

# Inclusions in Stalacmites for Paleoclimate Reconstructions

Fachgebiet: Optik/Photonik  
Betreuer: Prof. Christoph Meier  
Experte: Dr. Michael Rügsegger  
Projektpartner: IAP Universität Bern

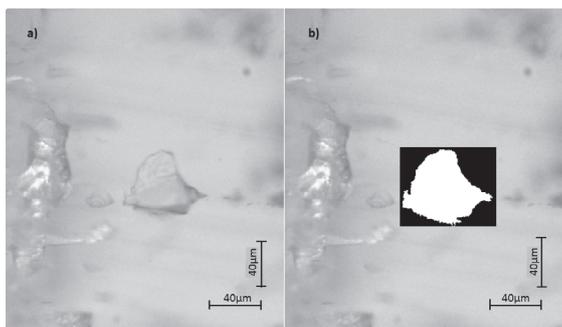
Die Paläoklimatologie nutzt Klimaarchive wie z. B. Fluideinschlüsse in Stalagmiten, um Rückschlüsse auf die Klimaentwicklung zu machen. Physikalische Berechnungen, die auf die Temperatur schliessen, setzen die Kenntnis über Dichte als auch Volumen von Fluideinschlüssen voraus. Das Ziel der Bachelor Thesis ist, mit mikroskopischen Methoden sowie Bildbearbeitung das Volumen von Fluideinschlüssen in Stalagmiten bestimmen und darstellen zu können.

## Ausgangslage

Es ist im Interesse von Klimaforschern, die Klimaentwicklung über mehrere tausend Jahre lückenlos und möglichst genau aufzeigen zu können. Hierzu benötigt man ein verlässliches beziehungsweise genaues Klimaarchiv wie z. B. Eisbohrkerne aus der Arktis, Sedimentbohrkerne aus Seen oder, was aus heutiger Sicht sehr interessant zu sein scheint, aus Tropfsteinen, insbesondere Stalagmiten aus Höhlen. Die Fluideinschlüsse in Stalagmiten sind seit ihrer Entstehung hermetisch von äusseren Einflüssen isoliert. In dieser Zeit blieben die physikalischen Eigenschaften des eingeschlossenen Wassers erhalten. Durch Messung der Dichte des Wassers sowie des Volumens der Einschlüsse lässt sich die durchschnittliche Jahrestemperatur in der Höhle des Stalagmiten rekonstruieren.

## Ziel

Die Erkundung des Themengebietes sowie das Erarbeiten von Lösungsansätzen für die digitale Bildbearbeitung und der ihr zugrunde liegenden Mikroskopie definieren das Ziel dieser Thesis. Durch konfokale Tiefenmessung besteht die Möglichkeit, Tiefeninformationen für eine Volumenabschätzung zu erhalten. Ansonsten muss versucht werden,



Fluideinschluss mit einer Länge und Höhe von ca. 40 µm. Abbildung (b) derselbe Einschluss mit segmentierter Fläche.

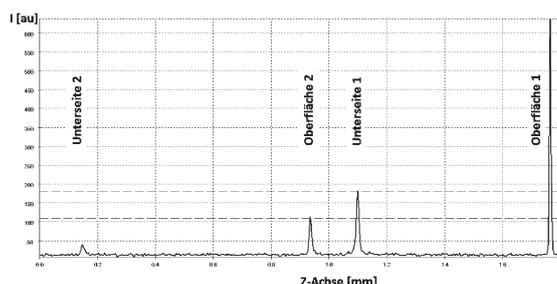
die Tiefeninformation durch OCT-Messungen (siehe Bachelor Thesis von Stephan Gräub) herbeizuführen. Die Identifizierung der Einschlüsse in Proben sowie die Ausgabe der Flächen- und Referenzinformationen durch Mikroskopie werden realisiert durch Entwicklung eines LabVIEW Programmes.

## Vorgehen

Die Voraussetzung für das Bearbeiten der Bilder von Fluideinschlüssen ist, dass man Bilder mit scharfen Konturen hat. Daher wird ein Kapitel dem Beleuchtungsapparat der Mikroskopie gewidmet. Dies, damit die Software die Kontur der Einschlüsse möglichst gut segmentieren kann. Um die Lage, auch die Position der Probe und somit der Einschlüsse auf dem OCT- und Mikroskopieaufbau auf ca. 10 µm sicherzustellen, wurde ein Referenz- und Positioniersystem entwickelt. Mit Hilfe der Bildbearbeitungswerkzeuge von LabVIEW werden die Einschlüsse segmentiert und die Fläche berechnet.

## Ergebnisse

Durch das Programm lassen sich Fluideinschlüsse halbautomatisch extrahieren, identifizieren sowie Informationen über den Projektionsflächeninhalt, den Massenschwerpunkt und die Lokalisation auslesen.



Tiefenmessung mit Konfokalmikroskop. Zwei Glasplättchen mit 50 µm Luft dazwischen. Intensität in relativen Einheiten.



Cuno Moser  
cuno.moser@outlook.com