

Zur Genese schichtgebundener Fluoritvorkommen in den mittelpermischen Schichten von Tregiovo (Nonsberg, Norditalien)

von H. Mostler⁺)

Zusammenfassung

Fluorit kommt mit Bleiglanz und Zinkblende im Bozener Quarzporphyr sehr häufig vor. In mittelpermischen Sedimenten wurden Quarzporphyrgerölle mit partieller Fluoritisierung gefunden, womit eindeutig eine intrapermische Fluoritisierung belegt ist. Auffallend ist die Umsetzung silikatischer Minerale durch Fluorit, wovon besonders Plagioklas, aber auch Kalinatronfeldspat und Quarz betroffen werden. Silikatdetritus, aus aufgearbeitetem Quarzporphyr stammend, zeigt dieselben Fluoritisierungen.

Ein Teil des Fluorits geht nach Aufbereitung des Quarzporphyrs über feinste Körnungen in Lösung und fällt in dunklen Karbonatgesteinen (schichtparallel) aus. Im Zuge der Diagenese kommt es zu einer Umverteilung des Fluorits, wobei sich dieser besonders in birdseyes, Stromatolithen und Ooiden sammelt.

In fröhdiagenetischen Konkretionen ist der Fluorit in den mm-geschichteten, siltigen Kalklagen ss-parallel zu finden. Im Zuge konkretionsinterner Umkristallisationen wird dieser zu Granulaten konzentriert oder er setzt an Spaltrissen vorgreifend Calcit bzw. Dolomit teilweise um. Oft wird die ganze karbonatische Matrix von Fluorit ersetzt, ohne aber die am Sedimentaufbau beteiligten Silikate anzugreifen.

Summary

Fluorite, galena and sphalerite are abundant in quartz porphyries (rhyolites) of Bolzano. In Middle Permian sediments are boulders of fluorite-bearing quartz porphyries. They demonstrate an intrapermian fluoritisation.

One part of fluorite, coming from redeposited quartz porphyry clastics, was dissolved and later precipitated in dark bituminous limestones or dolomites. During a further process of diagenesis fluorite was concentrated in birdseyes, stromatoliths and ooids.

In early diagenetic concretions fluorite was found in laminated siltic limestones. During the "interconcretionary crystallization" fluorite was accumulated in little concretionary-like bodies or dissolved the carbonatic matrix without the grains of feldspar and quartz.

⁺) Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. Helfried Mostler, Institut für Geologie und Paläontologie, Universitätsstr. 4, A-6020 Innsbruck

1. Einleitung

Die in das Mittelperm eingestuftten Schichten von Tregiovo (Abb.1) wurden, abgesehen von ihrer faziellen Sonderstellung, vor allem durch ihre Vererzung bekannt (HADITSCH 1965, MOSTLER 1965, 1966a, 1966b). Etwa 30 m über dem Bozener Quarzporphyr (H. MOSTLER 1966: 99) wurde in einer vorwiegend feinklastischen Serie ein Konglomerathorizont, der sich fast ausschließlich aus Quarzporphyrgeröllen zusammensetzt, entdeckt. Eine Reihe dieser Gerölle ist vererzt. Neben vorherrschend Zinkblende findet sich auch relativ häufig Bleiglanz; mit Zinkblende und Bleiglanz in engem Konnex steht Fluorit. Von diesem Fluorit soll hier ausgegangen werden, da dieser von den Intergranularen vorgreifend eine Reihe von Mineralen des Quarzporphyrs teilweise oder ganz

verdrängt. In höheren Partien des 160 m mächtigen Profils wurden in siltführenden, feinklaminierten, bituminösen Karbonatgesteinen auch Flußspate beobachtet. Gerade in Partien mit fein- bis mittelkörnigen Sandschüttungen finden sich Flußspatkörner, z.T. auch Zinkblendekörner, die von bis zu Sandgröße aufgearbeiteten Quarzporphyren stammen. Damit vergesellschaftet sind teilweise in Fluorit umgesetzte Plagioklase, Kalialtronfeldspäte und Quarzkörner. Abgesehen von diesen Lagen tritt Fluorit auch in intertidalen bis supratidalen Sedimenten auf; seine Genese soll hier diskutiert werden.

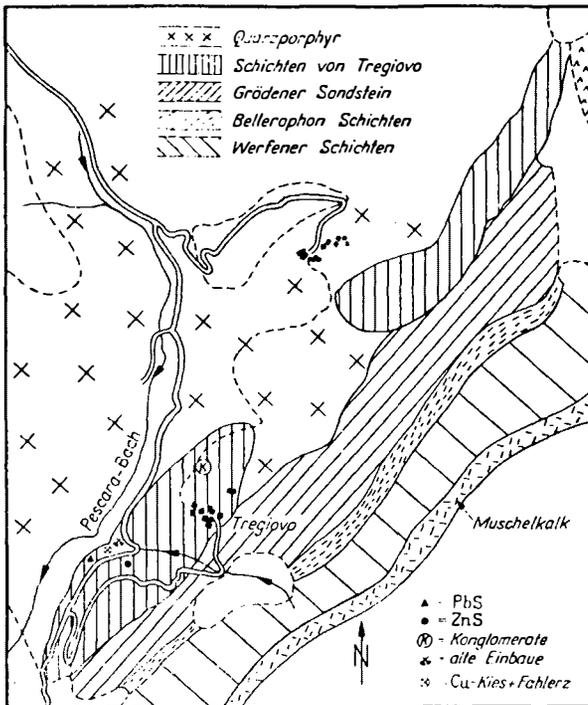


Abb. 1: Kartenausschnitt 1:100 000
(MOSTLER 1966a)

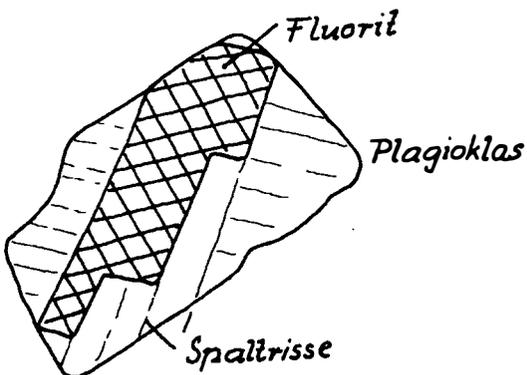
2. Fluorit im Quarzporphyr bzw. in Quarzporphyrgeröllen

Fluorit ist ein im Bozener Quarzporphyr weit verbreitetes Mineral (A. GIUSSANI & A. LEORNADELLI 1966; weitere Literatur siehe dort) und in vielen Fällen nahm man, ähnlich wie für die Blei-Zinkvererzung, ein alpidisches Alter an. Mit dem Fluoritvorkommen innerhalb der Quarzporphyrgerölle in den Schichten von Tregiovo konnte der Beleg erbracht werden, daß ein Teil der im Bozener Quarzporphyr vorkommenden Fluorite, vor allem jener,

der in Verbindung mit Blei und Zink auftritt, einer intrapermischen Mineralisation angehört.

Hier interessiert nicht so sehr der Fluorit, der in Nestern mit vorwiegend Zinkblende zusammen im Quarzporphyr sitzt, sondern jener, der an Spaltflächen einzelner Silikate vorgreift und diese allmählich umsetzt bzw. aufzehrt. Davon werden folgende, primär magmatische Minerale betroffen:

a) Plagioklas (Oligoalbit bis Oligoklas)



Die Fluoritierung beginnt an Spalttrissen und greift allmählich, sich zunächst streng an diese haltend, vor (Abb. 2). Es werden auch bald weniger gut ausgebildete Spalttrisse genutzt und schließlich wird der ganze Plagioklas durch Fluorit ersetzt.

Abb. 2

b) Kalinatronfeldspat

Dieser wird ebenso an Spaltflächen entlang von Fluorit umgesetzt, nur konnte die Art der Umsetzung relativ selten und stets nur als eine partielle beobachtet werden (Abb. 3)

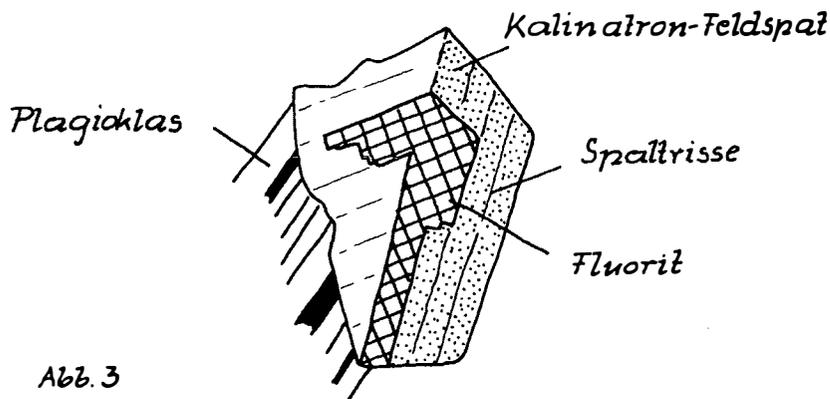


Abb. 3

c) Quarz

Selbst korrodierte Quarzdihexaeder werden von einer Fluoritierung erfaßt; auch hier sind es feine Risse und Sprünge, an denen Fluorit vorgreift (Abb. 4). In einigen Fällen wurde Fluorit nur im Kern einzelner Quarzkristalle angetroffen (Abb. 5).

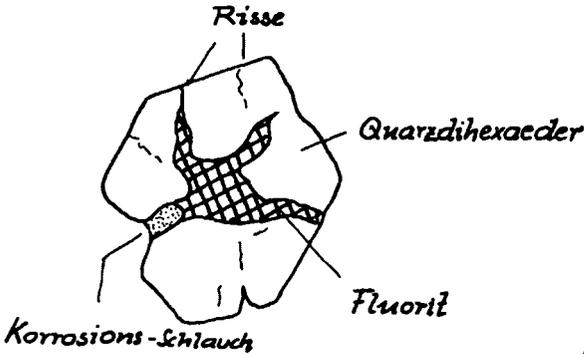


Abb. 4

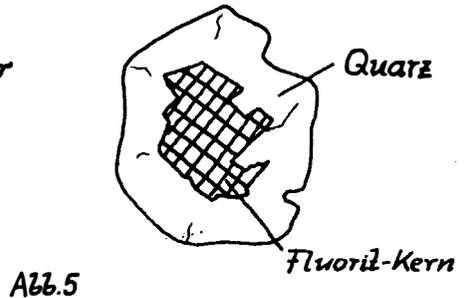


Abb. 5

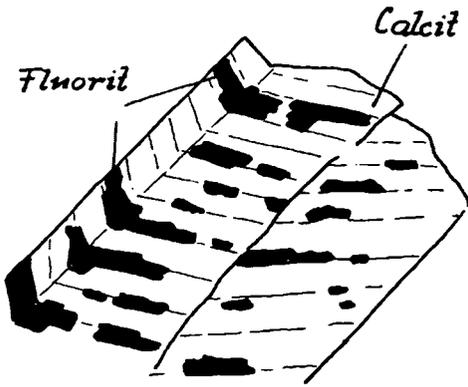
Dieselben Erscheinungen wie im anstehenden Quarzporphyr und in den Geröllen finden wir innerhalb der 1-15 cm mächtigen Sandlagen, die aus fein aufgearbeitetem Quarzporphyr stammen. Hauptsächlich ist es Plagioklas, der partiell fluoritisiert wird, z. T. sind diese fluoritisierten Plagioklase zerbrochen und treten in noch feineren Fraktionen bis zu Siltgröße auf. In einem Fall wurde auch ein Plagioklaskorn angetroffen, das von Zinkblende, die an Spaltrissen vorgreift, eine teilweise Umwandlung erfuhr.

Mit dem Auftreten von zerbrochenem, fluoritisiertem Quarzporphyrmaterial innerhalb der Karbonatgesteine, die eindeutig als Schüttungen eines aufgearbeiteten Quarzporphyrs und nicht als tuffogene Förderung aufgefaßt werden müssen, ist ein weiterer Beleg für die intrapermische Fluoritierung gegeben.

Wie kommt nun der Fluorit in die Karbonatgesteine, der oftmals in unmittelbarer Nähe solcher fluoritisierten Silikatkorngschüttungen auftritt.

3. Fluorit innerhalb von Kalkkonkretionen

Für die in den Schichten von Tregiovo auftretenden Konkretionen wurde eine unmittelbar auf die Sedimentation folgende (frühdiagenetische) Bildung nachgewiesen (MOSTLER 1966a:102). Im Zuge der weiteren Diagenese gab es innerhalb einzelner Konkretionen interne Lösungsumsätze, die z.T. sicher auf eine spätere diagenetische Phase zurückgehen. So tritt bei der im Zentrum am stärksten vorangeschrittenen Umwandlung Fluorit in großen, z.T. idiomorphen Kristallen auf. In dem breiten, wenig umgesetzten Randbereich bildet Fluorit kleine elliptische Konkretionen oder er ist in Lagen parallel ss angelagert. Die beiden hier letzt-



genannten Bildungen sind im Frühstadium der Diagenese entstanden, während die Umsetzung im Zentrum auf ein späteres Stadium zurückgeht. Hierbei ist besonders die Umsetzung des Karbonats durch Fluorit interessant und steht auch immer wieder im Vordergrund (Abb. 6)

Abb.6

Bemerkungen zu den Konkretionen

Um die Genese des Fluorits besser verstehen zu können, muß hier auf die ursprüngliche Konkretionsbildung und die verschiedenen Stadien der Umkristallisation innerhalb dieser eingegangen werden; gleichzeitig wird hier die Fluoritbildung mitbehandelt.

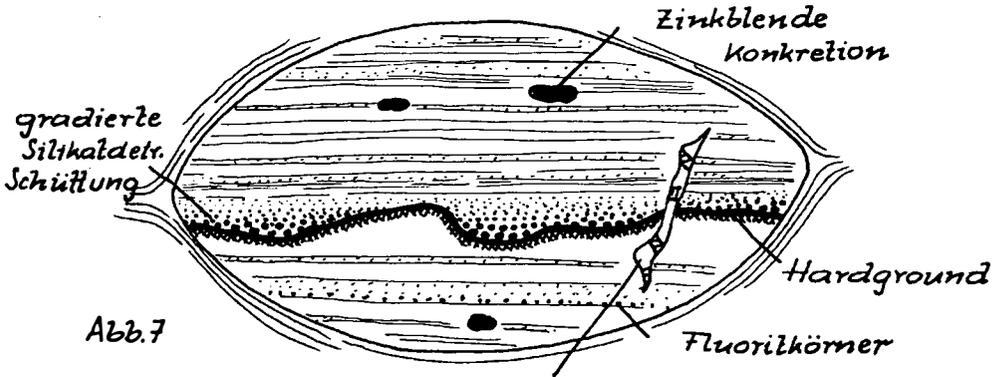


Abb.7

Schrumpfriss mit Calcit und Bleiglanz

In Abb. 7 ist der Querschnitt einer frühdiagenetischen Konkretion dargestellt. Alle primär sedimentären Gefüge wie Feinschichtung, Gradierung und Hardgroundbildung sind in dieser Konkretion konserviert. Selbst Pollenkörner, die außerhalb der Konkretion völlig plattgedrückt und zerrissen sind, sind innerhalb dieser voll körperlich, ohne Spur einer Deformation, erhalten. Von dem innerhalb der Konkretion erhaltenen Hardground (siehe Abb.7) ist außerhalb keine Spur zu erkennen. D.h. das Sediment wurde außerhalb der Konkretion im Zuge der Diagenese so stark komprimiert, daß eine Reihe primär sedimentärer Gefüge ausgelöscht wurde. Wichtig für unsere Beobachtungen sind kleine Schrumpfriss-

risse mit dem Ansatz einer ersten Umkristallisation, in welchem sofort neben Karbonat vor allem Bleiglanz hineinwandert, der in der Konkretion neben Zinkblende nur sehr untergeordnet auftritt. Fein verteilte Fluorit- oder Zinkblendekörnchen sammeln sich in den ersten Schrumpfrissen noch nicht. Nur am Außenrand der Konkretion kommt es zu kleineren Konzentrationen von Zinkblende-granulaten, die z.T. schon das Aussehen von kleinen "Zinkblende-Konkretionen" zeigen. Über mehrere Umlagerungsstadien kommt man zum zweiten hier vorgestellten Konkretionstypus (Abb. 8). In dieser Konkretion ist noch eine ss-parallele, diffus verkieselte Lage erhalten, die im Zentrum abrupt unterbrochen wird; darunter und darüber ist noch die Feinschichtung kalkiger Lagen mit Silteinstreuung zu erkennen. Das Zentrum der Konkretion ist einer starken internen Umkristallisation zum Opfer gefallen. Ausgehend von vielen Schrumpfrissen im Zentrum war es möglich, die SiO_2 -reiche Karbonatlage im zentralen Teil zu zersprengen. Im Zuge der starken Umkristallisation wurde diese nun in Form von Fragmenten vorliegende ehemalige kieselsäurereiche Lage unter Drehung und Verstellung dieser in einem Rekristallisiert, vorwiegend aus Calcit bestehend, eingebettet.

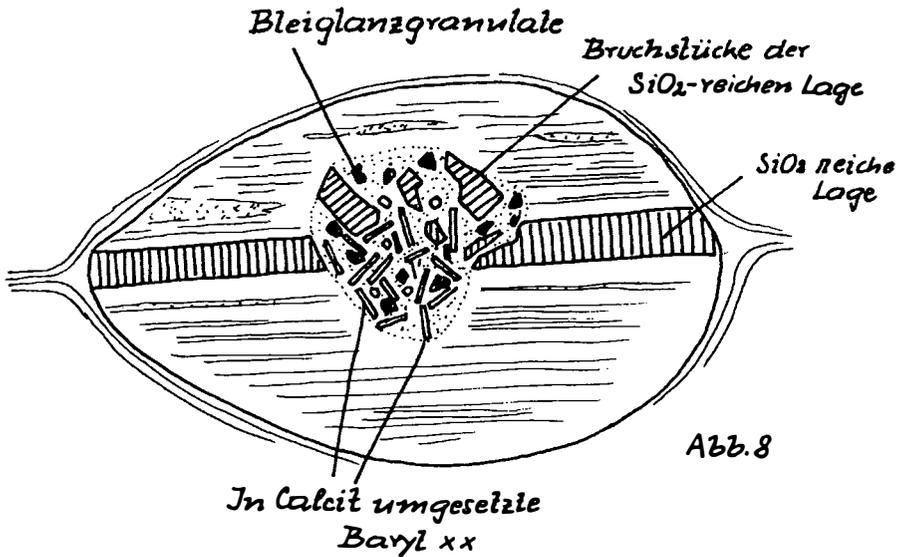
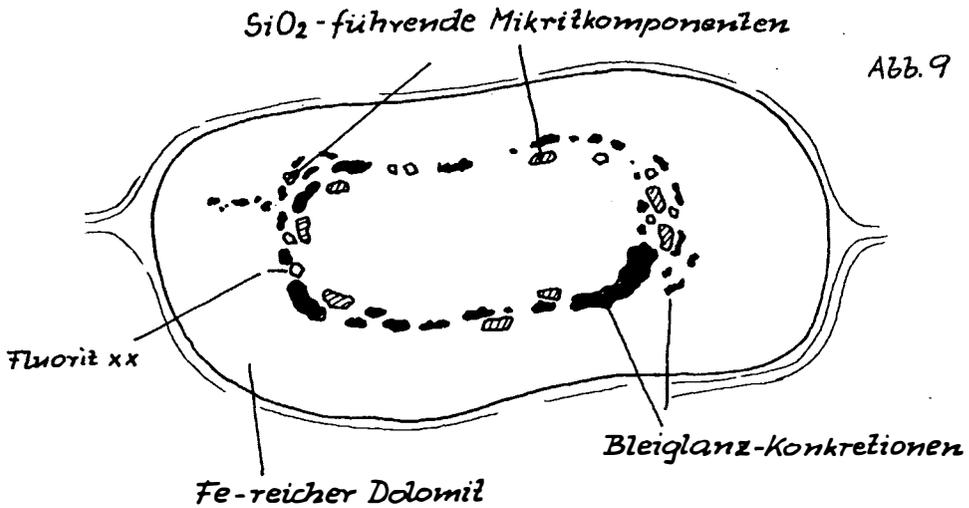
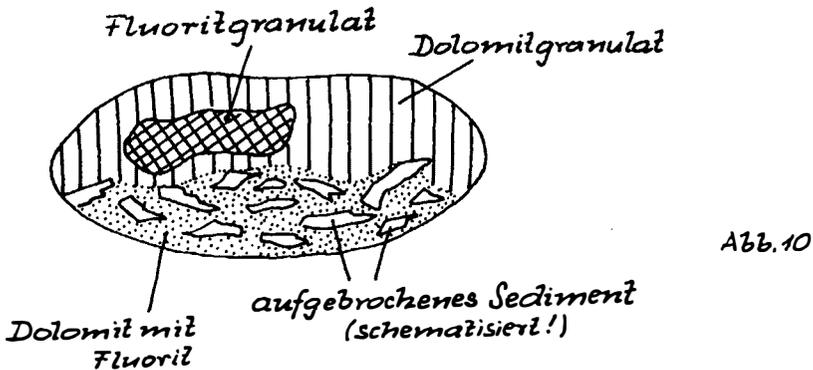


Abb. 8

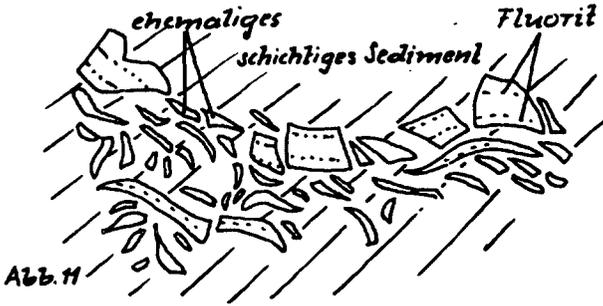
Der primär in ss liegende bzw. dort fein verteilte Bleiglanz, aber auch die Zinkblende haben nun auch eine Sammelkristallisation erfahren. Bei den tafeligen Kristallen handelte es sich ursprünglich um Baryte, die im Zuge der Umkristallisation durch Calcit ersetzt wurden; es handelt sich hier also um eine pseudomorphe Umsetzung, wie sie z.B. von O. SCHULZ (1966: 343) aus der Lagerstätte von Bleiberg-Kreuth beschrieben wurde. Eine Umsetzung des Baryts unter Erhaltung seiner ehemaligen Kristallgestalt in Fluorit konnte nicht beobachtet werden.



Ein weiteres Stadium der Umkristallisation soll Abb. 9 aufzeigen. Von der ursprünglichen Schichtung ist hier nichts mehr zu sehen; das ursprüngliche sedimentäre Gefüge ist nahezu völlig ausgelöscht und die Mineralcomponenten etwa dem Außenrand der Konkretion entsprechend verteilt. Bruchstücke von stärker SiO₂-führenden Lagen sind mit Bleiglanzkörnern vergesellschaftet, vereinzelt treten auch Fluoritkristalle auf.



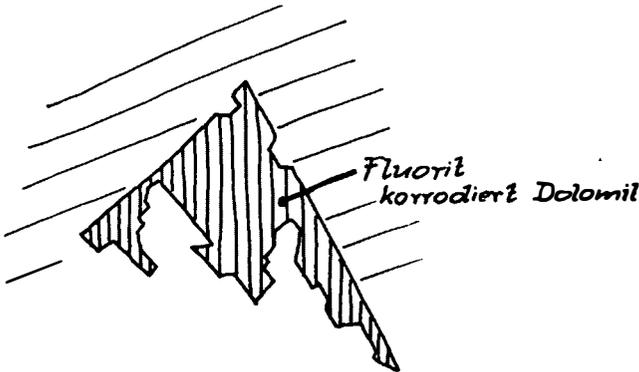
Es gibt aber auch Konkretionen, die im basalen Teil noch das ursprünglich sedimentäre Gefüge zeigen, wenn auch nicht mehr in situ, so doch in einzelnen, zum Teil noch korrespondierenden Fragmenten. Im hangenden Teil ist das primäre Material völlig aufgezehrt bzw. umkristallisiert (siehe Abb. 10). Ein Teilausschnitt aus dieser Konkretion zeigt primären Fluorit im Sediment, das in einem Calcit- und Eisendolomitgranulat eingebettet ist. Abgesehen davon, daß sich der Fluorit im oberen Teil der



Calcit und Fe-Karbonat

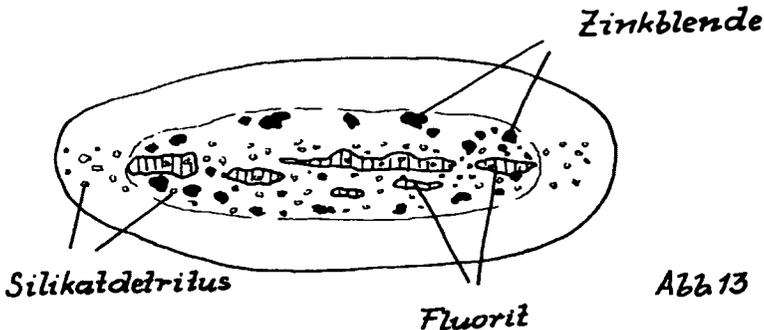
Konkretion (siehe Abb. 10) konkretionsartig sammelt, tritt dieser auch in Verbindung mit Calcit und Eisendolomit im tieferen Teil derselben Konkretion auf (Abb. 12), und zwar verdrängt er z.T. das neu gebildete Karbonat.

Abschließend sei noch auf eine Konkretion eingegangen, die in einem durch Sandschüttung ausgezeichneten Abschnitt entstand. Die eingangs erwähnten Schüttungen von Quarzporphyrdetritus (Sandfraktion) innerhalb der Karbonatgesteine sind naturgemäß ziemlich anfällig für Umkristallisationen, da sie schon primär durch ihre sperrige Lagerung für Umsetzungen besser geeignet sind. Die Zinkblende tritt hier entweder in großen Einzelkristallen



auf, oder konkretionär der Bleiglanz in großen Kornaggregaten, während der Fluorit in linsig unregelmäßigen Lagen auftritt (Abb. 13). Ein Teilausschnitt daraus (Abb. 14) zeigt, daß der Fluorit das karbonatische Bindemittel völlig weggelöst hat, während Plagioklas, Glimmer und Quarzdetritus nicht angegriffen werden.

Ausgehend vom stark umkristallisierten zentralen Teil der Konkretion sammelt sich nun der Fluorit auch in Schrumpfrissen, wobei auffallend ist, daß er bei mehr oder minder senkrecht zu ss durchschlagenden Rissen mit einem Calcitsaum auftritt, parallel ss ohne einen solchen (Abb. 15).



4. Fluorit in laminierten, etwas siltföhrenden, bituminösen Kalken

Generell ist der Fluorit parallel ss in den laminierten Karbonatgesteinen fein verteilt, wie dies in Abb. 11 bereits angedeutet wurde. Dort wo es zu einer örtlichen Sammelkristallisation kommt, wandert der im Sediment fein verteilte Fluorit heraus und sammelt sich gleichzeitig mit dem Bitumen, das bei der Sammelkristallisation der Karbonate im Zuge eines Reinigungsprozesses vor sich hergeschoben wird. Entweder bleibt das Bitumen konzentriert an den Rand der neugewachsenen Karbonate, oder es wird von Fluorit völlig überwachsen, wobei es zum Zerreißen einzelner Bitumenhäutchen kommt (Abb. 16)

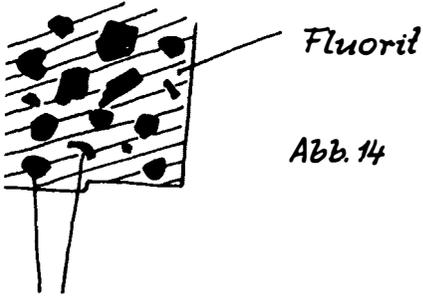


Abb. 14

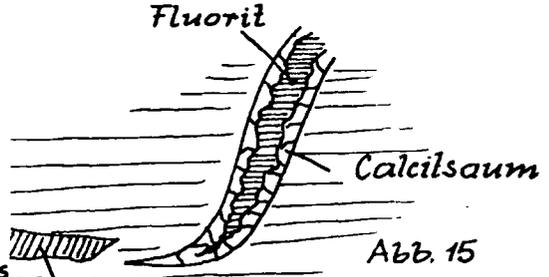


Abb. 15

eingewachsener Silikaldetritus
Silikate nicht korrodiert

nur Fluorit

Mikritlagen, die durch LF-Gefüge charakterisiert sind, föhren auch Fluorit, und zwar erfüllt dieser die birdseyes (Abb. 17), wobei der Fluorit, ausgehend von diesen, teilweise auch die Mikritmatrix weiter ankorrodiert und dabei wiederum neue Bitumenhäutchen entstehen, die von Fluorit eingewachsen werden (Detail siehe Abb. 18).

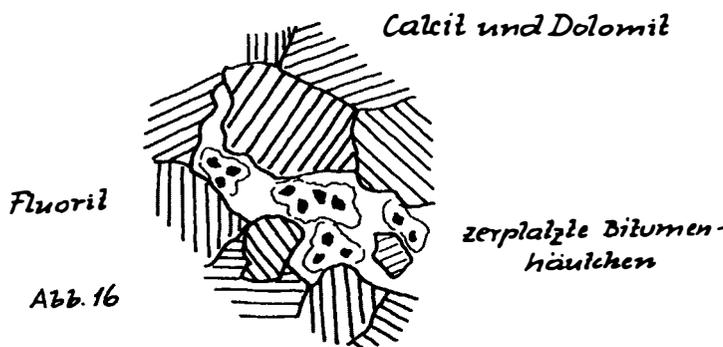


Abb. 16

5. Fluorit, an Stromatolithen gebunden

Ähnlich wie in den birdseyes der oben beschriebenen Mikrite mit LF-Gefügen sitzt der Fluorit auch innerhalb der Stromatolithen (Abb. 19). Es handelt sich hierbei um Stromatolithen des LLH-S-Typus, bei welchem der Fluorit Teile der einzelnen Lagen nachzeichnet, hauptsächlich aber die Kerne der Halbkugeln (hemispheroids) ersetzt, die z.T. wohl auch ursprüngliche Hohlräume darstellten.

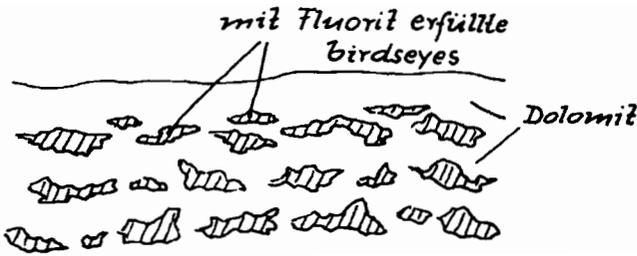


Abb. 17

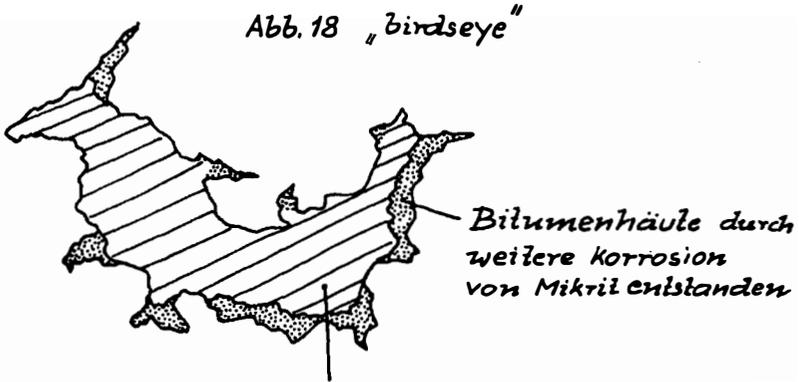
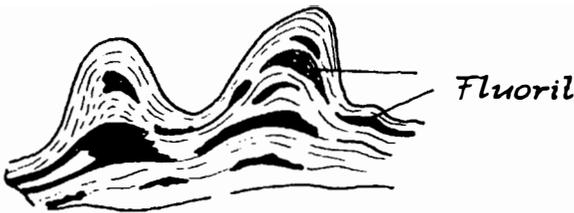


Abb. 18 „birdseye“

Fluorit (Gen. 1)



Stromatolithen (LLH-S Typus)



Fluorit

Abb. 19

6. Fluorit innerhalb von Ooiden

Im höheren Abschnitt der Schichten von Tregiovo kamen neben den Krustenkalken auch Kalkoolithe zur Ablagerung. Ein Teil dieser Oolithe wurde fluorotisiert, und zwar wurde Fluorit immer nur innerhalb der einzelnen Ooide festgestellt.

Es ist schon lange bekannt, daß echte Ooide leicht umkristallisieren, und zwar sind Umsetzungen der Ooide in ein Calcit- oder Dolomitgranulat sehr häufig und auch ausführlich genug beschrieben worden. Auch der Umsatz von Ooiden in Pyrit kommt nicht selten vor, während Umkristallisation von Ooiden in Zinkblende und Bleiglanz schon eher zu den Seltenheiten gehört. Umwandlungen der Ooide in Plagioklas sind nach Wissen des Verfassers erst einmal beschrieben worden (P. CASATI 1970).

Dort wo ein Ooid völlig von Dolomit ersetzt wurde (meist handelt es sich um Einkristalle, also um echte Pseudomorphosen von Dolomit nach einem Ooid), fehlt der Fluorit (siehe Abb. 20, Fig. 1). Das im Ooid vorhandene Pigment wurde durch die Dolomitmikristallisation durchwegs an den Rand des ehemaligen Ooids geschoben (siehe dunkler Saum am Rand, Abb. 20, Fig. 1). Wenn ein Ooid nur von einer teilweisen Dolomitisierung erfaßt wird, ist auch stets Fluorit anwesend (Abb. 20, Fig. 2, Fig. 4). Der Fluorit ist dabei nicht in der Lage, das Pigment der ursprünglichen Substanz des Ooids völlig zu verzehren oder an den Rand zu schieben, sondern übernimmt dieses als Interngefüge. Dies tritt besonders dort auf, wo überhaupt keine Dolomitbildung zustandekam (Abb. 20, Fig. 5-7). In Fig. 6 derselben Abbildung ist ein Teil des ursprünglichen Lagenbaues des Ooids noch erhalten geblieben. Fig. 7 dagegen zeigt den erhaltenen mikritischen Kern, in dem bereits eine partielle Korrosion durch Fluorit begonnen hat.

Dolomitisierung und Fluoritierung dürften Hand in Hand gegangen sein, denn es gibt keinen Hinweis, daß Dolomit Fluorit oder umgekehrt korrodiert hat. Beide Prozesse sind also nach der Ooidbildung abgelaufen und dürften schon einem spätdiagenetischen Stadium angehören.

7. Zur Genese der Fluoritierung

Die in den unterpermischen Quarzporphyren auftretenden Fluorite verdanken ihre Entstehung einer postmagmatischen, aber unmittelbar nach der Quarzporphyrförderung einsetzenden Mineralisation, da diese in mittelpermischen Sedimenten in Form von partiell fluoritisierten Quarzporphyrokonglomeraten (Konglomeraten), oder in Sandkörnern, die von aufgearbeiteten Quarzporphyrkörnern stammen, auftreten. Das Vorgehen von Fluorit an Spaltflächen und -rissen, und zwar speziell an Plagioklasen, untergeordnet an Kalinatronfeldspat und Quarz, muß nicht unbedingt im Zuge der erzproduzierenden Mineralisation (Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies, Uranpechblende, Baryt, Fluorit etc.) geschehen sein, sondern könnte auf eine spätere, kühlere hydrothermale Durchströmung zurückgehen, die allerdings noch vor der Erosion der Quarzporphyre vor sich gegangen sein müßte, da die Gerölle und der zu Sand

Fig.1

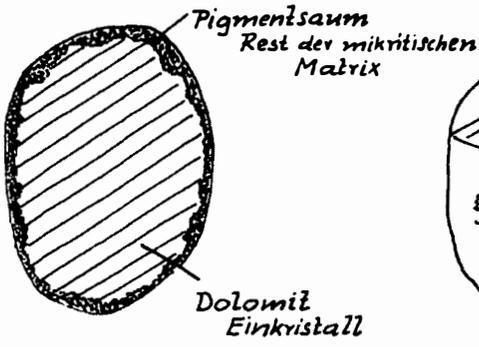


Fig.2

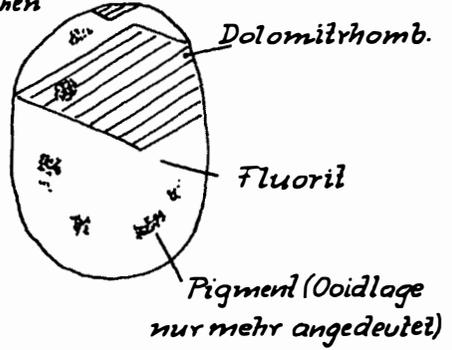


Fig.3

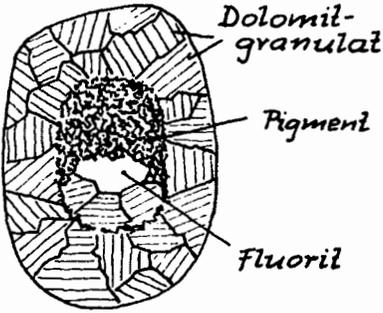


Fig.4

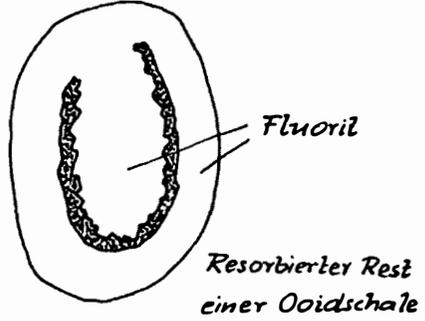
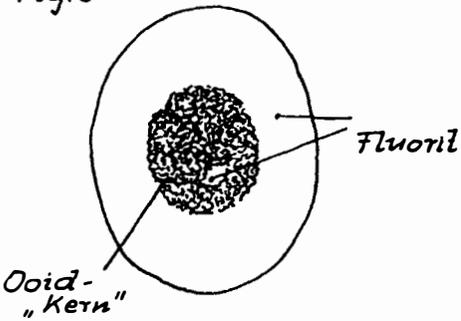


Fig.5



Reste einzelner Ooidschalen

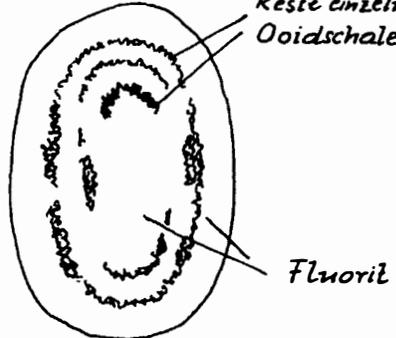


Fig.6

aufgearbeitete Quarzporphyr mit den in Fluorit umgesetzten Mineralen völlig isoliert im Karbonatgestein stecken. Die umgebende Matrix selbst zeigt keine Fluoritisierung, was der Fall sein müßte, wenn spätere, also postsedimentäre, fluorhaltige wäßrige Lösungen das Gestein durchströmt hätten.

Generell müssen es drei voneinander getrennte, völlig verschieden ablaufende Prozesse sein, die zur Bildung der Fluorite geführt haben.

1) Als Nachphase auf die Vererzung des Bozener Quarzporphyrs folgende Fluoritisierung, die in der Lage war, die Silikate teilweise bis ganz umzusetzen.

2) Alle die Schichten von Tregiovo aufbauenden klastischen Sedimente stammen vom Quarzporphyr, der von Konglomeraten über Sandsteinen bis in Siltgrößen aufbereitet wurde. Auch Teile des stark vererzten Quarzporphyrs fielen der Erosion zum Opfer, und somit auch die reichlich fluoritisierten. Ein Teil des Fluorits ging ebenso mit Bleiglanz und Zinkblende in Lösung und fiel in speziell dafür prädestinierten Sedimentgesteinen aus. Die in mm-Lagen auftretenden Fluorite sprechen dafür. Es handelt sich hierbei ohne Zweifel um eine synsedimentäre Fluoritbildung.

3) Früh?- bis spätdiagenetische Umlagerungen führten zu einer Umverteilung des synsedimentären Fluorits und dies sowohl innerhalb der Konkretionen, als auch in Stromatolithen, birdseyes und Ooiden. Es gelang jedoch bisher nicht, diese Umsetzungen zeitlich näher in den Griff zu bekommen.

Auffallend ist aber die unterschiedliche Aggressivität der fluorhaltigen Lösungen. Im Fall 1) wurden nur die Silikate angelöst bzw. zum Teil ganz umgesetzt. dies läßt auf stark saure, wäßrige Lösungen schließen, in denen Fluor in Komplexen mit Si und Al und anderen Elementen auftritt und beim Zerfall dieser ausfällt. Calciumreiche Solen oder neutrale bis alkalisch-wäßrige Bikarbonat- oder Karbonatlösungen, wie sie J. CADEK & M. MALKOV-SKY (1968: 319) auch als möglich für Fluoritierungen anführen, scheiden aus, da innerhalb der Quarzporphyre zu dieser Zeit noch keine Möglichkeit für karbonatische Lösungen gegeben war.

Bei den diagenetischen Umsetzungen des Fluorits wurde nur das Karbonat korrodiert, zum Teil ganz aufgezehrt; die Silikate, wie Abb. 14 zeigt, liegen völlig unversehrt in der fluoritischen Matrix eingebettet.

Literatur

- CADEK, J. & M. MALKOVSKY (1968): Metasomatische Verdrängung von Alumosilikatgesteinen durch Flußspat. - *Geologie* 17, 311-323, Berlin.
- CASATI, P. (1970): Calcari oolitici feldispatizzati nel Carnico superiore della Bergamasca orientale. - *Natura-Soc. It. Sc. Nat. Museo Civ. St. Nat. e Aequario Civ.* 61, 270-272, Milano.
- GIUSSANI, A. & A. LEONARDELLI (1966): Le mineralizzazioni a fluorite della zona tra Cavalese et il di Lavaze (Trento). - *Simp. intern. sui Giacimenti Minerari delle Alpi*, 18 S., Trento-Mendola.
- HADITSCH, J. G. (1965): Ein Beitrag zur Kenntnis der Kupfervererzung der "Schichten von Tregiovo" in Südtirol. - *Archiv f. Lagst.forsch. Ostalpen*, 3, 36-49, Leoben.
- MOSTLER, H. (1965): Bemerkungen zur Genese der sedimentären Blei-Zinkvererzung im Südalpinen Perm. - *Archiv f. Lagst.forsch. Ostalpen*, 3, 55-70, Leoben.
- MOSTLER, H. (1966a): Sedimentäre Blei-Zink-Vererzung in den mittelpermischen "Schichten von Tregiovo". - *Mineralium Deposita*, 2, 89-103, New York.
- MOSTLER, H. (1966b): Zur Genese der schichtgebundenen Blei-Zink-Erze im Südalpinen Perm. - *Symp. Intern. sui Giacimenti Minerari delle Alpi*, 349-354, Trento-Mendola.
- SCHULZ, O. (1966): Pseudomorphe Verdrängungen von Baryt durch Calcit und Fluorit. - *N. Jb. Miner. Mh.* 11, 342-345, Stuttgart.