

Speläogenese express: Crête de Vaas (VS)

Philipp Häuselmann¹

Zusammenfassung: Die Höhle der Crête de Vaas liegt zwischen Sion und Sierre. Mit 1.6 km ist sie die längste Gipshöhle der Alpen. Die Höhle ist weitgehend horizontal angelegt. Der Teil gerade nach dem Eingang ist sehr grossräumig und versturzunggefährdet, die weiter hinten liegenden Gänge eher eng. 2006 wurde die Höhle neu vermessen, um im Zuge der Erweiterung eines naheliegenden Steinbruchs die Gefährdung dieses Geotops beurteilen zu können. Bei einer weiteren Tour 2010 wurde festgestellt, dass sich in diesen vier Jahren ein Mäander gebildet hatte, wo zuvor ein Wasserfall war. Der Vortrag fasst die Erkenntnisse und Laboranalysen zusammen und vergleicht die Höhlenbildungsrate mit der Literatur.

Résumé : La grotte de la Crête de Vaas se situe entre Sion et Sierre. D'une longueur de 1.6 km c'est la plus longue grotte dans le gypse de l'arc alpin. Elle est essentiellement horizontale; la partie proche de l'entrée est volumineuse et sujette à des éboulements, les galeries plus en amont sont de taille modeste. En 2006, la grotte a été retopographiée pour mesurer l'impact potentiel d'une carrière avoisinante. Lors d'une excursion en 2010, on a constaté qu'un méandre s'était formé à un endroit où il y avait une cascade quatre ans auparavant. La présentation relate les connaissances et analyses de laboratoire et compare la vitesse de spéléogenèse avec les informations de la littérature.

Summary: The cave Crête de Vaas is situated between Sion and Sierre (VS, Switzerland). With a length of 1.6 km, it is the longest gypsum cave of the Alpine arc. The cave is mainly horizontal, the parts close to the entrance are very large and prone to collapse, the passages behind are rather narrow. In 2006 the cave was remapped in order to assess the possible impacts of a nearby quarry. During another trip in 2010, it was found that a meandering canyon had enlarged within these four years, at a site where a small waterfall was present before. The text reveals that such a fast speleogenesis is realistic in gypsum, and that the water chemistry measured at another trip in 2012 fits well with the observations. The results are compared with literature.

Einführung

Die Höhle der Crête de Vaas ist ein Geotop von nationaler Bedeutung. Deshalb wurde gegen ein neues Ausbeutungsgesuch des Gipssteinbruchs La Patrière SA Einsprache erhoben. Ziel war, die Höhle zu erhalten und einen Versturz zu verhindern. Die Vermessungsarbeiten sind im Stalactite 2/2006 beschrieben (SISKA/GSR 2006), die weiteren Arbeiten zum Schutz der Höhle im Stalactite 2/2010 (JEANNIN & LACAVE, 2010). Eine weitere Tour im Jahre 2010 hatte zum Ziel, die hydrogeologischen Charakteristiken der verschiedenen Seen und Bäche der Höhle aufzunehmen. Während die Tour nicht speziell gute Resultate erzielte (es war trotz Regens viel zu trocken in der Höhle), wurde entdeckt, dass ein im Jahr 2006 vermessener Wasserfall nicht mehr existierte, und dass stattdessen ein kleiner Mäander entstanden war!

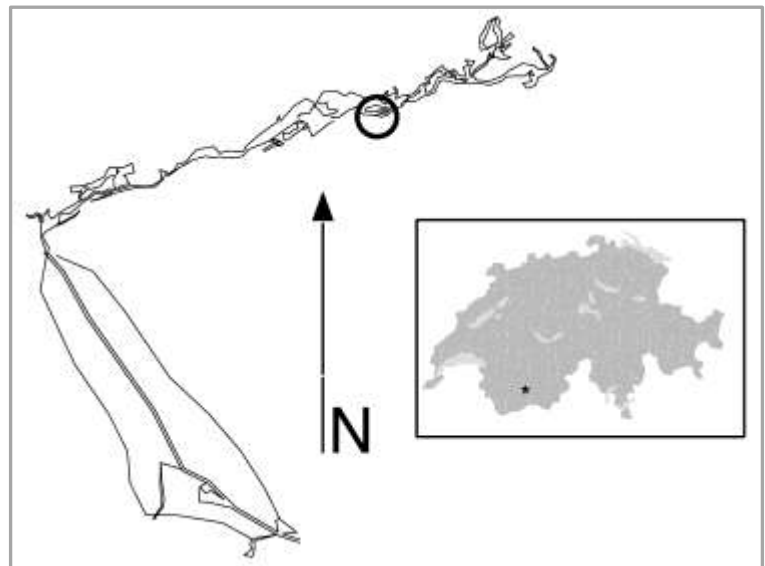


Fig. 1: Der Höhlenplan und die Lage der Höhle in der Schweiz. Das Kreislein bezeichnet die Lage des Mäanders.

¹ Schweiz. Institut für Speläologie und Karstforschung
SISKA, c.p. 818, 2301 La Chaux-de-Fonds,
praezis@speleo.ch

Ist es möglich, dass innerhalb von nur vier Jahren ein begehrter Mäander im Gips entstehen kann? Dieser Beitrag erläutert den Ort, die Befunde und die Hydrochemie und zeigt auf, dass eine solche Speleogenese express im Gips durchaus stattfinden kann.

Lage der Höhle und des ehemaligen Wasserfalls

Die Höhle der Crête de Vaas liegt im Wallis am rechten Ufer der Rotten (Rhone), etwas unterhalb des Bahnhofs von Granges. Der Eingang befindet sich im Steilhang unter einigen Weinbergen, gegen die Fabrik von La Platrière zu, auf 535 m ü.M. Da die eingangsnahen Teile der Höhle auch ohne Einfluss des Steinbruches sehr versturzunggefährdet sind, ist der Eingang verschlossen. Der Schlüssel wird vom Groupe spéléo Rhodanien (GSR) verwaltet.

Der ehemalige Wasserfall und heutige Mäander befindet sich im hinteren Drittel der Höhle, in den eher engräumigen Gängen. Seine Lage ist in den Figuren 1 und 2 dokumentiert. Aus dem Seitenriss geht recht klar hervor, dass 2006 der Mäander noch nicht existierte. Der ursprüngliche Plan von 1975 ist zuwenig genau, um die ganz ursprünglichen Zusammenhänge zu deuten. Gemäss Charles-Albert Lathion, dem Präsidenten des GSP, befand sich in früheren Zeiten ein weiterer (zweiter) kleiner Wasserfall in der oberen, grossen und flachen Halle, der Sinter ablagerte. Dieser zweite Wasserfall wurde seit 2006 nie mehr fliessend angetroffen. Wir vermuten, dass die Oberflächenumgestaltungen (Weinberge, Steinbruch etc.) einen Zubringer verstopften. Leider wurden beide Wasserfälle 2006 nicht fotografiert.

Der Mäander

Eine Tour am 8. Januar 2012 hatte zum Ziel, den neu geschaffenen Mäander zu dokumentieren, die Leitfähigkeit des Wassers zu messen und Wasserproben zu holen, um abzuklären, ob eine solche schnelle Höhlenentstehung sich in der Wasserchemie niederschlägt und ob sie dementsprechend realistisch ist. Der Mäanderteil, der seit 2006 entstanden ist, hat eine Länge von 3.5 m, eine Breite von 25-50 cm und eine Höhe zwischen 60 und 200 cm. Ein Plan (unten) und ein Seitenriss sind in Figur 3 zu sehen.

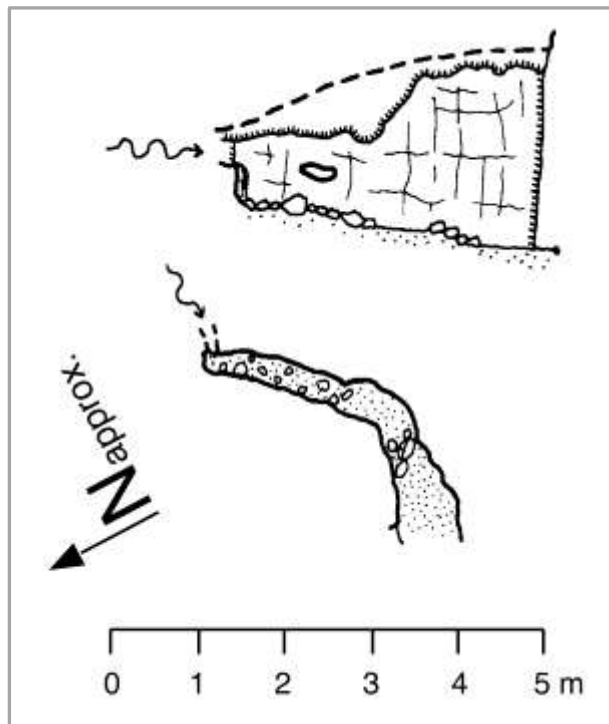


Fig. 3: Plan (unten) und Seitenriss (oben) des neuen Mäanders.

Man sieht, dass der Mäander recht klassisch ausgeprägt ist und am Boden etwas weiter ist als oben. Im hinteren Teil ist der Top sogar sehr eng, nur ungefähr 10 cm breit. Um das weggelöste Volumen zu bestimmen, wurden die Dimensionen des Mäanders vor Ort abgeschätzt. Das Volumen beläuft sich auf 1.76 m³ oder 1764 Liter (±150 l). Dies entspricht (bei einem spezifischen Gewicht von 2.31 für wasserhaltigen Gips) 4075 kg weggelösten Materials. Der Mäander befindet sich im typischen Gips der Höhle. Einige Fotos verdeutlichen die Strukturen und die Grösse des Mäanders (Figur 4).

Hydrochemische Daten

Die Leitfähigkeit des Wassers wurde bei beiden Touren (19.5.2010 und 8.1.2012) gemessen; die Werte finden sich in der nachfolgenden Tabelle. Proben zur Bestimmung des Mineralgehalts wurden jedoch nur am 8. Januar 2012 entnommen.

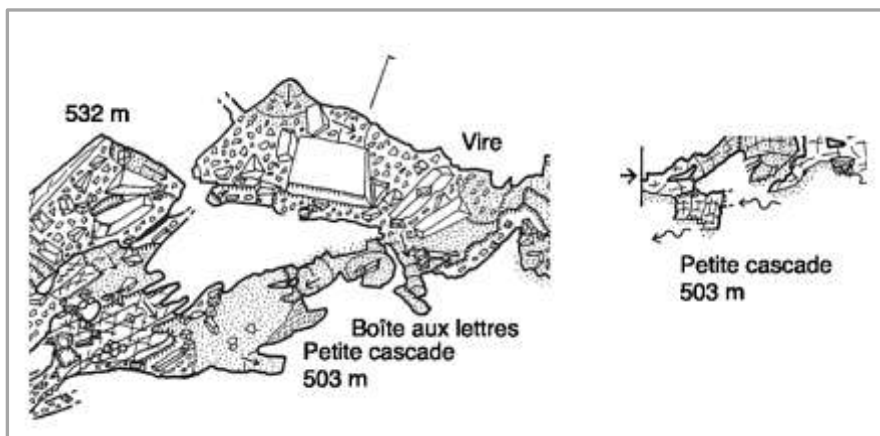


Fig. 2: Höhlenplanausschnitt mit dem ehemaligen Wasserfall. Im Seitenriss (rechts) ist gut zu sehen, wie der Wasserfall im Jahr 2006 aussah.

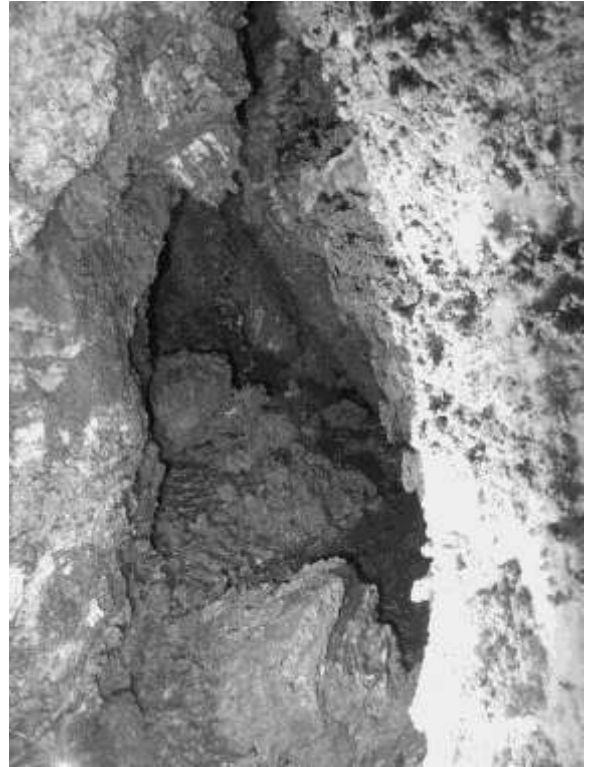


Fig. 4: Links der Eingang des Mänders, 2 m hoch und zuerst 80 cm, dann schnell 50 cm breit. Rechts der hintere Mänderteil. Zuhinterst sieht man das Bächlein noch herunterplätschern. Fotos Charles-Albert Lathion.

Tabelle: Leitfähigkeiten und chem. Analyse

| Datum | 19.5.2010 | 19.5.2010 | 8.1.2012 | 8.1.2012 |
|--|-----------|-----------|----------|-----------|
| Ort | oberhalb | unterhalb | oberhalb | unterhalb |
| Leitfähigkeit (µS/cm) | 2250 | 2280 | 2140 | 2490 |
| => -Mineralkonzentration ¹ (mg/l) | 1420 | 1440 | 1370 | 1590 |
| Ca ²⁺ -Konzentration (mg/l) | | | 415 | 479 |
| SO ₄ ²⁻ -Konzentration (mg/l) | | | 1028 | 1252 |
| => Gipskonzentration (mg/l) | | | 1687 | 1944 |
| Differenz Konzentration Ca ²⁺ plus SO ₄ ²⁻ (mg/l) | | | 257 | |
| entspricht Gips (g/l) | | | 0.34 | |

1) Der Faktor zur Umrechnung von Leitfähigkeit auf Mineralkonzentration stammt von LENNTECH (Website).

Nun können wir mit Rechnen beginnen. Vom Datum der Vermessung am 8.6.2006 bis zur Vermessung des Mänders (8.1.2012) sind 2007 Tage vergangen. Bei einer durchschnittlichen Schüttung von 0.5 l/s fließen also 43'200 l/Tag ab, total in der Zeitdauer 86'700 m³. Wenn wir annehmen, dass die obige, analytisch bestimmte Lösungsrate von 0.34 g/l Gips zutrifft, bedarf es hierfür 12'000 m³ Wasser, also fast achtmal weniger, als tatsächlich durchgeflossen ist. Da die Schüttung aufgrund von zahlreichen Beobachtungen nicht sehr zu schwanken scheint (abgeschätztes Minimum 0.3 l/s, abgeschätztes Maximum 1.0 l/s), können wir diese näherungsweise bei 0.5 l/s belassen.

Die 2012 gefundenen Gipskonzentrationen vor und nach dem neuen Mäander entsprechen einer Zunahme der Gips-Sättigung von 66 zu 77 %. In Lösungsexperimenten

unter Laborbedingungen (JESCHKE, 2002) erfolgte diese Zunahme innert etwa einer Minute, d.h. im Zeitrahmen des Durchflusses durch den neuen Mäander.

Für den 19.5.2010 haben wir nur grobe Abschätzung der Gipslösungsrate aus den Leitfähigkeitsmessungen, 20 mg/l. Dies ist 11-mal kleiner als derselbe Wert (220 mg/l) vom 8.1.2012. Damit bräuchten wir 131'800 m³ an Wasser, also 1.5-mal die berechnete Menge. Diese Beurteilung der Gipslösung aus der Leitfähigkeit ist jedoch mit Vorsicht zu geniessen, da die 2012 analytisch gefundenen Gipskonzentrationen nur Leitfähigkeiten von etwa 1500 resp. 1700 µS/cm (JESCHKE, 2002) entsprechen, d.h. etwa 70 % der abgeschätzten totalen Mineralkonzentrationen. Es ist unbekannt, ob dieses Verhältnis bei den Leitfähigkeitsdaten von 2010 ähnlich ist.

Die Löslichkeit von Gips ist nicht stark abhängig von der Temperatur, wird aber kleiner, wenn das Wasser Ca^{2+} enthält, das z.B. von der Kalklösung stammt. Bei warmem Wetter (Mai 2010) könnte die grössere biologische Aktivität des Bodens zu höheren CO_2 -Konzentrationen in der Bodenluft führen als im Winter (Jan. 2012) und damit zu Kalklösung, sofern Kalk am Ort der Infiltration anwesend ist. Dass etwas Kalkauflösung im Spiel ist, ist daran ersichtlich, dass bei einer Auflösung von 64 mg/l Ca nur 154 mg/l SO_4^{2-} gelöst werden dürften, tatsächlich sind es 224 mg/l SO_4^{2-} . D.h., gelöster Kalk (CO_3^{2-} und Ca^{2+}) könnte etwas Sulfat freigesetzt haben nach der Gleichung $\{\text{CaSO}_4\} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \{\text{CaCO}_3\} + \text{SO}_4^{2-}$.

Wir schliessen aus all diesen Rechnungen erstens, dass es chemisch und kinetisch kein Problem ist, den Mäander in diesen sechs Jahren zu erstellen, und dass zweitens in diesem speziellen Fall (keine grosse Änderung der Schüttung) wohl die Variation der Lösungsrate verantwortlich ist für die Differenzen zwischen Berechnung und Realität.

Selbstverständlich wäre es auch möglich, dass die mechanische Erosion ebenfalls eine Rolle spielen könnte. Der Abfluss des Wassers aus diesem Mäander hinaus geschieht aber durch Exfiltration durch kleine Ritzen entlang des Bodens; eine primär mechanische Erosion würde diese Ritzen verstopfen resp. würde zu einer Anhäufung von Trümmern und Sanden am Boden des Mäanders führen, was nicht zu beobachten ist. Aus diesem Grund dürfte das allermeiste Material durch Lösung entfernt worden sein.

Literaturvergleich

Die Literatur über Gipshöhlen ist dünner gesät als diejenige über Kalkhöhlen. Noch seltener sind Angaben zu finden über die Höhlenbildungsgeschwindigkeit. Allzuweit beschränkt sich der Verweis darauf, dass sich "Gipshöhlen im Allgemeinen sehr schnell bilden", ohne aber Angaben zu absoluten Werten zu geben. Im Buch

"Speleogenesis" (Eds. KLIMCHOUK et al.) finden sich aber doch interessante Informationen:

- Die Lösungsrate nimmt mit der Zunahme der Fließgeschwindigkeit zu. Dies liegt darin, dass die Grenzschicht zwischen fließendem Wasser und gipsgesättigtem stehendem Wasser recht dick ist und bei schnellem Fließen kleiner wird. Dementsprechend löst sich der Gips schneller, wenn das Wasser schneller fließt. Dies könnte die Erklärung für das Auflösungsvermögen in der Crête de Vaas sein.
- KLIMCHOUK (2000) erwähnt auf Seite 439, dass die Entstehung eines Schachtes von 1 m Durchmesser innerhalb von 35 Jahren nach der Abteufung einer Bohrung erfolgte, welche frisches Wasser von einem überliegenden Grundwasserleiter zuführte.
- Schnell fließendes Wasser kann bis zu 1 m pro Jahr von Höhlenwänden abtragen (DALY, 1999).

Schlussfolgerungen

Sowohl die Berechnungen der hydrochemischen Differenzen wie auch der Vergleich mit der Literatur zeigen, dass eine solch rasche Höhlenbildung durchaus möglich ist. Es ist auch keine Neuheit im Allgemeinen. Für den Höhlenforscher ist aber das Entstehen von begehbaren Hohlräumen innerhalb von ein paar Jahren doch recht interessant.

Dank

Dank des SSKA wurde die Höhle neu vermessen und dies machte die Beobachtungen erst möglich. Chab Lathion stellte den Schlüssel der Höhle und seine Fotokünste zur Verfügung, und Anamaria Häuselmann begleitete die Tour. Marie-José Gilbert und die Universität Bern schliesslich konnten die hydrochemischen Analysen durchführen.

Literatur

- DALY D. (1999): Gypsum Karst, The GSI Groundwater Newsletter No. 36, 7.
- JEANNIN P.-Y., LACAVE C. (2010): Risikoevaluation von Steinschlag oder Zerstörung der Crête de Vaas (Granges, VS). - Stalactite 60 (1), 27-33.
- JESCHKE A.A. (2002): Lösungskinetik von Gips und Anhydrit. Dissertation Universität Bremen, http://goedoc-stage.sub.uni-goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-1735-0000-0001-315A-5/E-Diss321_thesis.pdf?sequence=1
- KLIMCHOUK A.B., FORD D.C., PALME, A.N., DREYBRODT W., Editors (2000): Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers. - NSS, Huntsville, Alabama (USA), 526 pp.
- LENNTECH: Berechnung der Mineralkonzentration aus Leitfähigkeiten und umgekehrt: http://www.lenntech.com/calculators/tds/tds-ec_engels.htm (besucht 5.2012).
- SISKA & GSR (2006): Die Höhle der Crête de Vaas. - Stalactite 56 (2), 26-36.