

## **Exkursion E3: FLUORITVORKOMMEN VORDERKRIMML, PINZGAU, SALZBURG**

**GÖTZINGER\*, M.A., SEEMANN\*\*, R.**

- \* Institut für Mineralogie und Kristallographie, Universität Wien, Dr. Karl Lueger-Ring 1, A-1010 Wien
- \*\* Mineralogisch-Petrographische Abteilung, Naturhistorisches Museum Wien, Burgring 1, A-1010 Wien

### **EINLEITUNG**

Das Fluoritvorkommen Vorderkrimml, Gemeinde Wald im Pinzgau, liegt ca. 300 m NW der Endstelle der Pinzgauer Lokalbahn. Die Entdeckung des Vorkommens erfolgte im Zuge der Steinbrucharbeiten (Schottergewinnung für den Straßenbau) in den Jahren 1928 - 1935. Die Erstbeschreibung in zugänglicher Literatur erfolgte erst durch MATZ (1953). Ein gezielter Abbau auf Fluorit wurde durch den Schuldirektor Hugo Ullhofen aus Neukirchen in den Jahren 1950 - 1960 durchgeführt. Aus dieser Zeit stammen wahrscheinlich die schönsten, in vielen Sammlungen befindlichen Fluoritstufen dieses Vorkommens. Bis 1975 wurde das Vorkommen von vielen Sammlern besucht. Durch unsachgemäße Vortriebsarbeiten wurden die Stollen unpassierbar gemacht. Erst auf Initiative von Herrn Andreas Kammerlander und sieben weiteren Interessenten aus Wald wurde am 29. 8. 1988 der Mineralienverein Wald im Pinzgau gegründet, mit der Hauptaufgabe der neuerlichen Belebung des Fluoritbergbaues im Rehrköpfl. Nach Verträgen mit den Grundbesitzern und Erlangung einer Schurfberechtigung wurden das Stollenvorfeld und Mundloch freigelegt und die Stollenanlagen befahrbar gemacht, mit dem Ziel, weitere Mineralisationen für Ausstellungen, Dokumentation und Wissenschaft zugänglich zu machen.

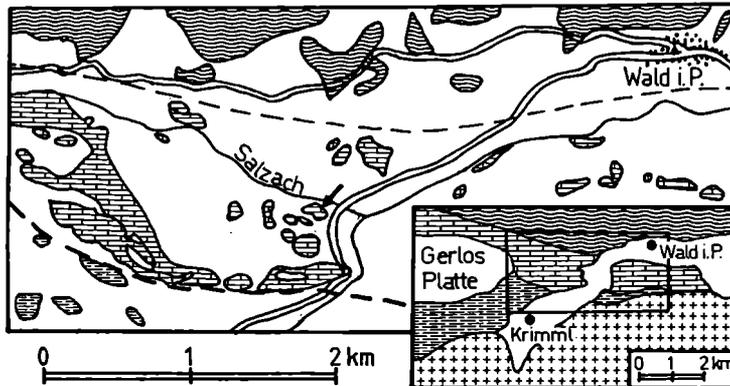
Die Kartierung und wissenschaftliche Betreuung der weit über den Pinzgau hinaus bekannten Mineralfundstelle hat das Naturhistorische Museum Wien unter Mitarbeit der Universität Wien übernommen. Die Einschlußuntersuchungen werden in dankenswerter Weise vom Fonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung (Proj. P 6072) unterstützt.

### **DER GEOLOGISCHE RAHMEN**

Das Fluoritvorkommen liegt in stark rekristallisierten Dolomiten der Krimmler Trias (FRASL, 1953). Das triadische Alter ist durch Wirtelalgenfunde gesichert (DIENER, 1901). Neben den steilstehenden Karbonatgesteinen (hauptsächlich Dolomite, Kalke stark untergeordnet) treten weiße und grünliche Quarzite (Skyth?), stellenweise auch Gipse und Rauhacken auf. Nach KOBER (1938), TOLLMANN (1977) und THIELE (1980) gehören diese Triasgesteine dem Unterostalpin an und sind damit der Trias der Tarntaler Berge im Westen sowie der Radstädter Trias im Osten vergleichbar. In letzterer liegen mehrere Fluoritvorkommen, z.B. im Weißbeck-Riedingsee-Gebiet, wo sehr detaillierte Kartierungen durch EXNER (1983) vorliegen.

Demnach handelt es sich um permotriadische Sedimentfolgen, die u.a. mit den stellenweise fluoritführenden Gutensteiner Schichten (vgl. GÖTZINGER, 1985) zu parallelisieren sind. Nördlich der Krimmler Trias liegt die ebenfalls zum Unterostalpin zählende Innsbrucker Quarzphyllitzone; dazwischen treten eine Schuppenzone

unterschiedlicher Gesteine sowie Dolomitlekzieren mit starken Deformationsanzeichen auf. Die geologischen Verhältnisse im Bereich Krimml - Wald i.P. zeigt die Abb. 1.



Unterostalpin

Quarzphyllit

vorwiegend Karbonat-  
gesteine (Krimmler Trias)

↑ Fluoritvorkommen

Penninikum

Schieferserie

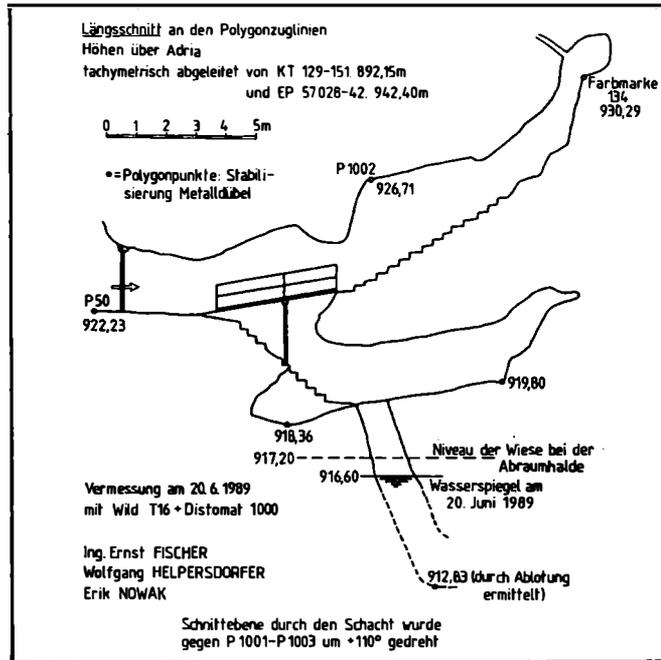
Zentralgneis

**Abb. 1: Vereinfachte geologische Übersichtskarte eines Ausschnittes vom Nordrand des Tauernfensters zwischen Wald und Krimml nach der geologischen Karte von KARL & SCHMIDEGG (1979) sowie nach STEYRER (1983).**

## GESTEINE UND MINERALE IM BEREICH DES FLUORITVORKOMMENS

- 1) Der kleine Mineralbergbau hat zur Zeit eine Gesamtstollenstrecke von ca. 50 Metern, mit einer Höhen-Tiefenerstreckung von ca. 25 Metern (Abb. 2). Die Stollenanlage weist eine Dreiteilung auf: Der obere Stollen endet nach einer Steilstrecke in einer "blasenartigen" Erweiterung (Entwitterung durch eine enge Karströhre), die unterlagernde, kürzere Strecke endet in einer ehemals fluoritführenden Auskolkung, der unterste Abschnitt ist ein fast senkrechter Schacht von ca. 10 m Tiefe. Er ist zu ca. 3/4 von Grundwasser erfüllt und stellt eine großteils natürliche Karströhre dar. Wandungen und eingestürztes Blockwerk sind hier von hellblauen Fluoriten überzogen, wobei waagrechte Flächen und Simse reicher besetzt sind als senkrechte Flächen.
- 2) An Gesteinen treten einerseits unterschiedliche Dolomite mit geringen Gehalten an Calcit, Quarz und Illit auf sowie Brekzien unterschiedlicher Zusammensetzung, andererseits Brekzien und Feinsedimente in charakteristischen Hohlräumen auf, die am ehesten mit Karsterscheinungen vergleichbar sind ("Hydrothermalkarst"). Unter den Dolomiten sind mehrere Typen unterscheidbar: Feinkörnige, weiße bis gelbliche und hellgraue Lagen, in z.T. rhythmischer Abfolge, stellenweise mit

hellrosa und hellgrünen Partien. An manchen Schichtflächen sind geringmächtige, hellgraue, tonige Einlagerungen feststellbar. Im Bereich der Stollen kommen dunkelgraue, deutlich geschichtete, kompakte Dolomite in Wechsellagerung mit hellen Anteilen vor (siehe Abb. 3a und 3b). An der Südseite stehen, nur örtlich aufgeschlossen, dunkelgraue, massige Dolomite mit weißer, nicht orientierter Äderung an. Diese Gesteine erinnern an Gutensteiner Kalke (Anis- Mitteltrias). In den durch die Stollenanlagen gut aufgeschlossenen Bewegungszonen sind Brekzien in vielen Mischungsvarianten zu beobachten. Es treten vor allem dunkle Dolomite mit heller Matrix auf.



**Abb. 2: Grubenkarte (Längsschnitt) des Fluoritbergbaues im Rehrköpfl bei Vorderkrimml, Vermessung und Stand 6/1989.**

Die Hohlraumfüllungen bestehen aus feinkörnigen Sedimenten und Brekzien. Erstere enthalten Quarz und Muskovit-Illit in den basalen, meist dunklen Teilen; nach oben hin werden die Sedimente heller, der Quarzgehalt nimmt ab, Dolomit tritt auf und mit ihm zusammen Fluorit. Diese ersten Fluorite sind gefüllt mit Muskovit-Illit, Dolomit und Quarz; die undeutlichen Umrisse lassen im Mikroskop Würfel erkennen (Abb. 4). In einer späteren Abfolge im Hohlraumsediment finden sich Fluoritwürfel, die weniger Fremdmineraleinschlüsse zeigen (Abb. 5). Die Brekzien bestehen aus meist eckigen, dolomitischen Komponenten, seltener aus feinkörnigen Schiefen mit Pyritkriställchen. Mitunter kommen auch Fluoritbruchstücke als Komponenten hier vor. Die feinkörnige Matrix wird aus Quarz und Muskovit-Illit gebildet, sie erscheint im Handstück dunkelbraun bis schwarz. Mit fallender Farbintensität steigt der Gehalt an Fluorit. In den obersten Bereichen treten Brekzien auf, in denen Dolomit- und Fluoritbruchstücke mit Fluorit verkittet

sind. Diese Bereiche leiten über zu den Resthohlräumen, in denen Fluorit dominiert.

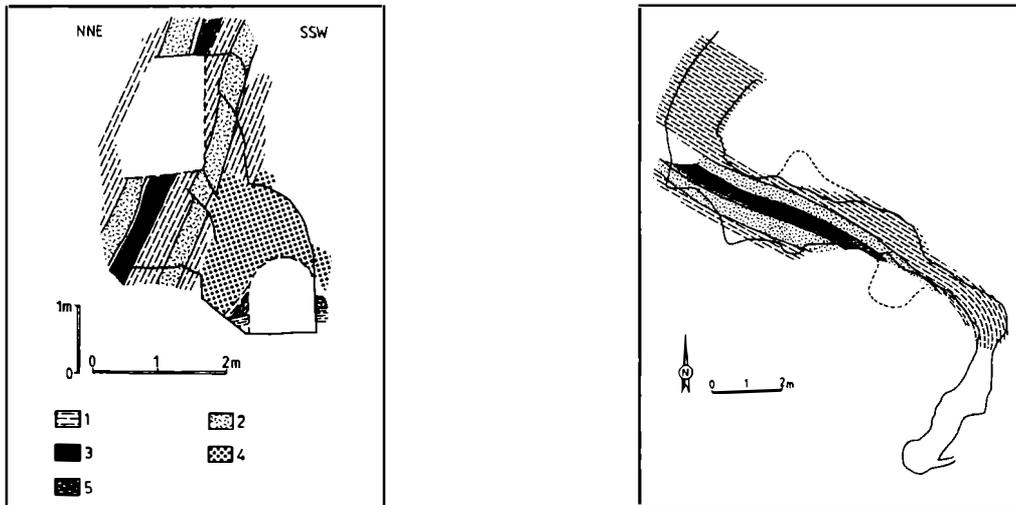


Abb. 3: Schnitt (3a) und Grundriß des oberen Stollens (3b), Fluoritbergbau im Rehrköpfl. Kartierung durch H. Steininger (1989). Legende: 1 = hellgrauer Dolomit, gut gebankt; 2 = schwarzer, ungeschichteter Dolomit; 3 = helle Brekzienzone; 4 = Brekzie mit dunklen Dolomitkomponenten in heller Matrix; 5 = Brekzie mit hellen Dolomitkomponenten in dunkler, quarzitischer Matrix (Hohlraumfüllung).

- 3) Die Ortsbilder in der Grube zeigen, daß die Hohlräume nicht vollständig mit Sedimenten und Brekzien aufgefüllt wurden. In den obersten Bereichen konnten Minerale aus den verbleibenden Restlösungen auskristallisieren, wobei die Mineralabfolge innerhalb des Vorkommens recht einheitlich ist (und mit der des Vorkommens vom Weißbeck, Sbg. durchaus vergleichbar ist):

Nebengesteinsdolomit und Komponentendolomit der Brekzien sind von einem bräunlichen Quarzrasen (Kristalle bis 1 mm) überwachsen. Darauf folgt stellenweise tafelig-büscheliger Baryt von weißer Farbe (Kristalle bis etwa 5 mm), der schon von KONTRUS & NIEDERMAYR (1969) beschrieben wurde. Darüber folgen (mindestens) zwei Fluoritgenerationen (vgl. Abb. 6a). Es läßt sich eine substanzuell steigende und hernach fallende Hauptkristallisationsphase von einer in Form und Farbe unterscheidbaren Spätkristallisationsphase trennen. Die Erstausscheidung in den Resthohlräumen wird von violetten, einfachen Würfeln gebildet, die entweder direkt dem Dolomit oder dem Quarzrasen (oder dem Baryt) aufsitzen. Zur Illustration sei auf die Abb. 6d verwiesen, wo auf freikorrodierten Quarzklüften die Kristallisation einsetzte. Freie Kristalle dieser violetten Erstkristallisation sind selten, da sie meist von darauffolgenden Fluoritkristallen überwachsen sind. In der Hauptkristallisationsphase treten zusammengesetzte Würfeln (mit Tetrakis-hexaeder = "Pyramidenwürfel") von blauer bis blaugrüner Farbe auf (Abb. 6b). In diesen Fluoriten sind mitunter die violetten Kernbereiche sichtbar. In der folgenden abflauenden (späten) Hauptkristallisationsphase treten einfach parkettierte Würfeln von hellblauer bis hellgrüner Farbe auf. Diese bilden häufig kleine Kristallgruppen.

Manche Fluoritkristalle wurden offenbar erheblich angeätzt, sodaß reine Tetrakishehexaeder mit rauhen Flächen entstanden. Später kristallisierte von den Würfelkanten aus neuerlich Fluoritsubstanz, jedoch nicht flächendeckend, sodaß "Fensterfluorite" entstanden.

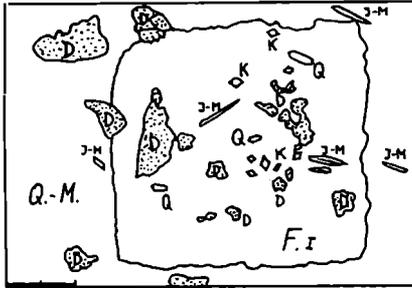


Abb. 4: Fluoritkristall mit Einschlüssen in der Quarz-Matrix (Q.-M.) einer Hohlraumbrekzie. 200 fach, Balkenlänge = 0,1 mm. D = Dolomit, teilweise korrodiert; Q = idiomorphe Quarzkristalle; J-M = Illit-Muskovit; K = neu gesproßte Karbonatrhomboeder. Der Fluorit I gehört einer Frühkristallisation im Brekziensediment an. Zeichnung nach einem Dünnschliff-foto.

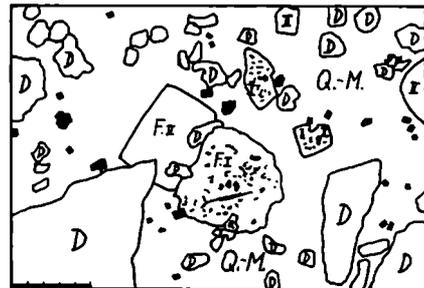


Abb. 5: Früh- (F I) und Spätkristallisation (F II) von Fluorit in Hohlraumbrekzie. 40 fach, Balkenlänge = 0,5 mm. Q.-M. = Quarz-Matrix; D = Dolomit; schwarz = Pyritkristalle (Würfel und Pentagondodekaeder). Zeichnung nach einem Dünnschliff-foto.

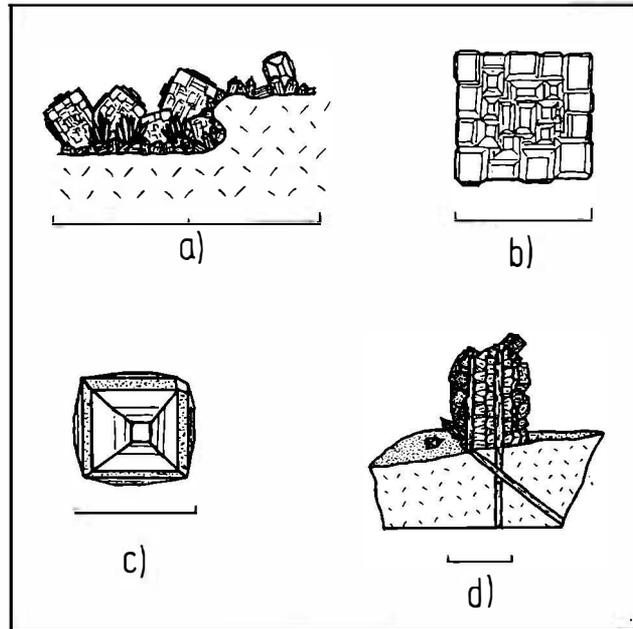
Die Spät- bzw. Letztkristallisationsphase von Fluorit erscheint in farblosen Einzelkristallen mit dominierendem Tetrakishehexaeder, würfelkantenbrechend tritt noch ein etwas steilerer Tetrakishehexaeder mit matten Flächen auf. Die glänzenden Würfelflächen sind nur untergeordnet ausgebildet, manche Ecken werden durch winzige Deltoidikositetraederflächen abgeschragt (Abb. 6c).

Nach OBENAUER (1933) können an Fluorit fünf Haupttrachten unterschieden werden (würfelige, oktaedrische, rhombendodekaedrische, ikositetraedrische und kuboktaedrische - Reihenfolge nach der Häufigkeit), die Rückschlüsse auf die Bildungsbedingungen zulassen. Nach diesen Ergebnissen und eigenen Erfahrungen wurde eine Kristallformübersicht in der Abb. 7 zusammengestellt, nach der die Fluorite aus Vorderkrimml zur tief hydrothermalen bis hydatogenen Bildungsphase gehören.

## EINSCHLUSSUNTERSUCHUNGEN UND GEOCHEMISCHE ERGEBNISSE

Von den hellblaugrünen Fluoriten der Hauptkristallisationsphase wurden Mineral- und Flüssigkeitseinschlüsse untersucht. An Fremdmineraleinschlüssen treten auf: Idiomorphe Quarze (0,02 - 0,03 mm), Karbonatrhomboeder (bis 0,1 mm) und Schichtsilikatplättchen - diese konnten mittels Infrarotspektroskopie als Muskovit-Illit identifiziert werden (vgl. GÖTZINGER, 1990). Pseudosekundäre Einschlüsse zeigen eine Flüssigkeit und eine Gasphase (Libelle), wobei der Füllungsgrad (liquid) über 95 % liegt. Die Homogenisierungstemperaturen der pseudosekundären Einschlüsse liegen zwischen 128 und 139 °C, die der sekundären Einschlüsse zwischen 104 und 118 °C. Der Salzgehalt (Salinität) der Lösungen ist niedrig, er variiert zwischen 4,5 und 6,3

Gew.% NaCl (äquivalent). Der Einschlußwassergehalt in den Fluoriten beträgt zwischen 0,024 und 0,03 Gew.% (Bestimmung mittels Infrarot); es konnten auch geringe Mengen CO<sub>2</sub> nachgewiesen werden. Als minimale Bildungstemperaturen sind demnach etwa 140 °C anzunehmen.



**Abb. 6:** Skizzen zur Mineralgesellschaft und Morphologie der Fluorite von Vorderkrimml:

- a) Seitenansicht der Mineralabfolge von Dolomit, Quarzrasen, darauf tafelig-büscheliger Baryt und zwei Generationen Fluorit (bläuliche Kristallgruppe und farbloser Einzelkristall), Balkenlänge ca. 20 mm;
- b) Komplex zusammengesetzter Kristall der Hauptkristallisationsphase (blau bis blaugrün) mit Würfeln und Tetrakishexaedern, Balkenlänge ca. 4 mm;
- c) Würflicher Kristall mit einem steileren Tetrakishexaedern (matt, punktiert) und flachem Tetrakishexaedern, kleine Würfelflächen und eine Deltoidikositetraederfläche zeigend, Balkenlänge ca. 1 mm;
- d) Geringmächtige Quarzklüfte in Dolomit, teilweise freikorrodiert, an und zwischen den Quarzfilamenten ist zuerst violetter Fluorit und darüber blauer Fluorit auskristallisiert, links auf der mit Quarzrasen bedeckten Fläche ist sowohl Baryt als auch ein Fluorit-Tetrakishexaedern aufgewachsen. Balkenlänge ca. 10 mm.

Von genetischem Interesse sind auch die Spurenelementgehalte der Fluorite. HUBER (1965) gibt in ihrer Dissertation einige Spurenelementgehalte von Fluoriten an; Werte für einen Fluorit von Wald/Krimml (in ppm): Mn 0,3; Sr 20; Pb 0,3; Na 20; Mg 20; Al 10; Y 120 und Yb 4,4. Fe, Zn und die anderen Seltenerd-Elemente lagen unter der Nachweisgrenze. SEE-Bestimmungen durch H. WEINKE (GÖTZINGER et al., 1990) mittels Neutronenaktivierung ergaben vorläufig folgende Mittelwerte (aus 4 Messungen): La 0,95; Sm 2,8; Tb 0,85 (in ppm). Im Diagramm Tb/Ca gegen Tb/La (MÖLLER et al., 1976) fallen die Atomverhältnisse in das tiefhydrothermale Feld, vergleichbar den Werten vom Weißbeck, Sbg, (siehe Abb. 8).

Von zwei Evaporitproben (Gips von Vorderkrimml, N-Rand der Krimmler Trias; Anhydrit vom Walder Wieser Wald, S-Rand der K.T.) liegen Schwefelisotopenwerte vor: Gips +16,5 ‰; Anhydrit +15,5 ‰  $\delta^{34}\text{S}$  (CDT). Vom Baryt neben Fluorit gibt es zwei ungefähr gleiche Werte; 6,7 ‰ (SCHROLL & PAK, 1980) und 6,6 ‰. Eine Diskussion der Barytwerte erscheint ohne weiteres Wissen derzeit noch nicht zielführend. Eine Alterseinstufung der Evaporite (vgl. NIELSEN, 1979) ist nicht eindeutig möglich: S-Isotopenwerte von Sulfaten zwischen +15 und +17 ‰(CDT) scheinen erstens in der Literatur nur spärlich auf und sind zweitens mehrdeutig.

Es kann sich um einen Misch- oder Zwischenwert zwischen oberpermischen und anischen Evaporiten handeln oder um einen charakteristischen ladinisch-karnischen (Keupergips). Für beide Versionen gibt es Beispiele (siehe u.a. PAK, 1974, 1978).

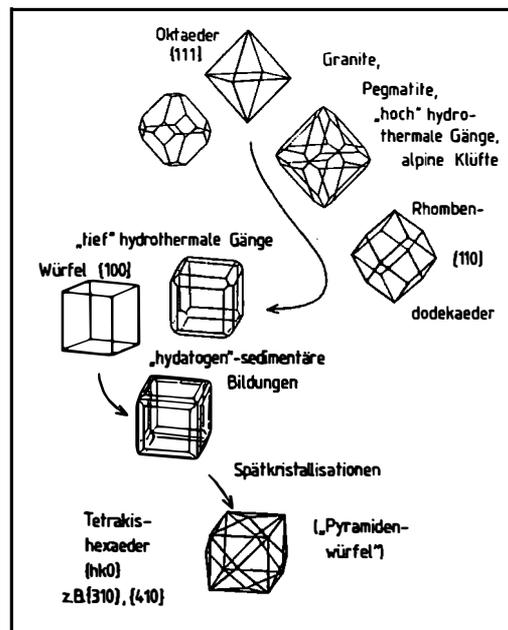


Abb. 7: Fluorit: Häufige Kristallformen in Abhängigkeit von den Bildungsbedingungen.

## ÜBERLEGUNGEN ZUR BILDUNGSGESCHICHTE DER FLUORITE

Es ist offensichtlich, daß vor der Bildung der Hohlräume karstartige Schläuche und Hohlräume angelegt waren, und zwar entlang von Schichtfugen und Störungen. Die Anlage der Störungen und die spätere Hohlräumebildung erfolgten möglicherweise während und nach intensiver jungtertiärer Bewegungsvorgänge - ein offenes Hohlräume-system hätte größeren Belastungen wohl nicht standhalten können. Kleinräumige Bewegungen nach der ersten Fluoritkristallisation sind durch vereinzelte Fluoritbruchstücke und -komponenten in den Hohlräumebrekzien dokumentiert; die Haupt-

kristallisation erfolgte aber erst nachher. Die Herkunft der quarzreichen Füllungen ist aus den quarzitischen Begleitgesteinen durch Mobilisation vorstellbar, Illit-Muskovit-Neusprossungen sind in ähnlicher Weise erklärbar (Phyllite der Umgebungsgesteine).

Die Herkunft des Fluors ist aus zwei Quellen denkbar: Erstens enthalten die Phyllite der Umgebungsgesteine sicherlich genug mobilisierbares Fluor (Glimmer!); zweitens ergibt sich die Möglichkeit der Herkunft aus den dunklen, bituminösen Karbonatgesteinen der Krimmler Trias, die im Falle der Äquivalenz zu den Gutensteiner Schichten erfahrungsgemäß fluorreich sind (fein verteilter Fluorit). Diese Fluorite waren ja Ausgangssubstanz für die Fluoritvorkommen des Typs Laussa in der Steiermark (vgl. GÖTZINGER & WEINKE, 1984). Die Mobilisation erfolgte dort durch saline Lösungen - Gipse gibt es auch in der Krimmler Trias. Die relativ geringe Salinität der mineralisierenden Lösungen im Bereich Vorderkrimml läßt den Schluß zu, daß in größerem Maße auch Oberflächenwässer an der Fluoritbildung beteiligt waren.

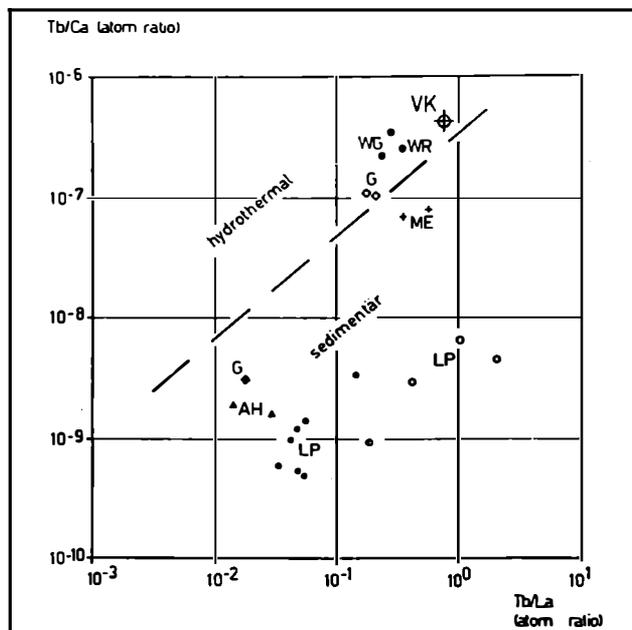


Abb. 8: Projektionspunkt der Fluorite von Vorderkrimml (VK) im Tb/Ca gegen Tb/La (atomar) Diagramm (nach MÖLLER et al., 1976) - Vergleich zu anderen Vorkommen: WG und WR = Weißeck Gipfel und W.-Riedingsee, Sbg; G = Gams, Stmk.; ME = Mooseck, Sbg; LP = Laussa Platzl, Stmk; AH = Alland-Höcherberg, N.Ö. Siehe dazu GÖTZINGER & WEINKE, 1984.

Fluoritfunde jüngsten Datums am Südfuß des Falkensteins bei Krimml, unter Mithilfe A. Steiners (Bramberg), zeigen eine Mineralgesellschaft, wie sie für den Typ Laussa, Stmk. charakteristisch ist: Violette Fluoritwürfel mit Calcit in Klüften eines dunklen Karbonatgesteins.

DANK: Dem FFWF dankt M.A.G. für die Unterstützung der Einschlußuntersuchungen (Proj. P 6072). Herrn A. Kammerlander (Wald I.P.) danken wir für die Initiative und für die stete Hilfsbereitschaft bei

Geländearbeiten. Zu Dank verpflichtet sind wir dem Vermessungsteam (Ing. E. Fischer, W. Helpersdorfer und E. Nowak) sowie Herrn Mag. H. Steininger (Wien) für geologische Aufnahmen. Herr W. Zirbs fertigte in dankenswerter Weise mehrere Zeichnungen an.

## Literaturverzeichnis

- DIENER, C. (1901): Einige Bemerkungen über die stratigraphische Stellung der Krimmler Schichten und über den Tauerngraben im Oberpinzgau. *Jahrb.k.k. geol.Reichsanst.* **50**, 383-394.
- EXNER, Ch. (1983): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Hafnergruppe. *Mitt.Ges.Geol.Bergbaustud.Österr.* **29**, 41-74.
- FRASL, G. (1953): Die beiden Sulzbachzungen (Oberpinzgau, Salzburg). *Jb.Geol. B.-A. Wien* **96**, 143-192.
- GÖTZINGER, M.A. (1985): Mineralisationen in den Gutensteiner Schichten (Anis) in Ostösterreich - Ein Überblick. *Arch.Lagerst.-Forsch. Geol.B.-A.* **6**, 183-192.
- GÖTZINGER, M.A. (1990): Determination of aqueous salt solutions in fluid inclusions by infrared investigations. *N.Jb.Mineralog.* **1990**, 1-12.
- GÖTZINGER, M.A. & WEINKE, H.H. (1984): Spurenelementgehalte und Entstehung von Fluoritmineralisationen in den Gutensteiner Schichten (Anis-Mitteltrias), Nördliche Kalkalpen, Österreich. *Tschermaks Min.Petr.Mitt.* **33**, 101-119.
- GÖTZINGER, M.A., SEEMANN, R. & WEINKE, H.H. (1990): Das Fluoritvorkommen Vorderkrimml, Salzburg - Geologie, Mineralogie und Geochemie der Fluorite. *Mitt.Österr.Min.Ges.* **135**, im Druck.
- HUBER, I. (1965): Beitrag zur Geochemie der Flußspäte. *Diss. Univ. Wien* 1965, Nr. 21.557, 108 S.
- KARL, F. & SCHMIDEGG, O. (1979): *Österr. Geol. Karte 1:50000, Blatt 151, Krimml, Geol.B.-A. Wien.*
- KOBER, L. (1938): *Der geologische Aufbau Österreichs.* Verlag Springer, Wien, 204 S.
- KONTRUS, K. & NIEDERMAYR, G. (1969): Neue Mineralfunde aus Österreich, 1962-1968. *Mitt.Österr.Min.Ges.* **121**, 355-359.
- MATZ, K.B. (1953): Genetische Übersicht über die österreichischen Flußspatvorkommen. *Der Karinthin* **21**, 199-217.
- MÖLLER, P., PAREKH, P.P. & SCHNEIDER, H.J. (1976): The application of Tb/Ca-Tb/La abundance ratios to problems of fluor spar genesis. *Min. Deposita* **11**, 111-116.
- NIELSEN, H. (1979): Sulfur isotopes. In: Jäger, E. & Hunziker, J.C. (eds.): *Lectures in isotope geology*, p. 283-312, Verlag Springer, Berlin-Heidelberg-New York.
- OBENAUER, K. (1933): Zur Tracht und Paragenese des Flußspats. *N.Jb.Min., Geol.,Pal., Abh.* **66**, Beil.Bd., Abt. A, 89-119.
- PAK, E. (1974): Schwefelisotopenuntersuchungen am Institut für Radiumforschung und Kernphysik I. *Anz.Österr.Akad.Wiss. math.-naturw.Kl.*, Jg. 1974, 166-174.
- PAK, E. (1978): Schwefelisotopenuntersuchungen am Institut für Radiumforschung und Kernphysik II. *Anz.Österr.Akad.Wiss. math.-naturw. Kl.*, Jg. 1978, 6-22.
- SCHROLL, E. & PAK, E. (1980): Schwefelisotopenzusammensetzung von Baryten aus den Ost- und Südalpen. *Tschermaks Min.Petr.Mitt.* **27**, 79-91.
- STEININGER, H. (1989): pers. Mitteilung.
- STEYRER, H.P. (1983): Die Habachformation der Typlokalität zwischen äußerem Habachtal und Untersulzbachtal (Pinzgau/Salzburg). *Mitt.Österr.Geol.Ges.* **76**, 69-100.
- THIELE, O. (1980): Das Tauernfenster. In: Oberhauser, R.(Ed.): *Der geologische Aufbau Österreichs*, 300-314, Geol.B.-A., Verlag Springer, Wien.

TOLLMANN, A. (1977): Geologie von Österreich. Verlag F.Deuticke, Wien, Bd. 1, 766  
S.