

DK 553.682.2.06 : 552.12
DEC A 5543/A 6

Beiträge über das Gefüge von Spatlagerstätten

Untersuchungen an Bändermagnesiten von Asturreta (Spanien) und Dienten (Salzburg)¹⁾

Von J. G. HADITSCH, Leoben

(Es wurde anhand des Gefüges die postdiagenetische metasomatische Bildung der Bänder- [Palisaden]-Magnesite von Asturreta [Spanien] und der Dientener Lagerstätten nachgewiesen und damit eine sedimentäre oder paradiagenetische Genese im Sinne Gómez de Llarena, Leitmeiers, Siegl's oder Rohns widerlegt.)

(Based on the structure the author was able to prove the postdiagenetic and metasomatic origin of the banded magnesites from Asturreta [Spain] and Dienten [Salzburg]; thus the magnesites have no synsedimentary paradiagenetic genesis in the sense of Gómez de Llarena, Leitmeier, Siegl or Rohn.)

(L'auteur a pu mettre en évidence l'origine postdiagenétique et metasomatique des magnésites stratoides d'Asturreta [Espagne] et de Dienten [Salzburg]; il a ainsi infirmé une genèse synsédimentaire et paradiagenétique au sens où l'entendent Gómez de Llarena, Leitmeier, Siegl ou Rohn.)

Die Frage nach der Bildung der Spatmagnetit-Lagerstätten ist bis in die jüngste Vergangenheit und auch heute noch stark umstritten. Gegen die von den meisten Forschern angenommene hydrothermal-metasomatische Entstehung werden immer wieder Argumente gebracht, die eine sedimentäre Bildungsweise beweisen sollen. Nach den Vorstellungen der Anhänger der sedimentären Spatmagnetitbildung sollen die Spatmagnetite entweder als unmittelbare Abscheidung aus einem eindampfenden Sedimentationsbecken oder in Form einer paradiagenetischen Verdrängung des von ihnen postulierten Nesquehonites durch Magnetit oder durch die Reaktion submariner Exhalationen mit marinen Ablagerungen entstanden sein. Funde pflanzlicher und tierischer Reste, das Auftreten von Pyrit und Silexkonkretionen sowie tektonische und regionalgeologische Überlegungen werden häufig auch als Argumente für derartige synsedimentäre Erklärungsversuche ins Treffen geführt, aber „wenn sich nachweisen ließe, daß die Klüfte schon vor der Bildung des Magnetites vorhanden waren und dabei einen tektonisch-orogenen (nicht diagenetisch bedingten) Kräfteplan vertreten, so wäre zuerst einmal bewiesen, daß die Magnetitisierung jünger als die orogene Beanspruchung (oder höchstens gleichalt wie sie), auf alle Fälle aber jünger als die Sedimentation ist“ (Pillger, 1959). Ein solcher Beweis würde also sowohl gegen eine direkte rhythmische Fällung im Sinne Gómez de Llarena als auch gegen eine paradiagenetische Verdrängung im Sinne Leitmeiers sprechen.

Eine besonders gewichtige Rolle kommt, wie dies gerade wieder der letzte Aufsatz Gómez de Llarena beweist (32), für diese Deutungsversuche wegen seiner großen Ähnlichkeit mit sedimentären Texturen dem „schichtigen“ oder — wie es Destombes nannte — „stratoiden“ Gefüge mancher Magnetite (der sogenannten „Bändermagnetite“) zu (zum Vergleich: (62)).

Zu den schönsten Bändermagnesiten zählt ohne Zweifel der von Asturreta bei Eugui in den spanischen Pyrenäen. Die Lagerstätte zeigt hunderte subparallele helle und dunkle, pigmentierte Lagen etwa gleicher Mächtigkeit und wird daher immer wieder von den „Sedimentaristen“ als Hauptargument ins Treffen geführt (Abb. 1).

Gómez de Llarena hat wiederholt über diese Lagerstätte berichtet (24 — 32) und sie durch eine rhythmische Ausfällung aus stark salinarem Medium erklärt*).

Schon 1931 hat E. Clar durch Korngefügeuntersuchungen am Breitenauer Bändermagnetit dessen tektonisch bedingte Entstehung nachgewiesen. Inzwischen konnte auch O. M. Friedrich anhand von Anschliffen aus Arzbach die Deutung bestätigen und damit einer Gegenäußerung W. Siegl's entgegenzutreten (21). Diese Deutung der Bänderung als Abbildungskristallisation tektonischer Inhomogenitäten lehnte Gómez de Llarena für Asturreta

*) Gómez de Llarena (31), p. 14: "Exponemos aquí las observaciones que nos hacen suponer que este tramo de Magnetita del Muschelkalk de Santander se ha constituido, de igual modo que la magnetita namuriense de Asturreta, triásica de Puerto de Velate y silúrica de Villa de Moros, en un medio lagunar de sedimentación química predominante."

p. 15: "Todo nos lleva a pensar que la magnetita de Reinosa forma estratos que, intercalados entre otros materiales, se ha constituido en un medio lagunar-marino, por precipitación cristalina directa."

Gómez de Llarena (28): p. 198: "Esta rápida ojeada sobre las observaciones que hemos ido recogiendo en estos últimos años en los yacimientos de magnetita nos lleva al mismo resultado que en las notas anteriores: a suponer que la magnetita y la dolomita se han formado por vía directa, por precipitación química, en un medio lagunar marino, sin que en su génesis hayan intervenido agentes exteriores al mismo medio marino, sino mediante reacciones entre las sales del mar y las que resultaban de la descomposición de los seres orgánicos que en éste vivían."

(Vgl. auch: Gómez de Llarena (24); (26), p. 385; (30) p. 349, 350, 351.)

*) Eingegangen: Februar 1967.



Abb. 1

Der Magnesitbruch von Asturreta-Eugui in den spanischen Pyrenäen. Auf dem Bild (besonders auf der linken Seite) kommt die konkordante Lagerung des Magnesites sehr gut zum Ausdruck. Man erkennt auch deutlich die durch den Abbau zurückgelassenen Dolomitrippen und dolomitreichen Magnesite (links und rechts oben). Ein genaues Profil findet sich bei Gómez de Llarena (26) : 366

ab*); er betonte vielmehr das Fehlen jeglicher tektonischer Trennflächen in Asturreta ((26), p. 365: „Ningún accidente tectónico, falla o diaclasa, cruza la monótona serie de los delgados estratos...“) und die ähnlichen Verhältnisse in den ostalpinen Magnesitlagerstätten**), (Vgl. auch H. Meixner (50), (51)).

Überdies hat Gómez de Llarena versucht, die Bändermagnesitbildung vom Typus Asturreta mit Thiosulfat im Laboratorium nachzuahmen (31), (32), was ihm auch schon vor zehn Jahren gelang, so daß 1957 die synsedimentäre Genese der nordspanischen Bändermagnesite festzustehen schien (G. de Llarena (27): „Malheureusement il n'y a aucune preuve, aucun indice de vraisemblance de l'hypo-

*) Gómez de Llarena (29), p. 91: „Por un parte, en cambio, Friedrich (Radex 59) para denegar la hipótesis de Siegl... de que la magnesita se halla formada por estratos sucesivos, insiste en que las „bandas“ de la magnesita en capas „están condicionadas tectónicamente“. Difícil es concebir en el caso de Asturreta y de San Miguel (Sustopil), que los miles de estratos de magnesita, con su monótona disposición estratificada, con sus episodios de cristalización y sedimentación que de vez en cuando interrumen aquella y de los que damos repetidos ejemplos en nuestras publicaciones, con sus intercalaciones de pizarras fosilíferas, con sus estratos o lentejones de sílex, estén regidos por tan sorprendente mecanismo.“

**) Gómez de Llarena (26), p. 379: „La semejanza de estructura es también grande, con la disposición fajada tan típica de ciertas zonas de la magnesita (Breitenau)... A nuestro modo de ver, lo mismo que decíamos de Asturreta

p. 380: y Puerto de Velate, la magnesita de Austria es un caso particular de la sedimentación de la caliza.“

p. 382: „... suponemos que en Austria, se han hallado condiciones idénticas. En los terrenos sedimentarios sucesivos de su serie estratigráfica, que comienza ya en el paleozoico antiguo, se han constituido estas depresiones litorales, estas lagunas de tipo manglar, donde reinaría una vida orgánica intensa que favoreció las especiales reacciones hasta ahora casi totalmente desconocidas, por las que se precipitaron las sales cálcicas, magnésicas y férricas.“

thèse métasomatique dans les gisements des Pyrénées occidentales“).

So kam im Laufe der Zeit der Lagerstätte Asturreta-Eugui eine gewisse Schlüsselstellung bei der Klärung der Genese der Spat-, speziell der Bändermagnesite zu, und jede Widerlegung der sedimentären Entstehungshypothese sollte zweckmäßigerweise bei Asturreta beginnen.

Durch das freundliche Entgegenkommen meines Vorgesetzten, des Herrn Prof. Dr. Ing. O. M. Friedrich (Leoben), hatte ich die Gelegenheit, im Sommer 1962 mit ihm diese Lagerstätte zusammen mit anderen ihr benachbarten Magnesitvorkommen zu befahren und reichlich Probenmaterial aufzusammeln. Ich konnte dabei auch an Ort und Stelle manche von E. Raguin (59), J. P. Destombes (14), (15), E. Clar (10), Adler-Richter (2) und A. Pilger (57) gegen die Ansichten de Llarena s gemachten Einwände überprüfen. Über die im Gelände und unter dem Mikroskop erkannten Einzelheiten habe ich bei der Frühjahrstagung der Fachgruppe für Mineralogie und Geologie des Naturwissenschaftlichen Vereins von Kärnten 1963 in Klagenfurt berichtet (6).

Da für die nächste Zukunft mit ausführlichen Arbeiten Clausthaler Geologen über Asturreta zu rechnen sein wird, möchte ich an dieser Stelle nur kurz und nur soweit es für die weiteren Ausführungen bedeutungsvoll ist, auf diese Lagerstätte eingehen.

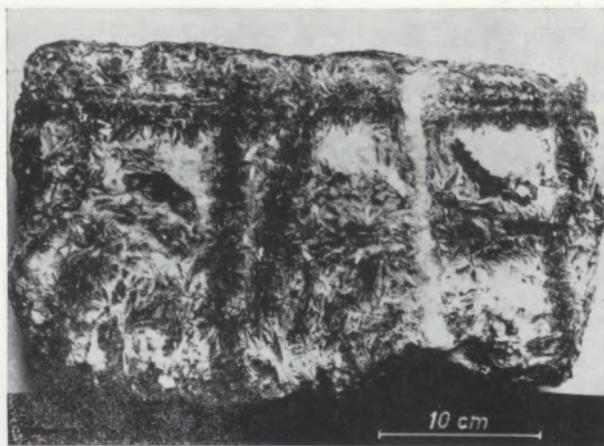


Abb. 2

Großer Magnesitblock, grob gebändert (oben) und von präkristallinen Klüften durchzogen (dunkel, links im Bild). Der helle Streifen rechts ist eine postkristalline Kluftausheilung. Die dunklen, unregelmäßigen Fetzen rechts und links oben sind Reste des dolomitischen Paläosoms. Die hellen Bereiche darüber und auch rechts unten sind Orte chemischer Internanlagerung (durch „Solvatoapposition“). — Asturreta

F. Angel-F. Trojer (3) haben schon früher an ostalpinen Lagerstätten die einzelnen Stadien der Mg-Metasomatose verfolgt und für diese charakteristische Gefüge genannt. So haben die beiden Verfasser die sogenannten „Lagunen-Atoll“-Gefüge (Dolomitrelikte in bestimmter, atollförmiger Anordnung

in Magnesit) als besonders beweiskräftig hervorgehoben. Der nahezu völlige Mangel an derartigen Paläosomrelikten wurde in den Handstücken und Anschliffen von Asturreta durch das vorzüglich erhaltene vormetasomatische, sedimentäre Gefüge wettgemacht (Abb. 3, 5). Die aufsprossenden Magnesit-



Abb. 3

Das auf der einen Seite angeschliffene Handstück zeigt deutlich, wie von drei sedimentären s-Flächen aus verschiedenen großen Magnesitkristalle in das dolomitische Paläosom antipolar hineinsprossen. Das Metasom übernahm das Pigment des Dolomits. Dies ist an einzelnen stärker pigmentierten Streifen in Kristallen der beiden unteren Magnesitlagen deutlich zu erkennen. — Asturreta

kristalle übernahmen neben der Schichtung, dem ss, auch zumindest eine Phase einer postdiagenetischen Zerbrechung (Abb. 6, 7). Die dabei entstandenen, später durch grobspätigen pigmentfreien Dolomit ausgeheilten Klüfte sind unter gekreuzten Polarisatoren besonders deutlich erkennbar. Die (polyas-

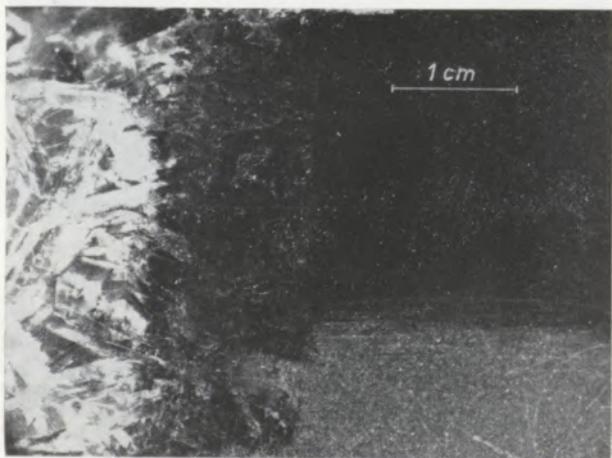


Abb. 4

Die rechte Bildhälfte nimmt dunkelgrauer, mikrokristalliner Dolomit ein (teilweise mit 30%iger Aluminiumnitratlösung geätzt), die linke zeigt den grobkristallinen Magnesit (teilweise hell, dort, wo er auf stärker pigmentierte Lagen übergreift, dunkel). Die Dolomit/Magnesit-Grenze wird durch die Ätzung deutlich. — Asturreta

zudente?) Metasomatose konnte hier bis in das Stadium der Redolomitisation, in der benachbarten Lagerstätte von Urepel sogar bis zur Recalcitisation verfolgt werden*).

Neben diesen hydrothermal-metasomatischen Erscheinungen, d. h. gleichzeitiger Lösung des Paläosoms, Abfuhr, Zufuhr und Platznahme erkannte ich natürlich immer wieder auch Räume mit sogenannter „Solvatoapposition“, d. h. Stellen mit chemischer späterer Internanlagerung in älteren Lösungshohlräumen (Vgl. damit die Arbeiten V. H a n u š') (Abb. 2).

Der Karbonserie von Asturreta gehören auch mm-Rhythmite kieseliger Gesteine (Lydite) an, und auch diese wurden vereinzelt vom Hangenden und Liegenden her und von Klüften aus durch den Magnesit verdrängt (Abb. 5).

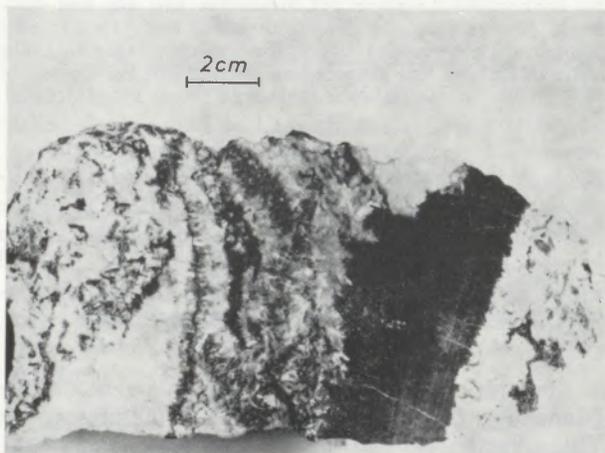


Abb. 5

Grob gebänderter Magnesit. Die Metasomatose ergriff auch einen feinschichtigen Lydit (dunkel). Die hellen Bereiche rechts oben und links unten sind Füllungen ehemaliger Hohlräume („Solvatoapposition“ nach Hanuš). Asturreta

Größtenteils ist das bipolare Wachstum der Magnesitkristalle — wie dies auch schon Pilger bewies — durch die sedimentäre Anlage vorbestimmt, d. h. der Sedimentationsrhythmus diktiert den metasomatischen Aufbau (Abb. 3), zum Teil haben die Lösungen das Paläosom aber auch von eindeutig postdiagenetischen Klüften aus verdrängt, und dies ist ein klarer Beweis für die postsedimentäre Platznahme des Magnesites. Um dies zu verdeutlichen, sei hier eine Reihe von Handstückaufnahmen gebracht (Abb. 2, 6, 7).

Eine große Beweiskraft mißt Gómez de Llarena seinen Versuchen mit Alaun und Natriumthiosulfat zu (31), (32), mit denen er das bipolare Magnesitwachstum nachzuahmen versuchte. Diese Versuche glückten, doch wies schon J. L. Amorós mit Recht auf den recht zweifelhaften Wert derartiger Versuche hin, da faseriges Kristallwachstum von sehr verschied-

*) Vom zuletzt genannten Vorkommen hat übrigens F. Trojer schon 1955 Anschliffbilder veröffentlicht (72).

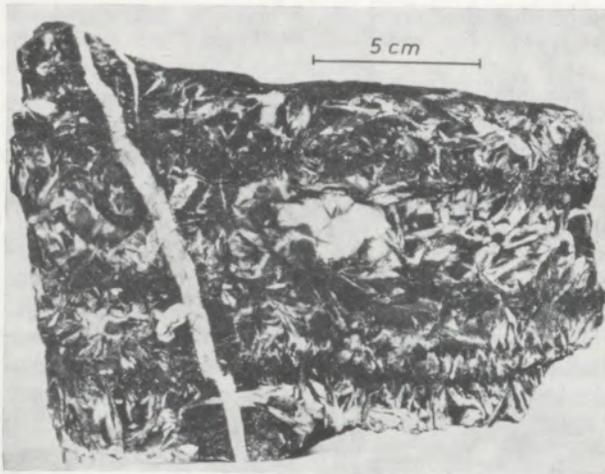


Abb. 6

Block mit grob gebändertem Magnesit. Eine ältere Kluft (links, hell) blieb in einer Reihe von groben Magnesitkristallen erhalten. Zwei über diese Ruptur hinwegsetzende Kristalle sind deutlich an ihren spiegelnden Flächen kenntlich (in der Mitte und unten). — Asturreta

denen Kristallisationsbedingungen herrühren kann. Er erinnerte so an den Fasergips, faserigen Kalkspat und den Chrysotil*). Mir erscheint zudem die ganze Versuchsanordnung und -durchführung ungeeignet

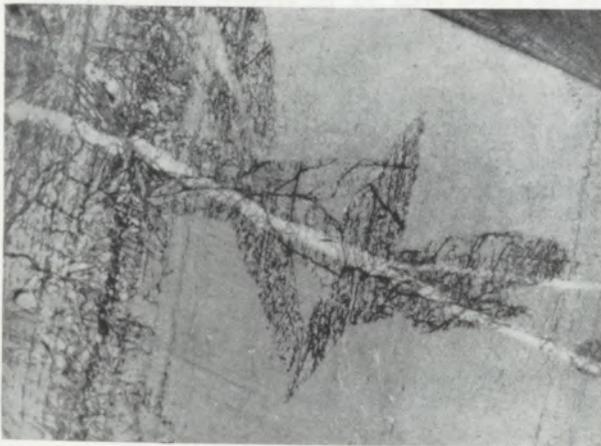


Abb. 7

Ein Handstück wurde absichtlich nur grob angeschliffen und nicht poliert, weil sich so der Magnesit durch seine Spaltrisse besser vom feinkörnigen Dolomit abhebt. Das Paläosom, der dunkle Dolomit, wird von einer mit hellem Dolomit ausgeheilten Kluft, die auch im jüngeren Magnesit als s_1 erhalten blieb, durchschlagen. In dieser Aufnahme wird die Abhängigkeit der Verdrängung vom vorgegebenen Gefüge besonders deutlich: Am linken Bildrand bedingte die Feinschichtung s-konkordante feinkörnige Magnesitlagen, in der Bildmitte begünstigte die bessere Wegsamkeit längs der alten Kluft das Aufsprossen grober Kristalle. — Astureta, Vergrößerung: 2 x

*) (31), p. 34: "Cristalizaciones más o menos fibrosas extendiéndose a partir de dos superficies paralelas son muy frecuentes en el reino mineral y se originan en condiciones de cristalización muy diversas: el yeso fibroso, la calcita fibrosa, el crisotilo, etc., pueden mostrar este tipo de crecimiento. Portanto, los experimentos imitativos tienen muy poco valor en relación con la demostración posible de una tesis."

ausschließlich sedimentäre Vorgänge nachzuahmen. So ist z. B. die Textur trotz der guten Wärmeisolierung m. E. noch immer durch zwei \pm parallele Flächen (z. B. Gefäßboden bzw. freie Oberfläche der Schmelze) bedingt, und dies sind Zustände, wie wir sie analog auch vom Kristallisieren in hydrothermalen Gängen kennen.

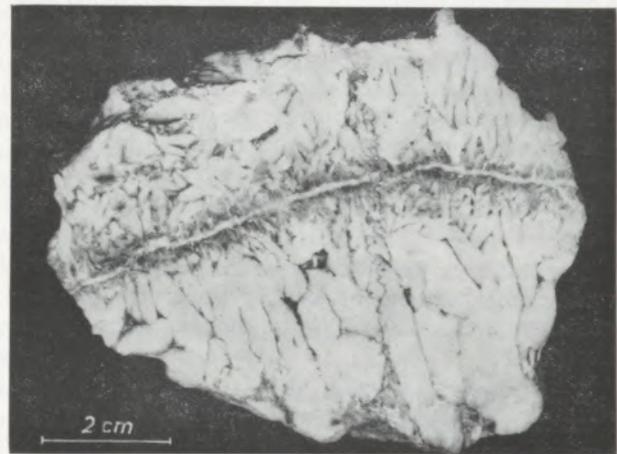


Abb. 8

Der Pigmentgehalt des Paläosoms scheint die Korngröße der Magnesitkristalle mitzubestimmen: Die dunkleren Lagen in der Mitte sind feinkörnig, die helleren oben und unten gröber. Bei der hellen, feinen Naht dürfte es sich um eine verheilte Druckstür handeln. — Radenthein, Anschliff. Eigene Aufsammlung

Zusammenfassend kann somit festgestellt werden, daß das Gefüge des Bändermagnesites von Asturreta eine sedimentäre Abkunft nicht zu beweisen vermag, daß vielmehr eine postdiagenetische Verdrängung eines karbonatischen, vereinzelt auch kieselligen Altbestandes vorliegt.

Aus den Ostalpen kennen wir derartige raumrhythmische Magnesitgefüge besonders aus der Breitenau und von einigen Vorkommen des Dientener

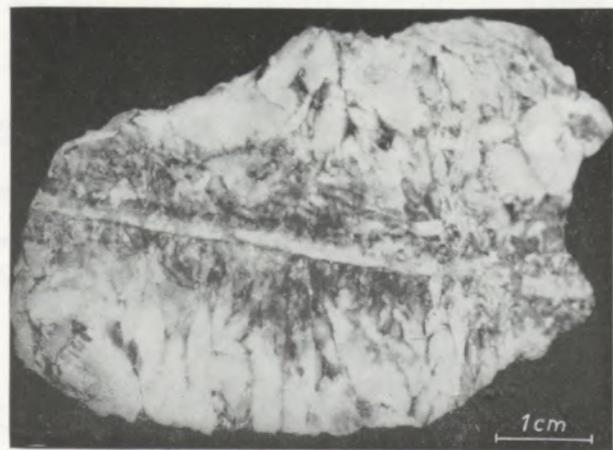


Abb. 9

Bändermagnesit, ähnlich der Abb. 8. — Radenthein, Anschliff. Eigene Aufsammlung

Magnesitzuges. Untergeordnet treten sie aber in den meisten unserer Magnesitvorkommen auf, namentlich in Wald am Schoberpaß*), im Sunk bei Trieben und in der Veitsch sowie auf der Millstätter Alpe, wo ich schon vor Jahren anlässlich einer Befahrung mit Herrn Oberingenieur Peter Weiss charakteristische Handstücke auf sammeln konnte (Abb. 8, 9). Für den Breitenauer Magnesit stand schon seit den Korngefügeanalysen E. Clars die metasomatische Genese außer Zweifel (Vgl. auch (18)). Deshalb konnte ich mich im wesentlichen auf eine Bearbeitung der bisher unter diesem Gesichtspunkt noch nicht untersuchten Bändermagnesite des Dientener Zuges beschränken. Das vielfach nicht leicht erreichbare, meist auch noch nicht veröffentlichte Schrifttum zwingt mich, etwas ausführlicher auf diese Lagerstätten einzugehen.

Die einzelnen Magnesitkörper der Salzburger Grauwackenzone besetzen in loser, perlschnurartiger Anordnung drei ESE-WNW-streichende Züge (siehe Karte).

Zum ersten, nördlichsten Zug gehören die Vorkommen ost-südöstlich Grünberg, beim Dorf Dienten und am Kolmannsegg. Der zweite Streifen zieht von der Marbachhöhe im Westen über das Bergkendlgut und die kleinen Linsen beim Bäckenhäusl in das Schwarzenbachtal, in dem ihm die Ausbisse nördlich und südlich des Wastlköpfl, beim Gehöft Königsberger und nordwestlich des Friesenbaches angehören. Den Magnesit kann man dann gegen ESE noch bis in den Wenger Wald verfolgen. Der südlichste Zug schließlich zeigt Magnesit bei der Mündung des Schwarzenbaches in den Dientenbach, am Schindlegg, und zieht im Hendwald und Vorder-

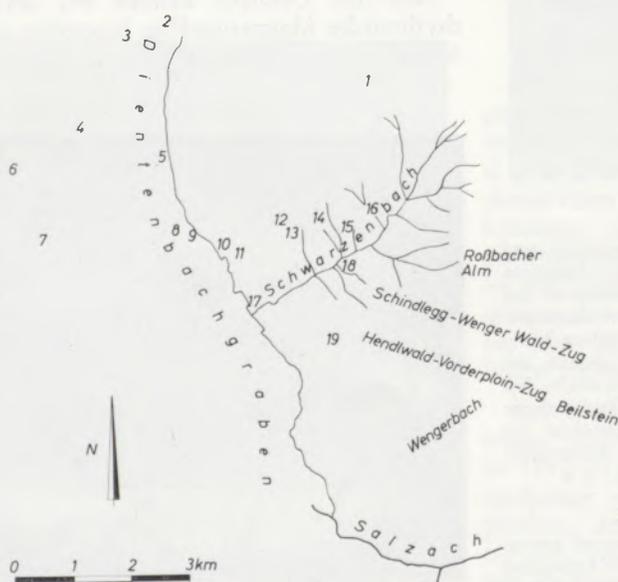
plain über den Wengerbach bis zum Beilstein durch (8), (33), (46), (73).

Die Magnesite gehören der Österreichisch-Amerikanischen Magnesit AG. Radenthein und der Veitscher Magnesitindustrie AG. Sie wurden zu Beginn unseres Jahrhunderts beschürft und teilweise sehr genau untersucht (4), (5), (52), (73). Allen Magnesiten ist ihre Lage in phyllitischen Schiefern, Kalken, Kalkschiefern und Dolomiten gemein. Interessant ist ein von Sterba gebrachter Hinweis auf die Zunahme der Korngröße von West nach Ost: Im Dientenbachgraben seien die Magnesite feinkristallin, im Wengerbachtal durchwegs grobkristallin, dazwischen feinkörnig mit einzelnen grobkörnigen Lagen.

Zu den schönsten Bändermagnesiten dieses Gebietes zählt ohne Zweifel der vom Schienbergergut im Dientenbachgraben. Das Vorkommen liegt in der Ortschaft Sonnberg bei Dienten, wird vom Dientenbach durchschnitten und ist sehr gut an der Straße von Lend nach Dienten, etwa 40 m nordwestlich des Gasthofes „Ronachbäck“ aufgeschlossen. Gegen Westen zieht das Vorkommen bis zur Rettenfeldalm, gegen Osten besteht eine, wenngleich oft stark unterbrochene, Verbindung bis zum Wengerbach (etwa 4,5 km vom „Ronachbäck“ entfernt). Die Lagerstätte hat eine Längserstreckung von mindestens 250 m; davon etwa 50 m am orographisch linken Ufer des Dientenbaches. Die Magnesitausbisse reichen im Osten etwa 70, im Westen rund 100 m über das Bachbett (8), (47), (52), (54), (58), (60), (66), (67), (68).

Von einigen Bearbeitern wurde eine zu hohe Magnesitmächtigkeit angegeben (7), (52), (58), (66), (67), (68); in Wirklichkeit liegt sie bei etwa 10 m, wovon aber auch nur einige wenige Meter auf reines, abbauwürdiges Gut entfallen. Die bisher vorliegenden Substanzberechnungen gehen stark auseinander:

*) Schöne und aufschlußreiche Handstücke von der Etage 5 dieses Bergbaues verdanke ich Herrn Dipl. Ing. Alfred Weiß (Technische Direktion der ÖAMG Leoben).



- 1 Kollmannsegg
- 2 Dorf Dienten
- 3 ESE Grünberg
- 4 Grünegg-Mühllehenalm
- 5 Scheiblegg
- 6 Marbachhöhe
- 7 Rettenfeldalm-Rüppelwirtsalm
- 8 Bergkendl
- 9 N Schienberger
- 10 Ronachbäck
- 11 Bäckenhäusel-Moderegg
- 12 Wastlköpfl N
- 13 Wastlköpfl S
- 14 Königsberger
- 15 N Kendl
- 16 Klaus
- 17 Feroli
- 18 NW Friesenbach
- 19 Schindlegg-S Ballehen

Lage-Skizze

Die Magnesite des Dienten- und Schwarzenbachgrabens

1922 errechnete Stuchlik 64.000 m³, von denen nach Abzug der Abbaureste 30.000 m³ = 90.000 t an verkäuflichem Gut verblieben; 1927 kam Posanner auf 585.000 t, wovon nach seiner Meinung 320.000 t verkäuflich seien. Bisher wurde diese Lagerstätte schon mehrfach geologisch aufgenommen. So kartierten 1950 Haberfelner-Haberfelner alle Magnesite zwischen dem Urslautal und Hochglockner bei Schwarzach-St. Veit im Maßstab 1:75.000 (33).

Boida-Maczek haben ebenfalls die zahlreichen Ausbisse im Rahmen einer Diplomarbeit aufgenommen (8). Die Aufnahmen G. Hiessleitners (45) zeigten, daß der südliche Magnesitzug offensichtlich flach geneigten B-Achsen gegen Westen folgt und gegen Süden einfällt. Weitere Angaben finden sich bei Del Negro (12), (13), Fugger (23), Hiessleitner (42), (43), (44), Till (69) und Trauth (70), (71). Die beiden zuletzt genannten Autoren stellten fest, daß Kalk das Paläosom dieser Magnesite war.

Die Mineralabfolge wurde 1950/51 im benachbarten Kiesbergbau Schwarzenbach durch Hiessleitner genau studiert: Das älteste Glied ist ein magnetisches Karbonat, jünger sind Pyrit und Arsenkies, am Ende folgen Fahlerz und Kupferkies und als Gangart Quarz (44), (45).

Chemische Analysen dieser Bändermagnesite stammen von C. v. John-C. F. Eichleitner (17), Doelter (16), Boden (7) und Posanner (58). Ich werde später noch auf diese Analysen zurückkommen.

Wie schon oben gesagt, legt die Straße von Lend nach Dienten den Magnesit bloß*). Die Aufschlußwand streicht etwa Nord-Süd, ihre Höhe beträgt rund 6 m. Das Liegende der steilstehenden Magnesit-scholle bilden (im Norden) graphitische grobgefaltete Schiefer. Diese zeigen besonders in den unmittelbar an den Magnesit grenzenden Partien viele durch Quarz ausgeheilte Zerrklüfte. Die Magnesit-Schiefer-Grenze fällt hier mit 87°, also nahezu saiger, gegen 19°. Im allgemein recht feinkörnigen Magnesit (maximale Korngröße: 3,2 mm) erkennt man nur zwei grobkörnige (maximale Korngröße: 12 mm) Bereiche; der nördlichere der beiden wird durch eine leicht gewellte, im übrigen steilstehende Fläche (Einfallen: 192/81) begrenzt. Diese Fläche, sicher dem ursprünglichen sedimentären s entsprechend, wurde, wie deutliche Rutschstriemen zeigen, durch die jüngere Tektonik überarbeitet. Zwischen diesem nördlich gelegenen, liegenden, grobkörnigen Magnesit und dem südlich davon anstehenden, hangenden liegt eine feinkörnige Lage mit etwa 0,5 m Mächtigkeit. An der Hangendgrenze dieser zweiten, grobkörnigen Partie erkennt man deutlich eine Einschaltung graphitischer, sandiger Schiefer. Im oberen Teil der Wand bilden diese Schiefer eine Lage, die sich etwa in Mannshöhe teilt und eine geringmächtige Magnesit-

linse umschließt. Hangend dieser graphitischen Einschaltung, die etwa saiger einfällt und gegen 110/290 streicht, folgt nochmals ein feinkörniger Magnesit, der schließlich im Hangenden von Schiefen überlagert wird. Die Gesamtlänge des Anrisses beträgt 12 m. Wie schon erwähnt, ist dieser Anriß in seinem nördlichen Teil durch die Straße, in seinem südlichen Teil durch einen zu einem Gehöft hinaufführenden Weg aufgeschlossen. Die Klüfte lassen sich nur sehr schwer einmessen. Eine Hauptkluftrichtung fällt mit 70° gegen 280° ein. Die Klüfte zerschlagen den Magnesitkörper in mehr oder weniger flache Linsen, die miteinander nur ausnahmsweise durch jüngere Ausheilungen verkittet sind. Im Nordteil des Aufschlusses sieht man eine etwa 2,5 x 4 m messende Kluffläche, die mit wasserhellen flachen Dolomitrhomboedern bedeckt ist. Schon mit unbewaffnetem Auge erkennt man neben dem Bänder- und Pinolit-Magnesit groben Roßzahndolomit und Talk.

Herr Dipl.-Ing. F. Laskovic, Chefchemiker im Portlandzementwerk Hofmann & Co. (Kirchdorf/Krems), hat sieben Proben analysiert (11—17), wofür ihm an dieser Stelle der herzlichste Dank ausgesprochen sei. Zum Vergleich seien auch ältere Analysen (1—10) angeführt (7), (16), (17), (58). Zuerst möchte ich die von F. Laskovic analysierten Proben beschreiben.

Probe 11: Wasserhelle Kristalle (maximale Korngröße 8 mm, häufigste Größe 5—6 mm), die einem grobspätigen Dolomit (Kantenlänge der Spaltstücke bei 8 mm) aufgewachsen sind. Dieser Dolomit, ähnlich dem der Probe 4 und 7, zeigt Reste einer Bänderung. Die dunklen Partien sind zwischen 0,5 und 3 mm mächtig. In diesem Bänderdolomit sind die klaren Kristalle — nach der Analyse ebenfalls Dolomit — 3 bis 4 mm tief eingewachsen. Längs jüngerer Klüfte wittern der Dolomit des Untergrundes und die wasserhellen Kristalle hellbraun an.

Probe 12: Gleichmäßig feinkörniger, nicht gebänderter Magnesit (Korngröße 1,5—2 mm), in dem vereinzelt bis zu 5 mm große Kristalle aufgesproßt sind. Die Magnesit-xx sind weiß oder grau gefärbt, besitzen krumme Spaltflächen und zeigen megakopisch nur undeutlich ein überprägtes (Sediment-)Gefüge. In Klüften feinschuppiger Talk, manchmal in Form eines feinen Filzes, manchmal in größeren Paketen. Längs einer Kluft wurde das „kohlige“ Pigment ausgewalzt und verschmiert.

Probe 13: Grobkörniger, weißer, örtlich hellgelb-brauner Magnesit ist innig mit derbem, weißem Quarz verwachsen. An einigen Stellen enthält das Handstück verflöbte Schieferferzen. Eine Kluft öffnete sich zu einem 7 cm langen und bis zu 2 cm breiten Hohlraum, der später von bis zu 10,5 mm (meist um 7 mm) messenden Rhomboedern (nach der Analyse: Dolomit) besetzt wurde. Auf diesen „großen“ Dolomiten sitzen kleinere Dolomitkriställchen mit 2—3 mm Kantenlänge. Zum Teil jünger, zum Teil aber auch älter als die kleineren Dolomite, auf jeden Fall den jüngsten Bildungen zuzuzählen sind die Bergkristalle. Wasserklar, wenig gerieft, mißt der größte von ihnen 11 mm Länge.

*) Der Abbau mußte hier seinerzeit wegen Gefährdung dieser Straße eingestellt werden.

Proben 14, 15: Von diesem Handstück wurden die gröberen Dolomit-xx analysiert. Das Handstück ist Teil einer tektonischen Linse („Walze“) mit deutlichen Linearen, d. h. Rutschstriemen. Es wird zur Hälfte aus derbem Gangquarz und zur anderen Hälfte aus einem groben, hellbraun anwitternden Spat (Kantenlänge bis zu 18 mm) aufgebaut. In ihm ist ein dunkelgraues (kohliges?) Pigment meist fleckig-diffus, manchmal aber auch in symmetrischen oder asymmetrischen Bändern enthalten. Der grobe Spat ist nach der Analyse Dolomit. Die hellen Spatbänder, 5, 15, auch bis über 30 mm mächtig, sind voneinander durch etwa 5 mm mächtige dunkelpigmentierte Lagen getrennt. Einzelne der groben Kristalle greifen über diese Bänder hinweg, diese als s_1 abbildend. Eine 1–2 mm breite Ruptur führt, auffallenderweise gerade dort, wo sie Quarz von Magnesit trennt, hellglänzenden, reinweißen, feinschuppigen Blütentalk. In einer Kleinhöhle erkennt man wieder flachrhomboedrische Dolomit-xx.

Nach den Analysen 4 und 7 ist der grobe Spat Dolomit.

Probe 16: Die feinkörnige Grundmasse ist gleichmäßig dunkelgrau gefärbt. Das Ausgangsgestein war offensichtlich ein graphitisch pigmentierter Kalk oder Kalkschiefer, der von einzelnen, wenigen, nur einige mm breiten, später durch Kalkspat ausgeheilten Klüften und Kleinhöhlen durchsetzt war. Die später erfolgte Dolomitisation („Dolomit I“ nach Angel-Trojer) griff auch über diese Kalkspatklüfte hinweg. Dabei blieb aber das Gefüge in Form eines deutlichen und verstellten s_1 erhalten. Im Verlaufe der weiteren Metasomatose verdrängte dann der Magnesit die Hauptmenge des Dolomits, der daher heute nur mehr in spärlichen Relikten erhalten blieb. Daneben findet sich wieder derber Gangquarz, häufig zusammen mit feinen Pyrit-xx. Ein etwa 0,6 mm großer Pyrit ließ schön drei Flächen des Pentagondodekaeders erkennen.

Probe 17: Teil eines Bändermagnetitanschliffes. Dieser zeigt 3 mm mächtige helle und etwa 1 mm mächtige dunkle, pigmentierte Lagen. Die eine Hälfte ist ruhig gebändert, die andere Hälfte nur undeutlich, zerrissen. Den ganzen Anschlag durchsetzen, abgesehen von jungen Rupturen, prämagnesitisch aufgerissene Klüfte, die einen spitzen Winkel mit der Bänderung einschließen.

Nach diesen Analysen sind die Proben 11, 14 und 15 Dolomit, mit etwa gleichbleibendem Mn-Gehalt, die Probe 11 mit einem bemerkenswerten Kalkspatanteil von rund 4,6 %. Besonderes Augenmerk verdient der hohe Mangengehalt des Drusendolomites (III) der Analyse 13. Bei den restlichen Proben 12, 16 und 17 handelt es sich um Magnesit. Der CaO-Gehalt der beiden zuerst genannten Proben (12, 16) geht auf den praemagnesitischen Dolomit I zurück, der der Probe 17 auf den postmagnesitischen

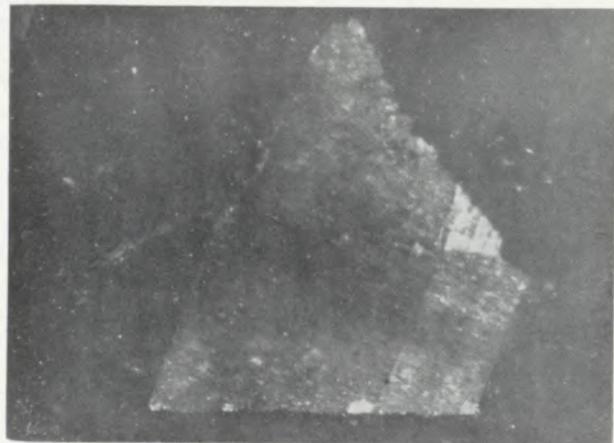


Abb. 10

„Kohliges“ Pigment als s_1 in einem Magnesitidioblasten. Beispiel für die „erhaltende Metasomatose“ RAGUIn. — Ronachbäck/Dienten; + Nic., 56,7 x

Tabelle 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
GV	47,99	48,51							50,55	50,92	47,01	50,94	43,06	47,53	46,60	47,04	49,73
Unlösl.	5,83	6,89	5,83						0,38	0,54	0,20	0,66	6,48	0,62	0,70	4,65	0,82
FeO	1,54	3,75							2,46	4,55	1,12	1,57	5,60	1,44	1,50	7,22	1,89
Fe ₂ O ₃			2,41	1,71	2,34	5,840	2,261	5,230			0,70	0,48	0,61	—	0,48	0,31	0,10
Al ₂ O ₃	0,48	0,17	3,89						0,25	0,34							
MnO			—								0,21	0,20	0,57	0,16	0,20	0,68	0,22
CaO	4,52	1,73							0,74	0,13	30,45	1,06	26,16	28,26	29,37	3,59	8,05
MgO	39,54	39,91							45,02	43,13	20,59	45,01	17,25	22,09	20,18	36,62	39,35
MgCO ₃	83,03	83,80	86,11	71,70	79,1	84,317	86,638	86,167			46,8	96,6	43,8	51,1	47,6	84,6	86,4
CaCO ₃	8,08	3,09	1,51	14,38	12,03	6,355	4,673	2,538			51,0	1,6	47,7	46,8	49,8	6,0	12,6
(Fe, Mn)CO ₃	2,48	6,01									2,2	1,8	8,5	2,1	2,6	9,4	1,0

Dolomit II. Die Probe 16 zeigt einen hohen Eisen-gehalt.

Andere, chemisch nicht weiter untersuchte Handstücke ließen erkennen, daß die letzten Bewegungen nach der Talkbildung stattgefunden haben müssen, da der Talk noch deutlich gestriemt ist. An manchen Stücken erkennt man, wie der Talk das Karbonat

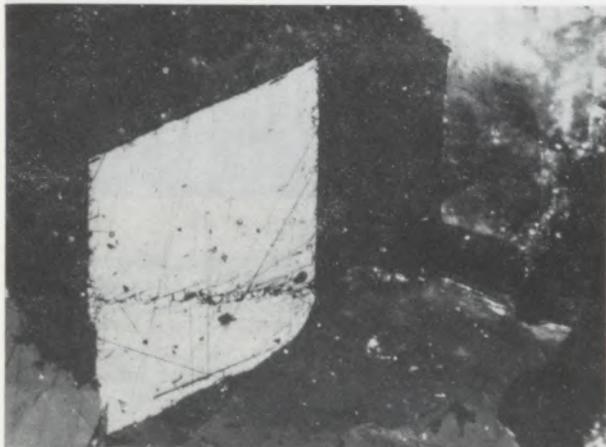


Abb. 11

Magnesitidioblasten. Das sedimentäre Gefüge ist bei dem hellen Kristall in der Mitte nicht, bei den Kristallen in Dunkelstellung deutlich zu sehen. — Ronachbäck/Dienten; nahezu + Nic., 56,7 x

regelrecht anrißt, an anderen liegt er, ohne daß man irgendwelche Verdrängungen nachweisen könnte, in den Spaltrissen des Magnesits. Einige Anschliffbilder mögen beweisen, daß der Dientener Bändermagnetit geradeso wie der der spanischen Pyrenäen metasomatische Ursprungs ist. Drei Abbildungen (Abb. 10, 15, 16) zeigen das vorzüglich erhaltene prämagnesitische Gefüge, zwei zeigen Zinkblende und Kupferkies

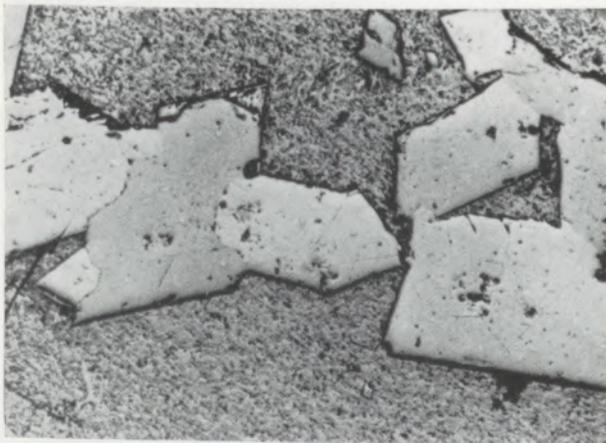


Abb. 12

Postdiagenetisch aufgesproßte Magnesitkristalle in schwach gefaltetem, feinkörnigem, graphitischem Schiefer. Teil eines Anschliffes, in dem die Magnesitkörner 7—10 mm mächtige, locker aufgebaute s-koncordante Lagen bilden. Das Kristallwachstum wurde hier augenscheinlich durch die günstige Wegsamkeit parallel s bedingt — Ronachbäck/Dienten; 1 Nic.

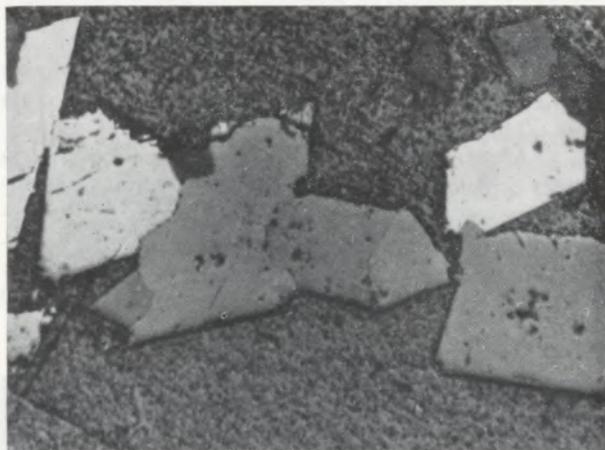


Abb. 13

Derselbe Ausschnitt wie in Abb. 12. — Ronachbäck/Dienten; + Nic.

in einer in Bezug auf die Magnesitsprossung praekristallinen Kluft (Abb. 17, 18), schließlich belegen einige weitere Aufnahmen die einzelnen Phasen der Metasomatose.

Abschließend und zusammenfassend sollen nun die Argumente gebracht werden, die meiner Meinung nach eindeutig die metasomatische Bildung der Bändermagnetite von Asturreta und Dienten beweisen:

1. Den gewichtigsten Beweis sehe ich in der Erhaltung des vorbestandenen, d. h. praemagnetischen, sedimentären und tektonischen Gefüges (Abb. 10, 14, 15, 16). Es blieben nämlich neben dem durch das

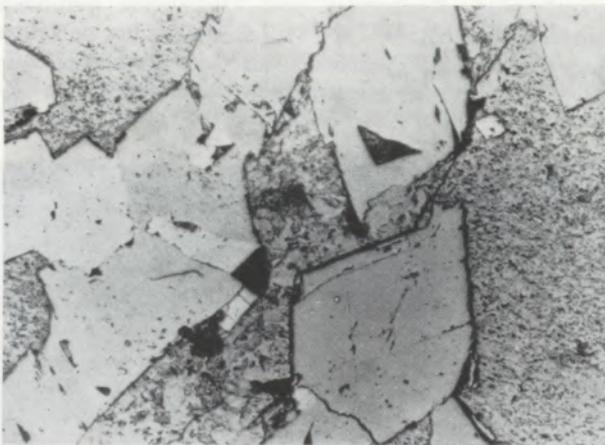


Abb. 14

Eine para- oder postdiagenetische Bewegungsfläche, in der Bildmitte am kataklastischen Gefüge der Grundmasse gut zu erkennen, blieb als s₁ im Metasom erhalten. — Ronachbäck/Dienten; 1 Nic.

Pigment besonders verdeutlichten ss auch praemagnetische Klüfte erhalten. Es könnte sich nun die Frage ergeben, ob es sich bei diesen Rupturen nicht nur um Schwundrisse, wie sie beim Eindampfen in Sedimentationspfannen auftreten können, handeln

kann. Gegen eine solche Auffassung spricht die Erstreckung dieser Klüfte über viele Meter und die Form der Klüfte: Schwundrisse würden in einem weichen, sagen wir: Nesquehonitschlamm, wohl kaum über Zehnermeter eine scharfe Begrenzung aufweisen. Außerdem müßte man anhand der Form derartiger Schwundrisse bzw. anhand geopetaler Externanlagerungen in ihnen ohne Schwierigkeit die Raumlage der Sedimentplatte („oben“ und „unten“) unterscheiden können. Irgendwelche klastische Rupturfüllungen fehlen aber völlig. Dazu kommt noch, daß

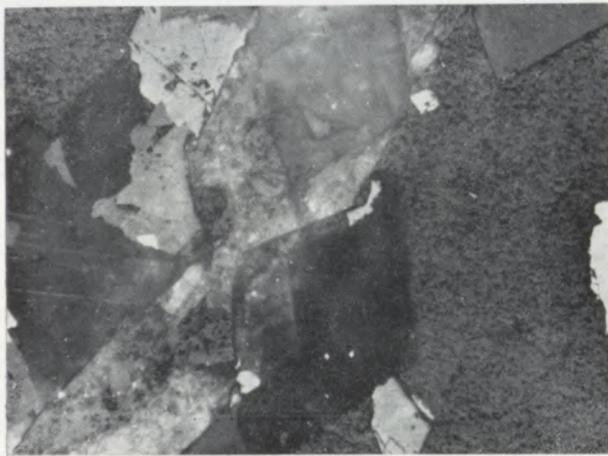


Abb. 15

Gleiche Stelle wie in Abb. 14. Die Ruptur ist hier auch in den Magnesitporphyroblasten deutlich zu sehen. — Ronachbäck/Dienten; + Nic.

in diesen Rissen, die ohne Zweifel älter als der Magnesit sind, Kupferkies und Zinkblende gefunden werden kann (Abb. 17, 18). Ich muß daher zwischen der Bildung des Paläosoms, also des kalkigen Sediments und der Magnesitmetasomatose eine Phase an-



Abb. 16

Idiomorphe Magnesitkristalle in feinkörniger, graphitreicher Grundmasse. Durch die TROJERSche Ätzung (5' mit 30%iger Aluminiumnitratlösung) zeigte es sich, daß ein Teil dieser Kristalle vollständig redolomitisiert wurde, also Pseudomorphosen von Dolomit nach Magnesit darstellt. — Ronachbäck/Dienten; nahezu + Nic., 56,7 x

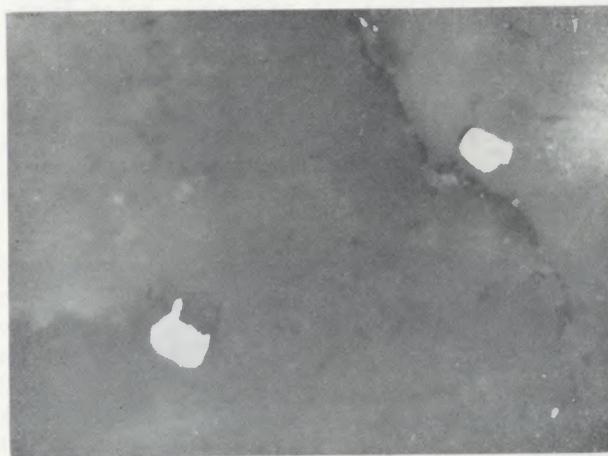


Abb. 17

Postdiagenetische Kluffüllung: Überwiegend Magnesit (grau), daneben Kupferkies (weiß) und Zinkblende (dunkelgrau, neben dem Kupferkies links unten). — Ronachbäck/Dienten; 1 Nic., 360 x

nehmen, die die Risse u. a. auch mit den beiden genannten Sulfiden verheilen ließ. Dies alles führt zum Schluß, daß die Klüfte keine diagenetischen Schwundrisse, sondern orogen angelegte, postdiagenetische Rupturen sind.

2. Gegen eine freie Magnesitabscheidung in stark salinarem Milieu spricht vor allem auch der Anschliffbefund. Das eng benachbarte Vorkommen von Kalkspat, Dolomit und Magnesit, dazu die amöbenartigen Kornverzahnungen, das Hineingreifen des einen Minerals in das andere längs bevorzugter Flächen (vor allem Spaltrissen) (Abb. 21, 23), die rundlichen, nur als Relikte deutbaren Reste des einen Karbonates im anderen, können nicht durch eine gleichzeitige Sedimentation, sondern nur durch ein verschiedenes Alter der Minerale, eine Abfolge, erklärt werden.

3. Zu den Beweisen für eine metasomatische Genese muß auch das antipolare Kristallwachstum gezählt werden. Dieses ist ja schon seit langem aus

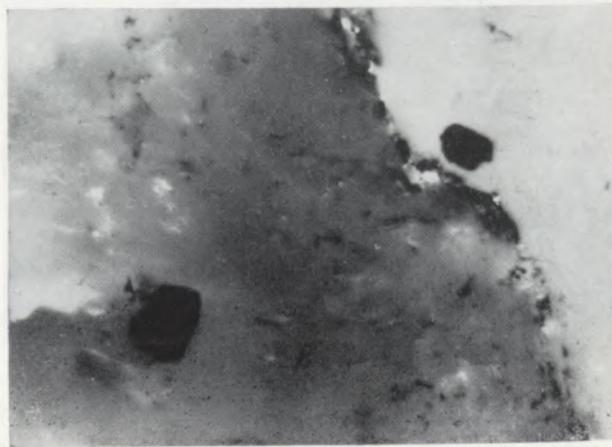


Abb. 18

Dieselbe Stelle wie in Abb. 17. — Ronachbäck/Dienten; + Nic., 360 x

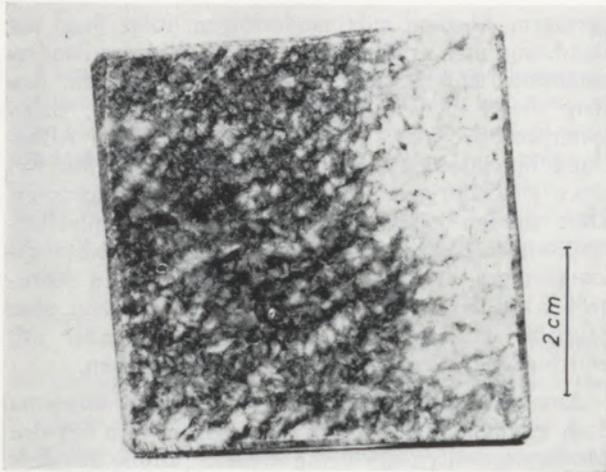


Abb. 19

Feinlagiger Bändermagnesit. Die Redolomitisation (Dolomit II) zerstörte teilweise das durch den Magnesit erhaltene prämetasomatische Gefüge. Man erkennt dies sehr leicht an den „verwaschenen“ Lagen links oben. Der Magnesit wurde hier in einer schmalen, von dort nach der Mitte unten verlaufenden Zone redolomitisiert. — Ronachbäck/Dienten

anderen ostalpinen Lagerstätten (z. B. Breitenau, Diegrub) bekannt und in Asturreta wie im Dientener Gebiet durch das unterschiedliche Verhalten des Paläosoms gegenüber den verdrängenden Lösungen bedingt. Man kann dies auch als eine Art selektiver Metasomatose auffassen, insofern nämlich, als z. B. die stark pigmentierten („kohligen“) oder lyditischen oder tonreicheren Lagen nur schwerer verdrängt werden konnten als die karbonatreicheren,

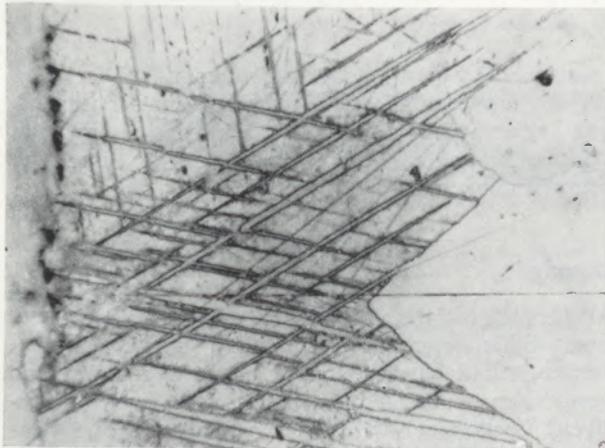


Abb. 20

Polysynthetisch verzwillingter Dolomit (dunkler), Magnesit (heller), 5' mit $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ (30 %) geätzt. — Ronachbäck/Dienten; 1 Nic., 360 x

pigmentarmen (Abb. 5). Daher geht auch das Kristallwachstum vielfach von diesen unreinen Lagen aus, die Magnesitkristalle stehen senkrecht auf ihnen, man könnte auch sagen: „wandständig“ auf das ss (Abb. 3). Die den Magnesiten eingelagerten Schiefer, die nach Ansicht der Verteidiger der sedimentären

Magnesitbildung ihre Theorie besonders stützen sollen, beweisen lediglich, daß nicht das gesamte Paläosom aufgezehrt wurde, daß also gewisse Sedimente gegenüber den verdrängenden Lösungen resistent waren und damit die selektive Metasomatose. Die gleiche Erklärung kann man auch für analoge Erscheinungen in Sedimenten mit Goniatiten- und Calamitenresten (Asturreta) heranziehen. Die Vielfalt der metasomatischen Prozesse wurde erst jüngst in mehreren Arbeiten durch V. Hanuš und D. S. Korshinskij behandelt, auf die näher einzugehen ich mir ersparen, auf die ich aber in diesem Zusammenhang hinweisen möchte (1), (34 — 40), (48).

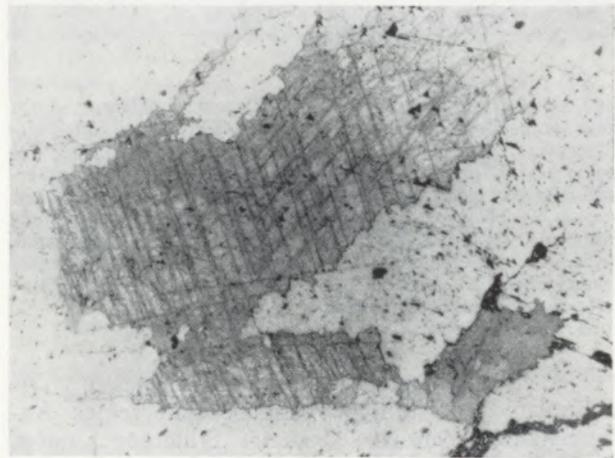


Abb. 21

Verzwilligter, teilweise rekristallisierter Dolomit (dunkelgrau) verdrängt Magnesit (heller, stark porig, rechts und unten). 5' mit 30 %iger Aluminiumnitratlösung geätzt. — Ronachbäck/Dienten; 1 Nic., 56,7 x

Es ist nicht leicht einzusehen, weshalb bei einer direkten Fällung in einer Lagune grobkörniger und gleichorientierter Magnesit ausfallen sollte. Deshalb ist man geneigt, das lagige Magnesitgefüge auch als

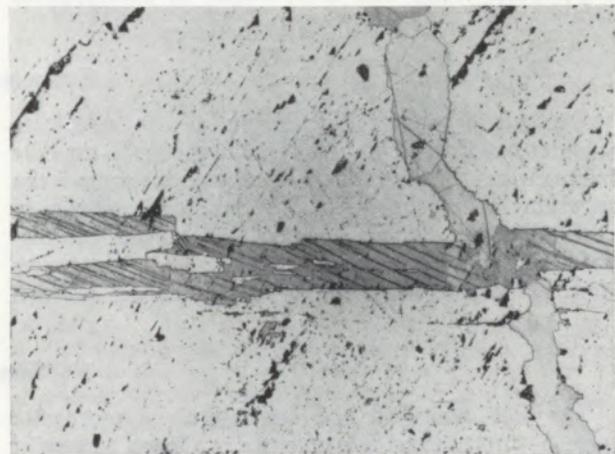


Abb. 22

Kluft in Magnesit (hell, stark porig) mit verzwilligtem Dolomit II, schräg dazu in einer anderen Ruptur unverzwilligter Dolomit. 5' mit 30 %iger Al-Nitratlösung geätzt. — Ronachbäck/Dienten; 1 Nic., 56,7 x

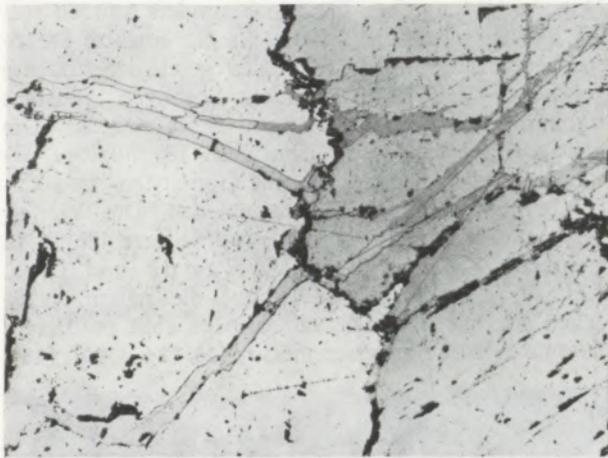


Abb. 23

Redolomitisation des Magnesites (hell und dunkelgrau) durch zwei Dolomite mit verschiedenem Eisengehalt längs von Spaltrissen, Korngrenzen u. ä. Der eine, eisenärmere Dolomit (links unten und oben) ist gegen das TROJERSche Ätzmittel widerstandsfähiger, wird zwar auch angegriffen, zeigt aber doch ein starkes Relief gegen den eisenreicheren, nach der Ätzung tiefbraunen (in der Abbildung grau erscheinenden), an den zahlreichen feinen Schleifkratzern deutlich kenntlichen Dolomit (rechts oben). 5' mit 30%iger Al-Nitratlösung geätzt. — Ronachbäck/Dienten; 1 Nic., 56,7 x

Folge einer Sammelkristallisation anzusehen. Das antipolare Wachstum beweist aber mit seinen Anfangsstadien, daß eine derartige Erklärung unmöglich ist und auch eine paradiagenetische Entwässerung eines allenfalls vorhanden gewesenen Nesquehonites nicht in Betracht gezogen werden kann. In Asturreta beobachtet man nämlich — zwar nicht gerade häufig, aber doch immer wieder —, daß von s-konkordanten Fugen ausgehend idiomorphe Magnesitkristalle bipolar, aber immer mit der vorbestehenden Feintextur als s_1 , aufsprossen. Manchmal erreichen diese Kristalle eine Größe von nur einem oder zwei Millimetern, manchmal werden sie grobkristallin, cm-groß. Beispiele davon habe ich mit den Abbildungen 3 und 4 gebracht. Wenn nun diese Fugen in entsprechend

geringem Abstand aufeinanderfolgen, folgt Band auf Band, und man erhält so das übliche Bild der Bändermagnesite. Entscheidend ist aber dabei, daß am Anfang dieser Entwicklung grobe, idiomorphe, dabei spitzrhomboedrische Magnesitkristalle in den Altbestand hineinspießen, ein Wachstum, wie es nur mit einer gleichzeitigen Verdrängung des Paläosoms erklärt werden kann. Bestünde hier eine Sammelkristallisation, so wäre in unserem Falle ein richtungslos-körniges Pflaster bei annähernd gleichen Korngrößen zu erwarten. Gerade die Abb. 3 zeigt aber deutlich, daß eng benachbart Magnesitbänder mit verschiedener Korngröße vorkommen können.

Aus all diesen Beobachtungen scheint mir nun doch zweifelsfrei hervorzugehen, daß es sich bei den Bändermagnesiten um keine direkte Fällung aus dem Meerwasser im Sinne Gómez de Llarena oder um eine paradiagenetische Umwandlung etwa eines Nesquehonites in Magnesit oder auch um eine Ausfällung infolge submariner Reaktion von Exhalationen mit Meeresablagerungen im Sinne R o h n s handelt, sondern daß es sich bei den Bändermagnesiten (oder, wie sie Gómez de Llarena nennt, „Palisadenmagnesiten“) geradeso wie bei den Pinoliten und richtungslos körnigen Magnesiten um ein postdiagenetisches, hydrothermales Metasom im Sinne von O. M. Friedrich (19 — 22) handelt.

Natürlich soll und kann damit keineswegs die Möglichkeit einer sedimentären Magnesitbildung, wie sie nun schon von einigen Orten bekannt ist und erst jüngst wieder durch W. E. P e t r a s c h e c k (56) und W. S i e g l (65) beschrieben wurde, bestritten werden. Diese sedimentären Magnesite sind aber vor allem auch durch ein von den Spatmagnesiten stark abweichendes Gefüge gekennzeichnet.

Zum Schluß darf ich Herrn Professor F r i e d r i c h für die mir ermöglichte Benützung seines reichhaltigen Lagerstättenarchives sowie für manche anregende Diskussion und die Teilnahme an seiner Fahrt nach Spanien danken.

Zusammenfassung

Der gut gebänderte Spatmagnesit von Asturreta (Spanien) wird vielfach als „Kronzeuge“ für die sedimentäre Bildung der Spatmagnesitlagerstätten angeführt. Eingehende Gefügestudien widerlegen diese Ansicht. Ebenso müssen die Kristallisationsversuche von Gómez de Llarena als unzutreffend abgelehnt werden. Anschließend werden

Magnesitlagerstätten bei Dienten, vor allem jenes vom Schienbergergut (Sonnberg) ausführlich beschrieben und davon 7 neue Analysen gebracht und besprochen. Auch für die vielfach gut lagigen (bänderigen) Vorkommen wird eine postdiagenetische Metasomatose nachgewiesen, damit eine sedimentäre Bildung verneint.

Summary

The well stratified and coarse-grained magnesite from Asturreta (Spain) frequently is alleged to testify for the sedimentary origin of the coarse grained magnesite deposits. Profound investigations on the structure refute this opinion. In the same way the crystallization tests made by Gómez de Llarena are to be refused. In the following the magne-

site deposits near Dienten, especially those of the Schienbergergut (Sonnberg), are described in detail and from there also seven new analyses are discussed. Also for the frequently stratiform and banded deposits a postdiagenetic metasomatosis is proved and by this their sedimentary genesis is denied.

Résumé

L'aspect de la magnésite d'Asturreta (Espagne), qui se présente en strates bien formés, est souvent cité comme témoin principal de la formation sédimentaire des gisements de magnésite. Des études de structure détaillées ont réfuté cette hypothèse. Les essais de cristallisation de Gómez de Llarena ne sont pas non plus acceptés. On décrit ensuite en

détail les gisements de magnésite situés près de Dienten, principalement, celui de Schienbergergut (Sonnberg), et on en présente et discute 7 nouvelles analyses. On montre que ce gisement, à strates également bien formés, présente une métasomatose post-diagenétique, ce qui revient à nier une formation sédimentaire.

Literaturverzeichnis

1. Abonyi, A., V. Hanuš u. Z. Trdlička, Metasomatic Magnesite Deposit Dubrava near Jelšava, Symp. Praha 1963, Guide to Excursion, S. 51—63.
2. Adler, R. u. D. Richter, Bemerkungen zur geologischen Situation der Magnesitvorkommen bei UrepeI in den französischen Westpyrenäen, „Erzmetall“, XIV, 1961, H. 1, S. 17—23.
3. Angel, F. u. F. Trojer, Der Ablauf der Spatmagnetit-Metasomatose, Radex-Rundschau, 1953, H. 7/8, S. 315—334.
4. Ascher, F. H., Neue Magnesitlager im Kronlande Salzburg, Montan-Zeitung für Österreich-Ungarn, die Balkanländer und das Deutsche Reich, XIV, 1907, Nr. 19, S. 311.
5. Ascher, F. H., Neue Magnesitlager im Kronlande Salzburg, Montan-Zeitung für Österreich-Ungarn, die Balkanländer und das Deutsche Reich, XIV, 1907, Nr. 21, S. 343.
6. Bañ, A., Bericht über die Frühjahrstagung der Fachgruppe für Mineralogie und Geologie in Klagenfurt am 11. Mai 1963, Karinthin, 49, 1963, S. 35—36.
7. Boden, K., Geologisches Gutachten über die Magnesitlagerstätten im Dienten-Tal bei Goldegg im Lande Salzburg, 1923, 8 p.
8. Boida, H. u. M. Maczek, Die Magnesitvorkommen von Dienten, Praktische Staatsprüfungsarbeit, M. H. Leoben, 14 p.
9. Clar, E., Die Gefügeregelung eines Bändermagnetits (aus der Breitenau bei Mixnitz, Steiermark), Jb. Geol. BA. 81, 1931, S. 387—401.
10. Clar, E., Über Parallel-, Schräg- und Kreuzbänderung in Spatlagerstätten, TMPM., 3. F., 4, 1954, S. 55—64.
11. Clar, E., Zur Entstehungsfrage der ostalpinen Spatmagnetite, Mitt. Nat. Ver. Stmk., SB. 1956 (Angel-Festschrift), S. 22—31.
12. Del-Negro, W., Geologie von Salzburg, Innsbruck, 348 p.
13. Del-Negro, W., Salzburg, Verh. Geol. BA., Bundesländerserie, Geologie der österreichischen Bundesländer in kurzgefaßten Einzeldarstellungen, 1960.
14. Destombes, J. P., Magnésites (Giobertites) des Pyrénées occidentales, Bull. Soc. géol. de France, 6^e série, VI, 1956, S. 461—476.
15. Destombes, J. P., Art der Spatmagnetitlagerstätten der Westpyrenäen, BHM., 103, 1958, H. 12, S. 246—250.
16. Doelter, C., Handbuch der Mineralchemie, 1912, I, S. 1—1008.
17. Eichleiter, C. F. u. C. v. John, Arbeiten aus dem chemischen Laboratorium der k. k. geologischen Reichsanstalt, ausgeführt in den Jahren 1904—1906, Jb. Geol. RA., 57, 1907, H. 1/2, S. 403—436.
18. Flügel, H., Das flächige und lineare Gefüge der Breitenauer Magnesitlagerstätte, BHM., 96, 1951, H. 10, S. 205—209.
19. Friedrich, O. M., Zur Genese ostalpiner Spatmagnetit- und Talklagerstätten, Radex-Rundschau, 1951, S. 281—298.
20. Friedrich, O. M., Zur Genesis der ostalpinen Spatmagnetit-Lagerstätten, BHM., 103, 1958, H. 12, S. 244.
21. Friedrich, O. M., Zur Genesis der ostalpinen Spatmagnetit-Lagerstätten, Radex-Rundschau, 1959, H. 1, S. 393—420.
22. Friedrich, O. M., Zur Genesis des Magnetites vom Kaswassergraben und über ein ähnliches Vorkommen (Diegrub) im Lammertal, Radex-Rundschau, 1963, H. 2, S. 421—432.
23. Fugger, E., Die Mineralien des Herzogthumes Salzburg, XI. Jahresbericht der k. k. Ober-Realschule Salzburg, 1878.
24. Gómez de Llarena, J., Die Lagerstätten des sedimentären Magnetits im Paläozoikum der Westpyrenäen, BHM., 96, 1951, H. 11, S. 221—227.
25. Gómez de Llarena, J., Über die sedimentäre Entstehung des ostalpinen Magnetites „Typus Veitsch“, Montan-Zeitung, 69, 1953, S. 55—62.
26. Gómez de Llarena, J., Contribución al estudio de la magnetita sedimentaria, Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.: T. Homenaje a E. Hernández-Pacheco (19547), S. 361—386.
27. Gómez de Llarena, J., La magnésite (giobertite) des Pyrénées occidentales, C. R. Somm. des Séances de la Soc. géol. de France, 1957, H. 11, S. 209.
28. Gómez de Llarena, J., Nuevas observaciones sobre la magnetita sedimentaria, Est. Geol. (T. Homenaje a M. San Miguel de la Cámara), XV, 1959, S. 189—211.
29. Gómez de Llarena, J., Nuevas observaciones sobre la magnetita sedimentaria (Addenda), Notas y Com. Inst. Geol. y Min. Esp. 1960, H. 57, S. 87—94.
30. Gómez de Llarena, J., Neue Beobachtungen betreffend den sedimentären Magnetit, Montan-Rundschau 8, 1960, H. 12, S. 347—354.
31. Gómez de Llarena, J., Observaciones complementarias y experimentales sobre la magnetita sedimentaria, Notas y Com. Inst. Geol. y Min. Esp. 1962, H. 66, S. 5—36.
32. Gómez de Llarena, J., Über die „nachahmende“ Darstellung der Magnetit-Kristalle, Typus „Asturreta“ (Argatal, Navarra, Spanien), Montan-Rundschau, 8, 1964, H. 3, S. 41—45.
33. Haberfelner, E. u. H. Haberfelner, Gutachten über die Magnetite der Rettenfeldalm (Bründlingalm) bei Dienten, Bezirk Zell am See, Salzburg, sowie Bemerkungen über die Lagerstätten und Fundpunkte von Magnetit auf der Marbachhöhe, bei Schienberger-Ronachbäck im Dientnerer Tal, Goldegg, Hochglockner bei Schwarzach-St. Veit, Salzburg, Großmain 1950, 5 p.
34. Hanuš, V., Hydrothermal Metasomatism and its Relationship to other ore-forming Processes, Int. Geol. Congr., XXI Sess., Norden, 1960, XVI, S. 67—78.
35. Hanuš, V., Main Factors in the Formation of Zonal Structures of Metasomatic Ore Deposits, Symp. Prague 1963, I, S. 42—46.
36. Hanuš, V., Criteria for Polyascendent Origin of Metasomatic Zonal Structures, Symp. Prague 1963, I, S. 104—108.
37. Hanuš, V., Permeability Anisotropy of Palasome, an important Cause of Selective Mineralization of Solid Rocks, Symp. Prague 1963, I, S. 555—559.
38. Hanuš, V., Über die Entstehungsgeschichte metasomatischer Sideritlagerstätten in Westkarpaten (Tschechoslowakei), Sbornik Ust. Ust. Geol., XXVIII, 1961, S. 497—522.
39. Hanuš, V., Zonal Structures of Products of Hydrothermal Metasomatism, Rozpr. Česk. akad. věd, 1963, 53 p.
40. Hanuš, V., Role of Selective Replacement in Hypogene Ore Deposition, Symp. Prague 1965, II, S. 563—571.
41. Hegemann, F., Die geochemische Bedeutung von Kobalt und Nickel im Pyrit, Zs. f. angew. Min., 1942/3, IV, H. 2/3, S. 121—239.
42. Hiebleitner, G., Bericht (1946) über lagerstättenkundliche Aufnahmen, Verh. Geol. BA. 1947, H. 1—3, S. 35—38.

43. Hiebleitner, G., Bericht (1948) über praktisch-geologische Arbeiten, Verh. Geol. BA. 1949, H. 1—3, S. 61—62.
44. Hiebleitner, G., Bericht (1949) über bergbaugeologische Arbeiten, Verh. Geol. BA. 1950/51, H. 1, S. 77—81.
45. Hiebleitner, G., Ostalpine Erzmineralisation in Begleitung von vor- und zwischenmineralisatorisch eingedrunenem Eruptivgestein, Zs. f. Erzbau und Metallhüttenwesen („Erzmetall“), VII, 1954, H. 8, S. 321—330.
46. Irresberger, H. u. W. Niedermüller, Eine geologisch-lagerstättenkundliche Grubenaufnahme des Schwefelkiesbergbaues Schwarzenbach bei Lend, Inst. f. Geologie und Lagerstättenlehre, M. H. Leoben, 1951, 41 p.
47. Kern, J., Bericht über ein Vorkommen von kristallinem Magnesit im Kronlande Salzburg, München 1911.
48. Korshinskij, D. S., Abriss der metasomatischen Prozesse, Akademie-Verlag, Berlin, 1965, 195 p.
49. Leitmeier, H. u. W. Siegl, Untersuchungen an Magnesiten am Nordrande der Grauwackenzone Salzburgs und ihre Bedeutung für die Entstehung der Spatmagnesite der Ostalpen, BHM., 99, H. 11, 1954, S. 201—208; 99, H. 12, 1954, S. 221—235.
50. Meixner, H., Sobre los cristales de magnesita y dolomita de Asturreta (Valle alto del Arga, Navarra), Publ. extr. sobre Geol. de España, VII, 1953, H. 2, S. 141—152.
51. Meixner, H., Verdreifachte Achsenbilder an den Magnesitkristallen von Asturreta in Spanien, TMPM., 4, 1954, H. 1/4, S. 277—282.
52. N. N., Prospekt für die Errichtung einer Aktiengesellschaft, Deutsch-Österreichische Magnesitwerke A.-G. Goldegg im Pongau, München 1912. Hrsgeg. v. d. „Gesellschaft für Bergbau und Industrie G. m. b. H.“, 14 p.
53. N. N., (L. Sterba?), Bericht über die Besichtigung des Magnesit-Vorkommens auf der Rettenfeldalpe in der Gemeinde Dienten, Gerichtsbezirk Taxenbach in Salzburg der Herren Martin Terpotitz und Franz H. Ascher in Graz und Georg Schaffer in Steinach in Steiermark, Fohnsdorf 1908, 4 p.
54. Oebbeke, K., Gutachten über ein Vorkommen von kristallinem Magnesit im Kronlande Salzburg, München 1912, 8 p.
55. Petrascheck, W., Die Magnesite und Siderite der Alpen, Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Abt. I, 141, 1932, H. 3/4, S. 195—242.
56. Petrascheck, W. E., Neue Beobachtungen an griechischen und türkischen Magnesitlagerstätten, Radex-Rundschau, 1962, H. 6, S. 303—310.
57. Pilger, A., Zur Genese der Magnesite in den Westpyrenäen, Zt. d. D. Geol. Ges., 111, 1959, S. 198—208.
58. Posanner, R., Wirtschaftliches Gutachten über die Ausnützung des Magnesit-Lagers an der Ranegg-Mühle im Dienten Tale bei Lend im Lande Salzburg, 1927, 19 p.
59. Raguin, E., Erscheinungen der Siderit-Metasomatose, BHM., 103, 1958, H. 12, S. 240—243.
60. Redlich, K. A., Über einige wenig bekannte kristalline Magnesitlagerstätten Österreichs, Jb. Geol. BA., 85, 1935, S. 101—133.
61. Rohn, Z., Zur Frage der Entstehung des kristallinen Magnesites, Montan-Zeitung, 1950, H. 7/8.
62. Schneiderhöhn, H., Schichtige Erzlagerstätten von strittiger Entstehung, Geol. Rundschau, XIV, H. 1, S. 60—68.
63. Siegl, W., Zur Entstehung schichtiger und strahliger Spatmagnesite, BHM., 100, 1955, H. 1, S. 79—84.
64. Siegl, W., Beiträge zur Magnesit-Frage, BHM., 103, 1958, H. 12, S. 245—246.
65. Siegl, W., Die Magnesite der Werfener Schichten im Raume Leogang bis Hochfilzen sowie bei Ellmau in Tirol, Radex-Rundschau, 1964, H. 3, S. 178—191.
66. Sterba, L., Bericht über das Magnesit-Vorkommen im Dientengraben und Goldegg-Weng nördlich von Lend im Pinzgau in Salzburg, Seegraben 1905, 9 p.
67. Sterba, L., Bericht über die Besichtigung des dem Herrn Ludwig Apfelbeck gehörigen Magnesit-Vorkommens in Dientengraben bei Lend in Salzburg, Fohnsdorf 1908 oder 1918, 12 und 4 p.
68. Studlik, H., Gutachten über das Magnesit-Vorkommen im Dientenbachtal bei Lend im Pinzgau, Land Salzburg, 1922.
69. Till, A., Das geologische Profil von Berg Dienten nach Hofgastein, Verh. Geol. RA. 1906, H. 12, S. 323—335.
70. Trauth, F., Geologie der nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes, I. Teil, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., 100, 1925, S. 101—212.
71. Trauth, F., Geologie der nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes, II. Teil, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., 101, 1927, S. 29—65.
72. Trojer, F., Die mikroskopische Untersuchung von Karbonatgesteinen im Auflicht, BHM., 100, 1955, H. 1, S. 73—79.
73. Zurmühlen, F. v., Bericht über die Magnesit-Vorkommen nächst Goldegg-Weng im Lande Salzburg, Gutachten, München 1913, 24 p.