

# 1. Referat, erstattet in Wien.

---

## Die Bildung des Magnesits und sein natürliches Vorkommen.

Vortrag, gehalten auf Einladung der deutschen mineralogischen Gesellschaft bei der 6. Jahresversammlung in Wien.

Von

**Karl A. Redlich,**  
Prag.

Mit 1 Figur.

Das letzte Jahrzehnt hat auf dem Gebiete der Minerogenese ganz außerordentliche Fortschritte zu verzeichnen, so daß man sagen kann, die Frage nach der Entstehung der Mineralien und Gesteine sei ein eigener Wissenszweig geworden, der um so größere Bedeutung erlangt hat, als sich die Naturbeobachtung mit dem Laboratoriumsversuch vereinigt haben, die sich nun gegenseitig befruchten, kontrollieren und unterstützen können. Daß nur unter dieser Bedingung eine gedeihliche Arbeit auf diesem Gebiete möglich ist, zeigt am besten das von mir hier zum Referat gebrachte Thema des Magnesits. Während in den letzten Jahren G. LINCK, K. SPANGENBERG, LEITMEIER usw. sich namentlich mit der künstlichen Darstellung dieses Minerals befaßten, haben WEINSCHENK, REDLICH usw. soviel als möglich Naturbeobachtungen zusammenzutragen gesucht, um so dem Werden in der Natur in dieser Frage näher zu kommen.

In kurzer Übersicht sollen vor allem die Resultate der wichtigsten Versuche, künstlich den Magnesit herzustellen, gegeben werden. Aus den bis jetzt gemachten Beobachtungen in der Natur wird sich die Ausschaltung der einen und die Möglichkeit der anderen Experimente, welche sich den Naturvorgängen nähern, von selbst ergeben.

H. SÉNARMONT und CH. DE MARIGNAC haben schon vor längerer Zeit den Magnesit künstlich dargestellt; der erstere durch Erhitzen einer Magnesiumbikarbonatlösung in einem Gefäß mit einem porösen Stopfen und durch Erhitzen einer gemischten Lösung von Natriumkarbonat und Magnesiumsulfat im geschlossenen Rohr auf 160—175 Grad, der letztere durch Umsetzung zwischen Calciumkarbonat und Magnesiumchlorid<sup>1)</sup>.

F. W. PFAFF stellte eine mit Schwefelwasserstoff gesättigte Lösung von Calcium und Magnesiumkarbonat (Magnesia alba) dar, aus der durch Einleiten von Kohlensäure unter gleichzeitiger Verdunstung eine stark doppelt brechende Masse ausfiel, die sich als kohlen saure Magnesia und etwas Kalk erwies. KLEMENT scheint es gelungen zu sein, durch Erhitzen fein gepulverten Aragonits mit einer konzentrierten Lösung von Chlornatrium, Magnesiumsulfat und Magnesiumchlorid, Dolomit und Magnesit darzustellen, doch ist auch hier nicht erklärt, warum sich unter diesen Verhältnissen Dolomit bildete. Geheimrat G. LINCK hat in den letzten Jahren mit einem Stab von Schülern die Magnesitbildungsfrage außerordentlich gefördert, man kann sagen, vieles so gelöst, daß es den Vorgängen in der Natur sehr nahe kommt. Er war so liebenswürdig, die Resultate mir in einem kurzen Auszug zur Verfügung zu stellen, den ich hier wortgetreu wiedergebe. Er hat vor allem gezeigt, daß man bei einer gleichzeitigen Fällung von gemischten Calcium- und Magnesiumsalzlösungen mit Karbonaten der Alkalien und des Ammoniums Mischsalze von wasserfreien Magnesium- und Calciumkarbonat in der Modifikation des Vaterits darstellen kann. Bei Anwendung von Kohlensäureüberdruck bei dieser Darstellung bilden sich Sphärolite, die offenbar aus einem Gemenge von Dolomit und Kalkspat bestehen. Im Anschluß an diese Untersuchungen wurde dann von dem Schüler LINCK's, K. SPANGENBERG<sup>2)</sup>, die Bedingungen für die Dolomitbildung genauer untersucht und es ergaben seine Experimente, sowie die K. SCHMIDT's<sup>3)</sup> und W. DIESEL's<sup>4)</sup>, daß bei Atmosphärendruck das Magnesiumkarbonat

1) Die ältere Literatur siehe bei G. LINCK: Über die Bildung der Karbonate des Calcium, Magnesium und Eisens. DOELTER, Handbuch der Mineralchemie, Bd. I, 1911, S. 135 ff. und H. LEITMEIER, Synthese des Magnesits. DOELTER, Handbuch der Mineralchemie, Bd. I, 1911, S. 291 ff.

2) K. SPANGENBERG, Die künstliche Darstellung des Dolomits. Zeitschr. f. Kristallographie, Bd. 52, 1913, S. 529 ff.

3) K. SCHMIDT, Über Mischsalze von Calcium-Magnesium-Karbonat. Dissertation, Jena 1913.

4) W. DIESEL, Über isomorphe Mischsalze von wasserfreiem Kalk, Magnesium- und Eisenkarbonat. Zeitschr. f. Kristallographie, 1911, Bd. 50, S. 250 ff. und J. PEINE, Beiträge zur Kenntnis der Abscheidung des kohlen sauren Kalkes aus meerwasser-ähnlichen Lösungen. Dissertation, Jena 1913.

allein in hydratisierter Form zur Abscheidung gelangt, daß hingegen bei gleichzeitiger Fällung von Kalksalzen sich die Karbonate des Calciums und des Magnesiums gemischt in der wasserfreien Vaterit-Modifikation abscheiden. Wendet man Kohlensäureüberdruck an, dann ist von dem Magnesiumkarbonat dagegen nur die wasserfreie rhomboedrische Modifikation des Magnesiumkarbonats, der Magnesit, beständig. Hat man nebeneinander Magnesiumkarbonat und Calciumkarbonat, dann erfolgt unter Kohlensäureüberdruck Dolomitbildung, derart, daß die größtmögliche Menge von Dolomit gebildet wird und sich das überschüssige Salz, je nachdem, entweder in Form von Calcit oder von Magnesit, abscheidet. So wandeln sich alle Modifikationen des kohlensauren Kalks unter Kohlensäureüberdruck mit einer Magnesiumbikarbonatlösung schließlich in Dolomit um, aber auch Magnesit geht in Lösungen von kohlensaurem Kalk unter sonst gleichen Umständen wie vorhin in Dolomit über.

Diese Reaktionen erfahren eine Beschleunigung durch Erhöhung von Druck und Temperatur auch durch Lösungsgenossen, welche die Löslichkeit des kohlensauren Kalks erhöhen, wie z. B. das Chlor-natrium, das Chlorammonium oder das Ammoniumsulfat. Sie erfahren auch eine Beschleunigung bei Anwendung der labileren Modifikationen des kohlensauren Kalks, also besonders des Vaterits, da ja diese löslicher sind als der Calcit. Es hat sich ergeben, daß dem Druck für die Bildung des Dolomits nur in der Hinsicht eine Bedeutung zukommt, als er die Löslichkeit, insbesondere des Calciumkarbonats, stark erhöht, denn nach den Untersuchungen SPANGENBERG's, findet bei der Verbindung je eines Moleküls Magnesium- und Calciumkarbonat zu dem Doppelsalz Dolomit eine Volumenverminderung nicht statt.

Aus diesen Tatsachen ist folgendes zu schließen: Magnesit und Dolomit sind stets unter, wenn auch nicht erheblichem, Kohlensäureüberdruck entstanden; von den drei möglichen Salzen ist der Dolomit in kohlesäuresattem Wasser das am schwersten lösliche und vermutlich der Calcit das am leichtesten lösliche, somit sind Calcit und Magnesit nebeneinander nicht beständig, sondern müssen sich in Dolomit umwandeln, wobei ein Überschuß von kohlen-sauerem Kalk als Calcit, ein solcher von kohlensaurer Magnesia als Magnesit verbleibt. Das Nebeneinandervorkommen aller drei Salze ist demnach nur möglich, bei unvollkommen vollzogener Metamorphose (Semmering, Südbahnsteinbruch).

Mit diesen Erfahrungen sind die früher angestellten Experimente, insbesondere die KLEMENT's, durchaus im Einklang, ebenso aber auch die Beobachtung der Entstehung von Dolomitkristallen in Mineralwässern, wie sie von MOITESSIER und A. TERREIL gemacht worden sind.

Aus den Löslichkeitsverhältnissen erklärt sich auch, daß die Dolomitgesteine so vielfach porös sind, denn es ist aus ihnen durch kohlenensäuresattes Wasser der überschüssige Kalkspat ausgelaugt worden, weil er leichter löslich ist als der Dolomit. In ganz ähnlicher Weise würde aus Gemengen von Dolomit und Magnesit zuerst der Magnesit ausgelaugt werden, so daß eigentlich immer das beständigste der Dolomit bzw. ein Glied der Ankerit-Reihe ist.

Bei normaler Verwitterung und Bildung von Karbonaten wird demnach die kohlen-saure Magnesia im allgemeinen vollkommen weggeführt werden, während der kohlen-saure Kalk als Kalkspat zurückbleibt. Anders verläuft der Prozeß, wenn Kohlen-säureüberdruck vorhanden ist. Es werden dann die entsprechenden Salze in Form von Magnesit und Dolomit oder in Form von Dolomit und Kalkspat zur Abscheidung gelangen, je nachdem die kohlen-saure Magnesia oder der kohlen-saure Kalk das Übergewicht hat. Sind solche Gemenge aber vorhanden, so kann mit ihnen leicht eine nachträgliche Umwandlung vor sich gehen, indem eine Zufuhr von kohlen-saurem Kalk oder kohlen-saurer Magnesia stattfindet, und dann der vorhandene Kalkspat oder vorhandene Magnesit in Dolomit umgewandelt wird.

Für die Metamorphose der dolomitischen Gesteine ist, wenn sich diese Metamorphose bei wesentlich erhöhter Temperatur vollzieht, auch die Arbeit K. GRÜNBERG'S<sup>1)</sup> von Wichtigkeit; GRÜNBERG weist nach, daß sich im Kohlen-säurestrom die Zersetzung des Magnesits schon bei  $570 \pm 15$  Grad vollzieht, daß beim Dolomit der Magnesiumgehalt sich bei  $700 \pm 20$  Grad, der Calciumkarbonatgehalt aber erst bei  $900 \text{ Grad} \pm 20 \text{ Grad}$  zu zersetzen beginnt. Im Luftstrom ermäßigen sich die respektiven Temperaturen auf

360 Grad  $\pm$  10 Grad,

500 Grad  $\pm$  15 Grad,

870 Grad  $\pm$  15 Grad.

Wird demnach ein Dolomitgestein der Metamorphose bei hoher Temperatur unterworfen, so wird nach diesen Tatsachen die Bildung von Magnesiumoxyd oder Hydroxyd erklärlich. Es wird auch erklärlich, warum wir vielfach in Marmoren Magnesiumsilikate oder Magnesiumeisen-silikate antreffen.

Sehr wichtig erscheint mir die Beobachtung LEITMEIER'S,<sup>2)</sup> wonach aus dem Wasser der Donatiquelle von Rohitsch Sauerbrunn (Steiermark) wasserhaltiges Magnesiumkarbonat, der Lansfordit und der

<sup>1)</sup> K. GRÜNBERG, Beitrag zur Kenntnis der natürlichen kristallisierten Karbonate des Calciums, Magnesiums, Eisens und Mangans. Zeitschr. f. anorg. Chem., Bd. 80, 1913, S. 337 ff.

<sup>2)</sup> H. LEITMEIER, Genesis des Nesquehonits bzw. Lansfordit. DOELTER, Handbuch für Mineralchemie, Bd. I, 1911, S. 264 u. 271.

Nesquehonit, ausfallen, die sich jedoch bald in amorphen Magnesit umwandeln. Damit findet auch die von DOELTER<sup>1)</sup> gegebene Anschauung, wonach durch Einwirkung kohlenensäurehaltigen Wassers auf Magnesiasilikate (Serpentin, Olivin) sich zunächst metastabile wasserhaltige Karbonate wie Lansfordit usw. bilden, die dann erst später in das stabile wasserfreie Karbonat übergehen, ihre Bestätigung.

Für die Bildung des amorphen Magnesits aus Serpentin sind aber auch die Experimente MÜLLER'S und LEITMEIER'S über die Löslichkeit des Serpentin in kohlenensäurehaltigem Wasser wichtig.

R. MÜLLER<sup>2)</sup> ließ in versiegelten Flaschen während 7 Wochen solches Wasser bei Kellertemperatur (eine nähere Angabe fehlt) auf feinst gepulverten edlen Serpentin von Snarum einwirken. Von diesem Mineral wurden gelöst:

MgO	2,649
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Spuren
FeO	1,527
SiO <sub>2</sub>	0,354

Es waren 13,8 g verwendet worden und es hatten sich im ganzen 1,24 % gelöst. Die Angabe auf 3 Dezimalen überschätzt die Genauigkeit der Analysenresultate, besonders wo es sich um so geringe Mengen handelt. Weitere Schlüsse wurden aus diesem Resultate nicht gezogen.

H. LEITMEIER<sup>3)</sup> behandelte 1 g Serpentin von Kraubath in Steiermark mit 100 g Wasser, in das geringe Mengen von CO<sub>2</sub> eingeleitet worden waren, in einer zugeschmolzenen Glasröhre 6 Monate lang bei Zimmertemperatur (15—18°) auf der Schüttelmaschine und erhielt folgendes Resultat:

Gelöst:		Rückstand:	
MgO	3,07%	MgO	33,64%
FeO	0,38	CaO	0,28
SiO <sub>2</sub>	0,23	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,32
Ges. Resultat d. Gelösten	<u>3,68</u>	FeO als Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> bestimmt und als FeO berechnet	9,64
		SiO <sub>2</sub>	39,72
		H <sub>2</sub> O	12,88
			<u>96,48</u>
		Gelöstes	<u>3,68</u>
			100,16

<sup>1)</sup> C. DOELTER, Physikalisch-chemische Mineralogie, Leipzig 1905, S. 213.

<sup>2)</sup> R. MÜLLER, TSCHERMAK'S min.-petr. Mittel., 1877, 25, in J. k. k. geol. R. A., 27 (1877).

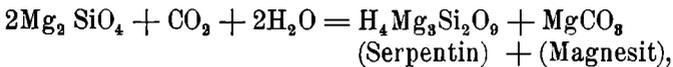
<sup>3)</sup> H. LEITMEIER, DOELTER'S Handbuch der Mineralchemie, Bd. II, S. 414.

Die Löslichkeit von  $3\frac{1}{2}\%$  ist für die sehr geringe Kohlensäurekonzentration als eine sehr hohe zu bezeichnen und es macht der Versuch es verständlich, wie in der Natur so große Mengen Karbonat sich aus dem Serpentin (und Olivin) bilden. Kristallisationsversuche mit der Lösung ergeben denn auch die Bildung eines Magnesiumkarbonats; die Kieselsäure des Rückstands war zum Teil etwas gallertig. Dies erklärt die Opalbildungen, die häufig bei der Karbonatisierung zu beobachten sind.

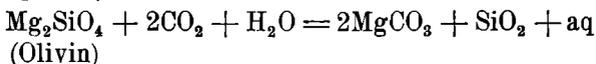
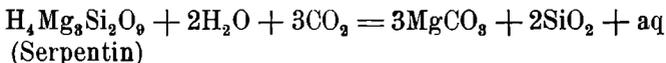
Ähnlich wie in meiner Arbeit: Typen der Magnesitlagerstätten<sup>1)</sup> will ich auch hier die verschiedenen Varietäten herausgreifen und ihre Genesis besprechen.

### Typus Kraubath.

Beginnen wir mit dem amorphen Magnesit. Dieser findet sich im Serpentin und dessen Muttergestein. Dieser letztere Umstand und die Erscheinung, daß nicht alle Serpentine Magnesit enthalten, spricht im allgemeinen gegen die gleichzeitige Bildung dieser beiden Minerale aus dem Olivingestein, wie sie TSCHERMAK nach der Gleichung annimmt:

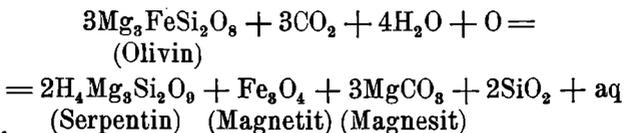


es ist vielmehr nach der gangartigen Form anzunehmen, daß es kohlenstoffhaltige Wässer sind, welche die Magnesitbildung zur Folge haben, wie ich dies in den Gleichungen:



festgelegt habe.

VAN HISE,<sup>2)</sup> der in seinem groß angelegten Werke „A treatise on metamorphism“ schon 1904 alle theoretischen Möglichkeiten der Magnesitbildung bespricht, führt beide Ansichten ohne jede weitere Begründung an, wobei er des weiteren auch der Magnesitbildung in folgender Gleichung gedenkt.



<sup>1)</sup> K. A. REDLICH, Die Typen der Magnesitlagerstätten. Zeitschr. f. prakt. Geol., XVII. Jahrg., 1909, H. 7, S. 300.

<sup>2)</sup> C. R. A. VAN HISE, Monographs geol. survey, Vol. 47, 1904, p. 309.

Nicht übersehen soll die Limonitbildung — das sog. Holzerz — werden, welches aus der Zersetzung des Olivins und Serpentin an der Oberfläche sich bildet, eine gleichzeitige Magnesitbildung als rezenter Absatz konnte nicht beobachtet werden, wahrscheinlich weil bei der verhältnismäßig geringen Menge von Kohlensäure das leicht lösliche wasserhaltige Magnesiumkarbonat weggeführt wurde.

Die Serpentinisierung der Olivingesteine ist ein vollständig getrennter Vorgang, sie kann als eine langwährende Verwitterung bezeichnet werden, so zwar, daß das kapillare Wasser diesen Prozeß verursacht hat. Geringe Kohlensäuremengen, die dabei in Betracht kommen, werden dann, wenn auch untergeordnet, nach der TSCHERMAKschen Gleichung eine gleichzeitige Magnesitbildung zur Folge haben.

Es bleibt die Frage noch offen, ob wir es mit deszendierenden Gängen, an Bruchlinien und Spalten durch in den Boden sickernde Tagwässer entstanden, zu tun haben, oder ob sie der aszendierenden Wirkung kohlen säurehaltiger Quellen als der letzten Emanation der Eruption des basischen Magmas ihre Bildung verdanken. Ich war bis jetzt eher geneigt, die gelartige Form des Magnesiumkarbonates für eine Oberflächenverwitterung zu halten, wobei es sich nur auf den Spalten erhalten konnte, obertags aber wegen seiner verhältnismäßig leichten Löslichkeit weggeführt wurde und nur das sog. Holzerz (ein chromhaltiger Limonit) zurückließ.

Die geringen Mengen von Kohlensäure, welche die Tagwässer führen, und die nur schwer die Bildung der oft mächtigen Gänge erklären ließen, war wohl der erste Anstoß, der mich an der Richtigkeit meiner Anschauung zweifeln ließ.

Dazu kam nun im Laufe der Zeit folgende weitere Stütze, die für eine Aszension der Lösung sprach.

In den Graniten von Karlsbad trifft man Gangaufüllungen von Aragonit und Hornstein, die ein vollständiges Analogon zu den Magnesitopalgängen des Serpentin bilden. Wenn auch die mikroskopische Untersuchung des äußerlich amorph aussehenden Aragonites ergab, daß wir es mit einer sehr feinkristallinen Varietät zu tun haben, so mag dies nicht wundernehmen, da der Olivin-Serpentin-Magnesit bereits Spannungsdoppelbrechung zeigt und an manchen Stellen bereits teils feinkristallinische, teils grobkristallinische Textur angenommen hat (Schweden usw.).

Auf die hochinteressante Paragenese dieses Minerals und alle mit ihr in Verbindung stehenden Fragen, die vom genetischen Standpunkt noch lange nicht geklärt sind, will ich nicht weiter eingehen, da Herr Dr. LEITMEIER, der dieses Thema mit Unterstützung der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien, sowohl im Laboratorium, als auch in der Natur studiert hat, in eine ausführliche Darlegung wohl in nächster Zeit darüber berichten wird. Ich möchte nur hier

bemerken, daß Herr Dr. LEITMEIER unabhängig von mir zu der gleichen Auffassung, von der Aszension der Magnesitgänge gelangt ist, eine Anschauung die übrigens schon OEBBEKE u. WEINSCHENK <sup>1)</sup> in ihrem Lehrbuch der Mineralogie bei dem Kapitel: Mineralagerstätten der Serpentine voraussetzt, da sie von juvenilen Wässern sprechen, welche die Serpentine durchflossen haben, so daß nur auf diese Weise die außerordentliche Mannigfaltigkeit der einzelnen Neubildungen erklärt werden kann. Mit unseren Serpentinmagnesiten hängen wohl innig die schon seit langer Zeit bekannten Breunerite, Dolomite und Mangandolomite des Greiners in Tirol zusammen, die als Idioblasten im Talk und Chloritschiefer auftreten. Leider kenne ich dieses Vorkommen nicht in der Natur, sondern nur aus Handstücken. Sie treten am Greiner im Kontakt von Gneiß und Serpentin auf, WEINSCHENK hält sie für Kontaktmetamorphosen. In meinen Typen der Magnesitlagerstätten habe ich sie ähnlich wie die Kraubater Magnesite für Oberflächenverwitterungen gehalten, die durch Umkristallisation der ursprünglichen Gelmasse in einen kristallinen Schiefer entstanden sind, einzureihen in die Gruppe V 3. Ordnung (Magnesiumsilikatschiefer) GRUBENMANN'S. Auch hier bleibt die Frage offen, ob wir es mit aufsteigenden oder absinkenden Wässern zu tun haben. Die noch später zu besprechenden Dolomitidioblasten im Talk und Rumpfit der kristallinen Magnesitstücke würden, als Analogon herbeigezogen, mehr für einen Quellabsatz sprechen.

### Typus Hall.

Schon seit alter Zeit sind aus dem Haselgebirge (im Anhydrit) der triadischen Salzlagerstätten von Hall graue bis schwarze Massen <sup>2)</sup> bekannt, die bald als kristallinisches Magnesit, bald als Dolomit bezeichnet werden. BREITHAUPT beschreibt sie schon im Jahre 1841 in seinem Handbuch der Mineralogie als Carbonites allotropus, Rhomboeder von der Härte  $5\frac{1}{4}$ — $5\frac{1}{2}$  mit dem spez. Gewicht 2,892—2.

Nach Untersuchungen von FOULLON <sup>3)</sup> und STROMEYER <sup>4)</sup> haben die Kristalle die Zusammensetzung:

<sup>1)</sup> F. v. KOBELL, Lehrbuch der Mineralogie, verfaßt von K. OEBBEKE u. E. WEINSCHENK, 7. Aufl., Leipzig 1913.

<sup>2)</sup> Es kommen auch vollständig ausgebildete Kristalle schwebend im Anhydrit vor, die aus der Kombination 4R, OR bestehen, sie sind teilweise wasserhell, teilweise grau bis schwarz durch feinverteilte Tonpartikelchen und Bitumen gefärbt.

<sup>3)</sup> H. v. FOULLON, Mineralog. und petr. Mitteilungen. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, XXXVIII. Bd., 1888, S. 2.

<sup>4)</sup> RAMMELSBURG, Handbuch der Mineralchemie, 1875, S. 232.

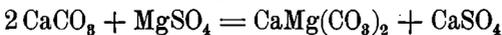
	I	II	entsp. Karbonate	
			I	II
Eisenoxydul	11,80	5,00	19,14	8,05
Manganoxydul	1,36	1,51	2,04	2,44
Magnesia	37,68	42,71	79,13	89,69
			100,31	100,18

EISENHUTH<sup>1)</sup> hat von demselben Fundpunkt Kristalle derselben Tracht, welche ebenfalls in feinkörnigem Anhydrit lagern, untersucht und ist zu folgenden Resultaten gelangt:

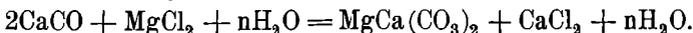
		als Karbonate berechnet	
FeO	1,67	FeCO <sub>3</sub>	2,69
CaO	30,67	CaCO <sub>3</sub>	54,77
MgO	19,89	MgCO <sub>3</sub>	41,57
CO <sub>2</sub>	46,80		
Unlöslich	1,22		1,22
	<u>100,25</u>		<u>100,25</u>

und leitet daraus die Zusammensetzung Fe CO<sub>3</sub>, 23,6 Ca CO<sub>3</sub>, 21,3 Mg CO<sub>3</sub> ab. Durch diese Analysen ist bewiesen, daß sowohl Dolomite als auch Breunnerite (mit wechselndem Eisengehalt) in denselben Schichten sich finden.

Es ist wohl zweifellos, daß sie epigenetischen Ursprungs sind, d. h. entstanden durch Einwirkung magnesiahaltiger Lösungen auf Kalzit. Während ich noch im Jahre 1908 der Meinung war, daß Magnesiumsulfat, welches sich ja auf allen Salzlagerstätten findet, das Agens für die Umwandlung sei, nach der Gleichung



hat GÖRGEY<sup>2)</sup> in seiner Monographie von Wittelsheim im Ober-Elsaß (TSCHERMAK, min. u. petr. Mitt., 1912, S. 339) einen Fall von Dolomitbildung durch Magnesiumchloridlösung auf fein verteilten Kalk gezeigt und dafür folgende Gleichung aufgestellt:

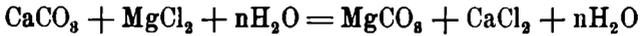


Der Nachweis des so leicht löslichen Calciumchlorides, ferner der Umstand, daß sich in jenen Bänken, in welchen Dolomit auftritt, noch beträchtliche Mengen von Magnesiumchlorid finden, und daß dort, wo der primäre Kalzit noch vorhanden ist, Kalzium- und Magnesiumchlorid fehlen, spricht sehr für GÖRGEY's Anschauung.

<sup>1)</sup> K. EISENHUTH, Beiträge zur Kenntnis der Bitterspäte. GROTH's Zeitschr. f. Kristallographie, Leipzig 1902, Bd. 35, S. 601.

<sup>2)</sup> R. GÖRGEY, Zur Kenntnis der Kalisalzlager von Wittelsheim im Ober-Elsaß. Daß ein Teil der Magnesia durch Eisenoxydul ersetzt ist, ist natürlich ohne wesentliche Bedeutung, die Reaktion verläuft in derselben Art und Weise, nur daß FeCl<sub>2</sub> statt MgCl<sub>2</sub> in Reaktion tritt, S. 453. TSCHERMAK, Min. u. petr. Mittel., Bd. XXXI, S. 339.

Wie schon einleitend erwähnt wurde, findet sich in Hall neben Dolomit auch fast kalziumfreier Breunnerit; seine Entstehung ist wohl aus einem Überschuß von Magnesiumsalzen zu erklären, wobei die Reaktion über die Dolomitbildung nach der einfachen Gleichung



hinausgeht.

Daß eine Bildung durch andere Faktoren, wie durch Magnesiumsulfat nicht angeschlossen ist, braucht wohl nicht weiter erörtert zu werden.

### Magnesit als Begleiter von Erzen und als pneumatolitische Bildung.

Als Seltenheit finden wir Magnesitkristalle in den Blasenräumen des Melaphyrmandelsteines von TANNHOF. Ebenso wird Magnesit bez. Breunnerit als Begleiter von Erzen erwähnt, so findet er sich mit Galenit, Sphalerit in Ujsinka (Komitat Fogaras Ungarn)<sup>1)</sup>, in Bleierzgängen von Ruszkabanya<sup>2)</sup>, in den Zinkblendelagergängen von Schneeberg in Tirol<sup>3)</sup> usw. usw. Als Gangart findet sich auch Magnesiumkarbonat in den verschiedensten Mischungsverhältnissen und  $\text{CaCO}_3$  und  $\text{FeCO}_3$  an verschiedenen Erzgängen der Alpen.

### Typus Veitsch.

Der Typus Veitsch wurde, wie aus dem Literaturverzeichnis hervorgeht, erst in jüngster Zeit von mir und O. GROSSPIETSCH ausführlich beschrieben, so daß es mir gestattet sei mit Erlaubnis des Verlegers diese Arbeit auszugsweise hier wiederzugeben, da neue Beobachtungen nicht hinzugekommen sind.

Ein kurzer Überblick über die österreichischen und ungarischen Vorkommnisse soll das Bild ergänzen.

## Literaturverzeichnis.

### Österreich.

#### I. Magnesit.

1. J. RUMPF, Über kristallisierte Magnesite aus den nordöstlichen Alpen. TSCHERMAK'S Mineralogische Mitt., Wien 1873, S. 263.
2. —, Über kristallisierte Magnesite und ihre Lagerstätten in den nordöstlichen Alpen. Verh. k. k. Geol. Reichsanstalt, Wien 1873, S. 312.

<sup>1)</sup> ANTON KOCH, Erdély ásványainak kritikai átnézete (Kritische Übersicht der Minerale Siebenbürgens). Koloszvar 1885, p. 129.

<sup>2)</sup> MIKE TÓTH, Magyarország asvanyai (Minerale Ungarns). Budapest 1882, p. 331.

<sup>3)</sup> B. GRANIGG, Die stoffliche Zusammensetzung der Schneeberger Lagerstätten. Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen, 1908, Nr. 27 u. 32.

3. —, Crinoiden aus dem Sunkgraben. TSCHERMAK's Mineralogische Mitt., Wien 1874, S. 91.
4. J. RUMPF, Über steirische Magnesite. Mitteil. d. naturwissensch. Vereines f. Steiermark, Graz 1867, S. 91.
5. F. TOULA, Geologische Untersuchungen in der Grauwackenzone der nordöstlichen Alpen. Denkschriften der math.-nat. Klasse der k. Akademie d. Wiss. in Wien 1885, Bd. L, S. 121.
6. H. v. FOULLON, Über die Gesteine und Minerale des Arlbergtunnels. Jahrb. k. k. Geol. Reichsanstalt, Wien 1885, S. 87.
7. G. FIRTSCH, „Rumpfit“ ein neues Mineral. Sitzungsber. d. k. Akademie d. Wiss. math.-nat. Klasse, Bd. XCIX, Abt. 1, Jahrg. 1890. S. 417 (Jassing bei St. Michael).
8. M. KOCH, Mitteilungen über einen Fundpunkt von Unterkarbon in der Grauwackenzone der Nordalpen. Zeitschr. Dtsch. Geol. Ges., Berlin 1883, S. 294 (Magnesit der Veitsch).
9. M. VACEK, Einige Bemerkungen über das Magnesitvorkommen am Sattlerkogel in der Veitsch und die Auffindung einer Karbonfauna daselbst. Verh. k. k. Geol. Reichsanstalt, Wien 1900, S. 401. 1893.
10. E. WEINSCHENK, Das Talkvorkommen bei Mautern in Steiermark. Zeitschr. f. prakt. Geol., Berlin 1893, S. 41.
11. —, Zur Kenntnis der Graphitlagerstätten I. Chemische Studien II. Alpine Graphitlagerstätten. Abhandlungen Kgl. Bayr. Akademie d. Wiss., II. Kl., XXI Abt. II, S. 231.
12. —, Beobachtungen über die Bildung des Graphites usw. Zeitschr. f. prakt. Geol., Berlin 1903, S. 16.
13. K. A. REDLICH, Über das Alter und die Entstehung einiger Erz- und Magnesitlagerstätten der steirischen Alpen. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, Wien 1903, S. 285. (Bezieht sich auch auf Siderit.)
14. R. CANAVAL, Über zwei Magnesitvorkommen in Kärnten. Carinthia II, Nr. 6, Klagenfurt 1907.
15. E. WEINSCHENK, Grundzüge der Gesteinskunde, Freiburg i. Br. 1905, Bd. II, S. 315.
16. K. A. REDLICH, Die Genesis der Pinolithmagnesite, Siderite usw. TSCHERMAK's Mineralogische Mitt., Wien 1907, S. 499.
17. F. HEIRTSCH, Geol. Studien in der Grauwackenzone der nördlichen Alpen I—III. Sitzungsber. d. k. Akademie d. Wiss. math.-nat. Klasse, Bd. CXVI, S. 1717; Bd. CXVIII, S. 115; Bd. CXX, S. 96 (Magnesit des Sunks).
18. K. A. REDLICH und F. CORNU, Zur Genesis der alpinen Talklagerstätten. Zeitschr. f. prakt. Geol., Berlin 1908, S. 145 (vor allem Mautern, Häuselberg bei Leoben).
- 18a. K. A. REDLICH, Zwei neue Magnesitvorkommen in Kärnten. Zeitschr. f. prakt. Geol., 1908.
19. F. CORNU, Die Minerale der Magnesitlagerstätte des Sattlerkogels (Veitsch). Zeitschr. f. prakt. Geol., Berlin 1908, S. 449.
20. A. SIGMUND, Die Minerale Niederösterreichs, Wien 1909, S. 70.
21. K. A. REDLICH, Kritische Bemerkungen zu Herrn A. SIGMUND's: Die Minerale Niederösterreichs. Centralblatt f. Mineralogie, Stuttgart 1908, S. 742. Derselben Autors: Letztes Wort zu A. SIGMUND's Minerale Niederösterreichs. Dieselbe Zeitschr. 1909, S. 689.
22. —, Die Typen der Magnesitlagerstätten. Zeitschr. f. prakt. Geol., Berlin 1909, S. 300.
- 22a. —, Der Magnesit bei St. Martin am Fuß des Grimming (Ennstal). Zeitschr. f. prakt. Geol., 1909.
23. W. HAMMER, Nachtrag zur Geologie der Ortleralpen (Magnesit am Zumpanell und Stiereck). Verh. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, 1909, S. 199.

24. H. MOHR, Zur Tektonik und Stratigraphie der Grauwackenzone zwischen Schneeberg und Wechsel. Mitt. Geol. Ges., Wien 1910, S. 104.
25. J. HÖRHAGER, Über die Bildung alpiner Magnesitlagerstätten und deren Zusammenhang mit Eisensteinlagern. Österr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen, Wien 1911.
26. O. GROSSPIETSCH, Zur Mineralkenntnis der Magnesitlagerstätte Eichberg am Semmering. Centralblatt f. Mineralogie, Stuttgart 1911, S. 433.
27. K. A. REDLICH, Entstehung, Vorkommen und Verwertung des Magnesites. C. DOELTER: Handbuch der Mineralchemie, Dresden 1912, Bd. I, S. 243.
28. A. KERN, Der Magnesit und seine technische Verwertung, Glückauf 1912, S. 271.
29. R. CANAVAL, Das Magnesitvorkommen von Trems bei Sterzing in Tirol. Zeitschr. f. prakt. Geol., Berlin 1912, S. 320.
30. K. A. REDLICH, Das Schürfen auf Erze von ostalpinem Charakter. Montanistische Rundschau, Wien 1912.
31. A. SIGMUND, Neue Mineralvorkommen in Steiermark. Mitt. d. nat. Vereines f. Steiermark. Jahrg. 1911, Bd. 48, S. 238 (Magnesit von Pusterwald in Steiermark).
32. F. HERITSCH, Beiträge zur Geologie der Grauwackenzone des Paltentales (Obersteiermark). Mitt. nat. Vereines f. Steiermark, Jahrg. 1911, Bd. 45.
33. H. LEITMEIER, Magnesit, in C. DOELTER's Handbuch der Mineralchemie, THEODOR STEINKOPF Leipzig und Dresden, 1912, S. 220—253.
34. K. A. REDLICH u. O. GROSSPIETSCH, Die Genesis der kristallinen Magnesite und Siderite. Zeitschr. f. prakt. Geol., 1913, XXI. Jahrg., Heft 2, S. 90.
35. K. A. REDLICH, Der Karbonzug der Veitsch (Steiermark) und die in ihm enthaltenen Magnesite. Zeitschr. f. prakt. Geol., 1913, XXI. Jahrg., Heft 5, S. 406.
36. B. GRANIGG, Über die Erzführung der Ostalpen. Bericht über den allgemeinen Bergmannstag in Wien, 16—19. September 1912, Wien 1913, S. 289.
37. A. SIGMUND, Neue Mineralfunde in Steiermark und Niederösterreich. Mitt. d. natur. Vereines f. Steiermark, Jahrg. 1912, Bd. 49, S. 109, Graz 1913 (Arzbach bei Neuberg).
38. A. HIMMELBAUER, Mineralogische Notizen. Apatit im Talk von Eichberg am Semmering. TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitteilungen, Bd. XXXII, Heft 1 u. 2. Mitt. d. min. Ges. in der Monatsversammlung, 16. Februar 1913.

### Ungarn.

Für Ungarn wurde mir ein Manuskript von DR. STEPHAN VITALIS, einem Schüler des Prof. HUGO VON BÖCKH in Schemnitz, „die ungarischen Magnesitvorkommen“ zur Verfügung gestellt, das ich auszugsweise für dieses Referat benützt habe.

40. J. LOCZKA (in Budapest), Chemische Analyse zweier Magnesite. Zeitschr. f. Kristallogr. u. Min., Leipzig 1902, Bd. 35, S. 282.
41. N. WEISS, Hungarian Magnesite Deposits. The Iron Age., 1903, Januar-Nummer, S. 20.
42. FR. SCHAFARZIK, A. Magyar Korona országoi frületèn lètesõ kobányák reisletes ledrása (Ausführliche Beschreibung der auf dem Gebiete der Länder der ungarischen Krone vorkommenden Steinbrüchen), Budapest 1906.
43. H. v. BÖCKH, Die geologischen Verhältnisse des Vashegy, des Hradek und der Umgebung dieses (Komitat Gömör). Mitteilungen aus dem Jahrb. d. k. ungar. geol. Anstalt, Budapest 1905, B. XIV.

44. H. v. BÖCKH, Beiträge zur Gliederung der Ablagerungen des Scepes-Gömörer Erzgebirges. Jahresber. d. k. ung. geol. Anst. f. 1905, Budapest 1906, S. 45.
45. —, Über die geol. Detailaufnahme des in der Umgebung von Nagyröcxé, Jolsva und Nagysolabos gelegenen Teiles des Scepes-Gömörer Erzgebirges. Jahresberichte d. k. ung. geol. Anstalt für 1906, Budapest 1908.
46. V. ACKER, Die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Csetnek u. Peloucz, ebendasselbst.
47. H. v. BÖCKH, Über die geol. Detailaufnahme des in der Umgebung von Nagyröcxé Jolsva und Nagysolabos gelegenen Teiles des Scepes-Gömörer Erzgebirges. Jahresberichte d. k. ung. geol. Anstalt für 1906, Budapest 1908, S. 157.
48. W. ILLES, Beiträge zur Geologie des im Gömörer Komitate zwischen den Bächen Kés-Sojò und Balog gelegenen Gebietes, ebendasselbst.
49. A. KALCCSZINSKY, Magnesit von Jolsva. Jahresberichte d. k. ung. geol. Anstalt, 1907, S. 294.
50. K. A. REDLICH, Die Erzlagerstätten von Dobschau und ihre Beziehungen zu den gleichartigen Vorkommen der Ostalpen. Zeitschr. f. prakt. Geol., XVI. Jahrg., 1908, S. 270.
51. HUGO BÖCKH, Bemerkungen zu „Die Erzlagerstätten von Dobschau und ihre Beziehungen zu den gleichartigen Vorkommen der Ostalpen. Dieselbe Zeitschr., S. 506.
52. STEFAN VITÁLIS, Beiträge zur Geologie des Gebietes zwischen dem Rima- und Nagybalogbach. Jahresberichte d. k. ung. geol. Anstalt für 1908, Budapest 1911, S. 51.
53. JOH. AHLBURG, A felső maggarorszagi Eicheggség értermöhegei (Die Erzlagerstätten des oberungarischen Erzgebirges). Mitteilungen aus dem Jahrbuch d. k. ung. geol. Reichsanstalt, Bd. XX, Heft 7, S. 377.
54. JOSEF WOLDRICH, Geologische und mont. Studien in den Karpathen nördlich von Dobschau. Archiv für Lagerstättenforschung, Heft 11, Berlin 1913.

Durch REDLICH'S Aufnahmearbeiten in den verschiedenen Magnesitgebieten Österreichs liegt nun eine große Anzahl von Beobachtungen vor, welche einen tieferen Einblick in die Genesis dieses Gesteins liefern. Da in den Alpen und Karpathen gewisse Talke und Siderite mit dem Magnesit innige genetische Beziehungen haben, sollen anhangsweise auch über diese Mineralien, soweit sie in Zusammenhang mit unserem Thema stehen, gesprochen werden.

Eine Reihe namhafter Forscher hat in den letzten vier Jahrzehnten an dem Magnesitproblem gearbeitet. So hat J. RUMPF (L. V. 1, 2, 3, 4) in den siebziger Jahren die Entstehung der Magnesitlagerstätten durch die Annahme zu erklären versucht, daß silurische Thermen an seichten Stellen des Meeres die gelösten Karbonate zum Absetzen gebracht hätten, und daß daher diese Lagerstätten sedimentären Charakters seien.

1885 fand H. FOULLON (L. V. 6) im Sunk bei Trieben (Paltental, Steiermark) in den Zwischenräumen der Magnesitindividuen Epidotkristalle, eine Beobachtung, auf welche wir in diesen Ausführungen noch zurückkommen werden.

Im Jahre 1893 hat zum erstenmal M. KOCH (L. V. 8), welcher die im Liegenden des Veitscher Magnesitlagers vorkommenden Fossi-

lien als dem Karbon angehörig erkannt hatte, die Ansicht von dem metamorphen Charakter dieser Lagerstätte ausgesprochen, ohne sie näher zu begründen. Über den Chemismus dieses Vorganges hat er sich keine Rechenschaft abgelegt, da er die Umwandlungsreste für Kalk und nicht für Dolomit hielt.

1900 erwähnte E. WEINSCHENK (L. V. 10, 11, 12) kurz das Vorkommen der stockförmigen Magnesite im Liesing- und Paltental (Steiermark) und deren Vergesellschaftung mit ausgedehnten Talklagerstätten; solche Bildungen können nach WEINSCHENK nur durch Massenzufuhr von Magnesiumverbindungen erklärt werden, da sonst das Stadium der Dolomitisierung kaum überschritten worden wäre. Die Pinolite hält dieser Autor für Imprägnationen der Tonschiefer, in welchen die Hauptmasse des Gesteines aus flach-rhombödrischen Kristallen von Magnesit besteht, während der ursprüngliche Tonschiefer völlig umkristallisiert wurde.

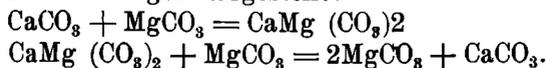
Die früher erwähnte, von M. KOCH aufgestellte Hypothese wurde im Jahre 1903 zuerst von REDLICH (L. V. 13) auf Grund zahlreicher Beobachtungen und Analysen bewiesen. Es erfolgte der Hinweis auf das innige Zusammenvorkommen von Magnesit und Dolomit, ferner auf die genetische Analogie mit Siderit und Ankerit.

Ein Jahr später schloß sich auch R. CANAVAL (L. V. 14) dieser Ansicht insofern an, daß er zwar den metamorphen Charakter dieser Bildungen anerkannte, es jedoch für wahrscheinlich hielt, daß die Kalke schon während ihrer Sedimentierung umgewandelt worden seien, so daß sie ihrer Entstehung nach an der Grenze zwischen den sedimentären und metamorphen Bildungen ständen.

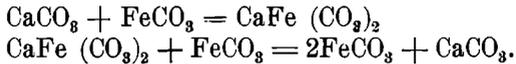
Im Jahre 1905 erklärte E. WEINSCHENK (L. V. 15) die Entstehung der körnigen Magnesite als Metamorphosierung der Kalke durch postvulkanische Prozesse. Die Umwandlung sei durch magnesiumhaltige Lösungen erfolgt, die als letzte Folgeerscheinungen granitischer Eruptionen oder Lakkolithbildungen anzusehen seien.

In einer 1907 erschienenen Arbeit versuchte REDLICH (L. V. 16) die bis dahin ziemlich vage Vorstellung der Carbonatmetamorphose präziser zu fassen. Die Annahme, die in ihren Grundzügen auch heute noch, wenn auch in modifizierter Form, festgehalten wird, obwohl sie nicht mehr als die einzige Entstehungsmöglichkeit gelten kann, ging dahin, daß der primär vorhandene Kalk durch den Einfluß magnesiumhaltiger Wässer und unter der Mitwirkung von Lösungsgenossen zuerst in Dolomit und dieser durch weitere Zufuhr derselben in Magnesit umgewandelt wurde.

In rein schematischer Form wurde dieser Umwandlungsprozeß durch folgende Gleichungen dargestellt:



Dasselbe Prinzip wurde auch auf die Entstehung des Siderites angewendet, so daß sich folgende, ganz analoge Reaktionsgleichungen aufstellen ließen:



Wurde ein solcher Prozeß durch uns nicht bekannte Ursachen unterbrochen, so konnte die Reaktion nicht bis zu dem Endgliede Magnesit (Siderit) fortschreiten, sondern sie blieb bei Zwischenprodukten (Dolomit, Ankerit) stehen, deren Vorkommen in allen Karbonatlagerstätten nachgewiesen werden kann. Es ist ferner anzunehmen, daß bei der geringen Reaktionsgeschwindigkeit dieser Umsetzung nicht alle Partien einer Magnesit- oder Sideritlagerstätte sich schon an dem Endpunkte des Umwandlungsprozesses befinden.

Da die reagierenden Lösungen stets Magnesium und Eisen in wechselnden Mengen enthalten, ist die Möglichkeit gegeben, daß beide früher erwähnten Umsetzungen gleichzeitig erfolgen, so daß sich Ankerit und Breunnerit neben allen möglichen Mischungsgliedern bilden können. Ob im allgemeinen die Reaktion direkt zu einem kristallinen Zustand oder primär zu einem Kolloid führt, ist nicht nachzuweisen. Ebenso kann die Frage der Herkunft der magnesiumhaltigen Wässer nur hypothetisch behandelt werden.

Der Bestätigung dieser Anschauung kam im Laufe der Jahre weiteres Beobachtungsmaterial zu Hilfe. So fand REDLICH in der Magnesitmasse verschiedener Fundorte Crinoidenreste, die teilweise in Dolomit, teilweise in fast ganz reinen Magnesit umgewandelt sind (L. V. 22). Ferner wurde des öfteren das Auftreten primärer und sekundärer Minerale im Magnesit beschrieben: Kupferkies, Fahlerz, Antimonit u. a. m.

Trotzdem der metamorphe Ursprung der Magnesit- und Sideritlagerstätten nun als bewiesen gelten konnte, wies A. SIGMUND (L. V. 20) in seiner 1909 erschienenen Arbeit diese Entstehungsweise ohne jede Begründung zurück und stellte sich auf den Standpunkt der Sedimentationshypothese, einer Ansicht, die REDLICH in kurzer Kritik (L. V. 21) widerlegt hat.

Dagegen bestätigte J. HÖRHAGER (L. V. 25) durch sein in der Gegend von Turrach (Steiermark) gesammeltes und zum Teil mit Analysen belegtes Material die Beobachtungen REDLICH's durch den Nachweis verschieden zusammengesetzter Mischungsglieder zwischen Calcium-, Magnesium- und Eisenkarbonat und leitete das Augenmerk auf die im Kalk auftretenden Spalten und Hohlräumeausfüllungen.

Wenn trotz aller bis zu dieser Zeit gelieferten Beweise A. KERN (L. V. 28) 1912 abermals der sedimentären Entstehungsweise das Wort spricht und für seine Anschauung lediglich die große Ausdeh-

nung dieser Lagerstätten (sie reichen mit Unterbrechungen vom Semmering bis nach Tirol) und das Fehlen der Fossilien in den Magnesiten ins Treffen führt, so kann dies nur auf unvollständige Benutzung der vorhandenen Literatur zurückzuführen sein, was auch R. CANAVAL (L. V. 29) in seiner Arbeit über den Magnesit von TRENS andeutet.

Die österreichischen Alpen durchzieht von Wien bis nach Tirol Ost-West streichend ein Zug altpaläozoischer Gesteine, die sog. Grauwackenzone, in welcher mehrere Streifen von Karbonschichten eingeschaltet sind. Diese letzteren sind vor allem die Träger des Magnesits. Auch Siderit, Kupferkies, Bleiglanz usw. teils in Gängen, teils in metamorphen Bildungen nach Kalk ist in ihnen anzutreffen. Neben diesem geschlossenen nördlichen Zug finden wir in einzelnen großen Schollen im Süden ebenfalls Magnesit, dessen geologische Stellung bedeutend komplizierter ist.

Im Osten liegen von Gloggnitz beginnend bis herauf zum Semmering (Z. 15, Kol. XIV, Sekt. N. W.)<sup>1)</sup> nicht weniger als 26 Lagerstätten, die hier namentlich anzuführen über den Rahmen dieser Arbeit gehen würde. Das Liegende (Mohr L. V. 24) ist gebildet von Grünschiefern, Tonschiefern mit Graphiten (nach Toula, [L. V. 5] Ober Karbon, Schatzlarer Stufe), und Konglomeraten, das Hangende bilden wieder dunkle Tonschiefer, die oft nur als feiner Lettenbesteg sichtbar sind und dann von Porphyroiden abgelöst werden.

Die Magnesite bez. Karbonkalke beginnen unmittelbar bei Gloggnitz, es sind zerwalkte Kalkbänke im Schiefer, sie umgeben als flache Synklinale den Gotscha-Kogel im Norden und Süden. Über den Eichbergkogel hinaus schließt sich die Synklinale in Form eines flachliegenden Kalk-Dolomit-Magnesitfelsens.

Durch Schuppung entstehen oft Verdopplungen der Lagermasse, eine Erscheinung, die sich besonders gut in der Richtung gegen den Eichberg zeigt, wo auf beiden Faltenflügeln eine Überschiebung zu sehen ist. In den Tonschiefer eingewalzte Magnesitbrocken zeigen, daß die Magnesitisierung vor der Haupttektonik des Gebirges erfolgt ist. Kleinere drei Vorkommen schließen sich in einer zerdrückten Zone von Klamm bis zum Kienberg an.

Zirka 19 km Luftlinie im Streichen weiter, treffen wir in demselben Karbonzug die Magnesite von Arzbach bei Neuberg (Z. 15, Kol. XIII, Sekt. NW) es sind die Wurzelstücke zweier in Magnesit umgewandelter Kalkschuppen, ein Kalk-Schieferzug mit kleinen Magnesitstücken beim Bauer Knabl und am Dürrstein verbindet sie

<sup>1)</sup> Die einzelnen Fundorte und sonstige Bezeichnungen sind der Generalstabskarte Österreich-Ungarns 1 : 75 000 entnommen, die sich in Zonen (Z.), Kolonnen (Kol.) teilt, jedes Blatt nach der Weltrichtungen in 4 Sektionen (Sekt.).

mit der eine ähnliche Struktur zeigenden Lagerstätte der Veitsch bei Mitterdorf (Z. 15, Kol. XIII, Sekt. SW), deren Maximalmächtigkeit 430 m beträgt.

Hier wurde zuerst die hohe Bedeutung dieses erstklassigen feuerfesten Materials von den späteren Gründern der Veitscher Magnesit-Aktien-Gesellschaft Karl Später und v. Oswald in Koblenz erkannt und die ersten Brennöfen aufgestellt (Redlich L. V. 34, 35).

In O—W streichender Linie den Karbonzug verfolgend, sehen wir zahlreiche oft nur wenig Kubikmeter fassende Magnesitklumpen, der Kalk ist zwar stark entwickelt, die Metamorphose jedoch stark zurückgeblieben, solche Vorkommen liegen unmittelbar beim Stiftwirt, beim Bär, am Pretal, in den Gemeinden Stübing und Turnau. Schließlich treffen wir bei Oberdorf im Lamingtal NNW von Bruck a. d. Mur (Z. 16, Kol. XII, Sekt. NO) die nächste große Lagerstätte. Sie besteht aus den Magnesiten des Kaintalecks im N, die an Umfang groß, jedoch durch Dolomit sehr verunreinigt ist, und dann des Wiesergutes im S. Zwei durch Kalk getrennte magnesitisierte Massen liegen an den beiden Ufern des Wieserbaches. Auf dieses Gestein paßt am besten der Name Magnesit und nicht Breunnerit, da einzelne Stücke in der Analyse 99%  $MgCO_3$  ergaben und die Spuren von Eisen, Calcium, Tonerde und Kieselsäure das Bild nicht ändern können. Durch die allgemeine Eisenarmut ist zwar das Brennen sehr erschwert — vor Einführung der Gasfeuerung wäre es überhaupt nicht möglich gewesen —, die Feuerfestigkeit der Ziegel aber ist eine um so größere.

Der Karbonzug, der sich von Neuberg bis hierher ununterbrochen verfolgen ließ, wird durch eine von Trofaiach nördlich von Bruck a. d. Mur gehende Störungslinie, welche VETTERS<sup>1)</sup> die Trofaiachlinie genannt hat, nach O zurückverschoben, so daß eine streichende Verdopplung in der Karte erscheint, in diesem Stück liegen vom Schloß Grasnitz an bis nach Leoben in den einzelnen Gräben kleinere Magnesitlagerstätten. Das Vorkommen von Leoben ist ausgezeichnet durch seine reiche Talk- und Rumpfitführung (REDLICH-CORNU L. V. 18).

Von hier eine Wegstunde weiter erreichen wir im Jassinggraben (Z. 16, Kol. XII, Sekt. NW) Magnesit, in welchem FIRTSCH zum erstenmal das Aluminiummagnesiumsilikat, den Rumpfit, fand und beschrieb (FIRTSCH L. V. 7), dann folgen im Liesingtal die beiden talkreichen Vorkommen von Wald (Z. 16, Kol. XI, Sekt. NO), die Wasserscheide überschreitend, findet sich in einem Seitental des Paltentales der ausgedehnte Magnesitstock des Sunks bei Trieben (Z. 16, Kol. XI, Sekt. NW).

<sup>1)</sup> H. VETTERS, Die Trofaiachlinie. Ein Beitrag zur Tektonik der nordsteirischen Grauwackenzone. Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt, Wien 1911, S. 279.

HERITSCH (L. V. 16 und 32, hier Profil S. 197), der diese Gegend eingehend studiert hat, stellt den Triebenstein, an dessen westlicher Flanke der Magnesit im Kalk auftritt, als eine große Synklinale dar, deren Liegendes, Graphite, graphitische Schiefer und Konglomerate usw., dem Oberkarbon, deren Hangendes, die Kalke mit *Productus giganteus*, dem Unterkarbon angehören. Wir hätten es also hier mit einer inversen Serie zu tun, die wenn die Fossilienbestimmungen richtig sind, in gleicher Weise in der Veitsch wiederkehrt. Gegenüber der außerordentlichen Größe des Triebensteins, dessen Kalke entfernt von der Lagerstätte fast magnesiefrei sind (2—3%), ist die Veredlung trotz ihrer kolossalen Ausdehnung doch verschwindend klein. Durch den Bach getrennt finden wir am gegenüberliegenden Ufer eine Magnesitwand, die leider eine so geringe Mächtigkeit hat, daß sie nur untergeordnet in das Kalkul gezogen werden kann. Aus dem Sunk stammen jene Magnesite, die RUMPF (L. V. 4) Pinolit genannt hat, da die einzelnen Individuen als flache Körper von schwarzen Tonschieferfetzen des Liegenden umgeben wie Pinolien nebeneinander liegen. WEINSCHENK (L. V. 10, 11, 12) vermutet daher mit Recht, daß hier die angrenzenden Schiefer in die Umwandlung einbezogen wurden.

Im Paltental liegt, so weit mir bekannt ist, noch ein Block in der Strehen bei Selztal (Z. 15, Kol. X, Sekt. SO), erst das nächste Längstal, gegen W das Ennstal, hat zwischen Schloß Trautenfels und der Salza, einem Nebenfluß der Enns, drei Fundstellen, von welchen die wichtigste St. Martin ist (Z. 16, Kol. X, Sekt. NW). Durch einen Graben in zwei Teile geteilt, sehen wir einen langgestreckten Kalk-Dolomit-Magnesitzug, eine Wurzelfalte im Tonschiefer, bedeckt von Triasgesteinen (REDLICH L. V. 22a).

Leider ist das an und für sich sehr ausgedehnte Vorkommen durch Dolomit stark verunreinigt. Von hier aus müssen wir bis nach Salzburg wandern, um zwischen Schwarzach St. Veit und dem Dientener Graben nördlich von Lend auf zwei von SO (20<sup>h</sup>) nach NW (8<sup>h</sup>) streichende Züge zu treffen (Z. 16, Kol. VIII, Sekt. SO und SW) die in der kurzen Strecke von 11½ km Luftlinie nicht weniger als 26 durch die Gebirgsbildung voneinander getrennte Lagerstätten enthalten. Es sind mehr oder weniger große Linsen — die größte liegt am rechten Ufer des Dientenerbaches beim Bauer Schienberger — im schwarzen Tonschiefer, die perlschnurartig aufeinander folgen, ohne natürlich miteinander zusammenzuhängen (REDLICH L. V. 30).

Dem Alter nach glaube ich sie ebenfalls dem Karbon zurechnen zu können, obwohl die im Norden angrenzenden durch Fossilien sicher bestimmten silurischen Schiefer petrographisch von den Liegendgesteinen des Magnesites nicht zu unterscheiden sind.

Schließlich treffen wir in Tirol das letztbekannte Vorkommen gegen Westen dieses nördlichen Grauwackenzuges. Dr BRUNO SANDER in Wien entdeckte es vor zwei Jahren und schreibt mir über diesen hochbedeutsamen Fund folgendes. Es liegt in der Umgebung der Alpen Schneetal und Naudes nordöstlich von Lanersbach im Tuxertal (Seitentäl des Zillertal) (Z. 17, Kol. 5, Sekt. NO). Es sind stockförmige bis plumplinsenförmige Einschaltungen in der buntgemischten Reihe der Tuxer Phyllite, es scheinen Vertreter des Karbon zu sein, die in jüngeren Schichten eingefaltet sind.

Die Magnesitisierung ergriff wolkenartig und die Schichtung spurlos zerstörend einen geschichteten Dolomit, aus welchem man anderswo in der Tuxerzone ganz in derselben Weise den grobspätigen Eisendolomit entstehen sieht.

Mit diesem Vorkommen schließt der nördliche Magnesitzug. Er ist ziemlich einheitlich gebaut, die Veredlung war bereits vorhanden, als die letzte Gebirgsbewegung in den Nordalpen einsetzte.

Wir müssen ferner die südlich gelegenen Magnesite betrachten, von welchen die von Breitenau-Mixnitz (Z. 16, Kol. XIII, Sekt. SW), der Kotalpe bei Turrach (Z. 18, Kol. 10, Sekt. NW, HÖRHAGER L. V. 25), St. Oswald in Kärnten (Z. 19, Kol. 9, REDLICH L. V. 18 a) und Tragail südlich vom Millstätter See (Z. 19, Kol. 9, CANAVAL L. V. 19) wohl ein und derselben Gruppe angehören. MOHR<sup>1)</sup> rechnet die Magnesite der Breitenau zum Karbon, welcher Ansicht auch ich mich anschließe, ebenso werden wohl die Grünschiefer, schwarzen Tonschiefer und Kalke zwischen Mallnock und St. Oswald ziemlich der gleichen Karbonstufe angehören, wie die den Kalk überlagernden und durch Fossilien der Ottweiler Stufe bestimmten Antracite und Schiefer der benachbarten Kot- und Stangalpe. Während letztere unbauwürdig sind, sind von den 5 Vorkommen von St. Oswald spez. das südöstliche ziemlich beträchtlich. Beide zeichnen sich durch einen hohen Eisengehalt aus und leiten so zu den Sideriten hinüber. GRANIGG (L. V. 36) weiß auf die stoffliche und Formgleichheit des Paläozoikum von Turrach (Kotalpe und St. Oswald) und von Graz (Breitenau) hin und glaubt, daß wir es mit Stücken der Carapace-region der nördlichen Grauwackenzone (Magnesite des Semmering, Veitsch, Leoben, Trieben usw.) zu tun haben, deren Wurzel im Süden liegt und zu welcher die Magnesite von Tragail gehören.

Die genaue geologische Kartierung unserer Alpen wird erst in der Zukunft zeigen müssen, ob die Ideen der ortfremden Decken in diesem Umfang haltbar sein werden.

---

<sup>1)</sup> H. MOHR, Was lehrt uns das Breitenauer Karbonvorkommen. F. HERITSCH, Zur Stratigraphie des Paläozoikum von Graz. H. MOHR, Ein Nachwort zu „Was lehrt uns das Breitenauer Karbonvorkommen. Mitteil. d. geol. Ges. in Wien, Bd. II, 1911, S. 305, 619, 627.

Am schwierigsten ist die geologische Stellung der noch verbleibenden Magnesite von Millstatt in Kärnten, Gomagoi und Trens in Südtirol zu deuten. Nördlich von Millstätter See auf der sog. Millstätter Alpe (REDLICH L. V. 18a, Z. 18, Kol. IX) in einer Höhe von 1600 m liegt zwischen Amphibolit- und granatführenden Glimmerschiefern ein weißer talkreicher, tremolitführender, eisenarmer Magnesit, der in Form einer zirka 20 m mächtigen Bank streichend und fallend auf eine große Strecke bloßgelegt ist. Ob er dem Alter nach „als ein eingefalteter Rest von Karbonschichten der Carapace-region“ anzufassen ist, wie es GRANIGG anzunehmen für berechtigt hält, oder ob wir es mit einer älteren Serie zu tun haben, die sich zu den karbonen Magnesiten verhält, wie die Siderite des Hüttenberger Erzberges zu den paläozoischen Sideriten des steirischen Erzberges bez. zu den karbonen eisenreichen Breunneriten der Kotalpe, läßt sich heute nach meiner Ansicht noch nicht mit Sicherheit feststellen.

Die Magnesite von Trens bei Sterzing in Tirol (CANAVAL L. V. 29, Z. 18, Kol. 5, Sekt. NW) liegen in kalkreichen Glimmerschiefern und Phylliten, die nach Norden einfallen und nach BLAAS als Gesteine der Schieferhülle unbestimmten Alters zu betrachten sind. In einem weichen zerreiblichen Schiefer liegen unregelmäßige grobspätige Karbonatlinsen — dem Magnesit der Millstätter Alpe sehr ähnlich —, welche vorwiegend aus Dolomit, zum geringeren Teil aus Magnesit bestehen. Auffallend ist ihre Verwachsung mit Albit, Rutil und chromhaltigem Glimmer. Auch Rumpfschiefer ist häufig.

Der geologisch auffallendste aller bis jetzt beschriebenen Magnesite liegt im Gebiete der Ortleralpen am Zumpanell und am Stiereck (L. V. 29, Z. 19, Kol. 3, Sekt. SW) bei Gomagoi in Südtirol. Schwarze und graue Tonschiefer bilden das Liegende, Dolomite, in welchen ein unreiner Breunnerit von schwankender Zusammensetzung auftritt, das Hangende. HAMMER rechnet sie zur Triasserie.

	Stiereck <sup>1)</sup>	Zumpanell <sup>1)</sup>	Zumpanell <sup>2)</sup>
MgCO <sub>3</sub>	76,27	67,10	79,83
CaCO <sub>3</sub>	5,22	24,19	12,72
FeCO <sub>3</sub>	16,68	7,89	5,04
Unlösliche Bestandteile	1,60	1,15	2,10
	99,98	100,33	99,69

<sup>1)</sup> Analytiker C. FR. EICHLER geol. Reichsanstalt Wien.

<sup>2)</sup> Chemisches Laboratorium der Veitscher M. A. G.

Anschließend einige Analysen der wichtigsten österreichischen Magnesite.

	Semmering <sup>1)</sup>	Semmering <sup>2)</sup>	Arzbach <sup>3)</sup>	Arzbach <sup>4)</sup>	Veitsch <sup>5)</sup>	Veitsch (Sattler- kogel) <sup>6)</sup>	Oberort Wiesergut <sup>7)</sup>	Oberort <sup>8)</sup>	Wald <sup>9)</sup>	
									A	B
Kohlensäure	50,15	48,64	50,90	51,74	50,44	50,41	52,35	52,24	51,62	50,96
Eisenoxydul	3,16	2,93	2,12	2,43	3,65	3,53	0,71	1,62	1,62	1,79
Kalk	2,42	0,80	1,58	0,76	0,97	1,68	0,9	0,86	0,86	0,96
Magnesia	42,02	42,02	45,32	44,00	43,82	42,43	45,85	45,55	45,55	44,79
Mangan- oxyduloxyd	n. best.	n. best.	—	0,40	Spur.	0,53	nicht	best.	Spuren	
Tonerde	n. best.	0,80	—	Spur.	Spur.	0,03	nicht	best.	nicht best.	
Kieselsäure usw.	1,29	4,45	0,34	0,72	0,45	0,92	0,2	0,47	0,47	1,39
Spezifisches Gewicht	—	—	—	—	—	—	—	—	3,03	—

	Sunk <sup>8)</sup>	Dienten <sup>9)</sup>	Dienten <sup>9)</sup>	Schneetal Tirol <sup>10)</sup>	Breitenau <sup>11)</sup>	Breitenau <sup>10)</sup>	Millstätter Alpe <sup>12)</sup>	Millstätter Alpe <sup>12)</sup>
	Kohlensäure	51,87	51,60	47,99	48,51	51,18	49,30	49,81
Eisenoxydul	1,74	2,14	1,54	3,75	1,00	6,42	5,72	1,3
Kalk	1,01	1,32	4,52	1,73	0,76	5,12	0,32	Spur.
Magnesia	45,60	44,98	39,54	39,91	46,54	37,70	43,06	45,1
Manganoxyduloxyd	Spuren		—	—	—	—	0,94	nicht
Tonerde	nicht best.		0,48	0,17	0,15	—	0,14	0,3
Kieselsäure usw.	0,25	—	5,83	6,89	0,37	0,23	0,76	2,3
Spezifisches Gewicht	3,02	2,98	—	—	—	—	—	—

	St. Oswald Grundalm <sup>13)</sup>	St. Oswald Bockalm <sup>13)</sup>	St. Oswald Hinteralmnock Leitergraben <sup>14)</sup>	St. Oswald Zirknitz <sup>15)</sup>	St. Oswald Mallnock <sup>14)</sup>	St. Oswald in Kärnten <sup>16)</sup>	St. Oswald in Kärnten <sup>16)</sup>	Kotalpe in Kärnten <sup>16)</sup>	Eisenerze der Werchirn- gruben (Stangalpe) <sup>18)</sup>	Pistomesit von Flachau <sup>17)</sup>
	Kohlensäure	44,3	43,2	45,1	43,0	49,5	43,95	45,05	48,07	43,13
Eisenoxydul	12,9	17,8	12,6	8,1	7,5	9,81	11,56	7,74	27,67	33,92
Kalk	3,8	1,4	0,6	1,1	Spur.	2,00	1,60	2,14	2,40	—
Magnesia	30,7	29,0	37,5	37,8	41,2	40,66	39,65	38,22	20,66	21,72
Mangan- oxyduloxyd	nicht bestimmt				—	1,80	0,40	Spur.	1,22	—
Tonerde	2,0	1,6	Spur.	?	—	nicht	best.	0,29	0,11	—
Kieselsäure usw.	6,3	6,5	4,0	6,0	1,8	1,60	1,44	3,54	5,64	—
Spezifisches Gewicht	—	—	—	—	—	—	—	—	S, P Cu 0,092	—

<sup>1)</sup> K. R. v. HAUER, Jahrb. d. k. k. geol. R. A. Wien, 1852, S. 154.

<sup>2)</sup> C. v. JOHN, Jahrb. d. k. k. geol. R. A. Wien, 1907, S. 427.

<sup>3)</sup> J. RUMPF, TSCHERMAK'S Min.-petr. Mitteil., 1873, S. 263.

	Magnetit (Flachau <sup>13</sup> )	Pistomesit (Flachau <sup>14</sup> )	(Sideroplesit) Siderit Dienten Salzburg <sup>20</sup> )	(Sideroplesit) Siderit Dienten Salzburg <sup>21</sup> )	Penkerötz bei St. Johann in Pongau- Salzburg <sup>22</sup> )
Kohlensäure	49,67	43,10	40,31	44,56	—
Eisenoxydul	3,26	12,04	47,52	35,33	28,65
Kalk	0,65	2,14	0,43	3,83	3,52
Magnesia	44,53	40,41	10,46	14,00	23,65
Manganoxyduloxyd	0,28	n. best.	2,57	—	nicht best.
Tonerde	—	2,1	—	—	1,44
Kieselsäure usw.	0,58	0,20	—	2,34	0,30
Spezifisches Gewicht	—	—	—	—	—

Die auf eine Strecke von mehr als 300 km in den Ostalpen verteilten Magnetitvorkommen geben nicht nur durch ihre Zahl, sondern auch durch ihre Größe Österreich bezüglich dieses Bodenproduktes ein Übergewicht über alle anderen Staaten, das sich in den Produktionsziffern am besten ausdrückt (16 000 Waggon gebrannte Ware im Jahre 1912), und da die Karpaten eigentlich nichts anderes sind als eine tektonisch stratigraphische Fortsetzung der Alpen, getrennt von diesen durch die jungen Einbruchgebiete von Wien und Graz, darf es uns nicht wundernehmen, daß dort, wo die Grauwackenformation in diesem Gebirge auftritt, auch der Magnetit unter denselben Bedingungen sich wiederfindet.

4) und 5) Ing. R. BANCO, Veitsch Chefchemiker der Veitscher M. A. G.

6) Stahl und Eisen.

7) F. RATZ in Leoben.

8) F. UHLICK, TSCHERMAK's Min.-petr. Mitteil., 1873, S. 263.

9) C. F. EICHEITER, k. k. geol. R. A. Jahrb. d. k. k. geol. R. A., 1907, S. 927.

10) Ing. R. BANCO l. c.

11) Ing. R. BANCO l. c.

12) Prof. RIMBACH, Bonn. Hörhager Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenw., 1911, Nr. 16.

13) Generalprobieramt Wien. Hörhager Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenw., 1911, Nr. 16.

14) Unbekannt. Hörhager Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenw., 1911, Nr. 16.

15) Ing. R. BANCO l. c.

16) R. SCHÖFFEL, Leoben in Canaval, Lit.-V. 14.

17) Kristallspaltungsstücke. Pogg. Annalen, 1897, Bd. 70, S. 147.

18) R. v. ZEPHAROVICH, Mitteilungen über neue Vorkommen österreichischer Minerale. Sitzb. d. böhm. Ges. der Wiss., 1865, S. 76. Analytiker: K. SOMMER, Kristalle einer Drüse aus dem Eisensteinbergbau Flachau.

19) Analytiker: stud. chem. MAX MELZER der deutschen Technik in Prag, das aus dem Eisensteinbergbau Flachau gewonnene Erz, in welchem die unter 18 analysierten Magnesite aufsetzen.

20) Analytiker: K. SOMMER, Kristalle einer Drüse aus den Sideriten von Dienten, K. R. v. ZEPHAROVICH, l. c. 18, S. 73 als Lidersplanit beschrieben.

21) Muttergestein des unter 20 angeführten Drusenmaterials. Analytiker: FRITZ GLAUBER, stud. chem., a. d. deutschen Technik Prag.

22) Ein dem Flachauer Eisenstein ähnliches Erz aus den aufgelassenen Bergbau Penkerötz NO von St. Johann in Pongau, Salzburg.

Der kristallinische Magnesit tritt in Ungarn im Gebiete des Szepes-Gömörer Erzgebirges auf. Die hohe Ähnlichkeit der Gesteine dieses Landstriches hat zuerst HUGO VON BÖCKH (L. V. 43, 47, 51) im Jahre 1905 erkannt (er identifiziert sie nach einer brieflichen Mitteilung mit der sog. unteren ostalpinen Grauwackendecke), unabhängig von ihm hat REDLICH (L. V. 50) eine ähnliche Parallele zwischen den Dobschauer und den nordalpinen Erzlagerstätten aufgestellt. Ein mächtiger Granitlakkolit teilt das Erzgebirge in einen nördlichen und in einen südlichen Zug, ein isoliertes Stück des Erzgebirges liegt bei Diveny nördlich von Losoncz. Dieser Granitlakkolit sendet seine Ausläufer in Form von Apliten und Pegmatiten in die weitere Umgebung, welche aus hochmetamorphen älteren Gesteinen und der jüngeren Karbon-Permserie besteht. Sie beginnt mit graphitischen Schiefen, darüber folgen Tonschiefer mit Kalkzwischenlagen, letztere nehmen nach oben immer mehr zu, bis sie in massige Kalke übergehen, in welcher *Productus bisulcatus* und *aff. giganteus* (Unterkarbon, Stufe von Visé) gefunden wurden. Quarzporphyre durchsetzen die bisher aufgezählten unterkarbonen Gesteine, die Böckh, da sie nie das Oberkarbon durchbrechen, für infrakarbonisch hält, während einzelne Autoren, wie AHLBURG (L. V. 53) und WOLDRICH (L. V. 54), geneigt sind, sie dem Devon zuzuzählen. Permische Quarzite beenden die uns interessierende Serie. Parallel den nach 3—5<sup>h</sup> streichenden Verwerfungen finden sich nicht nur zahlreiche Eruptivgesteine, wie Diorite, Gabbros usw., längs dieser Störungen haben auch die postvulkanischen Erscheinungen der großen posttriadischen Lakkolite jene Magnesiumbikarbonatthermen hervorgebracht, welche die Kalke der Karbonserie metasomatisch umgewandelt haben.

Die Dolomitisierung bez. Magnesitisierung kennt man heute bereits auf einen beiläufig 160 km-Zug von Totpelsöc bis Kaschau (Kassa). Der Zug beginnt im Westen mit einzelnen unvollkommen magnesitisierten Kalkblöcken bei Totpelsöc, daran schließt das von Böckh und VITALIS entdeckte kleine Vorkommen von Divin (Diveny) (Z. 12, Kol. XXI, der öst.-ung. Spezialkarte 1 : 75 000).

Die folgende Magnesitscholle tritt in der Gemeinde Kokova auf. Mit ihr beginnt jener gewaltige von SW nach NO streichende, zirka 40 km lange, bis nach Ochtina im O reichende Zug (Z. 11, Kol. XXII der Spezialkarte der öst.-ung. Monarchie 1 : 75 000).

Nördlich von Nyustya am sog. Koalitionsweg zwischen den Gehöften Petrakovo und Mutnik liegt ein Magnesitvorkommen, das insofern erwähnenswert ist, als es bereits in den Kontakt des Trstje-Granites fällt, andererseits viel schwarzes Schiefermaterial seiner Unterlage aufgenommen hat und so den bekannten Pinolit gebildet hat. Reichere Talkführung am Außenmantel hat den Abbau dieses Materials zur Folge gehabt. Eine große Zahl Kalkfelsen (VITALIS

zählt deren zwölf) liegen parallel der in der Spezialkarte eingezeichneten Drahtseilbahn. Sechs von ihnen sind magnesitisiert, die wichtigsten sind der Burda-Bruch jenseits des Blch-Baches, von dem eine Seilbahn zu den Öfen der ungarischen Magnesitindustrie A. G. südlich von Hacsava führt, und die der Stadt Ratkó gehörige Ratkó-Szabadi-Grube, welche eine 90 m mächtige Lagerstätte abbaut.

BARLAI SELMERZBÁNYA gab im Jahre 1905 Analysen des Materials aus dem Burda-Bruche:

	gebrannter Zustand	ungebrannt	
		I	II
SiO <sub>2</sub>	0,98	0,04	0,08
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,70	1,90	1,82
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10	0,10	0,08
CaO	1,88	0,46	0,20
MgO	91,10	46,20	46,35
CO <sub>2</sub>	—	51,26	51,35
		100,16	99,88

Weiterhin gegen NO folgen die Magnesite, denen man gewöhnlich die Bezeichnung Jolsva gibt, da sie nordöstlich und südwestlich von dieser Stadt liegen. Bei Turcsok liegt eine 30 m mächtige Lagerstätte, dann folgt der Magnesit nördlich der Drahtseilbahn und daran sich anschließend das unmittelbar an der Bahn bei Lubenyik gelegene Vorkommen.

Die größte Magnesitlagerstätte Ungarns liegt zwischen Jolsva und Mnisany auf dem Dubrava-Berg, sie ist wenigstens 70 m mächtig und erreicht eine Längenausdehnung von fast 1 km.

Jolsvaer Magnesite wurden des öfteren analysiert und ihre Resultate publiziert; ich greife nur einige heraus.

	I	II	III
CO <sub>2</sub>	51,34	51,44	50,10
FeO	3,88	} 0,30	} 3,27
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Spuren		
CaO	—	—	0,20
MgO	44,63	47,35	44,80
MnO	0,16	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Spuren	0,39
SiO <sub>2</sub>	—	0,22	0,74
FeS <sub>2</sub>	0,19	—	—
H <sub>2</sub> O	—	0,27	—
	100,20	99,58	99,50

I, J. LOCZKA, Budapest 1902. II, S. KALECSINSZKY, Budapest 1907. III, B. BARLAI, (Selmechanya) 1905.

In kleinen Schollen reicht dann der Magnesit bis zur Stadt Ochtina, wo noch einmal die gewaltige Mächtigkeit von 160 m bei einer streichenden Länge von 250 m erreicht wird. Von Turcsok bis Ochtina zählt man sieben Vorkommen.

Die östlichsten Magnesitlagerstätten liegen nordöstlich der Stadt Kaschau. Es sind deren drei (Z. 11, Kol. 24).

Außer den alpinen und karpatischen kristallinen Magnesiten kennt man dieses Mineral als Gestein von Spanien und aus Schweden. Über die spanischen Magnesite erhielt ich von privater Seite Kenntnis. Herr DIONYSIO DE GURTUBAY aus Santander schrieb mir, daß diese Magnesite bei Reinosa (Provinz Santander) in der unteren Kreide liegen und an Kalke bzw. Dolomite gebunden sind. Die Proben, welche er mir sandte, zeigen grobkristallinischen Charakter, sind viel weniger dicht als die alpine Varietät, sie machen eher einen schwammigen Eindruck und sind braun von in Spaltrissen ausgeschiedenem Eisenhydroxyd. In zahlreichen Drusenräumen sind die Magnesitkristalle mit ihren Endflächen entwickelt, auf welchen in zweiter Generation Aragonit und Kupferkies sitzt. Das Ganze macht den Eindruck, als ob die Magnesite dem gleichen Prozeß wie der Typus Veitsch ihre Entstehung verdanken, nur daß hier jene Kraft fehlte, welche in den Ostalpen in Form der kristallinen Schieferbildung die ursprüngliche Masse nochmals umbildete. CALDERON<sup>1)</sup> erwähnt sie als Linsen bzw. Gänge im Kalk.

Eine Analyse dieses Materiales ergab folgendes Resultat:

	gebrannt	ungebrannt
	%	%
Glühverlust	0,40	47,00
Kieselsäure	3,34	0,08
Eisenoxyd	2,99	5,76
Aluminiumoxyd	1,21	0,31
Manganoxydul	2,05	2,09
Calciumoxyd	5,17	11,80
Magnesiumoxyd	85,11	33,34

Ebenso gering ist die Kenntnis der schwedischen und norwegischen Magnesite. Die meisten dürften dem Typus Greiner angehören, dazu gehört in erster Linie Snarum<sup>2)</sup>, das jährlich 2500 Tonnen gebrannte

<sup>1)</sup> P. S. CALDERON, Los Minerales de España Madrid, Bd. II, 1910, S. 65.

<sup>2)</sup> K. F. BÖBERT, Gaea norvegica Heft I, S. 127—138, Kristiania 1838. G. ROSE, Poggendorfs Annalen, Bd. 82, 1851, S. 511. A. HELLAND, ebenda, Bd. 148, 1873, S. 329. Th. KJERULF, Die Geologie des südlichen und mittleren Norwegen, deutsche Ausgabe, A. Gürlt, Bonn 1880. E. DAUMANN, Magnesit fran Snarum Bihang til Järnkotorets Annaler, Stockholm 1905. W. WERENSKIOLD, Text til geologisk kart over Strökene mellem Saetersdalen og Ringerike. Norges geologiske Undersökelse, No. 66, 1912, S. 23 u. 28.

Magnesitprodukte liefert. Einige andere norwegische Vorkommen (ohne technische Bedeutung) sind postvulkanische Produkte teils kaledonischer, teils mitteldevonischer Peridotite wie das im Devonkonglomerat am Röragen<sup>1)</sup> gelegene Vorkommen.

Schließlich finden sich im Bezirk Norbotten im Kirchspiel Kvikkjok (Lappland) an der Nordseite des Tarrafusses, bevor er sich zum See erweitert, kristalline Magnesite als Lager und Linsen an Chlorit- und Amphibolitschiefer — metamorphe Eruptiva — gebunden, die das Aussehen von kristallinischem Kalkstein haben und dolomitische Partien einschließen. Ihre größte Mächtigkeit beträgt 12 m, die Linsen hängen untereinander nicht zusammen.

Die Analysen ergaben folgendes Resultat.

	Magnesit		Magnesit		Sintermagnesit	Magnesit- ziegel
	roh	gebr. <sup>2)</sup>	roh	gebr. <sup>2)</sup>		
Eisenoxyd	—	9,39	—	16,48		
Eisenoxydul	4,32	—	7,79	—	4,17	4,43
Kalk	0,01	0,08	0,04	0,82	1,74	1,89
Magnesia	42,76	83,27	39,51	75,21	76,90	81,44
Tonerde und Manganoxyd	?	?	?	?	4,10	4,30
Kieselsäure	3,40	6,68	3,69	7,06	6,95	7,60
Glühverlust	—	—	—	—	6,16	0,11
Kohlensäure	49,33	—	48,54	—		
Summe:					100,02	99,77
						100,41

Zu welchem Typus sie zu stellen sind, läßt sich nach den wenigen Angaben schwer entscheiden. Die mir von F. SVENONIUS gesandte Gesteinsuite erinnert durch das Auftreten des Dolomites an die ostalpinen Lagerstätten vom Typus Veitsch, V. M. GOLDSCHMIDT aus Kristiania hält sie nach einer brieflichen Mitteilung für direkte Umwandlungsprodukte kaledonischer Peridotite. Dafür spricht wieder die Verwachsung mit Magnetit (siehe Gleichung VAN HISE). Ich danke ihm an dieser Stelle für die Bekanntgabe der skandinavischen Literatur.

Alle vorstehend aufgezählten alpinen und karpatischen Vorkommen sind genetisch ident und stehen zu den kristallinen Schiefen

<sup>1)</sup> V. M. GOLDSCHMIDT, Das Devongebiet am Röragen bei Rörös Véd. Selsk. Skrift mat.-naturw. Klasse 1913, Nr. 9.

<sup>2)</sup> SVENONIUS, Om den lappl. Magnesiten Tekn. Tidskrift Afdelning för Kemi 1896.

<sup>3)</sup> F. SVENONIUS, Forskningsreser i Kvikkjokks Fjälltrakter aren 1892 och 1893 med Särskild till Apatitförekomster. Sveriges geolog. Undersökning Afhandlingar och uppsatser, Nr. 16, Ser. C, Stockholm 1895, p. 14. Ferner derselbe Autor in Nagra Bidrag eruptives Betydelse ör Fjällbildningerne Sveriges geol. Undersökning, Ser. C, Nr. 164, 1896 und Om den lapplandslia Magnesiten. Tekn. Tidskr (Kemi o. Bergsv.) 1896, S. 97. Tegengren F. Järnmalms-och Magnesitforekomster inom Krikkjokks Kap. lay. Sver. Geol. Und. Ser. C, Nr. 230, St. 71. A. HAMBERG, Geol. Führer durch das Särckgebirge. Geol. Fören. Förh. in Stockholm, Bd. 7, 1884 und Guides des Excursions en Suede, IX. int. Geol. Kongress 1910, Nr. 9.

in engster Beziehung. Es spricht hierfür die an den einzelnen Fundorten nachgewiesene Paragenesis. So fand, wie schon früher erwähnt, H. v. FOULLON im Magnesit des Sunk, REDLICH in einem vom Semmering stammenden Siderit (dem genetischen Analogon des Magnesits) Epidotkristalle, welche überdies auch im Magnesit von Nyustija (Ungarn) vorkommen, der dem alpinen vollkommen gleicht. Das Auftreten von Quarz, Talk und Rumpfit in allen Magnesitlagerstätten deutet ebenfalls darauf hin, ebenso die von R. CANAVAL (L. V. 25) in Trens bei Sterzing gefundenen Verwachsungen von Albit und Magnesit.

Die weitere Paragenesis, welche in der vorliegenden Tabelle wiedergegeben wird, zeigt eine Reihe von verschiedenen Sulfiden, die sich auch in den alpinen Sideritlagerstätten finden, wodurch der genetische Zusammenhang mit diesen angedeutet wird, wie dies ausführlich REDLICH in der Arbeit: Das Schürfen auf Erze von ostalpinen Charakter (L. V. 39) dargelegt hat.

Die Angabe, wie weit es sich wirklich um primäre Mineralien handelt, d. h. ob sie wirklich gleichzeitig mit dem Magnesit gebildet wurden, oder ob eine kleine Alterdifferenz zwischen beiden besteht, läßt sich sehr schwer entscheiden, ich habe diejenigen Sulfide als primär angenommen, welche eine Verwachsung mit dem Magnesit zeigen. Auch jüngere Gänge sind in fast allen Magnesitlagerstätten zu finden, ähnlich, wie fast alle alpinen Siderite von jüngeren Gangtrümmern (Siderit, Ankerit, Kupferkies, Baryt usw.) durchzogen werden. Vollständig erschöpfend hat solche Gänge F. CORNU (L. V. 19) aus der Veitsch beschrieben. Die nachstehende Mineralzusammensetzung dieses Fundortes ist deshalb auch von großem Interesse, weil sich mit Ausnahme einer untergeordneten Aragonit- und einer noch geringeren Calcitbildung in der dritten Generation in der Lagerstätte nirgends der reine Kalk, sondern stets nur Dolomit und Magnesit finden.

### I. Generation.

Quarz, prominierend.

Fahlerz, derb (arsenhaltiges Antimonkupferfahlerz).

Pyrit, meist derb, selten kristallinisch.

Dolomit, weiß, grobkristallin, seltener.

### II. Generation.

Dolomit, grobkristallin, prominierend.

• Quarz, zurücktretend.

Rumpfit.

Pyrit.

## III. Generation.

Quarz.

Dolomit, stets kristallisiert, oft wasserhelle, doppelspatähnliche Kristalle.

Ankerit, kristallisiert.

Aragonit, kristallisiert.

Calcit in winzigen Kügelchen als große Seltenheit und von sehr junger Bildung.

Rumpfit.

Die ab und zu auftretende Lehmausfüllung der im Laufe der Zeiten entstandenen Spalten, in welcher sich Reste von *Rhinoceros tychorrhinus* fanden, sind wohl im Alter wenig von den zuletzt angeführten Oxydationsmineralien verschieden. In ihnen fand CORNU auch Aragonit als Sinterbildung und Epsomit als Ausblühung.

Von Nuystija (Szucha Bruch) kennt man Bleiglanggänge, welche Magnesitstücke, das Nebengestein, in sich enthalten. In Drusenräumen finden sich Kristalle von Anglesit, am Nordfuß des Banjoraberges fand H. v. BöCKH Gänge von Galenit und Pyrit im Dolomit. Von Arzbach bei Neuburg (Steiermark) beschreibt SIGMUND (L. V. 37) Kalkspat-Quarzgänge und Barytkristalle auf sekundären Spalten. Am Eichberg (Semmering) fand ich vor kurzem einen Quarzgang mit schwarzem Turmalin, wie er aus den ungarischen Sideriten schon lange bekannt ist; von dort ist auch Talk mit Apatitnadeln (L. V. 38) beschrieben worden. Im Sunk bei Trieben fanden sich auf Dolomitgängen prachtvolle Apatitkristalle von der Größe eines Fingernagels, welche in nächster Zeit näher beschrieben werden sollen.

Die Entstehung des Magnesites läßt sich nur durch eine Metamorphose nach Kalk erklären, wofür eine Reihe von Naturbeobachtungen als Beweise erbracht werden können. Fossilien, welche in dem ursprünglichen Kalk vorhanden waren (Krinoideen, Produktiden usw.), sind teils in Dolomit, teils in Magnesit umgewandelt, wobei die Fossilshale stets leichter der Magnesitisierung anheim fiel, als das sie umgebende Gestein. An zahlreichen feinen Spalten und Rissen sieht man in der Natur das Vordringen der Magnesialösung angedeutet. Der ursprünglich gebankte Kalk hat meistens eine grobkristallinische Stockform angenommen, durch diese Strukturveränderung gehen auch die meisten Spuren der Fossilreste verloren. Jene Partien dagegen, welche nur dolomitisiert worden sind, zeigen diese Erscheinung nicht, sie bleiben gebankt, so daß oft eine Insel geschichteter Gesteine im Magnesitstock zu sehen ist, in der wir häufig gut erhaltene magnesitisierte Fossilreste finden.

Der Dolomit, soweit er mit der Genesis zusammenhängt, ist teils die Umwandlungspseudomorphose nach Kalk, d. s. jene meist grauen

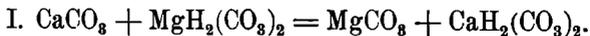
Eichberg am Semmering Niederösterreich	Arzbach bei Neuberg	Veitsch bei Mitterdorf, Steiermark	Pretalgraben bei Turnau, Steiermark	Kaintaleck bei Bruck a. d. Mur, Steiermark	Sunk bei Trieben, Steiermark	St. Martin im Ennstal, Steiermark	Häuselberg bei Leoben, Steiermark	Kotalpe, Kärnten	Trens bei Sterzing	Nyustija Burda und SzuchaBruch, Ungarn
Magnesit primärer Dolomit	Magnesit primärer Dolomit	Magnesit primärer Dolomit	Magnesit primärer Dolomit	Magnesit primärer Dolomit	Magnesit primärer Dolomit	Magnesit primärer Dolomit	Magnesit primärer Dolomit	Magnesit primärer Dolomit	Magnesit primärer Dolomit	Magnesit primärer Dolomit
Pyrit	Pyrit	Pyrit	—	Pyrit	—	—	Pyrit	Pyrit	—	Pyrit
Talk	Talk	Talk	Talk	chromhaltiger Talk	Talk	chromhaltiger Talk	Talk	—	—	Talk
Rumpfit	Rumpfit-schiefer	Rumpfit (primär u. sekundär)	—	Rumpfit	—	—	Rumpfit	—	Rumpfit?	Rumpfit
Antimonit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	Kupferkies	—	Arsenfahlerz	Kupferkies	—	Arsenfahlerz?	—	Antimonfahlerz <sup>1)</sup>	—	—
—	—	—	—	—	—	Kupferkies?	—	Kupferkies	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bleiglanz (möglicherw. sekundär)	—	—	—	—	—	—	—	—	Rutil Albit	Glaukodot mit dem Zersetzungsprodukt Kobaltblüte
Eichbergit 3(BiSb <sub>2</sub> )S <sub>3</sub> (CuFe) <sub>2</sub> S	—	—	—	—	Epidot	—	—	—	Chromglimmer	Epidot

<sup>1)</sup> Analyse des Fahlerzes nach R. SCHÖFFEL in Loeben.

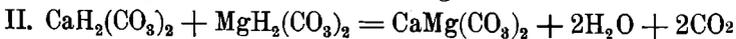
S	20,28
Cu	30,76
Sb	21,68
Zn	1,66
Ag	0,49
Fe	5,11
Gangart	20,02
	100,00 %

Massen, die ich als Relikte der ursprünglichen Kalkbank bezeichnet habe, da sie äußerlich noch alle Kennzeichen desselben an sich tragen, teils sind es im Magnesit schwimmende weiße Rhomboeder, welche durch ihre gleichmäßige chemische Zusammensetzung, inmitten der verschiedensten isomorphen Mischungen der Magnesit-Breunnerit-Reihe liegend, besonders den Charakter der Doppelsalze dieses Mineralen zeigen. Die zahlreichen von O. GROSSPIETSCH in unserer gemeinsamen Arbeit (I. c. L. V. 34) durchgeführten Analysen ergaben auch, daß alle Dolomite dem Normaltypus des Doppelsalzes mit kleinen Abweichungen welche wohl auf Verunreinigungen zurückzuführen sind, nahe kommen weshalb ich auch die Ansicht, daß der Magnesit sich über das Stadium des Dolomites bildete, nicht mehr für wahrscheinlich halte, vielmehr glaube, daß sich der Magnesit direkt durch Umsetzung gebildet hat, woraus sich auch ungezwungen die verschieden großen Dolomitaureolen, welche bald nur einige Millimeter, bald viele Meter stark, den Magnesit umsäumen, erklären lassen. SANDER berichtet über Magnesite des Tuxertales in Tirol, die angeblich in ursprünglichem Dolomit auftreten. Wie weit es sich hier um direkte Spaltenausfüllungen handelt oder aber um Bildungen im dolomitischen Kalk, entzieht sich meiner Beurteilung, da nach den schon einmal zitierten Analysen GROSSPIETSCH keine Übergangsglieder von Dolomit zum Magnesit existieren.

Die Gleichungen, nach welchen diese Vorgänge sich abgespielt haben, dürften lauten:



Das am schwersten lösliche Magnesiumkarbonat fällt aus, während das in Lösung bleibende Calciumkarbonat neuerlich der Einwirkung des gelösten Magnesiumbikarbonates ausgesetzt ist:



Das Endstadium wäre bei dieser Annahme Dolomit, doch ist zu seiner Bildung immer ein großer Überschuß der Magnesiumkarbonatlösung erforderlich.

G. LINCK und seine Schüler kommen auf Grund ihrer Versuche mit der labilen Modifikation des  $\text{CaCO}_3$  dem Vaterit zu ähnlichen Resultaten, nur meint er, daß nach vollendeter Dolomitierung des Kalkes sich aus der Magnesiumbikarbonatlösung Magnesit absetzt. Nach der Naturbeobachtung scheint der von mir angegebene Vorgang der wahrscheinlichere zu sein, da längs der ursprünglichen Spalten und Risse im Kalk, Magnesit und nicht Dolomit abgesetzt ist (siehe Fig. 2 und 5, Taf. 1, K. A. REDLICH u. O. GROSSPIETSCH, I. c.), vielleicht sind beide oft eine gleichzeitige Bildung.

Mit der Magnesitbildung hängt in den Alpen die Talk- bzw. Rumpfitentstehung innig zusammen. Dort, wo leicht lösliche Kieselsäure vorhanden war, bildete die Magnesialösung Talk, kam noch

$\text{Al}_2\text{O}_3$  hinzu, entstand das Magnesiumaluminiumhydro-silikat, der Rumpfit, den TSCHERMAK in der neuesten Auflage seines Lehrbuches mit dem Klinochlor vereinigt. Daß dieses Mineral auf den Magnesitlagerstätten verhältnismäßig selten ist und fast immer nur Talk vorkommt, erklärt sich aus der außerordentlich schwer angreifbaren Tonerde im gewöhnlichen Tonschiefer, nur dort, wo sich Sericitschiefer findet, konnte ich häufiger Rumpfit beobachten.

DOELTER'S<sup>1)</sup> Experimente, wonach sich durch Einwirkung von Magnesiumsulfat und Magnesiumchlorid auf  $\text{SiO}_2$  Talk bildet, fügt sich gut in den Rahmen der Naturbeobachtung ein.

Die theoretische Annahme von RETGERS, daß die rhomboedrischen Karbonate, wie nachstehend dargestellt, 3 Reihen bilden, bei denen jede Reihe in sich mischbar ist, aber mit den anderen Reihen keine Mischsalze zu bilden vermag, wurde durch die experimentellen Untersuchungen von KARL GRÜNBERG (3) vollkommen nachgewiesen. Die 3 Reihen sind folgende:

I.	II.	III.
Kalkspat-Reihe	Ankerit-Reihe	Braunspat-Reihe
Hexagonal	Hexagonal	Hexagonal
rhom. hem.	rhom. tetart.	rhom. hem.
$\text{CaCO}_3$	$\text{CaMgC}_2\text{O}_6$	$\text{MgCO}_3$
$\text{SrCO}_3$	$\text{CaFeC}_2\text{O}_6$	$\text{FeCO}_3$
$\text{BaCO}_3$	$\text{CaMnC}_2\text{O}_6$	$\text{MnCO}_3$
$\text{PbCO}_3$		$\text{ZnCO}_3$

Jede der Reihen vermag gleichsam in fester Lösung als Verunreinigung geringe Mengen eines Salzes der anderen Reihe aufzunehmen, ohne aber eigentlich Mischsalze zu bilden. Auch in der Natur kann man, wie dies schon öfters betont wurde, ähnliches beobachten. Der Magnesit enthält vor allem stets Eisenkarbonat in den verschiedenartigsten Prozentgehalten, so daß sich eine vollständig isomorphe Reihe von Magnesit zum Siderit führen läßt.

Tonerde, Kieselsäure, Manganverbindungen und Calciumkarbonat sind mechanische Beimischungen und könnten höchstens in kleinen Quantitäten als sog. feste Lösungen angesehen werden. Calcium und Magnesium einerseits, Calcium und Eisen andererseits, bilden, soweit sie in der Natur beobachtet werden, keine geschlossenen chemischen Reihen, sondern geben die Doppelsalze Dolomit und Ankerit.

Beim Ankerit verwischt sich das Bild, da dasselbe auch Magnesiumkarbonat enthält und Dolomit und Ankerit wieder scheinbar in allen Mischungsverhältnissen chemisch zueinander in Beziehung treten können, was sich aus den zahlreichen Analysen von Karbonaten er-

<sup>1)</sup> DOELTER, Handbuch der Mineralogie, Bd. III, S. 367.

gibt, die alle drei Elemente in sich enthalten, ich selbst habe derartige Karbonate als Lagermasse verschiedener Sulfidlagerstätten beschrieben <sup>1)</sup>, sie fanden sich auch als jüngere Gänge in den Sideriten des steirischen Erzberges <sup>2)</sup>, schließlich führt LEITMEIER in DOELTER'S Handbuch <sup>3)</sup> eine große Zahl an.

Wir können die Beziehungen der drei Karbonate zueinander durch eine Dreiecksprojektion darstellen.

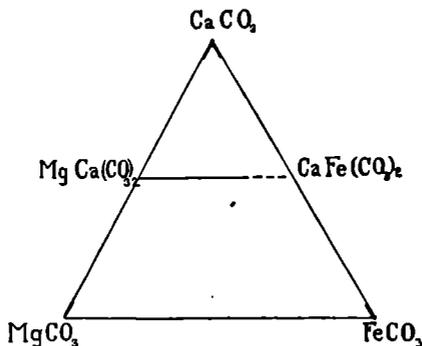


Fig. 1.

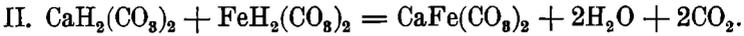
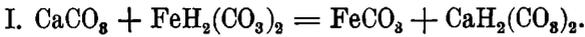
In diesem Dreieck sind die beiden Reihen  $\text{MgCO}_3 - \text{FeCO}_3$  und  $\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2 - \text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$  durch die beiden horizontalen Linien ver sinnbildlicht, die gegen den Normalankerit strichulierte Strecke deutet an, daß mir bis jetzt ein magnesiafreier Ankerit nicht bekannt ist, die kurzen Linien auf den Seitenteilen des Dreiecks zeigen, daß kleine Mengen aller drei Verbindungen fast immer in jedem der einzelnen Minerale vorhanden sind.

Aus diesen Erläuterungen geht schon die Berechtigung hervor, den Chemismus der Sideritgenese, soweit er die metamorphen Lagerstätten unserer Alpen betrifft, auf analoge Weise zu erklären. Einzelne Sideritvorkommen sind an und für sich nichts anderes als extreme eisenreiche Glieder der Breuneritreihe, ich verweise auf die in der Analysentabelle angeführten Pistomesite der Flachau und Dienten, in welchen Erzen als Drusenminerale Magnesit (Analyse 18) Dolomit und Sideroplesit (Analyse 20) auftritt. Die meisten Lagerstätten lassen sich aber nach folgenden Gleichungen erklären.

<sup>1)</sup> K. A. REDLICH, Die Erzlagerstätten von Dobschau und ihre Beziehungen zu den gleichartigen Vorkommen der Ostalpen. Z. für prakt. Geol., Bd. XVI, 1908, S. 270. — Der Kupfererzbergbau Seckau. Z. für prakt. Geol., Bd. XIX, 1911, S. 350.

<sup>2)</sup> K. A. REDLICH und O. GROSSPIETSCH, L. V. 34. S. 100, Analyse Nr. 44, 45 und 46.

<sup>3)</sup> DOELTER, Handbuch der Mineralogie. LEITMEIER, Eisenreiche-Dolomite, Bd. I, S. 371.



Nach dieser Annahme bildet sich zuerst Siderit, dann Ankerit.

Der Reliktendolomit der Magnesitlagerstätten wird hier durch Ankerit ersetzt, die im Magnesit schwimmenden Dolomitkristalle sind auch hier Dolomit, wenn genug Magnesia vorhanden ist, sonst Kalk.

Wir haben in den vorstehenden Gleichungen der Einfachheit wegen stets vom magnesiumfreien Ankerit, ebenso wie vom Dolomit, gesprochen, obwohl die Doppelsalznatur des Ankerites in der Natur mit Sicherheit sich nicht erweisen ließ. In Wirklichkeit ist das Eisen immer zum Teil durch Magnesium ersetzt, da die reagierenden Lösungen stets beide Elemente enthalten.

Diese auffallende Tatsache, daß fast alle alpinen Siderite  $\text{MgCO}_3$  enthalten, der dem ursprünglichen Kalk fehlt, wird um so interessanter, wenn wir sehen, daß die auf derselben Lagerstätte sich findenden Ankerite reicher daran sind.

Die Umsetzung erfolgte teils an der Grenze der Kalke und der Nachbarschichten, teils haben präexistierende Spalten im Kalk den Zugang der Lösung in die Masse erleichtert. Daß solche Hohlräume vorhanden waren, zeigen die oft quer zu den Kalken verlaufenden Erzanhäufungen, die primär mit der Erzmasse zusammenhängen und sich auch durch Drusenräume als Gangausfüllungen mit massiger Struktur kennzeichnen.

Durch unsere Darlegungen hat die Hypothese der metasomatischen Verdrängung des Kalkes durch magnesia- und eisenreiche Lösungen Stützen erlangt, welche sie zur Erkenntnis erhebt. Daß in den Kalken neben der leichten Umsetzbarkeit des Materials präexistierende Spalten als Zufahrtswege eine gewisse Rolle spielen, wurde bereits gesagt.

Ist so die Epigenesis, bzw. die metasomatische Veränderung reichlich bewiesen, bleibt doch noch vieles in Dunkel gehüllt, was mit dieser Frage zusammenhängt.

Wir sehen beim Siderit nur selten die Zufahrtswege in Form von zuscharenden Gängen an die Erzmasse, es sind jedoch, wenn auch weit entfernt, Gänge mit derselben Paragenese vorhanden, ihr Fehlen in der unmittelbaren Nachbarschaft läßt sich durch die Gebirgsbewegung der Alpen erklären, die ihn von ihrem ursprünglichen Platz entfernt hat. Beim Magnesit aber kennen wir keinen größeren Gang, es müßte denn sein, daß die Magnesialösungen im Schiefer die Kieselsäure zur Talkbildung vorgefunden hat und einzelne alpine Talklagerstätten als Analoga der Sideritgänge aufzufassen sind. Diese rein hypothetische Ansicht bedarf noch der Begründung.

Ebenso fehlen uns Anhaltspunkte für die richtige Deutung des Ursprunges der magnesia- und eisenhaltigen Wässer. Wenn WEIN-SCHENK und BÖCKH granitische Magmen, REDLICH dagegen die reichlich im Paläozoikum auftretenden basischen Magmen als die Erzbringer zu sehen glaubt, so sind dies einstweilen nur Verlegenheits-erklärungen. Hier muß vor allem die geologische Kartierung im großen Maßstab und die durch sie einsetzende Erkenntnis uns dem Ziele vielleicht näher bringen. Ist die moderne Ansicht der Massen-verschiebungen der Gesteine bei der Gebirgsbildung richtig, so ändert sich das Bild des „Woher“ ganz bedeutend; dann wäre das Fehlen der Zufahrtswege nichts Auffallendes, und wir müssen mit großer Vorsicht die Quelle für jene letzten Äußerungen vulkanischer Tätigkeit suchen, die sich in Form magnesia- und eisenreicher Wässer geäußert hat, da sie weit entfernt von der heutigen Lagerstätte, getrennt durch Gebirgszüge, liegen kann.

---