

Bergkristalle in Höhlensedimenten der Salzburger Kalkalpen

ZUSAMMENFASSUNG

Mikroskopische Untersuchungen von Sedimenten aus Höhlen der Salzburger Kalkalpen ergaben, dass in den meisten Proben winzige Bergkristalle vorkommen. Diese Quarze erreichen eine Länge von 1,3 mm und sind idiomorph, d.h. sie zeigen voll ausgebildete Kristallflächen. Das Vorkommen dieser Kristalle ist unabhängig vom Typ und der Seehöhe der Höhle. Auch die Gesteinsart der Höhle scheint keinen wesentlichen Einfluss zu haben, denn Bergkristalle wurden in Sedimenten aus Höhlen im Dachsteinkalk, Adneter Kalk und Oberalmer Kalk gefunden. Vergleichende Untersuchungen wurden an Proben aus dem salz- und gipsführenden Haselgebirge durchgeführt, das die stratigrafische Basis der Nördlichen Kalkalpen darstellt. Dieses ist teilweise sehr reich an winzigen Quarzkristallen, die eine große morphologische Ähnlichkeit mit jenen aus den Salzburger Höhlensedimenten aufweisen. Die Herkunft der idiomorphen Quarze der Höhlensedimente aus dem Haselgebirge wird daher zur Diskussion gestellt. Eine besondere Rolle für diese Interpretation spielen bergkristallführende Sedimente aus dem Hausloch, einer Höhle im Oberalmer Kalk der Osterhorngruppe.

ABSTRACT

Rock crystals in cave sediments of the Calcareous Alps in Salzburg

Microscopic investigations of sediments from caves in the Calcareous Alps of Salzburg revealed the presence of tiny rock crystals in most samples. These quartz crystals are up to 1.3 mm long and euhedral, i.e. they show well-developed crystal faces. The presence of these crystals is independent of the type and altitude of the cave. In addition, the lithology of the cave does not appear to play an important role, because rock crystals were found in caves formed in the Dachstein, Adnet and Oberalm Formations. Samples of the evaporitic Haselgebirge Formation, which constitutes the base of the Northern Calcareous Alps, were studied for comparison and contained partly abundant tiny rock crystals very similar to those observed in the cave sediments. It is therefore suggested that the latter originated from the Haselgebirge Formation. Hausloch, a cave in the Oberalm Formation of the Osterhorn Group, plays a key role in this interpretation.

Wolfgang Strasser

Kugelhofstraße 3
5020 Salzburg
w.strasser@a1.net

eingelangt: 28.4.2015
angenommen: 10.6.2015

EINLEITUNG

Die Zusammensetzung von Höhlensedimenten ist unterschiedlich und kann in gewissen Fällen Aussagen über die Höhle selbst, über das Gestein, in dem sie liegen, und unter Umständen auch über Vorgänge an der Oberfläche sowie über die Tektonik liefern. Höhlensedimente können so ein Archiv der geologischen Geschichte eines Gebietes sein. Der Umstand, dass Sedimente vor allem in größeren Höhlensystemen im Lauf der Zeit immer wieder umgelagert werden und sich dabei durchmischen, erschwert allerdings die Interpretation. Je flächendeckender die Untersuchungen

(auch an mehreren Stellen in einem größeren Höhlensystem), um so eher sind verlässliche Aussagen anhand von Höhlensedimenten möglich.

Der Verfasser ist im Frühjahr 2014 durch eine rein zufällige Beobachtung auf winzige Quarz- bzw. Bergkristalle aufmerksam geworden und hat dieses Phänomen mit Kollegen des Salzburger Höhlenvereins diskutiert. Angespornt durch die Überraschung über diese Funde wurde die facheinschlägige alpin-speläologische Literatur durchforstet, welche jedoch i.w. nur Hinweise auf detritischen Quarz, d.h. weit transpor-

tierte und gerundete Quarzkörner, ergab. Kuffner (1998) beschäftigte sich mit den Altflächen am Toten Gebirge und damit zusammenhängend auch mit Höhlensedimenten und ihrer Herkunft. Als Herkunftsgebiete fremder Komponenten wurden die Hohen Tauern, die Grauwackenzone, ehemals auflagernde Gesteine der Gosau Gruppe, sowie äolisch eingetragene Minerale aus der Böhmisches Masse angeführt. An einer Stelle wird auch die Herkunft aus Haselgebirge erwähnt. Langenscheidt (1992) studierte Sedimente in Höhlen des Nationalparks Berchtesgaden, wobei es auch in dieser Arbeit vorrangig um das Thema der Landschaftsentwicklung ging. Er berichtete von 0,1 bis 0,2 mm großen Quarzkriställchen von kantengerunder bis gut gerundeter Form, die in verfestigten Höhlensedimenten sehr häufig vorkommen. Ihr Herkunfts-

gebiet wurde in der südlich der Nördlichen Kalkalpen gelegenen Grauwackenzone oder in den Hohen Tauern vermutet. Über Quarzkristalle in nicht verfestigten Höhlensedimenten wurde jedoch nichts berichtet. Beide Autoren stellten übereinstimmend fest, dass die Sedimente in hoch gelegenen Höhlen oft deutlich höhere Quarzkonzentrationen aufweisen als jene tiefer gelegener Höhlen.

Meixner (1958), der die Sedimente der Griffener Tropfsteinhöhle (Ktn., 2751/1) mineralogisch analysierte, fand Hinweise, dass die dort vorkommenden Quarze (neben Muskovit- und Turmalinkriställchen) möglicherweise authigen, d.h. im Sediment nach dessen Ablagerung, gebildet wurden. Darauf deuteten deren voll ausgebildete Kristallflächen (Idiomorphie) hin.

METHODIK

Aus den Höhlensedimentproben wurden Fraktionen 0,1 bis 1,0 mm durch Nasssieben gewonnen. Nach dem Trocknen wurden diese unter einem Stereomikroskop sowohl im Auflicht als auch im Durchlicht mit Polarisationsrichtung untersucht. Dazu wurde jeweils ca. 0,1 g (entspricht etwa einer Messerspitze) auf ein rundes Gläschen mit Rand gestreut und durch leichtes Hin-und-Herbewegen verteilt. Idiomorphe Quarze sind unter gekreuzten Polarisatoren an ihren lebhaften Interferenzfarben sowie an ihrer charakteristischen Kristallform einfach zu erkennen. Ein Auffinden unter Auflichtbeleuchtung ist deutlich mühsamer.

Die folgenden Zahlen sollen eine ungefähre Vorstellung von der Häufigkeit der Bergkristalle in den bisher untersuchten Höhlensedimenten geben: Die Proben aus dem Hausloch enthielten etwa 150 Kristalle pro Gramm der oben genannten Siebung (d.h. 150.000 Kristalle pro kg). In der Fürstenbrunner Quellschöpfung wurden etwa 30 Kristalle pro g (d.h. 30.000 pro kg) festgestellt. In manchen Proben wurden in 1 g nur einige wenige Kristalle entdeckt. Wurde in einem Gramm kein Kristall erkannt, wurde das Sediment als bergkristallfrei bezeichnet (in Tab. 1 mit 0 bezeichnet).

VORKOMMEN IDIOMORPHER QUARZE IN SALZBURGER HÖHLEN

Die Beprobung Salzburger Höhlensedimente wurde bisher nur stichprobenartig durchgeführt (Tab. 1, Abb. 1); die unten stehende Aufstellung gibt einen Zwischenstand der bisherigen Ergebnisse.

Generell kann festgehalten werden, dass die in Höhlensedimenten beobachteten Quarzkriställchen von 0,1 bis 1,3 mm Länge sich völlig von den ebenfalls vorkommenden detritischen Quarzen durch ihre Idiomorphie und ihre Klarheit unterscheiden. Die Kristalle kommen stets in langgestreckter Form mit ausgebildetem Prisma (sechseckiger Schaft mit parallelen Kristallflächen) und ausgebildeten Rhomboidflächen vor, die eine sechseckige pyramidenförmige Spitze bilden. Viele Kristalle bilden Doppelender, d.h. beide Kristallenden weisen eine pyramidenförmige Spitze auf. Die meisten Kristalle sind klar, es gibt jedoch auch leicht gelblich sowie leicht rötlich gefärbte Individuen, was vermutlich meist auf Einschlüsse von Eisenoxid oder -hydroxid zurückzuführen ist.

Untersberg

Im Frühjahr 2014 wurde ein eingangsnahes ockerbräunliches Sediment aus der westlichen der beiden Oberen Fürstenbrunnerhöhlen (1339/11, Abb. 2) gewaschen, gesiebt und lichtmikroskopisch untersucht. Die 15 m entfernte östliche Obere Fürstenbrunnerhöhle ermöglicht seit einer Grabung im Jahr 1975 den Zugang zum Hinterland der 95 Höhenmeter tiefer gelegenen Fürstenbrunner Quellschöpfung (1339/10). Diese Quellschöpfung stellt die Hauptentwässerung des Untersberges dar, bei Starkregenereignissen sind Schüttungsmengen bis über 40 m³/s möglich. Bereits nach kurzer Inspektion des gewaschenen und gesiebten Sediments wurden unter dem Stereomikroskop idiomorphe Quarzkristalle in größerer Anzahl beobachtet (Abb. 3). Danach wurden in einem zweiten Schritt im Zuge einer Begehung der Umgebung der Fürstenbrunner Quellschöpfung mit Edgar Dachs weitere Proben

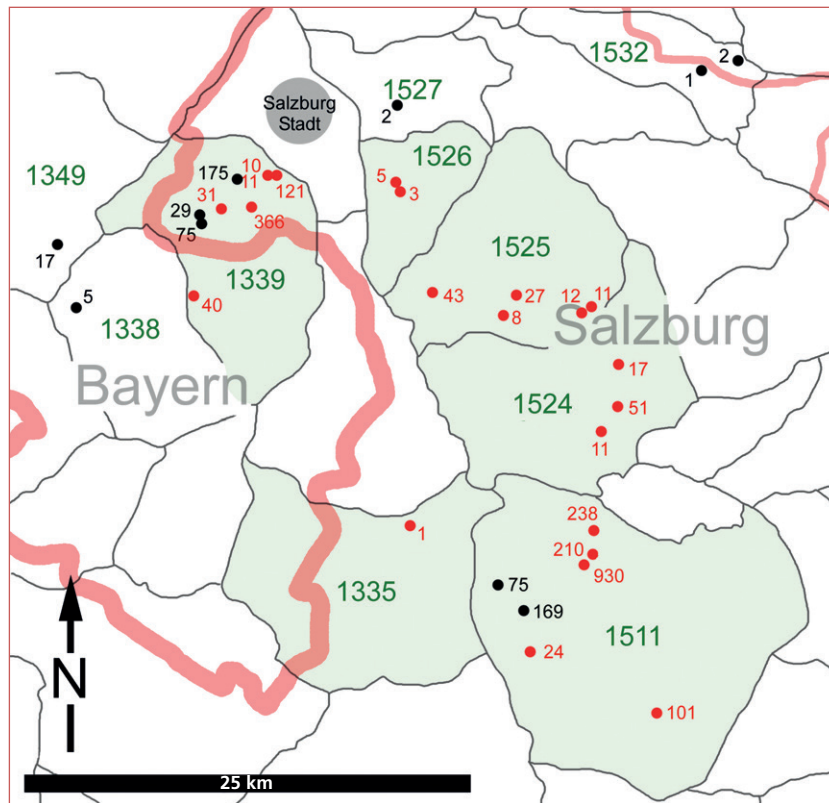


Abb. 1: Teilausschnitt des Bundeslandes Salzburg mit Gebirgsgruppen Grenzen des Österreichischen Höhlenverzeichnisses. Rot: positiv beprobte Höhlen mit Katasternummern; schwarz: negativ beprobte Höhlen mit Katasternummern; grün: Katastergebiete (1335 Hagengebirge, 1338 Lattengebirge, 1339 Untersberg, 1349 Staufen, 1511 Tennengebirge, 1524 Trattberg, 1525 Schlenken, 1526, Mühlstein, 1527 Gaisberg, 1532 Schober). Die bisher positiv beprobten Katastergebiete sind hellgrün markiert.

Fig. 1: Map of the province of Salzburg showing the boundaries of the mountain groups according to the Austrian cave register. Red: caves (with numbers of cave register) containing rock crystals. Black: caves (with numbers of cave register) lacking rock crystals. Green: mountain ranges (1335 Hagengebirge, 1338 Lattengebirge, 1339 Untersberg, 1349 Staufen, 1511 Tennengebirge, 1524 Trattberg, 1525 Schlenken, 1526, Mühlstein, 1527 Gaisberg, 1532 Schober). Mountain ranges which have already yielded rock crystals are shown in light green.



Abb. 2: Blick vom Eingang der westlichen der beiden Oberen Fürstenbrunnerhöhlen auf die Probenahmestelle. Das gelbbraune, vermutlich phreatisch abgelagerte Sediment kommt aus dem Höhleninneren und verschließt den Gang fast vollständig.

Fig. 2: View from the entrance of the western Obere Fürstenbrunnerhöhle to the sampling point. The yellow-brownish sediment is probably of phreatic origin and is derived from the inner part of the cave, almost completely filling the passage.

von anderen Höhlen genommen. Die beprobten Höhlen liegen alle im Bereich des Fürstenbrunner Quellbezirks und sind daher hydrogeologisch und hinsichtlich ihrer Entstehung in einem Gesamtkontext zu sehen.

Beprobte wurden:

- Quelhöhle Fürstenbrunn (mehrere Stellen)
- Wohnhöhle Fürstenbrunn (1339/121), 400 m nordöstlich des Quellbezirks in 700 m Seehöhe
- kleine Höhle ohne Katasternummer, 30 m unterhalb der Wohnhöhle
- kleine Calcitkristall-führende Spalte (Calcitloch), ohne Katasternummer, in 720 m Höhe
- 5 m langes Höhlchen am Weg von Fürstenbrunn zur Quelhöhle, ohne Katasternummer, auf ca. 500 m Höhe
- das Sediment in einem kleinen, meist trockenen, talnahen Graben auf ca. 470 m Höhe am Weg vom Tal zur Quelhöhle.

In allen Proben wurden gleichartige Bergkristalle gefunden. Es scheint, dass im gesamten Quellbezirk in Höhlensedimenten sowie in Sedimenten in Gräben idiomorphe Quarzkristalle vorkommen.

In einem nächsten Schritt wurden weitere Sedimente aus Höhlen des Untersberges untersucht. Auffallend war, dass die kleine, aber hydrologisch wichtige Quelhöhle Mausloch (1339/40) am Westfuß des Gebirgsstockes eine sehr hohe Bergkristallführung zeigt, während die hochgelegenen Höhlen bzw. deren Sedimente nach den bisher vorliegenden Erkenntnissen nur wenige Kristalle enthalten. Quelhöhlen scheinen in gewissen Fällen „Bergkristallsammler“ zu sein.

Tab.1: Bisher beprobter Höhlen (xxxx = häufige, x = wenige, 0 = keine Bergkristalle).
 Tab. 1: Caves sampled so far (xxxx = abundant, x = few, 0 = no rock crystals).

Höhle	Kat.Nr.	Bergkristalle	Gebirgsgruppe
Lamprechtsofen	1324/1	0	Leoganger Steinberge
Bärenhöhle	1335/1	xxxx	Hagengebirge
Totengrabenhöhle	1338/5	x	Lattengebirge
Fürstenbrunner Quelhöhle	1339/10	xx	Untersberg
Obere Fürstenbrunnerhöhlen	1339/11	xx	Untersberg
Wildschützenhöhle	1339/29	0	Untersberg
Windlöcher	1339/31	x	Untersberg
Mausloch	1339/40	xxxx	Untersberg
Quelhöhle im Grüntal	1339/75	0	Untersberg
Wohnhöhle Fürstenbrunn	1339/121	xx	Untersberg
Veitlbruchloch	1339/175	0	Untersberg
Horrerschacht	1339/366	x	Untersberg
Pfingsthöhle	1349/17	0	Müllnerhorn
Eisriesenwelt	1511/24	x	Tennengebirge
Eiskogelhöhle	1511/101	x	Tennengebirge
Stierloch	1511/75	0	Tennengebirge
Bärenfalle	1511/169	0	Tennengebirge
Röth Eishöhle	1511/210	x	Tennengebirge
Quarzloch	1511/238	xxxx	Tennengebirge
Felsbrückenhöhle	1511/930	x	Tennengebirge
Schachthöhle über dem Bogen	1511/—	xxx	Tennengebirge
Seewaldhöhle	1524/11	xxx	Trattberg
Lüfteneggerhöhle	1524/17	x	Trattberg
Überlauf	1524/51	x	Trattberg
Eisenloch	1525/8	xx	Schlenken
Hausloch	1525/11	xxxx	Schlenken
Hennerhöhle	1525/12	xxx	Schlenken
Finkenmühlhöhle	1525/27	xxx	Schlenken
Steinbruchhöhle	1525/43	x	Schlenken
Untere Steinguthöhle	1526/3	x	Mühlstein
Keinzreikeller	1526/5	x	Mühlstein
Frauenloch im Gaisberg	1527/2	0	Gaisberg
Nixloch	1532/1	0	Schober
Klausbachhöhle	1532/2	0	Schober

Eine weitere interessante Quelhöhle in diesem Zusammenhang ist das Veitlbruchloch (1339/175) am Nordabhang des Untersberges in 625 m Seehöhe. Obwohl hier gleich wie beim Mausloch die Sedimentprobe direkt vom Boden am Eingangsportale genommen wurde, erwies sich diese als bergkristallfrei.

Lattengebirge

Die bisher einzige in diesem Gebiet beprobte Höhle, die Totengrabenhöhle (1338/5), eine Quelhöhle am Nordwestrand des Gebirgsstockes in 630 m Höhe, wies deutliche Bergkristallführung in den Sedimenten auf.

Tennengebirge

Hier konnten in den hochgelegenen Riesenhöhlen Eiskogelhöhle (1511/101) und Eisriesenwelt (1511/24) Nachweise erbracht werden, eine auffallend hohe Konzentration an Quarzkristallen zeigte jedoch das Quarzloch (1511/238, Abb. 4). Diese Höhle mit einem großen Eingang in 1120 m Seehöhe am Tennengebirgs-Nordabhang ist leider nach wenigen Metern mit Sediment verschlossen. Das Quarzloch steht im Verdacht, Teil eines bedeutenden phreatisch entstandenen Höhlensystems zu sein. Grabversuche blieben bisher leider erfolglos. Im Stierloch (1511/75), einer in



Abb. 3: Bergkristalle aus der westlichen Oberen Fürstenbrunnerhöhle.

Fig. 3: Rock crystals from the western Obere Fürstenbrunnerhöhle.



Abb. 4: Bergkristalle aus dem Quarzloch.

Fig. 4: Rock crystals from Quarzloch.

ähnlicher Seehöhe (1180 m) am Westabhang des Gebirgsstocks gelegenen, großräumigen Quellhöhle konnte trotz ausgiebiger Inspektion mehrerer unterschiedlicher Sedimentproben dagegen kein einziger Bergkristall entdeckt werden. Ebenso erfolglos war die Durchforstung eines Sediments aus der Bärenfalle

(1511/169) in 2100 m Seehöhe. Nebenbei soll erwähnt werden, dass dieses Sediment auffallend viele Granate, Turmaline und Epidote führt. Für diese Komponenten, die zu den Schwermineralen zählen, gibt Langenscheidt (1992) in seiner Arbeit über Altflächen und Höhlensedimente im Nationalpark Berchtes-



Abb. 5: Große, fortsetzungslose Halle westlich des Eingangs des Hauslochs. Hinter der Höhlenforscherin und rechts von ihr befinden sich grüngraue, siltige Ablagerungen (weiße Pfeile).

Fig. 5: Cave hall with no further passages west of the entrance of Hausloch. Note green-grayish sediments behind the caver and to the right side of her (white arrows).

gaden überzeugende Antworten. Er vermutet den Eintrag dieser Schwermineralkomponenten aus der tertiären Augensteinlandschaft.

Aus dem sehr höhlenreichen Gebiet der Röth (Nordrand des Gebirgsstockes bei Scheffau im Lammertal) liegen mehrere Proben vor. So erwies sich das Sediment einer neu entdeckten Höhle als bergkristallreich, in anderen Höhlen reichte es nur zum positiven Nachweis.

Hagengebirge

Im Hagengebirge konnte bisher nur eine Sedimentprobe, und zwar aus der Bärenhöhle im Bluntautal (1335/1), untersucht werden. Dabei handelt es sich um feinen, naturgewaschenen Sand aus dem *Sandtunnel*. Die Bärenhöhle liegt im Bereich des Torrener Quellbezirks, der Hauptentwässerung des Hagengebirges. Die Bergkristallführung in diesem Sediment ist wie bei anderen Quelhöhlen sehr hoch.

Leoganger Steinberge

Überraschend war die Untersuchung eines Sediments aus dem Lamprechtsofen (1324/1) in den Leoganger Steinbergen. Im *Bocksee*, einem Siphon, der ca. 500 m hinter dem Eingang liegt, lagert feines Sediment, von dem eine feinere und eine gröbere Probe genommen wurden. In beiden Proben konnte trotz langer Suche unter dem Mikroskop kein einziger Bergkristall entdeckt werden. Da auch der Lamprechtsofen die Hauptentwässerung eines Gebirgsstockes darstellt, ist

dieser Befund vorerst bemerkenswert. Es wird spannend, in nächster Zeit alte Sedimente aus dem Lamprechtsofen zu inspizieren.

Osterhorngruppe

Die interessantesten Beobachtungen wurden jedoch in Höhlen der Osterhorngruppe (überwiegend Oberalmer Kalk) und hier insbesondere im Hausloch (1525/11) im Taugltal gemacht. Die Hauptrolle im Zusammenhang mit hoher Bergkristallführung in Höhlensedimenten scheinen dabei linsenförmige Höhlenräume bzw. deren grüngraue siltige, kalkfreie



Abb. 6: Graugrüner, Bergkristall führender Brocken aus dem Hausloch.

Fig. 6: Gray-greenish specimen from Hausloch containing rock crystals.



Abb. 7: Bergkristalle aus dem Verwitterungsmaterial der grüngrauen Höhlenfüllung des Hauslochs.

Fig. 7: Rock crystals from weathered material of the grey-greenish sediment fill in Hausloch.

Füllungen zu spielen. Das Hausloch ist eine im Wesentlichen canyonartig angelegte, zurzeit auf ca. 2 km Länge erforschte Wasserhöhle im Oberalmer Kalk, deren Entstehung weitgehend als vados anzusprechen ist. Direkt im Eingang dieser Höhle befindet sich nach Westen hin eine ungewöhnlich große, flache, fortsetzungslose Halle mit den ungefähren Abmessungen 40 x 18 x 6 m (Abb. 5). Zudem gibt es in tagfernen Bereichen des Hauslochs eine zweite, ganz ähnlich ausgebildete und ähnlich große Halle sowie in der 1 km weiter westlich liegenden Gutortenbrandhöhle (1524/12) einen weiteren Höhlenraum ähnlicher Ausprägung.

Bereits in den 1980er Jahren wurde von Franz Kafka in Gesprächen darauf hingewiesen, dass es für die Entstehung dieser für Höhlen im Oberalmer Kalk untypisch großen Hallen einer besonderen Erklärung bedarf. Alle drei Hallen weisen große Mengen an dunkelgrauen, siltigen Füllungen auf (Abb. 6). Kafka hegte damals schon die Vermutung, dass diese Hallen weder vadose noch phreatische Höhlenbildungen wären, sondern dass sie Ausschwemmungen von bereits während der Sedimentation des Oberalmer Kalkes gebildeten „Lettenlinsen“ darstellten („Lettenlinse“ ist ein von uns in den 1980er Jahren laienhaft gebrauchter Ausdruck für jene für die Gegend untypischen Hallen, die stets diese grüngrauen Füllungen zeigen). Die Inspektion des Verwitterungsmaterials dieser grüngrauen Füllungen ergab nun einen auf-

fallend hohen Bergkristallgehalt in sehr guter Erhaltung (Abb. 7). Es sind immer wieder auch Doppelter darunter. Es ist daher eher auszuschließen, dass diese Quarze einen längeren Höhlentransport bzw. Umlagerungen hinter sich haben. Vielmehr kann angenommen werden, dass sie sich heute noch in jenem Material befinden, in welchem sie auch gebildet wurden. Der bergkristallführende Verwitterungsgrus legt das Vorliegen einer Haselgebirgs-„Linse“, bei Plöchinger als „Flatsche“ bezeichnet, nahe (Plöchinger, 1974). Plöchinger wies im Steinbruch Leube (St. Leonhard südlich von Salzburg) nach, dass im Oberjura (Malm) mehrfach Eingleitungen von Haselgebirgsschollen ins Becken des sich gerade bildenden Oberalmer Kalkes stattfanden. Im Sediment der Halle im Hausloch fanden sich auch graue, krapfenförmige, sehr harte, bis 10 cm große Komponenten (so genannte Konkretionen). Wenn man diese in verdünnte Salzsäure legt, um den Calcit auszulösen, bleiben grauer Silt sowie tausende Bergkristalle in sowohl loser Lagerung (Abb. 8) als auch (seltener) zu einem Bergkristallhaufen zusammengewachsen übrig. Kleine, hübsche Bergkristallstufen finden sich auch ausgewittert im zerfallenen Silt (Abb. 9). Braune, lehmige Sedimentproben aus dem vadosen Teil des Hauslochs zeigten ebenfalls eine Bergkristallführung, jedoch in sehr viel geringerer Konzentration. Die Straße von Vigaun im Salzachtal ins hinterste Taugltal, wo auch das Hausloch und die Gutorten-

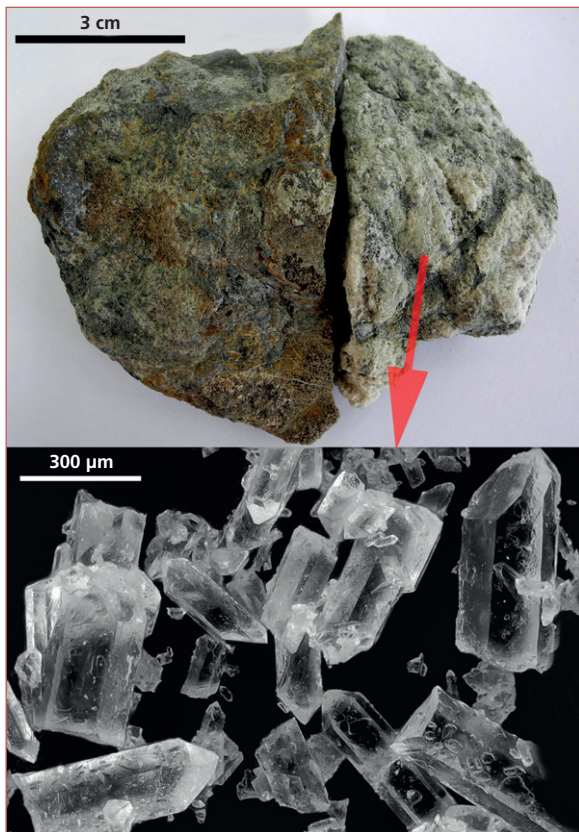


Abb. 8: Harter, flacher Stein aus der graugrünen Füllung des Hauslochs. Die rechte Hälfte des Steins wurde in verdünnte Salzsäure gelegt, um den Calcit auszulösen. Die weißen Flächen sind Massen, die ausschließlich aus losen Bergkriställchen bestehen.

Fig. 8: Hard, flat rock from the gray-greenish filling in Hausloch. The right half of the specimen was treated with hydrochloric acid to dissolve calcite. The white areas are masses of loose rock crystals.

brandhöhle liegen, bietet gute Aufschlüsse des gut gebankten Oberalmer Kalkes. Vielerorts zeigen sich hier entlang der Schichtfugen des Gesteins kleinere „Lettenlinsen“, die mit dunkelgrüngrauem Material verfüllt sind (Abb. 10, 11). Und auch hier liegt stets eine sehr hohe Konzentration von idiomorphen Quarzen der beschriebenen Ausbildung vor.

Es wurden auch Proben von Walderde in der Umgebung des Hauslochs genommen, und selbst darin wurden reichlich Bergkristalle gefunden.

VORKOMMEN IDIOMORPHER QUARZE IM HASELGEBIRGE AM OSTFUSS DES UNTERSBERGES

Um die Bergkristalle aus den Höhlensedimenten mit jenen im Haselgebirge zu vergleichen, wurden Aufsammlungen im Grünbachgraben sowie im Kienbachgraben, beide am Ostfuß des Untersberges gelegen, vorgenommen. Dabei zeigte sich, dass die



Abb. 9: Bergkristallstufe aus dem graugrünen Sediment des Hauslochs.

Fig. 9: Aggregate of rock crystals from the gray-greenish sediment in Hausloch.

Weitere Höhlen, die auch im Oberalmerkalk der Osterhorngruppe liegen (Katastergebiete Trattberg, Schlenken, Mühlstein), zeigten ebenfalls deutliche Bergkristallanteile in ihren Sedimenten. Somit scheint die Bergkristallführung in Höhlen im Oberalmer Kalk im Sinne von Plöchinger (1974) auf Haselgebirgsschollen zurückzuführen zu sein, die im Oberen Jura in dieses Meeresbecken eingeglitten sind. Im Gebiet der Steinbrüche um Adnet gibt es eine kleine Höhle im roten Liaskalk, deren Sediment ebenfalls ein positives Ergebnis lieferte. Die Bergkristalle sind hier vermutlich aus dem nahe gelegenen Oberalmer Kalk eingeschwemmt worden.

In jüngster Zeit wurden Bergkriställchen auch in See- und Bachsedimenten gefunden, so im Hintersee und im Wiestalstausee (beide Osterhorngruppe) und in der Königseeache nahe ihrer Mündung in die Salzach. Die Exemplare aus der Königseeache sind zahlreich, besonders groß und schön, was auf zweierlei Arten erklärt werden kann: Zum einen entwässert dieser Fluss die Kalkstöcke der Berchtesgadener Alpen und zum anderen durchfließt er auf seinem Weg Gebiete, in denen Haselgebirge vorkommt (Salzgewinnung in Berchtesgaden).



Abb. 10: „Lettenlinse“ an Straßenaufschluss beim Broswirt, Schlenken, nördlich des Tauglbaches. Der Hohlraum ist etwa 50 cm breit.

Fig. 10: „Lettenlinse“ (lense composed of mudstone) at road cut near Broswirt, Schlenken, north of the Taugl river. The hole is approximately 50 cm wide.

idiomorphen Quarzen bis 1,3 mm Größe besteht (Abb. 12). Eine ungefähre Überschlagsrechnung ergab, dass dieser kleine Stein 4 bis 8 Millionen dieser Kriställchen enthalten dürfte. Die idiomorphen Quarze aus dem Haselgebirge des Grünbach- und Kienbachgrabens sind in Größe und Form gleichartig jenen in den Höhlensedimenten gefundenen Quarzkristallen.

DISKUSSION

Als Herkunft der idiomorphen Quarze in den untersuchten Proben kommen drei Möglichkeiten in Frage. Erstens die Bildung im Höhlensediment selbst. Für einen solchen Prozess gibt es keinerlei Hinweise bzw. es wären dafür hohe Kieselsäurekonzentrationen im Porenwasser nötig, die gerade in den kalkalpinen Höhlen nicht gegeben sind. Die Konzentrationen zahlreicher bisher untersuchter Wässer liegen unter 1 mg/l (pers. Mitt. Rudolf Pavuza). Eine detaillierte Studie an Höhlensedimenten der Fränkischen Alb fand ebenfalls keine Hinweise auf Neubildung von Quarz-Doppelendern, wohl aber auf Korrosion und lokale mikroskopisch kleine Anwachssäume um detritische Quarzkörner (Peterknecht, 2011). Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass die Quarzkristalle der Salzburger Höhlen Teil des detritischen Mineralspektrums der Höhlensedimente darstellen.

Als zweite Quelle kommen Hornstein führende Karbonatgesteine in Betracht, die in den Nördlichen Kalkalpen Salzburgs weit verbreitet sind, und in denen winzige Bergkristalle kleine Hohlräume auskleiden. Es handelt sich dabei jedoch um Kristallgesellschaften und nur sehr selten um Einzelkristalle, wie sie in den



Abb. 11: „Lettenlinse“ im Oberalmer Kalk beim Gollecker-Hof, nahe Hausloch.

Fig. 11: „Lettenlinse“ (lense composed of mudstone) in the Oberalm Limestone near Gollecker-Hof, close to Hausloch.

Höhlensedimenten auftreten. Erstere zeigen auch meist nur die Rhomboederflächen und keine Prismenflächen. Oftmals erreichen diese Größen von mehreren Millimetern, also deutlich größer als jene in den Höhlensedimenten. Es bestehen somit zwischen den idiomorphen Quarzkristallen, wie sie in den Höhlensedimenten beobachtet wurden, und den Bergkristallen in Hornstein führenden Schichten klare Unterschiede.

Die wahrscheinlichste Herkunft der winzigen Quarzkristalle in den Höhlensedimenten sind evaporitische (durch Verdunstung entstandene) Salzgesteine (Steinsalz, Gips und Anhydrit) des Haselgebirges, denn zum einen entspricht der in den Höhlensedimenten gefundene Quarzkristall-Typ jenem des sogenannten Salinarquarzes. So werden authigene Kristallneubildungen bezeichnet, die weltweit in evaporitisch geprägten Sedimenten auftreten (Grimm, 1962a; Nachsel, 1966; Flügel, 2004). Meist handelt es sich um Doppelender, ihre Form kann jedoch variieren (Grimm, 1962b). Die Länge der winzigen Kristalle liegt meist zwischen 0,4 bis 1,0 mm. Zum anderen finden sich genau die gleichen Quarzkristallformen wie in



Abb. 12: Gipsgeröll aus dem Haselgebirge im Grünbachgraben, Untersberg-Ostfuß. Die Bergkristalle erscheinen am Geröll dunkler als der Gips.

Fig. 12: Gypsum from the Haselgebirge outcrop in the Grünbach gorge, eastern foot of Untersberg. The rock crystals appear darker than the gypsum.

den Höhlensedimenten auch in Proben des Haselgebirges, was auch durch andere Studien dieses Salinars belegt wird (Grimm, 1962a, b; Leitner et al., 2013; C. Spötl, pers. Mitt.).

Die Herkunft der Quarzkristalle aus dem Haselgebirge steht auch im Einklang mit der tektonischen Geschichte der Salzburger Kalkalpen. Besonders durch

die Arbeiten von Plöchinger (1974, 1984) ist bekannt, dass zur Zeit der Ablagerung des malmischen Oberalmer Kalks Haselgebirge in Form von Diapiren aufgedrungen ist und schollenartig untermeerisch in dieses Becken eingeglitten ist. Dies legt den Schluss nahe, dass die großen Hallen im Hausloch und in der Gutortenbrandhöhle, die auch in Oberalmer Kalk liegen, durch Herauslösen von Haselgebirgslinsen entstanden sind. Die tonige Grundmasse der Evaporite und allfällig vorhandene Anteile an Anhydrit bzw. Gips wurden dabei ausgeschwemmt bzw. herausgelöst, während die Salinarquarze im Höhlensediment zurückblieben. Der eindeutige Beweis, dass letztere aus dem Haselgebirge stammen – wie es Plöchinger (1974) für die Haselgebirgs-Einschaltungen in den Oberalmer Kalken im Steinbruch in St. Leonhard zeigte – soll in nächster Zeit über die Bestimmung von Pollen und Sporen erfolgen. Obgleich nun für das Vorkommen von idiomorphen Bergkristallen in Sedimenten der Höhlen, die im Oberalmer Kalk liegen, eine mögliche Erklärung vorliegt, stellt sich die Frage, wie die Bergkristalle in die Höhlensedimente der Trias-Kalkstöcke wie jenen des Untersberges, des Tennengebirges oder des Hagengebirges gekommen sind. Eine mögliche Erklärung sind jene tektonischen Prozesse, die im Malm auch zum Aufdringen der Haselgebirgs-Diapire und zum Eingleiten von großen Schollen geführt haben (z.B. Tollmann, 1981). Diese beginnenden Deckenüberschiebungen könnten die Ursache gewesen sein, dass Haselgebirge entlang von tiefgreifenden Störungsflächen in hangende Formationen geschuppt wurde. Da Haselgebirge großteils aus Salz, Anhydrit bzw. Gips und tonig-siltigem Material besteht, ist es gegenüber Verwitterung und Erosion nicht stabil und wird besonders in Karstgebieten durch Wasser schnell aufgeweicht, gelöst und über Karstquellen wieder ausgespült. Die mechanisch und chemisch stabilen, im Gips des Haselgebirges in großen Mengen vorkommenden idiomorphen Quarze blieben in den Höhlensedimenten zurück und konnten sich dort und in Quelhöhlen unterschiedlich stark anreichern.

AUSBLICK

Ein wichtiger Eckstein wird die Verifizierung von Haselgebirgsresten in den Höhlen der Osterhorngruppe mittels Pollenanalyse sein. Die Untersuchung Salzburger Höhlensedimente soll fortgesetzt und ausgeweitet werden. Natürlich wäre es auch interessant, die Untersuchungen über die Grenzen Salzburgs hinaus auszudehnen. Wie oben dargelegt wurde, ist das Vorgehen zur Auffindung der Kriställchen in den Sedimenten für

jedermann ohne allzu großen Aufwand möglich. Der Verfasser würde sich über Nachahmer und Mitarbeiter sowie über die Bereitstellung von Proben aus anderen Bundesländern freuen. Vielleicht können durch die Untersuchung von Höhlensedimenten auf idiomorphe Quarze über deren Konzentration einmal Rückschlüsse auf die Ausdehnung dahinterliegender Höhlensysteme gemacht werden. Dies könnte zum

Beispiel für talnahe Quelhöhlen (z.B. Mausloch, Untersberg-Westfuß) oder heute trocken liegende, verschlammte Eingänge (z.B. Quarzloch, Tennengebirgs-Nordseite) angewandt werden und bei letzteren vielleicht auch Ermunterung zu Grabungsaktionen bieten.

Vielleicht gelingt es im folgenden auch über die Beobachtung anderer Minerale in Höhlensedimenten zu neuen Aussagen zu gelangen und die Erkenntnisse zur Landschaftsentwicklung, die von Kuffner und Langenscheidt bereits vorliegen, noch zu ergänzen oder zu erweitern.

SEITENBLICK AUF DAS FELD DER DENKMALPFLEGE UND BAUFORSCHUNG

Der Verfasser ist hauptberuflich in Salzburg in der Bau- forschung und Befunduntersuchung historischer und meist denkmalgeschützter Gebäude tätig. Ein Zusammen- hang der beruflichen Tätigkeit zum Thema dieses Berichts ergab sich bei der Untersuchung mittelalterlicher Gipsmörtel, die in der Zeit um 1500 in Salzburg breite Verwendung fanden. Das Ausgangsmaterial zur Herstellung dieser Gipsmörtel wurde damals und noch

bis ins 19. Jahrhundert an vielen Stellen in der nächsten Umgebung der Stadt Salzburg (Raum Hallein, Raum Reichenhall) aus Haselgebirgsvorkommen abgebaut. Der Gips wird bei niedrigen Temperaturen gebrannt. Es war daher wenig verwunderlich, dass sich in vielen spätmittelalterlichen Gipsmörtelproben auch immer wieder Bergkristalle der beschriebenen Art, und auch hier wieder bis maximal 1,3 mm Größe, fanden.

DANK

Danken möchte ich meinen Kollegen vom Salzburger Höhlenverein Edgar Dachs, Wolfgang Gadermayr, Franz Kafka, Peter Pointner und Georg Zagler für viele anregende und weiterführende Diskussionen zum be- handelten Thema. Dank auch für das Aufsammeln von Höhlensedimenten an Sabine Bittner, Herbert Burian, Kris Höhne, Michael Krebs, Dirk Peinelt, Andreas Joh- am, Martin Rotauer, Sandra Schramm, Katharina

Schwellensattl und Georg Zagler. Höhlensedimente aus älteren Aufsammlungen bekam ich von Kris Höhne, Peter Pointner sen. und Albert Strasser. Dank auch für unterstützende Probendurchsicht an Edgar Dachs und Christoph Spötl. Besonderer Dank an die beiden letztgenannten auch für die Durchsicht, Ergänzung und Korrektur des Manuskripts sowie für die Übersetzungen ins Englische.

LITERATUR

- Flügel, E. (2004): *Microfacies of Carbonate Rocks. Analysis, Interpretation and Application.* – Berlin (Springer).
- Grimm, W.D. (1962a): Ausfällung von Kieselsäure in salinar beeinflussten Sedimenten. – *Z. dt. geol. Ges.*, 114: 590–619.
- Grimm, W.D. (1962b): Idiomorphe Quarze als Leitminerale für salinare Fazies. – *Erdöl, Kohle, Erdgas, Petrochemie*, 15: 880–887.
- Langenscheidt, E. (1992): Höhlen und ihre Sedimente in den Berchtesgadener Alpen, Dokumente der Land- schaftsentwicklung in den nördlichen Kalkalpen. – *Nationalpark Berchtesgaden Forschungsbericht*, 10: 1–95.
- Leitner, C., Neubauer, F., Marschallinger, R., Genser, J., Bernroider, M. (2013): Origin of deformed halite hopper crystals, pseudomorphic anhydrite cubes and polyhalite in Alpine evaporites (Austria, Germany). – *Int. J. Earth Sci.*, 102: 813–829.
- Meixner, H. (1958): Authigene und allothigene Mineralbil- dungen aus der Griffener Höhle, Kärnten. – *Carinthia II*, 148/68: 9–15.
- Nachsel, G. (1966): Quarz als Faziesindikator. – *Z. angew. Geol.*, 12: 322–326.
- Peterknecht, K.M. (2011): Wachstum und Lösung an Quarzkörnern in fränkischen Höhlensedimenten in Relation zur neogenen Klimaentwicklung. – Unveröff. Diss. Universität Hamburg, online: <http://ediss.sub.uni-hamburg.de/volltexte/2011/5287/pdf/Dissertation.pdf>.
- Plöchinger, B. (1974): Gravitativ transportiertes permisches Haselgebirge in den Oberalmer Schichten (Tithonium, Salzburg). – *Verh. Geol. B.-A.*, 1974: 71–88.
- Plöchinger, B. (1984): Zum Nachweis jurassisch-kretazischer Eingleitungen von Hallstätter Gesteinsmassen beiderseits des Salzach-Quertales (Salzburg). – *Geol. Rundschau*, 73: 293–306.
- Tollmann, A. (1981): Oberjurassische Gleittektonik als Hauptformungsprozeß der Hallstätter Region und neue Daten zur Gesamttektonik der Nördlichen Kalkalpen in den Ostalpen. – *Mitt. österr. geol. Ges.*, 74/75: 167–195.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Die Höhle](#)

Jahr/Year: 2015

Band/Volume: [66](#)

Autor(en)/Author(s): Strasser Wolfgang

Artikel/Article: [Bergkristalle in Höhlensedimenten der Salzburger Kalkalpen 96-106](#)