Verh. Geol. B-A.	Jahrgang 1978	Heft 3	S. 357–367	Wien, Dezember 1979
Proceed. 3 rd ISMIDA (Leoben, Oct. 7–10, 1977)			S. 183–193	Wien, Dezember 1979

Genese und Altersstellung der Magnesitlagerstätten in den Ostalpen

Von J. G. HADITSCH und H. MOSTLER*)

Mit 7 Abbildungen

Schlüsselwörter
Ostalpen
Magnesite
Genese
Altersstellung
Paläozoikum
Nördl. Grauwackenzone
Sedimentologie
Karbonatsedimente

Bekanntlich kann man unter den Magnesitvorkommen mehrere Typen unterscheiden.

A) Kryptokristalline, an Ultramafitite gebundene „Gel"magnesite (Typus Kraubath, Euböa)

B) Feinkristalline, entweder konkretionär gebildete oder an Evaporite gebundene des Oberperms

C) Megakristalline Spatmagnesite (Typus Veitsch, Radenthein); Abb. 1.

Die Genese der erstgenannten Magnesite ist durch viele Arbeiten, so von ANGEL, MEIXNER, FRIEDRICH, W. E. PETRASCHECK, VOHRYZKA, geklärt.

Magnesite bis Breunnerite in alpinen Evaporitlagerstätten sind schon seit langem bekannt. Sie wurden eingehend seit v. FOULLON 1884 durch MACHATSCHKI 1922, W. PETRASCHECK 1932, O. M. FRIEDRICH 1951, 1958, 1959, 1963, 1968, SCHAUBERGER & RUESS 1951, ANEGG & EBENBICHLER 1956, SCHROLL 1961, ANGEL 1962 und HADITSCH 1968 bearbeitet. Die syngenetische sedimentäre Entstehung der Magnesite von Dürrnberg-Hallein, Hallstatt, Ischl, Altaussee und Wienern-Grundlsee steht außer Zweifel. Ihnen ähnlich sind im außeralpinen Bereich beispielsweise die Vorkommen von Puerto de Velate in den Pyrenäen, wie sie durch GOMEZ de LLARENA 1954, 1959, DESTOMBES 1958 und HADITSCH 1963 bekannt gemacht wurden.

Für die zwar in Evaporiten liegenden, aber texturell abweichenden Vorkommen von Hall in Tirol und vom Kaswassergraben hat O. M. FRIEDRICH 1963 bzw. 1968 die epigenetische, metasomatisch-hydrothermale Bildung bewiesen.

Konkretionäre Magnesitbildungen hat SIEGL bearbeitet. Während somit die Entstehung und das Alter der krypto- bis feinkristallinen Magnesitvorkommen geklärt werden konnten, sind die Genese und das Alter der megakristallinen Spatmagnesite, gerade auf Leobner Boden, nach wie vor umstritten. Es gibt bis heute zwei Auffassungen:

1. Nach der einen sollen die grobkörnigen Magnesite und ihre Mischglieder bis zum Siderit hydrothermal-metasomatisch, besser: selektiv-hydrothermal-metasomatisch entstanden

*) Anschriften der Verfasser: Univ.-Prof. Dr. Johann Georg HADITSCH, Mariatrosterstraße 193, A-8043 Graz.

Univ.-Prof. Dr. HELFRIED MOSTLER, Institut für Geologie und Paläontologie, Universitätsstraße 4, A-6020 Innsbruck.

sein. Vertreter dieser „metasomatischen" Auffassung sind beispielsweise ANGEL, CLAR, DESTOMBES, H. FLÜGEL, O. M. FRIEDRICH, HABERFELNER, HADITSCH, HANUŠ, HIESSLEITNER, MOSTLER, W. PETRASCHECK, PILGER, RAGUIN, REDLICH, TROJER.

Das Magnesium wurde dabei entweder aus der Umprägung von Ultramafititen und Serpentiniten erklärt (ANGEL), aus regionalmetamorphen Vorgängen bezogen (CLAR, FRIEDRICH, LESKO), oder aus sauren (HIMMELBAUER) oder andesitischen Vulkaniten (W. PETRASCHECK) abgeleitet.

Die Magnesite sollen dabei nach ANGEL & TROJER (1953, 1955), ANGEL & WEISS (1953) und WENGER (1964) ein variszisches Alter haben, nach CLAR (1953, 1956), FRIEDRICH (1958, 1959, 1963), MEIXNER (1953), W. PETRASCHECK (1932, 1945), W. E. PETRASCHECK (1966) und VOHRYZKA (1968) ein alpidisches.

2. Nach der anderen soll der Magnesit durch primäre, sedimentäre Ausfällung oder frühdiagenetisch entstanden sein. Diese Auffassung einer syngenetischen Entstehung wurde schon früh vertreten; es seien in diesem Zusammenhang nur die Namen GOMEZ de LLARENA, LEITMEIER, ROHN und SIEGL genannt. Arbeiten von HÖLL & MAUCHER 1969 folgten in jüngster Zeit weitere von SIEGL 1969, LESKO 1972, SCHULZ 1972, 1974, SIEGL & FELSER 1973, HÖLL & MAUCHER 1976 und FELSER 1977, die eine syngenetische, sedimentäre Bildung der Spatmagnesite beweisen sollen. Dabei sprachen sich etwa GOMEZ de LLARENA für eine primäre Ausfällung, LEITMEIER & SIEGL, wie auch FELSER für eine frühdiagenetische Bildung aus.

Einigkeit herrscht auch heute allgemein lediglich darüber, daß das derzeit vorliegende Magnesitgefüge ein metasomatisches Aussehen besitzt, „metasomatisch" hier im üblichen Sinne von V. M. GOLDSCHMIDT (1922) gebraucht.

Die Spatmagnesitlagerstätten treten in der Nördlichen Grauwackenzone, im Quarzphyllit, im Mittelkärntner Kristallin (Radenthein) und im Grazer Paläozoikum (Breitenau) auf. In den Lagerstätten Radenthein und Breitenau, deren Trägergesteine aus guten Gründen dem Silur zugezählt werden können, werden vor einer endgültigen Aussage über die Genese noch umfangreiche sedimentologische Arbeiten erforderlich sein. Daher sollen diese Lagerstätten von den weiteren Betrachtungen ausgeschlossen sein, auch wenn speziell für die Breitenau ein Bildungsmechanismus, wie er im folgenden für die Lagerstätten der Grauwackenzone entwickelt wird, denkbar und sogar wahrscheinlich ist.

Die Spatlagerstätten der Nördlichen Grauwackenzone kommen in zwei altersverschiedenen Karbonatkomplexen vor:

a) Im Westen, in Salzburg und Tirol, haben die Trägergesteine silurisches bis mitteldevonisches,

b) im Osten haben sie unterkarbonisches, vielleicht auch unteroberkarbonisches Alter.

Dieser Unterschied im Alter kommt, wie nachfolgend dargelegt werden soll, auch im Ablagerungsmilieu des Trägergesteins zum Ausdruck:

Zunächst im Westen: Die Profile (nach MOSTLER 1973) durch die heterogene sogenannte „Südfazies" zeigen im wesentlichen immer dasselbe; sie weisen nämlich auf einen Ablagerungsraum der Gesteine im Becken- und Tiefschwellenbereich hin. So können für die Lydite auf der Entachenalm (Abb. 2) mindestens 200 m Meerestiefe, für die roten Knollenkalke noch immer rund 50 m angenommen werden. Es gibt keine Anzeichen einer Sedimentationsunterbrechung, damit keine Möglichkeit einer Eindunstung, d. h. einer Konzentrations- und somit einer Salinitätserhöhung. Es fehlen aber auch alle Anzeichen einer frühdiagenetischen Dolomit- oder Magnesitbildung, wobei hier als Marke zwischen der Früh- und der Spätdiagenese das Ende der Kompaktion zu verstehen ist.

Die Inschlagalm zeigt ähnliche Ablagerungsbedingungen; auch hier gibt es keine Flachwasserbildungen (Abb. 3). Das gleiche läßt sich auch von den Spießnägeln bei Aschau (Tirol) oder vom Ofenberg bei Hochfilzen sagen.

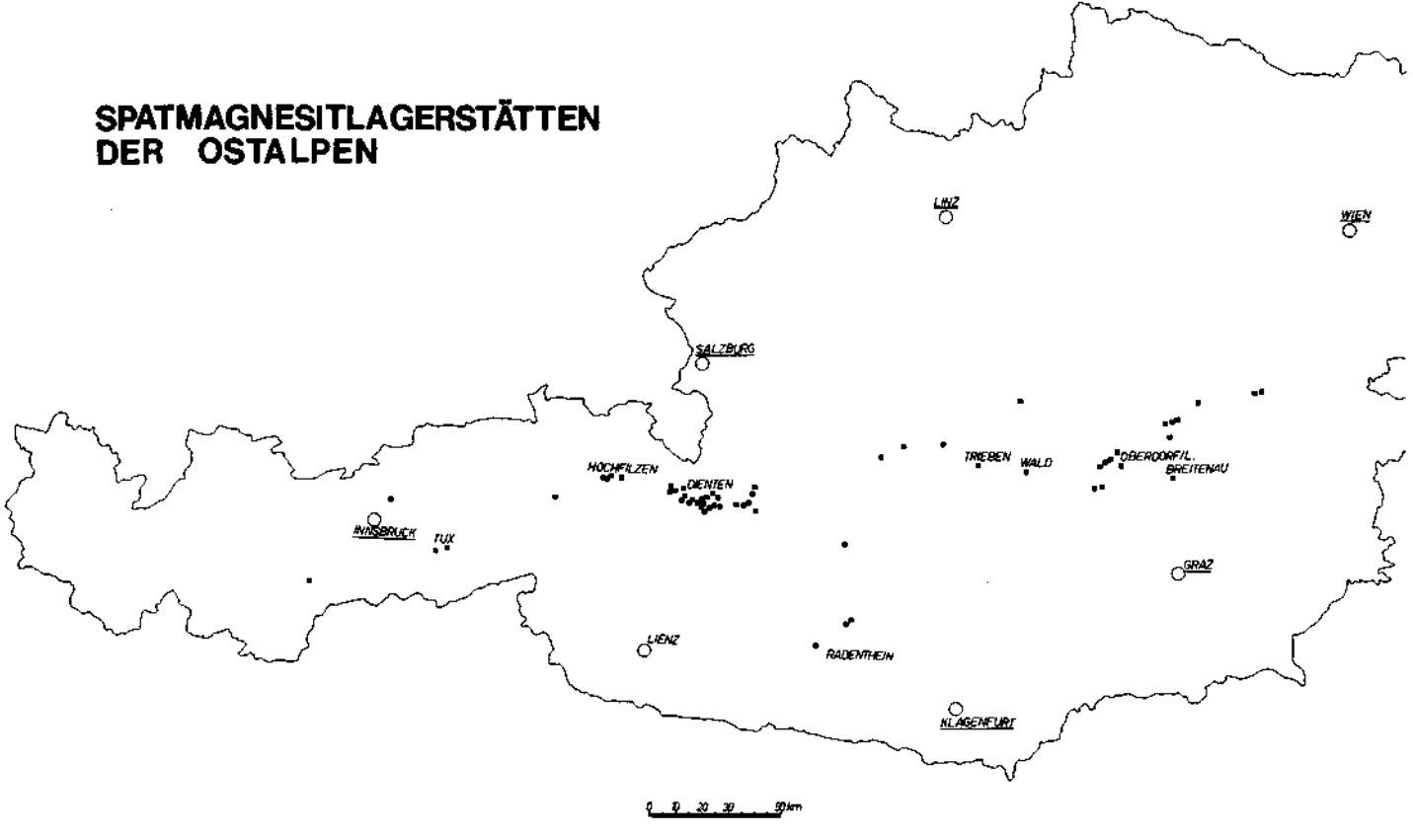
SPATMAGNESITLAGERSTÄTTEN
DER OSTALPEN
LINZ
WIEN
SALZBURG
HOCHFILZEN
DIENTEN
TRIEBEN
WALD
OBERDORF/L.
BREITENAU
INNSBRUCK
TUX
GRAZ
LIENZ
RADENTHEIN
KLAGENFURT
0 10 20 30 50km

Abb. 1

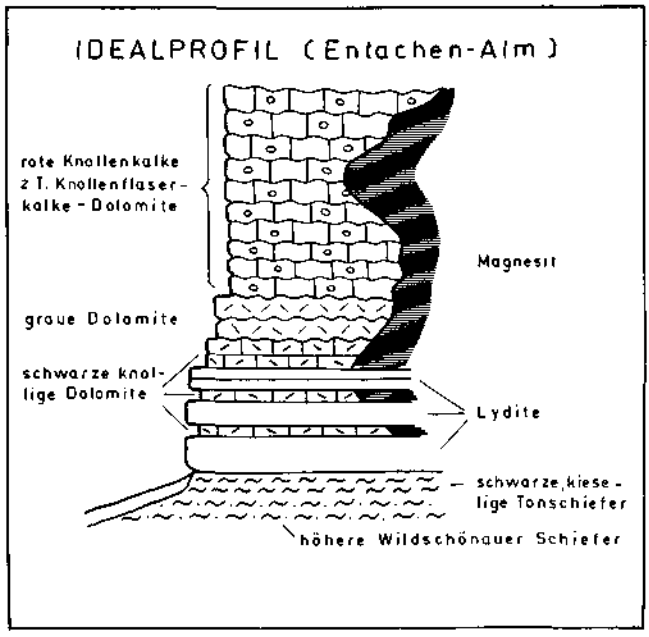
IDEALPROFIL (Entachen-Alm)
rote Knollenkalke
z T. Knollenflaser-
kalke - Dolomite
Magnesit
graue Dolomite
schwarze knol-
lige Dolomite
Lydite
schwarze, kiese-
lige Tonschiefer
höhere Wildschönauer Schiefer

Abb. 2

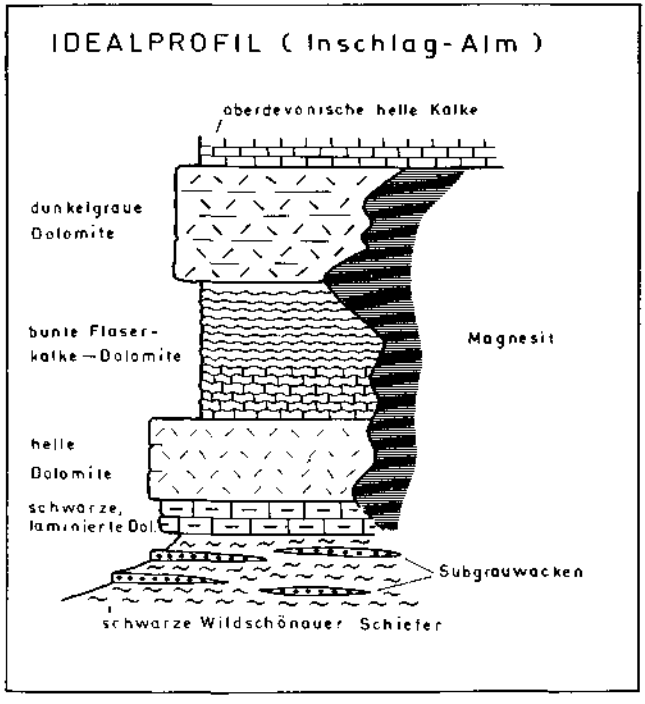
IDEALPROFIL (Inschlag-Alm)
oberdevonische helle Kalke
dunkelgraue
Dolomite
bunte Flaser-
kalke-Dolomite
Magnesit
helle
Dolomite
schwarze,
laminierte Dol.
Subgrauwacken
schwarze Wildschönauer Schiefer

Abb. 3

In allen diesen Fällen fällt aber der enge Zusammenhang der Magnesitbildung mit schwarzen Dolomiten auf, die sich durch eine Wechsellagerung von biogenführenden bis biogenreichen Kalkmikriten mit Bioareniten auszeichnen. Die am Aufbau dieser Sedimente beteiligte Fauna ist sehr reich an Echinodermaten, insbesondere an Crinoiden. Neben diesen ist noch ein sehr reiches Benthos entwickelt, bestehend aus Ostracoden, Foraminiferen

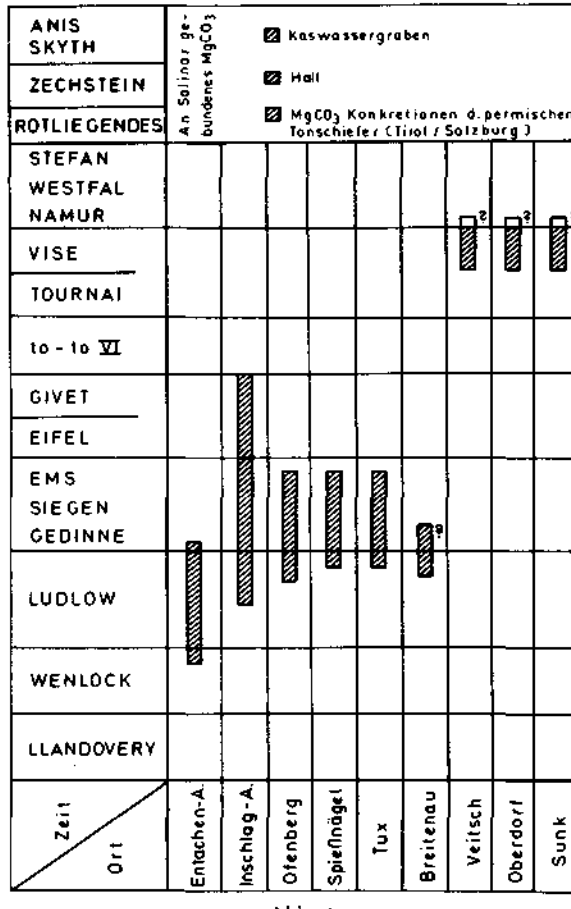

Abb. 4

und Poriferen, alles bodenbewohnende Organismen, die empfindlich auf jede Veränderung des Salzgehaltes reagieren. Der Reichtum an Nekton und Plankton (Cephalopoden, Graptolithen und Radiolarien) ist ein weiterer Beleg, daß das Meer über die gesamte Wassersäule einen für Organismen ausgesprochen günstigen Lebensraum darstellte.

Alle biofaziellen und lithofaziellen Merkmale der schwarzen Dolomite weisen ohne Ausnahme auf eine typische Beckensedimentation hin. Die Beckensedimente werden zwar von einer im Hangenden auftretenden Dolomitfolge abgelöst, die auf Hochschwellen abgelagert wurde, es fehlen dieser Folge allerdings jegliche Hinweise auf eine Heraushebung über den Meeresspiegel. Ebenso fehlen intra- bis supratidale Ablagerungen, sodaß eine primäre oder frühdiagenetische Dolomitbildung nicht in Frage kommt.

Auch die Spielbergdolomitfazies stellt auf Grund ihrer biostromaten Ablagerung eine Flachwasserbildung dar, die infolge starker Wasserturbulenz und hohen O_2-Gehaltes ebensowenig einen Anlaß für eine Dolomitbildung gibt.

Die magnesitführenden Lagen haben ein unterschiedliches Alter: Wenlock = m. Silur bis Unterdevon, z. T. auch bis in das hohe Mitteldevon (Abb. 4). Damit umfassen die magne-

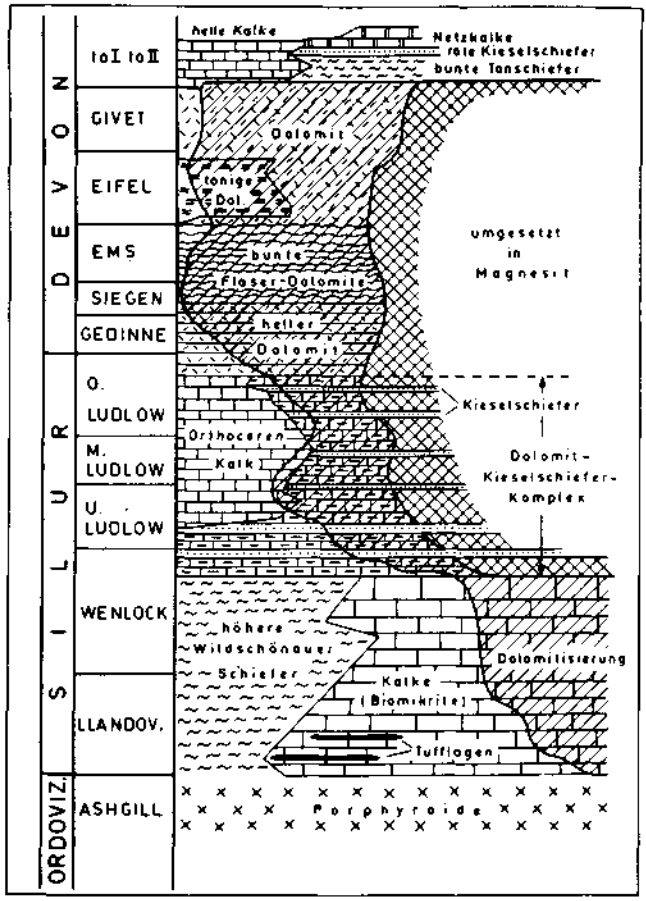

Abb. 5

sitführenden Gesteine einen Zeitraum von 65–70 Mill. Jahren. Wollte man für die Magnesitbildung salinare Ablagerungsbedingungen annehmen oder einen Vulkanismus verantwortlich machen, so müßten die entsprechenden Bedingungen über die genannte Zeitdauer geherrscht haben. Für salinare Ablagerungen gibt es, wie schon gesagt, keinen Hinweis, und was den Vulkanismus betrifft, so treten die jüngsten Vulkanite an der Ordoviz/Silur-Wende auf; ein Konnex mit der Magnesitmineralisation ist also auch hier nicht herstellbar (Abb. 5).

Auffallend ist in diesen Lagerstätten, daß die Magnesitbildung offenbar mit einer Hellglimmer- und Quarzsprossung einherging (Abb. 6). Dies, zusammen mit dem fallweise auftretenden Chlorit, weist darauf hin, daß die Magnesitbildung in engem Konnex mit ei-

ner in der Nördlichen Grauwackenzone abgelaufenen niedriggradigen Metamorphose (der Grünschieferfazies) zu sehen ist.

Nun zu den Lagerstätten im Karbon der Steiermark. Eine gute Zusammenstellung der Abfolgen gab 1977 FELSER. Wenngleich sich hier in der unteren Grauwackendecke („Veitscher Decke") der Flachwassereinfluß deutlicher bemerkbar macht, so fehlen auch hier nach unserer Ansicht übersalinare, lagunäre Ablagerungen. Auch hier wieder, wie dies FELSER beschrieb, „die oft überdurchschnittliche Anreicherung mit Crinoidenbruchstücken in den Dolomiten am Übergang zu den Magnesiten".

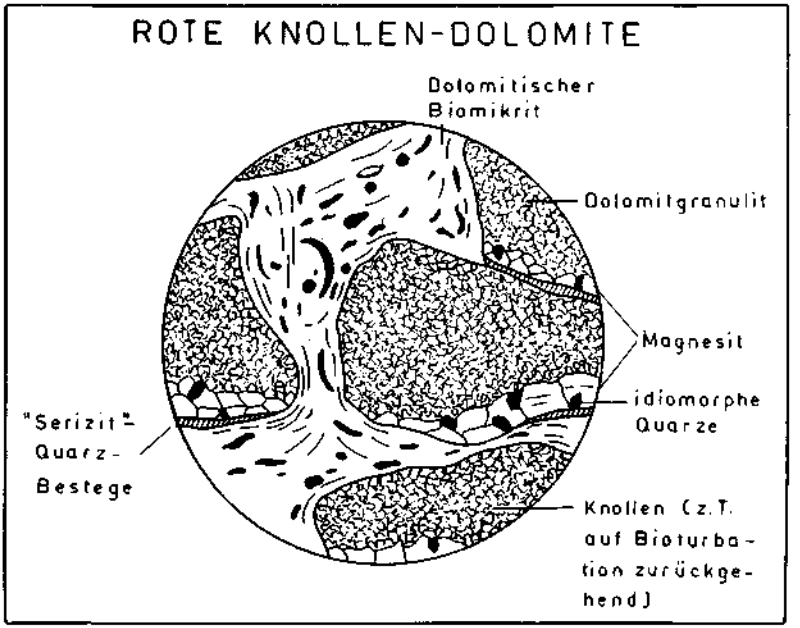

Abb. 6

Wenngleich auch hier durch SCHÖNLAUB nachgewiesen wurde, daß die basischen Vulkanite bis in das Silur hinaufreichen, so ist natürlich ebenso hier eine Ableitung des Mg aus den Eruptiven aus räumlichen und zeitlichen Gründen unmöglich; ganz abgesehen davon, inwieweit überhaupt von der Seite des Chemismus her eine so starke Mg-Abgabe möglich ist.

Als Erklärung für die Bildung der stratiformen Spatmagnesitvorkommen bietet sich folgende Möglichkeit an: Wie schon früher dargelegt wurde, sind alle Trägergesteine des Magnesits durch einen Biogen-, vor allem Echinodermatenreichtum ausgezeichnet.

Es ist bewiesen, daß die Echinodermaten zu Lebzeiten bis zu 16% $MgCO_3$ in ihren Skelettelementen enthalten, postmortal bis 22%, im Durchschnitt 18% $MgCO_3$ einbauen (HYMAN 1955). Durch Subsolutionsvorgänge, d. h. durch chemische Auflösung der Matrix der karbonatischen Gesteine am Meeres-(Becken)boden kommt es zur Anreicherung des Biogenschuttes. Drucklösungen (TRURNIT 1967, HORTENBACH 1977) können diesen Effekt noch beträchlich verstärken.

JOHANNES (1970) verdanken wir den experimentellen Nachweis der Magnesitbildung unter metamorphen Bedingungen bei Gegenwart stark verdünnter chloridischer Lösungen (Abb. 7).

Ausgehend von der ungünstigsten Annahme, nämlich daß in den vorangereicherten Sedimenten 60% $CaCO_3$ und 40% Dolomit vorliegen, kämen wir auf ein Molverhältnis von annähernd 0,8, was bedeutet, daß sich bereits bei einer Temperatur von ca. 230° C Dolomit und zwischen 420 und 450° C Magnesit bildet. Bei einem günstigeren und auf diese Situation viel eher zutreffenden Molverhältnis von 0,7 würde sich Magnesit schon bei 350° C bilden können. Nach HOSCHEK 1973 wurden im Westabschnitt der Grauwackenzone Temperaturen zwischen 350° und 450 ° C erreicht, sodaß selbst sehr niedere Mg-Werte für die Bildung von Magnesit ausreichen.

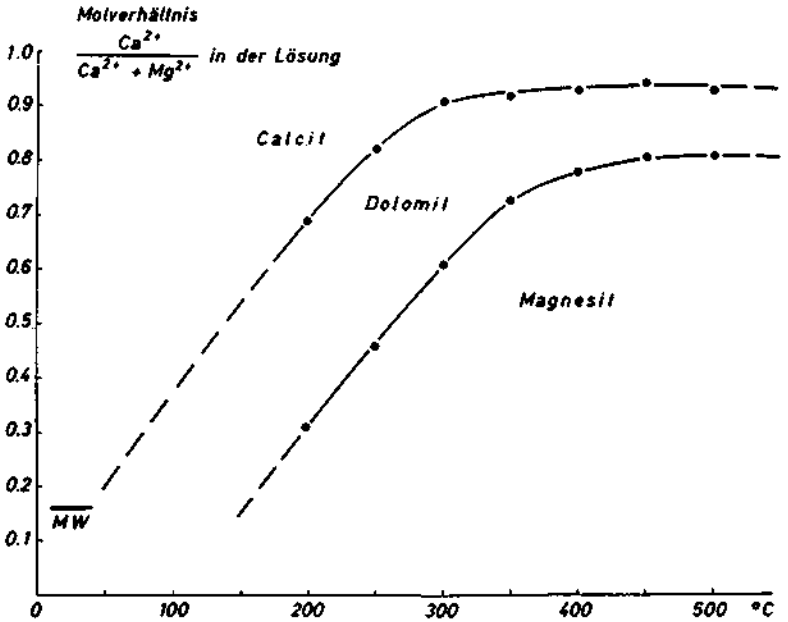

Abb. 7

Tonminerale, die über eine Absorption und spätere Umkristallisation zu Hellglimmern und Chloriten als Lieferanten für die chloridischen Lösungen zweifelsohne in Frage kommen, sind aus allen unseren Lagerstätten bekannt.

Somit ergibt sich das Bild einer spätdiagenetischen Voranreicherung durch zirkulierende Porenlösungen (Mg ist aus dem Sediment zu beziehen, was leicht anhand des hohen Anteiles an Mg-speichernden Echinodermatenskeletten belegt werden kann) und einer metamorphen Bildung unter einer strengen Faziesgebundenheit unserer ± stratiformen Spatmagnesite.

Wenn schließlich HÖLL & MAUCHER (1976: 5) definierten: "We understand under the Term "sedimentary ore" every ore deposited – mechanically or chemically – upon or within a sediment contemporaneously with the deposition and/or the lithification of this sediment, independent of the source of the metals and their ways and means of transport", so können die Magnesite nicht als sedimentäre, sondern nur als epigenetische, metamorphe Bildungen angesehen werden, deren Alter durch den Fund SCHRAMM's (1973) von Magnesitgeröllen in der permischen Basalbreccie bei Saalfelden als variszisch bewiesen wurde.

Literatur

ANEGG, F. & EBENBICHLER, H.: Der Magnesit im Haller Salzberg. – Diplomarbeit, Montanistische Hochschule Leoben, Geol. Inst. Leoben 1956.

ANGEL, F.: Magnesit- und Talklagerstätten in Österreich. – Keram. – Zt., **14**: 502–526, Freiburg i. Br. 1962.

ANGEL, F.: Petrographische Studien an der Ultramafit-Masse von Kraubath (Steiermark). – Joanneum, Miner. Mitt. – Bl., 2: 1–125, Graz 1964.

ANGEL, F. & TROJER, F.: Der Ablauf der Spatmagnesit-Metasomatose. – Radex-Rundschau 1953: 315–334, Radenthein 1953.

ANGEL, F. & TROJER, F.: Zur Frage des Alters und der Genesis alpiner Spatmagnesite. – Radex-Rundschau 1955: 374–392, Radenthein 1955.

ANGEL, F. & WEISS, P.: Die Tuxer Magnesitlagerstätten. – Radex-Rundschau 1953: 335–352, Radenthein 1953.

CLAR, E.: Über die Herkunft der ostalpinen Vererzung. – Geol. Rundschau, **42**: 107–127, Stuttgart 1953.

CLAR, E.: Zur Entstehungsfrage der ostalpinen Spatmagnesite. – Carinthia II, Sonderh. 20 (ANGEL-Festschrift): 22–31, Klagenfurt 1956.

DESTOMBES, J. P.: Art der Spatmagnesitlagerstätten der Westpyrenäen. – BHM, **103**: 246–250, Wien 1958.

FELSER, K. O.: Die stratigraphische Stellung der Magnesitvorkommen in der östlichen Grauwackenzone (Steiermark, Österreich). – BHM, **122**, 2a (W. E. Petrascheck – Festschrift): 17–23, Wien 1977.

FLÜGEL, H.: Vorbericht über mikrofazielle Untersuchung des Silurs des Celon-Lawinenrisses (Karnische Alpen). – Anz. Österr. Akad. Wiss. Wien m.-n. Kl., 102: 289–297, Wien 1965.

FOULLON, H. B. v.: Ueber ein neues Vorkommen von krystallisirtem Magnesit mit säulenförmiger Ausbildung. – Verh. geol. R.-A.: 334–335, Wien 1884.

FRIEDRICH, O. M.: Zur Genese ostalpiner Spatmagnesit- und Talklagerstätten. – Radex-Rundschau, 7: 281–298, Radenthein 1951.

FRIEDRICH, O. M.: Zur Genesis der ostalpinen Spatmagnesit-Lagerstätten. – BHM, **103**: 244, Wien 1958.

FRIEDRICH, O. M.: Zur Genesis der ostalpinen Spatmagnesit-Lagerstätten. – Radex-Rundschau, 1959: 393–420, Radenthein 1959.

FRIEDRICH, O. M.: Zur Genesis des Magnesites vom Kaswassergraben und über ein ähnliches Vorkommen (Diegrub) im Lammertal. – Radex-Rundschau, 1963: 421–432, Radenthein 1963.

FRIEDRICH, O. M.: Beiträge über das Gefüge von Spatlagerstätten. – Radex-Rundschau, 1968: 113–126, Radenthein 1968.

GOLDSCHMIDT, V. M.: Über die metamorphen Prozesse in Silikatgesteinen. – Naturwiss., **10**: 145–152, Berlin 1922.

GOMEZ de LLARENA, J.: Contribución al estudio de la magnesita sedimentaria. – Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., (T. Homenaje a E. Hernandez-Pacheco), **52**: 361–386, Madrid 1954.

GOMEZ de LLARENA, J.: Nuevas observaciones sobre la magnesita sedimentaria. – Est. Geol. (T. Homenaje a M. San Miguel de la Cámera), **15**: 189–211, Madrid 1959.

HABERFELNER, E. & HABERFELNER, H.: Gutachten über die Magnesite der Rettenfeldalm (Bründlingalm) bei Dienten, Bezirk Zell am See, Salzburg, sowie Bemerkungen über die Lagerstätten und Fundpunkte von Magnesit auf der Marbachhöhe, bei Schienberger-Ronachbäck im Dientnerer Tal. – Goldegg, Hochglockner bei Schwarzach-St. Veit, Salzburg, 5 S., Großgmain 1950.

HADITSCH, J. G.: Die Magnesite der westlichen Pyrenäen. – Vortrag auf der Frühjahrstagung der Fachgruppe für Mineralogie und Geologie des Naturwissenschaftlichen Vereines für Kärnten in Klagenfurt am 11. 5. 1963.

HADITSCH, J. G.: Bemerkungen zu einigen Mineralen (Devillin, Bleiglanz, Magnesit) aus der Gips-Anhydrit-Lagerstätte Wienern am Grundlsee, Steiermark. – Archiv f. Lagerstättenforschung i. d. Ostalpen, 7: 54–76, Leoben 1968.

HADITSCH, J. G.: Beiträge über das Gefüge von Spatlagerstätten. Untersuchungen an Bändermagnesiten von Asturreta (Spanien) und Dienten (Salzburg). – Radex-Rundschau, 1969: 426–438, Radenthein 1969.

HANUŠ, V.: Main factors in the formation of zonal structures of metasomatic ore deposits. – *Symposium Prag*, **I**: 42–46, Praha 1963.

HIESSLEITNER, G.: Zur Geologie der Umgebung des steirischen Erzberges. – Jb. Geol. B.-A., **79**: 203–240, Wien 1929.

HIMMELBAUER, A.: Der petrographische Aufbau der österreichischen alpinen Salzlagerstätten, verglichen mit dem Staßfurter Permsalze. – Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, **140**: 347–357, Wien 1931.

HÖLL, R. & MAUCHER, A.: Genese und Alter der Scheelit-Magnesit-Lagerstätte Tux. – Bayer. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl. 1967: 1–11, München 1968.

HÖLL, R. & MAUCHER, A.: The Strata-Bound Ore Deposits in the Eastern Alps. – Handbook of Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits **5**: 1–36, Amsterdam: Elsevier 1976.

HORTENBACH, R.: Drucklösungserscheinungen in Karbonaten und ihre Bedeutung. – Z. f. geol. Wiss., **5**: 617–622, Berlin 1977.

HOSCHEK, G.: Bericht über Untersuchungen an magmatischen Gesteinen aus der Grauwackenzone, Raum Kitzbühel. – SFP der DFG „Geodynamik des mediterranen Raumes", Salzburg 1973.

HYMAN, L. H.: The Invertebrates: Echinodermata. vol. **4**. – New York: McGraw-Hill 1955, 763 p.

JOHANNES, W.: Zur Entstehung von Magnesitvorkommen. – N. Jb. Miner. Abh., **113**: 274–325, Stuttgart 1970.

LEITMEIER, H.: Die Entstehung der Spatmagnesite in den Ostalpen. – Tschermaks Mineral. Petrogr. Mitt. 3 F. **3**: 305–331, Wien 1953.

LESKO, I.: Geologische und lagerstättenkundliche Untersuchungen im Raume Oberdorf a. d. Laming, Steiermark. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien, **11**: 3–65, Wien 1960.

LESKO, I.: Über die Bildung von Magnesitlagerstätten. – Min. Deposita, **7**, Berlin 1972.

MACHATSCHKI, F.: Das Magnesitvorkommen im Kaswassergraben bei Großreifling. – Centralbl. Min. etc., 1922: 11–18, Stuttgart 1922.

MEIXNER, H.: Die Identität von Herrengrundit (= Urvölgyit) mit Devillin (= Lyellit). – Zentralbl. Min. etc., A, 11: 244–248, Stuttgart 1940.

MEIXNER, H.: Mineralogische Beziehungen zwischen Spatmagnesit- und Eisenspatlagerstätten der Ostalpen. – Radex-Rundschau, 1953: 445–458, Radenthein 1953.

MEIXNER, H.: Neue Mineralfunde in den österreichischen Ostalpen XX. – Carinthia II, **75**, 1965: 70–80, Klagenfurt 1965.

MOSTLER, H.: Zur Einstufung der Kieselschiefer von der Lachtal-Grundalm (Fieberbrunn, Tirol). – Verh. Geol. B.-A. 1966: 157–170, Wien 1966.

MOSTLER, H.: Alter und Genese ostalpiner Spatmagnesite unter besonderer Berücksichtigung der Magnesitlagerstätten im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone (Tirol, Salzburg). – Veröffentl. Univ. Innsbruck, **86**: 237–266, Innsbruck 1973.

PETRASCHECK, W.: Die Magnesite und Siderite der Alpen. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, Math. – Naturw. Kl., **141**: 195–242, Wien 1932.

PETRASCHECK, W.: Die alpine Metallogenese. – Jb. Geol. B.-A., **90**, 1945: 129–149, Wien 1947.

PETRASCHECK, W. E.: Die zeitliche Gliederung der ostalpinen Metallogenese. – Österr. Akad. Wiss., Math.-Naturw. Kl., Sitzungsberichte **175**: 57–74, Wien 1966.

PILGER, A.: Zur Genese der Magnesite in den Westpyrenäen. – Zt. d. D. Geol. Ges., **111**: 198–208, Hannover 1959.

RAGUIN, E.: Erscheinungen der Siderit-Metasomatose. – BHM, **103**: 240–243, Wien 1958.

REDLICH, K. A.: Über einige wenig bekannte kristalline Magnesitlagerstätten Österreichs. – Jb. Geol. B. A., **85**: 101–133, Wien 1935.

ROHN, Z.: Zur Frage der Entstehung des kristallinen Magnesites. – Montan-Zeitung, **66**: 96–98, 109–110, Wien 1950.

SCHAUBERGER, O. & RUESS, H.: Über die Zusammensetzung der alpinen Salztone. – BHM, **96**: 187–195, Wien 1951.

SCHRAMM, J. M.: Magnesitkomponenten in der Basalbrekzie (? Unter-Rotliegend) östlich Saalfelden (Salzburg). – Veröff. Univ. Innsbruck, **86** (Festschrift HEISSEL): 237–266, Innsbruck 1973.

SCHROLL, E.: Über das Vorkommen von Magnesit in alpinen Salzlagerstätten. – Radex-Rundschau, 1961: 704–707, Radenthein 1961.

SCHULZ, O.: Neue Ergebnisse über die Entstehung paläozoischer Erzlagerstätten am Beispiel der Nordtiroler Grauwackenzone. – 2nd Int. Symp. Miner. Deposits, Geologia: razprave in poročila 15, Ljubljana 1972.

SCHULZ, O.: Metallogenese im Paläozoikum der Ostalpen. – Geol. Rundschau, 63: 93–104, Stuttgart 1974.

SIEGL, W.: Die Magnesite der Werfener Schichten im Raume Leogang bis Hochfilzen sowie bei Ellmau in Tirol. – Radex-Rundschau, 1964: 178–191, Radenthein 1964.

SIEGL, W.: Entwurf zu einer salinar-sedimentären Entstehung der Magnesite vom Typ Entachen (Salzburg). – Mineral. Deposita, 4: 225–233, Berlin 1969.

SIEGL, W. & FELSER, K. O.: Der Kokardendolomit und seine Stellung im Magnesit von Hohentauern (Sunk bei Trieben). – BHM, 118: 251–256, Wien 1973.

TROJER, F.: Die mikroskopische Untersuchung von Karbonatgesteinen im Auflicht. – BHM, 100: 73–79, Wien 1955.

TRURNIT, P.: Morphologie und Entstehung diagenetischer Druck-Lösungserscheinungen. – Geol. Mitt. Aachen 7, Aachen 1967.

VOHRYZKA, K.: Die Erzlagerstätten von Nordtirol und ihr Verhältnis zur alpinen Tektonik. – Jb. Geol. B.-A., 111: 3–88, Wien 1968.

WENGER, H.: Die Scheelitlagerstätte Tux. – Radex-Rundschau, 1964: 109–132, Radenthein 1964.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1978

Band/Volume: 1978

Autor(en)/Author(s): Haditsch Johann Georg, Mostler Helfried

Artikel/Article: Genese und Altersstellung der Magnesitlagerstätten in den Ostalpen 357-367