

Auch diese Pfannenkonstruktion hat mannigfache Abänderungen erfahren, die in der Fachliteratur eingehend beschrieben sind. Durch das Erhitzen der Sole wird der größte Teil des Gipses in der Unterpfanne ausgeschieden, ohne daß dabei in dieser Pfanne (Kessel) Salz ausfällt. Der Gips sinkt einerseits als Schlamm nieder und setzt sich andererseits an den Heizflächen (den Außenwandungen der Flammröhre) als dünne Kruste ab, die von Zeit zu Zeit, infolge der Wärmedehnungen, von selbst abspringt. Der Vorteil dieser Pfannentypen ist daher stark verminderte Pfannkernbildung, bessere Wärmeübertragung und daher kleinerer Brennstoffaufwand, Schonung der Pfanne und Verlängerung der Betriebsdauer. Infolge Ausscheidung des Gipses im Kessel wird die Pfannkernbildung in der Flachpfanne fast vermieden, so daß man den Betrieb mit Kesselpfannen acht bis zehn Wochen ohne Unterbrechung aufrechterhalten kann, während die Dauer einer Siede bei Flachpfannen zumeist 14 Tage nicht überschreitet. Der Pfannkern erreicht am Ende einer Siede eine Stärke von 5 bis 8 cm. Kesselpfannen sind infolge des glattbleibenden Pfannenbodens besonders gut für mechanische Ausziehvorrichtungen geeignet.

Salzerzeugung und -verbrauch

Laut „Bericht über die Personal- und Betriebsverhältnisse bei den Österreichischen Salinen im Betriebsjahr 1935“ wurden von den österreichischen Salzsolebergbauern in diesem Jahre rund 6,220.000 hl Sole und 12.500 q Steinsalz erzeugt. Die Sole wird zum Teil direkt an Fabriken verkauft. An Salz wurden rund 96.300 t in den Verschleiß gebracht, hiervon rund 66.300 t Speisesalz. Der Inlandsverbrauch an Speisesalz betrug rund 43.270 t. Der Verbrauch je Kopf der Bevölkerung beträgt daher rund 6,4 kg. Um dem weitverbreiteten Irrtum zu begegnen, daß im Deutschen Reiche verhältnismäßig wenig Sudsalz erzeugt wird, mag angeführt werden, daß nach der „Zeitschrift für praktische Geologie“, Heft 11, vom November 1936, im Rechnungsjahr 1935/36 im Deutschen Reiche rund 538.530 t Sudsalz (dort Siedesalz genannt) erzeugt wurden. Für Genußzwecke wurden im gleichen Zeitraum 486.500 t verbraucht, wovon etwa $\frac{3}{4}$ Siedesalz waren. Der Salzverbrauch je Kopf der Bevölkerung beträgt daher im Deutschen Reiche rund 7,3 kg.

Die Lagerstätten kristallinen Magnesits und ihre Verteilung im Gebirgsbau der Ostalpen

Von Robert Schwinner, Graz

Mit 1 Textabbildung

Die Lagerstätten der kristallinen Magnesite, welche sich für die Bergwirtschaft der Ostalpenländer so außerordentlich fruchtbar erwiesen haben, sind kaum weniger ergiebig gewesen in der Produktion von Theorien und Hypothesen. Zu untersuchen, was von diesen als erarbeitet und gesichert gelten kann, ist wohl hier der Platz; einerseits wirken sich die Theorien vielfach in der Praxis aus, förderlich oder nicht, andererseits ist die Erfahrung des Bergmanns eine der wichtigsten Grundlagen der theoretischen Forschung.

Will man auf diesem Gebiete nicht ins Uferlose geraten, sondern klare Fragen stellen, um bestimmte Antworten zu erhalten, so muß man sich auf einen ganz bestimmten, genau umgrenzten Gegenstand beschränken, auf homogenes Material: hier also auf die metasomatische Lagerstätten der sogenannten kristallinen Magnesite (Typus Veitsch nach Redlich).*) Einzig gewisse Vorkommen von Talk wollen wir unter Vorbehalt fortlaufend mit besprechen, weil sie wirklich mit den Magnesiten eng verknüpft zu sein scheinen, und weil die Mitbesprechung den Gedankengang nicht stört. Die in vielem

*) Dies ist im folgenden immer gemeint, wenn ohne weiteren Zusatz „Magnesit“ gesagt wird.

ähnlichen Sideritlagerstätten sollen hier beiseitegelassen werden*) — eben um nicht ins Uferlose zu geraten: Fe ist ein im Gebirgsbau überall vorkommendes Element, und Eisen-spat ist eines der häufigsten Fe-Mineralien, er kommt bei allen möglichen Lagerstätten-typen vor. Mg dagegen ist — wenigstens in höherer Konzentration — schon von vornherein auf bestimmte Gesteinsgruppen beschränkt, und Magnesit kann fast als verhältnismäßig seltenes Mineral gelten; ja, der Lagerstättentypus, der hier besprochen werden soll, findet sich nur in einigen Gegenden der Erde, und da, wie in den Ostalpen, auf bestimmte Striche und Lagen beschränkt.

Die geologische Position ist daher ein wichtiges Kennzeichen dieser Lagerstätten-gruppe. Nebenstehend sind diese Magnesite in eine geologische Kartenskizze der Ostalpen eingezeichnet;***) das ist die einzige Gruppe der Beobachtungen, die für gesichert und unstrittig gelten kann, soll daher eingehender ausgewertet werden, als meist geschieht. Unsere Magnesite kommen nur in der Zentralzone der Ostalpen, östlich vom Brenner vor. Die Gesteinswelt dieses Gebietes zeigt einen Bau von Sedimenten, meist pelitisch, zum Teil zu Phyllit, Glimmerschiefer, Schiefergneis metamorphosiert, und darin eingeschaltet — also jünger — Serien magmatischen Ursprungs. Diese teilen sich in saure und basische, scharf, ohne Übergang, genetischer Zusammenhang ist unmittelbar oder auch nur näher nicht nachweisbar. Die ältere Serie ist die basische, Glieder derselben sind vielfach, durch Ablagerung oder Intrusion, in alter Zeit dem Sedimentbau einverleibt worden, und erscheinen, je nach Metamorphose (es kommt vor- und rückschreitende vor) als Diabas, Grünschiefer, Prasinit, Amphibolit, Eklogit, als normale Glieder der Schichtfolgen, seltener als selbständige größere Körper.

Die saueren Magmengesteine***) erscheinen dagegen vorwiegend als große Körper, granitische Massive, auch als Gangschwärme (Pegmatite um Zeyring, Millstatt usw.; Porphyrite im Draugebiet, von den Rieserfernern bis zum Bacher usw.) und als Durchtränkung des Schichtbaues (Mischgneise der Koralm u. ähnl.). Sie sind im ganzen die jüngeren: aplitische Durchaderung in Amphibolit; das umgekehrte, basische Gangfolge in Granit, fehlt.

Die Magnesite meiden das Gebiet der sauren Magmen, nicht bloß das der Granit-massive selbst, der Gangschwärme und Mischgneise, sondern auch das der typischen von diesen ausgehenden Mineralisationsaureolen, als deren bezeichnendste Vertreter die verschiedenen Abfolgen der Arsenlagerstätten gelten können: nur mit jenen As-Mineralisationen, die sehr magmenfern gebildet sein müssen, kommt Magnesit in Berührung, und das nicht häufig. Es ist ja von vornherein nicht wahrscheinlich, daß Magmen, die arm an Mg sind, solches in größerem Maßstab abgeben würden. In der Tat, Magnesit-lager werden als Gefolge eines Granits od. ähnl. nirgends beobachtet. Das bestätigt auch unsere Karte. Einzig im Palten-Liesingtale folgt eine Reihe Mg-Lagerstätten auffällig dem Rand des Seckauer Massivs; aber nicht als Teil einer normalen Aureole, dort fehlen die magmanäheren Mineralisationen. Daran könnte die Tektonik schuld sein. Aber dann beweist dieses Zusammentreffen nichts für die Entstehung jener Lagerstätten. Die übrigen

*) Damit soll kein Vorurteil gefällt werden. Es ist sehr wohl denkbar, daß Magnesit und Siderit, Veitsch und Erzberg genetisch zusammengehören. Aber die Entscheidung darüber kann nur das Endergebnis der Untersuchung sein, darf nicht eingangs vorweg genommen werden.

**) Wie einleitend begründet, sind von der Diskussion alle Vorkommen ausgeschaltet, die stärker vom Normaltypus abweichen: also Magnesite, die mit Salzgesteinen verbunden sind (Typus Hall Redlichs), zu denen vielleicht der vom Kaswassergraben bei Groß-Reifling gehört; jene, die Mg-reichen Gesteinen, fast wie Sekretionsbildungen, anhängen (Typ Greiner), hier vermute ich nach Beobachtungen in Donnersbach auch den sagenhaften Magnesit von Pusterwald; Trens am Brenner, dessen merkwürdige Mineralisation weitere Aufklärung fordert; die sog. „amorphen“ Magnesite; auch — um Weiterungen zu vermeiden — die Magnesite der Ortlergruppe: die Angabe, daß die Schichten, in denen sie liegen, Trias sind, habe ich aus sonstigen Gründen angezweifelt (Geol. Rdschau 20, 354 [1929]).

***) Ob es primäre Magmen sind oder — wie modern — Abkömmlinge einer Migmatitfront, macht für unseren Gegenstand nicht aus.

Magnesite, der streichenden Verbreitung nach vier Fünftel aller und der Masse nach vielleicht noch mehr, lassen eine Korrelation ihrer Verbreitung zu den im Alpenbau bekannten saueren Massen*) überhaupt nicht erkennen.

Die Magnesite liegen ausschließlich in den Gebieten, die durch basischen Magmen-zuschuß gekennzeichnet sind. Und zwar scheinen da die Ergüsse wenig auszumachen, weder die alten (Amphibolite) noch die jüngeren. Man wird von den Magnesiten nie weit zu gehen brauchen, um Diabas usw. anzutreffen, aber umgekehrt gibt es weite Gebiete mit reichlich Diabas, ohne Magnesit: Grazer Paläozoikum (ausgenommen Nordrand: Breitenau), Mittelkärnten, Murau, Gurktaler Alpen (ausgenommen Westrand: Turrach—St. Oswald), westliche Kitzbühler usw. Wirklich regelmäßig und eng hängen Magnesit und Serpentin in ihrer Verbreitung zusammen.***) Die Obersteirische Magnesitlinie ist von der Enns bis zur Lamming (Nr. 19—6) fortlaufend von Serpentin begleitet (Nr. 25—13). Weiter östlich liegt die Zone basischen Magmas unter den Kalkalpen, nach Zeugnis der dortigen exotischen Vorkommen (Nr. 1—9). Gerade wo diese basische Zone in die Grauwacke einschwenkt (Gabbro der Rothsohlschneid), ist der Magnesit der Veitsch gelegen. Aus den Hohen Tauern ziehen zwei Striche mit Serpentin herzynisch (SO—NW) hinaus: der eine Zederhaus—Gr. Arl—Lend—Embach (Nr. 35—39), die Magnesite von Goldegg bis Fieberbrunn (Nr. 21—26) erscheinen gerade über der streichenden Fortsetzung. Der andere zieht von Heiligenblut über Stubach zu den Gabbro-Serpentinvorkommen südlich von Mittersill, und erscheint wieder in der Wildschönau (Nr. 45—48) — Magnesit ist allerdings hier nicht viel (Nr. 26a). Die Magnesite von Lanersbach und Steinacherjoch (Nr. 27—28) haben in der Nachbarschaft die Serpentine des Reckner und von Matrei (Nr. 60, 61). Nur die Kärntner Magnesitlinie Turrach—Tragail (Nr. 29—33) liegt ziemlich fern von den nächsten Serpentin. Aber hier geht der Serpentin aus Schieferhülle und Altkristallin auch in den hangenden Phyllit (Nr. 41, aber wohl auch Nr. 33, 34). Es kann seinerzeit Serpentin auch im abgetragenen Phyllit, also näher der Magnesitlinie gelegen haben.***)

Man kann annehmen, daß Herde basischer Tiefengesteine Mg direkt liefern, Mineralien ihrer Kontaktzonen haben oft beträchtlichen Mg-Gehalt (Spinelle, Cordierit, Phlogopit, gewisse Augite und Hornblendens). Dagegen geben heutige Basaltvulkane Mg an die Umgebung nicht ab, Mg-Mineralien sind in ihren Aushauchungen selten. Ferner muß bei der Serpentinbildung aus Peridotit†) viel Mg-Karbonat ins Wandern kommen.

*) Man hat versucht, die Gesamtheit der ostalpinen Lagerstätten zu „erklären“ als Aushauchungen eines großen Körpers von saurem Magma (Andesit nach Petrascheck), der unter den Zentralalpen in ihrer ganzen Erstreckung verborgen läge. Sonst ist davon allerdings nichts zu merken, ja wie man es im Alpenbau unterbringen sollte oder auch nur könnte, fehlt jede Andeutung. Wenn die Striche gleicher Lagerstätten als Zonen gleicher Nähe (oder Ferne) des Magmas angesehen werden sollen, müßte dieser gedachte Intrusivkörper eine eigenartige Form haben oder seine Wirkung müßte merkwürdig variabel sein. „Erklären“ heißt sonst, Unbekanntes mit Bekanntem verbinden!

**) Peridotit ist normal der Rest der Entwicklung eines basischen Magmaherdes, daher als Kern der Gabbro- (Amphibolit-) Masse eingelagert. (Somit muß bei Bestehen einer Korrelation Magnesit-Serpentin auch eine gewisse Korrelation Magnesit-Gabbro aufscheinen.) In Verband mit anderen Gesteinen (Serien) — z. B. Phyllit, Kalkphyllit — kommt er nur offensichtlich anormal, tektonisch. Überhaupt, dieses extreme, schwerste Gestein ist ursprünglich immer Bildung der Tiefe, kommt nur durch spätere Umwälzungen an die Oberfläche. Also erscheint wohl nur ein Teil des Serpentin, der im betreffenden Gebirgsstrich vorhanden ist, an der Oberfläche aufgeschlossen, weitere beträchtliche Massen müssen anschließend in der Tiefe vermutet werden.

***) Man vergleiche damit, daß in der Oststeiermark eine Reihe von Talkvorkommen (Magnesit kann nicht gebildet werden, weil dort kein Karbonatmuttergestein zur Verfügung steht) von St. Jakob i. W. bis südlich des Rabenwaldes (Nr. 34, 35) begleitet wird von einem Zug Gabbro und Abkömmlinge, der von Rettenegg bis Fürstenfeld nachgewiesen ist (Nr. 62—65). Bei Vorau liegt Talk neben einem Orthoamphibolitstock. Wo aber die basischen Tiefengesteine fehlen, bei Aspang („Kaolinwerk“), ist dieselbe empfängliche Schicht, der „Leukophyllit“, der sonst in Talk umgewandelt wird, ohne größeren Mg-Gehalt!

†) Durch aufsteigende Säuerlinge, wie sie bei Knittelfeld, Gmünd usw. heute noch vorkommen.

Aber man kann auch die verschiedenen Denkmöglichkeiten offenhalten, daß der Zusammenhang der Magnesite mit basischen Tiefengesteinen entfernter, indirekt zustande käme, indem die granitisierten Gebiete meist Geoantiklinalen, die des basischen Magmaregimes Geosynklinalen waren, sich daher geologisch und geophysikalisch vielfach gegensätzlich verhalten haben.

Die vertikale Verbreitung der Magnesite ist schon weniger klar. Für die obersteirische Grauwackenzone (Nr. 1—19) ist es wahrscheinlich ein und derselbe Kalkhorizont des tieferen Karbon, welcher in Dolomit und dann in Magnesit umgewandelt worden ist. Man darf die Möglichkeit nicht ablehnen, daß es auch bei den anderen derselbe Horizont wäre. Aber meistens nimmt man an, daß wesentlich der Schladminger Schwelle Karbon überhaupt fehle (Ohnesorge, dagegen unsichere Funde aus Mitterberg). Dann läge der Magnesit dort wohl im Devon.*) Nach der Serie würde dasselbe auch für Lanersbach und Steinacherjoch gelten, für Turrach, St. Oswald und Tragail.***) In jedem Fall handelt es sich um das jeweils höchste****) vorhandene Karbonatniveau der vorvariskischen Serie.

Volle Horizontbeständigkeit wäre ein starkes Argument für sedimentäre Entstehung, der wirkliche Nachweis: hier Karbon, dort Devon, würde diese Hypothese werfen. Daß immer der jüngste, höchste Kalk- (Dolomit-) Horizont der vorvariskischen Serie in Magnesit umgewandelt ist, kann verschieden gedeutet werden: bei Zufuhr von oben wäre es der erste Ort, wo Mg ausgefällt werden konnte; bei Zufuhr von unten jener, bei dem die Zirkulation umkehrt.

Wohl nicht den geologischen Horizont, in dem die Magnesite liegen, aber den Zeitpunkt der Magnesitbildung könnte man versuchen, aus dem Verhältnis von Kristallisation und Durchbewegung zu erschließen.†) Aber diese sonst so erfolgreiche Methode stößt hier auf besondere Schwierigkeiten. Zwischen den Klötzen von Kalk — Dolomit — Magnesit und den sie begleitenden Tonschiefern und Phylliten ist der Unterschied an Festigkeit sehr groß. Die tektonische Beanspruchung scheint daher oft bloß auf die Schiefer zu wirken, nicht auf das Gefüge der Magnesitstöcke. Am klarsten ist Tragail, wo Linsen von Hausgröße abwärts in scharf steil aufgefalteten Schiefen stecken. Aber ihre interne — in der Bänderung des Magnesits abgebildete — Schichtung ist ungestört, ganz unabhängig in der Lage von den umhüllenden Schiefen: der größte Maßstab, in dem ein Sandersches „verlegtes si“ beobachtet wird. Nach dem Gefügebild des Handstückes würde man hier schließen, daß der Magnesit seit seiner Kristallisation eine Gebirgsfaltung nicht mehr mitgemacht hat; das Aufschlußbild zeigt im Gegenteil, daß sein Gefüge fertig kristallisiert war, bevor er als „Einsprengling“ in die Faltung der Schiefer einbezogen worden ist.

*) Die Angabe von Hayden (Verh. 1936, 134) ist leider durch die sonstigen Konfusionen entwertet.

**) Radenthein wird oft als Altkristallin angegeben. Das Lager ist stark durchbewegt (talkige streichende Schubflächen), und grenzt mit Myloniten an die Glimmerschieferserie; sein Südende, die Linse am Lammersdorferberg und die im Pollandbach (Redlich, Jb. 1935, 133, letzteres Vorkommen war mir nicht bekannt gewesen), bestimmen eine Schubfläche, die den Strukturlinien des Altkristallin nicht folgt, sondern die weitläufige Sigmoide der Amphibolite abschneidet (Schwinnler: Sitzber. Wien, Abt. I, 136, Bd. 1927, 353, Karte). Neben dem Magnesit findet man Kalk und Dolomit, der paläozoischen ähnelt, nicht dem alten Marmor, und der von Redlich hervorgehobene Tremolit ist nicht Faziesmineral des dortigen Altkristallin — wohl aber z. B. vom Rabenwald. Es ist sicher eine fremdbürtige Einschuppung, wahrscheinlich der gleiche paläozoische Horizont wie die Nachbarvorkommen.

***) Ganz ähnlich liegt der Talk der Oststeiermark in den untersten Semmeringschiefern, welche — wegen Gehalt an aufgeschlossenem Feldspat — der zur Umwandlung geeignete, höchste Horizont der vorvariskischen Serie sein dürften.

†) Wie ich als erster vorgeschlagen und versucht habe: Ztrbl. Mineral., Geol. Paläont., Abt. B, S. 276/277, 1925.

Ferner, daß man grob-mechanische Beeinflussung des Gefüges der Magnesite so selten feststellen kann, kommt vielleicht daher, daß deren Kristalle unter Umständen, ähnlich wie die anderen Karbonate, die Fähigkeit haben, gebrochene Körner zu regenerieren. Solche findet man nämlich selbst in Magnesitgefügen nicht oder selten, die man dem Gefühl nach für verknäuelte, gestört halten möchte. Dabei spielt auch der oft, beinahe regelmäßig anwesende Talk mit: seine Blätter nehmen die dem Gefüge aufgezwungenen Schiebungen auf, und vermindern dadurch die Beanspruchungen der Magnesitkörner.*)

Schließlich, das Gefügestudium hilft nur weiter, wenn über die tektonischen Vorgänge, zu welchen das Gefüge in Korrelation gesetzt werden soll, Klarheit besteht. In der Grauwackenzone, wo die Dislokationen verschiedener (variskischer und alpidischer) Faltungen kaum zu sondern sind, kann man eindeutige Ergebnisse nicht erwarten. In St. Erhard ist ein Bänderdolomit (wie Schöckelkalk durch Auswalzung gefalteter Schichten entstanden) durch ein Magnesitgefüge abgebildet, das weitere Umformung im allgemeinen nicht erlitten hat. Nachkristalline Bewegungen sind am Rand des Stockes zu merken. Im Innern findet man hie und da submeridionale Scherflächen, die mit talkigem Harnisch die Kristalle zerschneiden. Da die alpidische Faltung hier nur zu germanotypen Formen geführt hat, erscheint als ihr einziges Äquivalent im Gefüge diese Zerdrückung, Zerschierung. (Bei solcher homogener Beanspruchung tritt der Unterschied zwischen Schiefer und Magnesit weniger hervor als bei der Faltung.) Bei Turrach ist die Bankung grob (Wandeln ober der Kotalm), wohl Schichtung, nicht die Feinbänderung einer vormagnesitischen Faltung, wie in St. Erhard. In die Falten des Phyllitstockwerkes sind die Klötze eingewickelt worden, wieder ohne daß man davon was im Gefüge merkt. Nur in der kleinen Magnesitlinse am Eisenhutwestkamm schneiden wieder Scherflächen durch Magnesit und „Roßzähne“: diese liegt nah an einer der meridionalen Querstörungen (Turrach — Turracher See), auf welche sich die alpidische Tektonik hier beschränkt. Die Karbonplatte ist in die Faltung des Phyllitstockwerkes nichteinbezogen. Da sie Pflanzen des Oberen Westfal führt, fällt die Phyllitfaltung in die sudetische oder erzgebirgische Phase. Die Bildung des Magnesits ist hier älter. Höchstwahrscheinlich sind die anderen Vorkommen gleichzeitig gebildet. Da nach den neuen Fossilfunden in der Grauwackenzone die betreffenden Schichten erst im untern Karbon abgelagert worden sind, ist die Magnesitbildung auf ein kleines Intervall festgelegt.

Zwecks der eingangs geforderten Homogenität behandeln wir hier einzig die Bildung des Magnesits. Quarz mit Sulfiden — sonst viel beredet — gehört nicht zum regelmäßigen Bestand unserer Magnesitlager. Davon sind frei: Breitenau, Wald, Sunk, Fieberbrunn, Lanersbach, Steinacherjoch, St. Oswald, Radenthein, Tragail und wohl auch Turrach (Kot- und Stangalm).**) Dieser jüngere Vererzungsvorgang hat also nur einen verhältnismäßig kleinen Teil der Magnesitlager betroffen. Er ist nicht bloß zeitlich, sondern auch räumlich scharf abzusondern. So bilden Semmering—Veitsch—St. Martin (in letzterem fällt die Verquarzung von weitem auf) einen besonderen Hof,***) dessen Hauptbereich und Herd weiter nördlich, unter den Kalkalpen zu liegen scheint.

*) Kieslinger bezeichnete den Talk als dynamometamorphes Äquivalent des Magnesits (also der „Deformationsverglümmung“). Dagegen spricht die stoffliche Verschiedenheit. Aber etwas Talk dürfte immer da sein, als runde Nester und Nüsse (Lanersbach), oder als Schichten (Wald), wo gerade SiO_2 da war. Aber wenn der Talk auch nicht durch mechanische Einwirkung gebildet wird, bei Durchbewegung wird er ausgeschmiert und fällt dann auf.

***) Der sog. Kupferbau liegt weit vom Magnesit, das Fahlerz ober der Kotalm zwar nah, aber in einer anderen Bank.

****) Nebenbei bemerkt entspricht das auch der Verbreitung des Porphyroids. Nicht daß dieses, das viel älter ist, das Erz gebracht hätte, aber es kennzeichnet die Tendenz der magmatischen Entwicklung. Dagegen dürfte in Kärnten der Porphyritschwarm der Rieserfernersippe mit der begleitenden Sulfidvererzung wirklich ursächlich zusammenhängen.

In allen Lagerstätten, die nicht oder wenig gestört sind, erscheint als Muttergestein des Magnesits zweifellos ein grauer bis graublauer feinkörniger Dolomit; Kalk kommt mit Magnesit normal nicht in Berührung, selbst in den stärkst gestörten Lagern gelingt es meist, ein Schiefermittel dazwischen zu finden. Es sind nämlich Kalk—Dolomit, Dolomit—Magnesit nebeneinander als Bodenkörper in einer und derselben konzentrierten Lösung bestandfähig, nicht aber Kalk—Magnesit. So bilden sich im Gefüge der Magnesitkristalle, gleichzeitig und gleichartig mit diesen, die großen weißen Dolomitkristalle („Roßzähne“). Aber der Mutterdolomit war zuerst fest, gebankt und geklüftet, eben dann erst begann der Magnesit über diese Absonderungsfugen einzuwandern und den Dolomit aufzufressen (am schönsten ober der Kotalm). Demnach ist gleichzeitiger Absatz nicht wahrscheinlich: wo und wie hätte das Magnesiakarbonat während der Verfestigung des Dolomits deponiert bleiben sollen, und warum wäre es dann auf einmal zu dem metasomatisierenden Angriff aktiviert worden? Der Grundsatz des physikalisch-chemischen Gleichgewichtes erlaubt auch eine andere Vorstellung: nur wo die Mg-führende Lösung auf älteren Dolomit traf, konnte Magnesit entstehen; wo sie auf Kalk traf, konnten nur analoge metasomatische Dolomitbildungen sich ergeben, wie sie ja wirklich auch beobachtet werden (Tragail, Maishofen — Hammer usw.). Solche Bildungen sind allerdings nicht gar zu häufig, nach einer Art prästabiler Harmonie scheint sich die spätere Mg-Zufuhr im allgemeinen an den Bereich gehalten zu haben, wo die frühere Sedimentation schon Dolomit geliefert hatte.*) Immerhin könnte man nach dem Grundsatz der Konsequenz dafür eine Erklärung zu finden versuchen.

Der Mutterdolomit ist wohl als zusammenhängende Schicht, in Mächtigkeit höchstens allmählich schwankend, abgelagert worden. Der Magnesit findet sich selten in Schichtplatten, die im Streichen länger anhalten, meist in gedrungenen Klötzen, Linsen, Blöcken jeder Größe durch die Schiefer verstreut.***) Einzig allein durch die Tektonik kann das nicht genügend erklärt werden. Durch Schiebung in s kann wohl eine in Schiefen liegende feste Platte in eine Perlschnur von Linsen zerrissen werden, wie die berühmten Belemniten im Bündner Schiefer! Dann kann die Mächtigkeit der Linsen nicht größer sein als die ursprüngliche dieser Platte. Hätte der Mutterdolomit aber ursprünglich Mächtigkeiten gehabt wie manche Magnesitstöcke (Sattlerkogel, Breitenau, Sunk usw.), so muß man doch fragen, wo das hingekommen ist?****) Daß dieselbe Bank an der einen Stelle ausgedünnt, an der anderen zusammengeknäuelte wird, ist im Gegenteil nur bei faltender Zusammenstauchung denkbar — das gibt im ganzen ein anderes Bild als die Linsen der Grauwackenzone. In der Struktur der Stöcke ist — wie schon erwähnt — weder von Ausdünnung (étirage) noch von Zusammenstauchung etwas festzustellen, Bewegungsspuren finden sich meist nur außen, wie an starren Einsprenglingen, die sich in zähem Mittel bewegt haben.

Nach einer anderen Annahme†) würde von der ursprünglichen Dolomitplatte durch Lösung mehr Kalk- als Magnesiakarbonat entfernt: die Bildung des Magnesits durch „Eklektogenese“ erfolge unter starkem Volumverlust, der sich aber nicht gleichmäßig verteilt, und die Bank überall dünner macht. Sondern, entsprechend der Zirkulation, bilden sich Löcher, der Belastungs- oder orogenische Druck preßt die Schiefer in diese hinein, die Bank zerfällt in Stücke. Die Schwierigkeit mit der Anfangs-

*) Wie eine solche Dolomitablagerung entsteht, ist zwar eigentlich auch ein Problem, aber diese Frage wirft man gewöhnlich nicht auf.

***) In den betreffenden Gegenden (Grauwackenzone, Turrach usw.) kommen übrigens auch Dolomite, und sogar auch Kalke — ohne Magnesit oder sonstige Vererzung — in dieser Form vor.

****) Clar (Jahrb. Geol. Bundesanst. Wien 1931, S. 396) meint, daß die Teile der Bank, die Kalk und Kalkschiefer, daher gleitfähig geblieben, bei tektonischer Beanspruchung aus dem Verband mit dem sperrig gewordenen Magnesitstock gelöst „und abgeschleppt“ würden — wohin? Übrigens, neben Magnesit liegt normal nicht Kalk oder gar Kalkschiefer, sondern — selbst in der Breitenau, an die Clar denkt — Dolomit, der ebenfalls unbildungsam ist.

†) Mohr H.: Min. Petr. Mitt., 38, 154 (1925).

mächtigkeit ist da noch ärger als bei der nurtektonischen Erklärung. Unmittelbare Beobachtung spricht dagegen: In den Wandeln ober der Kotalm gehen die Bänke, soweit noch unterscheidbar, gleichmäßig durch: Die Ersetzung des Mutterdolomits durch Magnesitkristallgefüge, die von Klüften, besonders aber von den Schichtklassen her — mehr oder weniger weit — vordringen, verursacht keine merkliche Volumänderung. Über dem Kamm, auf der Fläche der Stangalm, zerfällt dieser Zug in Linsen; die ersten sind Magnesit, die weiteren Dolomit, alle weniger mächtig als der Magnesitklotz am Grat, der Rotkofel: das paßt nicht zur Eklektogenese, eher noch zur *étirage*, die aber drüben auf der Kotalm wieder nicht anwendbar ist!

Die einfachste Vorstellung ist, daß die erste Phase der variskischen Faltung die Platte des Dolomits, die ja im Schichtstoß oben lag, in den Bereich der Erosion brachte. Sie mag dabei gewellt, zerstückelt, stellenweise auch zu großen Mächtigkeiten zusammengestaucht worden sein. (Vormagnesitische Tektonik in St. Erhard, s. o. S. 312, und Clar, l. c. S. 394). Was höher aufragte, wurde abgetragen, die zweite Phase der variskischen Faltung fand davon nur mehr Klippen, vereinzelt in den Schiefen steckend, ein Bild, wie aus jungen Falten (Mittelmeer: Sizilien, Kreta, Zypern usw.) wohl bekannt.

Die Magnesitbildung, die metasomatische Ersetzung von Dolomit durch Magnesit, muß zwischen diesen zwei Faltungen stattgefunden haben. So wie die Stöcke und Linsen durch die zweite Faltung in undurchlässige Schiefer eingewickelt worden sind, ist Zu- und Abfuhr großer Stoffmengen (überdies durch Lösungen geringer Konzentration), wie die Metasomatose verlangt, nicht möglich. Es ist auch kein Anzeichen solcher Vorgänge beobachtet: der Magnesit bildet keine Gänge, keine „Schiefererze“, nicht einmal Verfärbung, Bleichung oder Veränderung, wie sonst bei Vererzung gebräuchlich, ist an den Hüllschiefern zu merken. Wie ascendente Erzzufuhr unter den gegebenen Verhältnissen aussieht, hat man bei Turrach am Zinner der Koralm ein gutes Gegenbeispiel bei der Hand; ebenso für allgemeine Diffusion, Durchtränkung der Schiefer in den Kalkphyllitserien (Hohe Tauern, Unterengadin, Rechnitzer Insel).*) Einer deszendente Stoffzufuhr müssen dagegen damals jene Klippen zugänglich gewesen sein.** Es ist auch kein Zufall, daß gerade zu diesem Zeitpunkt die Mg-Zufuhr einsetzte. Es war dieselbe erste der variskischen Orogenesen, die zur Zerstückelung der Dolomitplatte geführt hatte, welche auch die alten basischen Magmenherde neu aktiviert, die Umwandlung Peridotit—Serpentin in Gang gebracht hat (Wirkung neuen Magmenaufstieges). Ein Teil des geförderten Mg — vermutlich Karbonat — mag mit fließendem Wasser gleich abtransportiert, in diesem und in See und Meer bis zur Unwirksamkeit verdünnt worden sein; ein beträchtlicher Teil ging aber ins Grundwasser über, wo eher achtbare Konzentration erreicht werden konnte, und wurde mit diesem gerade gegen die Depressionen zugeführt, in welchen Teile der Dolomitplatte der Abtragung entgangen waren.

*) Die Kalkphyllitserien stellen in jedem Fall uns eine heikle Frage. Basische Gesteine, besonders Serpentin in Menge — also Mg-Zufuhr — umwandlungsfähiges Karbonatgestein und doch kein Magnesit! Da wären drei Erklärungen möglich:

1. Der Kalkphyllit wäre jünger als die Mg-Ausstrahlung.
2. Der Kalkphyllit — gleich, welchen Alters — wäre damals fern gelegen und erst später an die Serpentine herangeschoben worden.
3. In der allgemeinen Überflutung der Schieferhülle usw. mit Kalk (manches ist ja sedimentäre Kalkschicht, das meiste aber mit Kalk *lit par lit* durchtränkter Tonschiefer und solche Tränkung geht bis in den Zentralgranit!) wäre jene Mg-Zufuhr wirkungslos untergegangen — wie im Kalkphyllit Lagerstätten überhaupt ja fehlen: gegenüber der Kalkdurchtränkung konnten andere Stoffe, deren Zufuhr nicht gefehlt haben mag, wirksame Konzentration nicht erreichen.

**) Zufälligkeiten — ob aufgeschlossen oder etwa schon ganz eingewickelt — erklären gewisse Unregelmäßigkeiten, z. B. ist im Turracher Phyllit magnesitführender Dolomit und reiner Kalk nah nebeneinander eingewickelt zu finden.