

# Neue Beobachtungen an griechischen und türkischen Magnesitlagerstätten

Von W. E. Petrascheck, Leoben

(Die tektonische Anordnung der Lagerstätten auf Euböa; primäre Tiefenunterschiede; die sedimentären Lager von Bozkurt in der Türkei; Mobilisation und Wiederabsatz von dichtem Magnesit; Ausblick auf die Bildung der alpinen Spatmagnesite.)

(The tectonic control of the deposits of Euböa; the influence of the depth; the sedimentary deposit of Bozkurt in Turkey; mobilisation and redeposition of microcrystalline magnesite; aspects to the formation of the alpine spatic magnesite.)

(La disposition tectonique des gisements de l'île d'Euboë; l'influence de la profondeur; les dépôts sédimentaires de Bozkurt, Turquie; la mobilisation et la redéposition de la magnesite microcristalline; des aspects pour la formation de la magnesite spatique des Alpes.)

## Die tektonische Anordnung der Gang- und Netzwerklagerstätten auf Euböa.

In einer Abhandlung über die Bildung griechischer Magnesitlagerstätten (Radex-Rundschau 1961) hatte ich auf die Anordnung der Magnesitgänge und -stöcke im Serpentinmassiv von Mittel-Euböa an Nordwest streichenden Linien von mehreren Kilometern Länge hingewiesen. Eine Detailaufnahme, die ich seither im westlichen Teil dieses Serpentinmassives, in der Umgebung der altbekannten aber nunmehr viel besser und systematischer aufgeschlossenen Lagerstättengruppe Kakavos für das Bergbauunternehmen D. Skalistiri durchführen konnte, ließ diese tektonische Lagebestimmung auch im einzelnen erkennen (Abb. 1).

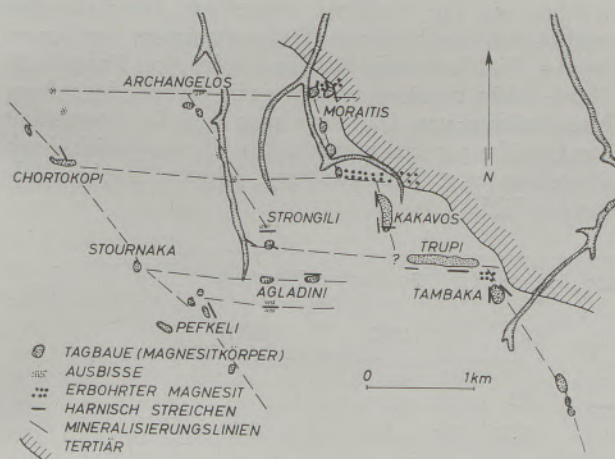


Abb. 1

Die Bindung der Magnesitlagerstätten von Kakavos an tektonische Linien

Die tektonische Natur der Mineralisierungslinien ist nicht nur aus der Längserstreckung der einzelnen Magnesitvorkommen und aus ihrer Anreicherung in der Richtung dieser Längserstreckung erkennbar, sondern auch an den die Vorkommen vielfach begrenzenden großen Harnischflächen. **Zwei tektonische Richtungen lassen sich ablesen:** die hauptsächlich, SSE-NNW gerichtete, welche im betrachteten Gebiet

nur einen Teil eines 14 km langen Lagerstättenzuges bildet<sup>1)</sup>, und eine untergeordnete E-W orientierte, auf die eine scheinbare gelegentliche Knickung der Lagerstätten zurückzuführen ist.

Beide Richtungen erscheinen in mehreren, parallelen Mineralisierungslinien. (Allerdings ist die Anordnung der Magnesitvorkommen zu Linien infolge der Ungenauigkeit der vorliegenden Karte nicht immer ganz gesichert, doch ist sie in den allermeisten Fällen durch entsprechend streichende Harnischflächen bewiesen. Dabei fällt auf, daß die Harnischflächen mit SSE-NNW-Streichen zumeist steile Rutschstreifen in der Fallrichtung der Flächen zeigen, während die E-W streichenden Harnischflächen horizontale oder flache Rutschstreifen aufweisen.

Die tektonischen Linien sind vor der Mineralisierung angelegt worden, denn die Harnische begrenzen oft salbandartig die Magnesitkörper und der Magnesit selbst ist nur selten von kleinen Störungsflächen durchzogen. Es hat sich also um ein tektonisches Spaltensystem gehandelt, an dem örtlich CO<sub>2</sub>-haltige Wässer aufgestiegen waren. Dabei ist, was gerade auch die neueren Bohrergebnisse zeigten, vielfach eine besondere Magnesitanreicherung im Kreuzungsbereich der NW-SE- und der E-W-Linien feststellbar: So zwischen den Tagbauen Trupi und Tombaka, im Nordteil des Tagbaues Kakavos und bei Moraitis. (Auf diese Weise erklärt sich auch die schon den örtlichen Steigern bekannt gewesene Mineralanreicherung an den Stellen der Richtungsänderung der Lagerstättenkörper, eine wichtige Erscheinung, auf die mich Herr D. Skalistiri aufmerksam machte.)

Das Auftreten von Kohlensäurequellen an Verwerfungen und tektonischen Spalten, besonders aber an den Kreuzungspunkten solcher, ist eine bekannte Erscheinung: z. B. in Bad Nauheim, bei Karlsbad, in Niederschlesien.

Ob auch im Magnesitgangrevier von Nord-Euböa (Papades) solche Beziehungen zwischen Mineralan-

<sup>1)</sup> Dieser Zug reicht von Psilorachi östlich Limni über Kakavos, Trupi bis Kamina, dargestellt in der Karte Abb. 1 der oben zitierten Abhandlung.

reicherung und Spaltenkreuzung bestehen, kann mangels einer genaueren topographischen Übersichtskarte nicht gesagt werden.

liegen in 700—800 m Meereshöhe, das Adernetzwerk in 900 m Meereshöhe knapp unter der miozänen Bedeckung.

### Die Änderung der Magnesitlagerstätten mit der Tiefe

In Mittel-Euböa besteht kein einheitlicher Zusammenhang zwischen der Form der Lagerstätten (Gang oder Adernetzwerk) und der Tiefe; beide Formen kommen nebeneinander und in jeder Seehöhe vor. Immerhin überwiegt das Adernetzwerk in den hochgelegenen Gebieten nahe der jungtertiären Überlagerung (Kakavos, Archangelos, Pefkeli), während ausgesprochen mächtige Gänge in den tieferen Niveaus zu finden sind (Pyrgos, Agios Triti, Gerorema). Aber auch die hoch gelegene Lagerstätte unter der Kapelle von Trupi hat Gangform und andererseits gibt es Netzwerk bei dem tiefgelegenen Vorkommen von Daphnopotamos.

**Eindeutiger ist diese Beziehung im Lagerstättenbezirk von Nord-Euböa, wo — nach einem Bericht von Herrn Dr. Vogelsang der Firma Krupp, dem ich in dieser Hinsicht durchaus zustimmen kann — die Adernetzwerkklagerstätten einem ursprünglich höheren Niveau angehören als die Ganglagerstätten.** Zwar liegen die Netzwerklagerstätten unmittelbar an der Ostküste bei Papades — Wassilika und in der Felseninsel Levkonissi, aber dies ist durch eine Verwerfung bedingt, an der sie gegen die Küste zu abgesenkt wurden. Der Beweis dafür liegt nach Vogelsang in einer Überlagerung des Netzwerkes durch tertiäre Sedimente an der Küste (Abb. 2), während die orographisch höher gelegenen Gänge weiter im Inneren von Nord-Euböa keine Tertiärbedeckung haben. Im selben Sinne spricht, daß der Serpentin im Netzwerk eine stärkere Verwitterungszersetzung aufweist, unter gleichzeitiger Ausbildung des Silifizierungshutes, als jener der Gänge.

Im Magnesitgebiet von Krauth in Österreich herrscht nach K. Vohryzka (1960) anscheinend eine ähnliche Verteilung der Stockwerke vor: die Gänge



Abb. 2  
Überlagerung von Magnesitnetzwerk durch Jungtertiär,  
Papades, Nord-Euböa

Die Frage nach einer Änderung der Magnesitqualität mit der Tiefe kann auf Grund des vorliegenden Analysenmaterials nur unzureichend beantwortet werden, da die Analysen nicht von Durchschnittsproben aus verschiedenen Tiefen stammen. Am besten ist das Problem noch für das Revier von Papades in Nord-Euböa zu lösen, von wo mir verschiedene Analysenberichte von Dr. Vogelsang und Dr. Stegmüller zur Einsicht gegeben wurden. Die Werte, die ich durch Mittelung von Einzelanalysen erhielt, ergeben folgendes Bild:

Grube:	Seehöhe der Stollen in Metern	Unsortierter Magnesit		Sortierter Magnesit	
		CaO	SiO <sub>2</sub>	CaO	SiO <sub>2</sub>
Agriosikia	240	1,1	0,2	1,1	0,1
	225	0,8	0,2		
	180	—	—		
Pliari Nord	135	—	—	1,8	1,5
Pentikosti	132	2,9	4,2		
Nea Pronia	102	—	—		
Stavros	86	2,3	3,5	2,8	1,7
	74	1,5	2,0		
	70	—	—		
	50	0,7	1,4		
	40	6,0	11,0		
	35	10,0	9,0		

Es ist also eine deutliche Zunahme des CaO mit der Tiefe und eine weniger starke Zunahme des SiO<sub>2</sub> erkennbar.

Die Netzwerklagerstätten der Küstenlokalität Gjagjani und der Felseninsel Levkonissi, die ursprünglich ein höheres Niveau als die Gänge darstellen, zeigen noch niedrigere Gehalte an CaO, nämlich durchwegs zwischen 0,3 und 0,8 ‰ — dagegen höhere SiO<sub>2</sub>-Werte von 3—7 ‰; die letzteren gehen offenbar auf den schon seinerzeit von G. Hießleitner beschriebenen Verkieselungshut zurück, der aus der bei der Serpentin-Magnesitumwandlung ausgetriebenen Kieselsäure gebildet wurde. Die Verkieselungszonen im Serpentin zwischen Gjagjani und der Grube Stavros sind vielleicht Indikationen für ein in der Tiefe verborgenes Magnesit-Netzwerk.

In Mittel-Euböa ist eine solche Zunahme des CaO-Gehaltes mit der Tiefe nicht überzeugend beweisbar. Die in rund 400—500 m Seehöhe gelegenen Lagerstätten von Pefkeli—Kakavos haben CaO-Werte von meist 0,6—1,2 ‰ (mit einzelnen höheren Gehalten), die in kaum 100 m Seehöhe liegenden Gänge von Gerorema enthalten 0,3 bis 1,8 ‰ CaO. Es fehlt hier allerdings eine systematische Beprobung in Bezug auf die Seehöhe.

Ebenso sind für Kraubath nur wenige Analysen bekannt, so daß K. Vohryzka Rückschlüsse daraus für gewagt hält. Immerhin würde der Vergleich der drei Analysen des Vorkommens Mitterberg mit 0,1—0,8 ‰ CaO und rund 3 ‰ SiO<sub>2</sub> und des 180 m höher gelegenen Maderberg mit 0,002—0,03 ‰ CaO und 5,3—8 ‰ SiO<sub>2</sub> in ähnlichem Sinne für eine Zunahme des CaO mit der Tiefe und eine Anreicherung des SiO<sub>2</sub> nach oben sprechen.

Demgegenüber beschreibt M. Donath (1955) von der südserbischen Magnesitlagerstätte Galica—Dubovac eine Abnahme des CaO mit der Tiefe.

Die Kieselsäure tritt in verschiedener Form im Magnesit auf: in Mittel-Euböa meist als dünne, jüngere Opal-Äderchen, in Nord-Euböa vielfach als das wasserhaltige Magnesium-Silikat Meerschäum, der z. B. auf der Grube Stavros das hangende Salband des Magnesitganges einnimmt und schließlich die gesamte Gangspalte an Stelle des Magnesits erfüllt. Dabei ist der Opal wohl aus der bei der Magnesitbildung freigesetzten Kieselsäure entstanden, während der Meerschäum direkt aus dem Serpentin neben und an Stelle des Magnesits durch die Kohlensäurewässer gebildet wurde, wofür auch seine talkähnliche Gleitstriemung in den Gängen spricht. Das Kalzium erscheint zumeist als jüngere Kalzitkluftfüllung im Magnesit, z. T. wohl aber auch unsichtbar diffus verteilt.

Aus Kraubath beschreibt K. Vohryzka die Ausscheidungsfolge Magnesit-Dolomit-Opal-Kalzit — eine Folge, der offenbar allgemeine Gültigkeit bei den Lagerstätten von dichtem Magnesit zukommt.

#### Auflösung und Neubildung von Magnesit

Seit G. Hießleitners Untersuchungen ist es bekannt, daß die den Magnesit führenden Serpentin von Mittel-Euböa auflagernden jungtertiären Schich-

ten Magnesitgerölle führen. Die Magnesitgangbildung im Serpentin war also vor dem Jungtertiär (Pont) erfolgt.

Umso überraschender waren Beobachtungen von einer anscheinend nachträglichen (epigenetischen) Magnesitbildung in den tertiären Schichten bei Trupi und bei Kakavos: Am Anschnitt der Waldstraße zwischen Trupi und Drazi sind die braunroten sandig-konglomeratischen Tertiärschichten in Streifen quer zur Schichtung gebleicht und diese Streifen enthalten rundliche bis 10 cm große Knollen von Magnesit, die man auf den ersten Blick für Gerölle hält. Es muß aber auffallen, daß diese „Geröllführung“ sich auf jene 1—2 m breiten Streifen beschränkt, während die echten Gerölle von Serpentin und anderen Gesteinen innerhalb und außerhalb der

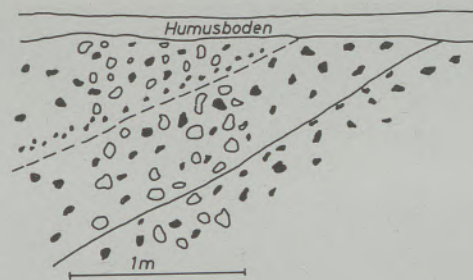


Abb. 3

Ein Streifen mit Magnesitknollen verquert tertiäres Konglomerat (weiß Magnesitknollen, schwarz Gesteinsgerölle) Trupi, Euböa

Streifen zu finden sind (Abb. 3). Die Grundmasse der braunroten sandig-tonigen Konglomeratschichten hat in den Streifen eine aschgraue Farbe (Abb. 4). Im Dünnschliff gibt sie sich als feinstkörniger Ma-



Abb. 4

Bleichung tertiärer Konglomerate durch Magnesitzufuhr (im oberen Teil Magnesitschutt einer Halde), Trupi

gnosit und wohl auch Dolomit zu erkennen, der randlich um kleine Serpentin- und Quarzgeröllchen eine leichte Kornvergrößerung (bis etwa  $30\ \mu$ ) zeigt. Der die Grundmasse durchtränkende Magnesit zeigt in schwacher Andeutung eine bogenförmige bis wolkige Felderteilung zufolge Schrumpfung.

An der Oberkante der Konglomeratschichte, schon nahe dem Humusboden, finden sich vereinzelte faustgroße Knollen von Meerschaum.

Noch deutlicher sind die Anzeichen einer epigenetischen Magnesitknollenbildung in den tertiären Schichten des alten Tagbaues von Moraitis bei Kakavos. In dem roten sandig-tonigen Gestein, das dem Magnesit führenden Serpentin unmittelbar auflagert, treten reichlich rundliche bis blumenkohl-



Abb. 5

Neugebildete Magnesitknolle im tertiären Ton, Moraitis Euböa

förmige Knollen von reinem dichten Magnesit auf, deren Geröllnatur auch darum unwahrscheinlich ist, weil die Magnesitknollen bis faustgroß, die Gesteinsgeröllchen daneben einheitlich nur erbs- bis kirschgroß sind. Es besteht also eine offensichtliche Ungleichheit in der Größe der Magnesit- und der Serpentinbrocken, die mit einer gemeinsamen Herleitung aus Magnesitgängen mit Serpentinnebengestein nicht recht vereinbar ist.

Die Gestalt der Magnesitknollen spricht ebenso in vielen Fällen für Neubildung und gegen Transport durch fließendes Wasser (Abb. 5, Abb. 6). Es muß aber betont werden, daß die Unterscheidung von Knollen und von Geröllchen, die ohne Zweifel auch vorkommen, keineswegs in jedem Fall möglich ist! Es liegen auch nicht nur rundliche und konvex begrenzte Magnesitstücke vor, sondern auch zahlreiche kleine eckige Stückchen oder solche, die teils eckig und teils rund begrenzt sind. Auch diese Bröckchen

halte ich wegen ihrer Verzahnung mit der Gesteinsgrundmasse für ein Produkt der Imprägnation.

Die Knollen nehmen 25—50% der Gesteinsmasse ein, wie der Probeschlitz der Abb. 7 zeigt. Bisweilen schließen sie sich durch ein verkittendes magnesitisches Bindemittel zu Knollenbänken von

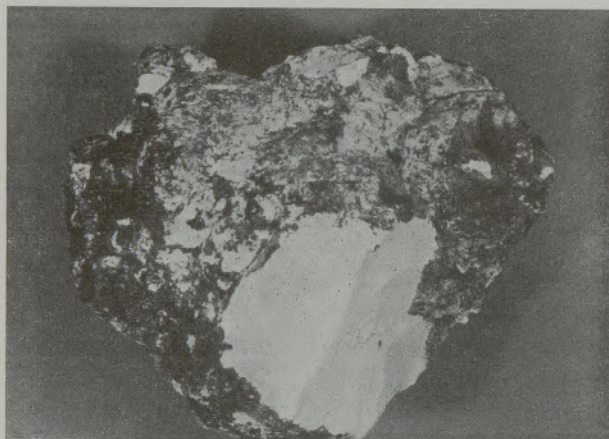


Abb. 6

Neugebildete Magnesitknolle, Kakavos

1—2 Meter Mächtigkeit zusammen, die sich auf mehrere Zehner von Metern, vielleicht sogar auf einige hundert Meter erstrecken.

Unter dem Mikroskop ist der Knollenmagnesit sehr dicht; die Korngröße dürfte im Durchschnitt 5—10  $\mu$  betragen. Bogenförmige Schrumpfungsrisse deuten sich an.



Abb. 7

Tertiäre sandige Tone mit Magnesitknollen; Schlitz im Tagbau Moraitis

Der Knollenmagnesit ist chemisch besonders rein: der  $\text{SiO}_2$ -Gehalt beträgt bei den drei Proben 0,3—0,6 %, der  $\text{CaO}$ -Gehalt um 1 %. Auffällig ist ein Kristallwassergehalt von ungefähr 2 %.<sup>1)</sup>

Ein entscheidender Beweis für eine nach-tertiäre oder spätertertiäre Magnesitbildung sind zwei Magnesitgänge im tertiären Konglomerat bei einem Bachbett nahe dem Weg zum Stollen von Kakamelissa (Abb. 8). Die Gänge sind auf etwa 1,5 m in der Vertikalen aufgeschlossen und 0,2—0,3 m breit. Sie keilen nach unten aus, was sehr für eine Entstehung aus absteigenden Lösungen spricht, aber nicht unbedingt dafür beweisend ist, da bei schrägen Gängen auch der Schnitt mit dem Steilhang diesen Effekt erzielen könnte.

Unter dem Mikroskop handelt es sich ähnlich wie bei den Knollen und bei der verkittenden Grundmasse um einen sehr dichten Magnesit mit bogenförmig ansetzenden dünnen Schrumpfrissen und beginnender Kornvergrößerung (Sammelkristallisation) um Schrumpfungshohlräume. Dozent W. Siegl stellte auch gemengte Magnesit-Mg-Silikat-Füllung fest, die auf ursprüngliche gemengte Gele von Magnesit und Meerschaum schließen läßt. Die Hauptmasse des Ganges aber ist nach einer durch W. Siegl freundlichst durchgeführten röntgenographischen Bestimmung reines Magnesium-Karbonat.<sup>2)</sup>

Es erhebt sich die Frage nach der Erklärung dieser jüngeren Magnesitbildung. Drei Möglichkeiten sind ins Auge zu fassen:

1. Jüngere Kohlensäurerlinge sind an einzelnen Stellen der früheren Magnesitbildung im Serpentin hochgestiegen, haben Magnesiumhydrokarbonat in Lösung gebracht und als Magnesit im tieferen Teil der überlagernden Tertiärschichten wieder abgesetzt. Dabei könnte dieser Vorgang entweder fast gleichzeitig mit der Ablagerung des somit noch weitgehend unverfestigten tertiären Schlammes und Schotters stattgefunden haben oder aber wesentlich später. Für diese ascendente Deutung des sekundären Magnesits spricht seine örtliche Beschränkung auf Stellen einer unterlagernden Serpentin-Magnesitführung und die an einem Aufschluß erkennbare scharfe Begrenzung der Magnesitimpregnation im konglomeratischen Sandstein nach oben (siehe Abb. 4). Trifft diese Deutung zu, so würde sie bei allen sekundären Magnesitanreicherungen zu Schurfarbeiten im darunter liegenden Serpentin ermutigen.

2. Für eine descendente Entstehung sprechen die scheinbar nach unten auskeilenden Magnesitgächchen von Kakamelissa (Abb. 8). Es wäre denkbar, daß der Magnesit aus den Serpenterollen des Konglomerates durch kohlensäurehaltiges Grundwasser gebildet wurde. Man sollte dann allerdings eine weitere Verbreitung sekundären Magnesits in den Konglomeraten erwarten.

<sup>1)</sup> Die Analysen wurden im Chemischen Laboratorium der Firma Skalistiri, Athen, ausgeführt und ich verdanke sie Herrn Direktor Cumulos.

<sup>2)</sup> Dagegen erwies sich der von mir (loc. cit.) erwähnte dünne Magnesitgang in einer Verwerfungsspalte zwischen Tertiär und Serpentin südlich von Montoudi als Meerschaum.

3. Schließlich ist eine lateralsekretionäre Entstehung möglich, infolge einer Auflösung der auch nur örtlich angereicherten Magnesitgerölle und Wiederabsatz von Magnesit in Form von konkretionären Knollen, von imprägnierender Verdrängung der sandig-tonigen Grundmasse der Konglomerate



Abb. 8

Magnesitgang in Tertiärkonglomerat Kakamelissa, Euböa

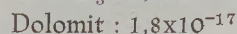
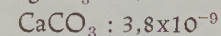
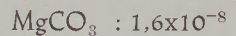
und von örtlicher Gangbildung an Zirkulationswegen. Für solche Verwitterungszirkulation des Mg sprechen die Konkretionen von Meerschaum an der Grenze von Konglomerat und Humusboden.

Ich sehe zur Zeit noch keine Möglichkeit, für eine der drei Möglichkeiten entscheidende Beweise zu erbringen und muß mich vorderhand mit der immerhin bemerkenswerten Feststellung einer nachträglichen Magnesitbildung in tertiären Schichten in der unmittelbaren Nähe vortertiärer Serpentin-Magnesitlagerstätten begnügen.

Eine Magnesitumlagerung ist auch einmal von J. Schadler (1931) aus Bosnien beschrieben worden: der Serpentin schutt, der unterhalb eines Ganggebietes lag, war durch reinen Magnesit verkittet.

Diese Feststellung führt zu einer Diskussion der Löslichkeit und des Wiederabsatzes von  $\text{MgCO}_3$ .

H. Leitmeier hat schon seit langem auf die größere Löslichkeit des  $\text{MgCO}_3$  gegenüber dem  $\text{CaCO}_3$  hingewiesen und daraus seine Ablehnung der Verdrängung von Kalk durch Magnesit abgeleitet. Er hat 1951 absolute Löslichkeitsbestimmungen von Halla (1935) zitiert:



Dipl.-Ing. H. J. Steiner vom Institut für Aufbereitung der Montanistischen Hochschule hatte die Freundlichkeit, die ältere und neuere Literatur über die Löslichkeit von Kalkspat und Magnesit zusammenzustellen und fand nach verschiedenen und zum Teil divergierenden Angaben von Gmelin, Seel und Treadwell ebenfalls eine höhere Löslichkeit des Magnesits gegenüber dem Kalkspat. (Die bekannte bessere Löslichkeit des Kalkspates in verdünnter Salzsäure sei durch eine Reaktionshemmung zu erklären.) Die Divergenzen in den Angaben über Magnesitlöslichkeit sei durch das Dazwischentreten von basischen Magnesiumkarbonaten zu erklären, die gewöhnlich vorerst ausfallen.

(Übrigens sah ich in einem Dünnschliff von Magnesit aus einem Gang in Nord-Euböa örtlich Kristallbüschel von Hydromagnesit und in den vorerwähnten Magnesitknollen in den tertiären Schichten wurden 2 ‰ Kristallwasser bestimmt).

Bevor wir diese offenbar nicht so schwierige Mobilisation des Magnesits im Hinblick auf die ostalpinen Lagerstätten betrachten, soll noch eine neue Beobachtung aus einer türkischen Lagerstätte mitgeteilt werden.

#### Die sedimentäre Magnesitlagerstätte von Bozkurt im Bezirk Denizli

Im Serpentinegebiet von Acipayan und Yesil Yuva, rund 60 km südöstlich von der Stadt Denizli in Westanatolien, liegt bei dem Dorf Bascesme eine sedimentäre Lagerstätte vom „Typus Bela Stena“, die ich im Frühjahr 1962 geführt von den Herren E. A. Huber und Dr. Baumgart, wenn auch nur sehr kurz, besuchen konnte.



Abb. 9

Reines Lager von sedimentärem Magnesit, Bozkurt südöstlich Denizli, Türkei

In eine vermutlich jungtertiäre Schichtfolge von Tonen, Mergeln, Sandsteinen und kleinstückigen Konglomeraten sind mehrere Flöze von Magnesit eingeschaltet. Die sichtbare Mächtigkeit der Schicht-



Abb. 10

Sedimentäre Magnesitflöze, durchsetzt von Verwerfungsspalte mit Mg-reichem Dolomit, Bozkurt

folge beträgt etwa 100 m, aber die nur vermutete Serpentinunterlage ist nicht aufgeschlossen. Die beiden oberen Magnesitflöze sind reiner als die tieferen und haben eine Dicke von 2,80 m bzw. 1,50 m (Abb. 9). Die Flöze fallen ziemlich flach nach Norden ein und haben einige 100 m streichende Erstreckung.

Die chemische Zusammensetzung des Magnesits wechselt stark und schwankt von 0,5 bis 5 ‰  $\text{SiO}_2$  und 1–4 ‰  $\text{CaO}$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  liegt meist um 0,3 ‰. Es gibt in der Lagerstätte immerhin ansehnliche Partien von recht reinem Magnesit. Das Vorkommen ist also zumindest wissenschaftlich interessant.

Bemerkenswert ist das niedrige Raumgewicht des Magnesits (1,8 bis 2,4 nach einer Mitteilung von Dr. Baumgart und eigener Bestimmung), was auf hohe, wenn auch äußerst feine Porosität, also lockeres Gefüge zurückzuführen ist. Unter dem Mikroskop ist der Magnesit von einer fast unauflösbaren Feinkörnigkeit (Korngröße 5–10 $\mu$ ), ist aber nach röntgenographischer Bestimmung durch Dr. Siegl als reiner Magnesit erkennbar. Manchmal in reichlicher Menge mit freiem Auge sichtbar, manchmal nur unter dem Mikroskop feststellbar, enthält er kleine wohlgerundete Körnchen und Geröllchen von Serpentinegestein. Die begleitenden kleinstückigen Konglomeratschichten führen Gerölle von Serpentin und Gabbro.

Die Lagerstätte ist also gleich wie Bela Stena in Serbien und Ajani in Nord-Griechenland (M. Donath 1955) sedimentär, entweder durch chemische Aus-

fällung von Verwitterungsprodukten abgetragener Magnesitgänge oder durch sublakustrische Kohlen-säuerlinge, die Magnesit in das Becken eingeführt haben, entstanden. M. Illic hat das für Bela Stena erstmalig erkannt.

Für unsere Betrachtung von Interesse aber ist eine weiße Gangfüllung einer Verwerfungsspalte, die die Magnesitflöze im Tal des Hirsizdere durchschneidet (Abb. 10). Diese Spaltenfüllung, die natürlich nach der Verwerfung und damit erst recht nach der Ablagerung der Magnesitflöze gebildet worden sein muß, besteht nach wiederholten Analysen durch Dozent Dr. W. Siegl aus etwa 34 %  $\text{CaCO}_3$ , 4 %  $\text{SiO}_2$ , 4 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und somit 61 %  $\text{MgCO}_3$  — ist also eine Art Dolomit, die aber wesentlich mehr  $\text{MgCO}_3$  enthält, als der Dolomitformel entspricht (55 %  $\text{CaCO}_3$ , 45 %  $\text{MgCO}_3$ ). Die von W. Siegl dankenswerter Weise ausgeführte differentialthermische Analyse ergab nur die für Dolomit kennzeichnenden Spitzen. Dozent W. Siegl wird dieses eigenartige Mineral noch untersuchen. Im Dünnschliff stellte es sich ebenso wie alle hier beschriebenen sekundär gebildeten Magnesite als äußerst feinkörnig dar; die Kieselsäure dürfte aus winzigen Einschlüssen von Serpentin, Olivin, Iddingsit und Gabbro herzuleiten sein, die in den von der Spalte durchsetzten Schichten vorkommen.

Wir haben es also auch bei dieser Spaltenfüllung mit dem Produkt einer nachträglichen Mobilisation von Magnesiumkarbonat aus den hier schon unreineren Magnesitflözen zu tun.

#### Ausblicke auf Probleme alpiner Spatmagnesite

Die vorbeschriebenen Knollen und Gänge von Magnesit in sandigtonigen Tertiärsedimenten von Euböa erinnern an Bildungen, die aus den Werfener Schichten der Salzburger Alpen bekannt gemacht worden sind und dort infolge verschiedenartiger Deutung zur Diskussion der Altersfrage der ostalpinen Magnesite herangezogen worden sind.

W. Siegl<sup>1)</sup> hatte 1953 Gerölle von feinkörnigem Magnesit im sandigen Werfener Schiefer bei Leogang—Hütten und beim Fuß des Birnhorn gemeldet. F. Angel und F. Trojer (1955) deuteten die rundlichen Magnesitgebilde am Birnhornfuß nicht als Gerölle, sondern als sedimentäre Magnesitabscheidungen, die ihre Form bei der Gesteinsverfestigung des Werfener Sandschlammes erhalten haben, also als diagenetische Konkretionen.

Angel und Trojer begründeten diese Deutung mit der Form der Gebilde: „... Häufig sind die Umriss nicht scharf vom Werfener Rotsand bis Rotschlamm abgesetzt, sondern weich und unscharf... Größen: wie eine Erbse, Bohne bis Kinderfaust; Form: kugelig, ellipsoidisch, unregelmäßig knollig. Die Knollen sind wesentlich größer als die umliegenden einsedimentierten Quarzkörner“. Diese Beschreibung und

<sup>1)</sup> W. Siegl hielt am 10. November d. J. in dere GBA. in Wien einen Vortrag, bei dem er reiches Belegmaterial für eine epigenetische, eventuell paradiagenetische Bildung des größten Teils des Magnesits in der unteren Trias im Raum Leogang-Fieberbrunn vorwies und erläuterte.

Abb. 14 der Abhandlung trifft vollständig auf die größeren und kleineren Magnesitknollen in den roten sandigen Tertiärtonnen des Tagbaus Moraitis zu.

Ähnlich sehen auch die Magnesitknollen und Magnesitwolken in den Rollblöcken von Werfener Sandstein im unteren Rettenbachgraben aus, die mir W. Siegl freundlicher Weise zeigte.

Angel und Trojer bringen die sedimentäre Bildung dieses Magnesits mit der salinaren, zumindest gips-haltigen Fazies des Werfener Schiefers in Zusammenhang. Für die tertiären Schichten auf dem Serpentinmassiv von Mittel-Euböa gilt keinerlei salinärer Einschlag. Es ist wahrscheinlicher, daß die Magnesitknollen und Magnesitimprägungen in den Werfener Schiefen eine typische Ausscheidungsform von epigenetischem Magnesit in einem sandig-tonigen Substrat sind. Dabei fühle ich mich zu einer Äußerung über die Herkunft dieses Magnesiumkarbonats nicht berechtigt; es kann auf die spätalpidische Magnesitbildung oder auf eine Remobilisierung älterer Magnesite in der nahen Umgebung zurückgehen.

Auf alle Fälle zeigt der Nachweis von zum Teil geröllähnlichen epigenetischen Magnesitknollen in sandig-tonigen Schichten auf Euböa, daß die gemeldeten Funde von Magnesitgeröllen in den Werfener Schichten eine kritische Nachprüfung verlangen, bevor Schlüsse auf ein vortriadisches Alter des ostalpinen Magnesits abgeleitet werden.

Die im Vorhergehenden bewiesene leichte Mobilisation des Magnesits führt aber noch zu einem anderen Problem der ostalpinen Spatmagnesite. E. Clar (1959) schließt aus dem intakten Grobgefüge der Spatmagnesite gegenüber dem vielfach tektonisierten Feingefüge der umschließenden Dolomite und Kalke auf eine jüngere, nachtektonische Magnesit-entstehung, wie sie ja auch sonst von der Mehrzahl der österreichischen Lagerstättenforscher angenommen wird. Er wendet gegen die Auffassung von praexistierenden sedimentären Magnesitkörpern mit Recht ein, daß das beobachtete Gefüge dann nur durch eine Reihe abnehmender Mobilisierbarkeit Magnesit-Dolomit-Kalzit erklärt werden könne. Die allgemeine Auffassung geht aber dahin, daß das  $\text{CaCO}_3$  löslicher sei als das  $\text{MgCO}_3$ . Die Beobachtungen auf Euböa haben gezeigt, daß gerade die remobilisierten Magnesite besonders Ca-arm sind.

Es sei auch E. Clar zugegeben, daß die bekannten Lagerstätten dichten Magnesits nichts von einer solchen besonderen Kristallisationsfreudigkeit zeigen — im Gegensatz zum  $\text{CaCO}_3$ . Immerhin möchte ich auf die in meinem letzten Aufsatz (W. E. P. 1961) abgebildeten kleinen Pinolitmagnesitkriställchen in Gängen von Euböa verweisen und ferner daran erinnern, daß Spatmagnetit im Serpentin nicht so ungewöhnlich ist (z. B. im Sudan, in Norwegen). Die Bildungsbedingungen dieser Lagerstätten im Rahmen der gesamten Magnesitenstehung sind offenbar noch nicht vergleichend studiert worden.

Wir wollen also auf Grund der griechisch-türkischen Erfahrungen die Möglichkeit einer selektiven Mobilisierbarkeit von  $\text{MgCO}_3$  auch für die alpinen Spatmagnesite in Betracht ziehen.

### Zusammenfassung

Die Lagerstätten von dichtem Magnesit bei Kakavos im Serpentinmassiv von Mittel-Euböa sind an ein sich kreuzendes System von tektonischen NW-SE und E-W-Linien gebunden.

Die Erfahrungen in Nord-Euböa zeigen — wie schon Dr. Vogelsang festgestellt hatte — daß die Adernetzwerkklagerstätten einem ursprünglich höheren Niveau entsprechen als die Gänge. Diese Feststellung deckt sich mit den weniger klaren Verhältnissen von Mittel-Euböa und Kraubath.

Soweit erkennbar, nimmt der CaO-Gehalt des Magnesits mit der Tiefe zu; SiO<sub>2</sub> ist in den höchsten Teilen der Lagerstätte angereichert.

In den jungtertiären Sandsteinen und Konglomeraten, welche den magnesitführenden Serpentin von

Mittel-Euböa überlagern, kommen neben den schon bekannten Magnesitgeröllen auch neugebildete Magnesitknollen, Magnesitimprägungen und kleine Magnesitgänge vor. Eine Verwerfung, welche die sedimentären Magnesitlager von Bozkurt in der Türkei durchschneidet, führt ebenfalls neugebildeten Mg-reichen Dolomit. Diese Neubildungen weisen auf eine leichte Mobilisation des MgCO<sub>3</sub> hin.

Im Lichte dieser Erfahrungen werden Magnesitknollen und Magnesitgerölle in den Werfener Schichten der Alpen besprochen und die Frage der selektiven Magnesitmobilisierung bei den alpinen Spatlagerstätten diskutiert.

### Summary

The deposits of cryptocrystalline magnesite, located near Kakavos, Central Euboea, are connected to a system of faults striking in NW-SE and in E-W direction.

The network deposits of Northern Euboea are belonging to a higher level of formation than the vein deposits; this was shown already by Dr. Vogelsang and seems to fit also for Central Euboea as well as for Kraubath in Austria.

As far as we can see the CaO content of the magnesite increases with the depth, whereas SiO<sub>2</sub> is enriched in the uppermost parts of the deposits.

Concretions of magnesite, impregnations and veinlets could be observed beside the well known gravels

of magnesite in the sandy and conglomeratic beds of tertiary age in Central Euboea.

These beds are overlying the magnesite bearing serpentine. A fault, displacing the sedimentary magnesite layers of Bozkurt in Turkey, shows to be filled by a newly formed dolomite rich in Mg. All this proves an easy mobilisation of MgCO<sub>3</sub>.

In the light of this experience the magnesite gravels and magnesite nodules in the Werfen beds of the Alps were discussed as well as the problem of a selective mobilisation of MgCO<sub>3</sub> in the crystalline deposits of the Eastern Alps.

### Résumé

Les gisements de magnésite cryptocrystalline, situés dans les environs de Kakavos dans la partie Centrale de l'île d'Euboe sont liés à un système des failles NO-SE et E-O.

Comme le Dr. Vogelsang l'avait déjà précédemment constaté, les travaux entrepris montrent qu'en Euboe septentrionale le réseau des filonets se trouve à l'origine à un niveau supérieur à celui des filons.

Cette constatation recouvre bien les observations plus vagues faits aussi bien en Euboe Centrale qu'à Kraubath en Autriche.

Autant qu'on puisse en juger la teneur en CaO augmente avec la profondeur; la silice est enrichie dans le chapeaux des gisements.

Dans les conglomérats et les grès tertiaires, qui reposent sur les serpentines magnésitifères, il y a — auprès des galets de magnésite — également des concrétions, des impregnations et des filonets de ce minéral. Une faille qui traverse les couches sédimentaires de magnésite à Bozkurt, est remplie par une masse dolomitique très riche en MgCO<sub>3</sub>. Tous ces produits d'une néoformation prouvent une certaine facilité de la remobilisation de la magnésite.

A la lumière de ces expériences le problème des galets et des nodules de magnésite dans les couches Werfeniennes des Alpes a été discuté ainsi que la question de la remobilisation sélective du MgCO<sub>3</sub> dans les gisements spathiques des Alpes.

### Literaturverzeichnis

1. Angel, F. und Trojer, F., Zur Frage des Alters und der Genese alpiner Spatmagnesite, Radex-Rundschau 2, 1955.
2. Clar, E., Zur Entstehungsfrage ostalpiner Spatmagnesite, Festschr. z. 70. Geburtstag F. Angels, Carinthia II, 1957.
3. Donath, M., Die jugoslawischen Magnesitlagerstätten, Ton-Industrie-Zeitung 79, 1955.
4. Hießleitner, G., Serpentin — und Chromerzgeologie der Balkanhalbinsel, Jb. Geol. Bundesanstalt Wien, 1952/53.
5. Ilic, M., Magnesitsko leziste Bela Stena Zbornik rad. geol. i rud. fak. Beograd 1952.
6. Leitmeier, H., Die Magnesitvorkommen Österreichs und ihre Entstehung, Montanzeitung 67, Wien 1951.
7. Petrascheck, W. E., Zur Bildung griechischer Magnesitlagerstätten, Radex-Rundschau 4, 1961.
8. Schadler, J., Über einige bosnische Magnesitlagerstätten, Berg- und Hüttm. Jb. 79, 1931.
9. Vohryzka, K., Zur Genesis des dichten Magnesits von Kraubath, Berg- und Hüttm. Monatshefte 1959.