

## Zur Frage des Alters und der Genesis alpiner Spatmagnetit

Von F. Angel, Graz, und F. Trojer, Radenthein

(Alter der Spatmagnetit. Belege hierzu. Neue Beobachtungen und Fakten zur Frage der Genesis dieser Gesteine.)

(The age of spar magnetites. Supporting evidence. Recent observations and facts regarding the question of the genesis of magnetite spars.)

(L'âge des magnésites spathiques; documentation; des observations et des faits récents concernant la genèse de ces rochers.)

### I. Die Altersfrage

Zur Zeit, da diese Mitteilung geschrieben wird, steht ein mir (Angel) sehr vertrauter Forscherkreis noch auf dem Standpunkt W. Petrascheks (15): Zur großen jungen, ostalpinen Vererzung gehört nicht nur auch der Spateisenstein, sondern ebenso der Spatmagnetit. Metz 1952, Friedrich 1951 (8), Meixner 1953 (13), Clar 1953 (5).

Wir vertraten die Ansicht, der Spatmagnetit verdanke sein Dasein einer alten, etwa variskischen Metasomatose von paläozoischen Kalksteinen des Silur bis Karbon (1) (2) (3) (4); er ist also nicht alpidisch gezeugt; das Magnesium des alten Zyklus geht seine eigenen Wege, nicht paritätisch mit Eisen. Aber an einigen Orten (Wangl Hochalm (3)) gerät ein solches altes, relativ eisenarmes Lager von Spatmagnetit in den Wirbel alpidischer, junger Stoffverschiebungen und es kommt zur Umbildung in exzessiv eisenreiche Mg-Fe-Spatlager. — Eines der Argumente für diese Vorstellungen war das Nichtmiteinandergehen der kristallochemisch so nahen Verwandten  $Mg^{+2}$  und  $Fe^{+2}$  (1). Eine direkte Begründung für die behauptete Altersstellung ergab sich aber seit 1947, als Angel anlässlich des Studiums der Fieberbrunner Spatmagnetit, deren Brocken in jener echten Grundbresche am Kleberkopffuß (Brunnsink) anstehend fand, deren Alter vorläufig dadurch definiert ist, daß sie über Paläozoikum einschließlich Karbon transgrediert und sich übergehend und über ihr jene Stöße roter Sandsteine und Tonsandsteine aufbauen, die in den Nordalpen bereits zu den Werfener Schichten (Skyth) gezogen werden. Also: Diese jüngstens basistriadische, vielleicht schon oberpermische Bresche enthält genau lokalisierbaren Spatmagnetit aus einem der Metasomatose verfallenen Silur-Devon-Schichtpaket des anschließenden Hinterlandes (Weißenstein—Rettenwand—Spatmagnetitzug) und dessen Fortsetzung in Gestalt verschieden großer eckiger Trümmer, sowie von Sand, freiäugig und mikroskopisch sichtbar und bestimmbar. — Wir haben diesen Befund bis heute aus verschiedenen Gründen nicht an die Öffentlichkeit gebracht, aber Angel hat seit 1950 seine Fachgenossen und Freunde Clar, Friedrich, Meixner, Metz von der Existenz solcher Breschen in Kenntnis gesetzt, ohne daß der so bekannt gewordenen Tatsache dieser Existenz Rechnung getragen worden wäre, und zwei meiner Freunde zweifelten die Richtigkeit der Beobachtungen an.

Indes teilten H. Leitmeier (12) und W. Siegl (19) unsere Ansicht über das Alter der eisenärmeren Spatmagnetit. Unterschiedlich ist dabei, daß die genannten beiden Forscher die Spatmagnetit als Sedimente ansehen, und nicht wie wir und die obenverzeichnete Forschergruppe, als Metasomaten nach Kalksteinen nach deren metasomatischer Dolomitierung.

Die Lage komplizierte sich indes dadurch, daß drei verschiedenartige Bildungen in den Fragenkomplex hineinspielen, denen — bestritten oder nicht — Breschennatur zugesprochen wird. Die Studie W. Siegl's (19) hat das streiflichtartig erhellt, und das war auch der Anlaß, weshalb wir uns zum Wort melden.

Wir haben unterschieden:

- a) Die Burgsteinfußbresche = paläozoischer Breschendolomit.
- b) Die „Werfener Basisbresche“.
- c) Die Knollenlagen am Birnhornfuß.

Nachdem Herr Prof. Leitmeier dem einen von uns (Trojer) schon 1953 eine Knolle aus c) freundlich überlassen hatte, und der andere (Angel) analoge Bildungen 1954 im Wochenbrunnergraben studieren konnte, gelang im Hochsommer 1954 eine Exkursion, an der sich Angel, Clar, Leitmeier, Siegl beteiligen konnten; die beiden Letztgenannten führten Burgsteinfußbresche und Birnhornfuß-Knollenlagen vor. Angel führte zu den Basisbreschen am Kleberkopf (= Brunnsink-Bresche). Bezüglich der Brunnsink-Bresche gab es nur eine Meinung: Diese Bresche enthält den Magnetit des Typs Rettenwand als Schuttbrocken in oft rotem Schuttkitt vom Aussehen roter Werfener Schiefer. — Die Burgsteinfußbresche schlugen Siegl und Leitmeier (19) zum Basis-„konglomerat“ der Werfener; wir zeigen, daß sie nicht dahin gehört, sondern ins Altpaläozoikum. — Die Knollenlagen vom Birnhornfuß sehen Siegl und Leitmeier (19) als Gerölllagen an; wir haben diesbezüglich Bedenken und möchten sie eher als konkretionären, salinaren Magnetit betrachten. Hierzu führen wir nun im einzelnen aus:

- a) Die Burgsteinfußbresche = paläozoischer Breschendolomit

An mehreren Stellen zwischen Leogang und Spielhorn-Nordwandfuß tritt im Schichtverband mit alt-



paläozoischen Karbonatgesteinen eine grobblockige Bresche mit dichter Brockenpackung und relativ wenig Grundkitt auf. Daß das nicht Werfener Grundbresche ist, zeigt 1. der Vergleich mit dem Aufbau der Brunnsink- und Schwarzatalbreschen. (Diese siehe weiter unten.) — 2. Die geologische Situation. — 3. Die Petrographie dieser Breschen.

#### Die geologische Situation

Vorbemerkt sei, daß in mächtigen kalkig-dolomitischen Schichtverbänden lagenhafte Einschaltung von Breschen, etwa Kalk oder Dolomit in Kalk- oder Dolomitgrundkitt nichts Ungewöhnliches bedeutet. Bei der erwähnten gemeinsamen Begehung sahen wir Fallblöcke davon am Birnhornfuß im Birnbachtal; doch sind sie triadisch.

Überraschend war indes die Häufigkeit der Anstehendfunde im paläozoischen Komplex des Zuges Spielberghorn—Burgsteinpalfen.

Aus den durch G. Aigner (Frau Dr. Kahler-Klagenfurt) analysierten Schichtfolgen des Pletzergrabens bei Fieberbrunn greife ich die metasomatisch dolomitisierten Orthoceren-Dolomite heraus. Es sind tiefrote, fleischrote, violette, rosafarbige (pflirsichblührote) oder rosa- und weißstreifige Karbonatgesteine, mit oder ohne Glimmerbestege in s, faltig oder ebenplattig, auch netzaderig. Sie enthalten auch Breschenbänke. — Der Werfener Kontakt ist davon weit weg.

Am Spielberg-Nordsporn über der Hörlalm sieht man folgendes Profil von S nach N, teils mit saigerten, teils mit 80° S fallenden Bänken: 1. Roter Orthoceren-(Silur)-Dolomit, 2. Breschenbank aus diesem, mit rotem dichtem Grundkitt (Karbonat!), 3. Brocken von rotem Silurdolomit, schütter verbreitet in hellgrauem Dolomit, 4. hellgrauer feinkörniger Dolomit, dann ein aufschlußloser Geländestreifen. Weiter nach N brauner und weißer Dolomit, alle feinkörnig. Noch weiter im N setzen erst Werfener Schichten ein. Die rosafarbenen Silurdolomite enthalten häufig schwache Tonglimmerfasern mit Hämatitdurchfärbung.

In der Wiegenwand des Spielberghorns enthält der grobkörnige weiße Dolomit eine feinklastische Dolomitbresche aus Bröseln und Bröckeln dieses Dolomits, mit feinem gelben Dolomitgrundkitt. Das ist mitten in der Spielberg-Dolomitmasse, O. vom Kleberkopfgipfel und in 750 m Entfernung südlich vom Werfener Kontakt.

Südlich der Griesser Alm läuft vom J. H. im Spielbergkar (Schreck) nach O ein den steilstehenden Dolomitbänken konkordanter Streifen, in dem größere weißliche Dolomitschollen wechseln mit hellgrau zementierten Breschenbänken. Weiter nach O kann man einer Galerie in 1600—1650 m Höhe folgen, die ganz aus hellen Dolomitbrocken besteht, welche rot dolomitisch gebunden sind. Zwischen dieser Galerie und dem Werfener Kontakt steht noch eine einige hundert Meter mächtige Dolomitwand aus charakteristisch hellblauem Dolomit, dessen Relikte man in spätigen Magnesitgefügen antrifft (Blöcke auf der Hörlalm). Geht man nun weiter ins Gebiet

der Inschlagalpe, so trifft man ebensolche Breschen wieder, aber nun rückt der Werfener Kontakt näher heran.

Im Vogelhalten-Bachgraben zeigt sich von S nach N die steilstehende Folge: Weißer Grobdolomit—Breschendolomit mit weißem, etwas tonglimmerigen Grundkitt — Rotweiß Dolomit — pflirsichblühroter, tonglimmerfaseriger Dolomit — graphitischschwarzer, milder Tonschiefer — weißer Feindolomit, roter Dolomit; der Werfener Kontakt ist weit ab.

Am Sonnkogelgipfel (1730 m) im rosa-weißstreifigflammigen Dolomit eine weiße Breschendolomitbank, darüber hellblauer Dolomit mit spätigem Dolomit- und vereinzelt Magnesitadern (Gipfel).

Am Aberg (NO der Inschlag Alpe) erscheint am NO-Kontakt der Dolomitscholle ein Dolomit-Breschenstreif, der im N mit schwarzem Tonschiefer im Verband steht. Dieser Breschendolomit ist dolomitisch rot und graubraun zementiert und zeigt einen einige m<sup>2</sup> großen, spätig magnesitisierten Fleck! Werfener Grundbresche ist weit weg.

Schmölern Alm ist eine Schlüsselstelle: Am Nordsaum des Schmölern-Dolomits liegt ein Streifen roter, schiefriger Flaserdolomit, darüber Werfener Grundbresche. — Von Schmölern nach S steht das Profil Werfener Grundbresche, grauer Tonschiefer, Breschendolomit, Werfener Bresche, sandiger Werfener Schiefer.

Auch am Nöckelbergweg im Abergabschnitt gibt es eine Stelle, wo unverkennbare Werfener Grundbresche über ebenso unverkennbarem Breschendolomit transgrediert. Nun kann man die Verhältnisse am Burgsteinpalfen-Nordfuß verstehen. Dort liegt unter der steil S fallenden Dolomitscholle des Palfens eine Breschendolomitwand. Dieser Breschendolomit ist derselbe wie der bisher beschriebene mit rotem, dolomitischen Grundkitt. Er ist — wie am Aberg — lokal in Magnesit übergeführt.

Es war die Frage nach dem Aufbau dieses Breschendolomites offen. Trojer hat sie mittels Anschliff und üblichen Bestimmungsmitteln gelöst. Studiert wurde ein nicht magnesitisiertes Breschendolomit von der Basis des Burgsteinpalfens im Bereich der magnesitisierten Zone am Wandfries. Die Anschliffbilder 1—4 illustrieren den Befund. Helle Dolomitbrocken sind von einem roten Grundkitt zementiert. Die Ränder der (eckigen) Dolomitbrocken erscheinen dem freien Auge scharf. Im hellen Dolomit gibt es kleine Kristallkeller, die mit winzigen Dolomithomboedern besetzt sind:  $n = 1.679$ , also reiner Dolomit. Auch die Körnchen der weißen Brocken sind reiner Dolomit ( $n = 1.681 \pm 0.002$ ), die rotfarbige Dolomitcementmasse ist dasselbe ( $n = 1.678—1.680$ ). Die Färbung beruht auf Einschlüssen von Hämatitflittern. Außerdem liegen in dieser etwas porigen Masse feinste serizitische Flitter und einige Quarzkörnchen mit Rutileinschlüssen. Für das Glimmermineral ergaben sich  $n_{\beta} \sim n_{\gamma} = 1.588 \pm 0.003$ ,  $n_{\alpha}$  unter 1.581,  $2V > 35^{\circ}$ ; das weist in Richtung Illit-Hydromuskowit. Der Glimmer liegt in den Dolomit-Intergranularen. Die rote Dolomitsubstanz ist also vergleichbar mit dem Aufbau der



roten, silurischen Tonflaserdolomite, Kalkspat in Körnern oder reliktschen Einschlüssen konnte nicht nachgewiesen werden.

Abb. 1 (Nr. 1777, 100x) zeigt jene amöboiden Dolomitmikroformen, die wir als typisch für metamorph-metasomatische Abläufe in (2) darstellten. — Abb. 2 (1778, 80x) bildet ein Anschliff-Feld ab, in welchem das freie Auge eine scharfe Grenze zwischen weißen Brocken und roter Grundkittmasse wahrnimmt. Im Mikroskop ist diese Grenze kaum erkennbar, weil sie von amöboiden Dolomitmikroformen überwachsen wird, die ja auch den Grundkitt beherrschen. Die untere Bildhälfte mit ihren Zwickelräumen und silikatischen und hämatitischen Einschlüssen bedeutet

der, wie sie lokal am Nordwandfuß des Burgsteinpalfens, sowie am Aberg (zwischen Rastboden und Inschlag Alpe) u. a. O. im Zusammenhang mit solchen metasomatischen Breschendolomiten beobachtet wurde. Für die Richtigkeit dieser Anschauung spricht es, daß man an der erwähnten Rot-Weiß-Grenze darüber gewachsene Dolomit-Körner findet, deren eine Hälfte pigmentfrei ist, wogegen die andere Hälfte die Hämatit- und Glimmerfitter des Grundkittes als Einschlüsse enthält.

Siegl (19) spricht im 1. Abschnitt seiner Mitteilung von diesen Bildungen. Er spricht von „anscheinend gangartigen Bildungen“ von Magnesit „im Konglomerat an der Basis des Werfeners

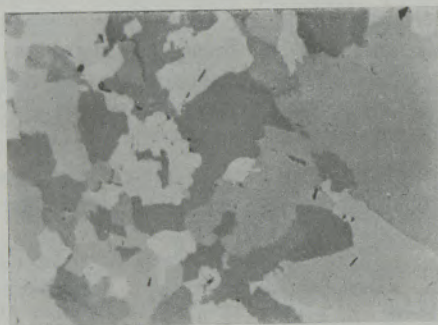


Abb. 1 100x

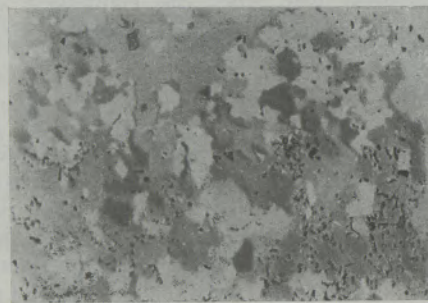


Abb. 2 80x

die rote Grundkittpartie. — Abb. 3 (1779, 80x) zeigt dieselbe Stelle des Präparates unter steiler gekreuzten Nikols; da wird die besagte Grenze von rot und weiß deutlicher sichtbar, aber auch das Überwachsen der Grenze durch Dolomitmikroformen. — Abb. 4 (1780, 80x) unter exakt gekreuzten Nikols läßt die Grenze am schärfsten erscheinen. — So führt die Anschliff-Analyse zum Schluß, daß vordolomitisch eine Bresche vorgelegen habe, die aus hellen Kalkbrocken bestand, zementiert durch kristallin gewordenen roten, tonig verunreinigten Kalkschlamm (Rotschlamm). Die Kalk-in-Kalk-Bresche wurde in einem alten, metamorph-metasomatischen Ablauf dolomitisiert. Beobachtet sind Dolomit I und III dieses Ablaufs (2), in welchen sich allgemein auch die Magnesit-Metasomatose nach Dolomit einglie-

ohne sichtbaren Zusammenhang mit einem Magnesitlager“, das ihm in Blöcken unter dem Burgsteinpalfen entgegengetreten war, und wozu H. Leitmeier „nun auch“ das Anstehende fand. Das ist die gleiche Stelle, die wir meinen, die auch A. Awerzger (Radenthein) bekannt ist, und dasselbe Anstehende, das Ing. Simschitz (Radenthein) schon 1947, Angel seit 1949 kannte. Nach unserer gemeinsamen Aussprache darüber darf man also derzeit sagen: Der Zusammenhang der Blöcke mit einem sichtbaren Magnesitlager steht fest; letzteres ist im Breschendolomit des Burgsteinpalfens enthalten und hat geringe Ausdehnung. Mit dem Ausdruck Konglomerat (Siegl) ist der Breschendolomit mit gemeint. Der Ausdruck „gangartig“ soll nur einen Eindruck wiedergeben, der dadurch erweckt

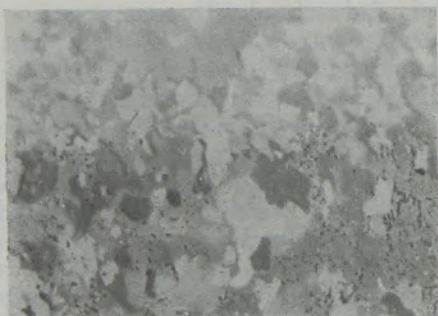


Abb. 3 80x

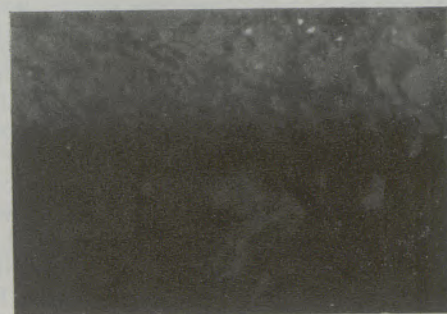


Abb. 4 80x



wird, daß der Magnesit, wo er einbricht, die Breschentextur auslöscht und wie in einem Adernetz verteilt erscheint, aber Gänge im strengen Begriffssinn liegen nicht vor. Der Breschendolomit liegt hier bloß zufällig unmittelbar unter der Werfener Basis, wie lokal noch an wenigen anderen Stellen; aber diese lokal magnesitisierte Bresche ist nicht Werfener Grundbresche, sondern älter; ihr Magnesit ist ebenfalls nicht jünger, sondern älter als Werfen, nämlich jungpaläozoisch wie jener des ganzen Magnesitzuges Weißensteineralpe — Rettenwand — Bürglalm — In-schlagalpe und Nöckelberg.

#### b) Die Werfener Basisbresche

Zwischen dem — hauptsächlich — altpaläozoischen Dolomitzug Wildseeloder—Spielberghorn—Rastboden—Burgstein und der kalkig dolomitischen Trias der Leoganger Steinberge liegt eine im Meridian des Bürglkopfes 4.5 km, in jenem des Burgstein aber nur noch 2.5 km breite, allgemein dem Skyth zugewiesene, vorwiegend rote, sandige bis tonige Sedimentgesteinsdecke. Sie zieht am Fuß der genannten Steinberge nach Osten weiter und hat angefangen von Hütten im Westen bis Pfannegg-Hinterthal keine kalkigen oder dolomitischen, dem paläozoischen Spielberghornzug entsprechenden Anrainer, sondern Tonschiefer mit Diabas- und Spilitlagern. Am Südrand ist dieses Skyth weithinreichend als Basisbresche entwickelt, sobald die paläozoischen Dolomite das Hinterland darstellen. Hingegen kommt es örtlich, wo Dolomithinterland fehlt, zu einer Basiskonglomeratbildung, aber auch nicht durchstreichend. Gegen Osten nimmt die Mächtigkeit etwas ab, so daß Basiskonglomerate unter die Taghaubentrias einstreichend gesehen werden. Im Hangendkomplex des Skyth tauchen — abermals nur örtlich — jene Knollenlagen auf, die von Bresche und Konglomerat auseinanderzuhalten sind und unter c) gesondert behandelt werden.

Der ganze Schichtstoß dieser Gesteine — in den Nordalpen Werfener Schichten genannt — wird örtlich bis 1000 m mächtig; dagegen ist die Mächtigkeit der Konglomerat- und Breschenbänke recht gering, im Schwarzachtal z. B. nur rund 20—40 m bei schuttkegelförmiger Reduktion nach oben hin. — Wenn das alles Skyth ist, dann sollte darunter Perm liegen. Im erörterten Raum sind dafür keine Anzeichen. Aber wenn das nicht durchwegs Skyth ist, sondern etwa Perm dabei, dann wäre der Stoß als vorläufig nicht trennbare Permtrias anzusprechen. Das könnten die tiefsten Teile — die Grundbreschen und Grundkonglomerate, sowie ein Teil der roten, sandigen Glieder der größeren Teufen sein. Über die Petrographie dieser Gesteine ist bisher nur sehr wenig bekannt, so daß ein Eingehen darauf gerade im Hinblick auf die Magnesit-Altersfrage unumgänglich ist.

Trauth (21) hat den Begriff Schattseiner Entwicklung des Werfener Schichtstoßes geprägt: Sie besteht darin, daß unter der Hauptschiefermasse aus körnigen roten Schiefen und Sandsteinen basal Konglomeratlagen anzutreffen sind, die in rotem bis rosarotem Grundkitt mit größeren

weißen Quarzgeröllen und (undefinierten) roten Geröllen liegen, „so daß Verrucano-artige Typen entstehen“, wie etwa in Sonnberg (bei Leogang), oder im Strich Hintertal—Filzensattel—Taghaube, mit bis 5 cm großen weißen Quarzgeröllen bei Schönberg (NO. Dienten). Zwischen Saalfelden und Alm fehlt den Werfern diese Entwicklung. Aber schon im Anstieg Alm—Baleitenkopf wird sie komplexer, als Trauth ausführte. Hier beobachtete Angel entlang der roten Marke zum Pragstein:

Liegend graue Tonschiefer der Grauacke. Darüber eine Grundbresche mit groben Quarzbrocken und grellroten (felsitischen) Brocken, in schlammfeinen, roten Grundkitt. — Es folgt hangend eine bunte Bresche mit fleckig grünem, grauem, graurotem, teilweise schieferigem Zement, darin Brocken von grauen Kalktonschiefen aus dem süd-wärtigen paläozoischen Hinterland, bis 6 cm lang, 2—3 cm dick. Darüber erst liegt das rote, normale Grundkonglomerat mit weißen Quarzgeröllen, und weiterhin Werfener rote Sandsteine im Verband mit graugrünen, lyditbröselreichen Lagen, hellgrüne serizitschiefrige Lagen, schwarzgraue und graugrüne Sandsteine. — Aus diesem Komplex tauchen, wenn man bis zum Sattel Baleitenkopf—Pragstein geht, nochmals die paläozoischen Kalktonschiefer des Pfannegg-Zuges auf. — Wiederholt tauchen in den bunt gewordenen Werfern Bleichzonen auf (Entfernung des hämatitischen Pigmentes), und aus roten Werfener Tonschiefern werden fleckig gelbliche, serizitische Tonschiefer. Die weiter unten söhliche Lagerung richtet sich über Enterbichl saiger auf! Es kommen unter den konglomeratischen Lagen solche mit relativ wenigen großen Quarzgeröllen vor, aber auch solche mit vielen, wechselnd kleinen. Das Hangende der Serie liegt am Baleitenkamm und Mussingsattel. Blaßrosa-feinsandige Schichten schließen nach oben mit feinsandigen, grüngrauen, glimmerreichen Schichten ab. So wie unter dem Birnhorn ist auch hier unter der kalkig dolomitischen Trias des Steinernen Meeres die Lagerung erheblich gestört (Falten). — Ein Problem sind nun die roten Bestandmassen der Werfener Gesteine. Wir haben zwei verschieden grobe Werfener, einen Feinsandstein und einen Tonschiefer aus dem Schwarzleotal, nördlich vom Grundbreschenzug untersucht und verglichen mit Befunden Ognibens (14) an der Pietra Simona und Cornelius (7) an Werfener Schiefen des Schneeberg-Raxgebietes.

#### Roter, toniggebundener Feinsandstein (Werfener Schichten)

Schwarzleotal, nördlich vom Grundbreschenzug. — Düsterporphyrot. — Relativ gröbere Abart, mit kleinen Muskowittäfelchen von etwa 0,25 mm Durchmesser, sowie vielen dunkelroten, bröseligen Feldspatkörnern, hervortretend aber farblosen Quarzen.

Mikroskopische Untersuchung ergibt folgenden Kornbestand:

Quarz stellt splittrig begrenzte Einzelkörner, darunter auch einige wenige Porphy Quarze mit







Die Analysen *Angel* und *Ogniben* sind vollständige Schliffauszählungen mittels Integrationstisch; damit sind die *Cornelius'schen* Kornzahlbestimmungen in 4 beliebigen Schliffbereichen und ohne Rücksicht auf Korngröße nicht gut vergleichbar. Aber in allen Fällen handelt es sich um ein Sediment mit sehr erheblicher Beteiligung von roten verglimmerten Feldspäten, von welchen z. B. und u. a. *Ogniben* auch Oligoklas erkennen konnte, während *Cornelius* in der grünen Abart von Puchberg klaren Albit erkannte, neben den trüben „serizitisierten Feldspäten“. Wenn zudem erwähnt wird, daß Chlorit die Grünfärbung veranlasse, so muß dieses Mineral dort besser vertreten sein als hier, und Puchberg ist wahrscheinlich schon eine metamorphe Form dieser sonst roten Gesteine. — Über die Rotfärbung herrscht Klarheit: Hämatit (für die *Pietra Simona* konnte *Ogniben* dies röntgenoptisch bestätigen). Ebenso ist bei *Ogniben* als Glimmermineral des Grundfilzes Illit erkannt, und ich vermute einstweilen für unsere Werfener glimmerige Substanz dasselbe. — Aber woher kommt die hämatitische Rotfärbung.

Wenn das Hauptmaterial — wie die Kornbestandungsweise zeigen — Quarzporphyrdetritus ist, dann ist die Rotfärbung von dorthier mitgebracht und nicht mehr problematisch. Aber in den nördlichen Ostalpen kennen wir die dazu notwendigen Massen roter Porphyre nicht; auch aus dem heutigen älteren Hinterland-Anstehenden nicht. Es ist bezeichnend, daß sich im Detritus dieser roten Gesteine so überaus wenig anderes fand. Es fehlen sowohl die Karbonatgesteine, und nur recht spurenhaf finden wir Nachweise von Diabas- und Splitdetritus, Lydit, Tonschiefer; Porphyroidmaterial fehlte hier völlig.

#### Roter, feinschiefriger Tonschiefer (Werfener Schichten)

Schwarzeo, knapp nördlich vom toniggebundenen Feinsandstein, tiefrot, dicht, völlig unmetamorph aber von kompliziertem tektonischen Aufbau, der an jenen von Tonschiefern der Kitzbühleralpen erinnert, wie ihn *Sander* von Wildschönauer Schiefertypen beschrieb.

In großer Menge erkennt man wieder die trüben, verglimmerten und mit Hämatit imprägnierten Feldspatkornreste, größer als  $\frac{1}{2}$  Mikron, bis zu 7 Mikren Körnung: Quarz mit Körnung unter 5 Mikren, Hämatittäfelchen von 10 bis 0.5 Mikren Größe. Gleichgeschichtete Tonglimmerfetzchen (Illit), max. von  $25 \times 4$  Mikren Ausdehnung, aber meist viel kleiner. Die Gröb-linge von Muskowit werden hier max.  $50 \times 15$  Mikren groß, und minimal  $15 \times 0.5$  Mikren. — Der seltene Klinochlor:  $0.1 \times 0.015$  mm. Wegen der gesteigerten Kornfeinheit wird der Mineralbestand scheinbar einfacher.

Interessant ist indes der Gewebeaufbau. Zugrunde liegt ein feiner, toniger Rhythmit mit etwa 0.8 bis 0.9 mm Schichtabstand. Die Schichtung wird nur sehr zart markiert durch einen geringen Wechsel der Körnung, und damit einer Verdichtung im Hangend jedes Rhythmus verbunden mit einer grad noch

merkbareren, stärkeren (weil dichteren) Pigmentierung, begründet im Zurücktreten der Feinquarkörner, die an sich farblos sind. Diese Schichtung verfiel einer Scherfältelung, besser durchschaubar mittels Lupe als im Schliff, und erkennbar einerseits an der nun fältelig gewordenen Vorzeichnung ss, aber weiterhin am Aufbau von winzigen, flachlin-sigen Scherkörpern, die Längen von 0.9 — 3.2 mm bei an- und abschwellenden Dicken von 0.03 bis 0.11 mm. Diese flachen Körperchen schieben sich ineinander wie Holzfasern in einem Holzgewebe. Die Fugen des neuen, tektonisch erzeugten  $s = t$  schaffen die Zeichnung eines neuen Rhythmus in Abständen zwischen ungefähr 0.08 bis 0.16 mm. Man kann beobachten, daß die Flächen der Transversal-schieferung  $t$  besetzt sind von feinen, dicht mit Hämatit pigmentierten Glimmerfilmen, insgesamt 5 bis 7 Mikren dick; man kann zwar diesen Glimmerfilm optisch nicht mehr auflösen, aber man sieht, daß Glimmerschüppchen, die noch in  $ss$  stehen, wenn man die Mitte der kleinen Scherkörper betrachtet, in die Schar  $s$  hineingedreht werden. Aus sehr feinen Fältelungen, deren Konturen klaffen, siedelt als Neubildung Quarz und Chlorit (Klinochlor).

Hier, aber auch am Spielhorn-Nordfuß (Aibl Alm — Grießer Alm), im Spielberg- und Schwarzachtal sieht man Basiskonglomerat rein nur wenig vertreten, doch bekommt man es gelegentlich doch zu Gesicht. Es zeigt dann neben den weißen Quarzgeröllen auch rote felsitisch bis quarzporphyrische Gerölle im, wie nach obigem klar wurde, rotem Grundkitt aus wesentlich felsitisch-quarzporphyrischem Detritus. — Wie *Cornelius* (7) folgern auch wir, daß dieser Detritus von einer Decke roten Quarzporphyrs, und nicht etwa von Porphyroiden herkommt; diese Decke hat Zeugen in ihrem Detritus hinterlassen vom Kaisergebirge-Südfuß bis über den Semmering, aber sie ist — man kann sagen — völlig abgetragen worden.

#### Die Werfener Basisbresche vom Schwarzachtal und vom Brunnsink

Geht man von der „Eisernen Hand“ im Schwarzachtal nach S, so bewegt man sich etwa 1700 m durch Werfener Sandsteine und Schiefer mit roter Farbe, wechselnd mit hellgrauen Glimmersandsteinbänken 100 m vor jener Brücke, die über die Schwarzachtal aus der Basisbresche ins Altpaläozoikum führt, das mit hellen, metamorph-metasomatischen Dolomiten einsetzt. Auf ganz kurze Strecke wird aus dem Werfener Sandstein N der Brücke das hier im Tale mächtige Paket der Basisbreschen. Sie sind zu steilem ( $80^\circ$ ) Süd fallen aufgerichtet und überkippt, so daß der helle Dolomit sie steil überlagert. Nach N zu ist der Werfener Schiefer gefaltet, stark gestört aber nicht metamorph, dann legt er sich flach, wirft aber zwischen Eiserner Hand und Fieberbrunn-Pfaffenschwend immer wieder flache, örtlich auch steile Faltenwellen und fällt schließlich nach N unter die Trias des Buchensteins.

Die Bresche enthält fast bloß den hellen Dolomit in faustgroßen und kleineren Brocken, seltener roten Flaserdolomit, keinen Magnetit, Diabas, Porphyroid



usw. des abgelegeneren Hinterlandes, das demnach verhindert war, Schutt- oder Geröllkomponenten zu liefern. Aber sowohl weiße Quarzgeröllchen als rote Felsitkörnchen kommen vor, und Grundkitt ist dieselbe Substanz wie in den Werfener Sandsteinen.

Zweigt man von der Eisernen Hand ab nach SO ins Spielbachtal, so durchschreitet man abermals den Werfenerkomplex. Die Dolomitmasse Kleberkopf—Bürglkopf, die den Rettenwand-Magnesitzug enthält, veranlaßt hier anders als im Schwarzachtal eine hohe Talstufe, vor welcher sich der Spielbergalm-Karrenweg in Wegschlingen hinanzieht. In diesen Wegschlingen liegt der Brunnsink, ein Talkessel, in welchen vom Kleberkogel her wilde Rinnen einziehen, welche die an der Kleberdolomitwand sich aufbäumenden Grundbreschen durchreißen. Darin und an den Rinnenausläufen findet man die Grundbreschen mit Magnesit neben Dolomit in großen Blöcken am Anstehend.

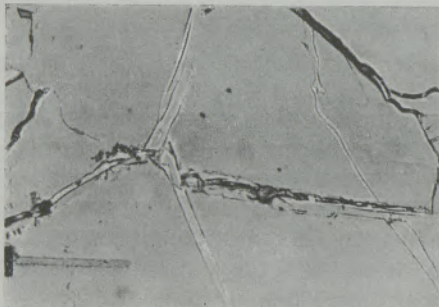


Abb. 5

80x

Der Brunnsink ist eine zweite ganz bedeutende Schlüsselstelle. Diese Grundbresche ist polymikt wie jene des Schwarzachtals. Man kann hier Stücke sammeln, die nebeneinander folgende eckige und scharf begrenzte Trümmer enthalten: Gelben, braunen, grauen und roten feinspätigen Magnesit gelegentlich mit Dolomitroßzähnen, oder mit Relikten eines hellblauen, hellgrauen Dolomites. — Brocken dieser Dolomite mit oder ohne Magnesitrestchen, rot-weißen Flaserdolomit, spärlich schwarzen Kiesel-schiefer und graubraunen Grauwackesandsteinen, ebenfalls spärlich hellgrüne und rote quarzreiche serizitische Dachschieferbrösel. Diabas und Porphyroid fehlten wie im Schwarzachtal. Die genannten Gesteine ließen sich leicht mit dem Anstehenden des Kleberkopf-Bürglkopfzuges identifizieren. Das Mengenverhältnis der genannten Komponenten wechselt in den Blöcken, ebenso die Brockengröße, bis zu Sandkorngröße. Aber auch der Grundkitt wechselt. Man findet Blöcke mit rotem Grundkitt und weißen Quarzgeröllen, siegellackroten Felsitbröseln- bis Bröckeln, Feldspat- und Quarzsand, und wieder solchen, in welchen diese Anteile bis zum Verschwinden zurücktreten. Sehr oft ist in solchen Breschen Aragonit zu treffen. Er kleidet drusenhaft eckige Hohlräume zwischen den Breschen-

trümmern aus oder durchwächst in Nadelbüscheln den porigen Grundkitt.

Die Anschliff- und Kornuntersuchung ergab:

Probe 1 (1317). Graue bis graubraune Werfener Grundbresche. Brunnsink.

Grundkitt: Graubrauner Sand aus Bröseln von Magnesit, Quarz und verkittendem feinem Aragonit.

Einzeimentiert: Brocken (mehrere cm  $\varnothing$ ) von graubraunem Magnesit mit Rissen, die durch Aragonit ausgeheilt sind. (Von diesem Magnesit auch Sandkörnchen, deren Risse mit Aragonit verheilt sind.) Die Körnung der Magnesitbrocken ist 0.5 mm und feiner, wie oft in Rettenwand-Magnesiten.

Rosarot - fleckiger Quarz, eckig - lappig, 16 $\times$ 10 mm. — Weißer, blaßrosa fleckiger

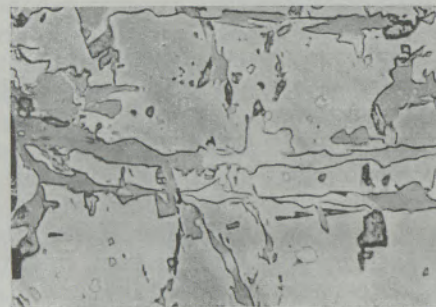


Abb. 6

80x

Quarz, isometrisch 7 $\times$ 7 mm nicht ganz gerundet.

Grauroter, quarzreicher, serizitischer Schiefer der Grauwacke.

Kirschkerne großer, runder weißer Quarz, in verschieden große Trümmer zerbrochen, die mit Aragonit verheilt sind. Zahlreiche hellrote Sandkörner, 1.5 $\times$ 0.5 mm  $\varnothing$ , felsitisch, glimmerig zersetzt.

Derbe, weiße, eckige Quarzkörnchen.

Muskowitblättchen, 1/2 mm  $\varnothing$ . verstreut nicht sehr häufig.

Serizitführender Sandstein der Grauwacke.

Roter quarzreicher Dachschiefer in Bröseln. Zahlreiche Aragonitbüschel, eingewachsen. Die Abb. 5—11 bringen dazu Einzelheiten zur Darstellung.

Abb. 5 (1849, 80x) Quarz, zersprungen mit eingewachsenen Muskowittäfelchen.

Abb. 6 (1850, 80x) Quarz, zersprungen, mit Aragonit-Ausheilung.

Abb. 7 wie 6 mit Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> geätzt.



Abb. 8 (1851, 160x) Quarz, zersprungen, gute Splitterformen. Aragonit-Ausheilung.

Abb. 9 (1852, 160x) Quarz, zersprungen, mit Aragonit ausgeheilt. Im Aragonit eingeschlossen Brösel von Magnesit, der vor der Aragonit-Kristallisation in die Risse hineingedrückt wurde.

Abb. 10 (. . ., 80x) Magnesit, zerbrochen, mit Dolomit-Relikteinschlüssen, durch Aragonit ausgeheilt.

Abb. 11 (1853, 160x) Strahliger Aragonit auf Hohlräumen.

Zement, der überreich Aragonit und Limonit enthält.

Probe 3. Brösel von Magnesit werden von Aragonit umwachsen. Der Magnesit ist porig durch Auslaugung der Dolomitanteile, wie oft an der Tagesoberfläche der Rettenwand-Magnesite. Auf die schon freiläufig erkennbaren Breschenmuster ohne problematische Komplikationen wird nicht weiter eingegangen, da die vorangestellte Beschreibung hinreicht.

Man kann fragen, was der viele Aragonit in den Breschen bedeutet. Diese Frage muß im Zusammen-

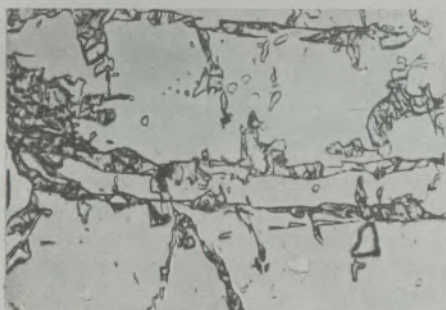


Abb. 7 80x



Abb. 8 160x

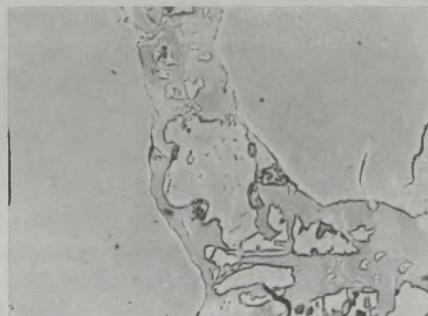


Abb. 9 160x

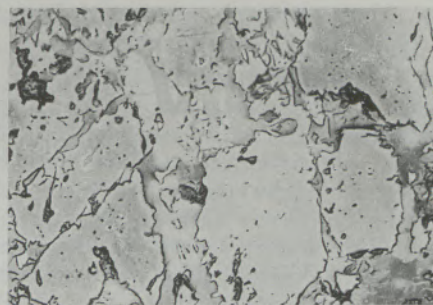


Abb. 10 80x

Zur Kontrolle, ob Magnesit durch Zerbrechen Kornformen ergibt, wie in Abb. 9, wurde grobkristalliner Radentheiner Magnesit mittels Handpresse zerdrückt, und die mittels 16.000 Maschen-Sieb abgetrennte Fraktion von  $\varnothing = 45 \mu$  und kleiner im Mikroskop geprüft. Diese Splitter zeigten nur vereinzelt Begrenzungen durch (1011); meist dagegen Formen wie Glassplitter, mit bogigen oder gekerbten Rändern, ganz ähnlich wie in Abb. 9, wo die Splitter von Magnesit gleiche Größenordnung haben (12 bis 120  $\mu$ ).

Probe 2. Weiß-rote Werfener Grundbresche (wegen des anomalen Aussehens untersucht). Bräunliche Magnesitbrocken in gelblich-weißem

hang mit den Magnesiten des Rettenwandzuges behandelt werden. Schon Redlich (16) bemerkte kurz, daß gewisse Rettenwand-Magnesite, die „von der Oberfläche stammen“ etwas entkalkt seien. Nun ist der Kalk der Magnesite, wie wir in (2) zeigten, wesentlich an Dolomit gebunden, nicht an Kalkspat. Im Bereich der Oberflächenverwitterung wird dort nachweislich der Dolomit ausgelaugt, und der Magnesit wird als Gestein exzessiv kalkarm, dabei so mürb und porös, daß Hammerschläge darauf dumpf klingen und den Magnesit pulvern. Dasselbe Verhalten zeigen die Magnesittrümmer in der Basisbresche. Die Dolomit-Auslaugung ist in beiden Fällen junge Oberflächenerscheinung. Aber die Magnesitlager dieses Zuges sind klüftig und überdies „drusigporös“. So finden wir dann ebensowohl in den Magnesitzügen, als in den Magnesitführenden



den Breschen eine mit der Dolomitauslaugung junge, kontemporäre Aragonit-Besiedelung. In dieser Beziehung ist auch eines weiteren Auslaugungsvorganges zu gedenken: Oft findet man in den Breschen Dolomitbrocken, die scharenweise zentrale Hohlräume haben; oft steht vom Dolomitbrocken nur mehr die an den Grundkitt grenzende Wand; der Hohlraum kann leer sein, oder von Kristallrasen drusig ausgekleidet. Zuweilen sitzen darin wieder Aragonite. Das Problem dieser gehöhlten Brocken ist noch offen. Petraschek sen., Leitmeier, Siegl, nun auch Clar kennen die Erscheinung auch und haben

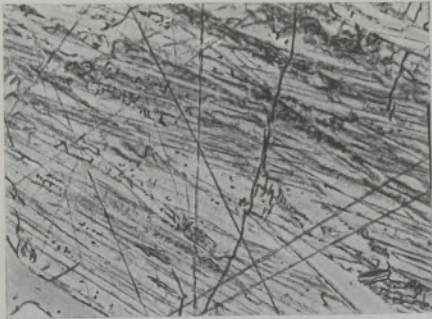


Abb. 11 160x

dafür ebenfalls noch keine Lösung. Betont mag werden, daß alle diese Dolomite, soweit wir sie geprüft haben, aus dem metamorph-metasomatischen Ablauf stammen (typische amöboide Kornformen).

Die besonderen Lagerungsverhältnisse im Spielbachtal haben es dort ermöglicht, daß die Magnesite des Rettenwandzuges i. w. S. samt den Begleitdolomiten in die Grundbresche sedimentiert werden konnten. Schon im Schwarzachtal ist diese Möglichkeit zu Beginn des Skyth oder der Permotrias nicht gegeben gewesen, da dort der Magnesitzug durch die ganze Breite eines Dolomitgebirges der paläozoischen Zeit von der Abtragung und Förderung nach N, in den Sammelbereich der Basisbresche, geborgen war. Im Spielbachtal aber war er exponiert. Uns ist derzeit keine ähnlich günstige Situation für die Lösung der Magnesit-Altersfrage bekannt. Um so größer ist die Bedeutung der Befunde. Daß hier fertiger Magnesit in eine voralpidische Bresche sedimentiert wurde, kann nicht mehr angezweifelt werden. Daß dieser Magnesit zu den Spatmagnesiten der Grauwackenzone gehört, ist evident. Er gehört ja zum Magnesit-system Fieberbrunn—Leogang; sein besonderes Aussehen verdankt er, wie wir in (2) zeigten, einer Mylonitisierung auf lokaler Strecke (Weißenstein Alpe—Kleberkopf). Er wird, was auch schon Redlich (17) beschrieb, von einem südlichen Parallelzug begleitet (Hörndler Niederalp), der die tektonisch untangierte normale, grobe Spätigkeit besitzt, und die Ostfortsetzung nach Leogang (Nöckelberg, Inschlagalm) hat ebenfalls wieder die gewöhnlich zu beobachtende Spätigkeit.

Die Brunnsinker Basisbresche beweist, daß die Magnesite des erwähnten Zuges paläozoischen Alters

sind. Unsere Freunde werden diese Tatsache zur Kenntnis nehmen müssen und genötigt sein, ihre bisherige Stellungnahme zu revidieren. Die Konsequenzen sind weittragend.

Siegl (19) fand im Wildbachschutt des Rettenbaches bei Hütten-Leogang einen Brocken Basisbresche solcher Art und bezog den darin enthaltenen Magnesit auf die Rettenwand-Magnesite. Seinen Ausführungen stimmen wir bei. Dieses Breschenstück hat entweder eine lange Reise hinter sich (Brunnsink—Hütten—Rettenbach etwa 20 km Luftlinie), oder es gibt noch eine nähere Stelle, wo Magnesit in der Basisbresche vorkommt, was gegenwärtig noch nicht bekannt ist. Rettenwandmagnesit ist hier, ganz im Sinne Siegls als Typus zu nehmen. Von der Lokalität Rettenwand konnte der Magnesit nicht in die Basisbresche kommen, wohl aber von einer anderen Stelle des Rettenwand-Magnesitzuges.

#### c) Die Knollenlagen am Birnhornfuß

Den Herren H. Leitmeier und W. Siegl danken wir für zweierlei: Für die Überlassung einer Magnesitknolle an Trojer und eine gemeinsame Begehung des Vorkommens im Birnbachgebiet mit Clar und Angel, sowie eine anregende Aussprache darüber.

Vergleichend ist die Lage folgende: Die örtlich magnesitisierten Breschendolomite a) liegen im dolomitisierten Altpaläozoikum unter den Werfener Basisbreschen b). Diese wieder liegen an der Basis der (Permo)-Trias bzw. des Skyth. Und erst in den hangenden Skyth-Horizonten, unter den tiefsten Schichten der kalkig-dolomitischen Trias (Gutensteiner Kalke), aber nicht im Kontakt mit diesen, sondern etwas tiefer, liegen die Werfener Bänke mit den Magnesitknollen. In mehrere Zehner von Metern Mächtigkeit konnten wir an der von Siegl (19) genannten Stelle im Anstehenden Einsicht nehmen.

Das Muttergestein ist feinsandiger, roter Werfener-schiefer in schräg fallenden Bänken. Darin heben sich gelbe, braungelbe, braune, auch sehr dunkle Knollen eines fein- aber sichtbar kristallinen Magnesites ab. Form und Größe wechseln. Häufig sind die Umrisse nicht scharf vom Werfener Rotsand bis Rotschlamm abgesetzt, sondern weich und unscharf. Immerhin waren doch auch Knollenanschnitte zu finden, die so scharfe, glatte Ränder hatten, wie ein Geröll in einem Konglomerat. Größen: wie eine Erbse, Bohne, bis Kinderfaust. Form: kugelig, ellipsoidisch, keulig, schüsselförmig, walzenförmig, unregelmäßig-knollig. Verteilung bankweise locker, oder dicht gedrängt in Schwärmen. Der Magnesit dieser Gebilde ist — wie Siegl (19) angibt — sehr rein. Soweit wir Einblick nehmen konnten, fehlen Roßzähne und Verunreinigungen anderer Natur.

Diese Gebilde beschreibt Siegl als Gerölle und äußert: „Eine junge Magnesitisierung paläozoischer kalkiger oder dolomitischer Gerölle des Werfeners erscheint schon durch die Feststellung mehrerer Varietäten von Magnesit unter den Geröllen völlig ausgeschlossen“. Dem möchte ich (Angel) beipflichten, denn wie sollten, nachdem die liegenden roten Wer-



fener Sandsteine über den Basisbreschen b) keine Gerölle solcher Gesteine enthalten, nun in so hohem Niveau auf einmal welche angeliefert worden sein?

Aber dagegen, daß diese Gebilde Gerölle seien, haben wir Bedenken. Es fällt uns auf, daß nur Magnesit als Geröll auftreten soll; auch die ausgefallenen Formen und die so häufig unscharfe, so selten scharfkurvige Begrenzung stört uns.

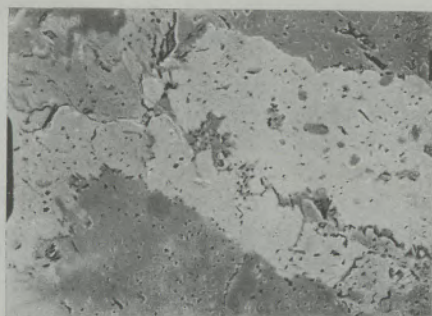


Abb. 12 100x

Eine Anschliff-Untersuchung an einer nußgroßen Knolle gab folgenden Befund. Die Magnesitkörner sind schwach zonar gebaut mit  $n_o = 1.698$  im Kern und 1.703 in der Rinde. Also sehr reiner, außen nur wenig eisenhaltiger Magnesit. Diese Körner enthalten Einschlüsse derselben Kornsorten, wie der die Knollen umschließende Werfener Feinsandstein: Quarz, herrschend, daneben glimmerige Blattsilikate, Rutil und Goethit. Zum Teil werden diese Einschlüsse an den Magnesitkorn Grenzen angereichert. Die Knollen zeigen u. d. M. wolkigen Umriss aber scharfe Korngrenzen. Auch kleine Einschlüsse vom Werfener Gewebe wurden beobachtet. Abb. 12 (1793, 100x), gibt das Bild einer Kristallsprossung mit teilweiser Ausscheidung von Einschlußmaterial nach außen, einem Vorsichherschleichen von Unreinigkeiten durch das wachsende Korn. Redolomitisierung (2) fehlt, und ganz selten findet man Einschlüsse von Dolomit I (2). — Abb. 13 (1794, 300x) zeigt die Zonenstruktur des Magnesites mit eisenreicherer Rinde und abermals Blattsilikate am Kornrand. Abb. 14 (1795, 300x) stellt einen in dem Werfener Grundkitt

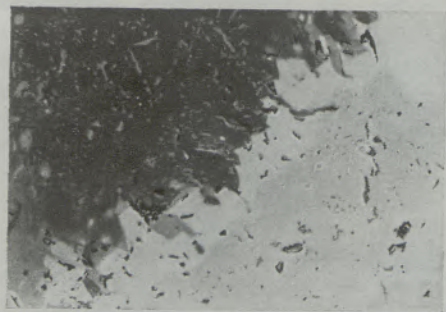


Abb. 13 300x

(Quarz, Blattsilikate, Rutil, Goethit) gesprossenen Magnesit-Einkristall dar, der Blattsilikate einschließt, Quarz beiseiteschob, und ohne Zusammenhang mit einer Knolle im Grundkitt schwebt. Die Umrißlinie ist die eines Belteroblasten. — Die Splitterquarze des Werfener Sandsteins haben Grit-Form, die Umrisse tragen konkav begrenzte Zähnen, zwischen welchen sich glatte, konvexe Bögen spannen, erst kleinste Körnchen im Glimmerfilz erscheinen rund, ungezähnt. Die Durchmesser der größeren Quarze verhalten sich zu jenem der Magnesite wie 1:4, 1:6, 1:7, 1:60. Wir halten dafür, daß diese Magnesitknollen und Körnchen paradiagenetisch im Werfener Substrat gewachsen sind (vgl. dazu Sander, Gefügekunde II, S. 339), und daß es sich bei den größeren, geröllförmigen Knollen um Konkretionen in erster diagenetischer Phase handelt. (Vgl. C. W. Correns, Einführung in die Mineralogie (1949), S. 258.) Bei dieser Entstehungsart wäre es auch möglich, daß einige Knollen im Sediment gerollt oder gewalzt werden und dabei scharfe „Geröll“ränder bekommen. Der Horizont, in welchem diese Knollenlager vorkommen, ist derselbe, aus dem C. W. Gümbel (9) vom oberen Wochenbrunnergraben (Südhang des Kaisergebirges unter Gaudeamushütte) bei Elmau folgendes schrieb: . . . „dagegen fand sich bei der Analyse eines äußerlich sehr ähnlichen Gesteins aus den oberen schieferigen, sehr intensiv roten Werfener Schiefer des Wochenbrunnergrabens . . . eine höchst merkwürdige Substanz, nämlich dichter Magnesit, Analyse Ass. Adolf Lehmayr:

SiO <sub>2</sub>	2.04	CaO	Spur
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.84	K <sub>2</sub> O	0.77
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.92	Na <sub>2</sub> O	0.52
MnO	1.04	CO <sub>2</sub>	47.72
MgO	40.01		100.86

Eisen z. T. als Oxydul. — Dieser Magnesit, den ich selbst vor Jahren gesammelt habe, kommt in knolligen Lagen in nicht unbeträchtlicher Menge vor. Ich vermute, daß er in den Werfener Schiefer an mehreren Orten sich vorfindet . . .“

Angel besuchte diese Fundstelle und findet die Knollenlager hier und dort analog. Aus der Analyse sieht man, daß die Knollen ebenfalls mit Werfener Grundkittsubstanz verunreinigt sind. Daß der Haupt-

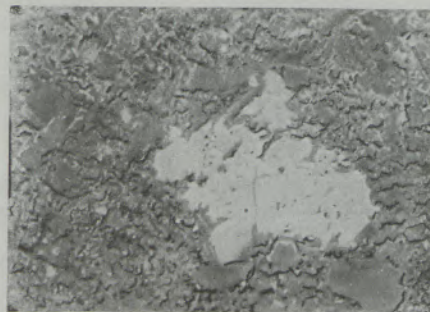
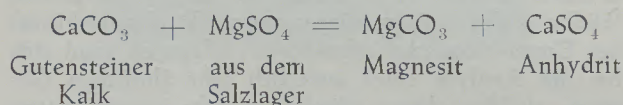


Abb. 14 300x



anteil des Eisens auf Hämatit oder Goethit entfällt, geht aus der Proportion  $(\text{MgO} + \text{FeO}) : \text{CO}_2$  hervor. Der Magnesit ist ebenso eisenarm wie jener des Birnbachgrabens.

Auf diese Knollenmagnesite trifft auch die Äußerung Redlichs von 1934 unverändert zu (Zeitschrift Prakt. Geologie 42, 1934, H. 10/11. Die Typen der Magnesitlagerstätten, S. 3 bis 4): „In den Werfener Schichten der Alpen und im Buntsandstein der außeralpinen Trias sind Schnüre von Magnesit und Dolomit bekannt (Foullon 1888). Immer begreiflich als salinare Bildungen, da ja jene Schichten Muttergestein der Salzlagerstätten sind. So sehen auch wir diese Knollenlagen als echte, sedimentierte Magnesite in einem Horizont an, der unsere alpinen Salzlagerstätten birgt; darin haben wir bei Landl Magnesit im Werfener Gips (Petrascheck), im Kaswassergraben bei Großreifling Magnesit und Gips nicht weit auseinander, in Hall in Tirol Anhydrit und Magnesit (Breunnerit) beieinander, wobei örtlich salinar-metasomatische Umsätze das Bild komplizieren, so nach Gorgey etwa in Hall sekundär:



Bei den Magnesitknollen glauben wir, daß sie primär aus dem Seewasser abgeschiedene Sedimente sind. Die Bedingungen direkter Dolomit- und Magnesitabscheidung aus Binnenmeeren wurde in letzter Zeit von russischen Forschern im Kaspischen Meer studiert (Referat v. Raupach in „Geologie“, Berlin 1953). So stellen wir uns die Knollengenesen vor. Es wäre im Ablauf auch möglich, daß örtlich erstlich ausgeschiedener salinärer Dolomit im sedimentären Zyklus zu Magnesit metasomatiert wurde (Dolomitrelikte in Magnesit). — Der MnO-Gehalt (Hall in Tirol 1.5 %, Elmau-Wochenbrunnergraben 1.04 %, Kaswassergraben 0.5 %) von gleicher Größenordnung schließt diese Magnesite ebenfalls zusammen. — Ihr Alter wäre nach dem Gesagten aber nicht paläozoisch, sondern mesozoisch. Um ihre Bildung zu begreifen, braucht man keine Magnesium-Anreicherungen aus vulkanischen Quellen.

Wir fassen zusammen.

Die Breschendolomite und ihre Magnesite in den Kitzbühler Alpen sind Glieder eines paläozoischen, metamorph-metasomatischen Ablaufs aus der varistischen Orogenese, sie sind von jüngeren Basisbresche wohl unterscheidbar, liegen unter jüngeren Komplexen und sind auch am Hüttener Burgsteinpalfen keine Zeugen für junge (etwa alpidische) Magnetisierung, sondern das Gegenteil.

Unbezweifelbare Zeugen alter (paläozoischer) Magnesit-Metasomaten, allgemeiner gesprochen Magnesit-Genese, sind bisher allein die Brunnsink-Basisbreschen der Werfener Schichten. Die Tatsache ihrer Existenz ist von weitesttragender Bedeutung für das Problem nicht nur der Magnesite selbst, sondern auch für das Gesamtproblem der „alpidischen

Metallogenese“ und zwingt auf diesem Gebiet zu Revisionen und neuen Konzeptionen.

Die Knollenlagen von Magnesiten am Fuß der Leoganger Steinberge und im Wochenbrunnergraben sind keine Konglomerate, sondern primär-sedimentierte, paradiagenetisch in die heutige Form gebrachte Magnesitabscheidungen, allenfalls mit nur örtlichen und unbedeutenden Metasomaten des sedimentär-metasomatischen Ablaufs. Es liegen Salinare-Magnesite vor.

## II. Zur Frage Spatmagnetitgenese

Zur Zeit ist die Diskussion, ob die Spatmagnetitlager\* unserer Alpen sedimentär gebildet wurden, oder metasomatisch, wieder lebhaft (2) (3) (5) (6) (8) (12) (15) (18). Eine größere Publikation W. Siegl's zugunsten der Sedimentationshypothese steht noch aus, ist aber hoffentlich bald zu erwarten (22)\*\* — Wenn wir noch vorher uns neuerlich dazu äußern, so namentlich deswegen, weil wir neues Material zur Ergänzung und Stützung für unsere in (2) ausgeführten Gedankengänge haben, die uns als ebenso unabänderliche Tatsachen erscheinen, wie die Brunnsinkbresche.

### a) Dolomitkornformen des metamorph-metasomatischen Zyklus

In (2) stellten wir die amöboiden und Lagunen-Atoll-Kornformen dieses Ablaufes jenen des sedimentär-metasomatischen gegenüber, die einfache Pflastersteinformen sind. Wir zeigen hier nun, daß diese obigen Formen weiter verbreitet sind, als unsere wenigen Musterangaben in (2) beurkunden. Wir fanden sie in neuen Präparaten aus verschiedenen Proben jenes so imposanten Dolomitisierungsbereiches der paläozoischen Kalke der Kitzbühler Alpen zwischen Fieberbrunn und Leogang, deren Bedeutsamkeit W. Petrascheck seit Jahren gesprächsweise vor jedem fachmännischen Forum betont. Wir fanden sie aber auch in den Dientner Bergen, immer dort, wo Verbände Dolomit-Magnesit bestehen, denen sich im untersuchten Raum Alm—Goldegg—Dienten auch Kalke zugesellten. Es wird also deutlich, daß für die genetisch verbundene Folge Kalk—Dolomit—Magnesit die obenerwähnten, besonderen Dolomitformen regionale und allgemeingesetzliche Bedeutung haben. Diese Behauptung gewinnt desto höheres Gewicht, je zahlreicher die beigebrachten, ortsverschiedenen Beispiele sind. Der Lagunen-Atoll-Formtyp erschien uns vordem selten gegenüber dem amöboiden; wir haben seither auch ihn mehrfach und an verschiedenen Orten gesehen und belegen dies mit Beispielen. — Womit diese Formung zusammenhängt — worüber wir uns in (2) noch nicht äußerten — haben wir in-

\*) Gemeint: die der alpinen Grauwackenzone.

\*\*) Erschien, während wir die Korrekturen unserer Studie erledigen. — Wir werden zu gegebener Zeit dazu noch Stellung nehmen, was uns im Augenblick aus technischen Gründen nicht möglich ist.

Die Verfasser



zwischen auch erkannt und werden es erörtern. Nun die neuen Belege:

Bürglkopf SO-Sporn, in 1650 m Höhe, nahe verzettelten Magnesit-Ausbissen. Blaugrauer Dolomit, Körnung 0.44—0.66 mm (Präparat 1313). Der Anschlag zeigt neben sehr typischen Amöbenformen auch Lagunen-Atoll-Formen der Körner. Das Gewebe schließt Zeilen von Sedimentquarz-Körnchen ein, begleitet von Serizit (als Allgemeinbezeichnung für feinstblättrige Silikate der Glimmergruppe einschließlich Illit und Hydromuskowit) und etwas Graphit. Keine Kalkrelikte.

N. vom Prangergraben. S. vom Magnesit der Rettenwandalpe. Hellgrauer, flaseriger Dolomit. (Präparat 1311). Dolomitkornformen sowohl amö-

Aber auch im Bereich der Lagerstätte Inschlag Alpe (bei Leogang) zeigt sich amöboid gewachsener Dolomit (Präparat 1295c). Vergl. Abb. 16 (1873, 100x). In den roten, flaserigen Schieferdolomitlagen, die im Hangend der Magnesitlagerstätte anstehen (Dünnschliff), wurden ebenfalls amöboide Dolomitkörner festgestellt. Auf Sohle I fand Herr Obersteiger Kaspar einen Pinolit-Dolomit. Dicht gedrängte Schwärme von Dolomitkörnern in Gestalt und Größe von Pinolien nisten hier in einem milden, schwarzen, graphitreichen Tonschiefer. — So wie zum Pinolitmagnesit findet man auf Inschlag auch zu den Bändermagnesiten Gegenstücke, und zwar im erwähnten roten Schieferdolomit. Das Ausmaß ist aber nur mikroskopisch. Mehr darüber bei anderer Gelegenheit.

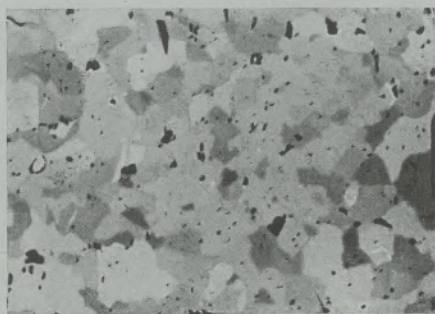


Abb. 15 200x

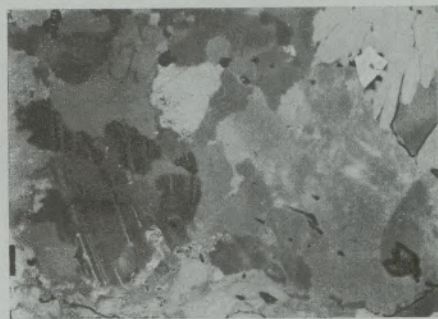


Abb. 16 100x

boid als Lagunen-Atoll-Formen. Dieser Dolomit überwächst lockere Filze von Serizits; nicht selten findet man Goethit nach Pyrit, ferner wurde ein Körnchen Kupferkies beobachtet. Winzige, leere Schwundwickel sind häufig.

Bürglkopfgipfel 1730 m, weit N. vom Magnesitlager (Präparat 1312) Abb. 15 (2155, 200x). Pfirsichblühroter Dolomit, flaserig. Die Dolomitkörner sind klein und amöboid. Keine Kalkspatreste. Wie auch das Bild erkennen läßt, sind winzige Hämatitfädelchen, die besonders in den serizitreichen Flasern vorkommen, Färbungsursache.

Diese Beispiele erweitern den Bereich der amöboiden und verwandten Formen weit über die nähere Umgebung der Lagerstätten von Fieberbrunn.

Die Bearbeitung von Aberg-Gesteinen (Dientner Berge bei Alm/Saalfelden) brachte neuerliche Beispiele.

Vom Dolomit des Grauen Steines (Jenbachtalflanke des Aberg-Langegg) stammen die Abb. 17 und 18 (1781, 100x, 1782, 200x). Man sieht das Gewebe aus typisch amöboiden Dolomitkörnern. Die Abb. 18 zeigt die bizarre Dolomitamöbe aus 17 mit überwachsenen z. T. an den Kernrand gedrängten Blattsilikaten. Das ist typisch unser Dolomit I. — Im gleichen Belegstück gab es isolierte, sternförmige Gruppen von braunen Magnesitpinolien. Davon stammt Abb. 19 (1785, 100x). Man sieht den Magnesit weitgehend redolomitisiert, also Dolomit II (große Kornsnitte) als Verdränger (stärker

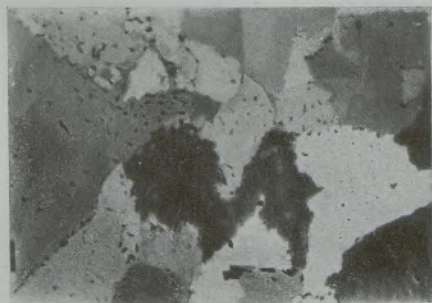


Abb. 17 100x

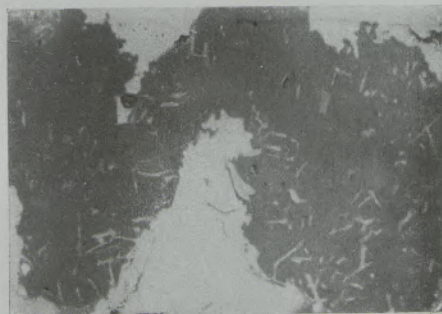


Abb. 18 200x



reflektierende Einschlüsse mit Korrosionsrändern). Abb. 20 (1786, 100x) zeigt Dolomit II: Körner mit feinem Zahnrad, aber in Pflastersteinformen. Die Dolomitmörner besitzen 6 Mol.-% Fedol ( $n_D = 1.686$ ), der Magnesit kann maximal 9 Mol.-%  $\text{FeCO}_3$  haben; der Wert ist — wie anscheinend oft bei teilweise oxydierten Magnesiten — etwas zu hoch ( $n_D = 1.716$  max. zu hoch; man findet auch Magnesitteilchen mit tieferem  $n_D$ ). Das Pigment der dunklen Partien dieses Dolomites ist relativ reichliche, splittrige kohlige Substanz; die Photometrierung ergab  $R_{589}^{100\mu} = 11.8\%$  entsprechend Übergang von Magerkohle in Anthrazit, Abb. 21 (1783, 80x). Aber in hellgrauen Partien mit Dolomit II erwies sich diese

Körner dieses einem Schieferkalk mit tonigen Flasern ähnlichen Gesteins erwiesen sich (Lichtbrechungs-messungen) z. T. reiner Dolomit, zum größten Teil als Dolomit mit 10 Mol.-% Fedol ( $= \text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$ ), und ein kleiner Rest ging bis auf 20 Mol.-% Fedol. Die silikatischen Flasern enthielten Quarz, Serizit, Rutil, Graphitvorformen, Goethit. Die braunspätig-parankeritischen Formen des Dolomits befanden sich zeilenweise in Zersetzung und waren löcherig geworden, und in den Löchern siedelt Limonit und Kalkspat in feinkristalliner Form.

Gerhütten (Handlergraben, Westhang, nördl. der Klingspitze, Präparat 1307, zeigt Parankerit (33 Mol.-% Fedol) mit amöboiden Korngestalten von

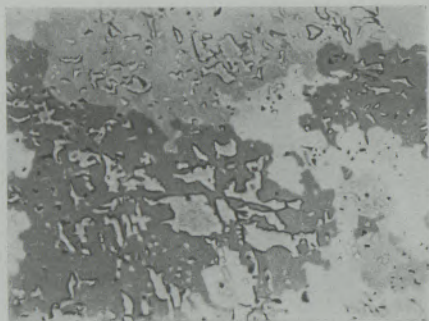


Abb. 19 100x



Abb. 20 100x

Substanz als deutlich feinkristallin, Abb. 22 (1784, 680x) Graphit (?).

Berghamer Wald, Stollen IV. Dolomitpartie aus dem Magnesit (Präparat 1308). Hier wurde wieder Lagunen-Atoll-Form der Dolomitmörner gefunden.

Anhangsweise bemerken wir, daß auch die Ankerite und Parankerite der „Eisendolomite“ in diesem Gebiet (Gerhütten, Klingspitze, Loning Alm/Aberg) amöboide Kornformen haben, wenngleich wir sie nicht in solcher Vollendung sahen, wie bei den bisher beobachteten Dolomitmörnern.

b) Zur Frage der chemischen Dolomit-Aufspaltung

„Eisendolomit“ der Pulvermacher Alm, Schwarzachtal bei Fieberbrunn (Präparat 1310). Die amöboiden

1 bis 2 mm  $\varnothing$ . Das grau färbende Pigment war Goethit. Dieser Parankerit zeigt örtlich dieselbe Zersetzung wie im vorigen Fall.

Loning Alm (Aberg), mit Ankeritkorngewebe (40 Mol.-% Fedol) wies dieselbe Umsetzung in besonders großem Ausmaß auf.

Gemeinsam zeigen diese drei ausgewählten Beispiele, daß Eisendolomite bis Ankerite aus dem Bereich von Magnesitlagerstätten unter Einfluß oxydierender Lösungen in Gesteinskörpern tief unter Tag und doch ähnlich wie durch Verwitterungslösungen einen Zerfall zeigen, der einer chemischen Aufspaltung gleichkommt. Die beobachteten Karbonate hatten Fedol-Gehalte von wenigstens 10, 20, aber auch 33 und 40 Mol.-% (in der Bedeutung von Formeleinheiten%). Das bedeutet Reste von 90, 80,

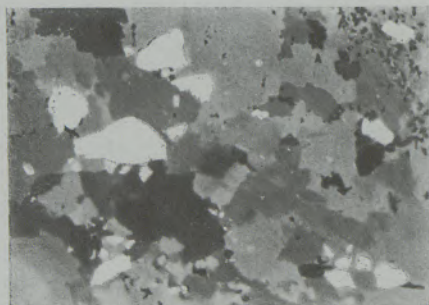


Abb. 21 80x

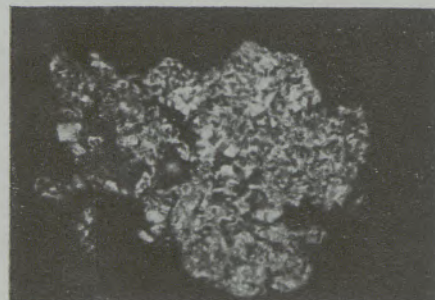


Abb. 22 680x



67 und 60 Mol.-% Mgdol. Aus reinen Mgdol-Gesteinen kennen wir sichtbare analoge Aufspaltungen nicht.

Daß aus der Fedol-Komponente bei der erörterten Umsetzung  $\text{CaCO}_3$  abgespalten wird, ist für jeden Fall evident, ebenso daß andererseits aus derselben Komponente das abgespaltene  $\text{FeCO}_3$  in Goethit übergeführt wird (Oxydation, Wasseraufnahme,  $\text{CO}_2$ -Abgabe). Die Spaltprodukte erfüllen aber den nunmehr locker-löcherig gebauten Raum, den ehemals ein Glied der Reihe Dolomit—Ankerit einnahm, nur

witterungsrinden auftreten, was schon bei einem Fedol-Gehalt von 5 bis 10 Mol.-% die Regel ist. All das deutet darauf hin, daß die chemischen Aufspaltungen um so rascher und tiefgreifender erfolgen,

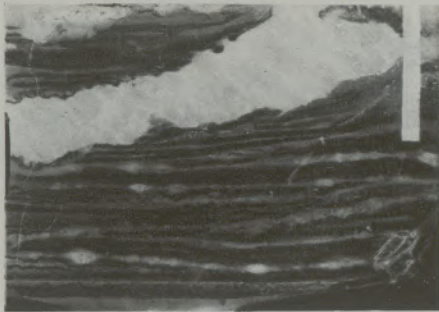


Abb. 23 2x

so teilweise, daß sichtlich bedeutende Stoffverluste eingetreten sind. Da unter den Spaltprodukten ein Mg-Mineral fehlt, muß Magnesium ausgeführt worden sein. Man sieht zwar nicht, was aus der Mgdol-Komponente der Parankerite und dgl. geworden ist, aber man ersieht, daß  $\text{MgCO}_3$  weg ist, ob mit oder ohne Verbindung mit  $\text{CaCO}_3$ , war bisher nicht möglich zu klären. Die große Restkalk-Menge gestattet die Diskussion der Annahme, es sei auch Mgdol einer Spaltung verfallen und  $\text{MgCO}_3$  mobilisiert worden.

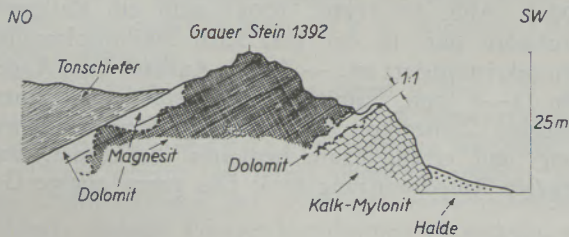


Abb. 24

Von Dolomitgesteinen mit Parankerit bis Ankerit als Hauptkornsorte wissen wir, daß sie unter Einfluß der Oberflächen-Verwitterung dicke, Mg-arme, doch kalkhaltige Rinden von Goethit ansetzen. Das ist ein ähnlicher Spaltungsvorgang wie oben beschrieben. Gemeinsam ist beiden Mg-Ausfuhr und  $\text{CO}_2$ -Verlust.

Auffallend ist indes, daß die Magnesitlager begleitenden Dolomitgesteine mit Dolomit I so markant immer mit gelben, braunen oder roten Ver-

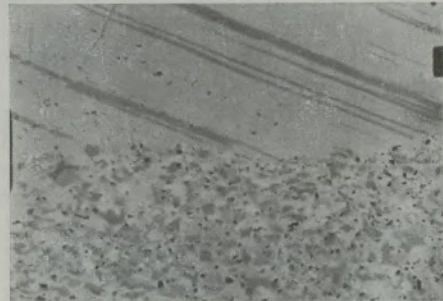


Abb. 25 100x

je höher der Fedol-Gehalt liegt, daß aber schon geringe Fedol-Beteiligung den Spaltungsvorgang begünstigt. In welchem Ausmaß die Mgdol-Komponente etwa ebenfalls der Aufspaltung in  $\text{MgCO}_3$  und  $\text{CaCO}_3$  folgt, wäre noch im einzelnen zu erforschen.

Das Hauptanliegen des Artikels b) war es, die Möglichkeit der Aufspaltung in der Dolomit-Ankerit-Reihe und ihre Spaltprodukte aufzuzeigen, indem dazu einige natürliche Beispiele beigebracht werden. — Weniger wichtig war es uns, daß in den gewählten Fällen  $\text{CaCO}_3$  fixiert und  $\text{MgCO}_3$  mobilisiert wurde. Es kann nach der Aufspaltung ja auch  $\text{MgCO}_3$  fixiert

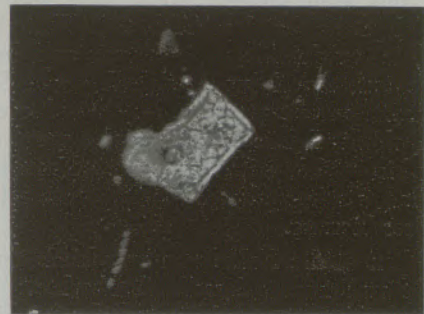


Abb. 26 1400x

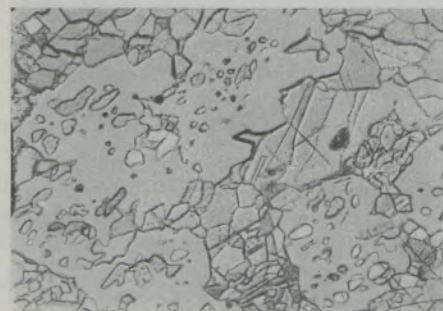


Abb. 27 200x



und  $\text{Ca CO}_3$  mobilisiert werden, wie häufig zu beobachten ist. Ob das eine oder andere geschieht, ist eine Frage des Reaktions-Milieus.

### c) Kalkmylonite und Blastomylonite

Immer dort, wo mit Kalkzügen metasomatische Dolomite und Magnesite vorkommen, haben die Kalksteine eine besondere Tracht. Für das unbewaffnete Auge erscheinen sie wie verwalzte Breschen. Dunklere leidlich ausgewalzte Partien von wenigen Zentimetern Länge scheinen in einem helleren Grundkitt zu liegen, und örtlich werden solche Kalke streifig-striemig, mit oder ohne weiße, kleine Knoten in

Gerhütten (Germal), nordwärts, grauer Kalk an Eisendolomit, nahe einem Magnesitvorkommen (Präparat 1292). Abb. 23 (1796) zeigt taubengraue, dunkelgraue und graurote Lagen von 1—2 mm Dicke, mit Feinstkorn. — Dazwischen papierdünne weiße Lagen, die linsigknotig anschwellen auf 1 bis 2 mm. — Auf einer mit  $30^\circ$  Neigung durchscherenden Fläche eine grobkörnige Kalkspatmasse.

Abb. 25 (1797, 100x) zeigt den Bau der Feinkornlagen in der unteren Bildhälfte. Das ist der Kalkmylonit, an welchem ein Grobkorn angrenzt, dessen Unterrand noch mit mylonitisiert ist. Die Mylonitkörnchen sind in s etwas gelängt und besitzen häufig



Abb. 28 100x

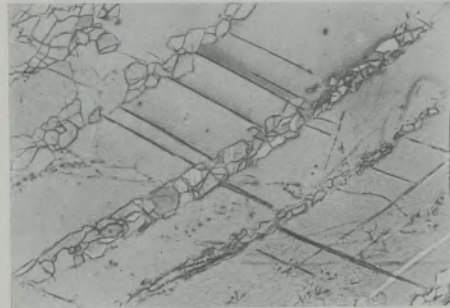


Abb. 29 100x

Augenform, Abb. 23 (1796, 2x). Das Bild weist immer auf Tektonisierung mit scharfer Durchbewegung.

Das Profil vom Grauen Stein zeigt das Beispiel eines solchen Verbandes (Abb. 24). Unter grauen Tonschiefern taucht Magnesit hervor und baut eine Felsklippe auf. An ihrem Steilaball gegen SW wird der Magnesit unterteuft von metamorph-metasomatischem Dolomit I. Die Grenze beider wogt über die Bankung hin und her. Unter dem Dolomit liegt mit ebensolcher Grenze der Kalk-Tektonit mit seiner Pseudo-Breschierung.

Wir haben solche Kalke von verschiedenen Stellen untersucht und immer dasselbe beobachtet: Es handelt sich um Mylonite und Blastomylonite. Eine Bildserie macht das anschaulich (Abb. 25—29).

0.04—0.06 mm Durchmesser; im Feinkorngewebe Goethit (nach Pyrit) und kohlige Substanz, sowie zahlreiche interkristalline Gewebssporen. Abb. 26 (1798, 1400x) zeigt eine Goethitpseudomorphose nach Pyrit (Ölimmersion). Abb. 27 (1799, 200x) zeigt in einer Feinkornanlage durchlöchernde Quarze (nach Ätzung mit  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ) (3) im mylonitischen Kalkkörnchen-Gewebe. Grobkristallkörner von Kalkspat sind stets innig verzwilligt, Abb. 28 (1800, 100x). Abb. 29 (1801, 100x) stellt ein Kalkspat-Grobkorn dar, in der eine Schar Zwillingslamellen fein rekristallisiert ist. — Augen-Aufbau: Ein „Auge“ von 2—4 mm Schnittformat besteht aus einem größeren Zentralkorn mit intragranularer Teilbewegung und einem Kranz rotierter Teilkörner, und feinerer Ausschwanzung in s. Das ganze augige Ge-

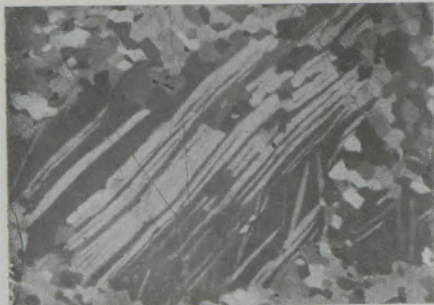


Abb. 30 100x

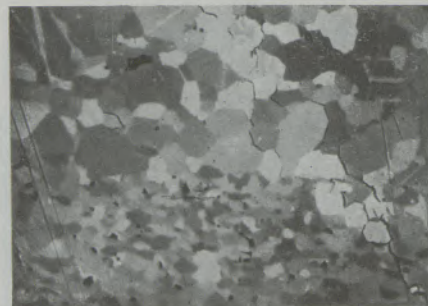


Abb. 31 100x



bilde ist in mylonitisches Feinstkorngewebe eingebettet.

Graphitisch pigmentierter schwarzgrauer, kornflaseriger Kalkstein der Loningalm (nahe Grauer Stein) Präparat 1252, Abb. 30 (1742, 100x) zeigt im mylonitischen Feingewebe einen erheblich deformierten Kalkspat-Porphyrblasten mit Bruchrand. — Abb. 31 (1743, 100x) zeigt im selben Präparat unten mylonitisches Feingewebe, oben Sammel-Rekristallisation.

Es zeigt sich also, daß diese Kalke mylonitisiert wurden, bevor die metasomatische Dolomitierung

Kalk- und Tonschiefermaterial sich diffus durchdringen, oder lagenweise wechselnd rein konzentrieren, aber solche Lagen setzen sich nicht scharf von einander ab. Es sind Sedimentgesteine mit rhythmisch einander ablösenden mehr tonig-mergeligen und karbonatreicheren Sedimentlagen. Solche Gesteine können streichend in reine Kalksteine und reine Tonschiefer übergehen. Ein Vorkommen für viele: Kalktonschiefer-Kalkzug, auf dem die Häuser von Althof (Oberhof) und das Gut Oberaiger bei Goldegg im Pongau stehen. Gesteine dieser Art verfallen der

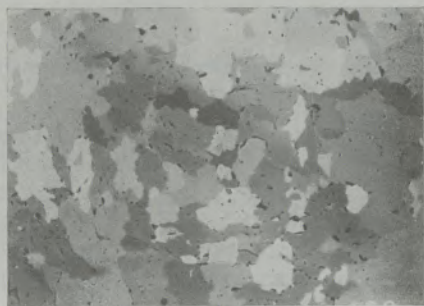


Abb. 32

75x

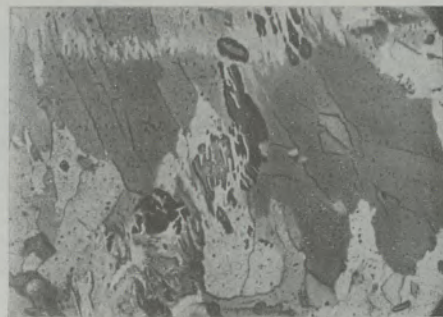


Abb. 33

einsetzt, womit diese einen besonderen Baugrund erhält. In diesem Baugrund sehen wir die Ursache für die besonderen Wachstumsgestalten der metamorph-metasomatisch darüber sprossenden amöboiden und Lagunen-Atoll-Korngestalten. Ob das der einzige Weg zur Erzeugung solcher Formen ist, konnten wir noch nicht hinreichend untersuchen.

Damit scheint uns übereinzustimmen, daß die Magnesite, welche den Dolomit I verdrängen, so wie der Dolomit II i. a. keine derartigen, sondern einfach pflastersteinförmige Körner entwickeln. Ihr Baugrund wurde nicht durchbewegt. — Wird er es, so möchte man auch für Magnesit z. B. amöboide Kornformen erwarten.

Tatsächlich fand Trojer einen solchen Fall auf Inschlag. Siehe Abb. 32 (1869, 75x) feinkristalliner, amöboider Magnesit, Bohrung auf Sohle I. — Damit scheint uns ferner übereinzustimmen, daß die Dolomitkörner des sedimentär-metasomatischen Ablaufs einfache Pflaster-Kornformen entwickeln; sie wachsen nicht über einem mylonitisierten Kalkstein-Baugrund.

Wir haben damit nunmehr für die amöboiden und Lagunen-Atoll-Formen der hier erörterten, im metamorph-metasomatischen Ablauf erzeugten Dolomitkörner eine Ursache aufzeigen können.

#### d) Das Problem der Kalktonschiefer II. Art

In jenen unserer Magnesitgebiete, in welchen noch kalkige Gesteine erhalten sind, z. B. in den Dientner Bergen, trifft man zweierlei Kalktonschiefer an (fälschlich gelegentlich Kalkphyllite genannt). Kalktonschiefer I. Art sind solche, in welchen entweder

Dolomitierung und Magnesitierung. (Die Magnesite sind dann durch Tonschiefersubstanz stark verunreinigt (Goldegger- und Aberg-Bereich.)

Kalktonschiefer II. Art sind tektonisch aufbereitete (in Kleinschollen zerlegte) Tonschiefer, die von kalkabsetzenden Lösungen infiltriert und injiziert sind wie Migmatite von Neosom. Das Injektionsnetzwerk ist scharf vom Paläsom der Tonschiefer abgetrennt

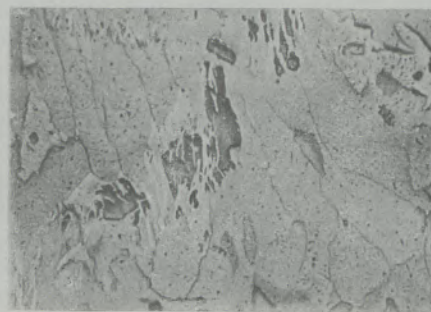


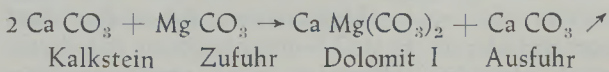
Abb. 34

und auch in der Körnung vom Tonschiefer verschieden. Wir kennen keinen Fall, in welchem Kalktonschiefer II. Art metasomatisch dolomitisiert oder magnesitisiert wurden. Man muß fragen, woher der Kalk kommt, der injiziert wird!

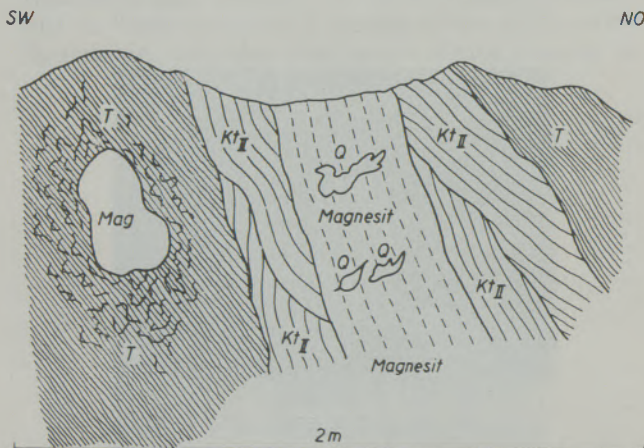
Wird Kalkstein von Dolomit I verdrängt, muß wegen des Volumsgesetzes der Metasomatose Kalk ausgeführt werden, auch wenn nicht Dolomit, son-



dem reine Magnesialösung zugeführt wird, etwa nach der Umsatzgleichung



Wenn dieser Dolomit durch Magnesit verdrängt wird, gibt es zwei Formulierungsmöglichkeiten! Entweder man führt dem Dolomit-Gestein  $\text{MgCO}_3$  in Lösung zu, und läßt Dolomit in Lösung abziehen und Magnesit sich absetzen. Oder man läßt den Gesteinsdolomit sich im Sinne der Ausführungen über



T = graphitischer Tonschiefer  
 Kt II = Kalktonschiefer II. Art  
 Q = Quarznester, flache Fladen längs L.-Im Magnesit die Bankung; der Magnesit hat auch Dolomitrestpartien

Abb. 35

beobachtete Aufspaltungen in Parankeriten und verwandten Gesteine aufspalten, so daß es zu einer Kalkausfuhr kommen kann statt zu einer Dolomit-ausfuhr, und die aus dem Mutterdolomit abgespaltene  $\text{MgCO}_3$ -Menge (mit mehr oder weniger beigemischtem  $\text{FeCO}_3$ ) vereinigt sich mit frisch zugeführtem  $\text{MgCO}_3$  zur metasomatischen Erfüllung des Dolomitraumes mit Magnesit.

Es würde also, ganz im Sinne unserer Ausführungen über Spatmagnesitmetasomatose (2) während des Gesamtlaufes der Metasomatose immer wieder Kalkabfall produziert und gelöst in Umlauf gesetzt. Zumindest und auf alle Fälle geschieht dies bei der Dolomitisierung. Und wohin kommt dieser Kalk? Wir halten es für sehr wahrscheinlich, daß ein Teil davon in den Kalktonschiefen II. Art wiederzufinden ist.

Als Erläuterung diene folgendes Profil vom Westende des Magnesitzuges vom Hochgau (Dientner Bergland), Abb. 35. Vom Magnesitlager erscheint eine Scholle tektonisch abgetrennt und in Tonschiefer eingewickelt. An den plattenförmigen Magnesit-Hauptkörper stoßen diskordant hangend und liegend Schuppen von Kalktonschiefen II. Art; der Magnesit enthält im Streichen auch Partien mit Dolomit I, den es in den Kalktonschiefen II. Art bezeichnender Weise nicht gibt. — Somit sehen wir den dort in die Tonschiefer injizierten Kalkmassen als Abfallkalk der Dolomitisierung + Magnesitisierung an. —

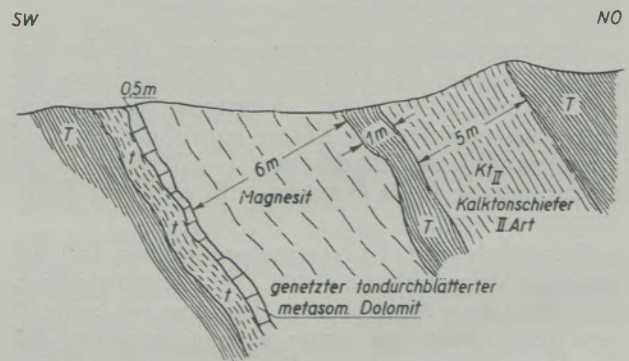
Weit öfter findet man jedoch die Kalktonschiefer II. Art weiter weg von Magnesitlagern, wie z. B. im Hügelzug zwischen Goldegger See und Vorstadt/Rohrerberg (Pongau). Die Beispiele von Kalktonschiefen II. Art im Magnesitgebiet der Dientner Berge ließe sich beträchtlich vermehren, doch liegt eine vollständige Aufzählung davon nicht im Sinne der Verfasser.

Ein zweites Profil, Hochploin, Abb. 36, sei nur deswegen noch beigebracht, weil betont werden muß, daß man nicht nach Hochgau schematisieren darf. Das Profil O vom Hochploin zeigt einseitig Dolomitreste und Tonschiefervertalkung, und ebenso einseitig den Aufbau von Kalkphyllit II, nicht im Kontakt mit Magnesit.

e) Tektonische Vorbereitung der Magnesitisierung und Redolomitisierung

Amöboid gewachsener Dolomit ist reaktionsfähiger als pflasterförmig gewachsener, und tatsächlich beobachteten wir regelmäßig; daß seine Verdrängung durch Magnesit zunächst von den Rändern aus einsetzt und fortschreitet. Es kann aber tektonische Vorbereitung im Sinne einer Mylonitisierung ein Übriges dazu tun. Dann kommt es auch zur Ausbildung von amöboidem Magnesit.

Nummehr können wir aber auch zur tektonischen Vorbereitung der Redolomitisierung ein schönes Beispiel beibringen. Abb. 33 und 34 beziehen sich auf einen Magnesit aus dem Anlaßwald (bei Goldegg-Weng, Pongau), der dem Roßbachalmzug angehört und von der Ostflanke des obersten Palfens die Randpartie bildet. Die Bilder zeigen, wie die relativ



T = schwarzer milder Tonschiefer  
 † = Schichte mit kontaktrandlicher Vertalkung des schwarzen Tonschiefers

Abb. 36

größeren Magnesitkörner mechanisch in Stengel zerdrückt werden, ferner sieht man den Durchgang zweier verschieden mächtiger Scherungen, die mit fein mylonitisierendem Magnesit erfüllt sind, und auf der mächtigeren der beiden das Aufspalten von Dolomit II als Verdränger von Magnesit. Die Bilder sind von der selben Schlißstelle genommen, eines mit schräg gekreuzten Nikols, das andere mit nat. Aufricht. Letzteres soll der leichteren Diagnose für Dolomit II dienen, er tritt da infolge seines gerin-



geren Reflexionsvermögens im Verein mit geringerer Härte besser hervor, als im andern Bild, das dafür Strukturdetails u. a., z. B. die verschiedene Orientierung der Dolomit II-Körner prägnant erkennen läßt.

#### f) Magnesitgänge

Von Magnesitgängen wird in verschiedenem Sinn geschrieben und gesprochen. Zum Beispiel bezeichnet J. Kern (11) die Pongauer Magnesite als Gänge; diese sind aber an Kalk-Dolomitzüge gebundene, metasomatische Lager; sie als Gänge zu bezeichnen und von Gangzügen von Magnesit zu schreiben, macht irre.

Aber W. Petrascheck (15) und W. Siegl (19) gebrauchen diese Bezeichnung in einem anderen Sinne, wie eine mündliche Aussprache darüber klärte. So wußte ich mir nichts vorzustellen unter „gangähnliche Magnesite und vergleichbare Bildungen von der Inschlagalm“ und glaubte, es sei meiner Beobachtung (Angel) etwas fundamental Wichtiges entgangen. Gemeint sind aber grobmagnesitische Spaltenfüllungen innerhalb der Magnesitlager, wie sie mir auch bekannt sind. Den Ausmaßen nach ist die Erscheinung unbedeutend. Sie hat denselben Charakter wie Kalkspatadern und „Gänge“ im Kalkstein oder Dolomit-Spatadern in Dolomit. Keiner von uns hat noch einen Magnesitgang außerhalb einer Magnesitlagerstätte gesehen, weder zuführend, noch ausführend. Wir kennen nur diffuse Durchdringung von Ton-schiefern und Sandsteinen seitens Mg-Lösungen, und die Folge ist deren Metasomatose unter Erzeugung

von Talkschiefern und „Rumpfiten“ i. S. metasomatischer Leuchtenbergitschiefer, beide  $\pm$  Magnesit-Idioblasten u. dgl., aber auch dies bindet sich an Spatmagnesitlagerstätten, oder wenigstens an deren Nähe. Formal trifft ein Vergleich mit Granitisierung durch diffus herangeführten Ichor zu.

#### g) Diabase als Mg-Bringer?

Von mehreren Seiten wurde erwogen, ob nicht die (paläozoischen) Diabase des Mg geliefert haben könnten, das zum Aufbau der Spatmagnesite nötig erscheint (11) (18). — Für sedimentäre Magnesitabscheidung braucht es solche Zufuhr nicht, da genügen die stofflichen Verhältnisse in Binnenmeeren vom Typ Kaspisches Meer. — Aber auch an sich geht es mit Diabasen nicht. Das Diabasmagma hat keine ausführbaren Mg-Überschüsse; es ist von seinen Restlösungen nur bekannt, daß sie Alkalien ansammeln und für Alkalitonerdesilikate aufbrauchen; und die Kontakthöfe der Diabase zeigen keine Anreicherung an Mg-Verbindungen, sondern wiederum eine solche von Na-Al-Silikat (Albit in den Adinolen). Also Na und Al, Si werden eventuell ausgeführt, nicht Mg. — Aber vielleicht gibt es Mg-Abfall bei der Metamorphose dieser Diabase zu Grünschiefern? Dazu läßt sich bloß sagen, daß dabei das Diabas-Material Mg geradezu anreichert, indem nämlich die Diabasaugite und eventuellen braunen Hornblenden übergehen in typische Mg-Mineralien wie Uralite oder besonders Chlorite. Aus den Diabasen enthält man also auf keinen Fall nach außen mobil zu machende Mg-Mengen.

### Zusammenfassung

Die Auffindung der Werfener-Basisbresche im Brunnsink bei Fieberbrunn gibt die Möglichkeit sicherer Altersdatierung von Spatmagnesiten. Sie sind vortriadisch und nachdevonisch, wahrscheinlich sogar nach Unterkarbon entstanden, das fällt in Zeiten, die Anschluß an die variskische Gebirgsbildung haben. — Eine andere, örtlich magnesitisierte Bresche (Burgsteinfluß) muß als paläozoischer Breschendolomit von der Werfener Basisbresche unterschieden werden. Die im Hangenteil der Werfener Schichten auftretenden Knollen-Magnesite sind keine Konglomerate, sondern saline Bildungen, Sedimente, die über das Alter der Spatmagnesite nichts sagen können.

Neue Aspekte zum Problem der Spatmagnesitgenese ergaben sich aus neuen Erfahrungen: Amöboide- und Lagunen-Atoll-Formen der Dolomit I-Körner sind regional verbreitet neu gefunden worden. Im Zusammenhang mit der Mylonitisierung der zur

Metasomatose kommenden Kalke werden die besonderen Kornformen der metamorph-metasomatischen Dolomitmörner genetisch verständlich durch ihren besonders gebauten Baugrund. — Es wird ferner die Frage der chemischen Dolomitaufspaltung erörtert und zusammenhängend damit gezeigt, wie sich der bei Metasomatose abgespaltene Kalk in Kalkton-schiefern II. Art wiederfindet. — Es wird klargelegt, was man sich unter den „Magnesitgängen“ der Literatur vorzustellen hat und gezeigt, daß die Diabase nicht Mg-Bringer sein können, wie es von einigen Seiten her erwogen wurde. — Die Feststellung des Alters der Spatmagnesite durch ein unmittelbares Beweismittel wird auf dem Gebiet der Theorie der alpinen Metallogene weittragende Folgen nach sich ziehen und zu Revisionen zwingen. — Aber auch in der Frage metasomatisch oder sedimentär sind nun Befunde vorgelegt, die sedimentär nicht verstanden werden können und für metasomatisch entscheiden.

### Summary

The discovery of the Werfen basal breccia at Brunnsink near Fieberbrunn makes possible the determination of the exact age of magnesite spars. They are pre-triassic and post-devonian, probably even post lower carboniferous, that is they belong to the variscian orogenesis. Another magnesitized

breccia (base of the Burgstein-boss) must as paleozoic brecciated dolomite be distinguished from the Werfen basal breccia. The nodular magnesites occurring in the hanging part of the Werfen beds are not conglomerates but products of salt-bearing deposits that reveal nothing regarding the age of spar magnesites.



From recent experience new aspects regarding the problem of spar magnesites were derived: Regionally distributed amoeboid, lagoon and atoll forms have been rediscovered. In connection with the mylonitization of the limestones in course of metasomatism the specific shapes of the metamorphic-metasomatic dolomite grains can, in view of their specially conditioned ground-plot fabric, be genetically understood. Furthermore, the question of the chemical cracking of dolomite is discussed, and in connection with it it is shown how the lime fissured in the course of metasomatism reappears in the calcareous

states of the second kind. It is made clear what is meant by term „magnesite veins“ of the literature, and it is shown that the diabases cannot be magnesite bearers as assumed in some quarters. The determination of the age of magnesite spars based on direct evidence will have far-reaching effects on the theory of the alpine metallogenesis, and will compel revision. However, the question as to whether spar magnesites are metasomatic or of sedimentary origin is in the light of the results of recent investigations to be answered in the sense of metasomatic rather than sedimentary.

### Résumé

La découverte de la brèche basale werfenienne à Brunnsink près de Fieberbrunn (département de Salzbourg, Autriche) permet de déterminer l'âge géologique des magnésiens spathiques; elles appartiennent à une formation prétriasique et post dévonienne peut être même à une formation post carbonifère inférieure c'est-à-dire à l'orogénèse varisienne. Une autre brèche devenue magnésienne doit être distinguée de la brèche basale Werfenienne. Les magnésiens noduleuses présentes dans le toit des strates de Werfen ne forment pas de conglomérats, mais doivent être considérées comme formations salines, donc des sédiments qui ne disent rien de l'âge des magnésiens spathiques.

Des expériences récentes permirent de dériver des aspects nouveaux concernant le problème de la genèse des magnésiens spathiques: des formes amœboïde, d'atoll et de lagune régionalement distribuées ont été découvertes de nouveau. En relation avec la mylonitisation des calcaires en cours de la

metasomatose les formes spéciales de grains de dolomie metamorphes-metasomatiques deviennent génétiquement compréhensibles par suite de la structure spéciale du Baugrund. En outre, la question du cracking chimique de la dolomie est discutée et en suite il est démontré de quelle manière la chaux fissurée pendant la metasomatose réapparaît dans l'état calcaire de la seconde forme. Le terme „gangue de magnésie“ cité dans la littérature technique est expliqué et les auteurs contestent l'hypothèse des savants qui admettent que la diabase fournit de la magnésie.

L'âge des magnésiens spathiques déterminé par une preuve directe aura des conséquences d'une grande portée sur la théorie de la genèse des métaux dans les Alpes, cette détermination nécessitera la révision de certaines hypothèses. Les récentes recherches ont montré que la question si la magnésie spathique est de provenance metasomatique ou sédimentaire doit être repondue en faveur d'une origine metasomatique.

### Literaturverzeichnis

1. Angel, F., Unser Erzberg, Mitt. Natw. Verein f. Steierm., 75, 1939.
2. Angel, F., und F. Trojer, Ablauf der Spatmagnetit-Metasomatose, Radex-Rundschau 7/8 1953 S. 315-334.
3. Angel, F., und Weiß, Die Tuxer Magnetitlagerstätten, Radex-Rundschau 7/8 1953, S. 335-351.
4. Angel, F., A. Awerzger und Kuschinsky A., Magnetitlagerstätte Millstätteralpe, Karinthia II, 1953, S.
5. Clar, E., Geologisches Gefüge und Formentwicklung von metasomatischen Karbonatlagerstätten (Siderit und Magnetit) der Ostalpen, 19. Intern. Geolog. Kongreß, Algier, 1952, X/X. S. 83-96.
6. Clar, E., Die Gefügeregelung eines Bändermagnetites. Jb. Geol. B. A. Wien 81, 1931.
7. Cornelius, H. P., Die Geologie des Schneeberggebietes, Jb. Geol. B. A. Wien 1951, Sonderband 2. 1-111 (Speziell über Werfener Sandsteine S. 10).
8. Friedrich, O., Zur Genese ostalpiner Spatmagnetit- und Talklagerstätten. Radex-Rundschau 1951, S. 281-298.
9. Grömbel, C. W., Röthikalk. Magnetit von Elmen (richtig Elmá. Angel). Verh. Geol. R. A. Wien 1880. S. 276/77.
10. Himmelbauer, A., Alpine Salzlagerstätten (Haller Salzbergbau). Sitzber. Wiener Akad. MNKl. 140 1931. S. 347-357.
11. Kern, J., Bericht über ein Vorkommen von kristallinem Magnetit im Kronlande Salzburg (Fachgutachten) München 1911. Man.-Abschr. S. 1-18.
12. Leitmeier, H., Die Magnetitvorkommen Österreichs und ihre Entstehung. Montanzeitung Wien 67, 1951, S.
13. Meixner, H., Mineralogische Beziehungen zwischen Spatmagnetit- und Eisenspatlagerstätten der Ostalpen, Radex-Rundschau 7/8 1953 S. 445-458.
14. Ogniben, G., La Pietra Simona. Rend. d. Soc. Min. Ital. IX, 1953, S. 1-20.
15. Petrascheck, W., Die alpine Metallogenese, Jb. Geol. B. A. Wien 1945, S.
16. Redlich, K. A., Über einige wenig bekannte kristalline Magnetitlagerstätten Österreichs. Jb. Geol. B. A. Wien 85, 1953, S. 101-133.
17. Redlich, K. A., Die Typen der Magnetitlagerstätten etc. Ztschr. Prakt. Geol. 42, 1934, S. 1-12.
18. Rohn, Z., Zur Frage der Entstehung des kristallinen Magnetites. Montanzeitung Wien 66, 1950, S. 1-5.
19. Siegl, W., Magnetit in den Werfener Schichten bei Leogang. Anzeigen Akad. d. Wiss. Wien 1953, 54, S. 5-6.
20. Schwinner, R., Ostalpine Vererzung und Metamorphose als Einheit? Vh. Geol. B. A. Wien 1946, S.
21. Trauth, F., Geologie der nördl. Radstätter Tauern und ihres Vorlandes. Denkschr. Wiener Akad. M. N. Kl. — Teil I 1925. B. 100, S. 101-212. Teil II 1927. B. 101. S. 29-65.
22. Leitmeier, H., u. W. Siegl, Untersuchungen an Magnetiten am Nordrande der Grauwackenzone Salzburgs, und ihre Bedeutung für die Entstehung der Spatmagnetite der Ostalpen. — Berg- u. Hüttenmännische Monatshefte 99, 1954, 201-211 und 222-235.