

Zur Bildung griechischer Magnesitlagerstätten

Von W. E. Petrascheck, Leoben

(Anordnung, Ausdehnung und Form der Magnesitlagerstätten von Euböa; die ascendente Bildung; Vergleiche.)

(Distribution, extension and shape of the magnesite deposits of Euboea; the formation by ascendent solutions; analogies.)

(Repartition, extension et forme des gisements de magnésite de l'île d'Euboë; la genèse ascendente; analogies.)

Daß die Lagerstätten dichten Magnesits in den Serpentinmassen Griechenlands durch aufsteigende kohlenstoffhaltige Wässer entstanden sind, ist seit H. C. Boydell (1929), H. v. Braunmühl (1930), G. Hiebleitner (1931) eine fast allgemein angenommene Auffassung. Der Verfasser kann dies auf Grund von Aufnahmen, die er im Jahre 1957 für das Institute of Geology and Subsurface Research in Athen durchgeführt hat, nur bestätigen. Darüber hinaus haben sich aber einige Beobachtungen ergeben, welche auf die besonderen Umstände der Bildung dieses Minerals schließen lassen.

Das Serpentinmassiv von Mittel-Euböa, das den größten Teil der griechischen Magnesitlagerstätten beherbergt, ist nach neueren, zum Druck gegebenen Untersuchungen des Verfassers ein flacher Lakkolith, der oberflächennah in eine schwach metamorphe Schieferserie, vermutlich permischen Alters, eingedrungen ist. Die Dicke der 120 Quadratkilometer bedeckenden Peridotit-Serpentinmasse beträgt nur 300 bis 400 Meter; ihre metamorphe Unterlage kommt in einigen Erosionsfenstern

zum Vorschein. Im Süden ist der offenbar vorobertriadische Intrusionsverband örtlich erkennbar. Am Nordrand ist die Masse auf die sie normaler Weise überlagernden jurassischen Schiefer-Hornsteinschichten aufgeschoben, soweit dieser Rand nicht von jungtertiären Sedimenten transgressiv überdeckt ist (Abb. 1).

Ein wesentlicher, von den bisherigen Sachbearbeitern mangels regionaler Kartierung nicht entsprechend beobachteter Umstand ist die lineare Anordnung der Lagerstätten in tektonischen Richtungen. Nur H. C. Boydell (1921) wies grundsätzlich darauf hin, 14 km lang ist der Lagerstättenzug, der in NW-SO-Richtung von Psilorachi über Kakavos, Trupi nach Kaminia führt. Die zu Stöcken ausgeweiteten Gänge dieser Vorkommen haben das gleiche Streichen wie der Zug selbst und bekunden damit dessen Natur als tektonische Großspalte, welche der tektonischen Längsbegrenzung der Insel Euböa parallel läuft. Ein kürzerer, gleichfalls NW-SO streichender Zug zielt von Pyrgos bei Mantoudi nach Agios-Tritis; doch haben nur die



Abb. 1

Karte der Verteilung der Magnesitlagerstätten auf Euböa

Stöcke von Pyrgos NW-Verlauf, in Agios-Tritis finden sich NS-Gänge. Die dritte und östlichste Linie mit NW-SO-Richtung verbindet die Gänge von Daphnopotamos mit dem durch scharfe Harnischflächen begrenzten NW-SO-Gang von Xenistruga.

Die zweite, wenn auch weniger scharf ausgeprägte Gangrichtung ist nord-südlich. Der mächtige Gangstock von Gerorema zielt nordwärts zu den schwächeren N-S-Gängen von Agios-Tritis und die ebenso streichende Lagerstätte von Plakaria bildet mit einem Gang im Tal von Agios-Tritis einen östlichen NS-Zug. Einzelne Vorkommen wie Paraskevorema und Levadiaki, sowie das Gangnetzwerk bei Daphnopotamos haben abweichende Richtungen.

Ein Gebiet, das besondere Aufmerksamkeit für die Beschürfung verdient, ist das von Xenistruga-Levadiaki, wo die westliche NS-Linie mit der östlichen NW-SO-Linie zum Schnitt kommt.

Die regional tektonische Natur der mit Magnesit gefüllten Spalten ist auch an den scharfen Verwerfungsflächen zu erkennen, welche bei den Lagerstätten von Trupi das Liegende des Magnesits, bei der von Xenistruga das Hangende und Liegende bilden.

Die große Mächtigkeit eines Teiles der Magnesitgänge ist schon von den genannten Autoren als Argument gegen eine Entstehung durch absteigende Verwitterungslösungen angeführt worden: Pyrgos bis 40 m, Paraskevorema bis 20 m, Plakaria 15 bis 20 m, Gerorema 15 m, Levadiaki 30 m, Trupi 10 m.

Im gleichen Sinne wurde die Tiefenerstreckung beurteilt, die bei Gerorema 100 m und bei Daphnopotamos 80 m überschreiten muß, bei Kakavos 110 m, bei Trupi 80 m, und bei Pyrgos 135 m beträgt. Die insgesamt bekannte mineralisierte Höhe reicht vom Meeresspiegel (Daphnopotamos) bis auf 250 m Seehöhe (Trupi). Doch sind jüngere Verstellungen bei der Schaffung dieser Niveaudifferenz wahrscheinlich beteiligt.

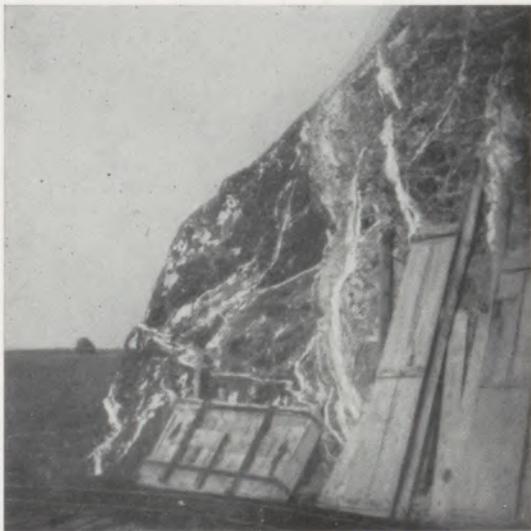


Abb. 2

Adernetzwerk von Magnesit bei Kimasi (Daphnopotamos)

Hinsichtlich der Form sind in Euböa folgende Arten von Magnesitlagerstätten zu unterscheiden: Gänge (Pyrgos, Xenistruga, Trupi, Ag.-Tritis, Kamini). Der Magnesit der Gänge zeigt Blumenkohlstruktur in Daphnopotamos, brecciöse Struktur mit weißen Magnesitbrocken im rosa Magnesit bei Trupi und in einzelnen Fällen bei dünnen Gängen eine zum Salband senkrechte Absonderung, die wohl als Schrumpfungsklüftung zu deuten ist. Wenn die Gänge in Mehrzahl ohne bevorzugte Richtung erscheinen, bilden sie ein Adernetzwerk (Abb. 2) (Daphnopotamos, Hangendbegrenzung des Ganges von Trupi, Außensaum des Stockes von Levadiaki). Die kompakten Gänge können sich auch zu Stöcken erweitern, deren Länge

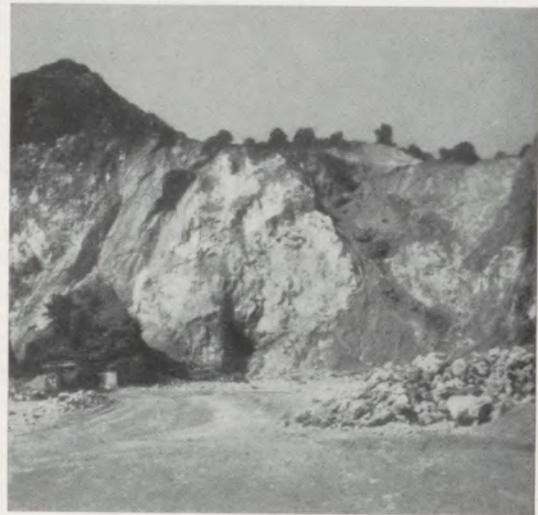


Abb. 3

Magnesitstock von Trupi

einige 100 m und deren Mächtigkeit 20 bis 30 m beträgt: Gerorema, Pyrgos, Levadiaki, Trupi (Abb. 3). Eigenartig sind die rundlichen Köpfe von Magnesit, die von Faustgröße bis 300 m³ Inhalt haben können und, wie der Abbau feststellte, oft keine mit Magnesit gefüllte Zufuhrspalte haben (Paraskevorema, Abb. 4).

Die Betrachtung der Lagerstättenformen führt zwangsweise zu Gedanken über die Platznahme des Magnesits im Serpentin. Verdrängung und Hohlraumfüllung kommen in Betracht.

Die Magnesitknollen, deren Durchmesser einige Zentimeter bis Meter betragen kann und die bogigkonvex und dicht gegen den frischen oder gebräunten Serpentin angrenzen, können nur auf dem Wege der Metasomose gebildet worden sein. Die zugehörige Gleichung heißt bekanntlich: $H_4Mg_3Si_2O_{10} + 3CO_2 = 3MgCO_3 + 2H_2O + 2SiO_2$.

Verkieselungserscheinungen sind in Magnesit führenden Serpentinegebieten häufig, wie schon G. Hießleitner ausdrücklich betont; sie kommen aber genau so auch in magnesitfreien Serpentinegebieten vor und überdies ist das SiO₂ in Form von Chalze-

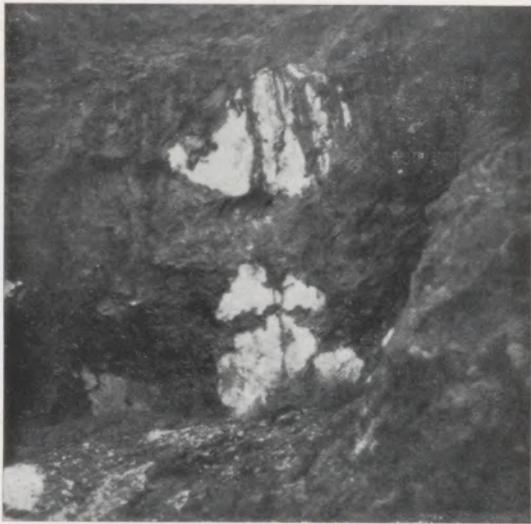


Abb. 4

Magnesitknollen im Serpentin in Paraskevorema

dongängchen dort, wo das Altersverhältnis sichtbar ist, stets jünger als der Magnesit, so daß es nicht erkennbar ist, wo die bei der Metasomatose freigesetzte Kieselsäure abgesetzt ist. Die Hornsteinkalotte, die G. Hießleitner als obere Begrenzung eines blumenkohlformigen Magnesitkörpers auf Mytilene abbildet (1934, S. 26) wird so zu deuten sein. Der Abbau der Magnesitköpfe in Paraskevorema hat häufig eindeutig gezeigt, daß keine Wurzeln oder Zufuhrspalten aus Magnesit vorhanden sind. Die Zufuhr der Kohlensäure muß also auf Haarrissen erfolgt sein. Von irgendwelchen Keimen ist dann zentripetal die Metasomatose ausgegangen.

Zu einer ähnlichen Vorstellung gelangt man, wenn man die eckigen Einschlußbrocken von Serpentin in

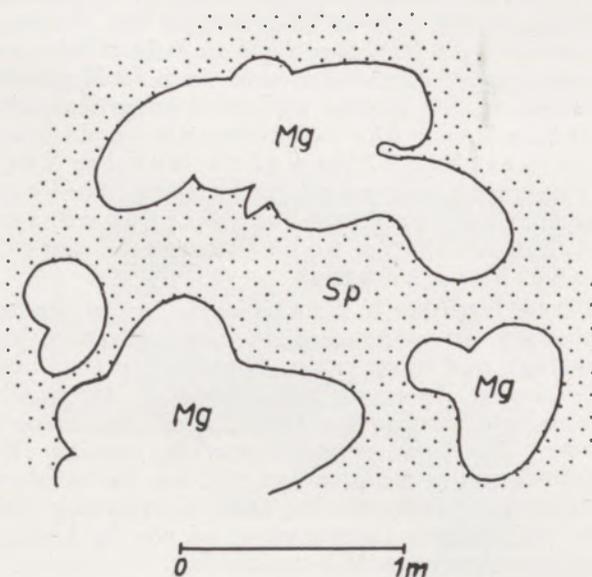


Abb. 5

Magnesitknollen, Paraskevorema

den mächtigen Magnesitgängen und -stöcken betrachtet. Zum Teil kann es sich bei diesen Brocken — eben wegen der Mächtigkeit der umgebenden Magnesitmassen — nicht um verklemmte Stücke einer brecciösen Gangspalte handeln, sondern um Verdrängungsreste. Nun geht die allgemeine Vorstellung dahin, daß Verdrängungsreste gerundet sind. A. M. Bateman hat aber schon vor langem in einer grundsätzlichen Studie gezeigt, daß eckige Stücke resultieren, wenn die Verdrängung nicht von außen, das heißt von Zerrüttungshohlräumen ausgehend die Brocken angreift, sondern wenn die Verdrängung von einem Netz feiner Spalten ausgeht, die sich in Dreiecken oder Polygonen schneiden und bei der allmählichen Verbreiterung dieser Verdrängungsgänge verschonte Restzwickel des Nebengesteins zurücklassen.

Zweifellos spielt aber auch Hohlraumfüllung vielfach die maßgebliche Rolle; dabei bietet die Beschaffenheit der die Hohlräume füllenden Lösungen ein Problem. Gelnatur, wengleich von E. Clar und H. Braumühl bestritten, wird von G. Hießleitner weiterhin für möglich gehalten und ich möchte mich dem anschließen. Stengelige Absonderung senkrecht zu den Salbändern, die G. Hießleitner in Ormiglia, ich selbst in Trupi und bei Daphnopotamos beobachteten, ist durch Schrumpfung eines Kolloids am besten zu erklären.

Die schalige Blumenkohlstruktur entspricht ebenfalls einer kolloidalen Ausgangssubstanz. Doch können nach E. Clar (1928) auch feinstrahlige Aggregate kristallisierten Magnesiumtrihydrats mit niedriger Oberfläche vorgelegen haben. Dabei sprechen manche Beobachtungen dafür, daß diese Ausgangssubstanz sehr viscos gewesen sein könnte. N. Eder und W. Okressek haben in einer unveröffentlichten Untersuchung über Kraubath (Diplomarbeit 1951) festgestellt, daß Brocken von Magnesit im Magnesit liegen und daß diese Brocken ebenso wie Einschüsse von Serpentin durch den einschließenden Magnesit in den Spalten hochgeschleppt worden sein können. Unterhalb einer Gangverengung beobachteten sie eine besondere Anhäufung von Einschlußbrocken, die diesen Flaschenhals gleichsam nicht passieren konnten. Ebenso finden wir in Trupi auf Euböa zahlreiche Brocken von weißem Magnesit in rosa Magnesit eingebettet. Der erstere ist unter dem Mikroskop dicht, der letztere zeigt vielfach Ovoide und ist durch feinst verteiltes Roteisenpigment gefärbt. Die beiden Magnesitarten sind also unter verschiedenen Bedingungen und vielleicht auch in verschiedenen Tiefen entstanden, und da es sich bei dem mächtigen Stock von Trupi weder um verklemmte Brocken einer älteren weißen Füllung, noch um Verdrängungsreste von Magnesit gegen Magnesit handelt, ist ein Mitgeflobtwerden der weißen Brocken in einer zähflüssigen Gangfüllungsmasse durchaus möglich.

Ob nun aber die Ausfällung in kolloidalem oder in feinkristallinem Zustand erfolgte, auf jeden Fall hat später in Einzelfällen eine Rekrystallisa-

tion zu Pinolitmagnetit eingesetzt. Das ist in Dünnschliffen aus Gerorema und Agios-Tritis zu beobachten. Die rautenförmigen Kriställchen von Magnetit haben zonaren Bau und sprießen von girlandenförmigen Bögen ausgehend in das Quarzpflaster und in den dichten Magnetit hinein. Ihre Länge beträgt höchstens 0,1 mm und erreicht damit bei weitem nicht die Korngröße des echten Pinolitmagnetits der alpinen Lagerstätten, aber das Gefüge ist völlig gleichartig (Abb. 6).

Was die anderen zugeführten Stoffe betrifft, so war schon erwähnt worden, daß die Kieselsäure jünger ist. In Pyrgos und Daphnopotamos durchziehen helle Chalzedon- oder Opalgänge den Magnetit. Aus dem Agios-Dimitrios-Stollen bei Ormiglia auf Chalkidiki hat G. Hieβleitner einen „zebrastreifigen“ Magnetit abgebildet, der als paralleles Ganggäader einen Serpentin verquert, welcher seinerseits Eisenkieselsbänder in der magmatischen Schichtung aufweist. Während aber in der Abbildung G. Hieβleitners die Magnetitgängchen auch die Eisenkiesellagen durchsetzen, war mir bei einer Befahrung im Jahre 1952 gemeinsam mit W. Neubauer aufgefallen, daß der Magnetit im Bereich der Eisenkieselsbänder zwar weiß, aber silifiziert war (Abb. 7).

Der Kalziumgehalt der dichten Magnesite Euböas schwankt zwischen 0,5 und 2 % CaO.

Leider gibt es keine Untersuchungen, welche die Zusammensetzung in verschiedenen Teufen erkennen lassen. Wenn man die vermutlich nicht repräsentativen Angaben von O. Argyropoulos (1955) und G. Hieβleitner (1934) heranzieht, scheinen die topographisch höher liegenden Vorkommen von Plakaria und Murtitsa mehr SiO_2 als die tief liegenden von Paraskevorema und Daphnopotamos zu enthalten; aber das hoch liegende Trupi ist SiO_2 -arm. Hingegen scheint ein höherer CaO-Gehalt einheitlich an die hoch gelegenen Vorkommen gebunden (Mavrisnata, Trupi, Gerorema). Systematische Untersuchungen von Durchschnittsproben, welche auch primäre und sekundäre Teufenunterschiede zu berücksichtigen hätten, stehen jedoch noch aus.



Abb. 6

Pinolitische Kristalle im dichten Magnetit von Gerorema; Länge der Pinolite 0,1 mm. Die helle Fläche ist Quarz

Die metasomatischen alpinen Spatmagnesite haben bekanntlich einen gewissen Eisengehalt, der als Ferro-Eisen im Molekül auftritt. Die dichten Magnesite sind fast stets eisenfrei. Darum ist der erwähnte rote Magnetit von Trupi, der in einem mächtigen Stock auftritt, eine bemerkenswerte Ausnahme. Sein Eisengehalt ist als fein verteiltes Pigment von Roteisen im Magnetit verteilt, womit auch die Ausfällung unter oberflächennahen, oxydierenden Bedingungen bewiesen ist. Ähnliches haben H. Meixner und K. Vohryczka vom selteneren roten und gelben Magnetit in Kraubath festgestellt.

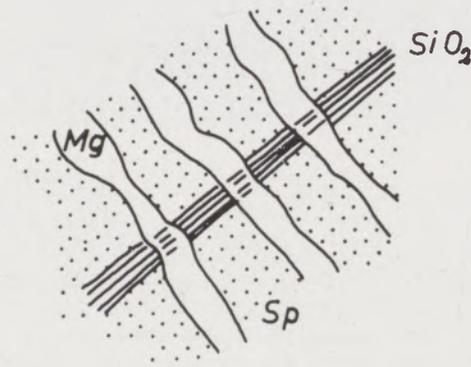


Abb. 7

Eisenkieselsbänder durchkreuzen parallele Magnesitadern. Verkieselung des Magnetits an den Kreuzungsstellen. Agios-Dimitrios-Stollen. Chalkidiki

Die Herkunft des Magnesiums ist zweifellos aus der Zersetzung des Serpentin abzuleiten. Dabei ergibt sich die Frage, wo diese Zersetzung stattgefunden hat. Die Magnesitgänge, -knollen und -stöcke setzen vielfach im frischen, graugrünen Serpentin auf, so in Paraskevorema, Levadiaki und in den tieferen Horizonten von Pyrgos und Gerorema. In Agios-Tritis und im Küstenbereich von Daphnopotamos liegen die Gänge sogar in frischem oder nur wenig serpentinisierten Peridotit. Auch die Einschlußbrocken in den Stöcken sind oft frischer Serpentin. Daher kann das Magnesium in diesen zahlreichen Fällen nicht aus der Zersetzung des unmittelbaren Nebengesteins stammen, sondern muß aus einem tieferen, unbekanntem Zersetzungsherd kommen.

Diese Frage hat K. Spangenberg bei der Bearbeitung der schlesischen Magnesitlagerstätten beschäftigt, und er ist zu der Vorstellung gelangt, daß die „braune Zersetzung“ des Olivins zu den Fe_2O_3 -haltigen Mineralien Bowlingit, Xylotil und Iddingsit nicht eine Verwitterungserscheinung, sondern ein hydrothermal Vorgang gewesen sei, bei welchem Magnesium frei wurde. Die „rote Verwitterung“ mit der vollständigen Lateritisierung sei von der braunen Olivinzersetzung wohl unterscheidbar.

Auf Euböa ist die braune Serpentinzerersetzung deutlich an die topographisch höher liegenden Partien gebunden, so daß ich sie als eine echte Verwitterungs-

folge ansehen möchte, welche allerdings vor-magnesitisch war, während eine rötliche Verwitterung nach-magnesitisch ist. Diese Alterseinstufung ergibt sich daraus, daß bei mehreren Stöcken (Gerorema, Agios-Tritis, Pyrgos) die Einschlüßbrocken in den oberen Partien braun, in den tieferen graugrün sind. Vielfach zeigt sich an der Grenze von Magnesitadern gegen den braunen Serpentin ein grüner Saum. Unter dem Mikroskop finden sich im Gitterserpentin, der offenbar aus Olivin entstanden ist, Kerne von Iddingsit. Aber auch Limonit kommt vor. Der vorerwähnte grüne Grenzsäum gegen den Magnesit erweist sich als feinstkörnige, fast isotrope Chloritmasse, die offenbar bei der Magnesitzufuhr gebildet wurde. Die rötlich-tonige Verwitterung der heutigen Oberfläche ist jetzt jünger; Beläge verschwemmten Roteisens finden sich in Gerorema auf Klufflächen des Magnesits.

Die eingangs erwähnte Kartierung des Serpentinmassivs von Euböa hat ergeben, daß es sich um einen flachen Lakkolithen handelt. In je tieferem Niveau die Magnesitvorkommen liegen, um so weniger Serpentin stand für ihre Ernährung durch die aufsteigenden Lösungen zur Verfügung. Damit ist es wohl zu erklären, warum die Lagerstätten von Daphnopotamos (nahe dem Meeresspiegel) und Paraskevorema (nahe der Schieferunterlage des Serpentin) vergleichsweise arm sind.

Die Magnesitausfällung ist, wie besonders Hieβleitner und Braumühl betont haben, an die Nähe einer Landoberfläche gebunden. Diese Landoberfläche war in Euböa nicht die heutige. Das Alter der Hauptmenge des Magnesits ist vorpontisch. In den jungtertiären (pontischen) Konglomeraten bei Trupi fand G. Hieβleitner Magnesitgerölle; ich fand solche kirsch- bis pflaumengroße Gerölle in reichlicher Menge im Konglomerat in einem Taleinschnitt nordwestlich Trupi. Das Konglomerat hat kalkiges Bindemittel und fällt mit 30 Grad nach Nordosten ein. Es handelt sich also sicher um keine rezente Konglomeratbildung, wie gelegentlich behauptet worden war. Auch im Tertiärkonglomerat südöstlich von Mantoudi kommen vereinzelte Magnesitgerölle vor.

Es gibt aber auch vereinzelt jüngere Magnesitgängchen. In dem Tälchen, das südlich von Mantoudi aus den überschobenen Schieferhornsteinschichten gegen das Serpentinmassiv führt, liegt an der östlichen Talseite eine Verwerfung, welche Tertiärkonglomerat gegen Serpentin versetzt. Die steile Verwerfungsspalte ist mit einem 0,1 m dünnen Magnesitgang gefüllt. Dagegen konnten die von Boydell gemeldeten vereinzelt sekundären Magnesitadern im Tertiär nördlich von Limni durch G. Hieβleitner und H. v. Braumühl nicht bestätigt werden. Was mir selbst bei Mandaki nördlich Limni als schwacher Magnesitgang im Konglomerat von einem Schürfer gezeigt worden ist, war ein kaolinischer Eruptivgang.

Es ist zweifellos ein offenes Problem, warum die Magnesiumkarbonatlösungen, welche in den Serpentinmassiven ihren Magnesit nicht am Zersetzungsort, sondern abseits davon absetzten, offenbar nie über die Grenze der Massive hinausdrangen. Es ist mir bisher kein Fall bekannt, wo Magnesitgänge in den fremden Rahmengesteinen der ultrabasischen Massive vorkommen.

Die Bildung des dichten Magnesits in den Serpentinmassiven ist genetisch mit der vielfach beobachteten Karbonatisierung von Serpentin verwandt. Nur hat die letztere offenbar in einem oberflächennaheren Niveau stattgefunden, da die den Serpentin verdrängenden Eisendolomite schon gröber kristallin sind, und da das Eisen hier in zweiwertiger Form vorkommt. Der höhere Kalziumgehalt der kristallinen Karbonate ist auffällig. Nur im Serpentinmassiv von Oppenberg in der Steiermark ist ein kristalliner Magnesitgang bekannt. Diese Bildung kristalliner Eisendolomite in Serpentin unterscheidet sich von der Bildung des dichten Magnesits dadurch, daß Mg, Ca und Fe²⁺ nicht getrennt werden. Verdrängungsreste von Serpentin im Eisendolomit sind unter dem Mikroskop immer zu finden; bei Neurode in Schlesien weist überdies ein Nickelgehalt auf das ultrabasische Wirtgestein; bei Collo in Algerien fand ich auch restliche

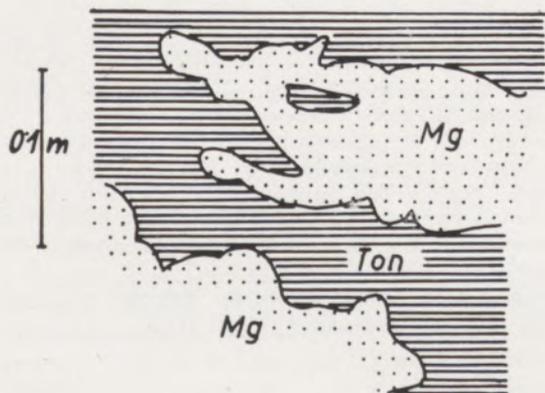


Abb. 8a

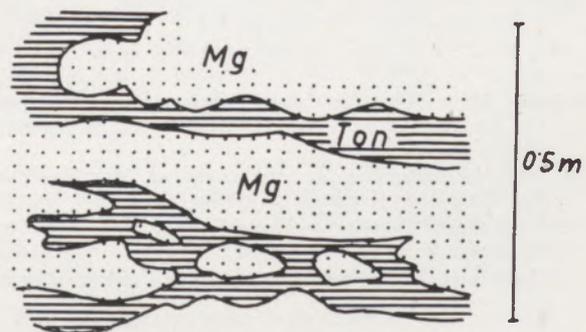


Abb. 8b

Knollen und Lagen dichten sedimentären Magnesits in Ajani, Nordgriechenland

Chromitkörnchen im Karbonat. Der Kalziumgehalt kann nicht aus dem Serpentin stammen; er muß wohl mit dem kohlenensäurehaltigen Wasser mitgekommen sein. Das ist auch die plausibelste Erklärung für den viel geringeren CaO-Gehalt der dichten Magnesite. In dem oberflächennahen Bildungsniveau der letzteren haben sich aber Mg, Ca und Fe weitgehend getrennt. Roteisen erscheint bisweilen als Pigmentierung, macht aber selbst bei dem rosa Magnesit von Trupi nur wenige Prozente aus. Kalzit und Dolomit sind bisweilen als jüngere Mineralbildungen im Magnesit beschrieben worden (Archangelos auf Euböa, Krauth in Steiermark).

Dichter Magnesit von sedimentärer Bildung wurde aus Bela Stena in Jugoslawien durch M. Donath (1957) beschrieben. Dieser Verfasser erwähnt auch die Lager von Ajani in Nordgriechenland. Die Ma-

gnesitflöze liegen in tertiären Becken, die von Serpentin umrahmt sind. M. Donath vermutet die Ausfällung aus Mg-beladenen Säuerlingen, was viel Wahrscheinlichkeit für sich hat. Ich sah nur flüchtig die Lagerstätte von Ajani bei Kozani in Griechenland. Es sind acht Flöze vorhanden, 0,5 bis 2 m stark, die in eine Mergelserie von 35 m Gesamtmächtigkeit eingeschaltet sind; ihre streichende Länge soll 3 km betragen. Der dichte Magnesit im Tonmergel ist knollig und unregelmäßig-lagig (Abb. 8a und 8b), was auf Beteiligung diagenetischer Vorgänge schließen läßt. Unter dem Mikroskop ist er sehr dicht. Ein höherer CaO-Gehalt von 1 bis 3 %, aber ein sehr niedriger SiO₂-Gehalt unterscheidet den sedimentären Magnesit von dem gangförmigen. Die Lagerstätte verdient vom theoretischen wie vom praktischen Standpunkt eine Untersuchung.

Zusammenfassung

Die Bildung der Magnesitlagerstätten im Serpentin von Euböa durch aufsteigende Kohlenäuerlinge wird fast allgemein anerkannt. Eine detaillierte Aufnahme durch den Verfasser hat die Gründe dafür bestätigt: Tektonische Anordnung der Lagerstätten, große

Mächtigkeit, große Tiefenerstreckung, vor-pontisches Alter. Der Mechanismus der Spaltenfüllung und der Verdrängung bei der Lagerstättenbildung wird diskutiert. Vergleiche mit der Karbonatisierung der Serpentine werden gezogen.

Summary

The formation of magnesite deposits of Euboea by ascendent CO₂ — waters is almost generally accepted. The author could confirm the reasons for this by a detailed survey: Tectonic control of the arrangement of the deposits, great thickness and extension

to the depth, pre-pontic age. The mechanism of the fissure-filling and the replacement is discussed and a comparison is given with the carbonatization of serpentines.

Resumé

La formation des gisements de la magnesite de l'île d'Euboé e par des eaux avec CO₂ ascendants est accepté presque partout. L'auteur a confirmé les raisons pour cette conception par des recherches en détail: La repartition des gisements par la tectonique, l'épais-

seur et la profondeur des amas et l'âge pre-pontique. Le mecanisme du remplissage des fissures et de la substitution est discuté et une comparaison avec la carbonatisation des serpentines est donné.

Literaturverzeichnis

- Argyropoulos, O.: Report on Greec Magnesites. Geol. Reconnaissance, Rep. 19, Athens 1955.
- Boydell, H. C.: Magnesite deposits of Euböa. Econ. Geol. 16, 1921.
- Braunmühl, H. v.: Über die Entstehung der Lagerstätten dichten Magnesits vom Typus Kraubath. Arch. f. Lagerforschung 45, Berlin 1930.
- Clar, E.: Mikroskopische Untersuchungen an der Magnesitlagerstätte von Kraubath. Z. prakt. Geol., 36, 1928.
- Donath, M.: Zur Genesis der Lagerstätten dichten Magnesits. N. Jahrb. Min. Abh. 91, 1957.
- Hießleitner, G.: Zur Lagerstättengeologie des dichten Magnesits in Griechenland und Serbien. Berg- u. Hütt. Jb. 82, Wien 1934.
- Hießleitner, G.: Serpentin- und Chromerzgeologie der Balkanhalbinsel. Jb. Geol. Bundesanstalt Wien 1952/53.
- Meixner, H., und L. Walter: Die Minerale des Serpentingebietes von Kraubath. Fortschr. Min. 23, 1938.
- Petrascheck, W. E.: Das Serpentinmassiv von Mittel-Euböa. Report Institute of Geology and Subsurf. Res. Athen 1959.
- Spangenberg, K.: Zur Genesis der Magnesitlagerstätten bei Zobten. N. Jahrb. Min. A., 1949.
- Vohryczka, K.: Zur Genesis des dichten Magnesits von Kraubath. Berg- u. Hüttm. Monatsheften 1959.