

Adaptive Optik für Optische Kohärenztomographie

Fachgebiet: Optik

Betreuer: Dominik Täschler, Christoph Meier

Experte: Michael Peyer

Optische Kohärenztomographie (OCT) ist ein bildgebendes Verfahren zur Erzeugung von Schnittbildern mit hoher axialer und lateraler Auflösung. Im Gegensatz zur Mikroskopie ist jedoch nur die laterale Auflösung durch die Beugung begrenzt. Zusätzlich zur Beugungsbegrenzung wird die laterale Auflösung durch Abbildungsfehler, die eine unebene Wellenfront verursachen, verringert. Zur Korrektur dieser Aberrationen, wird ein OCT System mit adaptiver Optik (AO) kombiniert.

Einführung

Mit Hilfe von adaptiver Optik kann die laterale Auflösung eines optischen Systems verbessert werden. Grundsätzlich besteht ein solches AO System aus zwei optischen Komponenten. Einem Wellenfrontsensor, der die Verzerrung der Wellenfront eines kollimierten Lichtstrahls misst und einem deformierbaren Spiegel zur Korrektur dieser Verzerrung. Um eine Wellenfront zu korrigieren, werden Sensor und Spiegel in einem geschlossenen Regelkreis betrieben. Dabei wird die Spiegelfläche solange anpasst, bis die gemessene Wellenfront eben ist. Diese Technik wird zurzeit vorwiegend in der Astronomie angewandt um in Teleskopen Abbildungsfehler, welche durch die Atmosphäre entstehen, zu korrigieren.

Ausgangslage

Anhand früherer Studien wurde bereits gezeigt, dass durch die Integration einer AO in ein OCT-System die laterale Auflösung verbessert werden kann. Diese Systeme werden vorwiegend für Anwendungen in der Ophthalmologie entwickelt, da Kornea und Augenlinse die Wellenfront stören und somit die laterale Auflösung verringern.

Ziel

Das OptoLab der BFH verfügt über ein AO-Kit, um Wellenfronten zu messen und zu korrigieren. Ziel dieser Arbeit ist es, dieses System in einen telezentrischen

OCT-Scanner zu integrieren, um damit Abbildungsfehler des Systems zu korrigieren und somit die laterale Auflösung zu verbessern.

Vorgehen

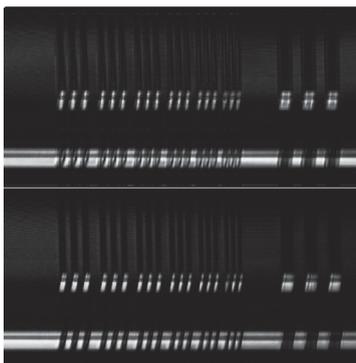
In einem ersten Schritt wird ein konfokaler, telezentrischer OCT-Scanner aufgebaut, welcher einen galvanometrischen Scankopf, sowie einen Wellenfrontsensor und einen deformierbaren Spiegel enthält. Zusätzlich wird ein Referenzarm speziell für diesen Aufbau realisiert. In einem zweiten Schritt werden Messungen durchgeführt, um das Auflösungsvermögen des Aufbaus zu charakterisieren. Dazu wird ein standardisiertes Target abgescannt. Anschliessend wird anhand der entstandenen Bilder die Modulationstransferfunktion (MTF), sowie die maximale Auflösung des Systems bestimmt.

Ergebnisse

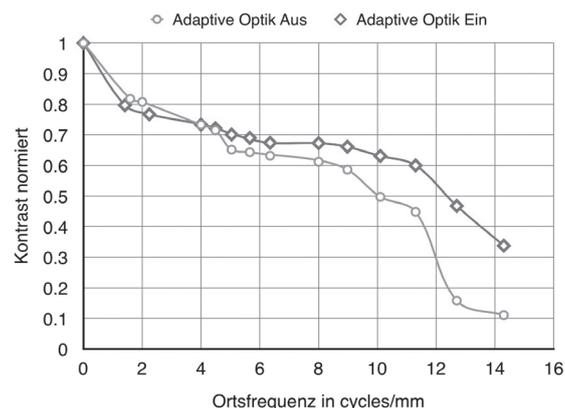
Mit Hilfe der MTF konnte gezeigt werden, dass das eingebaute AO System den Kontrast verbessert. Vor allem für Ortsfrequenzen ab 4 cycles/mm zeigt sich eine deutliche Verbesserung, die zwischen 5 und 30 Prozent beträgt. Somit können bei einem Kontrastverlust von 3dB anstatt 10 cycles/mm bis zu 12.3 cycles/mm aufgelöst werden. Dies entspricht einer Verbesserung der Auflösung von 50 auf 40.7 Mikrometer.



Thomas Fabian von Arx



B Scan eines USAF Targets mit (unten) und ohne (oben) adaptive Optik



Gemessene MTF des OCT Systems mit und ohne adaptive Optik