

## Mineralogische Beziehungen zwischen Spatmagnetit- und Eisenspatlagerstätten der Ostalpen

Von H. Meixner, Knappenberg, Kärnten

(Lagerstättenuntersuchung der Österreichischen Alpine-Montangesellschaft)

*(Kristallchemie der rhomboedrischen Karbonate, Namengebung; Diskussion vorhandener Analysen, Vorbereitung von Mg-Fe-Mischkarbonaten, Paragenesen der Begleitminerale; enge Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Spatmagnetit- und Eisenspatlagerstätten.)*

*(Crystal chemistry of the rhombohedral carbonates, terminology, discussion of available analyses, occurrence of Mg-Fe mixed carbonates. Parageneses of the associated minerals; close relationship between crystalline magnetite and siderite deposits.)*

*(La chimie de cristal des carbonates rhomboédriques, dénomination, discussion des analyses existantes; occurrences des carbonates mixtes de Mg-Fe, paragenèse des minéraux secondaires; relations de parenté entre les gisements de magnésite spathique et sidérose.)*

Ein halbes Jahrhundert ist es in diesem Jahre, seit K. A. Redlich (25) mit seiner Studie „Über das Alter und die Entstehung einiger Erz- und Magnetitlagerstätten der steirischen Alpen“ eine Diskussion über die wichtigste Gruppe von Lagerstätten, die es in Österreich gibt, eingeleitet hat, die auch jetzt noch, wie Veröffentlichungen gerade der jüngsten Zeit zeigen, mitten im Flusse ist. Gleichartige Probleme greifen über die Ostalpen hinaus, sie reichen weit nach Osten, bis tief in die Slowakei hinein. Eine Unzahl von Literatur darüber ist in diesen 50 Jahren veröffentlicht worden, sowohl an Einzeldarstellungen als auch an Zusammenfassungen. Für diese letzteren sind außer Redlich (23; 24; 28 bis 32; 34 u. a.) vor allem Angel (1 bis 3), Clar (7) (8), Friedrich (10; 13), Leitmeier (18 bis 20), W. Petrascheck (23) (24) und Schwinner (37) anzuführen. Eine Reihe von neuen Momenten sind, den Fortschritten der Mineralogie im allgemeinen, wie den Erkenntnissen detaillierter Einzeluntersuchungen nach, ins Treffen geführt worden. Eine einheitliche, allgemein angenommene Lösung ist noch nicht gefunden worden, doch herrschen, wie die jüngste Darstellung von Friedrich klar erkennen läßt, wenigstens autorengruppenweise bereits recht einheitliche Auffassungen. Ich selbst habe mich seit gut 25 Jahren vorwiegend mit Mineralvorkommen der Ostalpen beschäftigt, viele an Ort und Stelle gesehen und selbst aufgesammelt, darüber hinaus ein großes Material aus alten und neuen Sammlungen ebenfalls untersucht und durchgearbeitet. Auch wurde getrachtet, bis zu recht verstreuten Schriftumsquellen vorzustößen, um bei regionalen mineralparagenetischen Übersichten das möglichst vollständig vorlegen zu können, was seit Generationen von hunderten von Forschern wohl erarbeitet, aber in den bestehenden Zusammenfassungen durchaus nicht in allem systematisch und einigermaßen vollständig ausgewertet worden ist. In vielem bringt auch das erweiterte Material Übereinstimmung mit Beobachtungen und Gedanken über die genetische Verwandtschaft von Eisenspat und Spatmagnetit in den Ostalpen, die vor allem durch Redlich und W. Petrascheck ins Schrifttum gekommen sind. Redlich hat ja nach Leitmeier (18, S. 434) „den innigen

genetischen Zusammenhang“ von Eisenspat „mit den kristallinen Magnetiten nachgewiesen und gezeigt, daß letztere eine vollständige Reihe in allen Mischungsverhältnissen bis zum reinen Magnetit darstellen, und daß durch die gleiche Paragenese dieser Zusammenhang um so mehr in die Augen fällt“. Es überschreitet den Rahmen dieser Arbeit, hier jeden einzelnen Mineralfund durch Schriftumszitate zu belegen.

Insgesamt bestätigt das ganze alte und neue, hier zusammengefaßte Material, die von Redlich und W. Petrascheck gezogenen Schlüsse, gewährt aber auch neue Einblicke in die Zusammenhänge unserer Spatlagerstättenparagenesen der Ostalpen; es scheint mir daher geeignet zu sein, manche noch umstrittene Frage klären und bis in die jüngste Zeit bestehende Differenzen überbrücken zu helfen.

### Isomorphie und Namengebung bei rhomboedrischen Karbonaten

Bevor hier näher auf spezielle Fragen eingegangen wird, ist es insbesondere wegen der weiten Verbreitung dieser Zeitschrift und weil moderne kristallchemische Erkenntnisse noch nicht Allgemeingut in der Praxis und in allen Nachbardisziplinen der Mineralogie geworden sind, angebracht, einige allgemeine Grundlagen über den heutigen Forschungsstand bei rhomboedrischen Karbonaten zu erörtern, um dann anschließend die Namengebung der einzelnen Glieder und Mischglieder kurz zu streifen. Darüber herrscht im Schrifttum heute teilweise ein ziemlicher Wirrwarr (z. B. Breunnerit, Braunspat, „Eisendolomit“, „ankeritischer Kalkspat u. dgl.) und nur durch vorhergehende Klärung der Begriffe können von vornherein Mißverständnisse ausgeschaltet werden.

Im Aufbau der stets an Kristallwasser und Hydroxylgruppen freien rhomboedrischen Karbonate sind, von Spurenelementen abgesehen, die Metalle („Me“) Ca, Mg, Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Zn, Cd, Co und Ni beteiligt. Allgemeine Formel: MeCO<sub>3</sub>. Hunderte Analysen von ausgesuchtem, homogenem Material ergaben, daß tatsächlich häufig die praktisch fast reinen „Endglieder“ CaCO<sub>3</sub> (Kalkspat, Kalzit), MgCO<sub>3</sub> (Magne-

sit),  $\text{FeCO}_3$  (Eisenspat, Siderit),  $\text{MnCO}_3$  (Manganspat, Rhodochrosit) usw. zur Ausbildung kamen, in anderen Fällen an gesichert ebenso homogenem Analysenmaterial wurden mehrere Metalle gefunden, die zusammengenommen aber wieder der Formel  $\text{MeCO}_3$  entsprechen. Dabei ist (analytisch belegt) schon lange bekannt, daß es zwischen einigen dieser „Endglieder“ Mischsysteme mit allen möglichen Zwischengliedern gibt, wie etwa zwischen Eisenspat und Magnesit, zwischen Eisenspat und Manganspat, annähernd auch zwischen Kalkspat und Manganspat, doch keineswegs zwischen Kalkspat und Eisenspat oder Kalkspat und Magnesit. In den letztgenannten Fällen sind es nur recht kleine Mengen (meist weit unter 1 Gew.%) von Fe im Kalkspat, von Ca im Eisenspat, von Mg in Kalkspat, die unter normalen Verhältnissen in die betreffenden Kristallgitter eingebaut werden. Der Begriff der Isomorphie ist alt; er geht bekanntlich auf Mitscherlich (1819) zurück. Über ein Jahrhundert lang wurde vorwiegend von den Chemikern beim „isomorphen Ersatz“ auf die gleiche Wertigkeit (Valenz) das Hauptgewicht gelegt. Damit läßt sich wohl die Mischreihe Eisenspat—Magnesit, nicht aber die Nichtexistenz einer gleichartigen Reihe vom Kalkspat zum Eisenspat erklären. Die Mineralogen haben lange schon auf die Plagioklase, das Mischsystem Albit—Anorthit verwiesen, bei dem offensichtlich die Einzelwertigkeit nicht die erste Rolle spielt. Ein frühes Ergebnis der durch Röntgenstrahlanalysen sprunghaft entwickelten Kristallstrukturforschung war die Entwicklung des Begriffes „Ionenradius“, die Feststellung der Bausteingrößen. Diese bedingen auch in der Kalkspatgruppe weitgehend die möglichen Isomorphien.

Es kann gleich hier eingeschaltet werden, daß in den Karbonaten unserer alpinen Spatlagerstätten allein Ca, Mg und  $\text{Fe}^{2+}$ , in bescheidenen Grenzen noch  $\text{Mn}^{2+}$ , eine Rolle spielen, nicht aber Zn, Cd, Ni und Co, so daß die Karbonate der letzteren, in diesem Zusammenhang, im folgenden übergangen werden können.

Die Ionenradien betragen für

$\text{Ca}^{2+}$	1,08 Å
$\text{Mn}^{2+}$	0,91 Å
$\text{Fe}^{2+}$	0,83 Å
$\text{Mg}^{2+}$	0,78 Å

Der Unterschied der Bausteingrößen zwischen Ca und  $\text{Mn}^{2+}$  ist schon recht beträchtlich; immerhin kam es auf der Welt gelegentlich zur Bildung von derartigen Mischkristallen. Aus österreichischen Fundstätten ist darüber noch wenig bekannt. Sicher gibt es bei uns (z. B. Hüttenberger Erzberg) im ultravioletten Licht rot leuchtende Kalkspäte, deren  $\text{MnO}$ -Gehalt weit unter 2, meist sogar unter 1 Gew.% liegt. Die bisher vereinzelt Beispiele erheblicherer Mischbarkeit zwischen  $\text{CaCO}_3$  und  $\text{MnCO}_3$  aus den Ostalpen sind nicht modern untersucht, die mineralogische Homogenität des Analysenmaterials ist nicht gesichert. Ein „Manganspat“ vom Radhausberg soll nach Simianowsky (14, S. 61) aus 13,36 %  $\text{MnCO}_3$ , 85,83 %  $\text{CaCO}_3$  und 1,10 %  $\text{FeCO}_3$  bestehen; das würde heute bei Homogenität als Sparta it be-

zeichnet werden. Hofmann und Slavik (1909) nannten (ohne Analyse) „Manganhaltigen Kalzit“ aus der Manganlagerstätte vom Friedlkogel bei Veitsch. — Wir können im folgenden auch dieses System beiseite lassen.

Magnesite sind in den Ostalpen praktisch meist Mn-frei oder sehr arm daran.

Siderite enthalten häufig 1 bis 3 Gew.%  $\text{MnO}$ , gelegentlich auch noch wesentlich mehr, die Bausteingrößen zwischen  $\text{Fe}^{2+}$  und  $\text{Mn}^{2+}$  liegen näher als bei Mg—Mn beisammen; weitgehende Substitutionen (z. B. Oligonit) sind aber aus unserem Raum bisher unbekannt.

Am nächsten stehen sich die Ionenradien von  $\text{Fe}^{2+}$  und Mg, und das liefert die Begründung der unbeschränkten Mischkristallbildung zwischen  $\text{FeCO}_3$  und  $\text{MgCO}_3$ , vom Eisenspat zum Magnesit. Zur tatsächlichen Ausbildung von verschiedenen „Zwischengliedern“ kommt es natürlich nur dann, wenn gleichzeitig beide Ionenarten in variablen Verhältnissen zugegen sind.

Alle diese Minerale der Kalkspatgruppe kristallisieren ditrigonal-skalenoedrisch (Rhomboedrische Hermiedrie).

Die Kristallographen haben nun seit langem schon gefunden, daß es mit den Gliedern der Dolomitgruppe noch weitere rhomboedrische Karbonate gibt, denen aber eine niedrigere Kristallsymmetrie (trigonal-rhomboedrisch, rhomboedrische Tetradoedrie) zukommt. Die Formel des Dolomits ist bekanntlich  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ; aus allen Analysen an homogenem Material folgt, daß die Anzahl der Ca-Atome gleich oder sehr nahe gleich der der Mg-Atome ist. Die Nichtgleichheit kann sowohl auf Analysenfehler, als auf bloß geringe gegenseitige Ersetzbarkeit entsprechend den großen Unterschieden ihrer Ionenradien zurückgeführt werden. Zur Dolomitgruppe gehört auch der Ankerit, dem im Schrifttum häufig die Formel  $\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$  zugeschrieben wird. Es muß aber auch hier darauf hingewiesen werden, daß es bisher keine diese Formel belegende Ankeritanalyse gibt, daß alle bisher untersuchten „Ankerite“ in wechselnden Mengen auch Mg enthalten. Aus den Analysen der eisenreichsten Ankerite lassen sich etwa 80 F.E. % (Formeleinheiten%, = „Mol.%“)  $\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$  neben 20 F.E.%  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  herausrechnen. Von diesem bisher eisenreichsten Glied herunter bis zum reinen Dolomit sind praktisch alle Mischglieder reichlich durch Analysen belegt. Bei allen Fe-haltigen, homogenen Dolomiten bis zu den Ankeriten ist die Zahl der Ca-Atome stets sehr weitgehend gleich der Summe der ( $\text{Fe} + \text{Mg} \pm \text{Mn}$ )-Atome. Der Grund, warum es nie zur Bildung eines „Reinankerits“  $\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$  zu kommen scheint, ist unbekannt. Gleichartig mit dem isomorphen Ersatz in der Kalkspatgruppe erfolgt beim Dolomit also lediglich ein Wechsel im Verhältnis Mg:Fe. Beträchtlich manganhaltige Glieder (Kuttenbergit, Greinerit) sind sehr selten.

Nachdem die Trennung der rhomboedrischen Karbonate in einerseits die Kalkspatgruppe, andererseits die Dolomitgruppe, durch kristallographische, chemische (einschließlich Thermodifferentialanalyse) und

röntgenographische Untersuchungen eindeutig begründet ist, erscheint es nicht recht verständlich, wenn gelegentlich auch in neueren Lehrbüchern und Spezialarbeiten davon nicht Gebrauch gemacht und z. B. Ankerit als  $(Ca, Mg, Fe, Mn)CO_3$  aufgefaßt wird.

Auf die Beobachtungen in den Spatlagerstätten der Ostalpen bezogen, haben wir also auf folgende Mineralarten und Mischkristallreihen zu achten:

a) Kalkspatgruppe (ditrigoal-skalenoedrisch),  $MeCO_3$ .

Kalkspat  $CaCO_3$

Magnetit  $MgCO_3$

Siderit  $FeCO_3$

Mischkristallreihe  $MgCO_3 - FeCO_3$ :

$[(Mg^{100-x}, Fe^x) CO_3]$ ;

die Benennung der Mischglieder erfolgt in der Literatur teilweise recht uneinheitlich. Hier wird die Abgrenzung von Winchell (39, S. 108) verwendet und in spezielle Formeln umgerechnet, angeschrieben:

Magnetit  $[(Mg^{100-90}, Fe^{0-10}) CO_3]$ ;  
( 0 bis 8,2 Gew. % FeO)

Brunnerit  $[(Mg^{90-70}, Fe^{10-30}) CO_3]$ ;  
( 8,2 bis 22,9 Gew. % FeO)

Mesitit  $[(Mg^{70-50}, Fe^{30-50}) CO_3]$ ;  
(22,9 bis 35,9 Gew. % FeO)

Pistomesit  $[(Mg^{50-30}, Fe^{50-70}) CO_3]$ ;  
(35,9 bis 47,1 Gew. % FeO)

Sideroplesit  $[(Mg^{30-10}, Fe^{70-90}) CO_3]$ ;  
(47,1 bis 57,4 Gew. % FeO)

Siderit  $[(Mg^{10-0}, Fe^{90-100}) CO_3]$ ;  
(57,4 bis 62,0 Gew. % FeO)

Die Hochzahlen in den Formeln geben Formeleinheiten % („Mol. %“) an. Die Abgrenzung ist, wie in allen derartigen Fällen, mehr oder minder willkürlich und praktischen Bedürfnissen entsprossen.

b) Dolomitgruppe (trigonal-rhomboedrisch),

Vorschlägen von Schoklitsch (36, S. 436) und Angel (1, S. 250) folgend, gebrauche ich für die Ankeritreihe die anschließende Unterteilung:

Dolomit  $[Ca^{50}(Mg^{50-45}, Fe^{0-5}) (CO_3)_2]$ ;  
( 0 bis 10 F.E. %  $CaFe(CO_3)_2$ ,  
= 0 bis 3,82 Gew. % FeO)

Braunspat  $[Ca^{50}(Mg^{45-33,5}, Fe^{5-16,5}) (CO_3)_2]$ ;  
(10 bis 33 F.E. %  $CaFe(CO_3)_2$ ,  
= 3,82 bis 12,15 Gew. % FeO)

Ankerit  $[Ca^{50}(Mg^{33,5-10}, Fe^{16,5-40}) (CO_3)_2]$ ;  
(33 bis 80 F.E. %  $CaFe(CO_3)_2$ ,  
= 12,15 bis 27,40 Gew. % FeO)

Aus den Hochzahlen in den Formeln (und umgekehrt) erhält man unschwer die F.E. %  $CaFe(CO_3)_2$ ; jeden Fe kommen gleich viel Metallatome Ca zu. Die verdoppelte Fe-Hochzahl liefert also Formeleinheiten %  $CaFe(CO_3)_2$  und die Differenz auf 100 gibt

F.E. %  $CaMg(CO_3)_2$  an. Zur näheren Kennzeichnung in dieser Mischkristallreihe wird man tunlichst nicht neue Namen erfinden, sondern spezielle Formeln, etwa nach der obigen Art, oder F.E. % verwenden.

#### Zur Frage des Muttergesteins in unseren Spatlagerstätten

Die Beantwortung der Frage nach dem Ausgangsgestein ist für die Erklärung der Stoffumsätze auf unseren Spatlagerstätten von grundlegender Bedeutung.

Als Redlich (25; 26; 28; 29; 32) Metasomatosevorgänge — er nannte sie anfangs noch „Metamorphosen“ — zur Erklärung der Bildung vieler alpiner Magnetit- und Eisenspatlagerstätten heranzog, wurde die Hauptbeweiskraft in chemischen Analysen gesehen. Eine der schönsten Beweisführungen dieser Art, die Magnetisierung und Dolomitisierung von Crinoidenstielgliedern (z. B. 31, S. 92), ist später bezweifelt, von Redlich schließlich aber neuerlich analytisch belegt worden (34, S. 110). Da es um 1910 in fein gemengten Karbonaten nicht immer möglich war, die einzelnen Phasen zu unterscheiden, schienen manche Analysen, besonders auch der synthetisch erzeugten „Mischsalze“ von Pfaff und Klement selbst Übergänge vom Kalkspat zum Dolomit und weiter zum Magnetit (analog über Ankerit zum Siderit) zu belegen. Redlich (z. B. 26; 31, S. 91) nahm daher ursprünglich eine stufenweise Metasomatose an, derart, daß von reinen Kalkgesteinen aus, entweder bei Mg-Zufuhr über Dolomit Magnetit, oder bei Fe-Anlieferung über Ankerit Eisenspat entstehen würde. Insbesondere an den Rändern vieler Magnetitvorkommen ist Dolomit, bei Spateisenlagerstätten Ankerit beobachtet worden, was häufig mit der obigen Ansicht in Zusammenhang gebracht worden ist. Bald ist aber auch Redlich (31, S. 97; 32, S. 38) unter dem Einfluß der von Leitmeier (31, S. 97; 20, S. 137) vorgebrachten Argumente von einer derartigen, stufenweisen Metasomatose abgekommen, er trat dann für die direkte Umwandlung von Kalkstein (Kalkmarmor) in Magnetit bzw. Siderit ein. In den Beschreibungen unserer Spatlagerstätten finden sich nur sehr selten nähere, durch Untersuchungen gesicherte Angaben über das Ausgangsgestein. — Die Fe-Gehalte einer Reihe von Magnetitvorkommen liegen höher, als sie unseren paläozoischen Kalken und Dolomiten zukommen, so daß die magnetisierenden Lösungen auch Fe-Ionen mitgeführt haben müssen.

Besonders wichtig ist die Frage nach dem Ursprungsgestein bei den Eisenspatlagerstätten. Wir finden regelmäßig etwas Mg im Siderit selbst, wir finden Mg aber stets und oft sehr reichlich in den Braunspäten und Ankeriten. Es erscheint völlig gesichert, daß es auf unseren Eisenspatlagerstätten zu Braunspat- bis Ankeritbildungen nur in Zusammenhang mit der Eisenspatvererzung selbst, teils metasomatisch, teils als Kluft-(Gang)-Füllung gekommen ist. Nimmt man an, oder hätte man Beweise, daß Dolomit sideritisiert bzw. ankeritisiert worden ist, so wäre die Frage nach der Herkunft des Magnesiums von selbst gelöst; im Gegenteil, dann müßte noch

nach abgewandertem Mg gesucht werden. Ist dagegen Kalkstein sideritisiert oder ankeritisiert oder zu Braunspat umgewandelt worden, oder sind derart zusammengesetzte Gang- oder Kluftabsätze entstanden, dann kommt man um die Annahme nicht herum, daß mit der Fe-Zufuhr gleichzeitig bedeutende Mengen von Mg mitgekommen sein müssen, worauf schon W. Petrascheck (24, S. 139) aufmerksam gemacht hat.

Klärung kann nicht die bloße Beobachtung von Dolomit randlich der Magnesitmassen oder von Ankerit als Hülle von Sideritkörpern bringen, denn zahlreiche Bearbeiter verweisen, z. B. ausdrücklich auf randliche Dolomitierungen im Gefolge der Hauptmineralisation.

Beweisende Beobachtungen liefern einerseits mineralogisch-mikroskopische Anschliffuntersuchungen, wie sie, für diese Frage wohl erstmals in dieser Festschrift durch Angel und Trojer vorgelegt werden, andererseits Feldbeobachtungen des Geologen in gut aufgeschlossenen, in Betrieb befindlichen Großlagerstätten. Kollege E. Clar, der in den letzten Jahrzehnten eingehende geologisch-lagerstättenkundliche Untersuchungen am steirischen und Hüttenberger Erzberg, sowie an den Magnesitlagerstätten Sunk/Trieben, St. Erhard/Breitenau, Oberdorf a. d. L., Lassing u. a. durchführte, hat mir freundschaftlichst seine Erfahrungen zu dieser Frage zur Verfügung gestellt. Dolomite, Braunspäte und Ankerite in den Siderit-, Dolomit- und in den Magnesitlagerstätten wurden demnach auch von ihm besonders randlich der Lagerstätten beobachtet. Wo immer aber von ihm streichend Eisenspat oder Magnesitkörper verfolgt werden konnten, kam er nicht in Dolomithorizonte, sondern in Kalksteine. Auf Grund dieser Beobachtungen müßten im allgemeinen Kalksteine als die Ausgangsglieder für unsere Spatmetasomosen betrachtet werden. Die Spatlagerstätten einschließlich ihrer dolomitischen oder ankeritischen Randbildungen erscheinen dann im größeren, geologischen Rahmen als zusammengehörige Umwandlungen in Kalkhorizonten. Für diese Mitteilungen sei Freund Clar herzlichst gedankt.

In den Eisenspatlagerstätten des Hüttenberger Erzberges sind Dolomite nachgewiesen worden, die teils älter, teils jünger als die Eisenspatbildung sind. Besonders beweisend, daß Dolomit hier nicht das Ausgangsgestein zur Eisenmetasomatose darstellt, scheint uns die mehrfache Beobachtung von völlig eckigen und unverdrängten Dolomitschollen mitten in Eisenspaterzkörpern zu sein. In der Hüttenberger Lagerstätte, wo wir recht verschiedenartige Karbonatisierungen (vgl. z. B. den gleichzeitig in der Carinthia II erscheinenden Exkursionsführer) bereits nachweisen konnten, haben wir trotz des Auftretens älterer Dolomite keine Anhaltspunkte gefunden, daß in irgend einem Falle Dolomit die Grundlage umfangreicherer Verdrängungen gewesen wäre. Wir glauben aber nachweisen zu können, daß am Hüttenberger Erzberg sowohl die ältere, als auch die jüngere Dolomitierung als Vor- bzw. Nachphase der Fe-Vererzung aufzufassen ist.

Die Antwort auf die eingangs gestellte Frage lautet demnach: Sicher sind im allgemei-

nen Kalkgesteine der Boden für Mg- und Fe-Metasomosen. Die Annahme von wenigstens orts- und zeitweise gemeinsamen, in wechselnden Verhältnissen zusammengesetzten Mg-Fe-Zufuhren ist daher nicht zu umgehen.

Im Sinne von Redlich, W. Petrascheck (23, S. 239), Friedrich (10) und Clar (7, S. 34) möchte ich dieses Ergebnis als einen Hinweis auf die Zusammengehörigkeit von Mg- und Fe-Metasomosen im Rahmen der jungen ostalpinen Vererzung ansehen.

#### Zur chemischen Zusammensetzung unserer Ostalpen-Späte

Mineralparagenetisch kennt man aus den Ostalpen:

1. Aus Magnesitlagerstätten:  
sehr eisenarme Magnesite, und Mischglieder, die nach der hier gebrauchten Nomenklatur schon ins Feld der Breunnerite reichen;  
dann Dolomite, die kaum oder selten so viel Fe enthalten, daß sie zu Braunspat zu stellen wären;  
und Kalkspat.
2. Aus Eisenspatlagerstätten:  
Siderit, wohl fast stets mit etwas Mg, nach eigenen neuen Untersuchungen oft schon in solchen Beträgen, daß richtiger von Sideroplesit gesprochen werden muß.  
Dann Dolomit und eisenhaltige Mischglieder über Braunspat und die ganze Reihe der Ankerite bis zu Gehalten mit etwa 80 F.E. %  $\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$ ;  
und Kalkspat.
3. Gangarten aus sulfidisch-arsenidischen Erzlagerstätten:  
Sowohl Magnesite,  
als Siderite und deren bisher wenig beachtete Mischglieder (Breunnerit, Mesitin, Pisto-mesit, Sideroplesit), weiter die Reihe Dolomit — Braunspat — Ankerit,  
und Kalkspat.

Es gibt bei uns nur sehr wenig Karbonatanalysen von sorgfältig mineralogisch auf Homogenität überprüfem, gut kristallisiertem Material, insbesondere aus neuerer und neuester Zeit. Die meisten der zur Verfügung stehenden Daten sind Handstück- oder gar Hauwerks-Analysen, bei denen auf Homogenität in mineralogischem Sinne nicht geachtet worden ist, weil sie ja nur für betriebliche Zwecke die Zusammensetzung des Hauwerkes feststellen sollten. Auch hat die Zahl der analysierten Vorkommen bei Eisenspat bzw. Magnesit in den letzten 100 Jahren eine sehr beachtliche Verschiebung erfahren. Von den Eisenspatlagerstätten stehen seit Jahrzehnten nur mehr einige wenige in Abbau (steirischer Erzberg, Hüttenberger Erzberg, neuerdings noch Radmer). Die Zusammensetzung dieser Erze ist erfahrungsgemäß jeweils weitgehend konstant, auf kleinere Verunreinigungen durch Kalkspat, Dolomit-Ankerit wird im einzelnen nicht geachtet. Wenn im betreffenden Analysenmaterial nicht mineralogisch festgestellt

ist, was für Minerale bzw. Mischglieder bestimmter Zusammensetzung beigemengt sind, so ist aus den Bauschanalysen in vielen Fällen der Mineralgehalt rechnerisch überhaupt nicht zu erschließen.

Die sehr zahlreichen, im Lande verstreuten kleinen, teilweise limonitisierten Eisenspatvorkommen, die im letzten und in früheren Jahrhunderten, insbesondere mit ihren reicheren Oxydationszonen für viele Kleinwerke die Rohstoffbasis waren, haben praktisch keine neueren mineralogischen oder chemisch-analytischen Untersuchungen erfahren, so daß wir fast ausschließlich auf alte Analysen angewiesen sind. Diese sind immerhin ganz gut auswertbar, wenn wir uns auf Ca-arme (bis max. etwa 4 Gew.-% CaO) karbonatische Eisenerze beschränken. Ohne Kenntnis der jeweils miteinander verwachsenen Kristallarten kann die Berechnung von  $(\text{Mg, Fe})\text{CO}_3$  unter Weglassung des Ca (Annahme Verwachsung mit Kalkspat), oder unter Abrechnung als Dolomit  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , oder unter Verrechnung als „Reinankerit“  $\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$  erfolgen. Im Endergebnis sind die Unterschiede meist nicht bedeutend, in vielen Fällen müssen „Siderite“ mit oft sehr beachtlichen Mg-Gehalten gefolgert werden.

Die Bestimmung und Kontrolle von rhomboedrischen Karbonaten kann heute auch ohne quantitative Analysen, z. B. auf optischem Wege (Bestimmung der Lichtbrechung an Spaltblättchen) und durch Erfassung der Dichte (Berman-Mikrowaage) erfolgen. Da es, wie eingangs erwähnt wurde, bei Siderit keinen wesentlichen Ersatz von Fe durch Ca gibt, das auch nur innerhalb bescheidener Grenzen auftretende Mn die Konstanten des reinen Siderits nur wenig herabsetzt, so liefern optische und Dichte-Bestimmungen recht gut die  $\text{FeCO}_3$ -Gehalte in Mg-Fe-Mischkarbonaten oder auch die Zusammensetzungen innerhalb der Dolomit-Ankerit-Reihe, weil die Konstanten von Magnesit bzw. Dolomit sehr viel tiefer als bei Eisengliedern liegen und innerhalb der Mischreihen lineare Beziehungen herrschen. Außer der raschen Durchführbarkeit ist gegenüber Betriebsanalysen noch der Vorteil gegeben, daß die mineralogische Homogenität leicht festgestellt werden kann.

Die weitgehende Gleichartigkeit der Eisenerze unserer wenigen österreichischen „Großvorkommen“ wurde schon betont; bei der Verhüttung der Kleinvorkommen im vorigen Jahrhundert war es bei genügendem Fe-Gehalt durchaus gleichgültig, ob bloß 1 oder gar 10 Gew.-% MgO im Hauwerk enthalten waren. Es konnte im primären Erz noch beträchtlich mehr Mg stecken, wenn in der Oxydationszone reiche Brauneisenerze entstanden waren.

Ganz anders liegen die Verhältnisse beim Magnesit, dessen Erforschung in den Ostalpen praktisch erst seit der Gründung des Werkes Veitsch (1881) einsetzt. Es wurde bald gefunden, daß zur Verwendung als kaustischer bzw. als Sintermagnesit die chemische Zusammensetzung, insbesondere auch der Gehalt an FeO und an CaO von ausschlaggebender Bedeutung sind. Noch immer wird nach weiteren Magnesitlagerstätten gefahndet und weniger bekannte Vorkommen werden ausführlich untersucht. Wiederum von den weitgehend immer wieder ähnlichen Analysen der Magnesite der in Betrieb stehen-

den Großvorkommen abgesehen, liegt bei diesem Industriemineral eine sehr große Anzahl von neueren Analysen aus zahlreichen Kleinvorkommen vor, so daß wir hier über die Substitution von Mg durch Fe wesentlich besser, als im umgekehrten Falle (beim Eisenspat) unterrichtet sind. Doch auch hier ist zu berücksichtigen, daß „Magnesite“ mit beachtlich großem Eisengehalt — richtige *Brunnerite* — technisch uninteressant sind und nach erster Kenntnis nicht weiter beachtet werden. So kommt es aus diesem Grunde schon zu einer Auswahl des Materials, das eingehender untersucht wird.

In der nachfolgenden Tabelle 1 werden, angeordnet nach fallendem Mg- und ansteigendem Fe-Gehalt, berechnet als F.E.-% (Mol.-%) der Karbonate ( $\text{MgCO}_3$  und  $\text{FeCO}_3$ ) die Auswertungen von 60 größtenteils im Schrifttum bereits enthaltenen Spatanalysen gebracht. Vom selben Vorkommen wurden meist nur eine, selten zwei Analysen ausgewählt und stets wurde auf möglichst niedrigen CaO-Gehalt geachtet. Bei den Magnesiten ist es jeweils ungewiß, ob etwas Ca im Gitter des Minerals eingebaut ist, ob Ca als Kalkspat oder als Dolomit reliktsch erhalten geblieben ist, oder ob diese Minerale auf Klüften eingewandert und ausgeschieden sind oder ob gar spätere Dolomitierungen oder Kalzitierungen stattgefunden haben. Für die Magnesitzusammensetzung haben jeweils die meist fast gleichen Werte (infolge der Beschränkung auf möglichst wenig CaO!) der beiden ersten Kolonnen Gewicht, da Ankerit in diesen Vorkommen bisher ja kaum nachgewiesen ist.

Bei den eisenreicheren Mischgliedern (Mesitin, Pistomesit, Sideroplesit) bis zum Siderit liegen die Verhältnisse anders. Hier können außer Kalkspat und reinem Dolomit, Braunspäte und Ankerite von weitgehend (innerhalb der oben aufgezeigten Gesetzmäßigkeiten) variabler Zusammensetzung selbst nebeneinander auftreten. In diesen Fällen ist ohne z. B. optische Neuuntersuchung des Analysenmaterials überhaupt nicht zu entscheiden, welche Ca-Phasen beigemengt waren. Die Tabelle 1 bringt also mit der Abrechnung als  $\text{CaCO}_3$  (Kolonne I), als Dolomit  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  (Kolonne II) und als „Reinankerit“ (Kolonne III) Rahmenwerte, im letzteren Falle sogar bewußt übertriebene Grenzwerte, aus denen dann immerhin innerhalb ablesbarer Grenzen ein Einblick der Zusammensetzung des Mg-Fe-Mischkarbonates hervorgeht. Auf einigen Vorkommen wird künftig z. B. mittels optischer und Dichtebestimmungen auf das Nebeneinandertreten von Mg-Fe-Karbonatmischgliedern mit praktisch reinem Magnesit und Siderit, außer Kalkspat und Gliedern der Dolomit-Ankerit-Reihe besonders zu achten sein.

Tabelle 1

Die Tabelle spiegelt zunächst altbekannte Tatsachen wieder, nämlich daß es an Eisen sehr arme Magnesite und auch eisenreichere gibt. Die Großlagerstätten von Magnesit — auch die relativ Fe-reichen — zählen mineralogisch fast durchwegs zum Feld der eisenarmen Magnesite. Parallel dazu (hier nicht durch Analysen belegt) verläuft der Mg-Gehalt in den Großvorkommen des Eisenspats; die Erze so-

Tabelle 1 Spatzusammensetzungen der Reihe  $MgCO_3$ — $FeCO_3$  aus den Ostalpen.

Lf. Nr.	Vorkommen	Schrifttum	Chemische Zusammensetzung (die Zahlen entsprechen den Hochzahlen der Formeln, damit F. E. %, „Mol.“%) der Späte nach Abrechnung von					
			I $CaCO_3$		II $CaMg(CO_3)_2$		III $CaFe(CO_3)_2$	
			Mg	Fe	Mg	Fe	Mg	Fe
I. Magnesite [ $Mg^{100-90}$ , $Fe^{0-10}$ ] $CO_3$ :								
1.	Oberdorf (Wiesergut)	(32, S. 29)	99,1	0,9	99,1	0,9	100	0
2.	Lanersbach (Wanglape)	(34, S. 131)	99,0	1,0	99,0	1,0	99,7	0,3
3.	Schneetal, T.	(32, S. 29)	98,8	1,2	98,8	1,2	100	0
4.	Wald	(34, S. 102)	98,0	2,0	98,0	2,0	99,0	1,0
5.	Oberdorf	(32, S. 29)	98,0	2,0	98,0	2,0	99,3	0,7
6.	Sunk	(32, S. 29)	97,9	2,1	97,9	2,1	99,5	0,5
7.	Millstätter Alpe	(32, S. 29)	97,8	2,2	97,8	2,2	98,6	1,4
8.	Wald	(32, S. 29)	97,8	2,2	97,8	2,2	99,3	0,7
9.	Berg Dienten	(34, S. 118)	97,8	2,2	97,8	2,2	99,5	0,5
10.	Fieberbrunn							
	Weißensteinalm	(34, S. 126)	97,6	2,4	97,6	2,4	100	0
11.	Langeggkogel	(34, S. 114)	97,6	2,4	97,6	2,4	97,8	2,2
12.	Hintertal	(34, S. 119)	97,4	2,6	97,3	2,7	98,0	2,0
13.	Schienbergergut	(34, S. 112)	97,0	3,0	97,0	3,0	98,0	2,0
14.	Arzbachgraben	(32, S. 29)	97,0	3,0	96,9	3,1	98,1	1,9
15.	Fieberbrunn (Bürlalm)	(34, S. 129)	96,9	3,1	96,9	3,1	97,4	2,6
16.	Wagrein (Hinterleitnergut)	(34, S. 116)	96,7	3,3	96,6	3,4	99,1	0,9
17.	Semmering	(32, S. 29)	96,2	3,8	96,2	3,8	97,5	2,5
18.	Flachau	(32, S. 30)	96,1	3,9	96,0	4,0	97,1	2,9
19.	Bergkendl	(34, S. 112)	95,7	4,3	95,7	4,3	97,0	3,0
20.	Veitsch	(32, S. 29)	95,5	4,5	95,5	4,5	97,0	3,0
21.	Dienten	(32, S. 29)	95,0	5,0	94,9	5,1	97,9	2,1
22.	Bergkendl	(34, S. 112)	95,0	5,0	94,8	5,2	95,3	4,7
23.	Klingspitz (Rettenfeldalpe)	(34, S. 112)	94,5	5,5	94,2	5,8	97,0	3,0
24.	Schienbergergut	(34, S. 112)	94,4	5,6	94,4	5,6	94,6	5,4
25.	Jetzbachtal	(34, S. 120)	94,3	5,7	94,2	5,8	96,1	3,9
26.	Hintertal	(34, S. 119)	94,2	5,8	94,1	5,9	95,3	4,7
27.	Jetzbachtal	(34, S. 120)	93,7	6,3	93,7	6,3	94,1	5,9
28.	Fieberbrunn (Rettenwandalm)	(34, S. 128)	93,7	6,3	93,6	6,4	94,4	5,6
29.	Breitenau	(32, S. 29)	93,2	6,8	93,2	6,8	93,7	6,3
30.	Grünstein	(34, S. 115)	93,1	6,9	93,0	7,0	94,2	5,8
31.	Schwarzleo (Inschlagalm)	(34, S. 121)	92,1	7,9	92,1	7,9	92,4	7,6
32.	St. Oswald (Mallnock)	(32, S. 29)	90,8	9,2	0	0	0	0
II. Breunnerit [ $Mg^{90-70}$ , $Fe^{10-30}$ ] $CO_3$ :								
33.	Hochleiten	(34, S. 115)	89,8	10,2	89,6	10,4	91,2	8,8
34.	Turracher Höhe (Kotalpe)	(32, S. 29)	89,8	10,2	89,4	10,6	93,1	6,9
35.	St. Oswald (Zirknitzen)	(32, S. 29)	90,3	10,7	90,1	10,9	91,0	9,0
36.	Grünstein	(34, S. 115)	88,4	11,6	88,4	11,6	88,7	11,3
37.	St. Oswald	(32, S. 29)	88,0	12,0	87,7	12,3	90,9	9,1
38.	St. Oswald	(32, S. 29)	85,9	14,1	85,6	14,4	86,5	13,5
39.	Flachau	(32, S. 30)	85,6	14,4	85,1	14,9	88,5	11,5
40.	Schwarzleo (Nöckelberg)	(5, S. 121)	85,0	15,0	84,7	15,3	85,4	14,6
41.	St. Oswald (Hintermalnock)	(32, S. 29)	84,2	15,8	84,0	16,0	85,0	15,0
42.	St. Oswald (Grundalm)	(32, S. 29)	80,9	19,1	79,4	20,6	87,2	12,8
43.	Werfen (Höllgraben)	(15, S. 48)	79—73	21—27	0	0	0	0
44.	St. Oswald (Bockalm)	(32, S. 29)	74,4	25,6	73,7	26,3	76,3	23,7
III. Mesitin [ $Mg^{70-50}$ , $Fe^{30-50}$ ] $CO_3$ :								
45.	Dienten (Kollmannsegg)	(6, S. 21)	68	32				
46.	Schwarzleo (Nöckelberg)	(5, S. 121)	64,3	35,7	61	39	71	29
47.	Werfen	(Hintze Hdb.)	63,5	36,5				
48.	St. Johann i. P. (Penkerötz)	(32, S. 30)	59,4	40,6	56,7	43,3	63,6	36,4
49.	Stangalpe (Werchzirmgrube)	(32, S. 29)	57	43	54,9	45,1	60	40
50.	Schäfferötz	(—)	53,6	46,4	49,6	50,4	58,1	41,9
51.	Flachau	(32, S. 29)	53,2	46,8	—	—	—	—
52.	Schäfferötz	(—)	52,5	47,5	49,8	50,2	55,4	44,6
IV. Pistomesit [ $Mg^{50-30}$ , $Fe^{50-70}$ ] $CO_3$ :								
53.	Dienten	(32, S. 30)	41,4	58,6	36,2	63,8	45,0	55,0
V. Sideroplesit [ $Mg^{30-10}$ , $Fe^{70-90}$ ] $CO_3$ :								
54.	Gollrad (Josefistollen)	(—)	29	71	27	73	29,6	70,4
55.	Schneeberg, Tirol	(Hintze Hdb.)	28,8	71,2	27,3	72,7	29,4	70,6
56.	Dienten	(32, S. 30)	28	72	27,5	72,5	28,4	71,6
57.	Seekar Kupferbergbau	(27, S. 354)	25	75				
58.	Mitterberg	(Hintze Hdb.)	21,1	88,9				
59.	Mitterberg	(6, S. 52)	15	82 (+3 Mn)				
60.	Neuberg (Bohnkogel)	(Hintze Hdb.)	14,2	85,8	12,4	87,6	14,5	85,5

wohl vom steirischen, als auch vom Hüttenberger Erzberg, wie die aus der Radmer sind verhältnismäßig Mg-arm (der Mg-Gehalt der Erzanalysen kann dabei außerdem teilweise auf beigemengten Dolomit, Braunspat und Ankerit zurückzuführen sein). Die Tabelle weist aber auch im Bereiche um 10 F.E.-%  $\text{FeCO}_3$  eine ganze Reihe von „Magnesit“-Vorkommen auf, die schon einen ganz beachtenswerten Eisengehalt besitzen. Das setzt sich dann fort zu richtigen Breunneriten, die sich chemisch in nichts von der Zusammensetzung dieses Minerals, z. B. in manchen Serpentinhofgesteinen unterscheiden.

Eine oft nur bescheidene, oft aber auch schon ganz beachtliche Beteiligung von Fe am Aufbau der Magnesiumspäte ist damit für viele Vorkommen belegbar und ihre Bildung kann sowohl nur auf wechselnd im Mg/Fe-Verhältnis zusammengesetzte, metasomatisierende Lösungen zurückgeführt werden.

Einige Bemerkungen seien nun besonders interessanten Karbonaten der Tabelle bzw. ihren Lagerstätten gewidmet.

Das Karbonat Nr. 34 (Grenzwert Magnesit/Breunnerit) bildet die Gangart einer kleinen Fahlerz-lagerstätte im Turracher Gebiet.

Sehr auffallend sind die Breunnerite um St. Oswald in Kärnten (Nr. 32, 35, 37, 38, 41, 42, 44). Ähnlich eisenreichere Magnesite gibt es auch benachbart zu eisenärmeren im Pongau, die Trauth (38) in seiner Kartierung festgehalten hat und die wieder von Redlich (34) näher beschrieben worden sind.

Besondere Aufmerksamkeit verdienen die Gangarten der Ni-Co-Lagerstätte Nöckelberg (Schwarzleo). Nach Redlich (33, S. 45) sind hier durch Analysen sowohl Ankerite als auch reine Mg-Fe-Karbonat belegt; Nr. 40 und 46 entsprechen Breunnerit- bzw. Mesitin-Zusammensetzungen. Ganz benachbart wird nun der Magnesit von der Inschlagalm (Nr. 31) abgebaut. Auf die magnesitische Gangart von Nöckelberg hat gerade auch Siegl (Der Karinthin, Folge 22, 1953, S. 239—240) hingewiesen.

Von großem wissenschaftlichen Interesse ist die Eisenlagerstätte von Thurnberg bei Flachau, die leider außer Trauths (38, S. 141) kurzen geologischen Angaben keine neuere Bearbeitung erfahren hat. Doch hat kein geringerer als V. von Zepharovich (40, S. 76) sich mit ihren Karbonaten zuletzt näher befaßt. Breithaupt (4, S. 147) hat von dort als „neues Mineral“ den Pistomesit mit Mg:Fe um 1:1 aufgestellt, während er seinem Mesitin (ursprünglich von Traversella) das Mg/Fe-Verhältnis 2:1 unterlegt. Heute wissen wir, daß dies ja nicht Doppelsalze nach der Art des Dolomits sind, sondern Mischglieder von sehr variabler Zusammensetzung. Die hier verwendete Bezeichnungsweise Windhells (39, S. 108) begrenzt Mesitin mit 30 bis 50 F.E.-%  $\text{FeCO}_3$ , Pistomesit mit 50 bis 70 F.E.-%  $\text{FeCO}_3$ . Das Breithaupt bekannte Mineral von Flachau hatte etwa 47 F.E.-%  $\text{FeCO}_3$  (Nr. 51), muß also nach obigem noch als Mesitin benannt werden. Redlich (32, S. 30) ließ ein weiteres Karbonat dieser Eisenlagerstätte analysieren und erhielt damit unter den „Erzen“ auch einen Breunnerit

(Nr. 39), der in Klüften die von Zepharovich (40, S. 75/76) untersuchten Magnesit xx (Nr. 18) barg. Hier gehen also offensichtlich in einer Lagerstätte beträchtlich verschieden Mg-Fe-reiche Karbonate nebeneinander! Das ist aber, selbst nach dem noch dürftigen heutigen Stand unserer Kenntnisse im Salzburger Raum durchaus kein Einzelfall mehr.

Die Eisenbergbaue Penkerötz bei St. Johann im Pongau, vgl. Trauth (38, S. 140) hatten ebenso wie die Werchzirmgruben (Stangalpe/Turrach) Mesitine (Nr. 48 bzw. 49) als primäre Erzbasis.

Vom Kollmannsegg bei Dienten sind nach Lipold (in 6, S. 21) Ankerite neben Mesitin (Nr. 45) bekannt und Trauth (38, S. 140) verzeichnet für dieses linsig in Pinzgauer Phyllit und Grauwackenschiefer gelegene Fe-Vorkommen außerdem noch Siderit und Breunnerit (Pistomesit). Weitere Dientener „Eisenspat“-Analysen bezeugen das Auftreten von Pistomesit (Nr. 53) und Sideroplesit (Nr. 56).

Der Eisenbergbau Schäfferötz bei Werfen ist auch heute noch die Erzbasis der kleinen, aber rührigen Konkordiahütte; ich verdanke der Direktion dieser Unternehmung die Bekanntgabe der Analysen einiger frischer „Eisenspäte“ ihres Unternehmens (Nr. 50 und 52). Es sind wiederum Mesitine! Ihre Vorkommen bilden nach Trauth (38, S. 189) und Friedrich (11, S. 133; 12, S. 15) die vererzte Basisüberschiebungsbrekzie der Trias, die Erze selbst sind bisher als meist weitgehend limonitisierte Siderite und Ankerite aufgefaßt worden. Auf diesen nun auch nach der chemischen Zusammensetzung des frischen Erzes eigenen Eisenerz-Lagerstätten-Typus Schäfferötz/Werfen wird weiter unten nochmals zurückgekommen.

Genetisch zweifellos in engem Zusammenhang mit diesen Fe-Lagerstätten sind Quarz-Karbonat-Gänge in den Werfener Schiefen, die vielfach in den Gräben um Werfen, bei Pöham, im Radlgraben bei Hütttau (hier sogar in einem alten „Eisenspat“-Bergbau, vgl. 38, S. 165) und am Durchat bei Mandling angetroffen worden sind. Mineralogisch sind sie dadurch bekannter geworden, daß gelegentlich in ihnen die sonst seltenen Mg-Phosphate Wagnerit und Lazulith auftreten, vgl. Hegemann und Steinmetz (15) und Meixner (22, S. 11—12). Die karbonatische Gangart ist nach einer alten Analyse (Nr. 47) Mesitin, nach neuen von Hegemann (15, S. 48/49) ein eisenreicher Breunnerit (Nr. 43). Karbonate mit überwiegender Mg haben wir hier also auch in Gängen in sicher triadischen Gesteinen. Phosphat, in Form schöner Apatit xx, ähnlich wie sie auch aus der Cu-Lagerstätte Mitterberg bekannt sind, kommen nach Mitteilung von K. Matz auch in den Eisenbauen vom Kollmannsegg bei Dienten vor.

Die Kupferbaue vom Seekar am Radstädter Tauern enthalten neben dolomitischen und ankeritischen Gangarten ebenfalls Sideroplesit (Nr. 57).

Für Freund Matz (35) hatte ich kürzlich Gelegenheit, eine Reihe von Karbonaten aus der Kupferlagerstätte Mitterberg/Hochkönig zu untersuchen. Die Gangvererzungen dieser Lagerstätte sind gefügte

analytisch von Karl (17, S. 237) als zugehörig zur alpinen Tektonik erkannt worden. Als Gangarten des Kupferkieses im Mitterberger Hauptgang wurden festgestellt: auf der  $\frac{1}{2}$ 6. Sohle Braunspat [etwa 27 F.E.-%  $\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$ ], auf der  $\frac{1}{2}$ 7. Sohle Sideroplesit [etwa 71 und 74 F.E.-%  $\text{FeCO}_3$ ], auf der  $\frac{3}{4}$ 7. Sohle Pinolitankerit [etwa 37 F.E.-%  $\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$ ], auf der  $\frac{1}{2}$ 8. Sohle Pinolitankerit [etwa 51 F.E.-%  $\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$ ], und im Transversalgang Pinolitdolomit, der von Quarz verdrängt wird. Die Zahl der Proben ist noch viel zu gering für allgemeinere Aussagen, wie etwa über die Konstanz der Gangart auf einzelnen Sohlen oder über Teufenunterschiede. Aus den auch von Karl (17) als etwas jünger bestätigten Quergängen wurde u. a. eine Stufe untersucht, die schöne hellbraune Pistomesit xx [etwa 58 F.E.-%  $\text{FeCO}_3$ ] zeigt, denen Braunspat [etwa 27 F.E.-%  $\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$ ] und Quarz xx aufgewachsen sind. Alle untersuchten „Eisenspäte“ aus den Quergängen fallen in die Felder von Pistomesit und Mesitin! Die „eisenspätiige“ Gangart des gegenüber den Quergängen älteren Hauptganges ist sowohl nach alten Analysen (Nr. 58, 59), als nach meinen neuen, mineralogischen Bestimmungen als Sideroplesit einzureihen. Für das Mitvorkommen von Siderit im Sinne der in dieser Arbeit gebrauchten Namengebung sind auch in der Lagerstätte Mitterberg vorläufig keinerlei Anhaltspunkte vorhanden. Fugger (14, S. 57) führt überdies Magnesit xx von Mitterberg an, worauf auch noch zu achten sein wird. Kollege Matz bereitet eine nähere, systematische Untersuchung der Mitterberger Gangarten vor.

Aus den geologischen Aufnahmen von Trauth (38, Taf. I) im Raume zwischen Saalfelden, Mitterberg und dem Salzach-Längstal und aus Mitteilungen von Redlich (34), geht schon die enge räumliche Verknüpfung von Magnesit-, Eisen- und Kupferlagerstätten klar hervor. Es gibt auch eisenreichere Magnesite und richtige Breunnerite darunter. Wichtig erscheint mir aber die hier schärfer herausgearbeitete Feststellung, daß alle möglichen „Übergänge“ vom Magnesit gegen Siderit belegt sind und daß das, was bisher hier als „Eisenspat“ bezeichnet wurde, auch so hohe Mg-Gehalte aufweist, daß bestenfalls von Sideroplesit gesprochen werden kann. Ganz zweifellos ist das nun vorliegende Untersuchungsmaterial noch recht dürftig und oft sind im Schrifttum ohne nähere Untersuchungen Eisenerze als Siderit angesprochen worden, wie auch rostig anwitternde Gangarten häufig abwechselnd als „Eisendolomit“ oder als „Ankerit“ bezeichnet werden, ohne daß auf Breunnerit, Mesitin u. dgl. geprüft wird. Wir wollen dazu noch vermerken, daß Zepharovich (40, S. 73) vor bald 100 Jahren schon die Feststellung getroffen hat, daß es in diesem Gebiete keine reinen Siderite gibt, sondern bloß Sideroplesit und andere Mischglieder mit noch geringerem Fe-Gehalt.

Ähnlich wie im Salzburgerischen scheinen mir die Verhältnisse im Gebiete von Turrach zu liegen, wo die primären Karbonate auch fast ununtersucht sind und wo ich ebenfalls das reichlichere Vorkommen von Mg-Fe-Mischkarbonaten vermuten möchte.

Die Zusammensetzung der „Eisenspäte“ aus den Bergbauen der Hohen Tauern (Erzwies, Radhausberg, Bodhart, Siglitz, Hoher Goldberg u. dgl.), wie aus alpinen Klüften (Großvenediger) ist völlig unbearbeitet und offen.

Daß wesentliche Mg-Mengen aber auch in steirischen Eisenspäten auftreten, beweisen z. B. Erzanalysen vom Josefistollen bei Gollrad (Nr. 54) und vom Bohnkogel bei Neuberg (Nr. 60), wobei es sich wieder um Sideroplesit handelt.

Klar durchsichtige „Siderit“ xx vom steirischen Erzberg wurden für mich im Donawitzer Labor analysiert: [ $\text{Fe}^{705}$ ,  $\text{Mg}^{112}$ ,  $\text{Mn}^{37}$ ,  $\text{Ca}^{24}$ ]  $\text{CO}_3$ ; mit 12,8 F.E.-%  $\text{MgCO}_3$  fällt auch dieser Eisenspat schon ins Feld der Sideroplesite. Das Mg der Hauwerksanalysen (4 bis 5 Gew.-%  $\text{MgO}$ ) ist also durchaus nicht nur auf dem Erz beigemengte Karbonate aus der Dolomit-Ankerit-Reihe zu beziehen.

Vollkommen durchsichtige Siderit xx aus dem Löllinger Revier des Hüttenberger Erzberges sind ebenfalls kürzlich analysiert worden: [ $\text{Fe}^{736}$ ,  $\text{Mg}^{69}$ ,  $\text{Mn}^{65}$ ,  $\text{Ca}^{14}$ ]  $\text{CO}_3$ , entsprechend nur 83,3 F.E.-%  $\text{FeCO}_3$ , neben 7,8 %  $\text{MgCO}_3$ , 7,3 %  $\text{MnCO}_3$  und 1,6 %  $\text{CaCO}_3$ . Wieder tritt ein beachtlicher Mg-Gehalt schon im reinsten „Erz“ auf.

Über den Chemismus des frischen Erzes — auch hier wurde früher wesentlich Brauneisenerz abgebaut — der gangförmigen Eisenspatlagerstätten aus Augengneis und Wildschönauer Schiefer der Grauwackenzone südlich Schwaz, die Schmidegg (35, S. 56) geologisch näher untersucht hat, sind mir keine Angaben zugänglich.

Mittels optischen Methoden und Dichtebestimmungen sind weiterhin von mir eine ganze Reihe von Karbonaten verschiedener Vorkommen untersucht worden. „Eisenspäte“ z. B. aus Lagerstätten des Lavanttales oder auch das Fe-Karbonat von St. Martin am Silberberg fallen in die Gruppe des Sideroplesits.

Angel (1, S. 311; 2, S. LXXIV; 3, S. CIV) hat auf die bei gleichzeitiger Bildung geochemisch nicht verständliche Trennung von Fe und Mg in unseren Spatlagerstätten hingewiesen und glaubte daraus entgegen den Auffassungen von Redlich (28; 31; 32 und W. Petrascheck (23; 24), denen sich dann auch Friedrich (10; 13) und Clar (7; 8) angeschlossen haben, auf zwei wesentlich altersverschiedene Mineralisierungen, eine ältere Magnesit- und eine jüngere Eisenpatentstehung folgern zu sollen. Friedrich (13, S. 289/290) erkennt diesen Einwand an und vertritt die Meinung, daß innerhalb derselben vererzenden Großphase eben nicht immer und nicht überall ein konstantes Mg/Fe-Verhältnis in den Erzlösungen geherrscht habe und darauf die örtlichen Differenzierungen zurückzuführen seien.

Leitmeier (20, S. 135) argumentierte ähnlich wie Angel: „Auch fehlt ein engstes Zusammenvorkommen beider von größerem Ausmaße; keine Lagerstätte ist zugleich Magnesit- und Sideritlagerstätte, was doch irgendwo der Fall sein müßte, wenn man für beide die gleichen Ausgangsgesteine und Ausgangslösungen annehmen würde“. Dazu muß nun aber auf die Lagerstätten des Typus Schäfferötz /

Werfen verwiesen werden, die nach den Kartierungen von Trauth (38) und Heißel (16, S. 123) zweifellos eine viel größere Verbreitung haben und die nach Friedrich (11, S. 133; 12, S. 15) und Heißel (l. c.) auch metasomatische Verdrängungslagerstätten sind. Sie dokumentieren zwar nicht das von Leitmeier geforderte Nebeneinandervorkommen von Siderit und Magnesit, sondern haben, ganz im Sinne der kristallchemischen Vorstellungen von Angel, richtige isomorphe Mg-Fe-Karbonatmischglieder (Pistomesit — Mesitin — Brunnerit) entwickelt, womit die absolute Gleichzeitigkeit der Bildung wenigstens für diesen Raum bewiesen ist. Ihre Verbreitung ist aber, wie an einigen Beispielen gezeigt werden konnte, eine ungleich größere. Insbesondere Mg nimmt in den „Sideriten“ wahrscheinlich aus dem ganzen Ostalpenraum in einem viel größeren Ausmaße teil, als es bisher bekannt war.

Die in diesem Abschnitte gebrachten Ergebnisse können daher ebenfalls als Stütze für eine einheitliche Genese unserer Eisenspat- und Magnesitlagerstätten angesehen werden.

#### Begleitminerale auf alpinen Spatlagerstätten und Vergleiche

In verschiedenen seiner Veröffentlichungen hat Redlich (28, S. 250; 29, S. 5; 32, S. 35; 33, S. 48) betont, daß auf Eisenspat-, wie auf Magnesitlagerstätten manch seltene Begleiterze und andere Paragenesengefährten sich wiederholen und daß auch daraus auf genetische Gemeinsamkeiten geschlossen werden könne. Für die Magnesite selbst hat Redlich (28, S. 249; 32, S. 37) eine tabellarische Zusammenstellung zu dieser Frage gegeben. Etwas Gleichartiges fehlt für die Spateisenvorkommen. Außerdem ist seit 1914 sehr viel an neuen Beobachtungen, an ganz neuen Entdeckungen dazugekommen, so daß dadurch allein schon eine neue, vollständigere Zusammenstellung ein Bedürfnis darstellt. Redlich hat aber manche „jüngere“ Mineralbildungen bei seinen Betrachtungen überhaupt weggelassen, die, wenn auch als etwas jüngere Vererzungsphasen als die Spatbildung selbst, doch mit der Hauptvererzung, der Lagerstättenbildung in engem Zusammenhange stehen. Gesteinsmagnetit, Kluftmagnetit- und Dolomitkristalle, Strontianit, Zölestin, Quarz xx usw. in der Lagerstätte Oberdorf z. B., gehören demselben Bildungsvorgang an. Oder das Fahlerz von Veitsch kommt — wie auch in anderen Magnesitlagerstätten — durchaus nicht nur in Verbindung mit Quarzgängen vor, sondern auch im Spatmagnetit selbst.

Angaben über diese Mineralvorkommen sind im Schrifttum so verstreut und vielfach unbekannt geblieben, daß selbst Leitmeier (20, S. 135), einer der besten Kenner unserer Spatlagerstätten, kürzlich die Ansicht geäußert hat, daß die Begleitminerale der Magnesit- und der Eisenspatlagerstätten recht verschieden seien. Im selben Sinne hat sich Angel (2, S. LXXV) im Jahre 1939, als er anschließend seine neue und bedeutsame Ableitung der Eisenherkunft aus Stoffwechselvorgängen der Tauernkristallisation bekanntgab, geäußert: „Da tatsächlich die erwähnten Sulfide örtlich und der Abfolge nach mit dem Eisen-

spat (aber nicht mit dem Spatmagnetit) verknüpft sind, muß der Schluß gezogen werden, daß sie aus demselben reagierenden Komplex stammen, in welchem die Tauerngranite ein Glied sind“.

Darüber hinaus schien es mir aber auch lohnend, sowohl das Vorkommen bestimmter Minerale, als das bestimmter Elemente über unsere Spatparagenesen hinaus zu anderen alpinen Lagerstätten zu verfolgen.

Um die Tabelle 2 nicht unnütz und unzweckmäßig in die Länge zu ziehen, sind einige Einschränkungen vorgenommen worden. So wurden nur jene Minerale verzeichnet, die mit der Vererzung, wenn auch als Nachphase, gebildet worden sind. Die Minerale des Altbestandes sind weggeblieben, insbesondere die der Begleitgesteine, die vor der Vererzung schon vorhanden waren. Weggelassen wurden ferner alle Erzeugnisse der Oxydationszone, alle Verwitterungsbildungen in den Bergbauen selbst, wie auf den Halden. Nur dadurch war die Tabelle in eine sachlich konzentrierte Form von noch erträglichem Umfang zu bringen. Gleichwohl soll aber auch hier betont werden, daß z. B. Malachit, ebensowohl wie Kobalt- oder Nickelblüte wertvolle Indikatoren zur Auffindung von gewissen Erzen in unseren Spatlagerstätten darstellen.

Von den Vorkommen kann nur eine kleine Auswahl besser bekannter Lagerstätten gebracht werden. Der Erforschungsstand ist ein sehr ungleicher. Manche sind seit 50 oder gar mehr als 100 Jahren außer Betrieb und trotzdem sind mit alten und neuen Aufsammlungen neuere mineralogische Bearbeitungen erfolgt. Andere Vorkommen stehen noch immer oder erst neuerdings in Abbau und sie sind mineralogisch, über engste Betriebserfordernisse hinaus, unbekannt.

Um Wiederholungen, die bei Anordnung nach Metallen unvermeidlich gewesen wären, zu vermeiden, werden die Mineralarten in der üblichen systematischen Reihung (hier nach Strunz, 1949) vorgenommen. Um den Stoffbestand zusammengefaßt leichter überschauen zu können, wurden die charakteristischen Hauptbestandteile der für die behandelten Lagerstätten nachgewiesenen Mineralarten noch in eine Elementtabelle umgearbeitet.

Die aufgenommenen Mineralnachweise sind größtenteils der Literatur entnommen, nähere Zitate können aus Raumgründen hier nicht gebracht werden. Mir ganz unsicher erscheinende Angaben wurden weggelassen oder mit „?“ gekennzeichnet. Ergänzend wurden einige eigene, noch unveröffentlichte Untersuchungsergebnisse mitverwertet.

#### Tabelle 2 und 3

Eine ausführliche Diskussion der Zusammenhänge wird zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. Hier kann darauf verzichtet werden, da im selben Hefte gerade solche Verbindungen an ausgewählten Beispielen in meiner Arbeit „Mineralogisches zu Friedrichs Lagerstättenkarte der Ostalpen“ bereits untersucht worden sind und weil außerdem sowohl in dieser Radex-Festschrift (z. B. O. Friedrich, E. Clar u. a.) als auch im gleichzeitig erscheinenden Exkursionsführer (Carinthia II) immer wieder auf solche Zusammenhänge unserer alpinen Lagerstätten hingewiesen wird.



	Eichberg / Semmering Arzbachgraben / Neuberg Veitsch Oberdorf Pretalgraben / Turnau Sunk / Trieben Kotalpe / Turrach Radenthein Lanersbach / Tux Entacher / Dienten	Leogang Zinkwand / Vöttern	Rotgülden	Mitterberg Kitzbühel Schwaz Brixlegg	Pillersee / Kitzbühel Schäfferötz / Werfen Höllgraben / Werfen Johnsbach Radmer Steirischer Erzberg Brandberg / Leoben Altenberg / Neuberg Payerbach / Reichenau Oberzeiring Wölch Olša / Friesach Waldenstein Hüttenberger Erzberg	Kliening Radhausberg Siglitz Schellgaden
	M a g n e s i t -,	Ni-Co-, As-,	Cu-,	Fe-	u. Au-	
	L a g e r s t ä t t e n					
Löllingit	.	×	.	.	.	×
Pararammelsbergit	.	×	.	.	.	×
Arsenkies	.	×	×	.	.	×
Gudmundit	.	×	×	×	.	×
Molybdänglanz	.	?	.	.	.	×
Speiskobalt	.	×	×	.	.	×
Chloanthit	.	×	.	.	.	.
Flußspat	.	.	×	×	.	×
Magnetit	.	.	×	.	.	×
Hämatit	.	.	×	.	.	×
Ilmenit	.	.	×	.	.	×
Quarz	×	×	×	×	×	×
Zinnstein	.	×	×	×	×	×
Rutil	.	×	.	.	.	×
Anatas	.	.	.	.	.	×
Brookit	.	.	.	.	.	×
Uranpecherz	.	.	.	.	.	.
Magnetit	×	×	?	.	.	.
Mg-Fe-Mischkarbonate	×	?	.	.	.	.
Siderit	.	?	×	×	×	×
Kalkspat	×	×	×	×	×	×
Dolomit	×	×	×	×	×	×
Ankerit	×	×	×	×	×	×
Aragonit	×	×	×	×	×	×
Strontianit	.	×	×	×	.	×
Witherit	.	.	.	.	.	.
Zölestin	.	×	×	×	×	×
Baryt	×	.	×	×	×	×
Wolframit	.	.	×	×	×	×
Scheelit	.	.	.	.	.	×
Wagnerit	.	.	.	×	.	.
Lazulith	.	.	.	.	.	.
Apatit	×	.	×	.	.	×
Epidot	.	.	.	.	.	×
Titanit	.	×	×	.	.	×
Beryll	.	.	.	.	.	×
Turmalin	.	.	.	.	×	×
Tremolit	×	×	.	.	.	.
Parasepiolith	×	.	.	.	.	.
β-Palygorskit	×	.	.	.	×	.
Apophyllit	.	.	.	.	.	.
Talk	×	.	.	.	.	×
Muskovit	×	.	.	.	.	×
Fuchsit	.	.	.	×	.	.
Leuchtenbergit	×	.	×	×	.	.
andere Chlorite	.	×	×	×	.	×
Hydromuskovit	.	.	.	.	×	.
Adular	.	.	.	.	.	×
Albit	.	×	×	.	.	×
Laumontit	.	×	×	.	.	×
Desmin	.	.	.	.	.	×

Tabelle 3:

Die Hauptelemente (u. a. ohne Al, Be, C, Cr, K, Na) der in einigen Magnetit-, Ni-Co-, As-, Cu-, Fe- und Au-Lagerstätten nachgewiesenen Minerale.

	Eichberg / Semmering Arzbachgraben / Neuberg Veitsch Oberdorf Pretalgraben / Turnau Sunk / Trieben Kotalpe / Turrach Radenthein Lanersbach / Tux Entacher / Dienten	Leogang Zinkwand / Vöttern	Rotgülden	Mitterberg Kitzbühel Schwaz Brixlegg	Pillersee / Kitzbühel Schäferötz / Werfen Höllgraben / Werfen Johnsbach Radmer Steirischer Erzberg Brandberg / Leoben Altenberg / Neuberg Payerbach / Reichenau Oberzeiring Wölsch Olisa / Friesach Waldenstein Hüttenberger Erzberg	Kliening Radhausberg Siggitz Schellgaden
	Magnetit-, Ni-Co-, As-,		Cu-,		Fe- u. Au-	
	Lagerstätten					
Ag	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
As	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Au	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
B	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Ba	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Bi	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Ca	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Co	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Cu	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
F	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Fe	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Hg	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Mg	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Mn	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Mo	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Ni	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
P	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Pb	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
S	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Sb	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Si	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Sn	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Sr	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Te	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Ti	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
U	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
W	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Zn	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .

Beide Tabellen spiegeln eindringlich die Ähnlichkeiten im Mineral- und Elementbestand der Magnetit- und der Eisenspatlagerstätten, aber auch der Zusammenhänge mit gewissen Ni-Co-, As-, Cu- und Au-Lagerstätten wider. Klar ist zu ersehen, daß eine einzige Lagerstätte jeder Gruppe für sich meist nicht den Stoffinhalt der ganzen Gruppe repräsentiert. Gerade die Großlagerstätten, z. B. Sunk für Magnetit, steirischer Erzberg für Eisenspat, zeigen das in ihrer Mineralarmut ganz deutlich. Bei Vergleichen müssen, wie Redlich und W. Petrascheck es schon getan haben, die Lagerstättentypen zusammengefaßt und miteinander verglichen werden. Eine beachtliche

Zahl von Mineralen (Tabelle 2) und erst recht von Elementen (Tabelle 3) kennzeichnen dann die Blutsverwandtschaft. Auch ist besonders zu beachten, daß eine ganze Reihe gerade von beweiskräftigen Bindegliedern erst in allerletzter Zeit bekannt geworden sind. In diesem Zusammenhang sei nur z. B. bei Magnetit auf Zinnober von Entacher/Dienten (Siegl, 1953), auf die Strontiumminerale von Oberdorf (Matz ab 1939), auf Pb-Zn-Sb- und W-Erze von Lanersbach/Tux (Angel-Weiß, 1953), auf Kobaltglanz von Radenthein (Meixner, 1951) oder auf die neuen Beobachtungen in der Hüttenberger Eisenspatlagerstätte hingewiesen.

Diese Blutsverwandtschaft reicht aber weiter zu den perimagnetischen Lagerstätten der Tauern, wie zu den alpinen Kluftmineralparagenesen.

Das gegenüber Redlichs Zeiten gewaltig angewachsene Beobachtungsmaterial ist ein neues Dokument der „alpinen Metallogenese“ (W. Petrascheck) oder der „ostalpinen Metallprovinz“ (O. M. Friedrich). Weiteres Suchen in unseren Spatlagerstätten wird gewiß weitere Ergänzungen liefern, die das Gesamtbild abrunden werden. In diesem Sinne kann die Tabelle 2 auch anregend für Neufunde wirken.

So möge auch diese Arbeit als mineralogischer Beitrag zur im gleichen Heft dieser Zeitschrift veröffentlichten „Lagerstättenkarte der Ostalpen“ meines Freundes O. Friedrich aufgefaßt werden.

### Zusammenfassung

Nach einer Diskussion kristallchemischer Beziehungen bei rhomboedrischen Karbonaten wird die hier gebrauchte Namengebung, speziell der Mischkristallreihen erläutert. — Als Muttergestein der metasomatischen Spatlagerstätten sind nach den geologischen Feldbeobachtungen von E. Clar stets Kalke, nicht Dolomite oder Ankerite anzunehmen.

Die mineralogischen Beziehungen zwischen Spatmagnetit- und Eisenspatlagerstätten der Ostalpen werden auf zweierlei Weise untersucht:

1. Unter Auswertung von CaO-armen ( $< 4$  Gew.-% CaO) Karbonatanalysen des Schrifttums. Das Ca wird parallel als Kalkspat, als Dolomit und als Reinankerit  $\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$  in Abrechnung gebracht (Tabelle 1). Das dann verbleibende Mg/Fe-Verhältnis liefert einen Einblick der Zusammensetzung der Mg-Fe-Mischkarbonate, die als Breunnerite, Mesitine, Pistomesite und Sideroplesite offensichtlich viel verbreiteter sind, als bisher bekannt. Neue eigene Untersuchungen bestätigten das immer wieder. Das primäre Karbonat der Eisenlagerstätten des Typus Schäferötzt/Werfen ist Mesitin! Fast alle „Siderite“ enthalten beträchtlich Mg, so daß sie vielfach richtiger als Sideroplesit, Pistomesit, bzw. Mesitin bezeichnet werden müssen (Mitterberg, Turrach, Neuberg, Lavanttal, St. Martin u. a.). Das hier vorgelegte, sehr erweiterte Material kann als Bestätigung der Auffassungen von Redlich und W. Petrascheck über die genetische Zusammengehörigkeit unserer Magnetit- und Eisenspatlagerstätten angesehen werden.

2. In Tabelle 2 werden für 35 bekanntere Lagerstätten (10 Magnetit-, 2 Ni-Co-, 1 As-, 4 Cu-, 14 Fe- und 4 Au-) aus dem Ostalpenraum das Auftreten von insgesamt 105 Mineralen aus der Erzparagenese registriert. In Tabelle 3 ist dasselbe Material als Übersicht der Verbreitung der chemischen Elemente verarbeitet.

Beide Tabellen bezeugen, wieder im Sinne von Redlich, W. Petrascheck, Friedrich und Clar eine „Blutsverwandtschaft“ der genannten Lagerstätten im Rahmen unserer jungen Ostalpenvererzung.

### Summary

After discussing the crystallo-chemical relations between rhombohedral carbonates the terminology here used, particularly as applied to mixed crystals, is explained. On the basis of geological field observations by E. Clar lime stones rather than dolomites and ankerites should always be regarded as the primary rocks of deposits of metasomatic crystalline magnesite and siderite. The mineralogical relations between deposits of crystalline magnesite and siderite of the Eastern Alps are investigated in two different ways:

1. By utilising the available analyses of CaO-poor carbonates ( $< 4\%$  CaO by weight), dealt with in the literature on the subject. Ca is subtracted as calcite, dolomite and as pure ankerite  $\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$  (table 1). The remaining Mg/Fe ratio affords an insight into the composition of the Mg/Fe mixed carbonates which obviously occur far more frequently as breunnerites, mesitites, pistomesites and sideroplesites than was previously assumed. Repeated recent investigations by the author confirm this. The primary carbonate of the iron ore deposits of the Schäferötzt/Werfen type is mesitite. Almost all of the „siderites“ contain considerable quantities of Mg, so that in many cases, they would more correctly be termed sideroplesite, pistomesite or mesitite as the case may be (Mitterberg, Turrach, Lavanttal, St. Martin etc.) The more ample material here presented can be considered as a confirmation of the conceptions of Redlich and W. Petrascheck concerning the genetic relationship of our magnesite and siderite deposits.

2. In table 2, thirtyfive of the better known deposits, namely ten magnesite, two Ni-CO, one As, four Cu, fourteen Fe and four Au deposits with a total of 105 minerals of this ore paragenesis, are recorded. In table 3 the same material is used, for a review of the occurrences of the chemical elements.

Both tables again confirm in the sense of Redlich, W. Petrascheck, Friedrich and Clar that there is a „consanguinity“ between the above mentioned deposits within the more recent mineralization of our Eastern Alps.

### Résumé

Après avoir discuté les relations chimico-cristallines des carbonates rhomboédriques la dénomination employée dans cet article, surtout en ce qui concerne les groupes de cristaux mixtes, est expliquée. Suivant les observations sur des champs géologiques par M. E. Clar il faut supposer comme rocher mère des gisements métasomatiques de spath toujours la calcaire et non les dolomies ou les ankerites. Les relations minéralogiques entre les gisements de magnésie spathique et ceux de sidérose des Alpes orientales sont examinées suivant deux procédés:

1. En interprétant les analyses des carbonates pauvres en CaO ( $< 4\%$  CaO) de la littérature. Ca est déduit simultanément comme calcite, comme

dolomie et comme ankerite pur  $\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$  (voir tableau 1.).

La proportion restante de Mg/Fe nous initie à la composition des carbonates mixtes de Mg-Fe qui, comme breunnerite, mesitines, pistomesite, et sideroplesite sont en effet à trouver beaucoup plus fréquemment que ne l'est connu. De nouvelles recherches effectués dans ce sens ont confirmé ce fait. Le carbonate primaire des gisements de fer représenté par le type Schaefferöetz-Werfen est du mesitine. Presque toutes les sideroses ont une teneur élevée en Mg de manière qu'ils devraient être qualifiés à juste titre plutôt comme des sidéroplesites, de pistomesites et de mesitine etc. (Mitterberg, Turrach, Neuberg, Lavanttal, St. Martin etc.). Le matériel

disponible mentionné dans cette article confirme l'interprétation de M. Redlich et W. Petrascheck sur la relation génétique de nos gisements de magnésie spathique et de la siderose.

2. Dans le tableau Nr. 2 l'auteur enrégistre pour 35 gisements plus connus (10 de magnésie, 2 de NiCO, 1 d'As, 4 de Cu, 14 de Fe et 2 d'Au-) des Alpes orientales l'existence de 105 sortes des minéraux de la paragenèse de minéral. — Dans le tableau no. 3 le même matériel est utilisé pour démontrer la distribution des éléments chimiques.

Les deux tableaux confirment la „consanguinité“ de tous les gisements dans le cadre de la minéralisation tertiaire Alpes orientales suivant Redlich, W. Petrascheck, Friedrich et Clar.

#### Literaturverzeichnis

- (1) Angel, F., Unser Erzberg. Mitteil. Naturw. Ver. f. Stmk. 75, Graz 1939, 227–321.
- (2) Angel, F., Lehrfahrt auf den steirischen Erzberg. Fortschr. d. Min. 23, 1939, LIV–LXXVI.
- (3) Angel, F., Der Kraubather Olivinfels- bis Serpentinkörper als Glied der metamorphen Einheit der Gleinalpe. Fortschr. d. Min., 23, 1939, XC–CIV.
- (4) Breithaupt, A., Carbonites Pistomesites, kürzer Pistomesit, mit Rücksicht auf Mesitin. Annal. d. Phys. u. Chem. (J. C. Poggendorf) 70, (= 3. Reihe, 10), Leipzig 1847, 146–148.
- (5) Buchrucker, L., Die Mineralien der Erzlagerstätten von Leogang (Salzburg). Z. Kristallogr., 19, 1891, 113–166.
- (6) Buttmann, H., Die Kupferkieslagerstätten von Mitterberg. Freiberg 1913, 1–76.
- (7) Clar, E., Ostalpine Vererzung und Metamorphose. Verh. Geol. B. A., Wien 1945, 29–37.
- (8) Clar, E., Über die Herkunft der ostalpinen Vererzung. Geol. Rundschau, 41, 1953.
- (9) Friedrich, O. M., Über die Vererzung des Nockgebietes. Sitzber. d. Akad. d. Wiss., Math.-nat. Kl. I, 145, Wien 1936, 227–258.
- (10) Friedrich, O. M., Überblick über die ostalpine Metallprovinz. Z. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen im Deutschen Reich, 85, Berlin 1937, 63–75.
- (11) Friedrich, O. M., Tektonik und Erzlagerstätten in den Ostalpen. Berg- und Hüttenmänn. Mh. 90, Wien 1942, 131–136.
- (12) Friedrich, O. M., Überschiebungsbahnen als Vererzungsfächen. Berg- u. Hüttenmänn. Mh. 93, Wien 1948, 14–16.
- (13) Friedrich, O. M., Zur Genese ostalpiner Spatmagnetit- u. Talklagerstätten. Radex-Rundschau, 1951, 281–298.
- (14) Fugger, E., Die Mineralien des Herzogthumes Salzburg. 11. Jahres-Ber. d. k. k. Oberrealschule, Salzburg 1878, 1–124.
- (15) Hegemann, F., u. H. Steinmetz, Die Mineralgänge von Werfen in Salzburg. Centralbl. f. Min., A, 1927, 45–56.
- (16) Heissel, W., Die geologischen Verhältnisse am Westende des Mitterberger Kupfererzerganges (Salzburg). Jb. 1945 d. Geol. B. A., Wien, 117–127.
- (17) Karl, F., Anwendung gefügeanalytischer Arbeitsmethoden am Beispiel eines Bergbaues (Kupferbergbau Mitterberg. Salzburg), Abh. d. N. Jb. f. Min., 1953, 203–246.
- (18) Leitmeier, H., Vorkommen und Genesis des Siderites. Handbuch d. Mineralchemie (C. Doelter), 1, 1912, 433–436.
- (19) Leitmeier, H., Einige Bemerkungen über die Entstehung von Magnetit- und Sideritlagerstätten. Mitteil. d. Geol. Ges. 9, Wien 1916, 159–166.
- (20) Leitmeier, H., Die Magnetitvorkommen Österreichs und ihre Entstehung. Montan-Zeitung 67, Wien 1951, 133–137, 146–153.
- (21) Matz, K. B., Die Kupfererzlagerstätte Mitterberg (Mühlbach/Hochkönig, Salzburg). Mitteilungsblatt der Abt. f. Min. am Landesmuseum Joanneum, Graz 1953, im Druck.
- (22) Meixner, H., Das Mineral Lazulith und sein Lagerstätten-typus. Berg- und Hüttenmänn. Jb. 85, 1935, 1–22, 33–49.
- (23) Petrascheck, W., Die Magnesite und Siderite der Alpen. Sitzber. d. Akad. d. Wiss., Math. nat. Kl., I 141, Wien 1932, 195–242.
- (24) Petrascheck, W., Die alpine Metallogenese. Jb. d. Geol. B. A. 90, Wien 1945, 129–149.
- (25) Redlich, K. A., Über das Alter und die Entstehung einiger Erz- und Magnesitlagerstätten der steirischen Alpen. Jb. d. k. k. Geol. R. A. 53, Wien 1903, 285–294.
- (26) Redlich, K. A., Die Genesis der Pinolithmagnesite, Siderite etc., Tscherms. Min. Petr. Mitteil. 26., Wien 1907, 499–505.
- (27) Redlich, K. A., Der Kupfererzbergbau Seekar in den Radstädter Tauern (Salzburg). Z. prakt. Geol. 19, 1911, 350–355.
- (28) Redlich, K. A., Entstehung und Vorkommen des Magnesits. Handb. d. Mineralchemie (C. Doelter) 1, 1912, 243–253.
- (29) Redlich, K. A., Das Schürfen auf Erze von ostalpinem Charakter. Mont. Rundschau, Wien 1912, Nr. 21 (1–9).
- (30) Redlich, K. A., Der Karbonzug der Veitsch und die in ihm enthaltenen Magnesite. Z. prakt. Geol. 21, 1913, 406–419.
- (31) Redlich, K. A., und O. Großpietsch, Die Genesis der kristallinen Magnesite und Siderite. Z. prakt. Geol. 21, 1913, 90–101.
- (32) Redlich, K. A., Die Bildung des Magnesits und sein natürliches Vorkommen. Fortschr. d. Min. 4, 1914, 9–42.
- (33) Redlich, K. A., Das Bergrevier des Schwarzleotales bei Leogang. Z. prakt. Geol. 25, 1917, 41–49.
- (34) Redlich, K. A., Über einige wenig bekannte kristalline Magnesitlagerstätten Österreichs. Jb. d. Geol. B. A. 85, Wien 1935, 101–133.
- (35) Schmidegg, O., Die Erzlagerstätten des Schwazer Bergbaugbietes, besonders des Falkenstein. „Schwazer Buch“, Schlern-Schriften 85, Innsbruck 1951, 36–58.
- (36) Schoklitsch, K., Beitrag zur Physiographie steirischer Karbonspäte. Z. Kristallogr., A 90, 1935, 433–445.
- (37) Schwiner, R., Die Lagerstätten kristallinen Magnesits und ihre Verbreitung im Gebirgsbau der Ostalpen. Berg- und Hüttenmänn. Jb. 85, 1937, 306–314.
- (38) Trauth, F., Geologie der nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes. Denkschr. d. Akad. d. Wiss., Math. nat. Kl. 100, Wien 1925, 101–212.
- (39) Winchell, A. N. und H., Elements of optical Mineralogy, II. Descriptions of minerals. 4. Aufl., New York 1951.
- (40) Zepharovich, V. v., Mitteilungen über neue Vorkommen österreichischer Minerale. Sitzber. d. kgl. böhm. Akad. d. Wiss., Prag 1865, 63–76.