

Untersuchung von Fluideinschlüssen in Stalagmiten mittels Optischer Kohärenztomographie

Fachgebiet: Optik-Photonik

Betreuer: Prof. Dr. Lorenz Martin, Prof. Christoph Meier

Experte: Dr. Michael Rügsegger (Universität Bern)

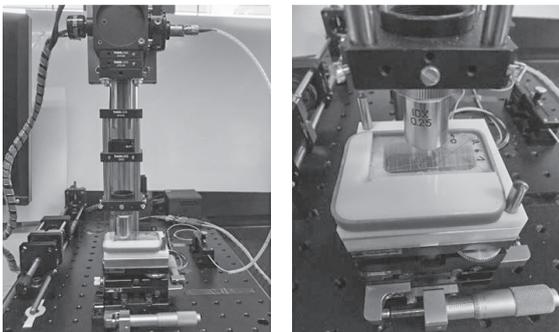
Stalagmiten in Höhlen wachsen über geologische Zeiträume. Dabei bilden sich Fluideinschlüsse im Kalzit. Am Institut für Angewandte Physik der Universität Bern wurde ein Verfahren entwickelt, mit welchem die Höhlentemperatur zum Bildungszeitpunkt eines solchen Einschlusses bestimmt werden kann. Dazu muss das Volumen des Einschlusses non-destruktiv bestimmt werden. Ziel dieser Bachelor-Thesis war es, solche Volumina mittels Optischer Kohärenztomographie (OCT) zu messen.

Ziel der Arbeit

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, eine Methode zu entwickeln, mit welcher Volumina von Fluideinschlüssen in Stalagmiten mittels OCT ausgemessen werden können. Dazu musste zuerst die Optik eines bestehenden OCT-Gerätes an die Aufgabe angepasst werden.

Vorgehen

Für die Messungen an Stalagmiten wurde ein in axialer Richtung hochauflösendes, breitbandiges OCT-Gerät verwendet, welches bei $800\text{nm} \pm 60\text{nm}$ betrieben wird. Um den Spot auf der Probe zu verkleinern und somit die transversale Auflösung zu verbessern, wurde ein Mikroskop-Objektiv verwendet. Dazu musste mit einem Teleskop der Spiegeldrehpunkt des OCT-Scanners in die Objektivbrennebene abgebildet werden. Die neue Optik wurde mit Referenztargets getestet und die Spotgrösse mit der Knife-Edge-Methode gemessen. Mit einem OCT-System können B-Scans (zweidimensionale Schnittbilder durch die Probe) und C-Scans (dreidimensionale Information) aufgenommen werden. Da die Fluideinschlüsse von Auge nicht erkennbar sind, wurde zusammen mit einer parallelen Bachelor-Thesis ein Positioniersystem entwickelt.

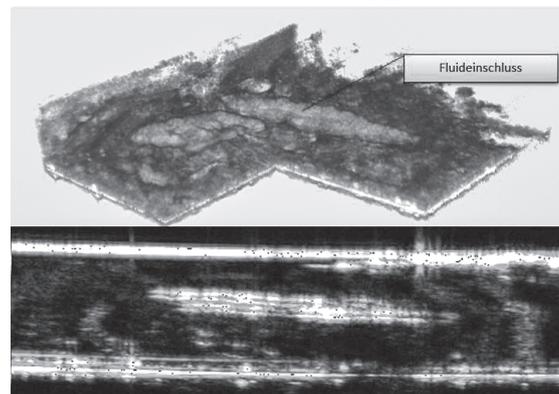


Aufgebaute Optik mit Mikroskop-Objektiv und Teleskop (links). Probenhalter mit Stalagmitenprobe (rechts).

Damit können Einschlüsse unter dem Konfokal-Mikroskop lokalisiert und mit dem OCT an genau derselben Stelle gemessen werden. Um das Signal-zu-Rausch-Verhältnis zu verbessern, wurden mehrere B-Scans gemittelt. Da zu Beginn der Arbeit unklar war, wie die Einschlüsse im OCT aussehen, wurden C-Scans aufgenommen und diese mit einer Bildbearbeitungs-Software dreidimensional dargestellt. Es wurde eine erste Volumenabschätzung eines ausgewählten Einschlusses mithilfe von verschiedenen Näherungen der Form des Einschlusses gemacht.

Ergebnisse und Fazit

Das entwickelte Positioniersystem für Mikroskop und OCT konnte getestet und dessen Funktionalität erwiesen werden. Es konnte eine Volumenabschätzung eines ausgewählten Einschlusses gemacht werden. Die Mittelung von mehreren B-Scans brachte ein verbessertes Signal-zu-Rausch-Verhältnis. Eine exakte Volumenbestimmung von beliebigen Einschlüssen ist jedoch zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht möglich. Der grösste Störeinfluss bei der Bildaufnahme ist die Doppelbrechung von Kalzit.



Dreidimensional dargestellter C-Scan mit Fluideinschluss (oben). B-Scan desselben Einschlusses (unten).



Stephan Gräub