Cave Blisters in der Oberländerhöhle (M3)

von / par Norbert Marwan[1] – Traduction: Jacques-André Jacquenoud, Catherine Perret

Découverte de blisters dans la Oberländerhöhle (M3)

Mots-clés
Blister, concrétions en bulle, fleurs de gypse, Oberländerhöhle, Sägistal

Résumé

Des concrétions en forme de bulle, appelées «cave blisters» en anglais, ont été trouvées dans la Oberländerhöhle (Sägistal, Oberland bernois, Suisse). Une analyse par diffraction aux rayons X a révélé que la croûte des bulles est composée de gypse et de calcite. A l'intérieur, on a observé une masse poreuse de calcite et de gypse. Le gypse se forme par décomposition de la pyrite contenue dans le calcaire. Sa cristallisation provoque la destruction de la couche de calcite recouvrant la roche, et il se forme une croûte d'un mélange de gypse et de restes de calcite. La formation des bulles pourrait être dérivée de celle des fleurs de gypse.

Introduction

Le Groupe international de spéléologie dans les karsts alpins (ISAAK) explore les cavités du Sägistal dans l'Oberland bernois depuis 1988. La principale est la Oberländerhöhle, qui affiche une profondeur de presque 450 m. Dans cette grotte, les spéléologues ont trouvé une galerie qu'ils ont nommée le «couloir du sucre en poudre», car les parois, très blanches, semblent être recouvertes d'un glaçage et saupoudrées de sucre. En les observant plus précisément, on observe des cristaux minuscules et hérissés, mais aussi des formations blanches en forme de bulles, décrites dans la littérature comme «cave blisters» (Hill et Forti 1997). Tandis que l'on sait que les cristaux blancs sont des aiguilles de gypse, la composition des bulles n'a jamais été éclaircie. En 1998, lors du camp d'exploration au Sägistal, nous avons prélevé quelques échantillons de bulles, afin de les analyser à l'Université de Dresde.

Cave Blisters

Les blisters sont des formations en forme de bulle que l'on trouve sur les parois de grottes. Elles sont constituées d'une mince croûte et peuvent être creuses. D'après Hill et Forti, leur composition en minéraux est variable, elles peuvent contenir entre autres du gypse ou de l'opale. Ils expliquent la genèse et la croissance de ces bulles par un phénomène de précipitation à l'extrémité de fissures capillaires alimentées de manière très constante. A la surface des gouttes perlant depuis ces fissures, il se forme une très fine couche de cristaux qui précipitent par évaporation de l'eau. Cependant, l'apport constant d'eau provoque la rupture de cette

[1]Kastanienallee 17, D-14471 Potsdam, Germany

Schlüsselworte
Cave Blisters, Ausblühungen, Oberländerhöhle, Sägistal

Zusammenfassung

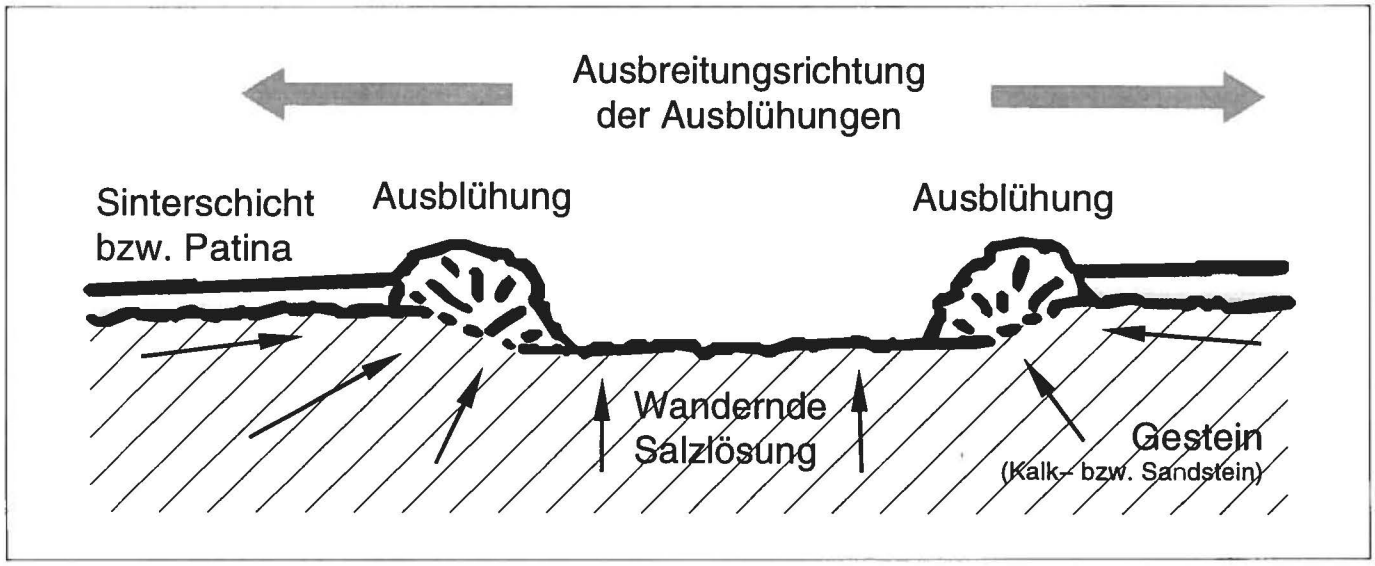
In der Oberländerhöhle im Sägistal (Berner Oberland, Schweiz) wurden blasenartige Gebilde gefunden, sogenannte Cave Blisters. Eine Analyse mittels Röntgendiffraktometrie ergab eine Zusammensetzung der Kruste der Blasen aus Gips und Calcit. In den Blasen wurde eine lockere Mischung aus Calcit und Gips festgestellt. Der Gips entsteht durch die Verwitterung des Pyrits im Kalkstein. Die Auskristallisation des Gipses zerstört die den Kalkstein bedeckende Sinterschicht und verursacht Krusten aus einem Gemisch von Gips und Verwitterungsresten aus Calcit. Die Blasen könnten durch die ringförmigen Ausblühungen des Gipses entstehen.

Einführung

Im Sägistal im Berner Oberland (Schweiz) ist die Internationale Speläologische Arbeitsgruppe Alpiner Karst (ISAAK) seit 1988 forscherisch tätig. Das Hauptforschungsobjekt ist hier die Oberländerhöhle mit einer Tiefe von fast 450 m. In einem Gang der Höhle, dem Puderzuckergang, findet man schneeweiße, «bepuderte» Wände. Der Gang sieht aus, als wäre er mit reichlich Zuckerglasur und Puderzucker verziert. Bei näherer Beobachtung entpuppt sich die Zuckerglasur als igelige, winzige Kristalle. Außerdem gibt es hier weiße, blasenartige Gebilde, die in der Literatur als Cave Blisters beschrieben wurden (Hill und Forti 1997). Während bisher bereits sicher war, daß die schneeweißen Kristallnadeln aus Gips sind, war lange unklar, woraus die Blasen bestehen. Im Sägistal-Forschungslager 1998 wurden deshalb einige Proben von den Blasen gewonnen und anschließend an der TU Dresden analysiert.

Cave Blisters

Cave Blisters sind blasenartige Gebilde, die aus einer dünnen Kruste bestehen, innen hohl sein können und an Höhlenwänden auftreten. Nach Hill und Forti können Cave Blisters aus verschiedenen Mineralen oder Mineralgemischen gebildet werden, unter anderem aus Gips oder auch Opal. Sie beschreiben das Auftreten und die Entstehung dieser Blasen im Zusammenhang mit kapillaren Klüften, die ständig Lösungen zuführen. Am Ende einer kapillaren Kluft bildet sich auf der Oberfläche der Lösung durch Verdunstung eine Haut aus den aus der Lösung ausfallenden Kristallen. Diese Kristallhaut bricht durch die ständige Nachfuhr neuer Lösung auf, wird aufgeblasen, wächst und verkrustet wieder. Allmählich wachsen so Blasen bis zu Dezimetergröße heran (Hill und Forti 1997).



Blisters (a) d'après Hill et Forti (b) dans la galerie du sucre en poudre, Oberländerhöhle.

Cave Blisters (a) nach Hill und Forti, (b) im Puderzuckergang der Oberländerhöhle.

croûte, la bulle gonfle en reformant une croûte. Ce processus se répète, la bulle grandit petit à petit jusqu'à atteindre parfois des tailles décimétriques (Hill et Forti 1997).

La galerie du sucre en poudre

Cette galerie est un méandre fossile à profil en trou de serrure. Elle est très sèche; le courant d'air y est modéré. L'abondance de minuscules cristaux blancs lui donne un aspect poudré. On y trouve différents types de cristaux de gypse: élégamment courbés ou droits comme les aiguilles, hérissés ou en fine poudre, sans oublier les fleurs de gypse. Parmi cette variété, on trouve des formations creuses semblables à des bulles, atteignant cinq centimètres de diamètre et trois de hauteur. Tandis que les petits cristaux hérissés sont disposés selon la stratification ou alignés sur des fissures, les blisters sont organisés en «nids», formés de plusieurs bulles de tailles différentes. Ces nids semblent être orientés également sur les fissures. Certaines bulles sont crevées, révélant à l'intérieur une masse cristallisée blanche et poreuse rappelant la ouate. Par endroits (mais pas partout), on trouve au sol, à l'aplomb des bulles de gypse, du sable clair et fin, composé de calcite et de gypse, selon les analyses. Il s'agit du résidu de la croûte cristallisée désagrégée lors de la croissance de ces formations, qui tombe finalement au sol.

Analyse des blisters

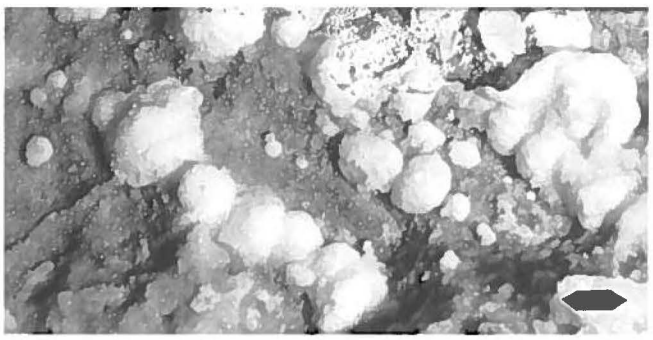
Nous voulions examiner des fragments de la croûte ainsi que de l'intérieur des bulles. Pour ne pas faire de dégâts inutiles, nous n'avons prélevé que de très faibles quantités d'une bulle déjà ouverte. Les échantillons ont été réduits en poudre (grains < que 10 µm), puis analysés par diffraction aux rayons X. L'institut de géotechnique de l'Université de Dresde a mis un diffractomètre à notre disposition. L'analyse a révélé que la croûte des bulles est composée en majorité de gypse, dans lequel sont inclus des cristaux de calcite. L'intérieur est constitué d'un sable fin de gypse et de calcite (plus de calcite que de gypse). Nous avons également analysé la composition du sable recueilli au sol et de quelques concrétions en fleurs. Le sable est composé de calcite et de gypse, alors que les fleurs sont constituées de gypse.

Der Puderzuckergang

Der Puderzuckergang ist ein fossiler, mäanderartiger Gang mit Schlüssellochprofil. Der Gang erscheint sehr trocken und die Luftbewegung ist mäßig. Durch die reichliche Ausschmückung mit schneeweißen, winzigen Kristallen und Kristalligeln, sieht er aus, als wäre er mit Puderzucker oder Zuckerglasur verziert. Dabei findet man verschiedene Ausbildungen der Gipskristalle. Es treten lockenartig gekrümmte, nadelige, igelartige und zuckerartige Kristalle oder auch ganze Krusten von Gipsausblühungen auf. Dazwischen befinden sich blasenartige, hohle Ausbildungen, die bis fünf Zentimeter im Durchmesser und drei Zentimeter hoch sein können. Während die igelartigen Kristalle vor allem an der vorhandenen Schichtung und an Kleinstklüften linienhaft ausgerichtet sind, bilden die Cave Blisters meist Nester, die aus mehreren, unterschiedlich großen Blasen bestehen. Diese Nester scheinen ebenfalls an den Klüften orientiert zu sein. Einige der Blasen haben eine aufgebrochene Oberfläche. Im Inneren ist eine weiße, lockere und watteartige Mischung aus kleinen Kristallen. Stellenweise (nicht überall) findet man auf dem Boden unter den Gipsausblühungen hellen, feinen Sand, der, wie die Analyse gezeigt hat, aus Calcit und Gips besteht. Das ist der Verwitterungsrückstand, der durch die Kristallisationssprengung, welche durch die Gipsausblühungen verursacht wird, entsteht und auf den Boden fällt.

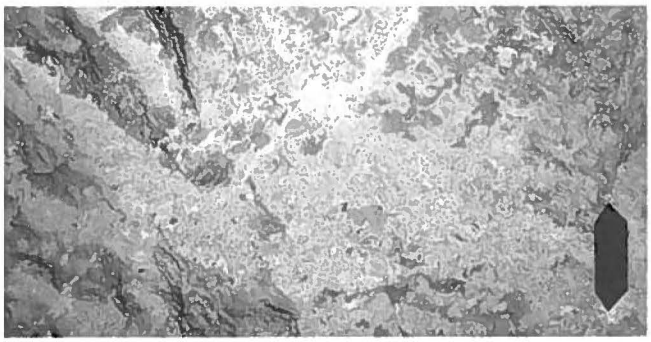
Analyse der Cave Blisters

Von einem Cave Blister sollte ein Stück der Kruste und die Innereien untersucht werden. Um keine unnötigen Zerstörungen zu verursachen, wurde nur sehr wenig Probenmaterial und dieses von einer bereits aufgebrochenen Blase gewonnen. Die Proben wurden auf eine Korngröße < 10 µm gemahlen und per Röntgendiffraktometrie analysiert. Dazu stand an der TU Dresden, Institut für Geotechnik, ein Röntgen-Diffraktometer zur Verfügung. Die Röntgenanalyse ergab, daß die Schalen der Blasen zum Großteil aus Gips bestehen, in die jedoch Kristalle aus Calcit eingebaut sind. Bei den Blasen-Innereien handelt es sich um einen feinen Sand aus Gips und Calcit (mehr Calcit als Gips). Des weiteren wurden der am Boden liegende Sand und einzelne krustenartige Ausblühungen untersucht. Der Sand besteht aus Calcit und Gips, die Krusten aus Gips.



Im Puderzuckergang treten blasenartige Gebilde aus Gips auf, die Cave Blisters; Maßstab entspricht 10 mm (Foto: Norbert Marwan).
Blisters, concrétions de gypse en bulles dans la galerie du sucre en poudre. Echelle: 10 mm.

Unter den Gipsausblühungen bilden sich durch die abfallenden Verwitterungsreste charakteristische Sandhaufen; Maßstab entspricht 10 cm (Foto: Norbert Marwan).
Petits amas de sable à l'aplomb des bulles de gypse. Echelle: 10 cm.



Conclusions

Avec la preuve que les blisters ont la même composition que les fleurs de gypse, on peut maintenant affirmer que les concrétions de la galerie du sucre en poudre sont essentiellement composées de gypse.
La pyrite contenue dans le calcaire du Malm (Tithonien) entraîne par des processus d'oxydation une formation secondaire de gypse (AMACHER 1992). Il se forme de la sorte des concrétions arrondies, des aiguilles ou des cristaux minuscules et hérissés, en fonction semble-t-il du climat souterrain. Le gypse se trouve fréquemment le long des fissures et des joints de strates, endroits où l'apport en composés soufrés en solution est accru. Certaines bulles ou fleurs sont disposées en cercles déformés. A l'intérieur de ces cercles, la roche est nue, et on trouve au sol de petits amas de sable fin de gypse et calcite. Ces formations sont très semblables aux bulles de sel d'alun – comparables à des abcès – que l'on connaît dans la Sächsische Schweiz (Allemagne) (LENTSCHIG-SOMMER 1960). On pourrait tirer un parallèle sur le mode de formation des bulles de la galerie du sucre en poudre. Les concrétions de sel d'alun se développent comme un abcès cancéreux. La cristallisation à l'intérieur de la bulle provoque une dégradation de la roche et le matériel effrité tombe au sol en formant des amas de sable caractéristiques. Les blisters pourraient se former d'une manière analogue – au contraire de la théorie de Hill et Forti – à la différence que la croûte ne se romp pas, mais se voûte et forme une bulle. Ensuite, le sable de gypse et de calcite produit au cours de la croissance reste piégé dans la bulle, et s'accumule en une masse poreuse rappelant la ouate. Cette théorie ne pourra être prouvée que par des recherches approfondies.

Remerciements

Je remercie les collaborateurs de la Chaire de géologie appliquée de l'Institut de géotechnique de l'université de Dresde pour leur aimable soutien, sans lequel l'analyse des échantillons n'aurait pas été possible.

Bibliographie / Literatur

AMACHER, G.: Geologische Grundlagen für Höhlenforscher. – *In*: Der Oberländer Höhlenforscher, Heft 6 (1992) : 37-57.
HILL, C. A.; FORTI, P.: Cave minerals of the world. – Huntsville : National Speleological Society, 1997.
LENTSCHIG-SOMMER, S.: Petrographische Untersuchung der Wabenverwitterung des Elbsandsteins. *In*: Jahrbuch des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie Dresden (1960) : 111-126.
PRESCHER, H.: Geologie des Elbsandsteingebirges – Eine Einführung. – Dresden und Leipzig: Verlag Theodor Steinkopff, 1959.

Schlussfolgerungen

Mit dem Nachweis, daß die Cave Blisters genauso wie die anderen Ausblühungen aus Gips bestehen, bestehen nun keine Zweifel mehr, daß der Puderzuckergang seine prächtige Ausschmückung ausschließlich durch Gips erhält.
Der im Malm-Kalk (Tithon) enthaltene Pyrit führt über Oxydationsvorgänge zur sekundären Bildung von Gips (AMACHER 1992). Dabei können lockenartige, nadelige oder auch sehr kleine Kristalligel entstehen. Die Ausbildung solcher Kristalle hängt sehr vom Höhlenklima ab. Die Entstehung des Gipses ist oftmals an Klüfte und Schichtfugen orientiert, da hier die Zufuhr von schwefelsauren Lösungen verstärkt stattfinden kann. Einige Ausblühungen sind in deformierten «Ringen» angeordnet. Innerhalb eines solchen Ringes ist das Gestein frisch, am Boden unterhalb der Ausblühungen befinden sich Haufen von losem Sand aus Gips und Calcit. Diese Erscheinungen haben eine sehr starke Parallele zum Auftreten der Krebsgeschwür-ähnlichen Alaunsalzausblühungen in der Sächsischen Schweiz (Deutschland) (LENTSCHIG-SOMMER 1960). Daher verstärkt sich die Annahme, daß die krustenartigen Gipsbildungen im Puderzuckergang auf ähnliche Weise entstehen, wie die Alaunsalzausblühungen. Diese breiten sich wie ein Krebsgeschwür aus. In ihrem Inneren zerstören sie durch die Sprengkraft der Auskristallisation der Salze das Gestein und tragen so zur Verwitterung bei. Das abgesprengte Material fällt zu Boden und bildet die charakteristischen Sandhaufen. Die Cave Blisters könnten – im Gegensatz zur Theorie von Hill und Forti – auf analoge Weise entstehen, nur daß die Kruste nicht aufbricht, sondern erhalten bleibt, sich wölbt und eine Blase bildet. Der beim Weiterwachsen anfallende Calcit- und Gipssand bliebe dann in der Blase liegen und würde die «Watte» erklären, die in den Blasen gefunden wird. Inwieweit diese Idee vertretbar ist, muß mit einer umfangreichen Untersuchung abgeklärt werden.

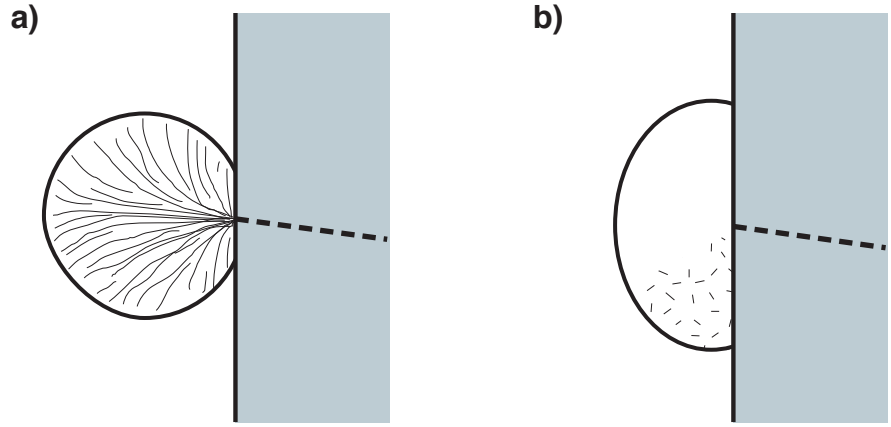
Danksagung

Den Mitarbeitern am Lehrstuhl für Angewandte Geologie am Institut für Geotechnik der TU Dresden gebührt herzlichster Dank für die freundliche Unterstützung, ohne der die Untersuchung der Proben nicht möglich gewesen wäre.

Korrektur zum Artikel Cave Blisters in der Oberländerhöhle (M3) (Stalactite 2/2000)

In dem Beitrag wurden blasenartige Gipsgebilde, sogenannte „Cave Blisters“, in der Oberländerhöhle im Sägistal (Berner Oberland) besprochen. In der Literatur findet man Cave Blisters z. B. in dem Buch „Cave minerals of the world“ von HILL und FORTI. Im Gegensatz zu der wohl häufigeren Form gefüllter Cave Blisters, sind die Cave Blisters in der Oberländerhöhle nur aus einer Schale aufgebaut.

Im o. g. Beitrag wurde eine falsche Abbildung abgedruckt.



Cave Blisters (a) nach HILL und FORTI, (b) im Puderzuckergang der Oberländerhöhle. Die Gips-Blasen in der Oberländerhöhle sind hohl und enthalten eine watteartige Mischung aus Gips und Kalzit. Der Durchmesser der Blasen kann fünf Zentimeter erreichen.