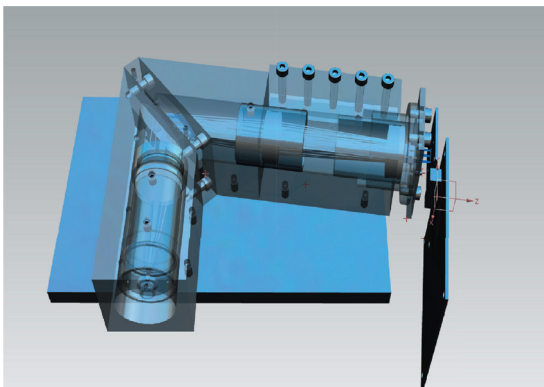
Die ersten, in paraxialer Näherung durchgeführten Berechnungen dienen als Anhaltspunkt für die Wahl der Optiken. Mit der Raytracing-Software „Zemax“ ist es nun möglich, Abbildungsfehler zu simulieren und das System zu optimieren. Die gewonnenen Ergebnisse helfen bei der Erstellung der CAD-Konstruktion. Diese muss so ausgelegt werden, dass so viele Freiheitsgrade wie möglich, aber nur so viele wie nötig, vorhanden sind, um das Einstellen zu vereinfachen. Die begrenzte Messtiefe und ein starker Fall-off bedingen eine bewegliche Auslegung des Referenzarms. Dieser wird mit einem Gleichstrommotor angetrieben und dessen Position mit einem optischen Massstab ausgelesen.

Resultate

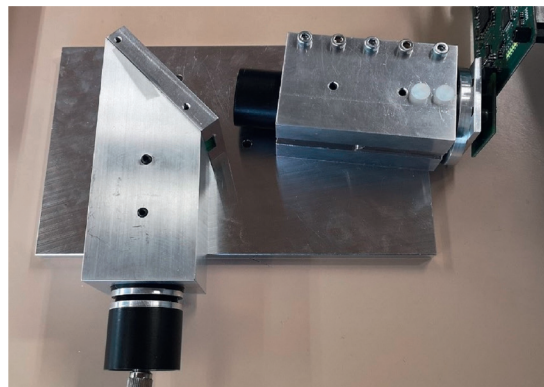
Mit dem Spektrometer konnten A-Scans aufgenommen werden. Das System erreicht eine Sensitivität von 101dB mit einem Signal-Rausch-Verhältnis von 48.6dB. Der 6dB-Fall-off liegt bei ca. 2mm. Die einseitige maximale Messtiefe bei 5mm. Die axiale Auflösung beträgt $9.7\mu\text{m}$.



Jan Hänzi
jan.haenzi@hotmail.com



Konstruktion Spektrometer mit Kamera und PCB



Angeschlossenes Spektrometer mit Kamera und PCB