

## Zur Genesis der ostalpinen Spatmagnetit-Lagerstätten

Von O. M. Friedrich, Leoben

*(Ostalpine Spatlagerstätten; sedimentäre Bildungsmöglichkeiten; Theorien über die Bildung der ostalpinen Spatmagnetit und die Einwände von H. Leitmeier und W. Siegl gegen die Metasomatose und ihre Widerlegung; der Magnetit des Kaswassergrabens, jener vom Stangensattel; Redolomitierungen.)*

*(Deposits of spar in the Eastern Alps; possibility of their sedimentary formation; theories regarding the formation of magnetite spar in the Eastern Alps and the objections made by H. Leitmeier and W. Siegl against the metasomatism and their refutation; magnetite of the Kaswassergraben and of the Stangensattel; re-dolomitization.)*

*(Les gisements de carbonate de magnésie dans les Alpes orientales; possibilités des formations sédimentaires; les théories sur la formation de carbonate de magnésie des Alpes de l'Est et les objections faites par H. Leitmeier et W. Siegl contre la metasomatose et leurs réfutation; la magnésie du Kaswassergrabens et celle du Stangensattel; les redolomitizations.)*

Obwohl F. Angel und F. Trojer (3) (4) auf Grund ihrer mikroskopischen Untersuchungen die metasomatische Bildung unserer Spatmagnetitlagerstätten darlegten und E. Clar (5) (6) (7) (8) (9) sich mehrfach und äußerst eingehend mit den Bändermagnetiten und -sideriten befaßte, werden neuerdings von H. Leitmeier (20) (21), W. Siegl (31) (32) und beiden zusammen (22) unsere ostalpinen Spatlagerstätten wiederum als sedimentär-syndiagenetisch gedeutet. Zuvor hatte De Llarena (23) eine dahingehende Ansicht geäußert, ohne die ostalpinen Magnetitlagerstätten zu kennen. Da sich überdies Außenstehende aus angeblichen physikalisch-chemischen Gründen der sedimentären Entstehung anschlossen (28), veranstaltete W. E. Petrascheck eine gemeinsame Befahrung wichtiger Spatlagerstätten mit einer Diskussionstagung am 5. Juni 1958 in Leoben. Für diese hatte der Verfasser das Referat vom Standpunkte der hydrothermalen (metasomatischen) Bildung, W. Siegl jenes für die sedimentäre Entstehung gehalten. An dieser Veranstaltung, die vom 31. Mai bis 6. Juni 1958 dauerte, nahmen neben den heimischen Fachkreisen auch verschiedene franz. Fachkollegen teil, welche Lagerstätten der Pyrenäen untersucht haben, vor allem E. Raguin (29). Das Referat des Verfassers bildete die Grundlage der nachfolgenden Ausführungen, ergänzt und erweitert durch die Ergebnisse der Aussprachen sowohl an den Lagerstätten selbst wie auch an den vorgelegten Belegstücken und Lichtbildern.

### Der Begriff: „Ostalpine Spatlagerstätten“

Heikömmlicherweise versteht man unter „ostalpinen Spatlagerstätten“ jene grobkörnigen (spätigen) Massen von Magnetit und Eisenspat, die teilweise große Lagerstätten in diesem Raume bilden und die Grundlage für wichtige Industrien dieser Länder darstellen. An sich wären auch Vorkommen von Manganspat einzubeziehen, doch tritt dieses Mineral weitaus seltener auf (beispielsweise Friedlkogel in der Veitsch), so daß diese Lagerstättengruppe meist nicht in den Kreis der alpinen Spatlagerstätten einbezogen wird. Ebenso gelten auch die gangartig im Serpentin aufsetzenden dichten Magnesite sowie die sedimentären Eisenspatlagerstätten nicht als „Spatlagerstätten“, obwohl es solche mehrfach gibt und diese auch abgebaut wurden. Wenn man die Verhältnisse beim

Magnetit kennt, kann man sich nur wundern, daß bisher auf die tatsächlich vorhandenen sedimentären Eisenspatlagerstätten noch nie hingewiesen wurde, offenbar weil diese kaum bekannt sind. Die metasomatische Entstehung des Großteiles unserer Sideritlagerstätten ist also noch unbestritten; daher haben wir uns vor allem mit dem Magnetit zu befassen. Bei diesem vertreten Z. Rohn, H. Leitmeier, W. Siegl und De Llarena die sedimentäre, M. Vacek, K. A. Redlich, H. P. Cornelius, F. Angel, E. Clar, H. Meixner, W. Petrascheck die hydro-thermale Entstehung unter wesentlicher Mitwirkung der Metasomatose.

### Sedimentäre Magnetitlagerstätten

Neuestens hat M. Donath (11) (12) sedimentäre Magnetitlagerstätten aus dem Balkan beschrieben, und zwar von Bela Stena im Ibartal, Serbien, und von Ajani in Griechenland. Zuvor hatten russische Forscher wie D. Vitalj (36) auf rezente Ablagerungen hingewiesen, die Magnetit enthalten, beispielsweise von der Kara-Bogasbucht des Kaspischen Meeres.

Diese sedimentären Magnesite des Balkans bestehen aus dichtem Magnetit, sind gebankt, geschichtet, durch Ton- und Bitumlagen auch feinst geschichtet und leiten randlich zu kalkig-mergeligen Sedimenten über. Sie liegen mit diesen tertiären Sedimenten noch im Primärverband, enthalten in kennzeichnender Weise etwas Bor und werden an zahlreichen kleinen Klüften und Sprüngen von Kalkspat und Dolomit durchsetzt. Diese Lagerstätten stellen somit sowohl nach Lagerstättenform, wie auch nach ihrem Mineralbestand ganz etwas anderes dar, als unsere Spatmagnetitlagerstätten. Auch fehlen diesen Lagerstätten jene Erze, die für unsere Magnesite so überaus kennzeichnend sind und die vom Scheelit über Kupferkies und Fahlerz bis zum Zinnober reichen. H. Meixner (26) hat sie übersichtlich zusammengestellt. Nach ihm kennt man auf den Spatmagnetiten allein 17 sulfidische Erzminerale, dazu Scheelit (+ Tungstenit), Apatit und 8 Silikate!

Chemisch sind in ungewöhnlichen marinen Ablagerungen Magnesite sogar zu erwarten, und zwar immer dann, wenn einerseits viel Mg-Ion und wenig Ca-Ion bei viel Kohlensäure vorhanden ist. Dann wird sich das Mg-Ion mit dem CO<sub>3</sub>-Ion zu Magnetit





koppeln, nachdem zuvor das Ca entweder für sich als  $\text{CaCO}_3$  oder mit Mg als Dolomit ausgefällt ist. Ist dann noch Kohlensäure vorhanden, so muß sich Magnesit als Karbonat ausscheiden. In der Regel reicht aber die vorhandene Kohlensäure dazu nicht aus, so daß sich meist schon das Ca als Sulfat ausscheidet. Dies erklärt, warum sich Magnesit eigentlich recht selten im salinaren Verband bildet.

Es wird daher von keinem Forscher bezweifelt, daß es sedimentäre Magnesitlagerstätten gibt und daß jene, die M. Donath beschreibt, nicht solche seien.

Aber selbst von diesen sedimentären Lagerstätten führt M. Donath an, daß er keinen Hinweis dafür ge-



Abb. 1

Gang aus „antipolar“ entlang einer Kluft im Dolomit gewachsenem Magnesit. Aufsammlung Anegg und Ebenbichler, Hall in Tirol. Zwischen dem 2. und 3. cm und ober dem 10. cm des Maßstabes sind im dunkelgrauen Gesteinsdolomit (Dolomitit) helle Spatdolomitäderchen sichtbar, die das Gestein fast senkrecht zur Schichtung durchsetzen. Sie werden gleich wie der Dolomit vom Magnesit verdrängt, nur ist in ihrem Bereich der Magnesit weiß, so daß man sie auch im Bilde gut verfolgen kann. Man erkennt daraus, daß in diesen Klüftchen sich Dolomitspat absetzte und daß die Magnesitzufuhr ein davon getrennter und jüngerer Vorgang ist, daß also die Kristallisation des Magnesites kein Akt der Diagenese sein kann. Weiters ist zu ersehen, daß die Farbe des Magnesites eindeutig vom Altgestein (Paläosom) abhängt, daß er dunkel im dunkelgrauen Dolomit, aber weiß im weißen Dolomitspat ist

funden habe, daß das  $\text{MgCO}_3$  zuvor als Hydrat (Nesquehonit) ausgefallen sei und daß das Diagramm von H. Schloemer (30) nicht ganz entspreche.

Von allen Magnesiten der Ostalpen könnte man eine sedimentäre Entstehung nach der derzeitigen Kenntnis des Verfassers noch am ehesten von Magnesit in der Salzlagerstätte Hall in Tirol gelten lassen, obwohl diese Entstehung auch von dort noch nicht bewiesen ist. In Hall hat der Verfasser nach einem eigenen Besuch durch die Herren F. Anegg und H. Ebenbichler in einer Lagerstätten-Meldarbeit (2) genaue Ortsbilder vom Auftreten des Magnesites aufnehmen lassen. Dabei zeigte sich, daß an einigen Punkten der Grube der Magnesit in groben Bänken und Lagern auftritt, ja, daß örtlich sogar Magnesit

in mm-dünnen Schichten vorhanden ist und daß in diesen Lagen die Magnesitkörner lagig zwischen Ton- und Anhydritschichten eingebettet sind, so daß vielleicht noch Reste eines Primärverbandes erhalten sein könnten. Es ist aber bisher noch nicht untersucht, ob diese lagigen Magnesite nicht doch durch Verdrängung besonders begünstigter Karbonatlagen entstanden sein können. Doch sei einstweilen von dieser Frage abgesehen und sie als ursprünglich lagenweise abgesetzt angenommen.

Der größte Teil des Magnesites ist jedoch auch hier rekristallisiert und umlagert, wie Handstücke zeigen (Abb. 1), die antipolare Magnesitadern in Dolomit enthalten.

H. Leitmeier und W. Siegl (22) bilden auf S. 206, Abb. 5 und 6 Magnesit ab, der durch kohliges Pigment ein oolithisches Gefüge erkennen läßt, das in große Überkörner aus Magnesit eingebettet ist. Sie deuten dieses vom Magnesitgroßkorn übernommene Oolithgefüge als Nachweis einer syndiagenetischen Metasomatose des Magnesites aus einem „hydratisierten Magnesiumkarbonat“.

Da A. Himmelbauer (17) dieses gleiche Oolithgefüge als Hinweis dafür anführt, daß der Magnesit metasomatisch aus einem Kalkoolith entstanden sei, müßte angeführt werden, aus welchen Gründen entgegen der älteren Anschauung A. Himmelbauers die Oolithe als Magnesit abgesetzt sein sollten und warum das Oolithgefüge aus Nesquehonit bestanden haben soll. Der Satz: „Es besteht kein Grund, an der Ooidbeziehungsweise Krümelbildung aus einem noch hydratisierten Magnesiumkarbonat . . . zu zweifeln“ ist noch nicht als genügender Nachweis dafür zu werten, daß die Ansicht A. Himmelbauers falsch sei. Wenn H. Leitmeier und W. Siegl sagen (22, S. 206, rechts unten): „Die Ooide sind jedenfalls nicht für die Metasomatose beweisend“, so beweisen sie aber auch nicht, daß der grobspätige Magnesit aus Nesquehonit-Ooiden synsedimentär entstanden sei. Sie belegen nur, daß an Stelle der heutigen Magnesitgroßkörner einstens ein oolithisches Sediment vorlag, das von diesen Großkörnern verdrängt wurde.

Die in (22) abgebildeten pigmentierten Magnesite mit dunklem Kern und hellen Randzonen finden sich nicht nur in fast allen anderen grauen Magnesiten, sondern überhaupt in allen grobspätigen Mineralgehäufen, die Karbonate verdrängt haben, beispielsweise auch in den groben Schwespatkörnern der Silberlagerstätte Oberzeiring, in vielen Eisenspäten usw. Sie sind nichts anderes, als eine Sanduhr-förmige Wachstumserscheinung (s. Abb. 2) und an Chistolith, Staurolith usw. bekannt. Daraus eine Zweiphasigkeit der Magnesiabildung ableiten zu wollen, ist eine rein willkürlich gemachte Annahme. In gleicher Weise könnte man aus dem mittigen Magnesitkorn der Abb. 2 auf 5 Phasen der Magnesitbildung schließen, und zwar erstens auf eine mit Pigmentfülle im Kern, gefolgt zweitens von einer Phase ohne Pigment, auf die drittens eine weitere mit dichter Pigmentfülle folgt, an die sich viertens eine nächste mit schwacher Anfärbung anschließt, die fünftens unscharf in den klaren Außenrand übergeht. Wie aber die übrigen



Großkörner dieser Abbildung zeigen, wäre eine solche an einem einzelnen Korn ablesbare Phasenfolge nur auf dieses Korn beschränkt, während die anderen Kristalle fast nur die unscharfe Pigmentierung erkennen lassen, die allmählich in den klaren Rand übergeht. Deshalb dürfte es wohl richtiger sein, nicht von einer Phasenfolge, sondern nur von einer Wachstumsrhythmik zu sprechen.

Daß der Haller Magnetit nicht metasomatisch, sondern salinar-sedimentär sei, hat schon 1909 K. A. Redlich in seiner Typengliederung angenommen.

In der Übersicht (16) über den damaligen Stand der Meinungen über die Genesis der Magnetit- und Talklagerstätten ist das ältere Schrifttum ausführlich

zu untersuchen, welche die Sedimentaristen gegen die hydrothermale Bildung des Magnetites anführen.

1. Chemie. H. Leitmeier (20) stützt sich 1951 vor allem auf die Löslichkeitszahlen von Halla und führt an:

Magnetit hat eine Löslichkeit von  $16 \cdot 10^{-9}$ ,

Kalkspat hat eine solche von  $3,83 \cdot 10^{-9}$ , und

Dolomit hat eine solche von  $1,8 \cdot 10^{-17}$ .

Darnach wäre also Dolomit rund zehnmillionenmal so schwer löslich als Kalkspat. Diese an sich vielleicht richtigen Zahlen gelten aber nur für die Lösungen

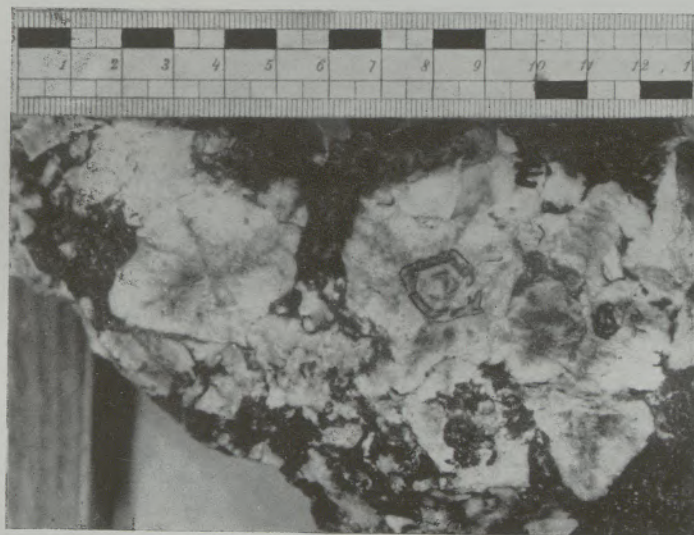


Abb. 2

Großkörner von Magnetit mit eingelagertem kohligem Pigment.  
Lanersbach. Näheres im Text

behandelt, so daß wir uns hier vor allem nur mit den seither erschienenen Arbeiten zu befassen haben. Es ist darin auch dargelegt, daß sich hier zwei Anschauungen gegenüber stehen, die ältere der sedimentären Bildung und neuere, die kurz unter „Metasomatose“ bezeichnet wird. H. Leitmeier ist es vor allem, der noch auf der Anschauung einer sedimentären Bildung verharret und die Theorie der hydrothermal-metasomatischen Entstehung heftig bekämpft.

Im Herbst 1955 fand in Klagenfurt eine von der Bleiberger Bergwerks-Union veranstaltete Diskussionstagung über metasomatische oder sedimentäre Entstehung ostalpiner Lagerstätten statt, über die F. Kahler in der Folge 31/32 vom 15. April 1956 des „Karinthin“ (18) zusammenfassend berichtete. Auch darin wird auf unsere Spatlagerstätten und ihre Fragen ausführlich eingegangen.

#### Die Einwände gegen die hydrothermal-metasomatische Bildung

Um die Grundlagen für die genetischen Überlegungen zu schaffen, erscheint es nötig, die Gründe

und für jene P- und T-Bedingungen, für die sie ermittelt worden sind. Daß für verdünnte (1:4 bis 1:3) HCl obige Werte schon nicht mehr gelten und darin Magnetit wesentlich schwerer löslich ist als Dolomit, ist allgemein bekannt, auch hat schon E. Clar (9) darauf hingewiesen und W. Siegl (32) verwendet diese Reaktion selbst, um damit Dolomit und Magnetit zu unterscheiden.

Nach ihm zeigt „Pulver von Magnetit nach 10 Min. noch keinerlei Blasenbildung, solches von Dolomit aber sofortige und anhaltende reichliche Blasenbildung“. Da diese Blasenbildung auf die freiwerdende Kohlensäure zurückgeht, wenn sich der Dolomit in der HCl auflöst, zeigt diese Reaktion, daß der Dolomit in verdünnter HCl leichter löslich ist als der Magnetit.

Man braucht aber gar nicht zu so starken Säuren greifen, auch in vielen Salzlösungen ist Dolomit leichter löslich als Magnetit. Dies ersieht man sehr schön aus der Tabelle von F. Trojer (33) über die Ätzbarkeit der drei Karbonate in  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  usw. Namentlich das Trojer'sche Ätzmittel für die



Unterscheidung der Karbonate (10 % und 30 %  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ -Lösung) hat sich bei der Anschliffuntersuchung bestens bewährt, so gut, daß man fast jeden Anschliff darnach prüft. Verzichtet man darauf, entgegen einem viele Tatsachen, zum Beispiel die oft weitgehende Redolomitisierung, worauf noch später eingegangen wird.

Eng damit verbunden ist ein weiterer Irrtum H. Leitmeier's: „Eine Metasomatose aus mariner Lösung besitzt den gleichen Wahrscheinlichkeitsgrad wie eine solche aus hydrothermaler Lösung. Der Unterschied besteht wohl nur in dem für das Meerwasser sicherstehenden Gehalt an  $\text{NaCl}$ “ (21, S. 324). Berücksichtigt man die beträchtliche chemische Wirkung austretender vulkanischer Dämpfe und Lösungen, dann ist auch der Unterschied zwischen dem Wasser einer eindunstenden Meeresbucht oder eines Salzsees und hydrothermalen Lösungen nicht mehr zu übersehen.

Welche Schwierigkeiten die starken Korrosionen verursachen, die auch an widerstandsfähigen Metallen beim Kraftwerk Larderello auftreten, ist ebenfalls bekannt.

Nur aus diesen beiden Irrtümern heraus, nämlich daß die Löslichkeit der drei Karbonate unter hydrothermalen Bedingungen jener in destilliertem Wasser  $\pm \text{CO}_2$  gleichzusetzen wäre, und daß hydrothermale Lösungen sich von eindunstendem Meerwasser nur durch den  $\text{NaCl}$ -Gehalt des letzteren unterscheiden, kann man die Behauptung von H. Leitmeier und W. Siegl (22, S. 203) erklären, die sagen: „... denn nach dieser Theorie würde das am schwersten lösliche, also am leichtesten auszufällende der drei Karbonate, der Dolomit, oder das im Löslichkeitsverhältnis in der Mitte stehende, der Kalzit, weg gelöst, das am leichtesten lösliche, also das am schwersten auszufällende, der Magnesit, an seine Stelle gesetzt worden sein“.

Es ist völlig unbegründet, daß  $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (Nesquehonit) nach (20) (21) (22) als ursprüngliche Ausfällungsform des Magnesites anzusehen sein soll. In keiner Spatmagnetitlagerstätte ist bisher eine Spur von Nesquehonit als primäres Mineral gefunden worden oder dessen Existenz oder früheres Vorhandensein mit einer noch so geringen Wahrscheinlichkeit angedeutet.

2. Lagerstättenform als geologischer Körper. Die Form der Magnesitlagerstätten ist durch zahlreiche Karten und Schnitte in vielen Arbeiten von F. Angel, E. Clar und K. A. Redlich so ausführlich dargestellt, daß sie als bekannt vorausgesetzt werden muß. Der Magnesit bildet häufig Stöcke, Schollen, Linsen oder ein Netzwerk in Dolomit. In keiner Spatmagnetitlagerstätte, außer jener von Hall, kennt man dünn-schichtige Wechsellagerung mit Mergeln, Kalken oder Tonen, wie dies für sedimentäre Bildung gefordert werden müßte, und wie sie auch von Donath für die Vorkommen des Balkans vorzüglich beschrieben ist. Wo keilt eine Magnesitlagerstätte im Primärverband randlich aus? Wenn man sich dabei vielleicht auf das Vorkommen in der Entacheralm berufen wollte, ist dem entgegenzuhalten, daß sich dort zahlreiche Verdrängungsbilder

finden lassen, wie wir uns bei der Besichtigung dieses Vorkommens überzeugen konnten. Dieses Vorkommen hat der Verfasser 1937 kurz beschrieben und auch Graptolithen aufgefunden, die I. Peltzmann in einer gemeinsamen Notiz (13) bestimmt und ausgewertet hat. Anschliffe von Stücken hellbraunen Magnesites zeigen einwandfrei, daß dieser hellbraunen Dolomit verdrängt und daß der rote Magnesit von dort und vom Filzensattel aus dem roten Sauberger Kalk durch Metasomatose entstanden ist.

Schon 1886 schrieb M. Vacek (34): „... hängen aber die Magnesite nicht etwa so wie die Graphitlager stratigraphisch mit der Carbonserie zusammen, einen integrierenden Bestandteil derselben ausmachend, sondern erscheinen nach allen Merkmalen ihrer Lagerung als eine evident viel jüngere Bildung als die Ablagerung des Carbons“.

Ähnlich äußert sich auch H. P. Cornelius (10): „Der Magnesit bildet unregelmäßige Körper innerhalb des Veitscher Dolomits, aus dem er durch metasomatische Verdrängung hervorgeht. Man kann Handstücke schlagen, welche die Verdrängung unmittelbar zeigen. Auch die Crinoidenglieder des Veitscher Dolomits kommen in Magnesit umgewandelt vor“.

3. G e f ü g e. Das Gefüge der Magnesite deutet W. Siegl (32) nur durch Kristallisieren eines Primärsedimentes im Zuge der Diagenese. Die Bändermagnesite



Abb. 3

Bändermagnetit, Breitenau. Erläuterung im Text



(s. E. Clar) seien nicht tektonisch bedingt, sondern durch diagenetische Kristallisation eines schichtigen Sediments und ein durchaus typisches Sedimentgesteinsgefüge. „Niemals bekommt man den Eindruck, der so geformte Kristall sei einmal Dolomit oder Calcit gewesen, niemals schmiegt sich der neugebildete Körper (Magnetit) zwischen das Gerüst, zwischen die Fugen des älteren Körpers oder folgt von der Intergranulare ausgehend, Spaltrissen im älteren Körper, also im Dolomit. Viel häufiger ist das Gegenteil zu

Magnetitkristalle, von den pigmentierten Scherflächen ausgehend. Die Abb. 4 zeigt als Nahaufnahme im Bruch von Breitenau einen Block mit all den Einzelheiten, die E. Clar so ausgezeichnet beschreibt, insbesondere das radiale Wachsen der groben Spatkristalle um einen Kern aus feinkörnigem Magnetit. Wie soll dieses Wachstum bei diagenetischer Kristallisation entstanden sein?

Eine andere Art von Bänderung, die nicht tektonisch, sondern sedimentär angelegt ist und vom

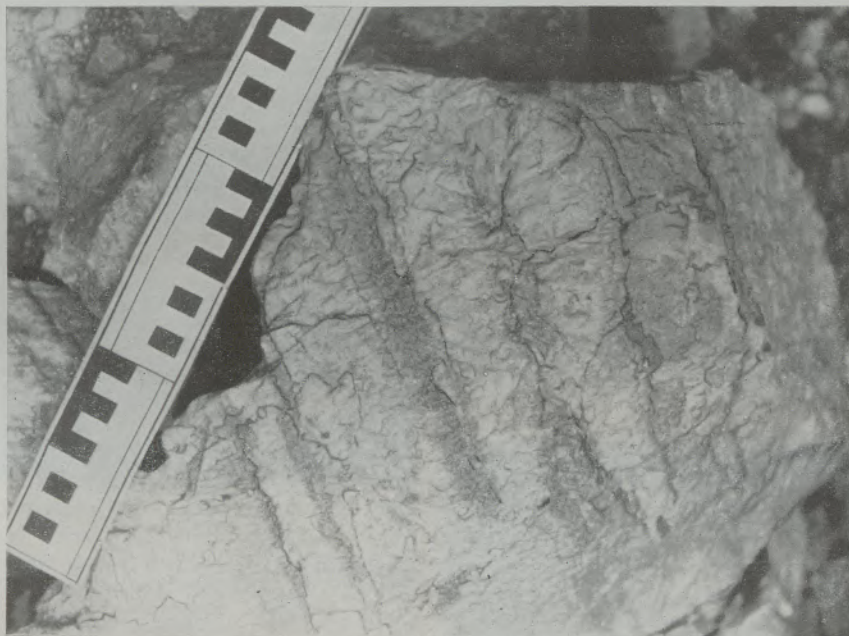


Abb. 4

Bändermagnetit, Breitenau. Erläuterung im Text

sehen, Calcit oder Dolomit liegt feinkörnig zwischen den angeblich um geologische Perioden jüngeren Magnetitkristallen“ (H. Leitmeier 20). Siehe dazu aber die Abb. 6, 7, 11, 12, 14—18, 20, 21, 29, 30, 31 und 37.

Über die Entstehung der Bänderung in Spatlagerstätten hat sich E. Clar (5) (6) (8) (9) mehrfach und sehr eingehend geäußert und brachte auch Abbildungen dieses Gefüges. Ebenso hat W. Zschucke (37) Bändermagnetite der Breitenau abgebildet, und zwar sowohl im Wandbereich der Grubenaufschlüsse wie auch im Handstück.

Obwohl schon reichlich gute Abbildungen über Bändermagnetite veröffentlicht sind, seien noch einige gebracht, weil sie namentlich die W. Siegl'schen Anschauungen zu widerlegen geeignet sind. Die Abb. 3 zeigt einen Bändermagnetit aus der Breitenau, dem schon fast klassischen Vorkommen dieses Gefüges. Man sieht deutlich, wie der Magnetit die Bänderung durch graphitisches oder bitumiges Pigment schräg abschneidet, wie örtlich dieses Pigment wolkig gehäuft erscheint und andere Stellen frei vom Farbstoff sind. Man erkennt auch das antipolare Wachstum der

Magnetit teilweise übernommen wird, ist aus den Abb. 5, 6 und 7 zu ersehen. Die Abb. 5 zeigt in fast natürlicher Größe einen Großanschliff eines Bänderdolomites mit einer Bänderung durch Bitumenlagen, die im Bilde etwa von links nach rechts verläuft und in der Größenordnung von Millimetern dick ist. Von oben nach unten, beziehungsweise von links oben nach rechts unten, durchziehen zahlreiche „Mikroverwerfer“ dieses Lagengefüge und bringen enger gebänderte Bereiche an gröber gebaute unmittelbar heran. Diese Art der Feinbänderung hält der Verfasser für sedimentär angelegt und es können die „Mikroverwerfer“ bei der Diagenese oder bei der Dolomitierung entstanden sein. Unten im Bilde zieht aber eine deutlich jüngere Magnetitpartie über den Anschliff. Wie man namentlich links unten gut sehen kann, spießen deren Magnetitkristalle quer in das Lagengefüge ein. Ein großer Magnetitkristall ist aber auch mittig im rechten unteren Bildviertel quer über die Bänderung aufgesproßt und hängt mit dem darunter befindlichen Magnetitnest lose zusammen. Bei geeignetem, schrägem Lichteinfall ist der große Magne-



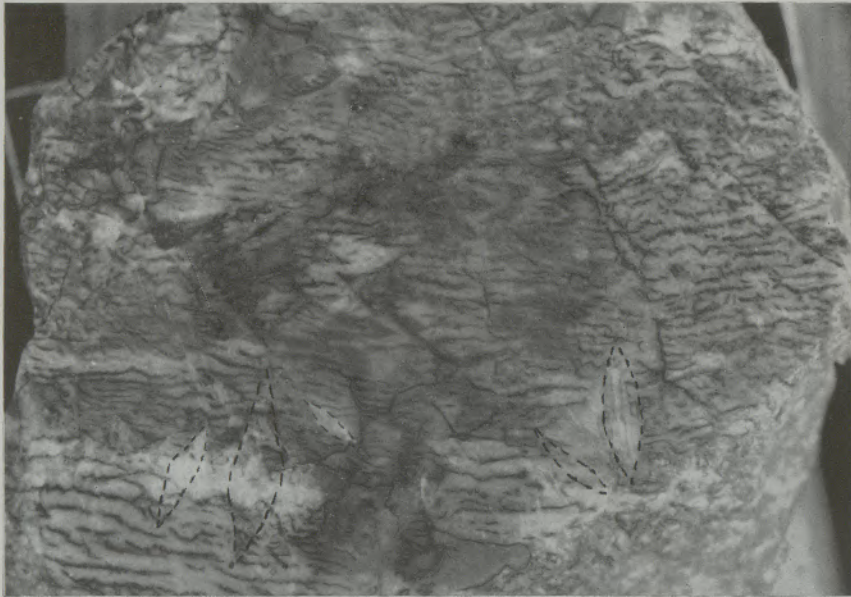


Abb. 5

Bänderdolomit, Breitenau. Magnesitkristalle sprossen senkrecht zum Lagenbau auf und übernehmen die Bitumenlagen. Großkristalle, welche Bitumen eingelagert haben und sich deshalb im Bilde kaum abheben, sind schwarz nachgezeichnet. Das Stück ist 12 cm breit, der dargestellte Teil 9 cm hoch, das ganze Stück aber 17 cm. Auch auf der unpolierten Rückseite des Schliffes spiegeln die Großkörner mit den Bitumenlagen auf und heben sich gut vom dolomitischen Untergrund ab

sitkristall (2,3 x 5 mm) weit besser zu sehen als im Lichtbild. Die Abb. 6 und 7 zeigen ähnliche Magnesitkristalle, die schräg über die sedimentär angelegten Pigmentlagen hinwegsetzen und teilweise das Pigment in sich aufnehmen. Sie kommen schon im ungeätzten Anschliff bei Aufnahme mit dem Balgenreät gut heraus, sind im Erzmikroskop durch ihr Relief aber noch viel deutlicher. Ganz besonders klar werden sie durch Ätzen sichtbar. Um aber die Stellung dieser Kristalle im umgebenden gebänderten Dolomit zeigen zu können, wurden diese Aufnahmen ohne Mikroskop bei „Lupenvergrößerung“ gemacht.

Man erkennt aus diesen drei Abbildungen, daß es möglich ist, ein sedimentär angelegtes Lagengefüge leicht und eindeutig von tektonisch bedingter Bänderung zu unterscheiden. Ebenso lassen sich Lageveränderungen, Mikroverwerfer usw., die sich bei der Diagenese oder bei der Dolomitisierung bildeten, unschwer erkennen. Nicht entscheiden läßt sich allerdings, ob die Dolomitisierung der Abb. 5 bei der Diagenese erfolgte oder getrennt davon als eine Vorstufe der Magnesitbildung ablief. Der Umstand aber,

daß auf vielen Magnesitlagerstätten nur Dolomit als Nebengestein vorliegt, der entfernter davon aber in Kalk übergeht, läßt die zweite Möglichkeit wahrscheinlich werden.



Abb. 6

Anschliff 1799, Breitenau. Er ist 40 mm hoch und 28 mm breit. Im dolomitischen, durch Bitumenlagen gebänderten Untergrund sprossen große Magnesitkristalle auf: Ein großer hebt sich am rechten Rand gut ab, ein zweiter wächst von der Unterkante links fast bis zur halben Schliffhöhe hinauf. Im Mikroskop zeigt er prächtigen Atollsaum im Sinne von Angel-Trojer. Vier weitere Magnesitkörner sind in der oberen Hälfte vorhanden. Von diesen überwächst ein schmales das schräg von rechts oben zur Mitte hin verlaufende Pigmentband, das einen „Mikroverwerfer“ aus der Zeit der Diagenese oder der Dolomitisierung abbildet



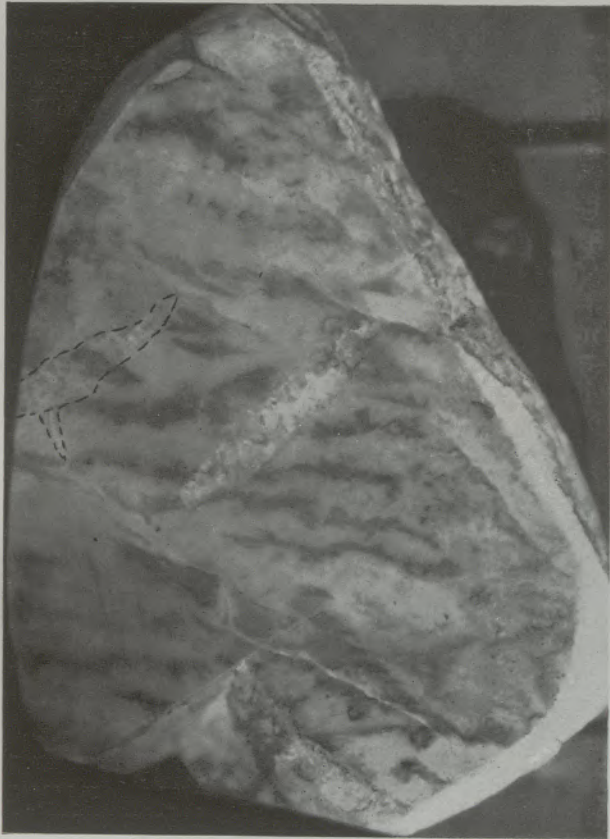


Abb. 7

Anschliff 1797, Breitenau. 37 mm hoch und 26 mm breit. Ein großer Magnetitkristall wächst mittig quer über die Bitumenbänder, ein anderer links ist nachgezogen, zwei sind in der Schliffspitze kenntlich

Einen besonders schönen Fall einer Überschneidung von sedimentär angelegtem Lagenbau mit tektonisch bedingter Bänderung zeigt die Abb. 8 von Arzbach (15) in natürlicher Größe. Das schon 1933 aufgesammelte Stück wurde jetzt angeschliffen. Der mittlere Teil besteht aus feinkörnigem Dolomit, der durch graphitisch-bitumige Lagen streifig angefärbt ist. Das Korn dieser Teile ist verzerrt, amöbenartig bis lagunenartig im Sinne von Angel-Trojer (3); der Bitumengehalt nimmt von den dunklen Teilen unscharf gegen die hellen Lagen ab, oft sogar innerhalb eines Kornes. Der Lagenbau dieser Teile (Abb. 9) wird auch durch abwechselnd gröberes und feineres Korn sichtbar; es liegt hier ruhige Verdrängung eines Kalkes durch Dolomit vor, die vermutlich in die dolomitische Vorphase der Magnetitbildung zu stellen ist oder an den Beginn dieser, weil sich in den Kornzwischenräumen viele kleine Magnetitkörnchen vorfinden. Diese sind vermutlich gegen Ende der Dolomitbildung gewachsen, als in den Lösungen mehr Mg-Ion vorhanden war, als in den Dolomit eingebaut werden konnte. Sie stellen keine Verdrängungsreste der Redolomitierung dar, die wieder an anderen Stellen dieses Schliffes vorhanden sind. Im linken Teil dieser dunklen Partie der Abb. 8 wird der rechts im Bilde von links nach rechts angeordnete Lagenbau von

einer Zerschering überwältigt, die von links oben, wenig geneigt, nach rechts unten zieht. Diese Zerschering schneidet durch den Lagenbau und vergittert mit ihm. Ihr etwa gleichlaufend folgen im unteren Bildteil der Abb. 8, im Abstände von 1 bis 2 cm, weitere solche Scherflächen (Abb. 10) und es begrenzt auch eine solche das Stück nach unten. Einige dieser Scherflächen setzen im oberen Bildteil auf und schneiden hier eine Scholle von Bändermagnetit ab. Dieser letzten gehören die von links unten nach rechts oben gerichteten Bänder an, die den oberen kleinen Teil des Schliffes aufbauen.

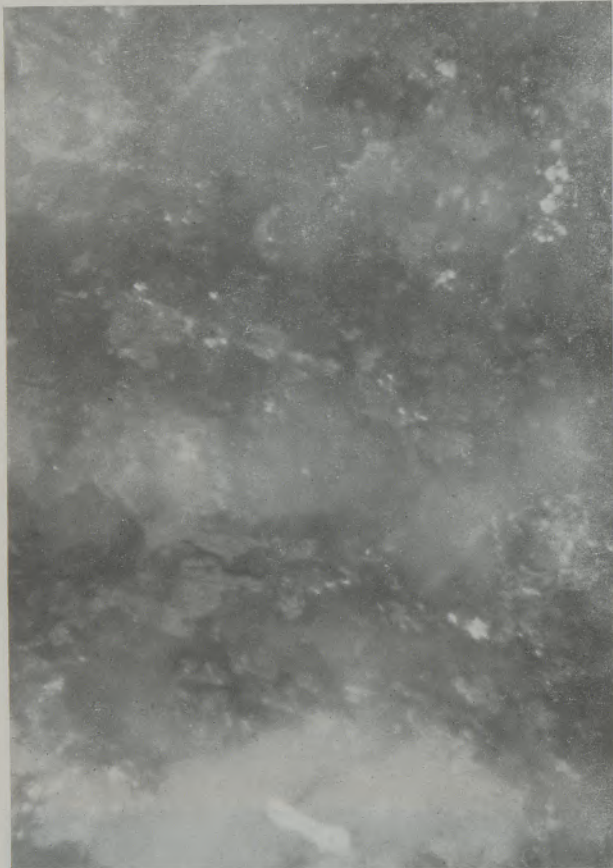
Parallele Scherflächenscharen bilden in der unteren Hälfte des Schliffes die auffälligen graphitischen Streifen von links unten nach rechts oben. Eine von diesen Scherflächen versetzt im unteren Schliffteil deutlich die flachere Zerschering, ist also jünger als diese. Sie setzt sich in der zuerst besprochenen grauen Scholle als im Bilde eben noch kenntlicher, heller Streifen fort. Durch Ätzung mit dem Trojer'schen Ätzmittel zeigte sich, daß hier eine jüngere Magnetitgeneration als quer durchsetzendes Äderchen auftritt. Ein weiteres solches jüngstes Magnetitäderchen setzt im weißen, weitgehend redolomitisierten Magnesitbrocken rechts oben in der Abb. 8 auf und verläuft etwa 3 bis 5 mm unter dem darin von rechts



Abb. 8

Anschliff 1826. Arzbach. Er ist 83 mm hoch und 60 mm breit. Erläuterung im Text





←

Abb. 9

Anschliff 1826, 75 : 1, x-Nicol. Unscharf begrenzte, im Bilde wie verwaschen aussehende Dunkelfärbung in zwei Lagen. Sie zeigt das sedimentäre Lagengefüge an, bei ruhigem Wachsen in die Dolomit- und Magnesitkörner eingebaut. Näheres im Text

oben nach links unten ziehenden Pigmentstreifen, fast parallel zu diesem.

Dieser Schliff läßt also folgenden Ablauf ablesen: Eine im Sinne von E. Raguin (29) „Gefüge erhaltende Metasomatose“ bildet den Dolomit (Dol. I) der mittleren Scholle. Auf sie folgt die eigentliche Magnesitbildung, welche durch die Magnesite in den Kornzwickeln eingeleitet wird (Magnesit I). Nach oder bei Durchbewegungen in mehreren Teilvorgängen, welche die verschiedenen Scherflächenscharen erzeugen, wird der Magnesit weitgehend redolomitisert (Dol. II). Als in diesem Schliff jüngsten Vorgang haben wir eine spärliche Magnesitbildung in den Äderchen (Magnesit II), während sonst meist Roßzahndolomit oder gar Kalkspat den Vorgang abschließen. Im Abschnitt über Redolomitisierung kommen wir noch darauf zurück. Es handelt sich hierbei um eine ausgesprochene Ungleichgewichtsmetasomatose im Sinne von E. Raguin.

Von den drei Linienrichtungen (Streifenscharen) dieses Anschliffes bildet eine, und zwar die am wenigsten auffallende, ein sedimentäres Anlagerungsgefüge ab, während die beiden anderen Richtungen auf Scherflächenscharen zurückgehen, wie dies E. Clar mehrfach zeigte und auch in der Grube von Hüttenberg überzeugend den Teilnehmern der Befahrung darlegte. Daß sich diese Streifen, welche die typische „Bänderung“ der Bändermagnesite erzeugt, von den Anlagerungsstreifen leicht unterscheiden lassen, belegen die Abb. 9 und 10 vom selben Anschliff.

Alle diese Erscheinungen ließen sich sowohl durch Bilder von Aufschlüssen im Gelände, von Handstücken und durch solche von Anschliffen unter dem Mikroskop beliebig vermehren. Sie bestätigen immer wieder die Erkenntnisse von E. Clar über die Entstehung dieser Bändermagnesite und der gleichartigen Bändersiderite. Es ist nicht verständlich, wie W. Siegl (32, S. 83) dazukommt, zu schreiben: „E. Clar kommt zu dieser falschen Deutung, weil er, wie alle Metasomatiker, zu wenig Bedeutung den Vorgängen bei der Diagenese beimißt“. W. Siegl hat nie den Beweis erbringen können, daß seine (W. Siegl's) Anschauung richtig sei.

Weil aber die „Bänder“ der Bändermagnesite tektonisch bedingt sind, ist der Vorschlag W. Siegl's (32) abzulehnen, von schichtigen Magnesiten statt von Bändermagnesiten zu sprechen.



←

Abb. 10

Anschliff 1826, 133 : 1, x-Nicol. Eine dunkle Scherzone zieht mittig von links nach rechts; sie zerscherte Magnesit, dessen Zerreibsel zu Dolomit 2 rekristallisierte. Dessen Körner lassen den Bewegungssinn noch erkennen. Einzelne Dol-2-Körner dringen in den Magnesit hinein vor, besonders am unteren Rand der Scherzone sichtbar. Geätzt mit dem Trojer'schen Ätzmittel



H. Leitmeier und W. Siegl (22, S. 233) schreiben: „Das scheinbare Eindringen von größeren Magnetitkristallen in feinkörnigen Dolomit läßt sich als Folge der Diagenese . . . erklären“. Wohl gibt es in den vielen Aufschlüssen, Handstücken und Anschliffen ab und zu auch Strukturen, die sich auch sedimentär deuten lassen. Weitaus häufiger sind aber Gefüge, die eindeutig gegen diagenetische und für metasomatisch-hydrothermale Bildung sprechen. In den Abb. 11 und 12 sind einige solcher Stellen wiedergegeben. Die Abb. 11 stammt von einem großen Block (42—28x20 cm) des Magnetitvorkommens Stangensattel (Nockgebiet). Dieser Block kann im Institut des Verfassers jederzeit besichtigt werden.

Und dieses immer wieder sichtbare Gefüge meinte der Verfasser als er 1951 schreibt: „Gleichzeitig kann man an diesem kleinen, unbauwürdigen Vorkommen ersehen, wie von diesen Rissen ausgehend, der Magnetit kristalloblastisch seine großen Rhomboeder in den Kalk hinein vorschiebt. Auch hier kann man von mehr als bloß von einem Hinweis auf die Metasomatose sprechen, denn beweisender als hier, können die Verwachsungsverhältnisse nicht erwartet werden, und ich wüßte nicht, wie man diese auf sedimentäre Entstehung umdeuten könnte“. 1953 legt aber H. Leitmeier diese meine Worte folgend aus: „Denn nach O. M. Friedrichs Ansicht schiebt der Magnetit seine eigenen Rhomboeder vor, das heißt



Abb. 11

Großer Block (28 cm hoch und 42 cm lang!), Stangensattel, Turrach. Lagig gebauter „Eisendolomit“ wird von rechts und von oben her durch eisenreichen Magnetit (dunkel) verdrängt. Der Magnetit dringt auch entlang feiner Risse in den Dolomit hinein vor und bildet hier mehrere cm große Rhomboeder, die rechts Dolomitrelikte abschnüren. Die Verdrängung folgt teilweise der sedimentär angelegten und vom Dolomit übernommenen Schichtung, teilweise dringt sie schräg bis fast senkrecht dazu vor

Wir sehen das alte Schichtgefüge als Feinbänderung im Eisendolomit durch die gefügearhaltende Dolomitmetasomatose bis ins feinste abgebildet (Lagen mit Ton und Sand in Anschliffen!). Teilweise folgt der Magnetit solchen wegsameren Lagen, wie das lange Band längs des Stückes zeigt, teilweise schneiden Magnetitzüge spitzwinkelig oder gar quer durch das Gestein und an der einen Seite ist die Grenze überhaupt unregelmäßig. Dabei sieht man, wie von den einzelnen wegsamen Bahnen Magnetitkristalle gegen den Dolomit vordringen. Die Verwitterung hat die Magnetitrhoeder mehrere Millimeter bis Zentimeter hoch herausgearbeitet. Dieses Gefüge kann man doch nicht sedimentär-diagenetisch deuten!

doch nichts anderes, als daß der Magnetit sich selbst, eben seine Kristalle vorschiebt. Aber woher kommen diese Kristalle vom Magnetit, die auf einmal da sind? Man muß doch zugeben, daß nur die schon fertigen Rhomboeder geschoben werden“. Und weiter: „Niemand hat das Eindringen von Magnetit auf der Intergranulare von Calcit oder Dolomit gesehen, mag man auch noch so viele Dünnschliffe darauf untersucht haben . . . es ist aber viel naheliegender, daß nicht der fertige Magnetit seine Rhomboeder schiebt, sondern daß diese im fertigen oder halbfertigen Zustand geschoben werden, zusammengesoben mitsamt Calcit und dem Dolomit“. Da es ausdrücklich hieß: „kristalloblastisch . . . vor-



schiebt", ist die Auslegung unverständlich und weise ich sie in aller Form zurück. Von diesem Zeitpunkt an (1951) sammelte der Verfasser ständig Material und wartete mit einer Richtigstellung bis das entsprechende Belegmaterial zusammengetragen war. Vielleicht haben H. Leitmeier und W. Siegl dieses Schweigen als Zeichen aufgefaßt, daß ihren Behauptungen nichts zu entgegenen wäre.

Viele dieser Stücke wurden bei der Magnesittagung vom 31. Mai bis 5. Juni 1958 in Leoben vorgeführt.

schwimmen". Also schon vor 65 Jahren(!) hatte M. Vacek Kalkschollen beobachtet, die als Relikte im Magnesit schwimmen.

Nicht nur auf den großen Magnesitlagerstätten, wie am Sattlerkogel in der Veitsch, im Sunk bei Trieben, in der Breitenau, am Eichberg, auf der Inschlagalm bei Leogang, in Lanersbach usw., kann man massenhaft, teilweise sogar im Innern, sonst an den Rändern, solche Relikte sehen und abbilden. Auf der mit dieser Tagung veranstalteten Befahrung sahen wir beispiels-

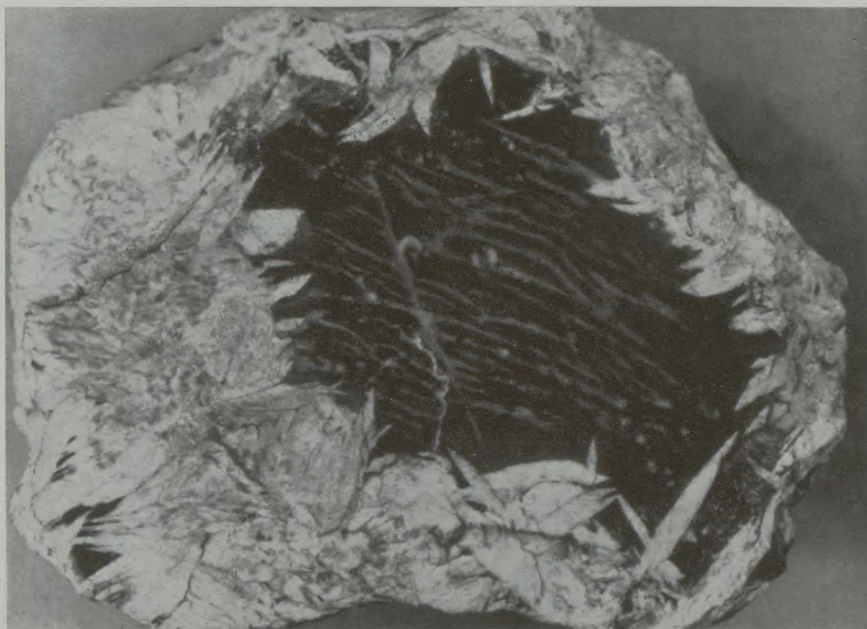


Abb. 12

Dolomitrelik mit noch erkennbarer Schichtung und Fossilresten wird allseits von Spatmagnetit verdrängt. Großer Bruch, Sattlerkogel, Veitsch. Näheres im Text

4. Relikte des Paläosoms. H. Leitmeier und W. Siegl (22) schreiben S. 202, 1954: „Es müßten doch unveränderte Partien des Paläosoms, zumindestens an den Rändern des neugebildeten Magnesites oder irgendwo im Innern erhalten sein, wie dies bei anderen Metasomatosen der Fall ist, was aber an Magnesitlagerstätten niemals zu beobachten ist“. Und ebenda, S. 229 oben, steht: „Bei der Magnesitmetasomatose fehlen Relikte des Kalksteinpaläosoms“.

Sehen wir zunächst nach, was andere darüber berichten. M. Vacek schreibt 1893 (35, S. 405): „Diese Klüftungserscheinung beobachtet man nun an den Contactgrenzen von Magnesit und Kalk sehr gut konserviert und sieht nicht nur den Magnesit in alle Klüfte und Ritzen der Kalkoberflächen eindringen, sondern auch vielfach scharfkantige, lose Kalkbrocken, die, wie es scheint, durch den Kristallisationsprocess des Magnesites von der Unterlage etwas abgedrängt wurden und dem Contact entlang in der Magnesitmasse sozusagen

weise solche Relikte im Tagebau in der Sunk, in der Grube Sunk, im Tagebau am Sattlerkogel, aber auch beim Vorkommen Entacher.

Im Tagebau auf der linken Bachseite im Sunk lag beispielsweise ein mehr als mannshoher Block, in dem Dolomit mit Korallen als Relikt zu sehen war. In der Grube Sunk zeigte man uns eine Stelle, wo eine Dolomitbank mit reichlich Korallen schräg von der Magnesitmasse abgeschnitten wurde.

Im Aufschluß, also im Meterbereich, sind solche Relikte im Magnesit des Stangensattels zu sehen. Eine Folge von Farbbildern davon wurde vor Jahren an einer Tagung der Fachgruppe für Mineralogie und Geologie in Klagenfurt vorgeführt. Die hier gebrachten Abb. 28 bis 31 zeigen solche Relikte ebenfalls und geben einen ersten Eindruck, wie zahlreich solche Relikte in diesem Vorkommen aufgeschlossen sind.

Ein Handstück mit prächtigem Dolomitrelik ist in Abb. 12 wiedergegeben. Das in der Veitsch (Sattler-



kogel) aufgesammelte Stück zeigt dunklen Dolomit mit reichlich Fossilienresten, unter denen man Crinoiden erkennt. Dieser Dolomit läßt eine im Bilde von links oben nach rechts unten verlaufende Streifung erkennen, die ein sedimentär erworbenes Schichtgefüge (bitumenreiche und -arme Lagen) abbildet. Von allen Seiten sprießen Magnetitkristalle vor und verdrängen den Dolomit. Links im Bilde ist zu sehen, daß hier diese Verdrängung von einer Naht ausging, die „antipolares Wachstum“ im Sinne von E. Clar (9) zeigt. Dolomitrelikte gibt es also massenhaft!

Im mikroskopischen Ausmaß sind Relikte von Dolomit und Magnetit ebenfalls allüberall verbreitet. Man braucht nur Magnetite in Anschliffen mit dem

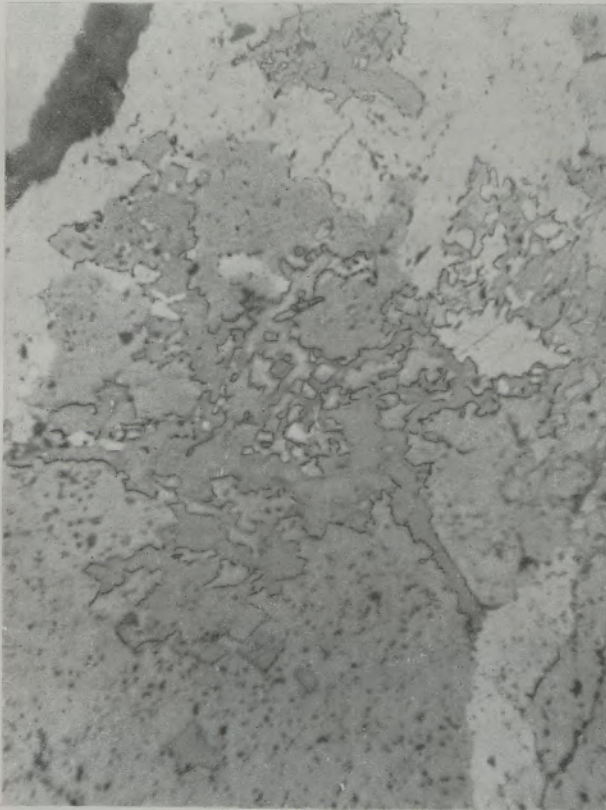


Abb. 13

Anschliff 1652, Stangensattel, Turrach. Relikte von Dolomit (dunkel, Relief) in Magnetit. 110 : 1, 1 Nicol

Trojer'schen Ätzmittel zu ätzen, um sie sichtbar zu machen. Die Abb. 13 zeigt solche Dolomitrelikte in einem Magnetit von der Stangalm. Weil aber H. Leitmeier und W. Siegl dieses Verfahren nicht anwenden, entgehen ihnen diese Beobachtungen, und weil sie sie daher nicht sehen, leugnen sie sie, was entschieden einfacher ist, als sie im Gelände oder unter dem Mikroskop zu suchen.

5. Es sei fraglich, ob bei der Metasomatose das sedimentäre Gefüge erhalten bleibe: „Nach der metasomatischen Entstehung wären solche

Magnetite nur durch restlose Verdrängung eines vermutlich kalkigen Paläosoms unter vollständiger Erhaltung ihres sedimentären Gefüges entstanden zu denken. Dies aber nur unter der fraglichen Annahme, daß ein solches Gefüge erhalten geblieben sein kann (22).

Allen, die sich bei uns mit metasomatischen Spatlagerstätten befaßten oder noch befaßen wie F. Angel, E. Clar, F. Meixner, F. Trojer, um nur einige zu nennen, ist es geläufig, daß bei der Metasomatose bestimmte Gefüge erhalten bleiben, andere wieder ausgelöscht werden. Einen solchen Fall bilden H. Leitmeier und W. Siegl 1954 in den Abb. 4 und 5 selbst ab, nachdem schon zuvor A. Himmelbauer auf dieses oolithische Gefüge aufmerksam gemacht hat. E. Clar sagte auf einer Vortragstagung 1954 in Klagenfurt: „Metasomatose kann extrem selektiv wirken, feiner als petrographische Unterscheidungen möglich sind; schichtige Anordnungen vom Metasom verblüfft mich nicht“. Daß Metasomatose sehr wohl in der Lage ist, sedimentäres Gefüge abzubilden, ist ja der Grund, daß E. Raguin (29) eine zerstörende und eine erhaltende Metasomatose unterscheidet. Von letzterer sagt er (nach einer vervielfältigten Übersetzung durch W. E. Petrascheck): „Die erhaltende Metasomatose bewahrt die früheren Strukturen teils durch pseudomorphe, teils durch kontrollierte Verdrängung, welche noch die Phantome der alten Formen innerhalb des Bereiches des neugebildeten Gesteins erkennen läßt“. Er weist darauf hin, daß selbst in Feldspäten der kristallinen Schiefer die alte Feinschichtung quer durch die neugebildeten Kristalle verfolgbar ist. Auch führt er weitere Beispiele für die erhaltende Metasomatose an.

Eingangs wurde schon darauf hingewiesen und dies durch die Abb. 5 bis 9 belegt, daß bei der metasomatischen Dolomitisation die alte, sedimentäre angelegte Schichtung durch die Bitumenlagen auch in Dolomit noch erhalten und gut kenntlich ist. F. Trojer (33) betont, daß „die lagige Verteilung der Quarzeinschlüsse aus ehemaligem Kalksandstein erhalten bleibt“ und bildet solche Quarzkornlagen in Abb. 17 ab. Den schlagendsten Beweis dafür, daß gewisse Gefüge erhalten bleiben, geben wohl die in Magnetit umgewandelten Fossilreste.

6. H. Leitmeier behauptet (19), daß keine „metamorphosierten Crinoiden als Magnetit vorhanden“ seien. „Damit ist K. A. Redlich's Magnesithypothese ihrer hauptsächlich und realsten Stütze beraubt. Die Annahme einer Bildung von Magnetit in großem Stile durch Umwandlung von Calcit ist in keiner Weise bewiesen; die hauptsächlich Stütze dieser Hypothese, das häufige Vorkommen von Crinoidenresten, die in Magnetit umgewandelt wurden, hat sich als äußerst unsicher herausgestellt; die Existenz derartiger Bildungen ist fraglich“. Ferner: „Magnetite selbst sind frei von Fossilien. Wieso hätte eine Metasomatose gerade bei den Fossilien Halt gemacht?“ (22) . . . „Pseudomorphosen von Magnetit nach dem Tierkörper in Form einer Hohlräumausfüllung handeln, der . . . unmittelbar vor der Bildung der  $MgCO_3 \cdot 3H_2O$  entstanden sein kann. Die erkennbare Erhaltung der früheren Umrißform muß noch kein Beweis für metasomatische Umbildung sein“ (H. Leitmeier 21,



S. 316). „Vor der Diagenese hatten die kalzitischen Stielglieder (der Crinoiden) den typischen lockeren Aufbau der Echinodermenskelette . . . Während der Diagenese kam es zur Umwandlung des kalkigen Gerüsts der Fossilien . . . Es erscheint uns hier eine

frühdiagenetische Spatmagnetitbildung, eingeleitet durch die vorliegende, wenn auch sehr lockere Kristallanordnung, eher den tatsächlichen Verhältnissen nahe zu kommen, als eine spätere pseudomorphosenartige Verdrängung gerade der grobspätigen Dolomite der Crinoiden“.

Seit 1908 liegen im Institut für Mineralogie und Gesteinskunde der Montan. Hochschule in Leoben, Stücke auf, die Cornu damals in der Veitsch gesammelt hatte; sie zeigen Crinoiden in dolomitischer Grundmasse, wobei ein Teil der Crinoiden in Magnetit umgewandelt ist. Sie gleichen durchaus den heute aufgesammelten Stücken. K. A. Redlich hatte solche ja seinerzeit abgebildet. Geradezu unverständlich erscheint es, wenn H. Leitmeier (19) so tut, als ob Crinoiden, die in Magnetit umgewandelt sind, irgendwie selten seien, und er nicht die paar Gramm auftreiben konnte, die für eine chemische Analyse gebraucht werden. Der Verfasser kennt die betreffenden Stellen seit 1927; bis in die jüngste Zeit hinein blieben sie unverändert erhalten, erst im Vorjahr hat man sie zum Teil weggesprengt, um das Geleise der betreffenden Abbaustufe zum Förderbremsberg begraden zu können. Wie sich die Teilnehmer der Befahrung selbst überzeugen konnten, kann man dort auch heute noch spielend leicht einen ganzen Waggon voll (!) Handstücke mit Crinoiden aufsammeln, die teilweise oder ganz in Magnetit umgewandelt sind.

Die Abb. 14 bis 18 zeigen solche Crinoiden. Die Abb. 14 (Handstück, 9 x 11 cm) läßt im dunklen (bitumigen) Untergrund helle Crinoiden in Längs- und Querschnitten erkennen. Sie, sowie der Untergrund bestehen aus Dolomit. Sie werden vom grobspätigen Magnetit verdrängt, der entlang von Haarrissen und Drucksuturen einwandert. Ein solcher als



Abb. 14

Crinoiden, teilweise in Magnetit umgewandelt, Tagebau Sattlerkogel, Veitsch. Erläuterungen siehe im Text

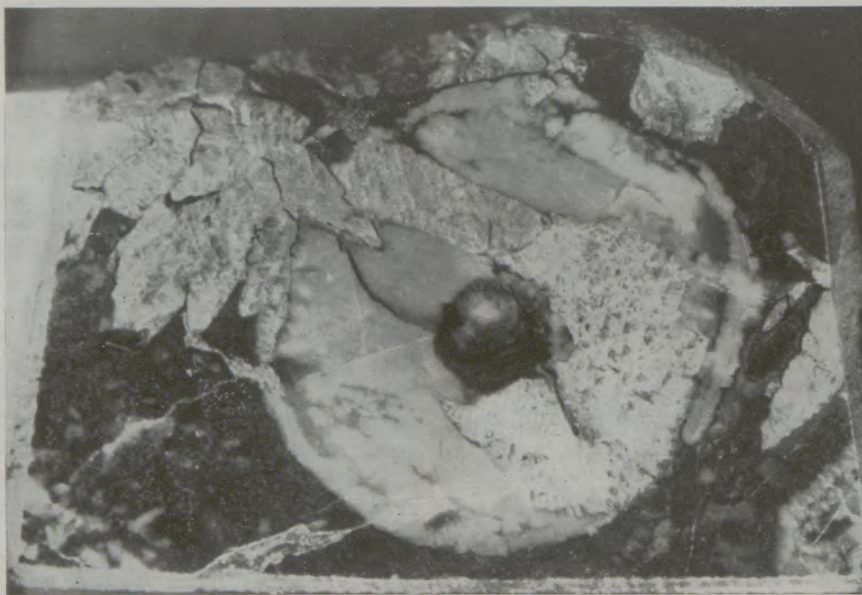


Abb. 15

Crinoid wird von Magnetit verdrängt. Näheres im Text



Zufuhrweg dienender Riß ist mittig am oberen Bildrand zu sehen, von wo er sich bis gegen den unteren Rand hinzieht. Wo er den großen Crinoiden-Längsschnitt trifft, wird dieser zu Magnetit umgewandelt (Bildmitte). Ebenso ergeht es einem schrägen Schnitt daneben. Eine andere im Bilde ebenfalls gut kenntliche Sutura beginnt rechts oben, wo ein Crinoidenquerschnitt fast ganz, der rechts benachbarte aber nur um dieses Klüftchen herum zu Magnetit umgewandelt ist. Dieses Klüftchen (Sutura) zieht ebenfalls bis an den rechten Rand des Stückes durch.

Die Abb. 15 zeigt in einem Anschliff (Nr. 1786) den Querschnitt eines Crinoidengliedes. Von außen, im Bilde von links oben dringt Magnetit gegen den Crinoiden vor und verdrängt ihn. Ein großer Magnetitkristall dringt mittig ein und ein anderer breitet sich nach rechts und unten aus. Man sieht, daß der Magnetit dabei annähernd den Grenzen der Crinoiden folgt und diesen, wenn auch wesentlich größer als der Dolomit abbildet. Noch schönere ist diese Abbildung in der Abb. 16 zu sehen, wo der große mittige Crinoidenquerschnitt in seiner oberen Hälfte weitgehend durch Magnetit verdrängt wird, der dabei die Grenzen des Fossils oben und links genau einhält. Ähnlich folgt die Verdrängung durch Magnetit entlang dem von links her gut sichtbaren Riß in der Abb. 17 den Umriformen des Crinoiden-Längsschnittes, während der Magnetit sie im oberen Teil überschreitet und löscht.

Die Abb. 18 zeigt einen weiteren sehr interessanten Anschliff (Nr. 1791). In dunklem Dolomit sind zahlreiche Crinoidenquerschnitte enthalten. Von links oben zieht ein Riß zur Mitte, gabelt sich am großen Fossilschnitt in der Mitte. Ein Ast setzt durch den Tierrest nach unten, der andere zieht nach rechts oben. Dort, wo sich der Riß gabelt und sein Ast den Crinoiden durchdringt, ist dieser zu Magnetit umgewandelt. Crinoidenquerschnitte sind annähernd rund; betrachten wir die in diesem Schliff enthalte-



Abb. 16

Crinoid wird von Magnetit verdrängt. Näheres im Text



Abb. 17

Crinoid wird von Magnetit verdrängt. Näheres im Text. Der Längsschnitt ist 40 mm lang und 11 mm breit. Anschliff Nr. 1784 R

nen, so sehen wir, daß der große Querschnitt links unten nicht einmal zur Hälfte vorhanden ist; der kleine in der Bildmitte ist in der linken Hälfte stark ausgezackt, ebenso jener mittig links und der am unteren Rand. Alle diese sind sehr stark korrodiert und man sieht auch im Bilde, daß an diesen angegriffenen Stellen stets ein Haarris, eine Druck-sutura oder eine feine Kluft vorhanden ist, die den Fossilrest begrenzt. Das sind jene Verdrängungen, die bei der Diagenese oder bei der Dolomitisierung des ursprünglichen Kalkabsatzes eingetreten sind. Im Schliff läßt sich nicht erkennen, ob diese Dolomitbildung im Zuge der Diagenese ablief, also einer Frhmetasomatose im Sinne von E. Raguin entspricht, oder ob sie als Vorphase zur Magnetitmetasomatose gehört. Diese Frage kann nur großräumig beantwortet werden, in der Art, daß man untersucht, ob der betreffende Karbonatit (Karbonatgestein) auch entfernt von der Magnetitlagerstätte als Dolomit ausgebildet ist, oder ob er sonst als Kalk vorliegt, der nur um den Magnetit herum in Dolomit übergegangen ist. Dies ist beispielsweise beim Magnetit vom Stangensattel der Fall, im Sunk (Triebensteinkalk), Wald usw., so daß es auch in Veitsch durchaus möglich wäre.



Wie man sowohl im Sunk, wie auch in der Veitsch in den Tagebaustufen und den Grubenbauen sehen kann, hat die Magnetitbildung gar nicht an den Fossilien Halt gemacht, sondern schneidet die fossilführenden Bänke ab, beziehungsweise übergreift sie. Innerhalb der großen Magnetitmassen fehlen die Fossilien nur deshalb, weil sie beim grobspätigen Wachsen der Magnetitkristalle nur unvollkommen erkennbar sind beziehungsweise ganz unkenntlich werden. Übergänge zwischen vollkommener Erhaltung und völligem Verschwinden des Fossilinhaltes sind sowohl im Sunk wie in der Veitsch reichlich zu sehen, es muß nur das Auge geübt sein, solche Dinge zu erkennen. Auch den Abb. 14 bis 17 ist dies zu entnehmen.

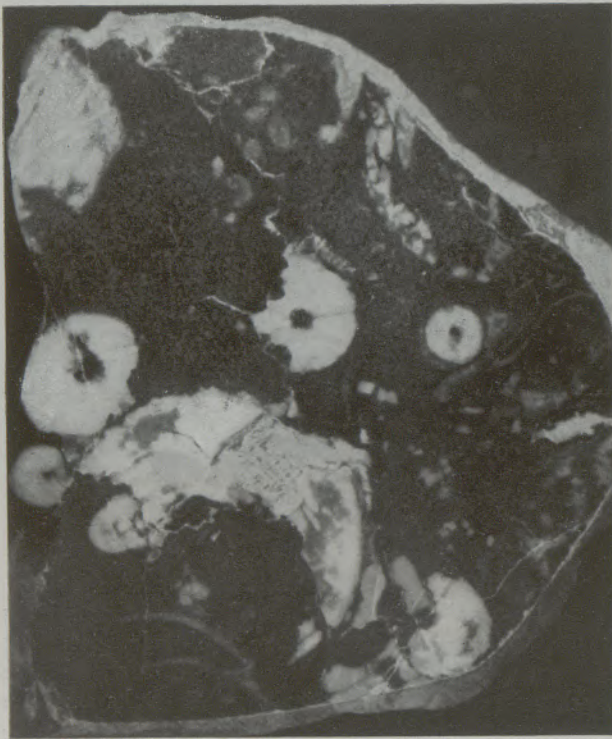


Abb. 18

Crinoiden. Anschliff 1791. Näheres im Text

7. Übergänge von Magnetit- zu Sideritlagerstätten fehlen? Mit dieser Frage hat sich schon H. Meixner (26) eingehend befaßt und gezeigt, daß in den Eisenspatlagerstätten stets reichlich Magnesia und in den meisten Magnetiten Eisen enthalten ist, und zwar mehr, als im Muttergestein enthalten war. So ist der „Eisenspat“ der Lagerstätte Thurnberg (Pongau) richtig ein Mesitin, teilweise auch Brunnerit, der in Klüften auch Magnetitkristalle führt. H. Meixner betont auch, daß sowohl im Raume von Dienten bis Wagrain einerseits, im Nockgebiet andererseits, vielfach sehr magnesiareiche Glieder als „Eisenspat“ abgebaut wurden, so unter anderen in Werfen, Dienten (Kohlmannsegg), auch Turrach.

In den Zwanziger- und Dreißigerjahren hat der Verfasser viele Eisen- und Magnetitvorkommen zwischen Dienten und Radstadt besichtigt und kann H. Meixner nur beipflichten. Im Zuge dieser jetzigen Bearbeitung wurden die damals aufgesammelten Stücke neuerdings durchgesehen, dabei fielen am 9. August 1935 gesammelte und als „auffallend heller und glänzender Ankerit“ bezeichnete Spatstücke auf, die neben etwas Eisen- und Kupferkies auch recht viel Eisenglanz in kleinen Täfelchen führen. Der Spat ist stark zonar und stellt nach Bestimmungen des Institutsassistenten F. Frisch sowohl nach Lichtbrechung, Wichte und seinem Ätzverhalten einen Magnetit mit etwa 8 bis 10%  $\text{FeCO}_3$ -Anteil dar. Dieses Karbonat steht vor Ort etwa 4 m mächtig an, wie eine damals aufgenommene und 1942 ergänzte Grubenkarte (O. M. Friedrich) zeigt. Dies stellt eine erfreuliche Bestätigung der Ergebnisse von H. Meixner dar. Solche Eisenerzbaue kommen zum Stillstand, wenn der eiserne Hut (Oxydationszone mit Brauneisenerz) abgebaut ist und man auf das ursprüngliche Karbonat stößt.

Der gleiche Fall liegt ober der Kotalm unfern des Magnetitvorkommens vom Stangensattel vor. Hier befinden sich mehrere verfallene Stollen und Tagebaue auf Eisenerz. Auch hier erwies sich das frische Karbonat als zu eisenarm (Brunnerit), so daß der Spat vor dem ersten Weltkrieg als Magnetitvorkommen nochmals beschürft wurde.

Dies sind also die von H. Leitmeier und Mitarbeitern immer gefragten Übergangsglieder zwischen Siderit- und Magnetitlagerstätten. Wenn man sie kennt, kann man H. Leitmeier (21, S. 318) nicht zustimmen, wenn er von einer „Regel steter räumlicher Trennung von Magnetit- und Sideritlagerstätten“ spricht, „die man beinahe als Gesetz ansehen kann“ oder: „daß auf keiner einzigen Magnetitlagerstätte irgend etwas zu finden ist, was als Übergang von Magnetit zu Siderit gedeutet werden könnte“. Mit der anschließenden Behauptung: „In keiner Sideritlagerstätte findet man so magnetitreiche Mischungen, daß sie als Magnetite zu deuten wären . . .“ berücksichtigt H. Leitmeier nicht mineralogisch-chemische Belange, weil er doch wissen muß, daß die Mischglieder zwischen Magnetit und Siderit als Brunnerit, Mesitin, Pistomesit und Sideroplessit bezeichnet werden, daß daher die Bezeichnung „Magnetit“ dafür gar nicht möglich ist. Diese Glieder der Mischkristallreihe sind sowohl in Eisenspat- wie in Magnetitlagerstätten sehr verbreitet. Und wenn H. Leitmeier (20, S. 318) schreibt: „Meine Ablehnung findet aber auch darin ihre Begründung, daß Magnetit und Siderit in keiner einzigen der großen Spatmagnetitlagerstätten ineinander übergehen, gemeinsam oder auch nur in allernächster Nähe vorkommen“, so setzt er sich abermals in Widerspruch mit geochemischen Tatsachen, weil sich bei dieser Reihe stets Mischkristalle bilden müssen, wenn sich die Zusammensetzung der vererzenden Therme ändert und beide Ionen in den Lösungen vorhanden sind.

8. Im Magnetit keine freien Kristalle? 1951 schrieb H. Leitmeier (21, S. 317):



„Meine Ablehnung eines engen Zusammenhanges von Spatmagnetit- und Sideritbildung begründe ich mit dem Unterschied in der Gefügeform beider Karbonatgesteine, der großen Seltenheit größerer, gut ausgebildeter Magnetitkristalle in den bedeutenden Spatmagnetitlagerstätten, die anscheinend nur in Oberdorf nördlich Bruck an der Mur bekannt sind, der Häufigkeit von gut ausgebildeten Sideritkristallen aller Größenordnungen in allen ostalpinen Sideritlagerstätten . . .“. Prächtige Magnetitkristalle kommen in der Magnetitlagerstätte des Kaswassergrabens vor, vom Fuchspalpen bei Dienten haben sie K. Matz und H. Meixner (25) beschrieben; Kristalle sind fast von jedem einigermaßen aufgeschlossenen Vorkommen bekannt, der Verfasser fand solche beispielsweise in Arzbach bei Neuberg, Eichberg, Digrub, Stangalm, um nur einige zu nennen. H. Leitmeier zeigt sich mit obiger Behauptung ungenügend informiert, auch wenn er 1953 zugibt, daß Kristalle vom Kaswassergraben bekannt seien.

9. Primärverband mit Sedimentgesteinen. H. Leitmeier und W. Siegl (22, S. 229) schreiben: „Wenn ein Sediment mit einem anderen . . . in einem nachweisbaren Primärverband steht, dann hat es auch als sedimentär zu gelten, bis jemand aus den Eigenschaften dieses Gesteins heraus eine Begründung dafür findet, daß dieses Gestein seine heutige Beschaffenheit einem anderen Vorgang verdankt“. Wo gibt es — außer vielleicht in Hall in Tirol — ein Magnetitvorkommen in unseren Ostalpen, das mit dem Nebengestein im sedimentären Primärverband steht und wo wäre dieser beweisend dafür, daß die Magnetitlagerstätte sedimentär sei? Die Tatsache, daß Magnetitlagerstätten in Kalken und Dolomiten auftreten, beweist nichts über die Entstehungsart, weil auch die metasomatische Bildung ein leicht angreifbares Karbonatgestein voraussetzt.

An der Lagerstätte Entacher hat E. Clar bei der Begehung am 1. Juni 1958 darauf hingewiesen, daß dieses Vorkommen vom Gotlandium bis ins Unterdevon hinauf eine geschlossene Profilserie umfaßt, die nach den derzeit geltenden Kenntnissen mehr als hundert Millionen Jahre währte. In diesem räumlich eng begrenzten Gebiet soll sich nach H. Leitmeier und W. Siegl Magnetit durchlaufend vom Gotlandium (Graptolithenschiefer, Lydite) bis zum Unterdevon (Sauburger Kalk) sedimentär abgeschieden haben, dabei sowohl in Schwarzschieferfazies, in eupelagischen (das heißt in der Tiefsee abgelagerten) Goniatitenkalken und in Riffkalkfazies, wobei hier statt Kalk stets Magnetit sedimentiert worden sei, und dieser dazu noch in grobkristalliner Spatform. Dies sei alles zusammen höchst unwahrscheinlich, zumal in der Umgebung normale Kalk- und Dolomitgesteine abgesetzt wurden.

H. Leitmeier schreibt 1951 (20, S. 151): „Da liegen die Radentheimer Magnesite ganz einsam als metasomatische Bildung ziemlich weit abgewandelter Lösungen, im Osten und Westen ohne andere auch noch so kleine Vorkommen“. Am Stangensattel und auf der Kotalm, ferner ober St. Oswald bei Kleinkirchheim in unmittelbarer Nähe Radentheins, sind Magnetitlagerstätten nicht nur vorhanden, sondern durch Stollen und Rösschen eingehend bergmännisch beschürft worden, in Tragail wurde ein Magnetit abgebaut, ein weiterer wird von Ch. Exner aus dem Liesertal genannt und einen anderen führt R. Schwinner vom Westgrat des Eisenhutes an. Sie alle scheinen H. Leitmeier unbekannt zu sein.

Es sollen nun einige Vorkommen besprochen und anschließend etliche wichtige Einzelheiten erörtert werden, wie die Redolomitisierung u. dgl.

### Der Magnetit des Kaswassergrabens

In den Überlegungen von H. Leitmeier und W. Siegl (22) wird dieser Magnetit als Kronzeuge für die salinare-sedimentäre Bildung von Spatmagnetitlagerstätten angeführt. So schreiben sie unter anderem (S. 203): „Wegen der offensichtlich salinaren Entstehung der beiden ersten Vorkommen (Hall in Tirol und Kaswassergraben) — man findet sie in engstem Zusammenhang mit Anhydrit — hat man sie schon immer als sedimentäre Bildungen aufgefaßt“.

Die einzige ausführliche Beschreibung des Vorkommens stammt von F. Machatschki (24), der Stücke

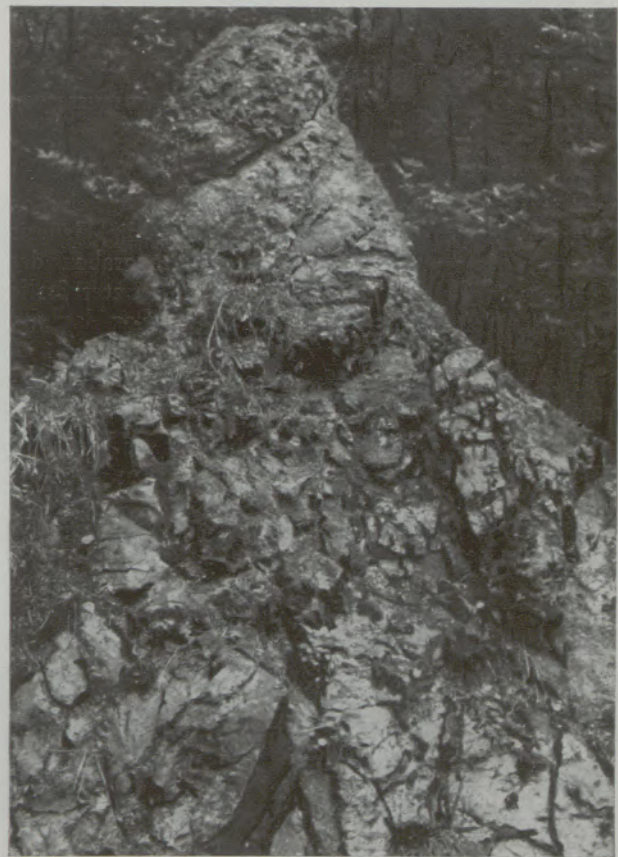


Abb. 19

Kaswassergraben, Felskegel, oben aus Spatmagnetit, unten aus Triasdolomit bestehend, dazwischen Übergangszone mit reichlich Magnetitadern in Dolomit und Dolomitrelikte in Magnetit



von Hofrat Rottleitner für die Untersuchung erhalten hat. Er schreibt: „Die Stücke, die den Magnetit gangartig im Dolomit entwickelt zeigen, sind deshalb bemerkenswert, weil sie Fingerzeige für die Genesis dieses Magnetitvorkommens geben, die in mancher Hinsicht der von K. A. Redlich 1909 aufgestellten Hypothese über die Bildung des Magnetites vom Typus Veitsch zu entsprechen scheint... Als Beleg hierfür dienen die zuletzt erwähnten Stücke. Sie zeigen deutlich, daß der Magnetit von Rissen im Dolomit aus in den letzteren hineingewachsen ist, so daß die besser entwickelten Kristallenden vom Risse weg nach außen gekehrt sind. Es liegen auch Stücke vor, an denen der restliche Dolomit völlig weggelöst ist. Hier stoßen zwei Schichten von Magnetitkristallaggregaten in einer oft scharfwinkelig gebogenen Naht — dem ursprünglichen Risse in der Dolomitmasse — zusammen und kehren ihre frei entwickelten Enden voneinander ab... Aus all dem folgt für die Genesis dieses Magnetitvorkommens, daß Lösungen von Magnesiumsalzen in die den Dolomit durchziehenden Klüfte eingedrungen sind und die Umbildung des Dolomites in Magnetit durch Auslaugung des leichter löslichen Calciumcarbonates von diesen Klüften aus eingeleitet haben, so daß die Kristallenden von diesen Klüften weg gegen den Dolomit gerichtet sein müssen“. H. Leitmeier und W. Siegl aber schreiben: „... hat man sie schon immer als sedimentäre Bildung aufgefaßt“.

Die geologische Stellung ist in der von O. Ampferer aufgenommenen Gesäusekarte des Alpenvereines dargestellt, so daß man sie als bekannt voraussetzen kann.

Das auf vielleicht eine Million Tonnen Magnetit geschätzte Vorkommen ist im Steilhang in einigen Felswänden gut aufgeschlossen, die klar die Genesis erkennen lassen. Den westlichen Seitengraben des Kaswassergrabens überquert man an geeigneter Stelle und steigt den waldigen Hang an, wobei man dauernd schöne Rollstücke des Magnetites findet. Etwa 50 m über der Wildfütterung (Seehöhe 680 m, alle Höhenangaben sind barometrisch ermittelt) im Tal erreicht man den ersten anstehenden Magnetit (Ausbiß) und gelangt 10 m darüber zu einem eigenartigen Felskegel (Abb. 19), der mitten im dichten Buschwald aufragt (Höhenlage 840 m). In seinem breiten Sockel besteht er aus braunem Dolomit, der von zahlreichen Klüften durchsetzt ist, an denen Magnetit mit prächtigen Verdrängungsbildern gegen den Dolomit vordringt. Der Dolomit streicht  $47^\circ$  und fällt  $56^\circ$  nach NW. Im mittleren Teil nimmt der Magnetitanteil immer mehr zu, indem eine parallel zum Schichtstreichen herrschende Hauptkluftrichtung mit antipolar wachsenden Magnetitrasen immer mächtiger wird, bis nur noch vereinzelte Dolomitrelikte als Reste erhalten sind. Im oberen, kegelförmigen Teil ist überhaupt nur mehr Magnetit vorhanden, der der Hauptkluftrichtung antipolar zugeordnet ist. Diese wurde hier oben zu  $43^\circ/\text{O } 55^\circ$  gemessen, im mittleren Teil wurde auch  $38^\circ/\text{O } 44^\circ$  gefunden. Im Sockel tritt auch eine zweite Kluftrichtung nach  $320^\circ/\text{W } 80\text{—}90^\circ$  auf, die ebenfalls Magnetit führt.

Von diesem Felskegel quert man vielleicht 50 bis 100 m im dichten Buschwerk nach Südwest und gelangt in eine Schuttrinne, die vom zweiten Magnetitaufschluß herabzieht und hunderte von Stücken führt, die die Verdrängung des braunen Dolomits durch den Magnetit in wundervoller Klarheit zeigen (Abb. 20 und 21). Dieser Rinne aufwärts folgend, erreicht man nach etwa 20 Höhenmetern (Seehöhe etwa 860 bis 870 m) einen Felsriegel mit schroffem Wandfuß, den interessanten „oberen Ausbiß“



Abb. 20

Kaswassergraben, oberer Ausbiß. Dolomitrelikte in Magnetit, der in dünnen Rhomboederchen den Dolomit verdrängt

Sein unterer Teil, der beiderseits der Rinne in kleinen Felswänden ansteht, besteht wieder aus dem braunen Triasdolomit, der auf bald dünnen Rissen, bald mächtigen Gangadern von Magnetit durchzogen und verdrängt wird. Der Dolomit streicht am Wandfuß nach  $55^\circ$  und fällt mit  $65^\circ$  nach SO ein. Ihm parallel verläuft die Hauptkluftrichtung des sich darüber immer mehr anreichernden Magnetites. Ein Querkluftrichtungssystem mit Magnetit wurde zu  $310^\circ/\text{N } 80^\circ$  und ein weiteres zu  $0^\circ = \text{NS/W } 40^\circ$  gemessen. Wenige Meter über dem Dolomitsockel herrscht Magnetit schon weitaus vor und umschließt reichlich Relikte des verdrängten Dolomits. Noch einige Meter höher werden auch diese immer seltener, so daß die Wandstufe dann nur mehr aus Magnetit besteht. In einem Wandteil linker Hand sind zahlreiche Risse aufge-



schlossen, die seitlich der deutlich kennbaren Kluftnaht aus mehrere Zentimeter großen Magnesitpatkristallen bestehen. Die meisten dieser Risse sind parallel den Schichtfiguren des Dolomites, doch treten auch sich gabelnde Nähte auf (Abb. 22), ebenso

solche, die sich rechtwinkelig kreuzen (Abb. 25), so daß dadurch bewiesen ist, daß es sich um Rißscharen handelt, die gangartig mit Magnesit gefüllt sind, nicht um sedimentäre (geschichtete) Ablagerungsgefüge. Wenige Meter höher oben ist der zwischen

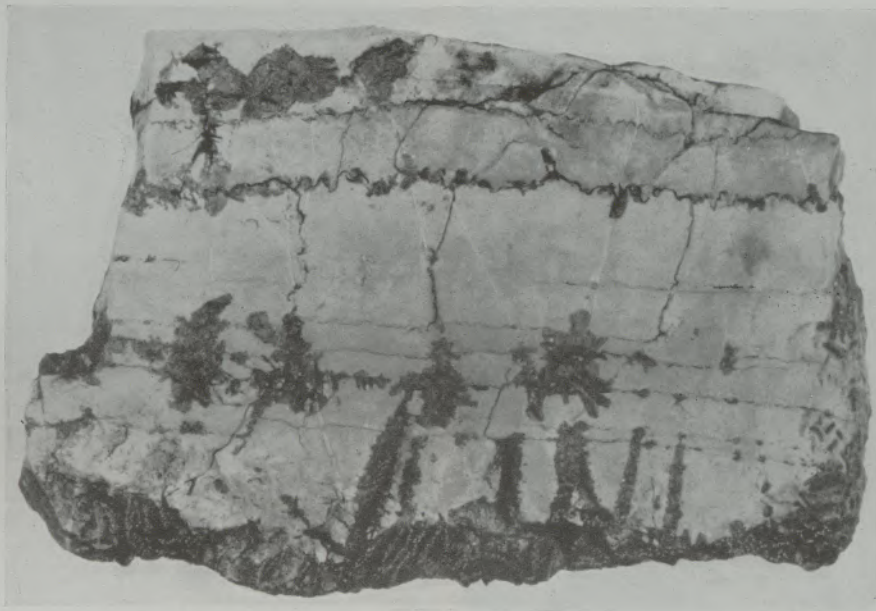


Abb. 21

Kaswassergraben, unterer Ausbiß. Block (22x15x6 cm) aus Triasdolomit, wird von Magnesit verdrängt. Näheres im Text

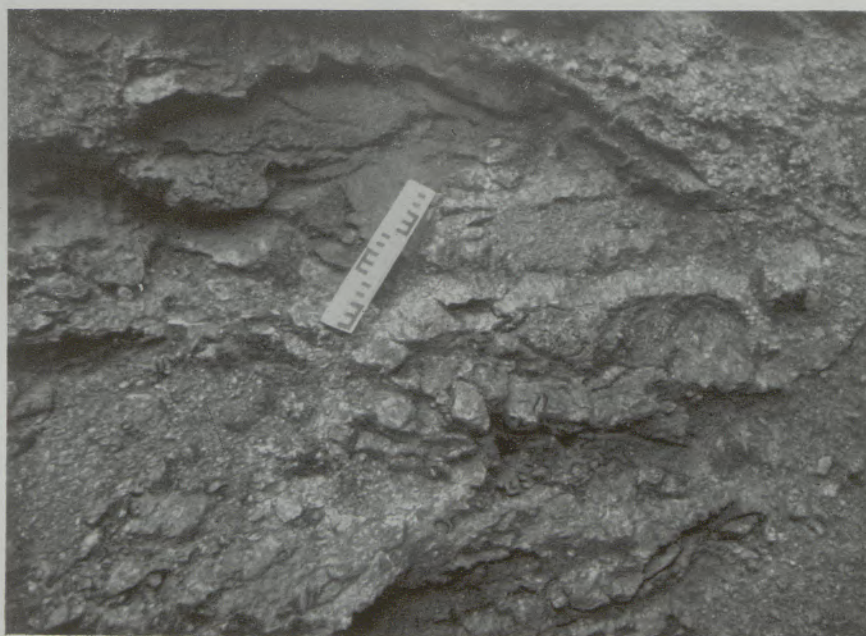


Abb. 22

Kaswassergraben. Oberer Teil des oberen Ausbisses. Gangnaht vom linken Bildrand mittig zum rechten schwach s-förmig gekrümmt. Beim unteren Ende des Maßstabes scharf eine zweite, etwas mächtigere zu, die nach rechts und schwach aufwärts führt. Beim oberen Maßstabende ist eine dritte Naht sichtbar, die mit einer fast rechtwinkelig überschneidenden zu den beiden anderen zuschart. Unten weitere Gängchen. Die mächtigeren von diesen sind antipolar gebaut und lassen die mittige Kluft erkennen



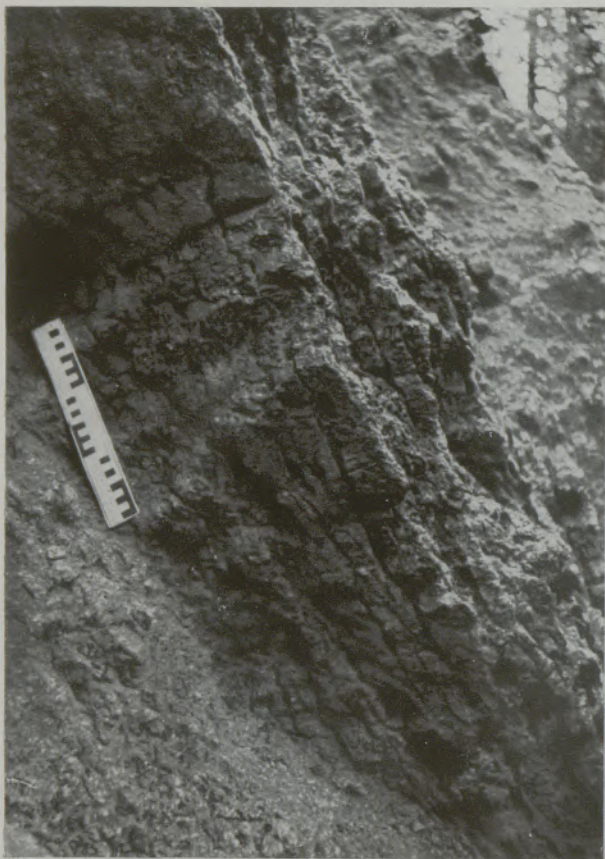


Abb. 23 (Text siehe Abb. 24)

den Gangklüften liegende Dolomit durch die hydrothermalen, vererzenden Lösungen vollständig weg gelöst, so daß diese Gangadern sich ihre offenen Drusenräume zuehren. Dadurch kommt hier ein Erscheinungsbild dieses Magnesites zustande, das völlig jenen von Asturreta gleicht (Abb. 23 und 24), der Abb. 2 von De Llarena (1953) entsprechend! Noch 3 Meter höher besteht der Aufschluß aus einem sich kreuzenden Gewebe von solchen Gangadern, so daß ein lockerer Kristallrasen entsteht, aus tausenden Kristallen, wie man sie in dieser Pracht (s. Abb. 27!) auf keinem anderen Magnetitvorkommen findet. (Nach H. Leitmeier (1951) fehlen Kristalle auf Spatmagnetitlagerstätten!). Noch höher, über dem Magnetitaufschluß oben, folgt dann Ton mit Gips, der hier in keinem Zusammenhang steht mit dem Magnetit, doch ist das Gelände im Gipsbereich, also über dem Magnetitfelskegel, schlecht aufgeschlossen.

Sowohl im „Felskegel“ wie auch im „oberen Ausbiß“ sehen wir innerhalb weniger Meter den Übergang von kompaktem Dolomit mit Magnetitadern über ein Netzwerk von Magnetit in Dolomit zu

lockeren Magnetitgefügen und offenen Drusenräumen, der sich bis zur Ausbildung eines lockeren Kristallhaufwerkes wenig unter der Hangdengrenze steigerte. Da wir zudem hier den Magnetit in typischem Triasdolomit aufsetzen haben, liegt das stratigraphisch höchst gelegene Magnetitvorkommen vor. Die hydrothermalen Lösungen konnten hier nach oben hin abströmen ohne wesentlichen Gegendruck zu finden; dies erklärt zwanglos die ungeheure Menge offener Drusenräume in diesen höchsten Teilen.

Streichend läßt sich der Magnetit vielleicht 100 oder 150 m weiter nach Südwesten in den Hochwald verfolgen, wo er einige Felswände bildet, die aus dem Hang herausragen. Er ist hier etwas feinkörniger, sehr stark verwittert und bildet in den Grenzlagen gegen den ihn bergenden Dolomit wieder das Verdrängungsnetzwerk.

Die ganze Dolomitscholle, die den Magnetit birgt, ist mindestens 60 m (barometrisch bestimmt) hoch aufgeschlossen und mehrere hundert Meter streichend verfolgbar. In dem von dichtem Buschwerk bedeckten und von Felswänden durchsetzten Steilhang lassen sich die Entfernungen aber nur sehr schwierig schätzen. Die Scholle schwimmt analog den weiteren, die in der Karte von O. Ampferer eingetragen sind, in der mächtigen Haselgebirgszone zwischen dem Hauptdolomit des Grastenecks (N) und dem unteren Dolomit (Ramsaudolomit) des Bärensteins im Süden. Welches geologische Alter dem braunen Dolomit zukommt, bleibt noch offen, fest steht aber, daß es sich



Abb. 24

Kaswassergraben, oberer Aufschluß. Durch Verdrängung des Triasdolomites entlang von Schichtfugen bei antipolarem Wachstum der Magnetitkristalle kommt es zu einem Lagenbau des Magnesites, der weitgehend an jenen von Asturreta erinnert



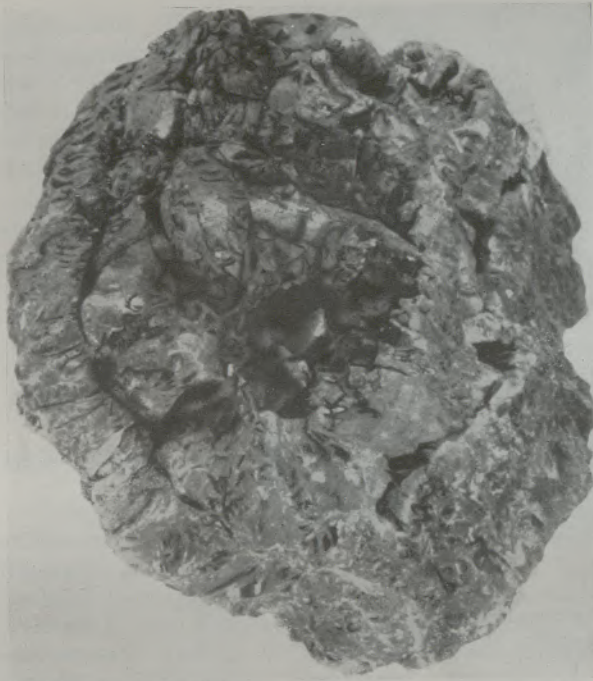


Abb. 25

Magnetit Kaswassergraben, oberer Aufschluß. Schräger Blick auf die Stirnseite einer 17x16x12 cm großen Stufe. Von der linken Bildmitte zieht eine Gangnaht nach oben. Sie mißt von der Ecke bis oben 17 cm, erscheint im Bilde durch die Draufsicht aber stark verkürzt. Sie zieht von der Ecke an der linken Bildmitte nach rechts unten durch und stellt eine Gangnaht mit antipolar gewachsenen Kristallen dar. Am rechten Rand wird sie von einer rechtwinkelig darauf stehenden Gangnaht gekreuzt, die ebenfalls mittig freie Magnetitkristalle führt. Der Mittelteil zwischen diesen aufeinander senkrecht stehenden Gängen besteht aus einem offenen Drusenraum mit bis 16 mm großen Kristallen. Diese sich senkrecht kreuzenden Gänge beweisen, daß Kluftsysteme maßgebend für ihre Bildung waren und nicht schichtige Ablagerung

um Trias handelt. Der lockere Kristallrasen wenige Meter unter dem Haselgebirge kann nicht älter sein, als die Einknetung der ihn bergenden Dolomitscholle ins Haselgebirge. Dadurch ergäbe sich ein sehr wichtiger Beleg für das Alter der Magnetit-„Vererzung“. Höchstwahrscheinlich hängt die Bildung des Magnetites mit der großen NW-SO-Störung zusammen, die im Buttensattel (1745 m) zwischen dem Tamischbachturm (2034 m) und der Almmauer (1738 m) durchreißt, im Tal bei der „Grünbauernmelkstatt“ von den unteren Moränen der Schlußvereisung bedeckt wird und die Haselgebirgszone vom Hauptdolomit des Kaswasserriegels abschneidet. An dieser Störungszone sind jene Massen von Gutensteiner Kalk, anderen Kalken und Triasdolomiten eingeknetet, die auch den Magnetit enthalten und nach O. Ampferer (O. Ampferer, Geol. Führer für die Gesäuseberge, Verlag Geol. BA. 1935, S. 49) auch Fahlerz und Porphyroid führen. Doch müssen hierüber noch genauere Untersuchungen durchgeführt werden.

Wie die Abb. 21 eines 20 x 15 x 6 cm großen Stückes zeigt, benützt die Verdrängung einerseits wegsamere Lagen (Schichten) innerhalb des Sediment-

gesteins und bildet hier eine dünne Haut, einen Belag auf den Schichtflächen aus. An besonders geeigneten Punkten sprossen hier Einzelkristalle auf, die den Dolomit verdrängen und im Bilde gut sichtbar sind. Quer zu den Schichtflächen ist der Dolomit durchzogen von a) dünnen, weißen Dolomitäderchen, und b) von Adern und Klüften mit dem braun anwitternden, im Bilde daher dunklen Magnetit. Auch diese Äderchen sind im vorliegenden Stück nur dünn, einen oder wenige Millimeter messend. Sie schwellen aber dort zu mächtigen Magnetitnesterchen an, wo sie die schichtigen Magnetitlagen treffen und günstige Bedingungen für die Metasomatose vorfinden. Genauer Zusehen läßt erkennen, daß die Dolomitäderchen (a) älter als jene mit Magnetit sind, weil sie ebenfalls von der Magnetitbildung erfaßt werden. In der Fortsetzung der a-Äderchen ist der sonst braune Magnetit teilweise ebenfalls weißlich, ein weiteres schönes Beispiel dafür, daß die Färbung des Magnetites fast ausschließlich von der Farbe des verdrängten Gesteins, dem Paläosom abhängt! Weiters zeigen diese Äderchen, daß der Dolomit schon vor der Magnetitbildung in festem Zustande



Abb. 26

Kaswassergraben. Feinkörniger, heller Magnetit (rechts, Mitte) wird von einer Kluft (links unten nach rechts oben) durchzogen, entlang der etwas dunklerer Magnetit antipolar wuchs. Weiter oben eine Parallelkluft mit einem Dolomitrelikt (dicht, im oberen Drittel des Bildes, mittig). Links offene Drusenräume mit hellen Magnetitkristallen ausgekleidet. Die Rückseite der Stufe zeigt gar 4 Kluftnähte, entlang derer die Verdrängung des Dolomites erfolgte





Abb. 27

Zeigt eine der unendlich vielen Drusenräume mit den für dieses Vorkommen kennzeichnenden hexagonalen Magnesitsäulchen

vorlag. Deshalb kann die Magnesitzufuhr kein Vorgang der Diagenese sein.

Wenn man den oberen Aufschluß kennt, der den Bildern von Asturreta so verblüffend ähnlich sieht, wundert man sich darüber, daß die Sedimentaristen diesen Aufschluß nicht schon längst als Beweis für die sedimentär-diagenetische Bildungsweise im Sinne von De Llarena herangezogen haben — wenn sie wie sonst — die wunderbaren Verdrängungsbilder geflissentlich übersehen.

Durch die Behauptung (20), es gäbe auf den Spatmagnetitlagerstätten keine Kristalle, muß man zum Schlusse kommen, daß weder H. Leitmeier noch W. Siegl das Vorkommen tatsächlich kennen und ihre Schlüsse nur aus (teilweise mißverstandenen oder nur flüchtig gelesenen) Literaturstellen und Stufen gezogen haben können, die sie in den Instituten vorliegen haben. Um so merkwürdiger mutet dann die Bemerkung von H. Leitmeier und W. Siegl (22, S. 203, r. u.) an: „Man hat fast den Eindruck, als wären die sedimentären Magnesite von Hall und Kaswassergraben eben wegen ihrer abweichenden Genese für die Magnetitforschung als belanglos übergegangen worden“ (gesperrt vom Verfasser!). Schon 1941 konnte ich von diesem Vorkommen schöne Verdrängungsstücke und große Kristallstufen aufsammeln. Seither wurde das Vorkommen mehrfach besucht und — wie die vorstehenden Darlegungen zeigen — recht eingehend und genau angesehen, wengleich es noch viele ungelöste Einzelfragen (Alter und Tektonik) gibt. E. Clar bemerkte bei der Magnesittagung (vom 31. Mai bis 5. Juni 1958

in Leoben), daß er nach einem Besuch der Lagerstätte mit ihren schönen Verdrängungsbildern einen kurzen Aufsatz plante, in dem er auf Grund der Ausführungen von F. Machatschki und der eigenen Beobachtungen zeigen wollte, daß man dieses Vorkommen nicht „schon immer“ als sedimentäre Bildungen auf-

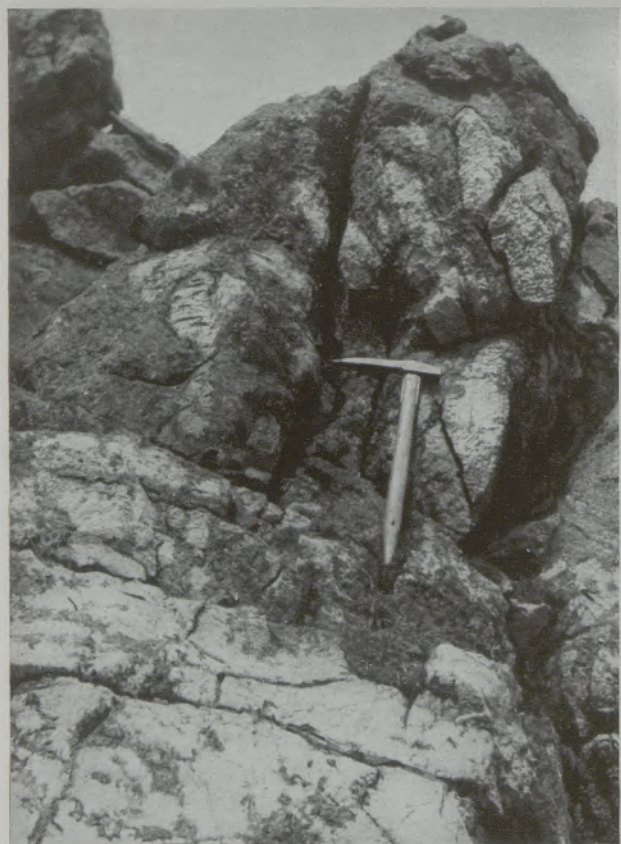


Abb. 28

→  
Stangensattel. Felskuppe aus Magnetit (dunkel) mit zahlreichen Dolomitrelikten. Im Vordergrund Dolomit, der von Adern und Klüften aus in Magnetit umgewandelt wird



gefaßt habe. Er überließ dem Verfasser dann diese Richtigstellung im Zuge dieser Arbeit. F. Angel kennt das Vorkommen, womit wohl genügend bewiesen ist, daß die Magnetitforscher dieses Vorkommen nicht als belanglos übergehen, es wird vielmehr noch ein Schlüsselpunkt in der Magnetitforschung werden!

Von diesem Vorkommen ist noch anzuführen, daß auch hier eisenärmere Magnesite meist feinkörniger sind und auf Klüften von etwas eisenreicheren und grobkörnigeren durchsetzt werden, wie dies die Abb. 26 zeigt. Doch kann man auch hier kaum von eigenen Phasen sprechen, höchstens von einem geringen Schwanken des Eisengehaltes im Zuge der „Vererzung“.

#### Magnetit vom Stangensattel — Kotalm (Nockgebiet)

Wenige Kilometer östlich vom Magnetit der Millstätteralm (Radenthein) liegt ein kleines aber sehr interessantes Vorkommen am Stangensattel. Vom Karlnock (Königstuhl) zieht der Grenzkamm zwischen Steiermark und Kärnten nach Süden. Er birgt am Stangensattel südlich des durch seine altbekannten Karbonversteinerungen berühmten Stangenockes mehrere in die Phyllite eingeknetete Dolomitschollen. Am Osthang des Gregerlenockes, also in der südlichen streichenden Fortsetzung dieser Dolomitschollen ist ober der Preislalm noch der weiß-blaue Bänderkalk erhalten, aus dem der hellbraune anwitternde „Eisendolomit“ hervorgegangen ist, der die verschiedenen Magnetitbutzen und -nester dieses Vorkommens enthält.

Das Vorkommen zeigt wie kaum ein anderes die Verdrängung des Eisendolomites durch grobspätigen

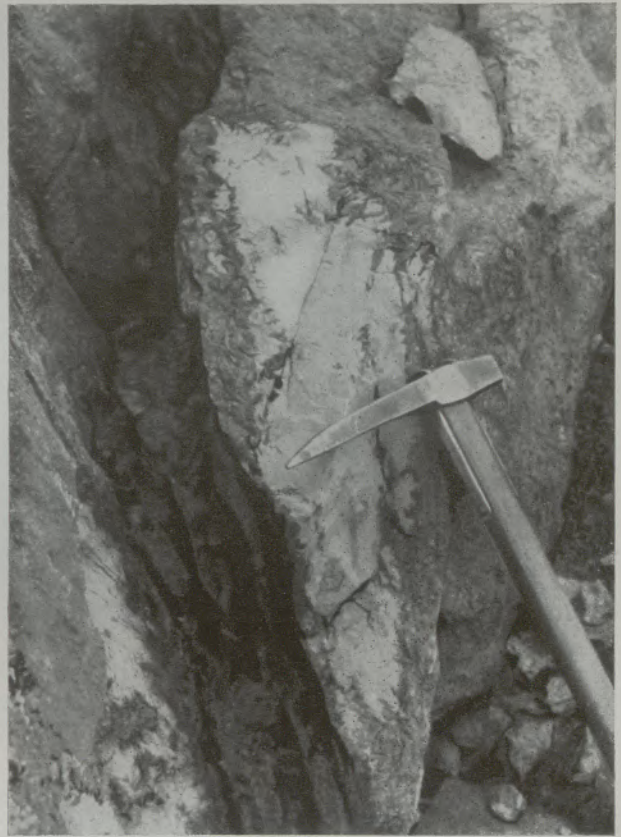


Abb. 29

Stangensattel. Dolomit als unverdauter Brocken (Relikt) in grobspätigem, eisenreichem Magnetit. Man erkennt deutlich die in den Dolomit hineinspießenden Magnetitrhoederchen



Abb. 30

Stangensattel. Magnetit (rechts und oben, dunkel) dringt entlang Rissen gegen den Dolomit vor





Abb. 31

Stangensattel. Eine unverdaute Dolomitscholle (Relikt) in Magnesit. Rechts sehr grobspätiger Magnesit

eisenreichen Magnesit. Da beabsichtigt ist, dieses Vorkommen eingehend zu bearbeiten und dafür auch schon die wichtigsten Geländearbeiten (Schichtlinienkarte usw.) durchgeführt sind, sollen nur an Hand



einer Aufnahme solche Verdrängungen gezeigt werden. Die Abb. 28 stellt eine Felskuppe dar, die aus dem Almboden aufragt und lichte Schollen von Dolomit im Magnesit schwimmend zeigt, während im Vordergrund Magnesitadern im Dolomit auftreten. Die Abb. 30 zeigt von einer anderen Stelle die Grenze zwischen Dolomit (hell) und Magnesit (dunkel). Man sieht, wie der Magnesit an Rissen in den Dolomit hineindringt und wie die sich nach rechts verbreitenden Magnesitadern Dolomitschollen allseits ablösen, so daß diese dann als Relikte im Magnesit schwimmen. Die Abb. 29 und 31 zeigen endlich einige solche „unverdaute Brocken“ von Dolomit in Magnesit eingeschlossen. Man erkennt in beiden Bildern, wie der Magnesit vom Rande aus gegen den Dolomit vordringt und wie einzelne Risse als Leitlinien der Verdrängung wirksam waren. Dies ist aber ganz besonders schön in der schon besprochenen Abb. 11 zu sehen.

#### Redolomitisierungen

F. Angel und F. Trojer (3) haben auf verbreitete Rückumwandlungen des Magnesites in Dolomit hingewiesen. Da H. Leitmeier und W. Siegl solche Umsetzungen bezweifeln, sollen darüber einige weitere Belege besprochen werden.

In der Halde des Magnesitvorkommens Arzbach bei Neuberg/Mürztal konnte die in Abb. 32 dargestellte Stufe aus Pinolitmagnetit gefunden werden.

Abb. 32

← Arzbach. Spatmagnetit zerschert. Weiteres siehe im Text



Sie wird von einer Zerschierung durchschnitten, die etwas spitzwinkelig ein schwach angedeutetes, aus dem Altgestein übernommenes Lagengefüge schneidet (im Bilde von rechts oben nach links unten verlaufend). Die im Bilde oben fehlende Spitze wurde abgeschnitten und daraus ein Anschliff (Nr. 1812) hergestellt. Er zeigt den grauen, grob-spätigen Magnetit, der vor allem entlang der Scherzonen weitgehend redolomitisiert ist. In der Scherzone selbst ist fast nur noch Dolomit 2 vorhanden, der stark verschiefert wurde und darnach rekristallisierte. In einem der vielen Scherrisse ist Markasit ausgeschieden und kohligler Stoff angereichert. Nach dem Ätzen des Schliffes mit 30 %  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  nach F. Trojer zeigt sich, daß schräg zur Scherzone neuerdings Klüftchen aufgerissen sind, in denen sich wieder Magnetit (Magnetit 2) absetzte. Die Abb. 33 zeigt aus diesem Anschliff Magnetitreste im stark geätzten Dolomit 2 („Roßzahn“).

Die Abb. 35 und 36 zeigen die Redolomitisierung im Schliff Nr. 1651 vom Stangensattel. Ein im Bilde sich von oben nach unten erstreckender Magnetitkristall hat Tonhäute und graphitisches Pigment seitlich abgeschoben. Diese bilden die dunklen Streifen, die den großen Kristall außen im oberen Bildteil

umgeben. Der Magnetit wurde bei der Redolomitisierung wieder weitgehend in Dolomit umgewandelt, der randlich mit dem Roßzahndolomit verzahnt ist. In Abb. 35 sind aber durch das Relief des härteren Magnetits noch zahllose Verdrängungsreste des Magnetits sichtbar, während die Verdrängung gegen den Hauptteil des Kristalls in der Abb. 36 bei etwas stärkerer Vergrößerung gezeigt wird. Auch hier ersieht man, wie der Dolomit auf Sprüngen und Spalt-rissen gegen den Magnetit vordringt.

Die Abb. 37 zeigt vom Anschliff Nr. 1652 (ebenfalls vom Stangensattel) mittig einen großen Magnetitkristall, der gegen den feinkörnigen Dolomit vordringt (vorwächst). Er wird in seiner Mitte vom wesentlich grobkörnigeren Dolomit 2 wieder verdrängt, ebenso ein zweiter Magnetitkristall links oben. Wie so häufig, erweist sich auch hier der Außensaum, namentlich der kleineren Kristalle, als widerstandsfähiger, so daß der Kristall durch diese Verdrängung wie ausgehöhlt erscheint.

Die Abb. 34 endlich zeigt aus dem Großschliff (Abb. 8) von Arzbach Reste von Magnetit (weiß, glatt) im stark angeätzten grob-spätigen Roßzahndolomit. Wenn man die Vorteile der Ätzung von

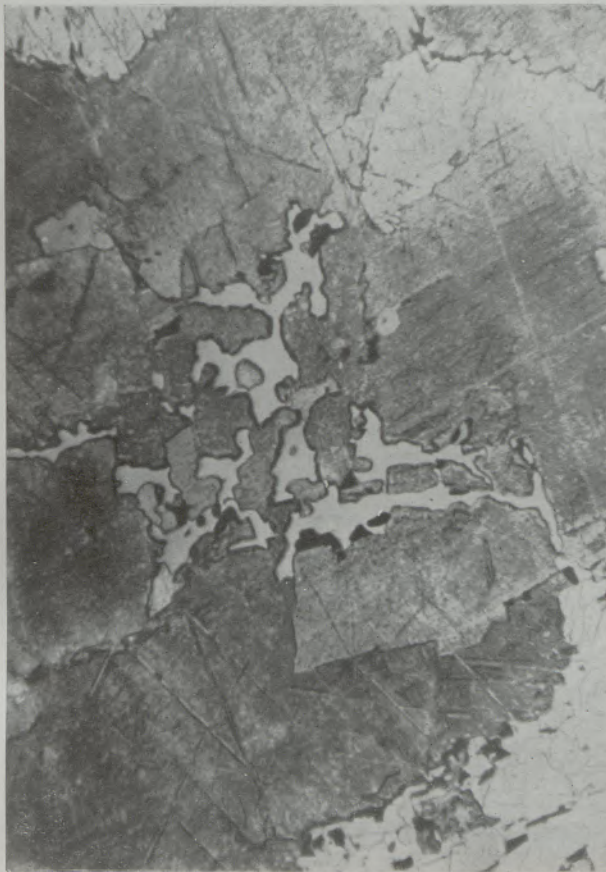


Abb. 33

Arzbach, Schliff 1812, aus dem Stück der Abb. 32. Geätzt mit 30 %  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ -Lösung, 5 Minuten. Magnetitreliektre im Roßzahn-Dolomit (Dol. 2) — Ohne Nicol, 120 : 1

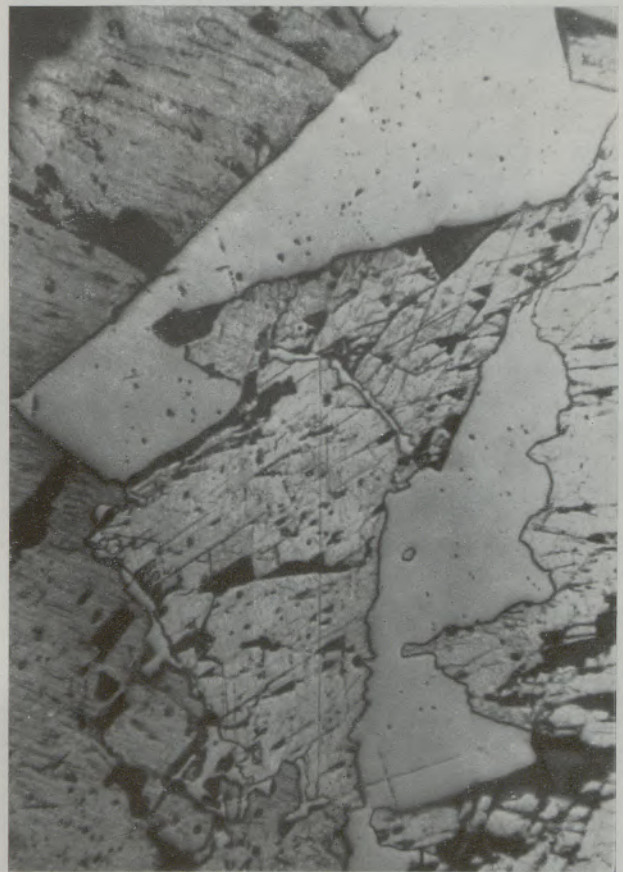


Abb. 34

Arzbach, Anschliff 1826. Roßzahn Dolomit (stark angeätzt, voll ausgelöster Ätzgrübchen) verdrängt Magnetit. Ohne Nicol, 120 : 1



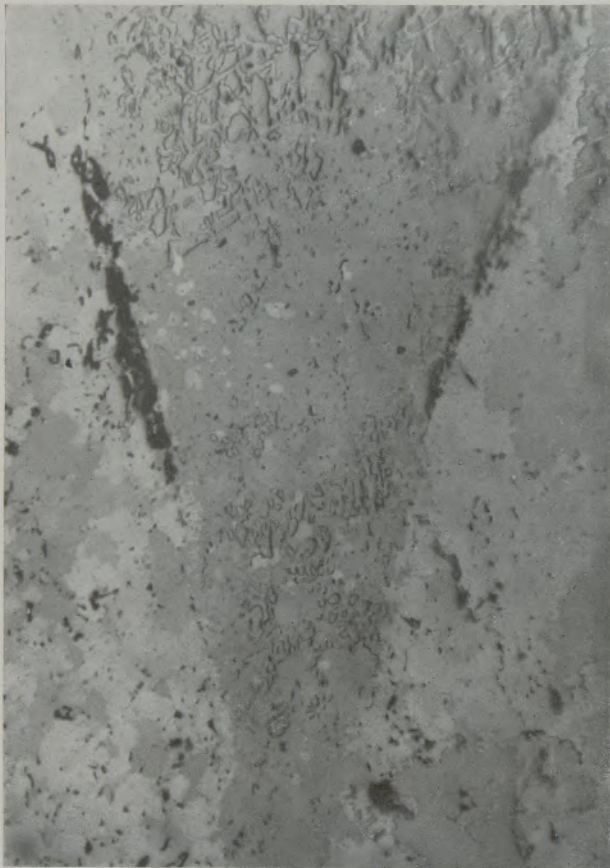
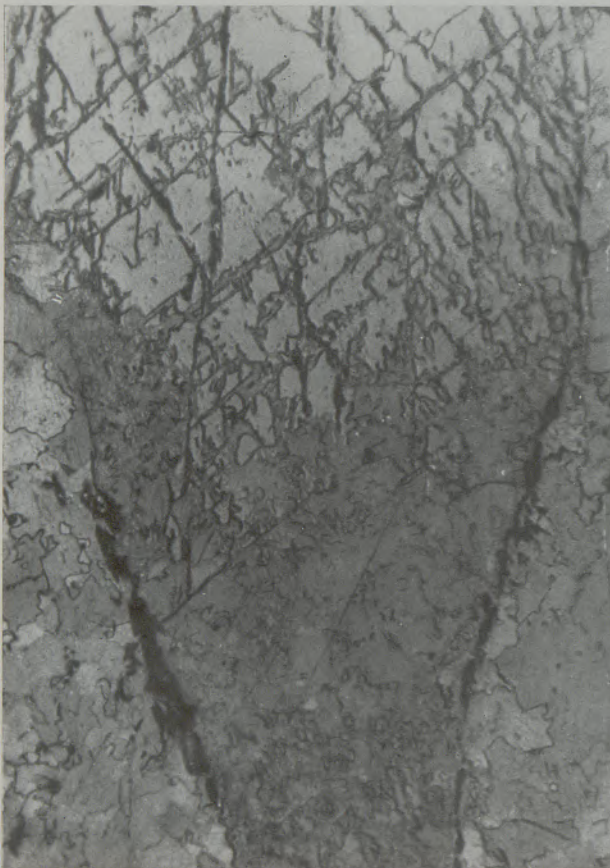


Abb. 35



Anschliffen erfaßt hat und dies durchführt, dann trifft man diese Redolomitisierung auf Schritt und Tritt und in fast allen Magnetitlagerstätten.

An zahlreichen Beispielen kann man auch sehen, daß bei diesen Karbonaten Ungleichgewichtsmetasomatosen im Sinne von E. Raguin vorliegen, worüber er bei seinem Vortrag am 5. Juni 1958 in Leoben sprach.

#### Verdrängung und hydrothermales Aufsprossen

Die Abb. 38 zeigt einen Großschliff vom Lanersbacher Magnetit. Im unteren Bildteil sehen wir grobspätigen Magnetit mit grauem Farbpigment, umgeben von weißer Magnesithülle gegen feinkörnigen Dolomit vordringen. Im oberen Bildteil hingegen treten fast würfelige Magnetitkristalle auf, die pigmentfrei sind. Zwischen dem Dolomit und diesem Magnetit schiebt sich eine dünne Tonhaut. Im oberen Bildteil, in dem die Magnetitkristalle als Porphyroblasten in Tongrundmasse schwimmen, sind diese offenbar porphyroblastisch aufgesproßt, während der untere Magnetit das Altgestein metasomatisch verdrängt. Ähnliches sehen wir auf vielen Magnetitlagerstätten, daß nämlich neben der Magnetitbildung durch reine Metasomatose (Verdrängung) auch eine hydrothermale Kristallsprossung, also hydrothermales Wachsen von Magnetit in tonigen oder sandigen Gesteinen erfolgte. Deshalb verwendet der Verfasser den Ausdruck hydrothermal-metasomatisch. Es wird noch ziemlich viel Arbeit kosten, bis in jeder Einzellagerstätte ermittelt ist, welcher Anteil auf Metasomatose und welcher auf Kristalloblastese entfällt. Je früher man mit solchen Überlegungen beginnt, um so früher wird man auch diese Frage lösen können.

#### Magnetitprofil?

H. Leitmeier und W. Siegl sprechen davon, daß sich ein auf die Farbe gegründetes Magnetitprofil abzeichne. An der Lagerstätte Entacher wurde bei der Befahrung durch die Teilnehmer der Tagung besprochen, daß die Farbe des Magnetits von der Farbe des Ausgangsgesteins (Paläosoms) abhängt. Ist dieses schwarz, wie gewisse Glieder der Graptolithenschiefer oder der Dolomit von Hall, so ist auch der Magnetit schwarz, ist der Kalk rot, wie beim Sauberger Kalk im Entacher Vorkommen oder am Pfaffensattel, dann übernimmt der Magnetit auch das Farbpigment aus Hämatit und ist rot. Dabei kann es allerdings auch vorkommen, daß der Hämatit zu Magnetit reduziert wird und der Magnetit dann braun bis fast schwarz werden kann. Einen solchen Fall gibt es in Mitterberg. Hier ist im Anschliff (Nr. 1460) ein grobes Magnetitpflaster dicht bestäubt mit Magnetit, der an einigen Kornzwickeln auch zu kleinen Körnchen sammelkristallisiert ist. Der Magnetit umschließt auch bizarre geformte Pyritkörnchen und enthält Äderchen mit Kupferkies und gewöhnlichen Pyritkriställchen.

Abb. 35 und 36

← Stangensattel. Anschliff 1651. Redolomitisierung. Näheres im Text



Da der feine Magnetitstaub im Magnesit teilweise feinelagig angeordnet ist und von einem Magnesitkorn zum benachbarten in gleicher Richtung übersetzen kann, deutet der Verfasser diesen eigenartigen Magnesit entstanden aus Sauburger Kalk, wie man ihn vom Filzensattel und der Entacheralm her kennt, dessen Hämatitpigment aber bei der nachfolgenden Kupfervererzung von Mitterberg zu Magnetit reduziert wurde. Daß Magnesit als Gangart sowohl in Mitterberg wie vor allem in Schwarzenbach vorkommt, hat der Verfasser schon 1951 (16) erwähnt.

Ist das Altgestein lichtbraun, wie manche Lagen vom Entacher Magnesit oder dunkelbraun wie der Triasdolomit vom Kaswassergraben, so ist der Magnesit eben auch hell- beziehungsweise dunkelbraun usw. Es liegt gar kein Grund vor, von der verschiedenen Farbe auf verschiedenen alte Magnesitbildungen zu schließen. H. Leitmeier und W. Siegl kommen zur Annahme eines stratigraphischen Magnesitprofils, das sich nach der Farbe gliedern lassen soll, weil sie nicht erkannten, daß verschiedenfarbige Kalke und andere Gesteine durch deren Verdrängung die Ursache für die verschiedenfarbigen Magnesite sind. Auf einige weitere Beispiele der Farbe von Magnesiten wurde



Abb. 37

Stangensattel. Anschliff 1652. Magnesit (mittig) spießt in den feinkörnigen Dolomit 1 (rechts) und wird von innen heraus von etwas gröberkörnigen Dolomit 2 verdrängt. Näheres im Text. Schräg gekreuzte Nicols, 120 : 1

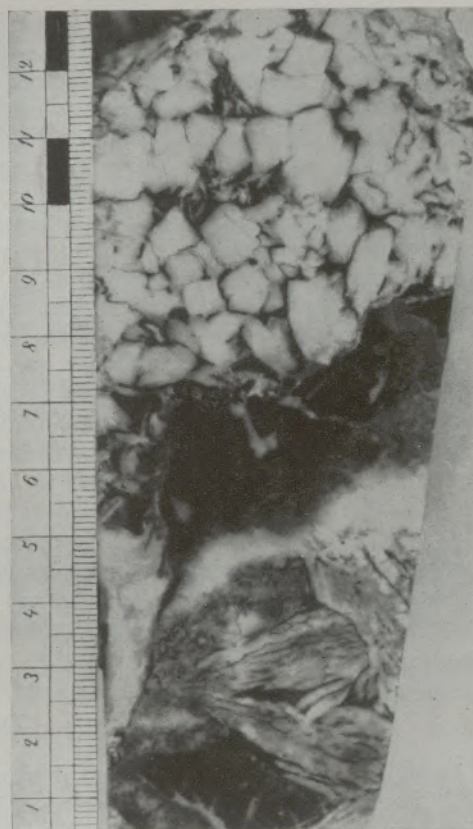


Abb. 38

Lanersbach. Verdrängung (Metasomatose) im Dolomit (unten) und Kristallsprossen (Kristalloblastese) im Tonschiefer (oben)

vorstehend mehrfach hingewiesen, so auf den Einfluß von Klüftchen.

Auf viele weitere Fragen, wie Metamorphose beziehungsweise Tiefenbereich der Verdrängung, Talkbildung, auf weitere Zusammenhänge mit der Sulfid- und Sideritvererzung wird gelegentlich zurückgekommen werden.

Schließlich soll noch auf eine Arbeit von C. Andreatta (1) hingewiesen sein, der zeigt, daß der Magnesit des Ortlers (Zumpanell) in einem Gestein auftritt, das petrographisch, freiäugig und mikroskopisch in allen Eigenschaften dem echten, grauen Triasdolomit entspricht. Dabei wird in den Spatdolomiten die Schichtung undeutlich und verwischt, bis sie in den Magnesiten völlig verschwunden ist. Über das Alter der Magnesitvererzung kommt C. Andreatta zum Schluß, daß sie nach der alpidischen Überschiebung, aber vor der Hydrothermalphase und vor der Mylonitbildung erfolgt sein müsse, kurz vor der alpidischen Faltung oder gleichzeitig mit den allerersten Phasen derselben. Da C. Andreatta sehr gewissenhaft arbeitet und ausgezeichnet beobachtet, ist damit das zweite Magnesitvorkommen der Ostalpen neu untersucht, das in Triasgesteinen aufsetzt, nämlich neben jenen vom Kaswassergraben, wenn man von dem in Hall in Tirol absieht.



Die vorliegende Arbeit mußte mit vielen Lichtbildern ausgestattet werden, um bei der unsachlichen Auslegung durch die Sedimentaristen das Wort durch Bilder zu unterstützen und die angeführten Tatsachen zu belegen, soweit dies durch Lichtbilder überhaupt möglich ist. Denn sonst würde einem H. Leitmeier wieder wie 1953, S. 314, vorwerfen: „Diese irrümliche, nur aus Naturbeobachtungen im großen angenommene Reaktionsfreudigkeit . . . wird nur deshalb angenommen, weil man sie braucht, sie wird angenommen statt bewiesen“. Vom Verfasser wurde so viel Belegmaterial in den letzten Jahren zusammengetragen, daß die vorliegenden Bilder nur einen ganz geringen Bruchteil davon darstellen. Fachkollegen können dieses Belegmaterial an Stufen, Schliffen, Farbdias und Lichtbildern, an Karten, Aufnahmeberichten usw. im Mineralogischen Institut in Leoben einsehen. Ich stehe aber nach wie vor auf dem Standpunkt, daß Naturbeobachtungen über allen anderen Überlegungen stehen. Wenn ein Experiment im Gegensatz zu Naturbeobachtungen steht, dann ist am Versuch etwas nicht so, wie es in der Natur vorlag und

abließ und der Versuch wäre unter anderen, richtigeren Bedingungen zu wiederholen.

Es ist zu hoffen, daß damit die hydrothermale und metasomatische Entstehung unserer Spatmagnetitlagerstätten hinreichend nachgewiesen ist. Die negative Kritik H. Leitmeiers (20) (21) (22) hat wenigstens zu dem einen guten geführt, daß man gezwungen war, sich wieder eingehend mit den Magnetitfragen zu befassen, nachdem sie schon einmal im Zusammenhang mit den Talklagerstätten (26) behandelt wurden. Man kann überzeugt sein, daß sich auch bei den Blei-Zinklagerstätten vertiefte Einblicke würden finden lassen, wenn man sich entsprechend damit befassen könnte. Eine ausführliche Diplomarbeit eines ehemaligen Mitarbeiters W. Polesnig begründet diese Hoffnung. Sie zeigt, daß vieles, was von den Schülern Maucher's als Beweis für die sedimentäre Natur gedeutet wird, sich zwanglos als Folge der hydrothermalen Entstehung ergibt.

Mit dem Freundeskreis Angel-Clar-Meixner hatte der Verfasser des öfteren Gedankenaustausch und erhielt manche befruchtende Anregung.

### Zusammenfassung

Als „ostalpine Spatlagerstätten“ versteht man vor allem die Spatmagnetit- und Eisenspatlagerstätten. Von diesen werden vor allem die Magnetite behandelt. Es ist zwar grundsätzlich möglich und unter bestimmten Bedingungen wahrscheinlich, daß Magnetit salinar entstehen kann, doch haben solche Lagerstätten ganz anderen Charakter als unsere, für die metasomatische Entstehung vertreten wird. Ausführlich wird auf die Gründe eingegangen, welche H. Leitmeier und W. Siegl gegen die Metasomatose vorbringen und werden diese widerlegt. Insbesondere tritt Nesquehonit, den beide als ursprüngliche Abscheidungsform sedimentären Magnetits ansehen, in keiner einzigen unserer ostalpinen Lagerstätten als primäres Mineral auf. Auch das Gefüge spricht eindeutig für Metasomatose und die Bändermagnetite belegen nach E. Clar diese Entstehung. Relikte des Altgesteins sind in Magnetiten massenhaft vorhanden, nur H. Leitmeier und W. Siegl sehen sie nicht. Ebenso gibt es reichlich Crinoiden, die eindeutig metasomatisch von Magnetit verdrängt werden. Darüber werden zahlreiche Bilder gebracht, weil H. Leitmeier

und W. Siegl keine solchen Crinoiden fanden und deshalb den Vorgang der Metasomatose ablehnen. Ebenso gibt es alle Übergänge von Magnetit- zu Eisenspatlagerstätten. Hingegen fehlen Magnetite, die in sedimentären Primärverband mit dem Nebengestein stehen.

Der Magnetit des Kaswassergrabens wird ausführlich beschrieben, weil er von den Sedimentaristen als Beispiel für die sedimentäre Entstehung angeführt wird, die Aufschlüsse aber gerade das Gegenteil zeigen. Ebenso enthält der Magnetit des Stangensattels massenhaft Belege für die metasomatische Bildung. Ein von H. Leitmeier und W. Siegl vorgeschlagenes Magnetitprofil, das sich auf die Farbe stützt, wird abgelehnt und gezeigt, daß die Farbe des Magnetites weitgehend von der des verdrängten Karbonats abhängt und von ihm übernommen wird. Hinweise auf Verdrängungen und Redolomitisierungen usw.

Zuletzt wird auf eine Arbeit von C. Andreatta hingewiesen, der für die Magnetite des Ortlers zeigt, daß diese metasomatisch aus Triasdolomit entstanden seien. Zahlreiche Lichtbilder belegen die Angaben.

### Summary

The term of „Deposits of spar in the Eastern Alps“ in general comprises the deposits of spar magnetite and of iron spar; of these two the magnetites are discussed first. In principal it is possible, and under certain conditions probable, that magnetite has saline origin, however such deposits have altogether different characteristics from ours, for which metasomatic formation is claimed. The arguments, which H. Leitmeier and W. Siegl presented against the metasomatosis are discussed at length — and finally

refuted. In particular, nesquehonite — which the two consider the primitive precipitation of sedimentary magnetite — is not found in any of the magnetite deposits of the Eastern Alps as basis material. The structure also leaves no doubt about the metasomatosis, and the stratic magnetite, according to E. Clar, corroborates this theory of formation. Relics of the old rock can be found in magnetites, only Mrs. H. Leitmeier and W. Siegl do not see them. Furthermore there are quantities of crinoides which were



beyond doubt displaced by a metasomatism of magnesite. On this subject numerous photographs were presented, since H. Leitmeier and W. Siegl found no such crinoides, and therefore took exception to the occurrence of a metasomatism. In the same way all transitions from deposits of magnesite to iron spar exist. On the other hand no magnesites exist, which are in primary sedimentary bonding with the country rock.

The magnesite of the Kaswassergraben is described in detail because it is an example of the sedimentary mode of formation, which is mentioned as a proof of the sedimentary origin by the followers of the sedimentary theory, but the discoveries proved the

contrary. The magnesites of the Stangensattel likewise contain abundant proof of its metasomatic formation. A profile of magnesite, suggested by H. Leitmeier and W. Siegl, which is based upon the colour is refuted and it is demonstrated that the colouring of magnesite to a large extent is dependent upon the colour of the displaced carbonates. Reference is made to displacements and re-dolomitizations etc.

Finally it is referred to an elaboration by C. Andreatta, who points out that the magnesites of the Ortler originated from trias-dolomite by metasomatism.

The above data is corroborated by numerous photographs.

### Résumé

Par les „gisements spathiques des Alpes orientales“ on comprend avant tout les gisements des carbonates de magnésie et de fer. On en traite particulièrement ceux de la magnésie. Bien qu'il soit possible et même probable qu'une formation saline de la magnésie puisse avoir lieu dans des conditions déterminées, mais ces gisements présentent alors un caractère tout à fait différent des nôtres et pour lesquels nous admettons une origine métasomatique. Les objections de H. Leitmeier et W. Siegl contre la métasomatose et la réfutation de ces raisons sont indiquées en détail. Le Nesquehonit, considéré par les deux savants comme forme primitive de séparation de la magnésie sédimentaire ne se présente toutefois dans aucun de nos gisements des Alpes orientales comme minerai primaire. Aussi la structure indique-t-elle nettement une formation par métasomatose; suivant E. Clar cette formation est prouvée par les magnésies stratifiées. Il y a des restes nombreux de roches primitives dans les magnésies mais H. Leitmeier et W. Siegl ne les voient point. Il y a également de nombreux Crinoides qui se sont séparés et déplacés de la magnésie métasomatiquement d'une manière nette. L'auteur en présente un grand nombre de photos qui mettent en évidence que H. Leitmeier et W. Siegl ne trouvaient

point de Crinoides et qu'ils pour cette raison déclinent le processus de la métasomatose. Il y a également toutes les transitions menant des gisements de carbonate de magnésie aux gisements de carbonate de fer. Par contre les magnésies en liaison primaire et sédimentaire avec les roches de parois manquent.

La magnésie du Kaswassergraben est décrite en détail parce qu'elle est présentée comme exemple de la formation sédimentaire, bien que les recherches prouvent le contraire. La magnésie du Stangensattel comporte également de nombreuses preuves de l'origine métasomatique. Un profil de magnésie proposé par H. Leitmeier et W. Siegl et qui se base sur la couleur, n'est pas accepté; l'auteur montre que la couleur de la magnésie dépend largement du carbonate déplacé et qu'elle adopte sa couleur. On se réfère à des déplacements et des redolomitisations etc.

L'auteur attire finalement l'attention sur une étude de C. Andreatta qui montre que les magnésies du massif de l'Ortler ont pris leur naissance métasomatique de la dolomie triassique.

De nombreuses photos mettent en évidence les indications de cette étude.

### Literaturverzeichnis

1. Andreatta, C., Petrographische und petrotektonische Studien über die Entstehung der Magnetitlagerstätten des Zumpanels (Ortlergruppe) und über die geologische Geschichte der umgebenden Dolomitformationen. N. Jb. Min. Abb. 91, 1957, 585—622.
2. Anegg, Fr., u. H. Ebenbichler, Der Magnesit im Haller Salzberg. Meldearbeit Min. Inst. Leoben, 1956.
3. Angel, Fr., u. F. Trojer, Der Ablauf der Spatmagnetit-Metasomatose. Radex-Rundschau 1953, 315—334.
4. Angel, Fr., u. F. Trojer, Zur Frage des Alters und der Genesis alpiner Spatmagnetite. Radex-Rundschau 1955, 374—392.
5. Clar, E., Die Gefügeregelung eines Bändermagnetites (aus der Breitenau bei Mixnitz, Stmk.) Jb. geol. BA. 81, 1931, 387—401.
6. Clar, E., Gefügestatistisches zur Metasomatose. Tsch. Min. Petrogr. Mittg. 43, 1932, 129—143.
7. Clar, E., Vortrag über ostalpine Spatlagerstätten anlässlich der Tagung der GDMB Klagenfurt, 3. 9. 1954.
8. Clar, E., Parallel-, Schräg- und Kreuzbänderung in Spatlagerstätten. Tsch. Min. Petr. Mittg. 4, 1954, 53—64.
9. Clar, E., Zur Entstehungsfrage der ostalpinen Spatmagnetite. Car 2, 1956 (Angel Festschr.), 22—31.
10. Cornelius, H. P., Die Geologie des Mürztalgebietes. Jb. geol. BA. Sonderband 4, 1952 (S. 81—83).
11. Donath, M., Die jugoslawischen Magnetitlagerstätten. Tonindustrie-Ztg. 79, 1955, 267—274.
12. Donath, M., Zur Genesis von Lagerstätten dichten Magnetites. N. Jb. Min. Abh. 91, 1957, 573—584.
13. Friedrich, O. M., u. I. Peltzmann, Magnetitvorkommen und Paläozoikum der Entacheralm im Pinzgau. Verh. geol. BA. 1937, 245—253.
14. Friedrich, O. M., Notizen über das Eisenerzvorkommen von Digrub im Lammertal. Befahren am 9. 8. 1935. Mit Grubenkarte 1:500.
15. Friedrich, O. M., Befahrung der Magnetitlagerstätte Arzbach bei Neuberg/Mürz, 4. 6. 1933 und 6. 6. 1947.



16. Friedrich, O. M., Zur Genese ostalpiner Spatmagnetit- und Talklagerstätten. Radex-Rundschau 1951, 281—298.
17. Himmelbauer, A., Der petrographische Aufbau der österreichischen alpinen Salzlagerstätten, verglichen mit dem der Straßfurter Permsalze. Sitz. Ber. wr. Akad. I, 140. 1931, 347—357.
18. Kahler, F., Metasomatische oder/und sedimentäre Entstehung ostalpiner Lagerstätten. Karinthin 31/32, 1956 114—119.
19. Leitmeier, H., Die Genesis des kristallinen Magnesites. Centralbl. Min. 1917, 446—456.
20. Leitmeier, H., Die Magnetitvorkommen Österreichs und ihre Entstehung. Mont. Ztg. 67, 1951, 133—137 und 146—153.
21. Leitmeier, H., Die Entstehung der Spatmagnetite in den Ostalpen. Tsch. Min. Petr. Mittg. 3, 1953, 305—331.
22. Leitmeier, H., u. W. Siegl, Untersuchungen an Magnetiten am Nordrande der Grauwackenzone Salzburgs und ihre Bedeutung für die Entstehung der Spatmagnetite der Ostalpen. Bg. hm. Moh. 99, 1954, 201—235.
23. Llarena, De I. G., Über die sedimentäre Entstehung des ostalpinen Magnesites „Typus Veitsch“. Montanztg. 69, 1953, 55—62.
24. Machatschki, F., Das Magnetitvorkommen im Kaswassergraben bei Großreifling. Centralbl. Min. 1922, 11—18.
25. Matz, K., u. H. Meixner, Ein bemerkenswertes Magnetit- und Dolomitekristallvorkommen vom „Fuchspalten“ bei Bergdienten, Salzburg. Karinthin 33, 1956, 161—166.
26. Meixner, H., Mineralogische Beziehungen zwischen Spatmagnetit- und Eisenspatlagerstätten der Ostalpen. Radex-Rundschau 1953, 445—458.
27. Meixner, H., Eine Gipsmetasomatose in der Eisenspatlagerstätte des Hüttenberger Erzberges, Kärnten. N. Jb. Min. 91, 1957, 421—440.
28. Ney, P., Zum gegenwärtigen Stand des Magnetitproblems. Zt. D. Geol. Ges. 108, 1956, 203—220.
29. Raguin, E., Erscheinungen der Siderit-Metasomatose. Vortrag, gehalten auf der Magnesittagung Leoben, 5. 6. 1958. Übersetzt und vervielfältigt v. W. E. Petrascheck.
30. Schloemer, H., Hydrothermale Untersuchungen über das System  $\text{CaO-MgO-CO}_2\text{-H}_2\text{O}$ . N. Jb. Min. Moh. 1952, 129.
31. Siegl, W., Zur Vererzung einiger Magnetite. Karinthin 22 1953, 238—240.
32. Siegl, W., Zur Entstehung schichtiger und strahliger Spatmagnetite. Bg. hm. Moh. 100, 1955, 79—84.
33. Trojer, F., Die mikroskopische Untersuchung von Karbonatgesteinen im Auflicht. Bg. hm. Moh. 100, 1955, 73—79.
34. Vacek, M., Aufnahmsbericht. Verh. geol. RA. 1886, 461—462.
35. Vacek, M., Einige Bemerkungen über das Magnetitvorkommen am Sattlerkogel in der Veitsch und die Aufindung einer Carbonfauna daselbst. Verh. geol. RA. 1893, 401—406.
36. Vitalj, D. A., Zur Frage der Karbonatbildung im Eltonsee. Zbl. Min. 2, 1953, 617.
37. Zschucke, W., Die Magnetitlagerstätten von Breitenau bei Mixnitz, Steiermark. Bg. hm. Moh. 101, 1956, 1—12.