

# Versteinertes Wasser als Klimaarchiv

**Stalagmiten aus Tropfsteinhöhlen wachsen über Jahrtausende und können für die Erforschung des Klimas der Vergangenheit genutzt werden. Anders als etwa Eisbohrkerne aus der Arktis liefern sie auch für gemässigte und kontinentale Gebiete Informationen über sehr lange Zeiträume. Die hochpräzise Extraktion von kleinsten Wasser- und Lufteinschlüssen aus den Stalagmiten stellt jedoch hohe Anforderungen.** Yvonne Scheidegger, Rolf Kipfer, Rainer Wieler<sup>1</sup>, Dominik Fleitmann<sup>2</sup>, Markus Leuenberger<sup>2</sup>

Stalagmiten zeigen als Folge der saisonal unterschiedlichen Tropfraten deutliche Wachstumslagen, die sich genau datieren lassen. Während sie wachsen, schliessen sie kleinste Mengen des Tropfwassers und der Höhlenluft ein. Diese Wasser- und Lufteinschlüsse sind vielversprechende Archive, die noch weitgehend unerforscht sind.

## Kristalle nicht zertrümmern

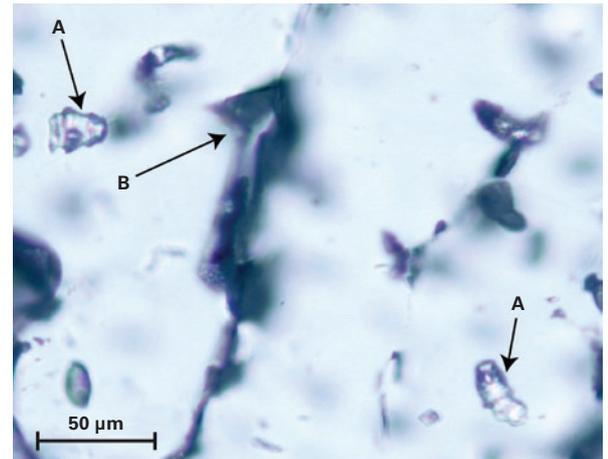
Gelöste Edelgase in den Wassereinschlüssen archivieren die klimatischen Bedingungen zum Zeitpunkt ihres Einschlusses in den Stalagmiten. Denn die Löslichkeit der Edelgase (Neon, Argon, Xenon) hängt von der Temperatur des Wassers, seiner Salzkonzentration und dem Luftdruck während des Gasaustausches ab. Analog zur Anwendung der Methodik in Grundwässern lässt sich so aus dem Verhältnis ihrer Konzentrationen die Höhlentemperatur bestimmen, die bei der Bildung der Wassereinschlüsse geherrscht haben muss.

Die Schwierigkeit bei der Extraktion der Gase aus den Wassereinschlüssen liegt vor allem darin, eine Vermischung mit Edelgasen aus benachbarten Lufteinschlüssen zu vermeiden, da Edelgase aus der Luft keine Information über das Klima der Vergangenheit enthalten. Wir haben eine Methode entwickelt, die es ermöglicht, die Edelgase aus den Wassereinschlüssen zu extrahieren und den Anteil störender Edelgase aus Lufteinschlüssen minimal zu halten. Das Material des Stalagmiten wird dazu zertrümmert, ohne aber die einzelnen Kalzitkristalle zu zerstören. So kann die Luft, die sich zwischen den Kristallen befindet, entweichen, das in den Kristallen eingeschlos-

sene Wasser jedoch nicht. Erst im nächsten Schritt werden dann die in diesem Wasser gelösten Gase durch Erhitzen extrahiert. Zur Überprüfung der Methode wurden Proben aus einem bis heute wachsenden Stalagmiten aus Yemen analysiert. Die berechneten Temperaturen stimmen mit der aktuellen Höhlentemperatur gut überein. Sie weisen allerdings noch beträchtliche Fehler auf, weil wir bisher noch keine absoluten Konzentrationen messen konnten. Mit der Bestimmung der aus der Probe extrahierten Wassermenge mit Hilfe einer Druckmessung versuchen wir zur Zeit, die Ungenauigkeit einzugrenzen, damit Paläotemperaturen noch präziser bestimmt werden können.

## Üppigeres Wachstum vor 2000 Jahren

Für die Analyse der Gase aus den Lufteinschlüssen wurden aus demselben Stalagmiten Proben aus der Gegenwart sowie 2000 Jahre alte Proben auf ihre Zusammensetzung untersucht. Erste Analysen zeigen, dass die Hauptkomponenten der Luft in der gleichen Menge vorkommen wie in der freien Atmosphäre. Die Spurengase, insbesondere CO<sub>2</sub>, sind jedoch gegenüber atmosphärischen Konzentrationen stark erhöht. Die isotopische Zusammensetzung des



Mikroskopaufnahme eines Stalagmiten aus Oman. A: Wassereinschluss, B: Lufteinschluss

Kohlenstoffs aus CO<sub>2</sub> ist sehr leicht, was darauf hindeutet, dass das CO<sub>2</sub> biogenen Ursprungs ist. Das zeigt, dass die alten Lufteinschlüsse tatsächlich «alte» Höhlenluft enthalten und als indirekter Zeiger verwendet werden können für die biologische Aktivität im Boden über der Höhle. Der Vergleich zwischen der rezenten und der alten Probe lässt vermuten, dass die biologische Aktivität in der Vergangenheit höher war. Das Klima im trockenen Jemen muss damals also feuchter gewesen sein. ○○○



Die letzten 7000 Jahre (rund 20 cm) eines Stalagmiten aus der Sofular Cave, Türkei. Der gesamte Tropfstein enthält Wachstumslagen bis 50 000 Jahre zurück.

<sup>1</sup> ETH-Zürich

<sup>2</sup> Universität Bern