

DK 553.682.2.06

DEC A 55 d

Beiträge über das Gefüge von Spatlagerstätten*)

Von O. M. Friedrich und Mitarbeiter

Min. Inst der Montanistischen Hochschule Leoben

(In mehreren Aufsätzen soll das Gefüge von Magnesitlagerstätten besprochen werden, um in einer abschließenden Besprechung Schlüsse auf die Genese dieser Lagerstätten ziehen zu können; ein erster Bericht beschreibt einige unter diesem Gesichtspunkte ausgewählte Großstufen.)

(In several papers the structures of magnesite deposits are to be discussed in order to allow conclusions about the genesis of these deposits in a final report.)

(On doit décrire dans plusieurs parties la constitution des gisements magnésiens afin de pouvoir tirer, au cours d'une discussion finale, des conclusions sur la genèse de ces gisements; dans cette première partie on décrit des couches principales choisies spécialement à cet effet.)

Vorwort

Die Genesis der ostalpinen und damit auch anderer Spatmagnesitlagerstätten war lange Zeit umstritten. Eine Gruppe von Forschern (Redlich, Clar, Meixner, Angel und auch ich) vertrat die hydrothermale, metasomatische Entstehung dieser Lagerstätten, eine andere (De Llarena, Leitmeier, Siegl) verfocht nicht minder lebhaft deren sedimentäre Natur. Auf einer von der Montanistischen Hochschule Leoben veranstalteten Fachtagung über diese Frage vertrat ich die hydrothermale-metasomatische Bildung mit so überzeugenden Belegen (Friedrich) (4), daß sie seither ziemlich allgemein als zutreffend angesehen wird; nur ganz wenige, so vor allem De Llarena (7), verfechten noch immer eine sedimentäre, zumeist eine saline Entstehung.

Wesentliche Meinungsunterschiede bestehen aber nach wie vor über das Alter der Magnesitbildung: W. Petrascheck (8) hält die Magnesitlagerstätten gleich wie unsere Eisenspat- und andere (Cu-, Pb-, Zn-) Lagerstätten für Glieder der jungalpidischen, etwa im Tertiär (älteres Miozän) erfolgten Vererzung der Ostalpen. F. Angel (3) hingegen erklärt sie für vortriadisch und jünger als Devon, wahrscheinlich sogar jünger als Unterkarbon und deutet sie als Gefolge der variskischen Gebirgsbildung. Namhafte andere Forscher halten sie für frühalpidisch. Ich konnte 1963 zeigen, daß eisenreiche Magnesite bzw. Breunnerite, die von den Magnesitlagerstätten zu den Eisenspatlagerstätten überleiten, bis in die untere Trias hinauf gehen. Dies weist darauf hin, daß die Magnesitbildung, die der Eisenvererzung zweifellos vorgeht, noch etwas älter sein muß, also unterste Trias bis Permoskyth sein dürfte. W. Siegl (9) hält es 1964 für möglich, daß die „Vererzung“ der Spatmagnesite zeitlich irgendwie mit den sicher sedimentären dichten Magnesiten aus den Werfener Schichten im Raume von Leogang/Hochfilzen zusammenhängen könnte. Klarheit über diese und viele andere noch offene Fragen kann nur durch sorgfältige Beobach-

tungen an den Lagerstätten, ihrem Rahmen, ihrem Gefüge usw. erzielt werden. Die von meinen Mitarbeitern und mir erarbeiteten Erkenntnisse und Beobachtungen sollen Bausteine sein, die unsere Kenntnisse über diesen interessanten, aber auch wirtschaftlich wichtigen Lagerstättentypus vermehren und vor allem vertiefen. In diesem Sinne mögen die nachfolgenden Aufsätze dieser Reihe verstanden und gewertet werden. Zusammenfassende Erkenntnisse ergeben sich daraus naturgemäß und „wie von selbst“.

1. Untersuchungen an verschiedenen Großstufen aus ostalpinen Spatlagerstätten

a) Bresche von Brunnsink

F. Angel und F. Trojer (2) haben schon 1955 auf die Bresche von Brunnsink hingewiesen als eine wichtige Stelle, die geeignet ist, die Altersfrage der alpinen Spatmagnesite zu ermitteln. Sie beschrieben sowohl die Lage dieses Vorkommens wie auch das Gestein und bringen 7 Abbildungen von Einzelheiten des mikroskopischen Baues. Insbesondere weisen sie in Abb. 9 und 10 auf zerbrochenen Magnesit hin, der Relikte von Dolomit enthält, während zerbrochene Quarze solche von Magnesit umschließen, beide durch Aragonit verheilt. Ähnlich wie seinerzeit K. A. Redlich halten sie den Aragonit für eine jüngere Bildung einer oberflächennahen Dolomitauslaugung im Verwitterungsbereich. Sie weisen damit zusammenhängend auf die in dieser Dolomitbresche scharenweise auftretenden hohlen Dolomitbrocken hin, deren Wände aus metasomatischem Dolomit bestehen, deren Inneres entweder leer, häufig aber auch mit Aragonit ausgefüllt ist. Sie betonen ausdrücklich, daß das Problem dieser hohlen Gerölle noch ungelöst sei.

Von den aus Magnesit bestehenden Geröllen wird angenommen, daß sie schon als solche in die Bresche hineingekommen seien. Daraus schließen sie, daß die Magnesitbildung älter als die Entstehung dieser permo-skythischen Bresche sein müsse und daher die Magnesitvererzung nur „voralpidisch, also variskisch“ sein könne.

*) Eingegangen Februar 1967.

Schon 1956 zeigte mir F. Angel das Vorkommen der Brunnsinkbresche, als wir von der Freifahrung des Scheelitvorkommens Lanersbach zurückfahren. In den folgenden Jahren suchte ich das Vorkommen wieder auf und fand dabei die Quergänge des Spates in der Bresche und sammelte reichlich Stufen davon auf. In der Aussprache nach dem Vortrag W. Siegl's in Klagenfurt am 9. Mai 1964 über die von ihm wieder aufgefundenen Magnesitknollen am Südfuß der Steinberge zeigte ich mehrere Lichtbilder davon und machte auf die Bedeutung dieser Gängchen für die Altersfestlegung der Magnesitbildung aufmerksam (siehe Karinthin 1964, Nr. 51, S. 88). Weil aber andere Arbeiten (Kreuzeckgruppe, Zinnobervorkommen usw.) dringender waren, stellte ich eine Bearbeitung der Stücke zurück.

Später (1964) hat sich W. Siegl (9) mit dieser Bresche eingehend befaßt und erkannt, daß sowohl diese Magnesitbrocken wie auch jene des Burgsteinpalfens bei Hütten in der schon fertigen Bresche durch eine Metasomatose entstanden sind, welche die Dolomitbrocken vorwiegend in deren mittleren Teilen angriff und bis zu ihrer restlosen Magnesitisierung fortschreiten konnte. Dabei entstehen „hohle“ Dolomitbrocken mit randlichen Dolomitekristallrasen oder mit Aragonitbüscheln, allein oder neben einem bräunlichen Kristallfeinsand aus Magnesit. Siegl betont weiters, daß auch die Feinkornmagnesitbrocken des Brunnsinker Konglomerates durch Metasomatose im Werfener Schiefer entstanden sind: „Es besteht demnach keine Veranlassung mehr, für die Lagerstättenmagnesite ein präskythisches Alter oder eine sedimentäre Entstehung anzunehmen“.

Da die Stücke und die daraus angefertigten Schiffe aber doch einiges seiner Bearbeitung ergänzen können, sei nun kurz darauf eingegangen.

Die Abb. 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem Block, der reichlich „hohle Gerölle“ führt. Man erkennt deutlich, daß ein sehr großer Anteil der Gerölle in dieser Bresche „hohl“ ist, daß der Rand aber aus unverwittertem Spat (metasomatischem Dolomit oder Magnesit, nach meinen Untersuchungen zumeist Dolomit) besteht, der nach innen freie Rhomboeder bildet, während der sonst den Hohlraum manchmal füllende „Magnesitsand“ herausgewaschen oder manchmal durch Krusten aus Brauneisenerz ersetzt ist. In der Abbildung sind überdies zwei Dolomitspatadern zu sehen, die aus dem roten Schiefer in die „hohlen“ Gerölle übersetzten und dadurch zeigen, daß diese Dolomitspat-Quergriffe erst nach der Ablagerung der Gerölle und nach der Diagenese zur Brunnsinkbresche entstanden sein können, also jünger sein müssen als diese Ablagerung. Vereinzelt kamen beim Zerschlagen des fast 1 m messenden Blockes im Bachgeröll in Hohlräumen seines Inneren auch Aragonitbüschel vor, die auf den Dolomithomboedern sitzen.

Vom Spat der Quergriffe machte mir 1963 Herr Dipl. Ing. F. Laskovic verschiedene chemische Analysen: sie zeigen, daß auch recht verschiedenartig aussehende Späte fast ausschließlich aus Dolomit bis Ankerit bestehen; Magnesit kommt darin, wie die Anschliffe zeigen, nur in Verdrängungsresten vor.

Die Analysenwerte

Probe	1	2	3	4	5	6
H ₂ O bis 105°	—	0,19	—	—	—	—
CO ₂ als Glühverlust	47,06	45,24	46,84	45,95	45,39	41,66
Unlöslich	0,46	4,34	0,72	2,86	6,27	9,98
Fe ₂ O ₃	0,10	0,08	0,64	—	—	0,14
FeO	1,66	1,94	2,05	0,38	1,72	1,19
MnO	0,26	0,27	0,19	0,12	0,20	0,15
Oxide außer Fe, Mn	—	0,27	—	0,17	—	—
CaO	30,47	29,06	29,30	28,38	27,73	26,50
MgO	20,09	19,32	20,59	22,20	19,23	19,77
Summen	100,11	100,71	100,33	99,96	100,54	99,39

Daraus lassen sich die nachstehenden Karbonate zurückrechnen, wobei der auf 100 fehlende Rest sich aus dem „Unlöslichen“ ergibt.

MnCO ₃	0,44	0,44	0,31	0,19	0,32	0,24
FeCO ₃	2,68	3,13	3,30	0,60	2,77	1,92
MgCO ₃	42,01	40,40	43,07	44,82	40,21	41,34
CaCO ₃	54,42	51,86	52,29	50,64	49,48	47,29

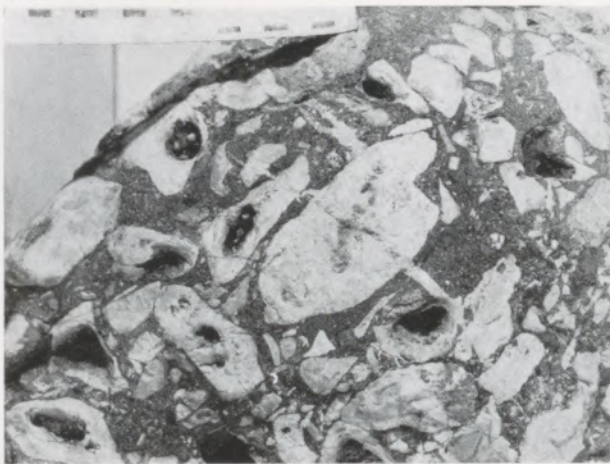


Abb. 1

Ein Block der Brunnsinkbresche (richtiger meist: Konglomerat) mit hohlen Geröllen. Das große Geröll etwa in der Bildmitte ist wie die benachbarten von 2 Adern aus Spatdolomit durchzogen, die durch den Hohlraum hindurchsetzen und dort mit dem Spatdolomit der Wandungen verwachsen. Dies ist besonders gut zu sehen am Geröll mit dem großen Hohlraum unter dem großen Brocken

In einer weiteren Probe mit 17,25 % Fe_2O_3 ist der gesamte Anteil an FeCO_3 in Brauneisenerz umgesetzt; sie scheidet deshalb aus.

Nach den Anschliffen besteht die Hauptmasse der Wandungen dieser hohlen Gerölle aus Dolomitspat, der gegen die Hohlräume hin sehr grobkörnig wird. Dieser Spatdolomit enthält Reste von Magnesit bis

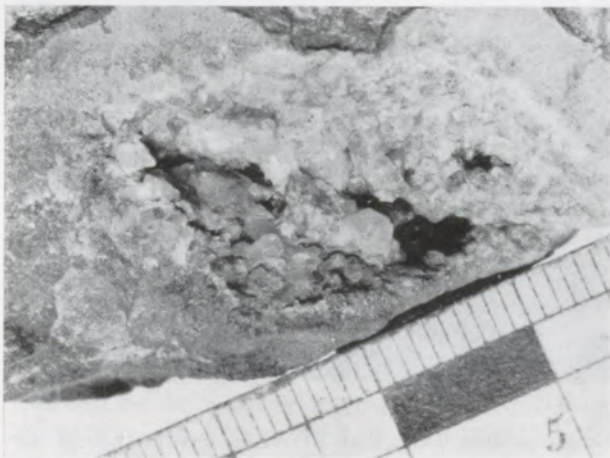


Abb. 2

Drusenraum eines hohlen Gerölles der Brunnsinkbresche. Der Spatdolomit der Wandung setzt sich in flachen Rhomboederchen fort. Darauf sitzt Kalkspat in wasserhellen Kriställchen

Brunnerit, die allerdings erst durch 5 Minuten langes Ätzen mit 30 % Al-Nitratlösung gut sichtbar werden, da sie unangegriffen bleiben, während der Dolomit stark geätzt erscheint (Abb. 3). Der Dolomitspat der Wandungen ist mit dem feinkörnigen Gesteinsdolomit (Dolomitit), der in Resten immer wieder und reichlich vertreten ist, durch gemeinsame Kristallisa-

tion innig verschweißt (Abb. 4). Die im Handstück scheinbar scharfe Grenze beider verschwindet im Anschliff oder wird unscharf dadurch, daß geeignet liegende Dolomitkriställchen gegen den Gang hin größer weiter wachsen, wobei aber die ehemalige Grenze des Gerölls innerhalb der einzelnen Spatkriställchen noch durch das vorhandene dunkle Pigment markiert

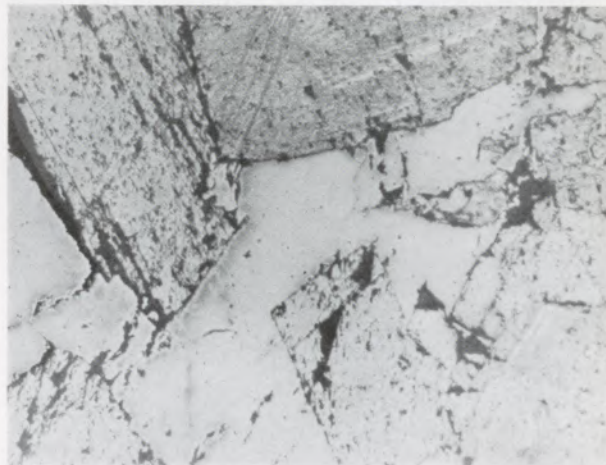


Abb. 3

Reste von Magnesit (glatt) in Spatdolomit (geätzt, rau, teilweise schwach zonar). Geätzt 5 Minuten mit 30 % Al-Nitratlösung. Anschliff 2241, 30 : 1, 1 Polarisator

bleibt. Diese Verschweißung des Dolomitits, also des Dolomites der Gerölle mit dem Spatdolomit beweist, daß diese erst im Konglomerat zu Spatdolomit bzw. -magnesit umgesetzt wurden, also nicht als fertige Spatgerölle ins Karbonat gelangt sind (Lichtbilder 4, 5). Auch zeigen diese mit dem Spat verschweißten Gerölle, daß die Mg-Metasomatose ohne wesentliche Durchbewegung ablief und daß die Spatkörner in Ruhe aufgesproßt und gewachsen sind. Ganz selten trifft



Abb. 4

Grenze von Dolomitit (links) zu Dolomitspat (rechts) ist unscharf; günstig liegende Körnchen des Dolomitites wachsen weiter. Nach der Metasomatose nicht mehr tektonisch durchbewegt. Geätzt 5 Minuten mit 30 % Al-Nitratlösung
Anschliff 2239, 30 : 1

man Dolomitspatkörner, die nach dem Ätzen reichlich Zwillingslamellen zeigen. Zwischen dem Dolomitspatgeäder und dem roten Schiefer entwickeln sich manchmal schwach nach einer Richtung gestellte „Bärte“ von parallelen Dolomitstengelchen und zeigen, daß während des Wachstums der Spatdolomite auch zwischen der Schiefermasse und den Geröllen nur sehr schwache Differentialbewegungen abliefen.

Der Dolomitspat verdrängt weitgehend den Magnesit, was allerdings erst nach dem Ätzen mit dem Trojer'schen Ätzmittel (30 % Al-Nitratlösung) gut sichtbar wird, aber auch schon am ungeätzten Anschliff durch feine Reliefunterschiede erkannt werden kann. Diese Relikte von Magnesit in Dolomitspat (Abb. 3) und auch solche von Dolomit in Kalkspat (Abb. 5)

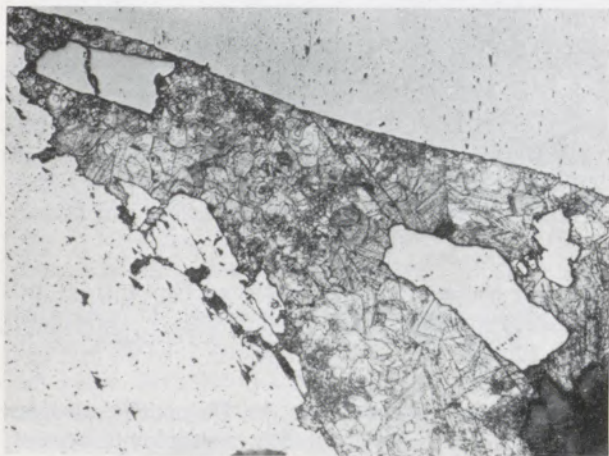


Abb. 5

Deutlich zonarer Kalkspat dringt an Rissen gegen Dolomitspat vor und verdrängt ihn. Geätzt 2 Sekunden mit 10 % Al-Nitratlösung. Anschliff 2239, 30 : 1

zeigen einen gesetzmäßigen Ablauf, wie wir ihn als „Redolomitisation“ bzw. „Rekalzitisierung“ schon von vielen Spatmagnesiten her kennen, seitdem F. T r o j e r (2) diese Rückumsetzungen erkannte. Dabei sitzen Kalkspatkörnchen oft als feine Kristalle auf Dolomitspatkristallen, die in die Hohlräume der hohlen Gerölle hineinragen (Abb. 2, 6). Sie sind, wie die Abb. 6 zeigt, sehr häufig deutlich zonar gebaut und sitzen vielfach auf stark angelöstem Dolomit.

In diesen letzten Kalkspäten tritt ab und zu ein Eisenglanzstäfelchen auf (Abb. 7), auch sind in vielen dieser Kalkspäte Limonitkörperchen fast graphisch-myrmekitisch eingewachsen. Wenn es auch sehr wahrscheinlich ist, daß diese Eisenglanzblättchen auf das feine Roteisenpigment zurückzuführen sind, das sowohl die roten Werfener Schichten wie auch manche Kalk- bzw. Dolomitgerölle auch ferne von der Magnesiametasomatose durchstäubt, so weisen sie doch darauf hin, daß gegen Ende dieses Umsetzungs Vorganges der O-Partialdruck gegenüber den Anfängen der Mg-Metasomatose deutlich angestiegen ist, denn während der Mg-Metasomatose wird das vorhandene dreiwertige Eisen in die zweiwertige Form übergeführt und in den Magnesit eingebaut. Es wird noch besonders

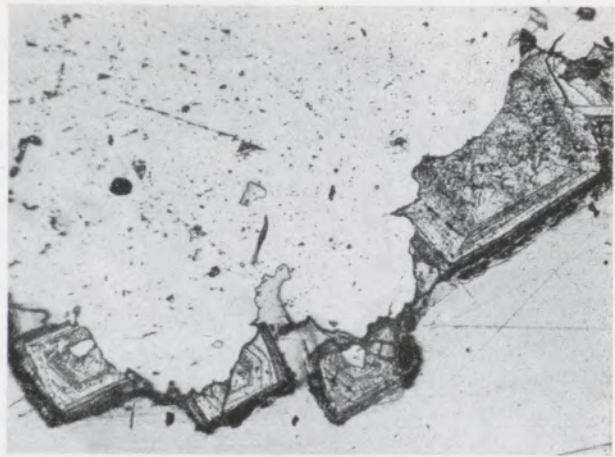


Abb. 6

Zonare Kalkspäte sitzen auf verdrängtem Dolomitspat und ragen als Kristalle in den Hohlraum eines hohlen Gerölles. Dieser ist mit Kunstharz (grau, glatt) gefüllt. 2 Sekunden mit 10 % Al-Nitratlösung geätzt. Anschliff 2225, 70 : 1

betont, daß die oben erwähnten Limonitkörperchen nichts mit einer nachträglichen Verwitterung zu tun haben; denn das Brauneisenerz der Verwitterung unterscheidet sich deutlich davon. Es überzieht in vielen der oberflächennahen Spatäderchen die Oberflächen der Kriställchen in den hohlen Geröllen. Im Spatdolomit sitzen vereinzelt kleine Pyritkörnchen.

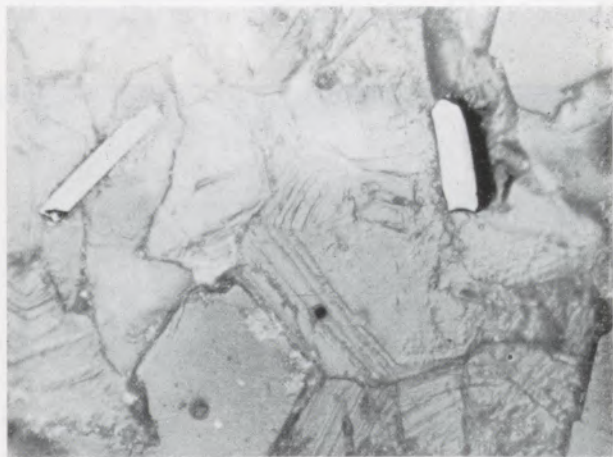


Abb. 7

Eisenglanzscheiter (weiß, glatt, Relief) in zonarem Kalkspat, der eine Kluft im Spatdolomit füllt. In den beiden rechten Ecken Gangquarzkörner. Geätzt 2 Sekunden mit 10 % Al-Nitratlösung. Anschliff 2229, 600 : 1

Noch „jünger“ als die Kalkspäte sind schließlich Überzüge und Büschel von Aragonit, die Angel und Trojer abbilden und die freien Aragonitkriställchen in den Drusenräumen selbst, auf die Siegl hinweist. Angel und Trojer halten den Aragonit als deszendente Bildung (Verwitterungsbereich); ich meine aber im Aragonit die letzten Bildungen der abklingenden Metasomatose erblicken zu können, ähnlich wie solcher Aragonit auch auf Lunkern im frischen, unver-

witterten Breunnerit von Diegrub häufig vorkommt. Würde der dortige Aragonit ein solcher des Verwitterungsbereiches sein, dann müßten wohl die darunter vorkommenden Breunnerite auch angewittert sein. Warum sich bei den letzten Teilvorgängen der Magnesit-Metasomiose manchmal Aragonit bildet, wie hier oder in Diegrub, öfters aber der Kalkspat der „Rekalzitisierung“, ist noch ungeklärt, dürfte aber durch die dabei vorliegenden Bedingungen, wie Wärmehöhe, Druck, Konzentration, Lösungsgenossen usw. bedingt sein.

In anderen Schliffen, beispielsweise mit den Nr. 2246, 2247 sieht man, daß Gerölle und Brocken aus grauem, feinkörnigem Dolomit und aus rottem Dolomitsandstein entlang einzelner Risse durch Magnesit/Breunnerit verkittet und verdrängt werden. Eine ganz schwache, etwas jüngere Zerbrechung bringt weißen Spatdolomit, der den vorgebildeten Magnesit weitgehend verdrängt. Die Spatdolomitadern werden von Quarzadern durchsetzt, die viele Spatdolomitmörschen umschließen, so daß sich die Bildung von Spatdolomit und Quarz weitgehend überlappen, denn auch im groben Spatdolomit sind Quarzsäulchen eingewachsen. Im Spatdolomit treten vereinzelt auch große Titanite auf; einige erwecken den Eindruck, daß sie aus Ilmenit hervorgegangen sein könnten, dessen Eisen in den Magnesit/Breunnerit eingebaut wurde. Selbstverständlich sind auch vereinzelt Pyritkörnschen in diesem Spatdolomit vorhanden.

Die vorstehenden Beobachtungen am Magnesit-Dolomitspat der Brunnsink-Bresche (Konglomerat) erweitern und vertiefen die Beobachtungen von Angel-Trojer, sie erhärten aber auch die Untersuchungen von W. Siegl, wonach der Magnesit/Spatdolomit erst nachträglich — und zwar metasomatisch — in der schon fertigen Bresche entstand und nicht schon als Geröll in das Konglomerat einsedimentiert worden ist. Gerade dies ist aber, wie sowohl Angel als auch Siegl betonen, ausschlaggebend, ob die Magnesitmetasomiose als ein Vorgang der variszischen Gebirgsbildung angesehen werden muß oder doch als Glied der frühen alpidischen Orogenese gelten kann.

b) Magnesitstufe Tagebau Radenthein

Im Herbst 1962 übersandte mir Herr Oberingenieur P. Weiß eine Magnesitstufe aus dem damaligen Tagebau, die durch einen Längsschnitt in zwei Hälften zerlegt war. Sie erregte durch ihr Gefüge sein Interesse.

Die kleinere Hälfte mißt 17 x 13 x 1,5 cm und ist ganz aus dem nachfolgend beschriebenen Magnesitgefüge aufgebaut. Die andere Hälfte mißt, nachdem Proben für zahlreiche An- und Dünnschliffe abgeschnitten worden sind, noch immer 13 x 13 x 7 cm. Ihre Hauptschnittfläche zeigt dasselbe Gefüge (Abb. 1), doch geht der Magnesit etwa 3 cm darunter in ausgesprochenen Lagen(= Bänder-)magnesit über, wobei die Grenzfläche zum größten Teil durch eine Talk-Graphithaut scharf ausgeprägt ist, von der die spitzen Rhomboeder mehr oder minder senkrecht in den Hauptteil emporsproßen.

Das hier besonders interessierende Gefüge zeigt grobe, flache Magnesitrhomboeder („Pinolien“), 40 bis 70 mm lang und 10 bis 15 mm dick in Form von Porphyroblasten in einer wesentlich feiner körnigen Grundmasse aus Magnesit aufspriessend, deren Körnschen 5 bis 6 mm lang und bis 1 mm dick werden. Die Grundmasse ist, wie dies bei Pinoliten allgemein bekannt ist, durch kohlig-bituminöses Pigment dunkelgrau bis schwarz gefärbt, wobei besonders feinkörnige Bereiche am dunkelsten erscheinen.



Abb. 8

Ansicht einer Hälfte der Stufe

Es lag zunächst nahe, an eine zweiphasige Kristallisation zu denken und zwar an eine, die zu dem feineren Kornverband der Grundmasse führte und an eine andere in der Art einer Sammelkristallisation, bei der einige günstig liegende Magnesitkörner auf Kosten ihrer weniger begünstigten Nachbarn zu den großen Porphyroblasten weiter wachsen konnten.

Um die Entstehung dieses eigenartigen und für diese Lagerstätte ungewöhnlichen Gefüges klären zu können, war zunächst untersucht worden, ob die Großkörner irgendwie geregelt im Kornverband liegen, ob eine etwaige Regelung der Großkörner mit einer solchen der Grundmassekriställchen übereinstimmt oder nicht. Mein Mitarbeiter H. Dr. H. Weninger vermaß dazu 9 große Dünnschliffe auf dem U-Tisch, wofür ihm hier bestens gedankt sei. Es ergab sich dabei aber, daß sowohl die Großkörner, wie auch die Grundmassekörnschen — wenn überhaupt — dann nur sehr flache Maxima aufweisen, daß aber von einer tatsächlichen Einregelung weder der einen noch der anderen Kornart gesprochen werden kann, daß auch zwischen beiden Kornarten keine Lagenunterschiede aufzufinden waren. Damit entfällt auch die Möglichkeit, daß etwa die Großkörner durch Sammelkristallisation unter gerichteter Druckbeanspruchung aus geeignet gelegenen Kleinkörnern hervorgegangen sein könnten. Es scheidet damit ein in einer bestimmten Richtung wirkender Druck als Ausleseprinzip für das Wachsen der Großkörner aus.

Eingehende Untersuchungen der An- und Dünnschliffe zeigten, daß die Magnesitgroßkörner zahl-

reiche Magnesitkleinkörner so umschließen, wie man dies vom „Porphyroblastensieb“ der Metamorphite her kennt (Abb. 9 und 10). Dabei ließ sich mehrfach

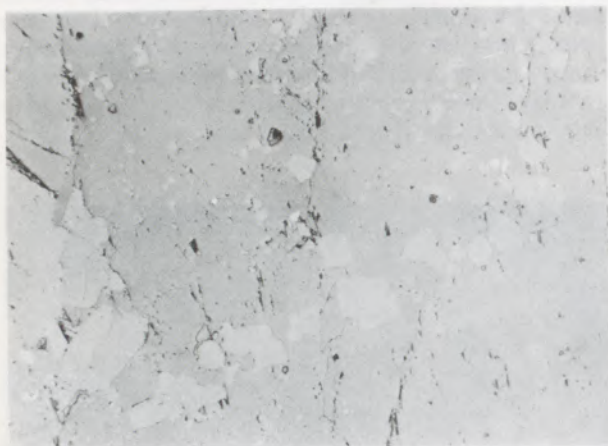


Abb. 9

Großkorn aus Magnesit (grau, Untergrund) enthält Zeilen aus Magnesitkleinkörnern (heller grau), die ein altes, sedimentär angelegtes s abbilden, wenig Pyrit (weiß) und spärlich Blattsilikate (Talk oder Leuchtenbergit?). Einige Kleinkörnchen aus Dolomit sind stark angeätzt, z. B. mittig und rechts und links oben. Anschliff 2148; 10 Minuten mit 30 % Al-Nitratlösung geätzt. 70 : 1

erkennen, daß die Kleinkörner deutlich in Lagen, im Schliff also in Zeilen angeordnet sind. Diese Zeilen bilden daher ein Magnesitgefüge ab, das beim Aufspalten der Großkristalle schon fertig vorlag. Daraus läßt sich schließen, daß die Großkörner bei einem Kristallisationsakt aufspalten, bei dem die Klein-

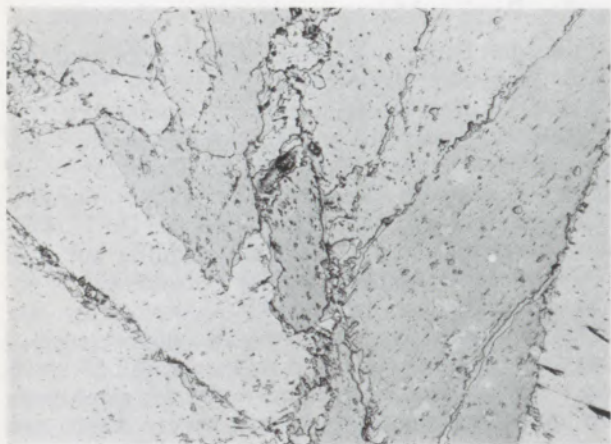


Abb. 10

Magnesitgroßkörner umschließen -kleinkörner, die teilweise lagig angeordnet sind. Dolomit der „Redolomitisation“ verdrängt Magnesit von Korngrenzen aus. Ein Eisenkies (weiß). Anschliff 2148, 10 Minuten mit 30 % Al-Nitratlösung geätzt. 115 : 1

körner schon fertig als Magnesit vorlagen. Um ganz sicher zu sein, daß die Kleinkörnchen innerhalb der Porphyroblasten tatsächlich Magnesit sind und nicht

etwa Reste des Dolomites I, wurden die Schriffe sogar übertrieben lang (bis zu 10 Minuten!) mit dem starken Trojer'schen Ätzmittel (30 %-ige Al-Nitratlösung) geätzt. Die beigegebenen Lichtbilder sind nach dieser Ätzung aufgenommen und zeigen die Magnesitnatur dieser Kleinkörnchen deutlich. Da aber, wie oben dargelegt, keine Kornregelung nachweisbar war, kann gerichteter Druck nicht jene Körner ausgewählt haben, die zu den Großkörnern auswuchsen, sondern es müssen dafür andere Gründe maßgebend gewesen sein, wie bessere Wegsamkeit für den Lösungsumsatz oder dergleichen.

Ätzversuche in der üblichen Zeit (2 bis 5 Minuten) zeigten immer wieder, daß die Großkörner sowohl von Spaltrissen aus, wie auch an den Korngrenzen durch Dolomit verdrängt werden (Abb. 10). Dieser Vorgang ist von vielen Magnesitlagerstätten als „Redolomitisation“ (Angel-Trojer) bekannt.

Eine sehr schwache Druckbeanspruchung, verbunden mit einer ganz geringen Bewegung ruft Risse und kleine Ruschelzonen hervor, die sowohl durch einzelne Großkörner wie auch durch die Grundmasse hindurchsetzen, aber nicht über die Größenordnung von Anschliffen hinausgehen. Wie die Abb. 11 zeigt und wie durch mehrfache Ätzversuche immer wieder bestätigt werden konnte, ist das dabei entstandene Zerreibsel randlich zu Dolomit, mittig aber mitunter zu Kalkspat umgesetzt. Diese leichte Zerbrechung läßt sich daher der Redolomitisation und der an diese anschließenden Rekalzitisation zuordnen.

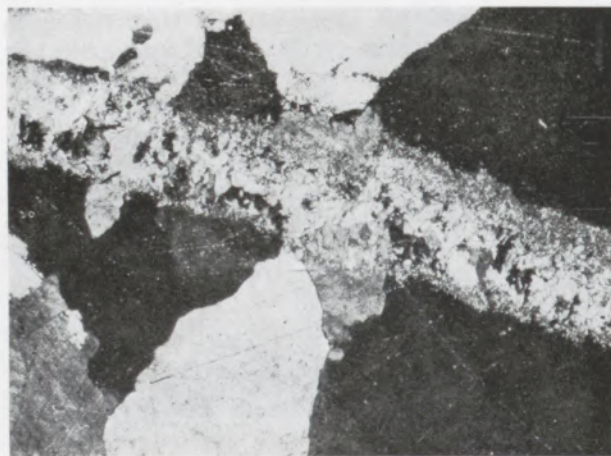


Abb. 11

Ruschelzone setzt durch einige Magnesitgroßkörner durch; sie ist randlich durch Dolomit, mittig durch Kalkspat verheilt. Redolomitisation und Rekalzitisation nach dem Zerbrechen. Dünnschliff Nr. 6, gekreuzte Polarisatoren, 30 : 1

Die Blattsilikate (Talk und Leuchtenbergit) sind vorwiegend an die ehemals tonigen Lagen des Sedimentes gebunden (Al für Leuchtenbergit, SiO_2 für beide), sprossen aber von diesen ausgehend, sehr häufig auch in die Magnesitgroßkörner hinein (Abb. 12, 13), umschließen auch kleine, linsige Magnesitkörperchen (Abb. 12), daneben ab und zu auch solche von Dolomit.

Fassen wir die Beobachtungen zusammen, so erkennen wir deutlich, daß das Gefüge durch zwei Wachstumsvorgänge entstanden ist: Beim ersten, der Magnesiametasomatose wird das Ausgangsgestein (Paläosom) zu feinkörnigem Pinolitmagnesit umgewandelt, wobei vielfach eine hier nicht nachzuweisende Vorphase den Dolomit I bildet. Bei dieser Magnesitmetasomatose wird die ehemalige Schichtung (sed. s)

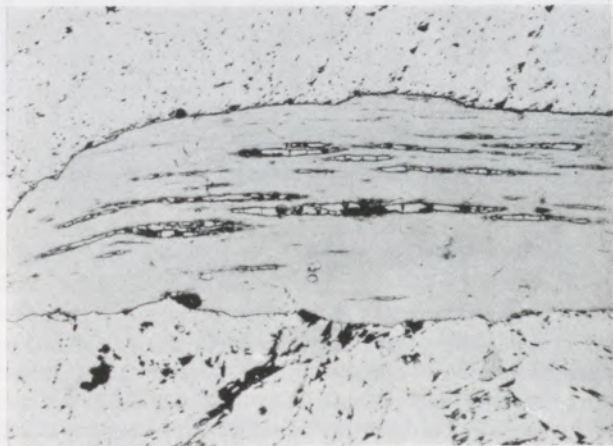


Abb. 12

Leuchtenbergitschicht mit linsigen, eingelagerten Magnesitkörnchen in Grobkornmagnesit. Weiß ist ein Pyritkorn. Anschliff 2150. Geätzt 10 Minuten mit 30% Al-Nitratlösung. 110 : 1

durch den Lagenbau (Lagenmagnesit) teilweise übernommen und abgebildet. Wieweit dabei ein vielleicht nur spurenweise vorhandener Tongehalt Leuchtenbergit entstehen läßt, ist kaum noch feststellbar, wäre aber gut denkbar, zumal sich dieses Mineral verhältnismäßig leicht bildet.

Eine nachfolgende Phase läßt die Grobkörner aufspalten. Dabei werden örtlich massenhaft Magnesitkleinkörner von den wachsenden Porphyroblasten umschlossen. Diese zweite Phase scheint sich enge an die erste angeschlossen, zum Teil sogar mit ihr überlappt zu haben. Zumindest fehlen Hinweise auf etwa dazwischen liegende tektonische Ereignisse oder wesentliche Zeitunterschiede. Ein geringer Kieselsäuregehalt der den Vorgang bedingenden Lösungen läßt grobe Talkscheiter aufspalten. Dieser SiO_2 -Gehalt kann dem Tongehalt des ursprünglichen Sedimentes entstammen und mobilisiert, kann aber auch von den Lösungen mitgebracht worden sein. Sehr wahrscheinlich wachsen dabei auch die Leuchtenbergite zu den großen Scheitern weiter, die jetzt vorliegen. Beide Blattsilikate werden von den Magnesitgrobkörnern umhüllt. Die kohligen Krümel der „Schmutzlagen“ werden zu Graphitblättchen umgebaut, die gleich wie die Blattsilikate weitgehend in die Grobkörner aufgenommen werden können. Auch der in den „Schmutzlagen“ feinst vorhandene Kiesgehalt rekristallisiert zu deutlichen Pyritkörnchen in den Grobkörnern.

Eine geringe Drucksteigerung erzeugt in den Grobkörnern wohl Risse und vereinzelt schmale Ruschelzonen, aber keine nennenswerte Durchbewegung. Da-

her können diese Risse keine tektonisch bedingten Klüfte sein, sondern sind wahrscheinlich reine Setzungs- oder Schwundrisse, denn sie verlaufen sich auch meist nach einigen Zentimetern in den benachbarten graphitischen Zwickeln bzw. an spitzwinkelig daran stoßenden Korngrenzen. Wohl aber setzt die sonst an Korngrenzen und an den entstandenen Spaltrissen wirksam werdende Redolomitisierung auch das Zerreißen auf diesen Rissen zu Dolomit, abschließend sogar zu Kalkspat um (Rekalzitisierung) (Abb. 11). Manchmal trifft man auf solchen Rissen auch Kalkspat in Querfaser, mit Spuren von Talk oder Leuchtenbergit dazwischen, dies aber kennzeichnend nur dort, wo solche Risse in die „Schmutzlagen“ einschneiden, dort also Al und SiO_2 aufnehmen konnten.

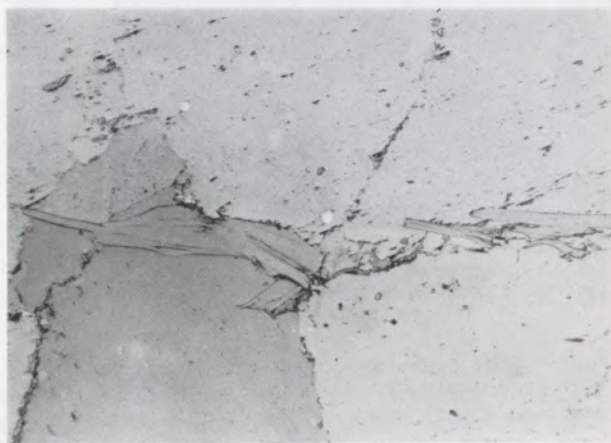


Abb. 13

Zeile aus Leuchtenbergit und Talk, die im Bilde kaum zu unterscheiden sind, entlang einer sedimentär angelegten Tonlage. In den Magnesitgrobkörnern einige sich im Bilde kaum abhebbende -kleinkörner. Pyrit ist weiß. Anschliff 2148, geätzt 10 Minuten mit 30% Al-Nitratlösung. 70 : 1

c) Großstufen aus dem Sunk

1962 erhielt ich vom Berghauptmann Dipl. Ing. Dr. G. Sterk neben Proben von Fuchsit in Magnesit auch eine große Magnesitstufe aus dem Tagebau im Sunk bei Trieben, die Eisblumen- und Lagengefüge nebeneinander zeigt (Abb. 14, 15). Im darauf folgenden Jahr konnte ich weitere Stufen dieser Art auf sammeln (Abb. 16, 17). Da diese Stufen für die üblichen, an mineralogischen Instituten vorhandenen Gesteinsschneidemaschinen zu groß waren, durchschnitt sie die bekannte Steinfirma E. Grein (Graz) durch die Vermittlung des H. Dr. E. Petrasch, wofür bestens gedankt sei. Je eine Hälfte wurde an beiden Seiten zu Grobschliffen verarbeitet, aus den anderen Anschliffe üblicher Art hergestellt.

Die für uns interessanteste Stufe I (16 x 18 cm) (Abb. 14) zeigt zu oberst, an einer kohligen Tonhaut ansetzend, zunächst dunkelgraue, feine Magnesitpinolien (0,5 x 2 mm), darunter folgt wieder eine kohlige Tonhaut, an der 0,5 x 5 mm messende, durch kohlige Stoffe ebenfalls dunkelgraue Pinolien ansetzen, deren Spitzen nach unten weisen. In den Zwickeln dieser Körner setzen Grobkörner an, bis

4 x 25 mm groß, lichtgrau bis weißlich. Zwischen diesen Körnern, teilweise in Flittern auch in sie eingewachsen, befinden sich schwarze Häute aus tonig-kohligen Pigment. Die Grobkörner schieben dieses weitgehend vor sich her, so daß deren Spitzen in dicke, schwarze Zwickel tauchen, zwischen denen eine weitere, aber nicht oder nur kaum geregelte Lage von

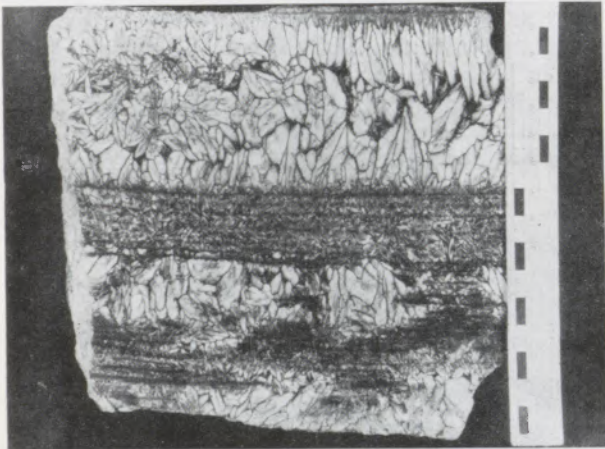


Abb. 14

Vorderseite der einen Großstufe aus dem Tagebau im Sunk
Näheres ist im Text besprochen

Grobkörnern aufsproßte. Nach unten folgt eine dritte Lage von Grobkörnern, spiegelbildlich zur oberen. Diese dadurch deutlich bipolar gebaute grobe Pinolienschicht ist etwa 6 cm dick und zieht durch die ganze Stufe gerade durch. Nach unten folgt eine etwa 3 cm dicke Schicht aus feinkörnigem Lagenmagnetit,

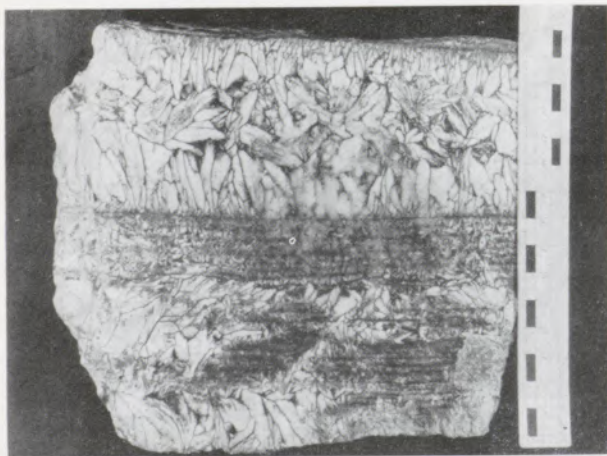


Abb. 15

Hinterseite der einen Großstufe aus dem Tagebau im Sunk
Näheres ist im Text besprochen

die aus 8 bis 9 Schichten (Lagen) aufgebaut ist. Deren Körner sind durch kohlige Stoffe wieder grau, werden 1 x 4 mm groß, seltener 1,5 x 6 mm oder wenig darüber. Häufig besitzen diese Klein- und Mittelkörner einen dunkelgrauen Kern mit fast weißem Saum. Un-



Abb. 16

Vorderseite der anderen Großstufe aus dem Tagebau im Sunk
Näheres ist im Text besprochen

ter einer leicht gewellten, fast durch die ganze Stufe durchziehenden Tonhaut folgen Nester aus Grobkörnern, die, wie im mittleren Teil der Abb. 14 zu sehen ist, die Tonhaut etwas aufwölben können, oder wie im linken Teil, diese in die Grobkörner einbauen. Zwischen diesen Nestern setzt feiner Lagenmagnetit, fleckig, fast schwarz pigmentiert, die Verbindung zur darunter liegenden Lagenmagnetitschicht her. Nach unten schließen wieder Butzen und Nester aus Grobpinolit zwischen Feinkornstellen die Stufe ab.

Die Rückseite der Stufe (Abb. 15) ist in der oberen Bildhälfte fast gleich, nur die Dunkelfärbung mittig ganz eigenartig verwaschen. Die nesterartige, darunter folgende Grobkornlage zwischen dem Feinpinolit zeigt im Vergleich mit der Vorderseite, wie das feinkörnige Lagengefüge durch die aufsprossenden Grobkörner unregelmäßig verdrängt wird.

Grundsätzlich dasselbe ist in den beiden anderen Großstufen (beide etwa 15 x 20 cm) zu erkennen, nur daß, wie in den Abb. 16 und 17 gut zu sehen ist, das



Abb. 17

Hinterseite der anderen Großstufe aus dem Tagebau im Sunk
Näheres ist im Text besprochen

bipolare, von den kohlig Tonlagen ausgehende Wachstum und der Übergang zum Eisblumengefüge noch deutlicher zu erkennen ist. Außerdem ist im linken Teil der Abb. 17 ein helles Talknest und etwa 2 cm rechts von ihm ein mit weißem Dolomit gefülltes Spältchen zu sehen. Die Abb. 17, die die Rückseite der Stufe II darstellt, zeigt wieder, wie innerhalb einer Dicke von 35 mm das in der Abb. 16 noch reichlich vorhandene Feinlagengefüge durch bipolar wachsende Großkörner und durch grobes Eisblumengefüge verdrängt wird.

Wir sehen somit schon freiäugig an diesen Übersichtsschliffen, wie ein ursprünglich gut geschichtetes Karbonatgestein (Camgit im Sinne von B. Sander) in einigen Lagen bei der Metasomatose sein Schichtgefüge weitgehend erhalten kann, wenn auch die Körner durch die Sammelkristallisation gröber aufsproßen, dabei einzelne Graphit-Tonlagen umwuchsen oder in die Zwickel vor sich herschoben, oder aber diese so weit umlagerten, daß die Körner den vorerwähnten Zonenbau annehmen konnten. Wo aber irgendwelche, das Wachstum fördernde Umstände vorlagen, bildeten sich, wie in den unteren Teilen der Stufe I die Grobkornnester zwischen dem feinen Lagenbau, ohne daß etwa Zerbrechung in Schollen oder ähnliche grobe Anreize erkennbar wären. Mitten aus dem feinkörnigen Verband sprossen einzelne Kriställchen oder Gruppen solcher auf, wachsen zu Nestern und dicken Lagen aus, wie eine solche ganz besonders mächtig und ausgezeichnet bipolar gebaut, im oberen Teil der Stufe I enthalten ist.

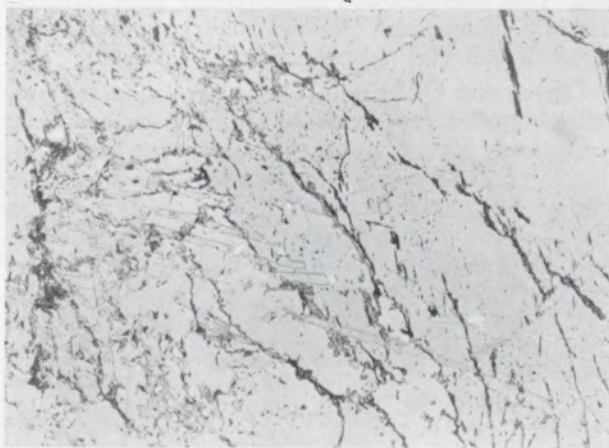


Abb. 18

Dolomitblätter nach Blattsilikat (grau, geätzt) durchwachsen mehrere Magnesitpatkörner, werden aber vom Magnesit teilweise aufgezehrt. Wenig Pyrit (weiß). Links fleckig eine „Schmutzlage“ (grau bis schwarz). Anschliff 2249, geätzt 2 Minuten mit 30 % Al-Nitratlösung. 70 : 1

Diese Stufen widerlegen meines Erachtens eindeutig die von den Sedimentaristen immer wieder, oder richtiger noch immer aufgestellte Behauptung, daß das bipolare Wachstum beweisend für eine rein sedimentäre Bildung der betreffenden Lagerstätte sei. Solches Wachstum ist besonders in Asturreta (Spanien) ganz besonders schön ausgebildet und geht mein Mitarbeiter J. G. Haditsch im dritten Teil dieser Folgen

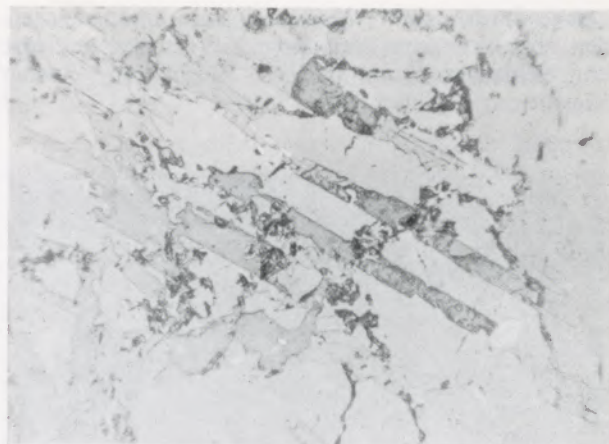


Abb. 19

Ähnlich wie Abb. 18, aber stärker vergrößert (180 : 1). Aufbau der Blättchen aus mehreren Dolomitmörnern. Anschliff 2249, 2 Minuten geätzt mit 30 % Al-Nitratlösung

gerade auf das Gefüge dieser Lagerstätte besonders ein.

In den Anschliffen aus diesen Großstufen sieht man in den feinlagig gebauten Bereichen, wie kohlig-tonige Lagen zerbrochen wurden und Magnesit zwischen die Bruchstücke eindrang, sie aufspaltete und in der Art von Porphyroblasten kristallisierte.

Die kohlig-tonigen Lagen zwischen den karbonatischen enthalten neben vorherrschend kohligem, optisch noch nicht auflösbarem Pigment feinste Quarz- und Dolomitmörner, sowie feinsten, schwammigen Eisenkies, der teilweise zu Brauneisenerz umgewandelt ist (Verwitterung).

Örtlich sind diese „Schmutznester“ voll von im Schliff spießigen Pseudomorphosen von Dolomit nach einem Blattsilikat, vermutlich Leuchtenbergit. Diese Pseudomorphosen wachsen von den „Schmutzlagen und -nestern“ ausgehend, in die benachbarten Magnesitkörner hinein (Abb. 18, 19), setzen nicht selten

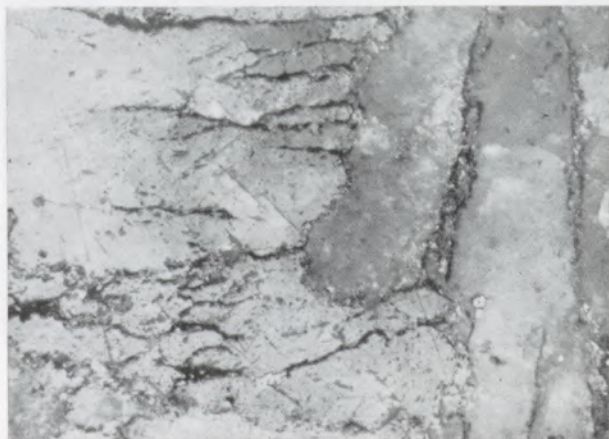


Abb. 20

Grenze zwischen Lagen- und Eisblumengefüge des Magnesits. Näheres im Text. Kohlige Tonhäute zwischen den Körnern (fast schwarz). Pyrit (lichtgrau). Anschliff 2249, 70 : 1, fast gekreuzte Polarisatoren

gerade durch mehrere Magnesitkörner hindurch, werden aber ihrerseits vom Magnesit deutlich angelöst und verdrängt. Auch sind sie häufig von feinsten Kiesflittern begleitet.

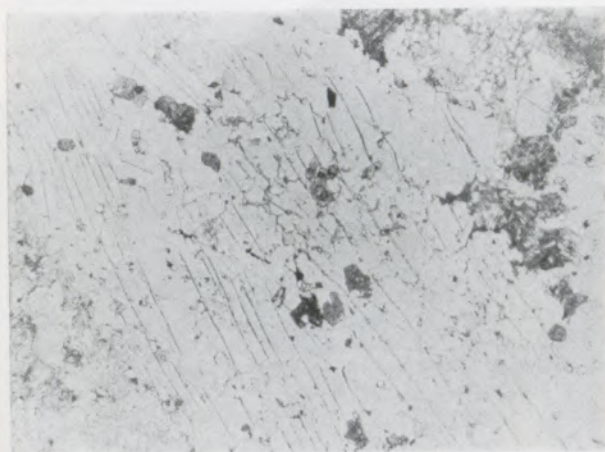


Abb. 21

Mehrere fast parallele Magnesit-Großkörner mit eingelagerten feinen Dolomitblättchen, die wie Zwillinglamellen aussehen (Striche von links oben nach rechts unten), sich aber beim Ätzen als Dolomit erweisen. Die Großkörner umschließen grobe Reste von Dolomit I (geätzt, daher rau, dunkel) und „Schmutz“ (rechts oben und links unten), bestehend aus kohligem Stoffen, tonigen Teilen, Quarzkörnchen, Feindolomit, Eisenkiesspuren usw. Anschliff 2248. 2 Minuten geätzt mit 30% Al-Nitratlösung. 70 : 1

Von Kornzwickeln, auch von Spaltrissen ausgehend, verdrängt Dolomit in der bekannten Weise die Magnesitgroßkörner. Der Übergang von Lagen- zu Eisblumenmagnesit ist rein durch verschiedenes Wachstum der Pinolien bedingt, ohne daß irgendwelche Zerbrechungen, Bewegungen oder Verdrängungen als

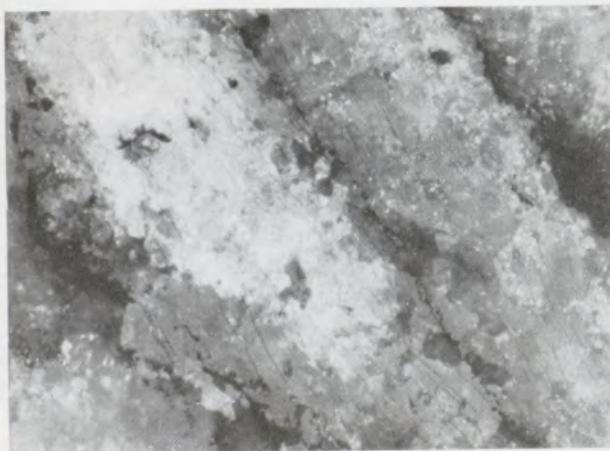


Abb. 22

Die gleiche Stelle wie Abb. 21, aber zwischen fast gekreuzten Polarisatoren. Man sieht, daß die scheinbaren Großkörner vielfach aus einem Pflaster fast paralleler Körner bestehen, erkennt, daß kohlige Stoffe (Bitumen) randlich die Magnesitkörner dunkel färben und dadurch das sedimentäre s vorzüglich abbilden. Sonstige Angaben wie in Abb. 21. Die feinen Dolomitlagen setzen von einem ins benachbarte Mittelkorn über, nur ganz wenig in ihrer Richtung abgelenkt

Ursachen hierfür aufgefunden werden können. Die großen Pinolien können dabei die kohligem Bestandteile, Kiesflitter, Quarzkörnchen, aber auch Reste von Dolomit I einfach umwachsen. Diese werden dabei vielfach umgebaut und eingelagert. So rekristallisieren die dichten, schwammigen Kiesflitter der „Schmutzflecken“ zu deutlichen Eisenkies- und Magnetkieskörnchen, aus den kohligem Krümeln werden Graphitblättchen und der Dolomit wird innerhalb der Großkörner in Form von dünnen Blättchen eingelagert, die man zuerst für Zwillinglamellen hält, bis Ätzversuche sie als Dolomit erweisen (Abb. 21). Vielfach erkennt man im Bereiche solcher Großkörner erst zwischen gekreuzten Polarisatoren, wie weitgehend die Großkörner diese Fremdbestandteile umschließen und einbauen können (Abb. 22).

d) Crinoiden vom Sattlerkogel in der Veitsch

Schon K. A. Redlich hat auf die Crinoiden aus der Magnesitlagerstätte des Sattlerkogels hingewiesen. In (4) habe ich 1959 in den Abb. 14 bis 18 Bilder von der Verdrängung dieser Fossilreste durch Magnesit gebracht. Bei Besuchen der Lagerstätte in den letzten Jahren konnte man an der schon lange bekannten Fundstelle auf der 2. Abbaustufe reichlich bis über spannenlange und fingerdicke Stengel davon auf sammeln. Es ist allerdings nicht Aufgabe eines Mineralogen und Lagerstättenforschers, sich über die paläontologische Seite dieser Fossilien zu äußern, denn dies ist eindeutig Sache der Geologie. Die Vorgänge der Sedimentation, der Diagenese, der Metasomatose usw. sind aber ebenso unzweifelhaft Arbeitsgebiete des Mineralogen und Gesteinskundlers und auf diese beziehen sich die nachstehenden Äußerungen.

Längs- und Querschliffe dieser für Crinoiden auffallend großen Fossilreste zeigen, daß sie aus einer lichtgrauen, bis 15 mm breiten Randzone aus Dolomit bestehen, die den ehemals vom Tier eingenommenen Mittelteil röhrenartig umgibt. Der äußere Hartteil ist durch kohliges Pigment fleckig-streifig, licht bis dunkelgrau gefärbt und formt dadurch den Innenbau dieses Stützgerüsts für den Organismus sehr schön ab. Sein Rand gegen den fast schwarzen Innenteil ist besonders gut erhalten und zeigt im Längsschnitt zahlreiche, etwa 1 mm breite und mehrere mm lange Zacken, die in den Mittelteil hinein ragen. Im Hartteil sind manchmal in seinen mittleren Bereichen verkieselte Lagen vorhanden, die in den Anschliffen besonders gut sichtbar werden, wenn man diese mit 30% Al-Nitratlösung etwa eine Viertelstunde lang ätzt, weil dadurch die dolomitischen Bereiche aufgerauht werden, die quarzigen aber glänzend bleiben. Sie sind dann besonders in den Querschnitten als wolkige, 2 bis 3 mm dicke, absätzig Lagen schon freijugig gut zu erkennen. Manchmal sind sie dicht gespickt mit Dolomitkörnchen und umschließen Kriställchen aus Eisenkies, die mehrere Zehntel von Millimetern groß werden und teilweise weitgehend zu Brauneisenerz verwittert sind.

Der Hartteil (Randbereich) der Fossilien besteht aus grobkörnigem Dolomit, der ein grob verzahntes Pflaster bildet. So weit dieser Dolomit organische

Hartteile direkt abformt (Stielglieder), löschen die Körner im polarisierten Licht häufig einheitlich aus, auch wenn es sich um die vorne erwähnten „Zacken“ handelt, die durch Dolomitfeinkorn voneinander getrennt sind.

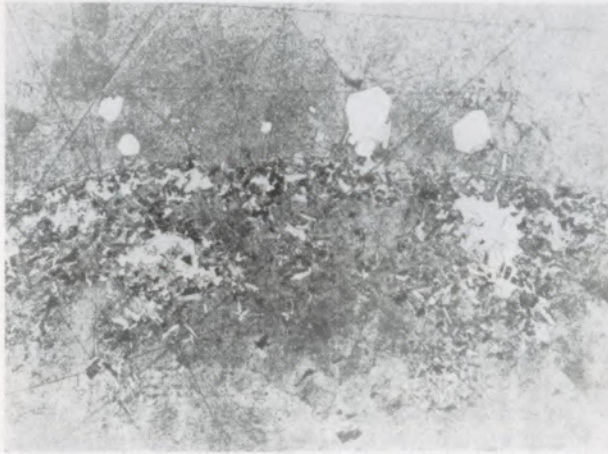


Abb. 23

Crinoiden-Querschnitt. Mittig von links nach rechts Saum aus tonigen Bestandteilen (schwarz, herausgeschliffen), lappige Quarze (lichtgrau) und Leuchtenbergit (zahlreiche hellgraue Blättchen) in Dolomitgrund. Oben grober Dolomit der Hartschale mit großen, eigenförmigen Eisenkiesen (weiß). 9 Minuten mit 30% Al-Nitratlösung geätzt. Anschliff 2245, 70 : 1

An den Spitzen dieser „Zacken“ sitzen dicke Bärte eines Blattsilikates (Abb. 23 und 24), das sich in den Dünnschliffen als Leuchtenbergit bestimmen ließ. Solche Bärte finden sich auch um Bröckelchen der Hartteile im Füllsel des Mittelteiles.

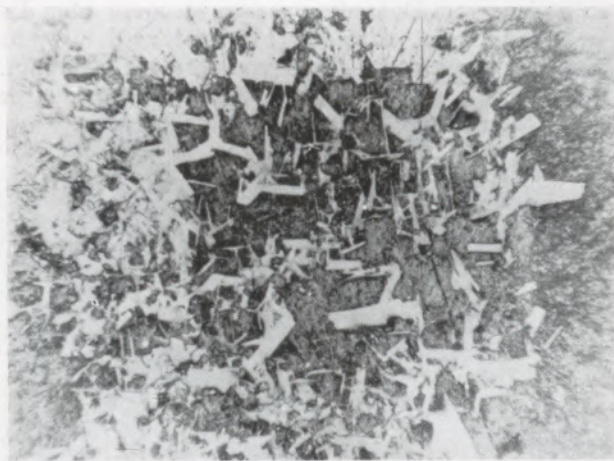


Abb. 24

Büschel eines Blattsilikates (Leuchtenbergit?) (lichtgrau) und Lappen aus lichtem Quarz (ebenfalls lichtgrau) in stark geätztem daher dunkelgrau erscheinendem Dolomit. Geätzt 9 Minuten mit 30% Al-Nitratlösung. Anschliff 2245, 185 : 1

Dieser Mittelteil besteht aus einem dichten bis sehr feinkörnigen Gemenge aus Dolomit, Quarz, Pyrit, tonigen und kohligem Krümeln, übersät mit

feinen Leuchtenbergitschuppen, die sowohl in den An- wie auch in den Dünnschliffen gut sichtbar sind. Das ganze ist durch kohlig-bituminöse Anteile dunkel, fast schwarz gefärbt.

Ätzt man die Schriffe mit 10% Al-Nitratlösung, so sieht man, daß Kalkspat weder im Kern, noch in den randlichen Teilen vorhanden ist, sondern daß das Karbonat beider Bereiche aus Dolomit besteht, der im Zuge der Diagenese entstand und seinerseits — wie ich schon 1959 zeigte — eindeutig durch Magnesit verdrängt werden kann.

Da die Leuchtenbergite auch in Crinoidenstielgliedern reichlich vorkommen, welche keine Spur einer Metasomatose zu Magnesit erkennen lassen, läßt sich ihre Bildung wohl nur auf die Diagenese und Dolomitisation des Sedimentes und ihres Fossilinhaltes zurückführen.

Da die Pyrite in den grobkörnigen, hellgrauen Teilen des Hartgerüsts dieser Lebewesen wesentlich größer sind als das feinstkörnige Füllsel des ehemaligen Körperhohlraumes, spricht dies dafür, daß auch sie bei der Dolomitisation des Sedimentes durch Sammelkristallisation aus den Feinkiesen der organischen Stoffe entstanden sind. Diese Dolomitisation ist zusammen mit der Sedimentation und der Diagenese ein von der späteren Magnesiummetasomatose völlig getrennter Vorgang.

e) Stufe einer Magnesit-Kalkgrenze, Oberdorf/Lamming

Ende 1965 erhielt ich von H. Kollegen F. Trojer die unten abgebildete Stufe (Abb. 25) und einen Anschliff von einer Magnesit-Kalkgrenze aus der Magnesit- und Talklagerstätte von Oberdorf an der Lamming. (Siehe J. Lesko (6), A. Alker (1), Haditsch (5), H. Weninger (10), (11).

Wohl sind schon seit Redlich's Zeiten Verdrängungsbilder von Camgiten (Kalken und Dolomiten) durch Magnesit reichlich bekannt, auch habe ich selbst

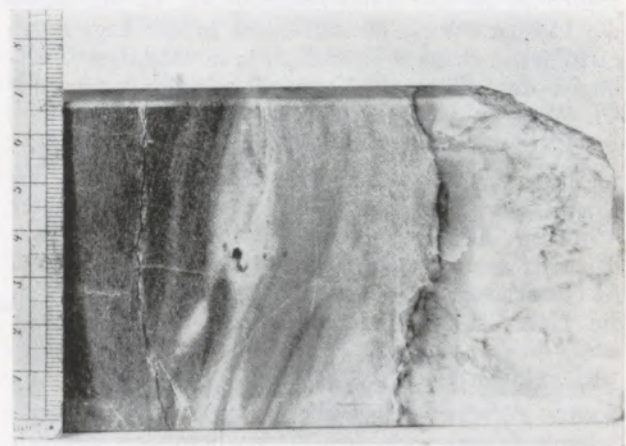


Abb. 25

Die angeschliffene Stufe. Rechts der fast weiße Spatmagnesit, links der dunkelgraue, gefaltete Kalk, dessen Grenzlage zum Magnesit deutlich gebleicht ist. Die Grenze zum Reaktionsdolomit ist scharf, hingegen verschwimmt jene zum Magnesit

ja 1959 in dieser Zeitschrift zahlreiche Verdrängungsbilder gebracht und an Hand dieser die metasomatische Bildung der ostalpinen Spatmagnetitlagerstätten nachgewiesen. Doch zeigt diese Stufe einen ganz anders gearteten Ablauf der Verdrängung, indem sich zwischen den Kalk und den Magnesit ein 1 bis 2 cm breiter Reaktionsssaum aus Dolomit schaltet.



Abb. 26

Pflaster des Karbonkalkes aus stark verzwilligten, aber wenig verzahnten Kalkspatkörnchen. Geätzt 5 Sekunden mit 10% Al-Nitratlösung. Anschliff 2253, 30 : 1

Der graue Karbonkalk der Lagerstätte (= Triebensteinkalk, Visé, cu_2) (5, 6) ist an seiner Grenze gegen den Magnesit fließend verfaltet. Die Farbe wird etwa 4 cm vor der Grenze deutlich heller, teilweise fast weiß. Die Grenzfläche ist scharf, schwach vor- und zurückgebuchtet. Hinter ihr folgt, 1 bis 2 cm dick, spätiger Dolomit. Er ist mit $\frac{1}{2}$ mm großen Pyriten gespickt, die offensichtlich durch Sammelkristallisation aus dem kolloidalen Kiesgehalt des Kalkes hervorgegangen sind. Feinstkies dürfte ja im Wesentlichen das Färbemittel des dunkelgrauen Kalkes sein. Unregelmäßig, schwach wolkig, folgt auf den Dolomit schließlich der fast weiße Spatmagnetit. In ihm fehlen die kleinen Pyrite, obwohl sonst in der Lagerstätte Eisenkies in schönen Kristallen, ja in prächtigen Zwillingen des „Eisernen Kreuzes“ reichlich vorkommt (H. Weninger (10)).

Der Kalk selbst ist schon fast als Marmor zu bezeichnen, denn er besteht, wie die Abb. 26 zeigt, aus einem kaum verzahnten Pflaster stark verzwilligter Körnchen; Korngröße etwa 0,3 bis 0,4 mm. Dieser Bau tritt nach kurzem Ätzen (5 Sekunden) mit 10% Al-Nitratlösung besonders klar hervor, wobei zugleich die Natur des Karbonates, eben Kalkspat, belegt wird.

Im Anschliff kommt, wie die Abb. 27 zeigt, die Grenze zwischen dem Kalk (unten) und dem Spatdolomit (oben) nach dem Ätzen besonders deutlich hervor. Wohl sind in den Kalk vereinzelt kleine Dolomitmikrokörnchen, die in der Abbildung weißlich sind, da sie ungeätzt blieben, eingewandert, aber die Grenze gegen den Spatdolomit ist auffallend scharf. Der Dolomit ist durchsetzt von zahllosen, kleinsten

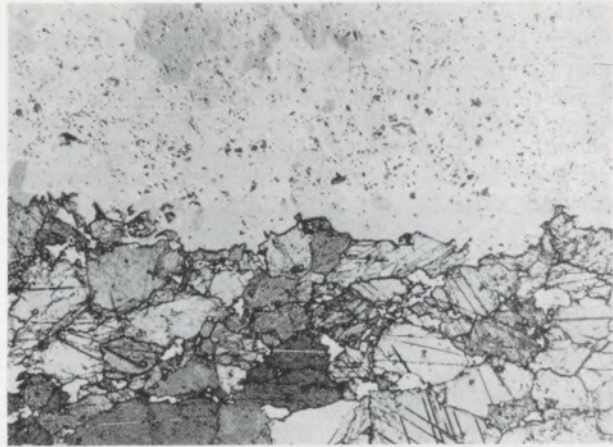


Abb. 27

Grenze des Kalkes (unten, geätzt, daher rau und dunkel) zu stark porigem Dolomit II, der zahlreiche Reste des verdrängten Kalkes umschließt (kleine, dunkle Flecken). Geätzt 5 Sekunden mit 10% Al-Nitratlösung. Anschliff 2253, 35 : 1

Kalkspatfitterchen, dem Reaktions-„Abfall“ der Metasomatose. Er bildet ein schwach verzahntes Pflaster aus stark porigen Körnchen, die wesentlich größer als jene des Kalksteines sind. Örtlich umschließt der Dolomit reichlich Reste des Paläosoms, die entfernter von der Grenzfläche häufiger sind als nahe dieser und sich sowohl in ihrer Größe wie in ihrer Form von den vorerwähnten „Abfallfitterchen“ deutlich unterscheiden. Da und dort treten auch bizarre, schwammige Quarzfitterchen in das Dolomitpflaster ein, wohl auf umgelagertes SiO_2 des Sedimentes zurückgehend. Weiters sind Pyritkörnchen vorhanden, 0,01 bis 0,02 mm groß, durch Sammelkristallisation des kolloidalen Kiesgehaltes des Kalksteines entstanden.

War die Grenze Kalk : Dolomit scharf (Abb. 27), so ist jene vom Dolomitsaum zum Magnesit ganz das Gegenteil davon, denn der Magnesit wird bis weit in die Magnesitmasse hinein von Dolomit verdrängt. Die Abb. 28 bis 30 zeigen eine kleine Auswahl aus diesen beispielhaft schönen Verdrängungen.

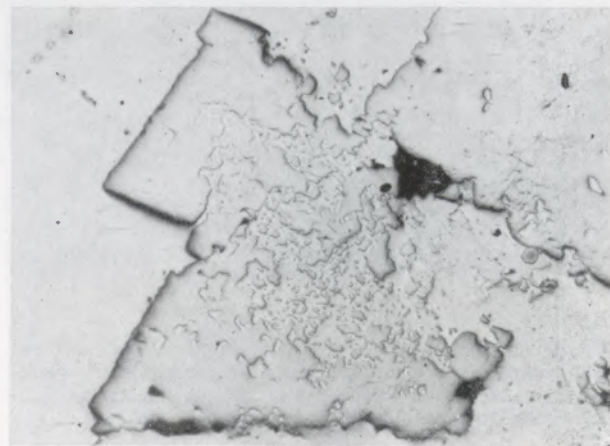


Abb. 28

Magnetitthomboeder (Relief) in Dolomit II werden von diesem sehr stark verdrängt. Anschliff 2253, geätzt 5 Sekunden mit 10% Al-Nitratlösung. 70 : 1

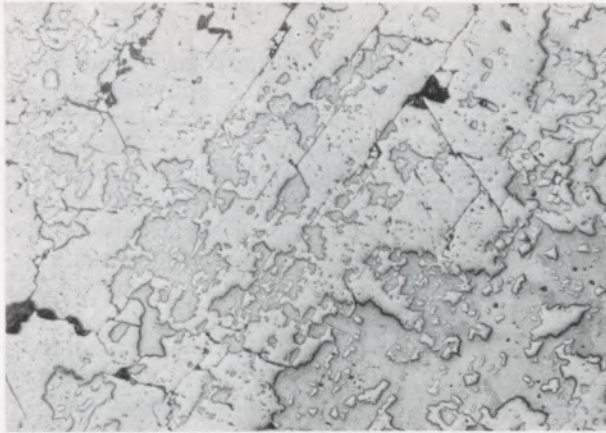


Abb. 29

Grober Magnesit (lichtgrau, mit Spaltrissen) wird durch Dolomit II (weicher, dunkler) stark verdrängt. Anschliff 2253, 5 Sekunden geätzt mit 10% Al-Nitratlösung. 35 : 1

Dies zeigt, daß der Kalk nicht wie bei den bisher veröffentlichten Verdrängungsbildern durch die Magnesitmetasomatose, sondern durch die darauf folgende Redolomitierung verdrängt wurde. Man hat kaum jemals Gelegenheit, Kalk neben Magnesit zu sehen, denn in den weitaus meisten Fällen unterliegt nicht der Kalk selbst der Metasomatose zu Magnesit, sondern Dolomit, Eisendolomit bis Ankerit. Diese sind in der Regel durch einen der Magnesitmetasomatose vorausgegangenen, vielfach regional verbreiteten Akt der Dolomitierung, Ankeritisierung usw. entstanden, wie man dies im Nockgebiet vor allem am Gregerlenock so schön sehen kann. Oder aber, der Dolomit entstand schon im Zuge der Diagenese, wie wir es vorstehend bei den Crinoidenstielgliedern erkannten.

Hier scheint aber der Magnesit durch gebirgsbildende Bewegungen an den noch unveränderten Kalk gepreßt worden zu sein, wobei dieser eng gefaltet wurde. Die darnach (oder dabei?) wirksam werdenden Lösungsumsätze der Redolomitierungsphase verdrängten teilweise den Kalk, weitaus stärker als den

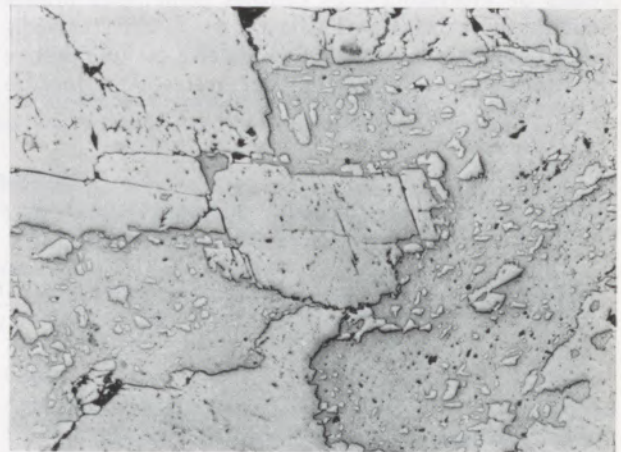


Abb. 30

Große Magnesitkörner (lichtgrau, Relief) werden durch Dolomit II stark verdrängt. Von einigen Magnesitkörnern sind nur mehr geringe Reste vorhanden. Anschliff 2253, 5 Sekunden mit 10% Al-Nitratlösung geätzt. 35 : 1

Magnesit. Eine gleichzeitig darüber hinweggegangene Kristallisation erfaßte den Kalk, verleiht ihm sein marmorartiges Gefüge, den Reaktionsdolomit und mit ihm auch den Magnesit und verschweißt alle drei. Bei Metamorphiten spricht man in einem solchen Fall von einer posttektonischen Kristallisation.

Zusammenfassung

Das Gefüge der Bresche von Brunnsink zeigt, daß die Magnesitbildung jünger sein muß als der Absatz der Bresche, daß sie daher der frühalpiden Gebirgsbildung zuzuordnen ist. Eine Magnesitstufe aus Radenthein läßt erkennen, daß ihr Gefüge durch zwei Wachstumsvorgänge geformt wurde. Großstufen aus dem Sunk widerlegen die Behauptung mancher Sedimentaristen, daß bipolares Wachsen beweisend sei für sedimentäre Bildung. Crinoidenreste aus der La-

gerstättete Sattlerkogel/Veitsch zeigen, daß schon bei der Diagenese und Dolomitbildung Blattsilikate aufsprossen können. Schließlich zeigt eine Stufe aus Oberdorf/Lamming, daß Magnesit durch Gebirgsbildung an Kalkstein gepreßt wurde und dadurch in direkten Kontakt mit ihm kam. Der Magnesit wird dabei durch Lösungsumsatz im cm-Bereich weitgehend angelöst.

Summary

The structure of the Brunnsink breccia shows that the genesis of magnesite is younger than the sedimentation of the breccia; the genesis therefore is to be connected with the early-alpidic orogenesis. A sample of magnesite of Radenthein allows to recognize that structure has been developed by two processes of mineral growth. Samples from Sunk refuse the affirmation of some sedimentarists, that the bipolar growth should prove sedimentary origin. Rests

of Crinoidae of the deposit Sattlerkogel/Veitsch show the development of foliated silicates during the diagenesis and the crystallisation of dolomite. Finally a sample from Oberdorf/Lamming shows, that magnesite has been pressed during orogenesis to a limestone and so became contact-rock of the limestone. Magnesite has been dissolved to a large extend within the limits of centimetres.

Résumé

La structure de la brèche de Brunnsink montre que la formation de magnésite doit être plus récente que la descente de la brèche et que par conséquent elle doit être classée dans les formations montagneuses préalpines. Une couche de magnésite de Radenthein indique que sa structure a été formée par deux processus de croissance. Les couches principales provenant du Sunk réfutent l'affirmation de certains sédimentaristes que la croissance bipolaire est une preuve de formation sédimentaire. Des restes de crinoïdes

provenant du gisement de Sattlerkogel/Veitsch montrent que des silicates lamellaires pouvaient déjà se former au cours de la diagenèse et de la formation de dolomite. Enfin, une couche située à Oberdorf/Laming, indique que la magnésite a été pressée contre le calcaire au cours de la formation des montagnes et qu'elle est ainsi entrée en contact direct avec ce dernier. La magnésite est très sensible aux réactions de dissolution.

Literaturverzeichnis

1. Alker, A., Über Minerale der Magnesitlagerstätte Oberdorf-Laming, Steiermark. Joanneum, Min. Mittgbl. 1965, S. 41—66.
2. Angel, F., u. F. Trojer, Ablauf der Spatmagnetit-Metasomatose. Radex-Rdsch. 1953, 315—334.
3. Angel, F., u. F. Trojer, Zur Frage des Alters und der Genese alpiner Spatmagnetit. Radex-Rdsch. 1955, S. 374—392.
4. Friedrich, O. M., Zur Genesis der ostalpinen Spatmagnetit-Lagerstätten. Radex-Rdsch. 1959, S. 393—420.
5. Haditsch, J. G., Die Talklagerstätte Oberdorf an der Laming. Archiv Lagerstförsch. Ostalp. 4, 1966, S. 36—83.
6. Lesko, J., Geologische und lagerstättenkundliche Untersuchungen im Raume Oberdorf a. d. Laming, Steiermark, Mittg. Ges. Geol. Stud. 12, 1960, S. 3—65.
7. Llarena, de J. G., Aportaciones graficas al Estudio de la magnesita sedimentaria de Asturreta (Navarra). Estud. Geol. 20, 1965, S. 315—337. Observaciones complementarias y experimentales sobre la magnesita sedimentaria. Not. y Comuns. Inst. Geol. Esp. 1962, S. 5—36.
8. Petrascheck, W., Die Magnesite und Siderite der Alpen. Sitzber. wiener Akad. Mn. I. 141, 1932, S. 195—242.
9. Siegl, W., Die Magnesite der Werfener Schichten im Raume Leogang bis Hochfilzen sowie bei Ellmau in Tirol. Radex-Rdsch. 1964, S. 178—191.
10. Weninger, H., Über Pyrit aus der Magnesit-Talk-Lagerstätte Oberdorf usw. Aufschluß 1966, S. 72—76.
11. Weninger, H., Strontianit aus der Magnesitlagerstätte Oberdorf a. d. Laming. Aufschluß 1966, S. 231—234.