

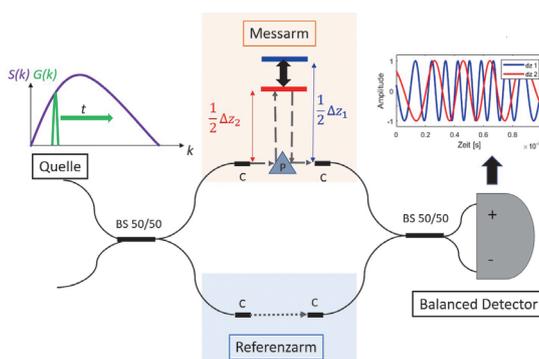
Variables Mach-Zehnder-Interferometer für ein Swept Source OCT

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Optik und Photonik
Betreuer: Prof. Christoph Meier
Experte: Dominik Täschler

Die optische Kohärenztomographie (OCT) ist ein optisches Bildgebungsverfahren, welches in den unterschiedlichsten Bereichen eingesetzt wird. Die heute benutzten Systeme sind aber jeweils nur für eine bestimmte Anwendung konzipiert. Um ein vielseitig einsetzbares Gerät zu entwickeln, muss dieses mit verschiedenen Laserquellen betrieben werden können.

Ausgangslage

Um die eingangs beschriebene Zielsetzung zu erreichen, soll ein variables Mach-Zehnder-Interferometer (MZI) für ein Swept Source OCT-Gerät entwickelt werden. Diese OCT-Technologie basiert auf einer Swept Source Laserquelle, welche einerseits ein schmalbandiges Spektrum besitzt (Abb. 1: $G(k)$), andererseits durchläuft (sweept) dieses einen gewissen Wellenlängenbereich (Abb. 1: $S(k)$). So können durch die Wellenlängenänderung Interferenzen entstehen, welche mit mathematischen Transformationen in ein Tomogramm überführt werden können. Ein MZI (Abb. 1) basiert auf demselben Effekt und erzeugt so ein Referenzsignal (K-Clock), aus welchem ein sogenannter Remapvektor gewonnen wird. Anhand dieses Vektors wird das eigentliche OCT-Signal interpoliert und anschliessend fouriertransformiert. Um mit verschiedenen Quellen funktionieren zu können, muss der optische Wegunterschied zwischen Mess- und Referenzarm in dem zu gestaltenden MZI variabel sein. Damit kann die Frequenz der K-Clock für die jeweils eingesetzte Quelle angepasst werden. (Abb. 1: Vergleich rotes und blaues Signal)



Schema VMZI mit «BS» Beamsplitter Teilungsverhältnis 50/50, «C» Kollimator, «P» reflektions Prisma

Ziele

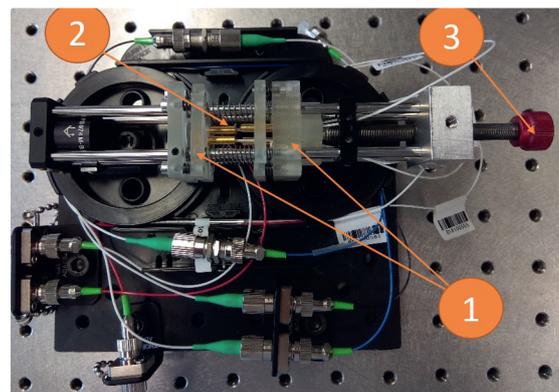
Alles Licht, welches nicht zur Erstellung von tomographischen Bildern benutzt werden kann, ist ein Verlust. Deshalb soll im MZI ein hoher Kopplungsgrad von 70% und mehr erzielt werden, damit nur ein möglichst kleiner Anteil des Lichts in das MZI gespiesen werden muss. Zusätzlich ist es für die Signalverarbeitung entscheidend, dass der Kopplungsgrad auch bei sich verändernder Wegdifferenz konstant bleibt. Um die Dimensionen des gesamten OCT-Systems in Grenzen zu halten, ist eine kompakte Form des MZI eine zusätzliche Bedingung.

Vorgehen

Um die Ziele zu erreichen, wurden in einem ersten Schritt die am besten geeigneten Komponenten für das System anhand von Messversuchen ermittelt. Zusätzlich wurde das gesamte MZI auch auf theoretischer Ebene analysiert und mathematische Zusammenhänge, wie der Frequenzgang anhand der Wegdifferenz und den Einfluss von Dispersion untersucht, um anschliessend das bestmögliche Konzept für den Aufbau zu wählen (Abb. 2). Am Ende wurde das definitive MZI charakterisiert, um die spätere Handhabung und den möglichen Einsatz bei anderen Systemen zu vereinfachen.



Mylène Amstutz
m.amstutz.ch@gmail.com



Miniaturisiertes VMZI mit Wegdifferenz Einstellmöglichkeit (3) und Tilteinheiten (1) für 4 Kollimatoren (2)