

Einfache Experimente zur Beobachtung und Visualisierung der Salzkristallisation im Porenraum

Schwarz, Hans-Jürgen¹; Simon, Stefan²; Doehne, Eric²; Carson David²



Projektziel

Salze spielen als Schadensfaktor bei der Zerstörung von Kulturgütern wie Baudenkmalern und Wandmalereien eine große Rolle. In den letzten Jahren wurde mit großem Aufwand versucht, das Kristallisieren der Salze im Porenraum sichtbar zu machen, um die Schadens-Mechanismen aufzuklären. Viele Fragen sind jedoch noch immer unbeantwortet. Ziel der hier gezeigten experimentellen Untersuchungen ist es, einen Weg aufzuzeigen mit dem es möglich ist, hier Lösungen zu finden.



Was verursacht solche Salzsäden?

In einem ersten Schritt dahin wird mit einem einfachen Porenraumsystem gearbeitet, das es erlaubt, das Kristallisieren der Salze unter räumlich limitierten Bedingungen direkt zu beobachten, was bisher so nicht möglich war.

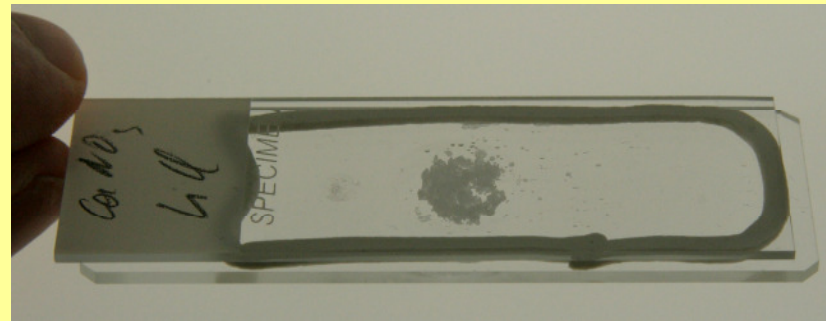
Für experimentelle Untersuchungen unter kontrollierbaren Bedingungen wurde eine **Mikroklimakammer** gebaut, die aus zwei Objektträgern besteht (einer davon mit einer Vertiefung) welche mit einem wasserdampfdichten Kitt in einem Abstand von ca. 1mm gehalten werden. Die Vertiefung des einen Objektträgers nimmt die gesättigte Salzlösung auf, die die relative Luftfeuchte in der Mikroklimakammer bestimmt. Durch Variation der Salzzusammensetzung kann das Klima kontrolliert variiert werden.

Einen nahezu **zweidimensionalen Porenraum** erhält man dadurch, indem man zwei Objektträger zusammenklebt. Da die Objektträger für polarisationsmikroskopische Arbeiten geeignet sind, können alle Möglichkeiten dieser Methode zur direkten Beobachtung ausgeschöpft werden.

Ein Heiztisch erlaubt temperaturabhängige Untersuchungen.

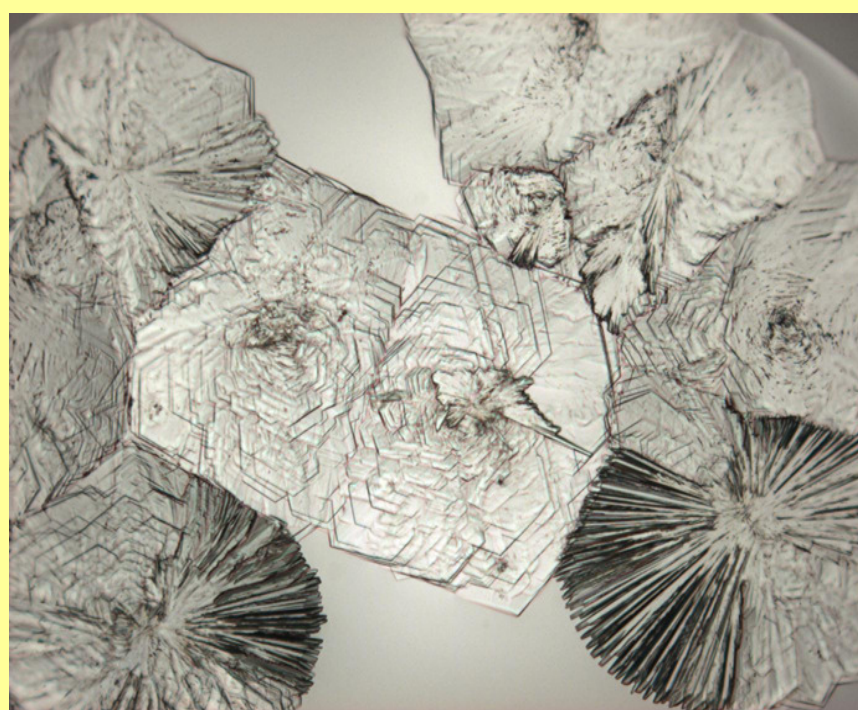
Der Versuchsaufbauten sind einfach umzusetzen und kostengünstig.

Mikroklimakammer



Beispiel: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

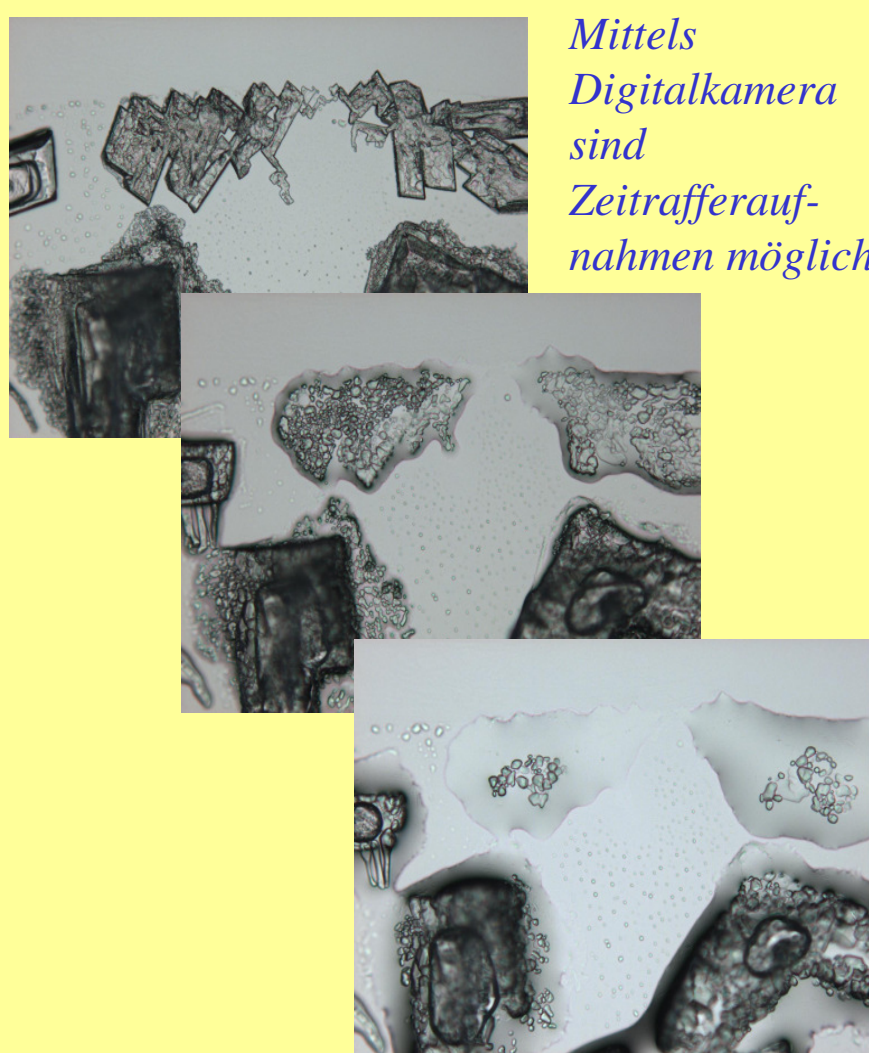
In der Mikroklimakammer kann das Kristallisieren von Calciumnitrat Lösung mit dem Polarisationsmikroskop beobachtet werden (hier bei 12 % RH). Vergrößerungen bis 375 fach sind möglich.



$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ Kristalle
(Bildunterkante (Buk) ca. 1mm)

Beispiel: KNO_3

Mit geeigneter Salzlösung bzw. entsprechendem Salz wird das gewünschte Klima eingestellt und variiert. Das Lösen und Kristallisieren der Salze kann mit einer Digitalkamera verfolgt und einem geeigneten Programm im Zeitraffer gespeichert werden.



Mittels
Digitalkamera
sind
Zeitrafferauf-
nahmen möglich

KNO_3 geht in Lösung (Buk - ca. 1mm)

Zweidimensionale Kapillare

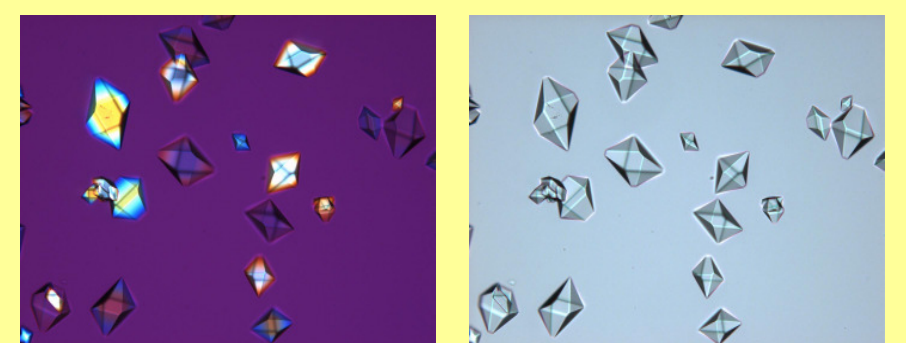


Beispiel: Na_2SO_4

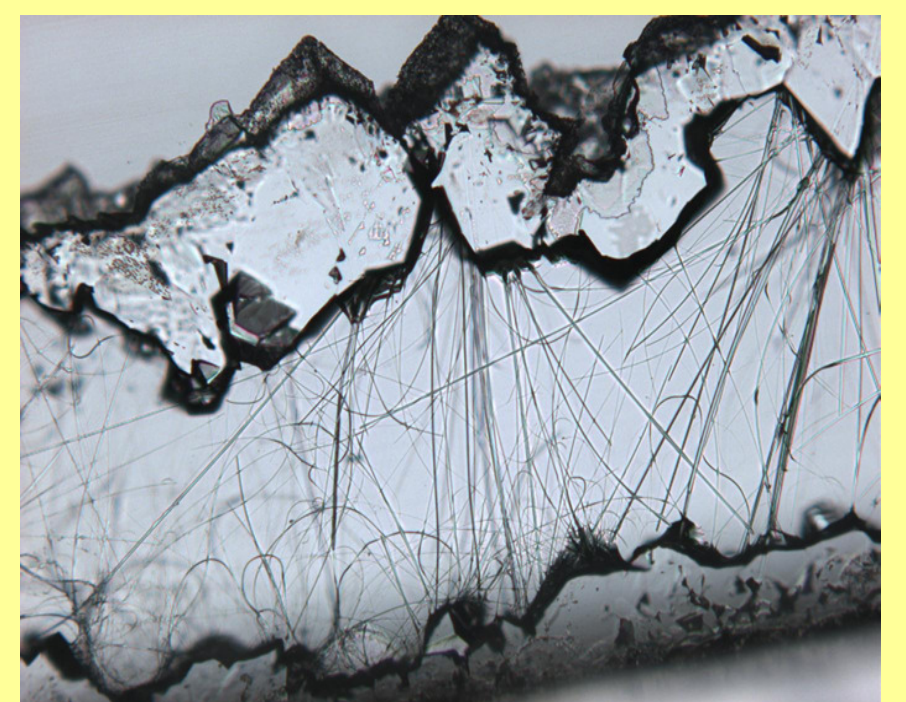
Konzentrierte Natriumsulfatlösung wird vom Versuchsaufbau kapillar aufgesogen. Umgeben von einer Salzkruste, die nur sehr langsam eine Wasserverdunstung erlaubt wachsen zunächst Kristalle der Generation 1. Diese großen idiomorphen Kristalle lösen sich mit der Zeit. Es bilden sich idiomorphe Kristalle der Generation 2. Liegt kaum noch Wasser als Lösungsmittel vor, wachsen Kristalle der Generation 3, die nun Whisker-artig ausgebildet sind.



Na_2SO_4 Kristalle **Generation 1** (Buk-2,5 mm)



Na_2SO_4 Kristalle **Generation 2** (Buk-ca. 1 mm)



Na_2SO_4 Kristalle **Generation 3** (Buk- ca. 1mm)

Die Kristallisationsabfolge entspricht dem Modell von Arnold (1989) und makroskopischen Beobachtungen.

Arnold, A.; Zehnder, K.; Küng, A. (1989): Verwitterung und Erhaltung von Wandmalereien. -In: Methoden zur Erhaltung von Kulturgütern, Paul Haupt, Bern und Stuttgart, S. 63-70