

## Ausblühverhalten von Gipsmodellen

P 06

A. Schaper<sup>1</sup>, Ch. Schwarte<sup>2</sup> und U. Sondermann<sup>3</sup>

<sup>1</sup>FB Geowissenschaften / Wissenschaftliches Zentrum für Materialwissenschaften, <sup>2</sup>FB Chemie, <sup>3</sup>Institut für Mineralogie und Wissenschaftliches Zentrum für Materialwissenschaften der Philipps-Universität-Marburg

*Notizen*

Der Werkstoff für ein Modell aus Gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) besteht aus einem Gefüge von Gipskristallen und Poren. Je nach Verwendungszweck werden an das Gefüge die verschiedensten Anforderungen gestellt. Um ihnen nachzukommen, geben die Hersteller der Ausgangssubstanz, Bassanit ( $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ , mit  $x \approx 0,5$ ), Additive zu. Nach dem Mischen der Ausgangssubstanz mit Wasser reichern sich im Verlauf der Abbindeaktion vom Bassanit zum Gips die für die Gips-Kristallstruktur inkompatiblen Bestandteile der Additive in der wässrigen Lösung an. Mit der Bildung des Gipsgerüsts ist die Entstehung des Porenraums verbunden. Die Beschaffenheit dieses Porenraums ist für die Beweglichkeit der verbliebenen wässrigen Lösung von großer Wichtigkeit.

Häufig eingesetzte Additive sind Kalium-Salze (z.B. K-Sulfat, K-Tartrat, K-Citrat), welche zu einer mit Kalium angereicherten Porenlösung führen. Gelangt eine solche Porenlösung an die Oberfläche eines Gipsmodells können sich nach dem Abdampfen des Wassers die gelösten Bestandteile als Ausblühungen abscheiden. Solche Ausblühungen beeinträchtigen die Härte an der Oberfläche sowie die Maßhaltigkeit und Detailwiedergabe des Modells. Eine häufig auftretende Ausblühphase wurde röntgendiffraktometrisch als Syngenit ( $\text{K}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) nachgewiesen [1].

Im Mittelpunkt dieses Beitrags stehen Betrachtungen zur Morphologie der ausgeblühten Syngenitkristalle. Hierzu wurden Oberflächen von Gipsmodellen, die aus fertig konfektionierten Ausgangssubstanzen oder aus Bassaniten mit ausgewählten Additiven hergestellt worden waren, rasterelektronenmikroskopisch untersucht. Durch energiedispersive Röntgenmikroanalyse wurde Syngenit anhand der charakteristischen Kalium-Röntgenstrahlung identifiziert. Für die spezielle Morphologie von Ausblühphasen ist die Feuchtigkeit des Modells von besonderer Bedeutung [2]. In enger Beziehung zur Lösungsmenge an der Oberfläche steht der erwähnte Porenraum des Modellvolumens als Reservoir und Migrationsweg für die Porenlösung bei vorgegebener Luftfeuchtigkeit. Daher wird versucht, basierend auf der Morphologie der ausgeblühten Kristalle, Aussagen über den Lösungstransport abzuleiten.

An ausgewählten Beispielen wird dokumentiert, daß das Auftreten von Ausblühungen keine Besonderheit von Dentalgipsen ist. Vielmehr treten schadensrelevante Ausblühungen bei den verschiedensten Materialien auf, die einen nennenswerten Porenraum besitzen.

[1] Dittrich, W., Jepsen, H. und Schwarte, Ch.: Spezielle Ausblühungen auf Oberflächen von Gipsmodellen. In: Dentalgipse und ihre Anwendungen. Hg. U. Sondermann und K.M. Lehmann. Marburg: Philipps-Universität, 1996.

[2] Arnold, A., Zehnder, K. und Kung, A.: Verwitterung und Erhaltung von Wandmalerei. In: Methoden zur Erhaltung von Kulturgütern. Hg. F. Schweizer u. V. Villiger. Bern: Haupt, 1989.

*Marburger Gipstagung 1999*

# Ausblühverhalten von Gipsmodellen

A. Schaper<sup>1</sup>, Ch. Schwarte<sup>2</sup> und U. Sondermann<sup>3</sup>

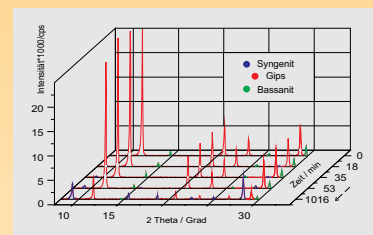
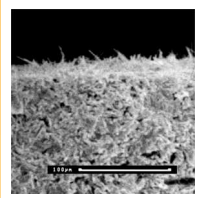
<sup>1</sup>FB Geowissenschaften / Wissenschaftliches Zentrum für Materialwissenschaften, <sup>2</sup>FB Chemie, <sup>3</sup>Institut für Mineralogie und Wissenschaftliches Zentrum für Materialwissenschaften - Philipps-Universität Marburg



## Einleitung

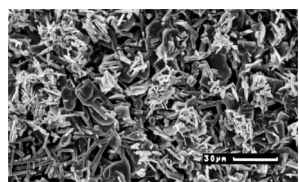
Ein Gipsmodell besteht aus einem Gefüge von Kristallen aus Gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) und Poren. Je nach Verwendungszweck werden daran verschiedene Anforderungen gestellt. Um diesen nachzukommen werden der Ausgangssubstanz, Bassanit ( $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  mit  $x \sim 0,5$ ), **Additive** zugegeben. Nach dem Mischen mit Wasser reichern sich im Verlauf der Abbindereaktion die für Gips inkompatiblen Bestandteile der Additive in der Lösung an. Häufig eingesetzte Additive sind Kalium-Salze und Kunststoffe.

Ausblühungen auf einem Dentalgips. Die Kristalle der Ausblühphase wachsen als Nadeln auf der Modelloberfläche auf.

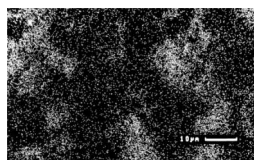


Röntgen-Diffraktogramme einer ausblühenden Gipsoberfläche in zeitlicher Abfolge. Die auftretende Ausblühphase ist Syngenit [ $\text{K}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ].

Erreicht eine K-haltige Porenlösung eine Modelloberfläche, scheiden sich dort nach dem Verdampfen des Porenwassers die gelösten Bestandteile als **- Ausblühungen -** ab.



Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme einer ausgetrockneten Gipsoberfläche.



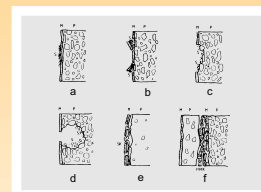
Kalium-Verteilung auf einer mit Syngenit ausgeblühten Modelloberfläche aus Fuji-Hartgips.

## Ergebnis

Auf einem Gipsmodell aus reinem Subhydrat werden nach Trocknung nur **Ausblühungen von Gipskristallen** erwartet. Zur Ausgangssubstanz hinzugegebene Stellmittel können auf inneren und äußeren Oberflächen die verschiedensten Kristallphasen aufwachsen lassen. Bei hohen Konzentrationen von Stellmitteln können die gesamten Oberflächen überdeckt werden. Eine häufig auftretende Ausblühphase ist Syngenit.

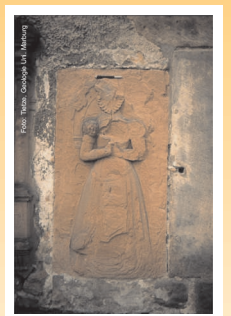
## Weitere Ausblühungsphänomene

Die Beispiele zeigen, daß das Auftreten von Ausblühungen keine Besonderheit von Dentalgipsen ist. Vielmehr treten schadensrelevante Ausblühungen bei den verschiedensten Materialien mit einem nennenswerten Porenraum auf.



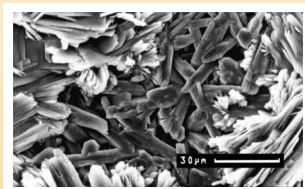
Stark verwittertes Abbild einer Frau, in Sandstein gehauen.

Formen der Salzverwitterung an Wandmalerei (M: Malschicht, P: Putzschicht, S: nadelige Salzkristalle, SK: Salzkruste), nach A. Arnold.

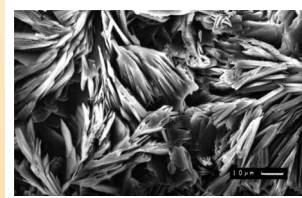


## B e f u n d e

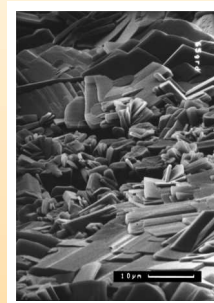
Im Mittelpunkt dieses Beitrags steht eine vergleichende Gegenüberstellung der Morphologie ausgeblühter **Syngenitkristalle**. Hierzu wurden Oberflächen von Gipsmodellen, die aus fertig konfektionierten Ausgangssubstanzen oder aus Bassaniten, die jeweils unter Zugabe von ausgewählten Additiven hergestellt worden waren, rasterelektronenmikroskopisch untersucht.



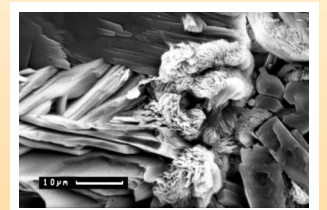
Auf der abgeformten Modelloberfläche (Mitte) zeigt sich vermehrt tafelig ausgebildeter Syngenit (Randbereich).



Eine völlig mit Syngenit überzogene Oberfläche. Der Ursprung der Sprossungen deutet auf Porenkanäle hin.



Syngenit-Ausblühungen auf der Oberfläche in Form verschieden geneigter Tafeln.



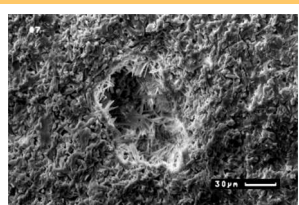
Ein unterschiedlich schneller Transport der Porenlösung ruft verschieden gestaltete Ausblühungen hervor.

## Besonderheit

Für die spezielle Morphologie von Ausblühphasen ist die Art der Trocknung des Modells von Bedeutung. In enger Beziehung zur Lösungsmenge an der Oberfläche steht der Porenraum des Modells als Reservoir und Migrationsweg für die Porenlösung bei vorgegebener Luftfeuchtigkeit. Es lassen sich, basierend auf der Morphologie der ausgeblühten Kristalle, Aussagen über den Lösungstransport ableiten.

### Trocknung über die Gasphase

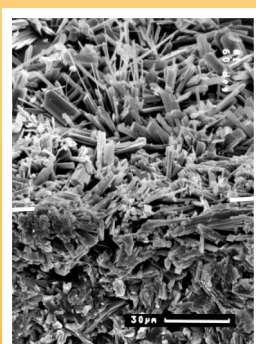
Kunststoffzusätze im Gips können die Benetzbarkeit der Porenwänden beeinflussen. Die Ausblühungen erfolgen dann verstärkt im Inneren.



REM-Foto von einer Bruchfläche eines kunststoffvergüteten Gipses. Die Ausblühungen liegen im Inneren einer Blase.



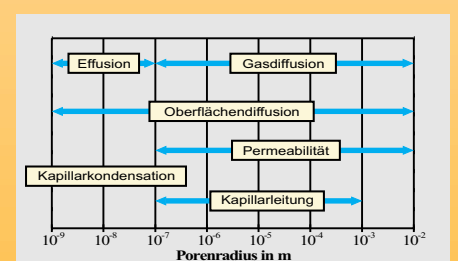
Kalium-Verteilung des Bildausschnitts von links. Die starke Anreicherung des Kaliums in der Blase ist augenfällig.



Bruchfläche eines Gipsmodells (Bruchkante markiert). Poren gestalten Lösungstransport. -Ausblühung auf der Oberfläche-

In den Poren findet der Transport der die Ausblühphasen bildenden, gelösten Bausteine statt. Die die Strömungsvorgänge bewirkenden Mechanismen sind stark von den Porenradien abhängig.

Für den Transport von Ionen sind vornehmlich Oberflächendiffusion und Kapillarleitung von Bedeutung. Beide genannten Eigenschaften hängen von der Benetzbarkeit der Poren im Gefüge ab.



Zusammenhang zwischen verschiedenen Wassertransportmechanismen und den zugehörigen Porenradien [2, 3].

[1] Diltrich, W., Jepsen, H., und Schwarte, Ch.: Spezielle Ausblühungen auf Oberflächen von Gipsmodellen. In: Dentalgipse und ihre Anwendungen. Hg. U. Sondermann und K. M. Lehmann. Marburg, Philipps-Universität, 1996. [2] Klopfer, H.: Feuchte. In: Lutz, P. Lehrbuch der Bauphysik. Stuttgart: B. G. Teubner, 1989. [3] Meng, B.: Charakterisierung der Porenstruktur im Hinblick auf die Interpretation von Feuchte-Transportvorgängen. Aachen: Verlag der Augustinus Buchhandlung, 1993. [4] Arnold, A.: Salzminerale in Mauerwerken. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 61 (1981): 147-166.

Die Autoren danken der Firma BK Giuliani GmbH & Co OHG, Ludwigshafen, für die finanzielle Unterstützung des Marburger Forschungsprojektes.