

Griffen Herr J. Morak als sehr interessierte und sorgsam arbeitende Hilfskraft zur Verfügung gestellt wurde. Ich möchte dem genannten Verein, ganz besonders aber Herrn Kaufmann A. Samonigg, für die Förderung der Arbeit herzlichst danken.

In der Seitenkammer haben wir einen Schnitt durch die Schichtfolge in Form eines Suchgrabens in nordwestlicher Richtung angelegt, der später als endgültiger Führungsweg zur höher liegenden Haupthalle ausgebaut wurde. Wir haben senkrecht dazu einen kurzen Stichgraben gegen Nordosten geführt, der knapp nördlich der Sinterkuppel im Plan Trimmel's 1957 zu einer vermuteten Erweiterung des Höhlensystems führen sollte.

Diese Grabungsarbeit wurde mit sehr großer Sorgfalt durchgeführt, wobei Bedacht darauf genommen wurde, Sedimentpfeiler für ergänzende Arbeiten stehen zu lassen.

Die geplante Ausgrabung in der Vorhalle werden wir voraussichtlich auf das Jahr 1959 verschieben müssen.

Wir werden die wissenschaftlichen Ergebnisse zwanglos nach Fertigstellung der Berichte veröffentlichen, wobei ich all jenen Fachfreunden, die sich zur Mitarbeit in einer losen Arbeitsgemeinschaft bereit erklärt haben, schon heute für ihre Mühe herzlichst danken möchte.

Entsprechend dem Bundesgesetz zum Schutze der Naturhöhlen wurde vom Landesmuseum für Kärnten die heurige Grabungsarbeit dem Bundesdenkmalamt angezeigt. Das genannte Amt hat diese sowie meinen Bericht über die wissenschaftliche Arbeitsgemeinschaft zur Kenntnis genommen.

## II.

### **Authigene und allothigene Mineralbildungen<sup>1)</sup> aus der Griffener Höhle, Kärnten**

Von Heinz Meixner, Knappenberg

(Lagerstättenuntersuchung der Österr. Alpen Montangesellschaft)

#### I. Die Kalkkonkretionen

Bei den systematischen Grabungen, die vom Landesmuseum für Kärnten in den Jahren 1957 und 1958 in der Höhle von Griffen durchgeführt worden sind, wurden vereinzelt in eiszeitlichen, tonigen Ablagerungen auch kompaktere Konkretionen von Hand- bis Faustgröße angetroffen, die mir zur Untersuchung übergeben worden sind.

<sup>1</sup> Authigen = im Sediment neu entstanden; allothigen = eingeschwemmte Minerale.

Das Material von 1957 fiel durch eine dunkel schokoladenbraune Färbung und einen grobspätigen Kornaufbau auf, so daß an ein Eisenerz gedacht werden konnte; die Proben von 1958 ähnelten gewissen Lavanttaler Phosphoriten, doch ließ sich dieser Verdacht nicht bestätigen. In allen Fällen erwies sich die Hauptbestandmasse als Kalkspat. Zur näheren Bearbeitung wurden Dünnschliffe und Anschliffe, also Durchlicht- und Auflichtmethoden verwendet. Dabei zeigte sich, daß auch silikatische und oxydische Minerale auftreten, die in den Anschliffen nicht erkannt werden konnten, während in den Dünnschliffen sich Überlagerungseffekte mit dem Karbonat unangenehm bemerkbar machten. Deshalb wurden einige Proben mit Salzsäure aufbereitet und Kalkspat (sowie, wenn vorhanden, auch Brauneisen) in Lösung gebracht, so daß die Lösungsrückstände in Pulverpräparaten bei Öleinbettung näher mineralogisch untersucht werden konnten. In einer solchen Rückstandsprobe habe ich bereits vor einem Jahr kristallographisch schön umgrenzte und scharf verzwilligte Albit-xx angetroffen, die nach Größe und Ausbildung ganz den Abbildungen von H. F ü c h t b a u e r (5, S. 11 und 15) entsprachen und offensichtlich ebenso als authigene Feldspäte zu betrachten sind. Leider war es mir jetzt nicht mehr möglich, die Stelle an den Proben zu entdecken, aus der der erwähnte Albit entnommen worden ist. Wohl wurde auch dieses Mineral wieder gefunden, doch nicht in dieser typischen, für Neubildung charakteristischen Form. Die neuen Untersuchungen gestatten aber eine eindeutige Scheidung in chemischen Absatz, in eingesedimentierten Altbestand und sicher authigen entstandene Silikat-Neubildungen.

Im Material von 1957 ist der Hundertsatz im Lösungsrückstand (nach Salzsäurebehandlung) an Silikatmineralen ein viel größerer als in den Proben von 1958. Grundsätzlich ist aber der Silikatmineralbestand bei beiden Funden derselbe, auch nach der Scheidung in eingeschwemmten Altbestand und Neubildungen, weshalb sie zunächst gemeinsam beschrieben werden können.

Die allothigenen Mineralbildungen weisen — abgesehen von dem kraft seiner Kleinheit und Härte idiomorph erhaltenen und trotzdem hierher zu zählenden Zirkon — Bruchstückformung auf; Rundungen sind kaum zu bemerken, so daß wahrscheinlich kein großer Transport anzunehmen ist. Festgestellt wurden: Quarz, Granat, Rutil, Turmalin, grüne Hornblende, Titanit, Plagioklas, Epidot, Disthen und Muskovit; die ganz überwiegend verbreitete Komponente ist Muskovit, und mit Abstand folgt Quarz. Die Korngrößen liegen durchwegs unter 0,15 mm bis 0,20 mm. Die festgestellte Mineralreihe ist auf Gesteine des Altkristallins zu beziehen, wie sie im Griffner Hinterland, im Bereich der Saualpe, gemein sind.

Die authigenen Neubildungen — die chemischen Absätze von Kalkspat und Brauneisen werden später behandelt — zeichnen sich durch meist tadellos modellartig scharfe,

idiomorphe Entwicklung aus. Außer dem eingangs bereits genannten Albit, der nun nicht näher studiert werden konnte, sind in dieser Gruppe Quarz, Muskovit und Turmalin anzuführen. Muskovit und Quarz überwiegen bedeutend und sie sind auch noch als häufig im Vergleich mit den Bruchstücken dieser Minerale allothigener Herkunft zu bezeichnen.

Von Abbildungen der authigenen Minerale konnte abgesehen werden, da Zeichnungen davon in völlig ausreichender Weise und Gleichartigkeit mit der Veröffentlichung von M. Topkaya (8) bereits vorliegen.

Der Muskovit besticht durch die dem Mineralogen bei diesem Mineral ziemlich ungewohnte modellscharfe Ausbildung dünnster sechsseitiger Blättchen von etwa 0,05 bis 0,30 mm Durchmesser. Auch Parallelverwachsungen oder Zwillinge, die z. B. der Abb. Y auf Fig. 154 bei P. Niggli (7, S. 336) gleichen, wurden beobachtet. Besonders die kleineren Muskovitkriställchen erscheinen völlig einheitlich. In den größeren, nicht weniger scharf ausgebildeten Kriställchen gibt es manchmal optisch gleich bis ähnlich orientierte lappig-fetzige Muskovitkerne, die wohl als allothigener Muskovit zu deuten sind. Manche Muskovitblättchen sind erfüllt von Muskovit-Mikrolithen, seltener von winzigen, gerundeten Kalkspateinschlüssen. Muskovite, die in Sedimenten neugebildet wurden, sind von M. Topkaya (8, S. 49–57, Fig. 79 bis 83) eingehend beschrieben worden.

Auch der authigene Quarz liegt in gut ausgebildeten prismatischen, stets doppelendig mit den Rhomboedern abgeschlossenen Kristallen vor. Ihre mittlere Größe ist mit etwa  $0,10 \times 0,22$  mm anzugeben. Kleinere Kristalle sind manchmal klar, meist sind aber sowohl in den Schliffen als auch in den Pulverpräparaten wiederum massenhaft winzige Kalkspateinschlüsse zu beobachten. Diese können den ganzen Kristall erfüllen, häufiger ist aber ein klarer detritischer Quarz-Bruchstück-Kern zu sehen, um den, von dessen kristallographisch-optischer Orientierung diktiert, der idiomorphe Neukristall unter Einbeziehung von gerundeten Körnchen aus dem umlagernden Kalkspatschlamm gewachsen ist. Es sind dieselben authigenen Entstehungsmerkmale „ganz oder — bei Umwachsungen — nur in der angewachsenen Randzone erfüllt von stark angelösten Kalzitkörnchen“, wie sie H. Fuchtbauer (4, S. 245/255) und auch M. Topkaya (8, S. 29–38, Fig. 66–69) gekennzeichnet haben.

In gleicher Weise wie im Göttinger Muschelkalk durch Fuchtbauer (4, S. 252) sind auch in unserem Sediment zweierlei Turmaline vorhanden; dunkler-grünbraune, eckige Bruchstücke und hell-flaschengrüne, idiomorphe Kriställchen, die manchmal um einen etwas abweichend gefärbten und unterschiedlich licht- und doppelbrechenden Turmalin-Kern weitergewachsen sind. Fuchtbauer (l. c.) neigt bei den letzteren nicht zu authigener Herkunft, auch wenn die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden kann, daß

es sich bereits um eine Rekristallisation im Zuge der letzten Metamorphose des Muttergesteins gehandelt hat. Unsere Turmaline sind doppelendig, und zwar typisch hemimorph ausgebildet (mit Basis, bzw. flacheren und steileren Rhomboedern), wie ich sie in unseren normalen kristallinen Schiefen bisher nicht gesehen habe. Nach Beschreibung und Abbildungen passen sie völlig zu den authigenen Turmalinen, die wiederum M. Topkaya (8, S. 58 bis 77, Abb. 2–46, 84–93) beschrieben hat.

Die Neubildungen von Quarz-, Albit-, Muskovit- und Turmalin-xx zeigen uns einen recht beachtlichen Lösungs- und Stoffumsatz im Höhlensediment an, wobei es sich hier ja durchwegs um Mineralarten handelt, die schon als Detritus anderer Gesteine eingesedimentiert worden sind und, wie wir gesehen haben, spielt mindestens in vielen Fällen ein orientiertes Weiterwachsen eine besondere Rolle.

Unser Material ist wohl zu gering, um sichere Aussagen über die Stoffverschiebungen machen zu können, wie M. Topkaya (8, S. 89 ff. und 95 ff.) und danach auch A. Carozzi (3, S. 24) es vorgeführt haben: authigene Feldspatbildung auf Kosten von detritischem Quarz und Glimmer, bzw. Muskovit nach Quarz-Feldspat. Auf Grund der Seltenheit von authigenem Albit, dagegen der Häufigkeit von Muskovit könnte man bei uns, wenn die obigen Annahmen verallgemeinert werden dürfen, an einen Beginn der obigen Reaktionen mit Feldspatbildung und an ein Ende mit Muskovitenstehung denken, wobei ein Gleichgewichtszustand noch nicht erreicht ist.

Die als allothigen und authigen erkannten, oxydischen und silikatischen Minerale, die als Lösungsrückstände nach Behandeln der konkretionären Sedimente mit Salzsäure erhalten wurden, sind ein bloß untergeordneter Bestandteil der chemisch abgesetzten Kalkspat-Konkretionen.

Das Material von 1958 zeigt die Verhältnisse am klarsten, während bei dem von 1957 besondere Umstände ein etwas andersartiges Ergebnis geschaffen haben.

Im ersteren Falle erkennt man in den Dünn- und Anschliffen ein Haufwerk von Kalkspatkörnchen von regelmäßig-eckiger Begrenzung, die Durchmesser von 0,010 bis 0,040 mm haben. Dazwischen liegen die viel größeren allothigenen und authigenen Komponenten, die Glimmer einigermaßen geregelt, die sedimentäre Schichtung markierend. Feine Risse in den Konkretionen sind mit Kalkspat ausgefüllt, die Korngrößen dieser Körner betragen ein Vielfaches der Kleinkörner. Von diesen Kluftfüllungen ausgehend, hat teilweise eine Kalkspatkristallisation über das Sediment hinweg Platz gegriffen, wobei sich ein grobes Kalkspat-Kornhaufwerk entwickelt, das Detritus und authigene Neubildungen umschließt.

Im Material von 1957 hat die Kornvergrößerung des Kalzits noch viel größere Ausmaße erreicht. Die Stücke sehen wie stark limonitisch verwitterter Siderit aus unseren Spateisenlagerstätten

aus. Man erkennt an ihnen noch deutlich den lagigen Aufbau des Höhlensedimentes, hellbraune und dunkel schokoladebraune Schichten. Diese letzteren, an der Probe 5 cm dick, zeigen auf den Bruchflächen Rhomboederschnitte von 2 bis 5 mm Durchmesser in unterschiedlicher Lage, so daß dieses Rhomboedermuster bei wechselnden Lichteinfallswinkeln erst richtig zur Geltung kommt. In den Schliffen erweisen sich die Körner recht unregelmäßig verwachsen, sie sind vollgepfropft mit den Einschlußmineralen, zu denen hier noch limonitisches Pigment hinzukommt. Dieses ließ sich am besten in den Anschliffen studieren. Es sind sechsseitig begrenzte Blättchen mit stark rotbraunen Innenreflexen. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind sie als Lepidokrokit (Rubinglimmer) anzusprechen. Dieser erreicht die mittleren Größen der authigenen Minerale in Ausnahmefällen, sinkt meist stark ab bis zu wohl noch submikroskopischer Feinheit. Um eine Vorstellung von der Menge des Eisenträgers zu erhalten, wurden 0,5 g des schokoladebraunen Anteils der Konkretionen in Salzsäure gelöst und durch Titration mit Kaliumpermanganat der Fe-Gehalt zu 7,71 Gew.% bestimmt. Auf  $\text{FeOOH}$  – Lepidokrokit – umgerechnet, ergeben sich davon 13,45 Prozent! Die Bildung der authigenen Oxyd- und Silikatminerale – und auch die des Lepidokrokits – hat jedenfalls noch vor der Kalkspat-Kornvergrößerung stattgefunden.

Für die Rubinglimmer-Ausscheidung muß eine Zufuhr von Eisenlösungen angenommen werden, die begrenzte Teile des Kalkschlammes, wahrscheinlich noch vor oder im Zuge der diagenetischen Verfestigung, durchtränkten und bei Sauerstoffreichtum das Eisen erz zur Ausfällung brachten. Spät- oder nachdiagenetisch erfolgte die Sammelkristallisation des Kalkspates mit der bedeutenden Kornvergrößerung, womit der heutige Zustand erreicht war. Diesem Stadium ist auch die Ausfüllung feiner Klüfte und anderer Hohlräume mit Kalkspat und mit Bergkristall (winzige Drusen) zuzuordnen.

Die Feststellung von authigenen Mineralbildungen ist in tonigen Sedimenten schwer durchzuführen; karbonatische Sedimente dagegen eignen sich besonders gut, da das Karbonat herausgelöst werden kann. Es muß hier aber zufolge der schönen Übersicht über detritische und authigene Minerale in dem Werke von A. Carozzi (3, S. 15–31) darauf hingewiesen werden, daß das Milieu poröser Karbonatgesteine („Camgite“, Kalksteine und Dolomite) Durchfluß und pH-Wechsel mit wässerigen, mineralischen Lösungen ermöglicht und damit die Entstehung von authigenen Mineralen ganz besonders begünstigt.

Die besondere Bedeutung der Griffener Sedimente liegt darin, daß hier lokal kalkige Bildungen des Eiszeitalters vorliegen, wie sie sonst nicht leicht zugänglich sind. In der Griffener Höhle sind offensichtlich immer wieder recht kalkreiche Wässer vorhanden gewesen, die ja auch zu den Kalksinter- und Tropfstein-

bildungen geführt haben. Die Sinter sind vielfach braun gefärbt, damit ist auch dabei eine zeitweise Eisenbeteiligung bezeugt. Diese kalkreichen Wässer haben örtlich wahrscheinlich Kalkschlamm oder, möglicherweise, auch direkt in „tonigen“ Sedimenten Kalzit ausgefällt und zur stärkeren Verfestigung geführt.

Die im Zuge der Diagenese in diesen eiszeitlichen Bildungen der Griffener Höhle authigen entstandenen Minerale Quarz, Muskovit und Turmalin dürften als die geologisch jüngsten zu bezeichnen sein, die davon bei uns bisher nachgewiesen werden konnten.

## II. Kalkspatkristalle

Zur Untersuchung standen gut ein Dutzend von Kalkspat-Kristallfragmenten, die in einzelnen Lehmhorizonten innerhalb der Seitenkammer der Griffener Höhle aufgesammelt worden sind. Interessant schien die Frage, ob diese Kalkspatkristalle im Höhlensediment authigen entstanden seien, oder ob andere Aussagen über die Bildung zu machen wären.

Die Größen der Kristalle reichen von  $0,5 \times 0,5$  cm bis  $1,5 \times 1,8$  cm. Meist sind es Einzelindividuen, seltener sind 2 oder 3 Kristalle miteinander verwachsen. Nie wurde doppelendige Ausbildung beobachtet, aber auch keine auf einer Unterlage aufgewachsenen Kristalle. Die Unterseiten der Kristalle werden von unregelmäßigen Bruchflächen begrenzt und oft sind noch Reste der Lehmumkrustung, jedoch nie Lehmeinschlüsse festzustellen.

Die Kristalle erscheinen farblos bis gelblich, haben prismatischen Habitus durch  $m(10\bar{1}0)$  und  $e(01\bar{1}2)$  bildet den Kopfab schluß. Andere Formen kommen nicht vor. Die Kristallflächen sind meist infolge starker Korrosion rauh, seltener aber auch noch spiegelnd glatt. Die Anätzung ging vorwiegend nach dem Spaltrhomboeder  $r(10\bar{1}1)$  vor sich, derart, daß in Abständen von etwa  $\frac{1}{2}$  mm tiefe Lösungsspalten entstanden sind, die dann durch Lehm ausgefüllt wurden.

An den Unterseiten zeigen die Bruchflächen der Kristalle Rillen und Stengelabdrucke, wie sie typisch gleichartig beim Zerbrechen von derartigen Kalzitkristallfüllungen entstehen. Es handelt sich also sicher nicht um Kalzit, der im Lehm authigen entstanden ist. Dem Aussehen der vorliegenden Kristallbruchstücke nach ist anzunehmen, daß sie einer größeren, einheitlich gefüllten Kluft entstammen.

Nach Habitus und Tracht vergleichbare Kalzit-xx sind in Kärnten verschiedentlich und häufig aus mesozoischen Kalksteinen (z. B. Bleiberg, Pölling, Passering, Wietersdorf usw.) bekannt geworden. Sie sind mir andererseits in Klüften von paläozoischen Kalken in dieser Ausbildung nicht untergekommen und Klüften von Marmoren unseres weitverbreiteten Altkristallins scheinen sie auch zu fehlen. Als Seltenheit tritt aber die Kalkspatkombination

m—e in den Lagerstätten der Eisenspatparagenese des Typus Hüttenberg auf.

Den zur Untersuchung stehenden, empfindlichen Kalkspatkristallen ist kein langer Transport anzumerken. Ich glaube aus diesem Grunde nicht, daß man sie aus der östlich von Griffen gelegenen „Griffener Trias“ herleiten kann, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach entstammen die Kristalle Mutterklüften aus nächster Nähe der Ablagerungsstätte. Muttergestein können dann nur die marmorisierten Kalke des Griffener Schloßberges selbst sein, in denen auch die Tropfsteinhöhle liegt (9, S. 34). Stellung und Alter dieses Kalkes sind umstritten. P. Beck-Mannagetta (1; 2, Karte und Profil 1, S. 134/135) bezeichnet ihn als metamorphes Paläozoikum. F. KÄHLER (6, S. 24/25 und Beilage 3) betrachtet die Vorkommen der „Haimburger Marmorkette“ — und damit auch die marmorisierten Kalke des Griffener Schloßberges — als eingeklemmte Schollen triadischer Kalkablagerungen, wirft aber gerade für unser Gestein die Frage auf, ob es nicht noch jüngere Kalke sein könnten (vgl. auch 6a).

Mit den hier beschriebenen Kalkspatkristallen und dem, was über das Auftreten dieser Kalkspatkombination in Kärntner Gesteinen bisher bekannt ist, erscheint die Altersdeutung von Kahler für den Kalk des Griffener Schloßberges mit „Trias oder jünger“ wahrscheinlicher als eine paläozoische Einstufung.

#### Schrifttum

- (1) Beck-Mannagetta, P.: Zur Kenntnis der Trias der Griffener Berge. Kober-Festschrift, Wien 1953, 131—147.
- (2) Beck-Mannagetta, P.: Geologische Übersichtskarte 1:100.000, Bezirk Völkermarkt. Atlas. Abteilung Landesplanung und Raumforschung des Amtes der Kärntner Landesregierung, Klagenfurt, etwa 1955/56.
- (3) Carozzi, A.: Pétrographie des roches sédimentaires. Lausanne 1953, 1—258.
- (4) Füchtbauer, H.: Die nichtkarbonatischen Bestandteile des Göttinger Muschelkalkes mit besonderer Berücksichtigung der Neubildungen. Heidelberger Beiträge zur Mineralogie und Petrographie. 2., 1950, 235—254.
- (5) Füchtbauer, H.: Zur Entstehung und Optik authigener Feldspäte. Mh. d. N. Jb. f. Min., 1956, 9—23.
- (6) Kahler, F.: Der Bau der Karawanken und des Klagenfurter Beckens. 16. Sonderheft d. Carinthia II, Klagenfurt 1953, 1—78.
- (6a) Kahler, F.: Die Schloßberg-Tropfsteinhöhle in Griffen. Wolfsberg um 1957, 3—5.
- (7) Niggli, P.: Lehrbuch der Mineralogie. II. Spezielle Mineralogie. Berlin 1926.
- (8) Topkaya, M.: Recherches sur les silicates authigènes dans les roches sédimentaires. Bull. des lab. de géol., min., de l'Université de Lausanne, No. 97, Lausanne 1950, 1—132 + 13 Taf.
- (9) Trimel, H.: Die Griffener Tropfsteinhöhle. Carinthia II. 147., Klagenfurt 1957, 21—36.

Anschrift des Verfassers: Dozent Dr. Heinz Meixner, Bergdirektion Hüttenberg, Post Knappenberg, Kärnten.