

# Die Magnesitlagerstätte Millstätter Alpe bei Radenthein

Von F. ANGEL, A. AWERZGER und A. KUSCHINSKY  
(Mit einem Beitrag über „Mineralvorkommen um Radenthein“ von  
H. MEIXNER)

(Mit 2 Textfiguren und den Beilagen 9 und 10)

Diese sehr bedeutende Magnesitlagerstätte gehört der Österreichisch-Amerikanischen Magnesit A. G., die in Radenthein (Kärnten) ihr großes Werk hat, das den Rohstein verarbeitet. Bruch und Werk sind durch eine 7 km lange Seilbahn verbunden. Radenthein liegt auf 738 m Seehöhe, der Seilbahn-Endpunkt auf rund 1500 m. Radenthein kann sowohl von Villach aus, als auch von Spittal a. d. Drau über den Millstätter See her erreicht werden. Zum „Bruch“, wie der Magnesitbergbau als Tagbau genannt wird, führt eine Privatstraße über Kaning und das Globatschbachtal bis zur Kolonie, der für den Bergbaubetrieb geschaffenen Siedlung in 1450–1500 m Höhe. Der Talkessel, in dessen Höhe die Siedlung liegt, wird von sanft geformten Höhenzügen umrahmt: Im O der Schwarzwald (1779 m); im N der Stileck(2172 m)-Rabenkofl(2039 m)-Zug, der durch den Nöringsattel (1661 m) getrennt ist vom Höhenzug, der die Westumrahmung bildet: Kampelnock (2081 m) im NW, Millstätter Alpe (2086 m) direkt im W, Lammersdorfer Berg (2054 m) im Süden. Von hier zweigt nach O der Laufenberger Rücken ab, der den Kessel nach S abschließt; von hier aber auch rein nach S der Kamm zur Wetterkreuzhöhe (1738 m). Diese landschaftliche Orientierung soll es erleichtern, die folgende geologische Einführung aufzunehmen.

## Geologischer Rahmen der Lagerstätte

Im Gebiet der Lagerstätte stehend, blickt man nach allen Richtungen in sogenanntes Altkristallin. Im SO findet diese Gesteinsmasse ihr Ende im Drautal, an der „Draulinie“, welche über S nach SW von hier, ins Mölltal einziehend, geologisch abgrenzt. Im Westen drängen mit der Hochalm-Ankogelmasse die Tauern heran, grenzen sich aber mit der etwa SN streichenden Katschberglinie vom Altkristallin der „Nocke“, eben des Gebirges, in dem wir stehen, ab. Im O taucht dieses Altkristallin mit einer tektonisch ausgezeichneten Fuge, die etwa vom Ossiacher See über Wöllaner Nock, Kleinkirchheim zum Karlnock an die Landesgrenze nach N zieht, unter östlich auflagernde Gurktaler Phyllite. — Nördlich der

Landesgrenze zieht dieses „Altkristallin“ in die Tamsweger Gegend weiter und biegt dann nach Ost, ist jedoch faziell und serienweise gliederbar, zeigt ältere und jüngere, ausgedehnte Schubkontakte, und ist von sehr bedeutenden, jüngeren Bruchlinien durchschnitten.

Die der alpidischen Orogenese folgenden Brüche geben der Landschaft viel von ihrem Gesicht. Direkt an dem Nordende der Lagerstätte vorbei zieht der Gegendtalbruch, der bei Maria-Elend im Drautal einsetzt, sich allein schon bis Radenthein durchs Gegendtal 41 km weit verfolgen läßt, dann aber über Kaning zum Nöringsattel steil, ja saiger stehend, 9 km lang nach NW weiterstreicht und in diesem Bereich die Bezeichnung „Globatsch-Störung“ (AWERZGER, Lokalbezeichnung) trägt, morphologisch durch die gewaltige Ausräumung und junge Verschüttung ins Auge fällt, und einen höher geschalteten NO-Teil des Gebirges, den Schwarzwald—Stileck—Rabenkopf-Abschnitt, vom tiefer geschalteten SW-Teil, der Millstätter Alpe, trennt. Diese Störung setzt über den Nöringsattel ins Nöringtal und erreicht das Maltatal bei Gmünd (weitere 9 km). Bis hierher sind es von Maria-Elend schon 60 km. Daß die Linie durchs Maltatal weit aufwärts streicht, sei hier nur angemerkt. Aber sie läuft annähernd parallel mit der Drau-Mölltal-Störung und zu beiden parallel gehen Störungen gleichen Charakters, auf einer z. B. liegt der Millstätter See, auf einer zweiten, minder betonten, schneidet tief der Laufenberger Bach in NW-Richtung ein, und selbst ein Ast des Riegerbaches, der aus der von Millstatt an innegehabten Richtung NO plötzlich nach NW schwenkt, scheint noch diese Störung zu benutzen. — Aber in der Geländeformung der näheren Umgebung tritt auch eine dazu beinahe senkrecht stehende Flucht von Bruchverstellungen in Erscheinung; so verrät der scharfe Talfurchenknicke zwischen Millstätter-See-Ende beim Seefischer über Döbriach bis Radenthein eine NO streichende Bruchlinie, und zu ihr parallel laufen die Pöllandbachstörung (SCHWINNER) und Riegerbachstörung (ANGEL), beide von der Millstätter Gegend her in den Gebirgskörper einschneidend. So grenzt sich ein engerer Lagerstättenraum durch Bruchstörungen ab, der die Form eines auf die Spitze gestellten Quadrates hat, und markiert wird durch die Spitzenpunkte Nöringsattel—Millstatt—See-Ende bei Döbriach—Radenthein—Nöringsattel. Über diesen Raum in den folgenden Erörterungen hinauszugehen, wird nur wenig Anlaß sein. Von kleineren Bruchstörungen, die speziell diesen Raum betreffen, wird noch die Rede sein.

Die Gesteinswelt, zunächst unter Ausschluß des Magnesituges betrachtet, läßt sich nach SCHWINNER (11, S. 334—347) auf zwei Großeinheiten aufgliedern: Millstätter Seengebirge und Radentheiner Gebirge. — Das Millstätter Seengebirge tritt mit Schiefergneisen und einem sehr bezeichnenden reichlich pegmatitdurchzogenen Niveau als W—O streichender Südrahmen an den Lagerstättenbereich heran. Im Süden gehört jenseits der Radenthein—Döbriacher Talfurche die imposante Masse des Mirnock

(2104 m) dazu; im Norden dieser Furche streicht mit wechselnd steilem, überwiegendem Nordeinfallen gleich über den Radentheiner Werksanlagen das Pegmatit-Niveau durch; es fällt unter das Radentheiner Gebirge. Dieses selber enthält Komplexe, die von SCHWINNER wiederum zweigeteilt wurden, nämlich in die Radentheiner Glimmerschiefer und in die Serie der Friedröf-Gneisquarzite. Letztere treten im Flügel NO der Globatschstörung hart an den engeren Lagerstättenbereich heran, es ist der Abschnitt Stilleck, Rabenkopf, Schwarzwald. — Gegen SO bleibt diese Serie ostwärts des Kaningbaches. Dieselbe Serie ist aber vertreten um den Kampelnock herum und gegen die Millstätter Hütte hin, also am oberen Riegerbach. Der übrige Lagerstättenbereich ist von den Radentheiner Glimmerschiefern und ihren Einlagerungen eingenommen, die nach SCHWINNER darunter liegen. Am Laufenger Rücken schwebt noch eine seichte Deckscholle davon. — Die größte Komplikation im Baubereich ist jedoch die Einschaltung des Lagerstättenzuges mit seinen Magnesiten, Dolomiten, Kalksteinen usw., die einer tektonischen Fuge zwischen zwei Serienpaketen der Radentheiner Glimmerschiefer folgte, und wegen des Mitgehens eines mesozoischen, vermutlich triadischen Dolomits, alpidische Tektonik bedeutet. Wie PETRASCHECK (8) zeigte, stellt sich ein ähnliches Bauverhältnis auf der Linie Wöllaner Nock—Kleinkirchheim—St. Oswald und weiter nach N zum Peitler Nock ein, wo ebenfalls Trias-Dolomit eine wichtige tektonische Fuge markiert (Gurktaler Phyllite über Hochkristallin). Das ist 12–13 km östlich von hier. Auch im Bereich dieser Linie gibt es Magnesite, von welchen jene von St. Oswald noch einmal erwähnt werden. — Der Radentheiner Lagerstättenzug zeigt, soweit aufgeschlossen, im Hauptteil die Form einer Antiklinale mit nordfallender Achse; man sieht von ihr zu wenig, um genau sagen zu können, was mit ihren Flügeln geschieht. Aber im Süden ist ein löffelspitzähnliches Ende abgerissen, das auf der Kreuzhöhe studiert werden kann, und dieses Stück hebt nach Süden aus. Daraus kann geschlossen werden, daß es sich im Ganzen um eine kompliziertere Muldenform größeren Maßstabes handelt, von der im Hauptkörper bloß eine antiklinale Teilform aufgeschlossen sichtbar ist, und daß also — obgleich ihre Teufe bergmännisch in ansehnlichem Ausmaß gesichert ist — auf eine noch um sehr viel größere Teufe gegenwärtig noch nicht geschlossen werden kann.

### Gesteinskunde und Aufbau der unterschiedenen Einheiten

#### 1. Die Gesteine aus der Serie der Friedröf-Gneisquarzite im Lagerstättenbereich

Hauptgesteine sind neben mittel- bis feinkörnigen hellen Granatglimmerschiefern die dunklen, oft paragneisähnlichen Biotit-Granatglimmerschiefer mittlerer Körnung, welche ein von Oligoklasen durchspicktes Gewebe aus vornehmlich Quarz und Biotit

zeigen, an dem Muskowit wechselnden, aber nicht herrschenden Anteil hat und in welchem stets auch kleine, gerundete Granaten vorkommen. Sie haben Lagen, in welchen Quarz herrschend wird, so daß Granat-Biotit-Quarzite kleinen Kornes zustandekommen. Im Kartenbereich treten darin Einschaltungen von geringen Ausmaßen auf, z. B. im Profil Nöringsattel—Rabenköpfl—Stileck mehrere Züge von dunklen mittelkörnigen bis feinkörnigen Amphiboliten aus gemeiner grüner Hornblende und Oligoklas, gelegentlich etwas Biotit, wenig Granat, einige kurze und schmale Züge davon auch zwischen Langanderle-Alm und Schwarzwaldkuppe. Im erstgenannten Profil steckt zwischen den untersten Amphiboliten eine schmale gneisige Granodioritlamelle und am Kamm Rabenkopf—Stileck auch eine Para-Biotitgneisbank. Über die Schwarzwaldkuppe laufen zwei Mikroklin-Augengneisbänke. Von diesen Einlagerungen hält keine lang im Streichen an. Sehr ähnlichen Aufbau haben die übrigen Areale dieser Serie um den Kampelnock und die Scholle am Laufenberggrücken. Im Schwarzwald—Stileck-Bereich herrscht steiles NO- bis NNO-Fallen; um den Kampelnock wechselt das Einfallen wie um eine Kuppel, am Laufenberggrücken pendelt das Fallen, das i. a. steil N gerichtet ist, etwas nach W, oder etwas nach O. Der Mineralfazies nach hat man es mit II. Streßzonenstufe zu tun, der Gesteinsgesellschaft nach mit einer Serie, die sich im (steirischen) Stubalm-Gleinalm-Gebirge zwischen sogenannter unterer und oberer Gleinalmhülle um die Rappoldserie bereichert, und man würde sie nach Ausschaltung der Rappoldglimmerschiefer-typen in die untere Gleinalmhülle stellen, die hier wie dort zu kennzeichnen ist durch eine Gesellschaft aus hellen Granatglimmerschiefern, Augengneis, Amphiboliten, ohne wesentliche Marmor-beteiligung, wohl aber mit glimmerquarzitischen Lagen. Das Massenverhältnis der Glieder ist nicht dasselbe wie dort, auch fehlen ultrabasitische Einschaltungen (Serpentinite und Antigorite), sonst aber sind die Gesteinstypen dieselben.

## 2. Die Radentheiner Glimmerschiefergruppe

Diese Gruppe ist an sich und durch ihre Einlagerungen viel mannigfaltiger. Sie läßt eine Parallelisierung ihrer Abteilungen sowohl mit unterer, als auch mit oberer Gleinalmhülle zu. Die untere Gleinalmhülle streicht mit drei mächtigen Amphibolitzügen von Obermillstatt über den Matzelsdorfer Berg (1615 m) und die Laufenberger Schlucht bis Radenthein, fällt steil bis mittelsteil nach N, pendelt örtlich, und enthält vom Kontakt mit dem gegen Süden abschließenden Pegmatitniveau ab wiederum hauptsächlich helle Granatglimmerschiefer mittleren Kornes; zwischen mittlerem und nördlichem Amphibolitzug auch schwächige, nicht weit anhaltende Marmorbänke. Im Ostteil erlaubten die Aufschlußverhältnisse eine reichere Gliederung als sonst und hier lohnt sich auch eine Begehung. Wiederholt tauchen Bänke von Staurolith-

Rhätizit-Granatglimmerschiefer auf, die an diesen Porphyroblasten reich sind; ihr Grundgewebe besteht aus Quarz und Muskowit, Biotit kommt nur untergeordnet dazu. In den höheren Niveaus dieses Schichtstoßes, auf der Linie Pontasch (Laufenberger Kessel) bis über Eder nach Ost trifft man lang anhaltende dünne Bänke von graphitreichen Quarziten bis Glimmerschiefern und vereinzelt — nahe Eder —, neben den gewöhnlichen Staurolith-Rhätizit-Granatglimmerschiefern, auch eine kleine Linse von hier kleiner körnigem Radentheinit, bestehend aus hellblauem Cyanit, rotem Granat, tiefbraunem Biotit und wechselnd, aber nie herrschend, Quarz. Darüber folgt ein Wechsel normaler Granatglimmerschiefer und Granatphyllite mit Bänken von Graphitquarziten, einem schwächtigen Amphibolit und wieder den Granat-Staurolith-Rhätizit-Glimmerschiefern.

Im Bereich von Zödl bis gegen den Nöringsattel kommt nun die reich gegliederte Serie mit Marmoren, die der oberen Gleinalmhülle entspricht. Diese Marmorzüge hat A. AWERZGER in den Jahren nach 1945 erkundet, sie waren vorher nur im SO-Zipfel nahe Radenthein bekannt, aber auch dort nur unvollständig. Es ist kein Zweifel, daß sie auf lange Strecken durchstreichen, wenn sie überhaupt Unterbrechungen haben. Interessant ist das streckenweise Mitstreichen von Dolomittafeln. Recht spärlich werden sie begleitet von Paraamphiboliten z. T. in Garbenschieferform. Auch graphitisch pigmentierte (abfärbende) Quarzite bis Glimmerquarzite gehen streckenweise mit. Der dritte, nordöstlichste Marmorzug hat an seinem Südennde über Zödl die interessante Vergesellschaftung Dolomit-Marmor-Graphitquarzit-Granatglimmerschiefer und Disthen-Granat-Biotit-Glimmerschiefer, welch letztgenanntes Gestein vom „Granatstollen von Laufenberg“ bekannt geworden ist. Hier wurde der Granat (Almandin) abgebaut. — Der Bestand dieser Serie ist auch mit den (steirischen) Bretsteinzügen vergleichbar. Die darin vorkommenden Dolomite, z. T. feinkörnige Dolomitmarmore, halten wir nicht für jüngere Einschaltungen, sondern zum Serienbestand gehörig. Je mehr man sich mit dieser Serie dem Talwinkel des Magnesitbergbaues nähert, desto mehr rücken die Marmorzüge zusammen, dagegen divergieren sie etwa 4 km nach SO, hernach streichen die beiden oberen parallel weiter gegen den Kaningbach, der untere keilt anscheinend etwa nach 7 km Streichen vor dem Laufenberggrücken aus. Handelt es sich schon hier um ein Schuppenpaket von altem Stil (man kann es wie in der Gleinalmhülle auf altpaläozoische Schiefer und eine ebensolche Kalk-Dolomitserie beziehen, die variskisch zweitstufig metamorphosierten), so zeigt sich zwischen Lammersdorfer Berg und Laufenberggrücken in der Westhälfte dieses Profils eine wesentlich gleich organisierte, in eine steile Antikline gepreßte Schuppe, die am Westrand der Laufenbergschuppe auftaucht, steil West fällt, umbiegt und gegen Westen, gegen den Lagerstättenzug zu, steil Ost einfällt und damit unter das früher beschriebene lange Marmorschuppenpaket zu lie-

gen kommt. Kurzstreckig aufgeschlossen erscheint ein Kalkmarmorhorizont mit einer Dolomitrandbank, ein Dolomitmarmor und zwei Hornblendegarbenschiefer mit glimmerquarzitischem bis glimmerschiefrigem Grundgewebe, also sichere Paraamphibolite. — Über den Lammersdorfer Berg selber verläuft ein im S und N durch lokale Störungen abgeschnittener Amphibolit, der zwar nicht garbenschiefbrig aussieht, ausgenommen einige wenige Stücke, der aber im Ganzen wahrscheinlich auch ein Paraamphibolit ist. Begleitung durch einen Antigoritkörper oder Peridotit würde die Frage sofort entscheiden; auch wenn sich, wie im Gleinalmgebiet, eine ursprüngliche magmatische Differentiation abbildete, wäre der Entscheid erleichtert. Das fehlt aber hier. Die Marmor- und Hornblendegarbenschieferbegleitung in dieser Serie spricht sowohl nach Gleinalmerfahrungen, als nach jener mit Bretsteinzügen, für die Paranatur dieses Amphibolites am Lammersdorfer Berg. — Wenn man sich aber diese Folge durchsieht, und damit jene untere Serie, die der unteren Gleinalmhülle vergleichbar ist und nördlich von Werk Radenthein durchstreicht, so fehlen zwar Ultrabasite, aber im Verlauf der mächtigen, langen Amphibolitzüge sieht man im Streichen von Obermillstatt bis Radenthein doch manchenorts eine Gesteinsvariation, die sich als Abbild einer vormetamorphen, magmatischen Differentiation gabbroider Gesteine erklären läßt wie in der Gleinalm, wo dies auch chemisch belegt wurde; und, da auch die Gesteinsgesellschaft übereinstimmt, darf man diese Amphibolite wohl als Orthoamphibolite ansehen. — Die eben besprochenen Gesteine der oberen Gleinalmhülle — also die mit den Marmoren und Paraamphiboliten — sind in ein wenig auffälliges Glimmerschieferniveau gebettet, welches Übergänge zu Quarziten und Glimmerquarziten zeigt; ob auch Plagioklasschiefer dabei sind — wie auf der Gleinalm — ist noch unbekannt. In den Glimmerschiefern stellt sich häufig mittelgroßer Granat in lockeren oder dichteren Kornschwärmen porphyroblastisch ein, mikroskopisch kann nicht selten auch etwas Staurolith gefunden werden, Biotit tritt gegenüber Muskowit zurück. Nähert man sich aber dem Magnesitzug, so wird, just nahe seinem West- und Ostkontakt, zweierlei sichtbar: Eine mächtige Zone von Diaphthoriten und eine Zunahme der Porphyroblastengröße, namentlich und ganz offensichtlich besonders im Millstätter-Alm-Körper, der hier unter den Lagerstättenzug gehört und R. SCHWINNER (11; 12) veranlaßte, die Millstätter Alpe als „Kristalltreibhaus“ zu bezeichnen. Und damit sollen nun die Gesteine dieses Körpers, der sich mit Prachtproben schon in den hohen Abraumetagen der Lagerstätte manifestiert, vorgeführt werden. — In dem genannten Körper wurden zuständige Marmore im Lagerstättenbereich nicht aufgefunden. Auch Amphibolite, die als Orthoformen angesehen werden können, sind erst in der Kammregion deutlich sichtbar, wo sich zu ihnen auch ein kleines granodioritähnliches Pargneisvorkommen gesellt und der Amphibolit z. T. biotitisiert wird. Ansonst sieht man

bloß ein ausgedehntes überaus reiches Feld mit ausgewitterten Granaten (der Almandingruppe) vor sich, das von den meist rund begrenzten Großkörnern oder auch scharfen (110) so dicht beschickt wird, daß der Felsgrund davon bedeckt, der Rasen ganz durchsetzt ist. Diese Körner werden schwarmweise mehrere Zentimeter groß. Sie stellen das Hauptelement im Aufbau der Schiefer dar und sind im Gestein bloß umwickelt von einem Muskowit-Quarzgewebe bald mit, bald ohne Biotit, als ob nur ihre Isolierung beabsichtigt wäre. Auf den Höhen übertäubt die „Granatbefreiung“ durch Verwitterung alle Einsicht, in die Variation des Gesteinstypus oder der Gesteine. Da kommen die Abraumetagen bergseitig hinter dem Lagerstättenzug zu Hilfe und erschließen laufend die merkwürdige, grobsprossige Gesteinswelt. In diesem Raum und der Karmulde darüber — dem Grönn (= Gerinne) — fallen zunächst die Hornblendegarbenschiefer auf, die dezimeterlange und mehrere Zentimeter dick werdende Porphyroblasten einer grünen Hornblende aufweisen, paragenetisch ähnlich jenen überaus tonerdereichen, die P. NIGGLI vom Gotthard beschrieben hat. Die Klärung ihres kristallochemischen Aufbaues wäre sehr interessant. Diese Hornblendegarbenschiefer haben ein Grundgewebe, das Quarz und Muskowit erkennen läßt, und bald quarzitisches, bald glimmerschiefrig auftritt. Ein ebenfalls großwüchsiger Granat der Almandingruppe siedelt manchmal ein, manchmal bleibt er aus. Mit diesen Hornblendegarbenschiefen gehen strukturell weniger auffällige Hornblende-Granatglimmerschiefer oder Hornblende-Granatglimmerquarzite. Die ganze Gruppe gehört zu den Paramphiboliten, die demnach hier sehenswert vertreten sind (E. 16 bis 26). — Mannigfaltiger sind indes aber die Glimmerschiefer, die sich gerade um den engeren Lagerstättenbereich in ihrer ganzen Variationsmöglichkeit zeigen, wobei einige besondere Typen aufscheinen und besonders benannt zu werden verdienen. Von den gewöhnlichen Granatglimmerschiefern und Granatphylliten, die sich auch unauffällig, aber immer grobsprossig einschalten, soll weiter nicht die Rede sein. Aber der schon oben geschilderte Typus mit dem extremen Granatreichtum und extremer Grobsprossigkeit dabei, stellt doch auch chemisch eine Besonderheit dar. Während sich nämlich gewöhnliche Granatglimmerschiefer und Granatphyllite chemisch noch so gut mit dem chemischen Aufbau von Tongesteinen vergleichen lassen, daß man darauf eine Unterscheidungsmöglichkeit primären Ortho- und Paramaterials methodisch aufbauen konnte, geht dies nicht mehr, wenn Stoffverschiebungen jene Extremisierung im Kornbestand herbeiführen, wie sie hier offensichtlich vorliegt. ANGEL bringt daher für derartige Granatglimmerschiefer die Bezeichnung „Grönnit“ (Lokalname, bezieht sich auf das prägnante Auftreten dieser Formen im und unter dem Grönn [= Gerinne]) in Vorschlag. Mit den Grönniten gehen Formen, die auch unauffällig etwas Staurolith führen; im Grundgewebe herrschen Quarz und Muskowit, Biotit beteiligt sich nur

wechselnd. — Es gibt unter Ausfall der Quarzbeteiligung auch Lagen mit unbedingter Muskowitherrschaft im Grundgewebe, das sind dann die phyllitischen Grönnite. Ferner das Gegenstück mit Quarzvorherrschaft im Grundgewebe: quarzistische Grönnite. Dann tritt hier eine Form dazu, in welcher sich neben Granat auch groß- aber dünnblättriger Biotit am Porphyroblastenaufbau beteiligt. Im Grundgewebe herrschen wellig-flachgekrümmte Muskowitpakete. Die graue, mildschimmernde Farbe des Grundgewebes, in dem auch Quarz wechselnd vertreten ist, hat seine Ursache mindestens nicht zur Gänze einer Graphitdurchstäubung zu danken, sondern auch einem kleinsttafeligen Eisenerz (z. T. Ilmenit). Dieser Typus beherrscht in den Wölzer Tauern weite Flächen und ANGEL nannte ihn schon vor Jahren Wölzer Typus der Biotitgranatglimmerschiefer und -Granatphyllite. Sie sind bei weitem weniger extremisiert als die Glieder der Grönnitgruppe. Daran schließen sich diaphthoritische Formen, in welchen der Granat bis auf Reste chloritumrindet wird, und solche, wo Chlorit (z. T. als Mg-Prochlorit erkannt) den Granat völlig pseudomorphosiert. Die Pseudomorphosen bleiben fallweise formintakt; häufig sind sie aber zu pflaumengroßen ellipsoidischen Knäueln verformt, in Spindelform umgeprägt oder zu Blätterpaketen ausgewalzt; dabei geht auch eventuell früher anwesender Biotit in Chlorit über und der Volldiaphthorit eines solchen Granatglimmerschiefers ist kaum noch als solcher zu erkennen. — Im Bereich über Spitzkofel findet sich in ausgezeichneten Mustern ein Grönnit, dessen Granaten regelmäßig weiße Quarzkornhöfe von einigen Millimetern Stärke haben. Zur Frage, was dies bedeuten kann, äußert a) STILLWELL: Diffusion von Ionen wirkte im Festzustand. Der keimende Granat leerte seinen Kristallisationshof von allen, zu seinem Aufbau nötigen Ionen und zurück blieb ein Quarzpflaster, das nunmehr den Hof um den Granaten darstellt. — Die Dimensionierung könnte stimmen, denn es handelt sich bloß um kurze Wanderstrecken. — b) Nach ESKOLA, TURNER u. a. wächst — wie andere Porphyroblasten auch wachsen — Granat gemäß Konkretionsprinzip und Anreicherungsprinzip stabilster Phasen. Auch darnach soll ein Hof von beschränkter Reichweite ausgeleert werden für den Porphyroblastenaufbau, aber vermittels wässriger Lösungen. — c) P. NIGGLI beschrieb erscheinungsgemäß entsprechende Quarzkornhöfe um Chloritoidporphyroblasten (Nadels, Garvera) als Zerrungsraumfüllungen seitens Quarz. Tatsächlich ist das Hofkorn größer als jenes des Grundgewebquarzes und die Hofstreckung in „s“ unterstützt die Ansicht ebenfalls. — Der Granat mit seiner hohen Dichte ist ein raumsparendes Mineral und auch daraus ergibt sich die Möglichkeit der Quarzeinfuhr in seinen Kristallisationshof. — Angesichts der vielen diaphthoritischen Formen des Bereichs der Lagerstätte fällt immer wieder auf, wie hier eisenreiche Mineralien (Almandine, Biotit) durch eisenärmere (Chlorite) ersetzt werden. Die unverletzten Gesteine gehören in die

II. Stresszonenstufe; die diaphthorisierten in die I. Zwischen beiden liegt eine Durchbewegung. Im Diaphthorit findet man keine Kornsorten, welche viel Eisen in den Kristallaufbau aufnehmen; also muß es wohl gelöst und weggeführt, sodann fernab deponiert worden sein. Es ist sicher, daß dieses Fe nicht vom Magnesit aufgenommen wird, denn der hat in der Lagerstätte durchgehends bloß 2,5–3,5 Mol. %  $\text{FeCO}_3$ ; und selbst in den Diaphthorit im wahren Hangend eingewanderter Magnesit, der dort am mechanischen Kontakt ausgequetscht erscheint, hat nicht mehr Fe als sonst im Lager. Also ist das abgespaltene Fe weiter weg gewandert.

Eine ganz merkwürdige, ausgefallene Gesteinsform ist der Radentheinit (ANGEL), ein sehr grobkörniges Gemenge von blaugrauem bis hellblauem Disthen, großen roten Almandinen und großblättrigem Biotit. Es kann Quarz in wechselnden Beträgen dazutreten, herrschend wird er nicht. Auch dieses Gestein ist ein Fall auffälliger Extremisierung. Auch dieses Gestein unterliegt örtlich der Diaphthorose, besonders an beiden Kontakten der Magnesitlagerstätte. Gerät der Radentheinit auf tektonischem Weg in abgerissenen Blättern und Schollen in den Magnesitkörper hinein, dann beobachtet man, daß er umgesetzt wird, wobei viel Glimmer verschwindet, ebenso Quarz, der Granat wurde in einzelnen Knollen wiederholt im Magnesit aufgefunden, der Disthen verfärbt sich aus türkisblau auf blaugrün, so daß er mit Strahlstein verwechselt werden kann, oder er wird taubengrau-mißfarbig und serizitisiert (häufig im Bereich des Spitzkofellagers und am Südende von Zwischenlager). Die Radentheinite tauchen bis auf den Lammersdorfer Berg immer wieder in Fetzen auf und werden von einem Quarzganggeflecht mit einem Hauptquarzgang begleitet, der, sowie auch Adern des Geflechts, an verschiedenen Orten, z. B. hinter dem Hauptlager in den Wänden, auf der Obermillstätter Alm, am Lammersdorfer Berg, denselben Cyanit führt, der oft sehr große, türkisblaue, gleichförmig durchgefärbte Kristalle in dicker Stengelform bildet oder auch hellfarbigere Stengel mit kornblumenblauen Kernen. Diese Quarz-Disthen-Phlebite können als venitische Ausfuhren aus den Radentheiniten verstanden werden. Die erwähnten Glimmerschieferformen und Verwandten gehören serienmäßig in die untere Gleinalmhülle; die Paraamphibolite haben in dem Niveau nahe der Lagerstätte eine verhältnismäßig tiefe Lage und gehören in den Marmorbereichen schon zur Gesellschaft der oberen Gleinalmhülle.

### Geschichte, Gesteine und Aufbau des Magnesitzuges

Es ist für die Orientierung im Lagerstättenbereich im engeren Sinn gut, sich mit folgendem vertraut zu machen: Noch um 1904 war das Vorkommen von Magnesit in diesem Gebiet unbekannt. Wahrscheinlich war Josef HÖRHAGER (2; 3) der erste Fachmann,

der davon Kenntnis erhielt und 1907 sehen wir ihn als ersten Direktor des Werkes Radenthein bei der Erschließung der Lagerstätte tätig. Ein Jahr brauchten die Aufschluß- und Vorrichtungsarbeiten, sowie die Errichtung der Anlagen und der Seilbahn mit ihren 7,1 Kilometer Länge. Bis 1909 baute man auf der „Scheibe“ NW vom heutigen Bremsberg I zunächst in einem Rollfeld, und die Etagen dieses Abbaues stiegen bis auf Etage 13 (1624 m) an, das ist die heutige Haupt-Förderetage. Bald mußte man hangwärts höher empor und stieß dabei auf das „Hauptlager“ (H in der Karte, Beilage 9), das zuerst für anstehend gehalten wurde. In seiner ursprünglichen Form besaß es 340 m Länge, 125 m mittlere Breite, 27 m durchschnittliche wahre Mächtigkeit, bei stellenweise 60 m Saigerteufe. Der Lagerstätteninhalt wurde mit 4 Mill. Tonnen bemessen, und bis 1923 förderte man ausschließlich aus diesem Lager.

Nun war aber in 700 m NW vom Hauptlager ein Magnesitpalfen im Wald bemerkt worden, der „Spitzkofel“; die seit 1920 durchgeführten Untersuchungen um den Palfen ließen auf ein weiteres, bedeutendes Magnesitlager schließen, das sich als eine mit 70° bergwärts fallende Platte darstellte. So ergab sich der Lagerteil „Spitzkofel-Lager“, von dem zunächst mit einer Teufe von 24 m bester Magnesit bekannt wurde. Nun suchte man eine Verbindung zwischen Spitzkofel- und Hauptlager. Obertags boten sich dafür keine Anhaltspunkte; aber die bergmännische Untersuchung führte dennoch zur Entdeckung eines neuen, an „Spitzkofel“ im Süden anschließendes Lagerstättenstück, das „Zwischenlager“ genannt wurde. (Vgl. Z und Sp in der Karte, Beilage 9). Wenngleich das Hauptlager nicht die streichende Fortsetzung des Spitzkofel- und Zwischenlagerzuges war, so hatte man nun doch rund 1100 m Abbaufront gewonnen, und rund 750 m Länge bot der bisher erschlossene Lagerstättenzug. Im Spitzkofellager und im Zwischenlager hat man eine Riesenplatte vor sich, die durchschnittlich 50 m Mächtigkeit besitzt und bis zu einer Teufe von 300 m durch Tiefbohrungen im Bereich des Grundgleisstollens erschlossen ist. Dieser Stollen mündet vor der Seilbahnkopfstation und vor der Basis des Bremsberges I in 1506 m Seehöhe. Der tiefste durch die Bohrungen erschlossene Punkt im Magnesit (vgl. Beilage 10, oben) liegt noch tiefer als die Werkskantine! Die Länge des Spitzkofellagers ist 360 m, jene des Zwischenlagers 390 m. Man sieht wohl, daß die Mächtigkeit des Zwischenlagers gegenüber dem Spitzkofellager etwas abnimmt. — Diesem steilstehenden Plattenzug gegenüber ist das Hauptlager ein Körper von Muldenform (vgl. Beilage 10, unten). Durchschreitet man Spitzkofel oder Zwischenlager an irgend einer Stelle von W nach O, so hat man prinzipiell immer dieselbe Bauordnung vor Gesicht: Die Lagerstätte schließt mit einer gestriemten Harnischwand gegen die Schiefer der Millstätter Alpe ab; am Kontakt sieht man eine mehrere Meter breite, verletzte Schiefermylonitmasse, erst etwas weiter weg von dieser so stark betonten Bewegungsfläche kann man noch gesunde, wenn auch diaphthoritische Gesteine beobachten, die zur

Grönit- oder zur Wölzer Typus-Gruppe der Glimmerschiefer gehören; ehemals drangen selbst Radentheinit-Schollen bis hierher vor. Nach Osten schreitend, bewegt man sich durch eine Zone von zunächst sehr hellen, fast weißen, groben Magnesiten, welche noch örtlich kleine Überreste des metasomatierten hellgrauen, dem Grazer Schloßbergdolomit sehr ähnlichen Dolomits enthalten; mitunter gibt es auch Einlagerungen von blauem Dolomit, und dieser wird von einem Magnesit resorbiert, der dann auch schon dunkler, etwa grau erscheint. Noch weiter im Osten schließt eine Zone pinolit-ähnlicher und pinolitischer Magnesite an, die Reste eines blauschwarzen, graphitisch tief pigmentierten Dolomites bergen, außerdem von schwarzen Tonschiefern begleitet werden, in die Magnesit-Pignolien einsprossen. So geht es bis direkt an den Ostkontakt, wo sich örtlich noch Fetzen eines feinsandigen, braungrauen Grauwackenschiefers finden. — Dann folgt wieder ein Bewegungskontakt erster Ordnung: Unter sehr spitzem Winkel treten an die Magnesitkontakte heran Radentheinite und Grönnite, in mylonitisierendem bis diaphthoritisierendem Zustande, und stellenweise, namentlich gegen N, ist die Diaphthorit-Zone viele Meter mächtig aufgeschlossen. Gegen das Südende des Zwischenlagers sieht man ein neues Element hinzutreten: einen zuerst schwächtigen, gegen S an Mächtigkeit gewinnenden, hellgrauen, dichten und sehr zerlegten Dolomit, der sich habituell unterscheidet von den Dolomitresten im Magnesit sowohl als auch von den Dolomitmarmoren und Halbarmoren, welche die Kalkmarmorzüge begleiten. Dieser Dolomit, dessen tektonischer Zustand und petrographischer Habitus ihn so fremd erscheinen läßt, und der mit den östlichen Randdiaphthoriten mitgeht, der auch an keiner Stelle Magnesit führt oder magnesitisiert ist, stellt sehr wahrscheinlich ein jüngeres, an der tektonischen Fuge eingebautes Element dar, das ins Mesozoikum, vielleicht in die Trias zu verweisen ist. In die Karte wurde er nicht gesondert eingetragen, sondern mit dem Lagerstättenzug als Ostrand in einem zusammengezogen. Der Aufbau der obertägig in den Berg fallenden Lagerteile wird noch durch strichweisen Einbau arg mitgenommener Schieferschollen kompliziert, die zwar der Masse nach unbedeutend sind, aber für die Tektonik des Zuges Bedeutung haben.

Demgegenüber erscheint das Hauptlager als ein Trümmerhaufen, der zwar alle Gesteinselemente von Spitzkofel-Zwischenlager enthält, auch die Schieferpartien, aber nicht mehr mit dem strengen Aufbau jener Lager, sondern als Trümmer- und Schollenwerk eine breite, flache Mulde erfüllend (Beilage 10, unten). Der Muldeninhalt ist besonders in den bergseitigen Partien noch in Bewegung hangab, wobei jedoch oberflächennahe Bewegungen, die der Bergbau verursachte, das heutige Bild mitbestimmen. Sucht man die Fortsetzung des stehenden Zuges, so findet man sie westlich hinter dem Hauptlager. Und unter dem Hauptlager, durch einen Hauptuntersuchungstollen aufgeschlossen, steht ein steilfallendes Gebirge mit Marmoren, Dolomiten und Schiefern, ähnlich wie in den vor-

deren 200 m des Grundgleisstollens; erst darüber hinaus schneidet der Stollen die Magnesit bergende Serie an, die ebenfalls sehr steil in den Berg fällt, sich aber gegen den Westkontakt hin bis nahezu zur Saigerstellung aufrichtet und im Felskopf 1810 hinter dem Hauptlager einen mächtigeren Magnesit ausbeißen läßt, während östlich vor ihm eine Serie aus Schiefnern, wechsellagernd mit Dolomiten und Kalkmarmorbänken zeigt, und in den Dolomiten sind Magnesitnester enthalten. Dieses Profil erscheint gegenüber Spitzkofel-Zwischenlager aufgelockerter, daher mächtiger, die Magnesitierung aber weniger durchgreifend, und dort, wo schon Magnesit zu erwarten war, mehr oder minder vertaubt. Indes streicht dieses Paket nun weiter nach Süden bis in den Sattel am Lammersdorfer Berg. Immer wieder findet man die Kette von Magnesitausbissen (vgl. Karte, Beilage 9), und dabei wird das Fallen allmählich auf mehr oder minder steiles Hangwärtsfallen umgestellt. Weiter gegen Süden zu erscheint der Lagerstättenzug zerrissen. Die Ausbisse machen einen Bogen um die Kuppe der Wetterkreuzhöhe, die muldenförmig unterteuft wird. Der Kalk-Dolomitzug ist dort nur örtlich und nesterhaft mit Magnesit besetzt, wie es den heutigen Aufschlüssen und Funden nach scheint. Die Muldenachse fällt nach NNW. Die Kuppenmasse wird durch eine etwa WO laufende Störung vom Lammersdorfer Berg abgeschnitten. Jenseits der Störung findet man aber eine Fortsetzung zumindest des Kalkmarmors, und im Westhang des Lammersdorfer Berges schließlich wieder einen Magnesitaufschluß mit begleitendem Dolomit. Das scheint der Ausbiß eines Magnesitschenkels zu sein, der das Gegenstück zum Magnesitverlauf auf der Ostseite des Berges, zur Lammersdorfer Alm hin, darstellt. Aus der Lagerung (vgl. Karte) folgt, daß hier der Magnesit über den Kamm weg einen Sattel mit etwa SN streichender und nach N fallender Achse macht. Nördlich der Störung an der Wetterkreuzhöhe ist also die Lagerung sattelförmig, der Sattel selber ist über der Kammregion erodiert; südlich dieser Störung ist die Lagerung muldenförmig, und die Mulde hebt nach SSO in die Luft aus.

Kleinere Störungen des Lagerstättenzuges kann man sowohl im Verlauf außerhalb der heutigen Lagerstätte sehen als auch in der Lagerstätte selber (vgl. Karte, Beilage 9). Am Nordende von Spitzkofel ist das jähe Abschneiden des Magnesitkörpers an der Globatsch-Störung zu beobachten, und kleine Ableger davon bedingen wiederholte kleine Schollenverstellungen innerhalb des Spitzkofel-lagers; dazu treten Verstellungen senkrecht zur Hauptstörung, und diagonale Durchscherungen. Markant ist das zu sehen an der an sich unbedeutenden Wildbachstörung zwischen Spitzkofel und Zwischenlager. Letzteres erscheint in gleicher Weise zerlegt, und mittels solcher Flächen am Südende abgeschnitten (eine davon folgt der Globatschstörungsrichtung), die Lagerfortsetzung nach S dann um 23 bis 25 Meter nach W versetzt, und wie solche Versetzungen noch im weiteren Verlauf eintreten, zeigt die Karte. Dazu sei bemerkt, daß

diese Verstellungen auch wohl noch in den östlich durchstreichenden Marmorserien zu spüren sein werden; die bisherigen Aufschlußverhältnisse erlaubten indes noch nicht, sie im Kartenbild festzuhalten.

Noch REDLICH (10, S. 132) erkannte die Beziehung des Hauptlagers zum Lagerstättenzug nicht. A. AWERZGER fand nach 1945, daß das Hauptlager eine Gleitmasse, auf festem Gebirge auf sitzend, ist. Die imposante, tiefe Ausräumung im Bereich der Globatsch-Störung hatte dem Gebirge den Fuß genommen; in den nacheiszeitlich entleerten Raum drückte die Schiefermasse der Millstätter Alpe auf den noch dazu steil stehenden oberen Flügel des Lagerstättenzuges und bog ihn samt Begleitung bis zu einem Niveau gegen Osten um, das im Spitzkofellager etwa 1530 m hoch liegt; sein altes, steiles aber doch schon mehr hangwärts gerichtetes Fallen wurde in bergseitiges verkehrt (Beilage 10, oben). 150 m Teufe hat dieser umgebogene Flügel. Wie Grundgleisstollen und die in ihm niedergebrachten Bohrungen bestätigen, fällt von da ab der Lagerstättenzug in seiner ursprünglichen Anlage hangwärts. — Das hielt das Gebirge aus im Bereich von Spitzkofel und Zwischenlager, obgleich zwischen dem umgebogenen Teil und dem ursprünglich stehenden merkbare Unterschiede im Festigkeitsverhalten sind: Schon im Grundgleisstollen erscheint das Gebirge kompakt. In den oberen Lagerteilen gibt es dagegen ganze Kataklastenstriche, Schollenlockerungen u. dgl. Südlich von Spitzkofel hielt der Lagerstättenzug, hoch aufragend, nicht stand; in Form einer Bergzerreißung löste sich von einer gewissen Teufe an die Masse ab und glitt hangwärts gegen Osten. Dabei wurde eine Geländemulde aufgefüllt, durch Tiefenschurf etwas nachgeholfen, und an östlich vorgelagerten Kalkmarmorrippen gestoppt. Von Westen her drückt aber die Gleitmasse, die trotz aller Auflösung in Schollen und Trümmer noch immer etwas von der Ordnung in Spitzkofel-Zwischenlager erkennen läßt, auch heute noch nach, und die Bewegungen sind noch nicht zum Stillstand gekommen.

#### Die Gesteine des Lagerstättenzuges

Es wurden oben bereits verschieden aussehende Magnesite erwähnt und mit verschiedenartiger Muttergesteinsgrundlage in Verbindung gebracht. Die westlichen Teile des Lagerstättenzuges bergen Dolomitrelikte, die man mit Devon parallelisieren kann; die östlichen weisen auf Karbonkalk und ihre graphitischen Begleittonschiefer hin, wie man solche in der Veitsch, im Sunk usw. findet, ebenfalls in metasomatiertem Zustand. Nur ist hier der ehemalige Karbonkalk durch Dolomit vertreten. Das Lagerstättenprofil ist aber keine stratigraphische Folge mehr, sondern durch den Eintritt von Verschuppungen kompliziert, welche besonders durch die Schiefer einschaltungen markiert erscheinen. Diese sind in allen Lagerteilen dieselben: Radentheinifetzen, im Hauptlager noch wohl erhalten, in

Spitzkofel-Zwischenlager nur örtlich unversehrt, vielmehr aber so aufgelöst, daß man ihre Granaten gelegentlich in Magnesit isoliert findet; ihre Disthene und die der begleitenden Disthen-Quarzgänge stecken häufig ebenfalls in metasomatierten, magnesitischen Massen, bilden dort noch blaue Stengel, öfters aber erscheinen sie in Massen als mißfarbig graue Pseudomorphosen von Serizit nach Disthen. Manchmal haben sie grüne Farbe, so daß man sie mit Strahlstein verwechseln kann. — Die schwarzen, graphitischen Tonschiefer zeigen mehrere metasomatische Abwandlungen: Manchenorts (Hauptlager) werden daraus schneeweiße Talkfelse mit Magnesit-Porphyroblasten (10 $\bar{1}1$ ), oder Leuchtenbergitfelse mit feiner Schuppung, oder — wie im Hauptlager und am Spitzkofel-Nordende — Leuchtenbergitschiefer (ehedem Rumpfite genannt) mit großen Phlogopit-Porphyroblasten (mehrere Zentimeter bis etwa 5 cm Durchmesser), und aus ihnen entwickeln sich örtlich bleichgraue Vermiculite. Bemerkenswert ist, daß solche charakteristische Begleitgesteine, wie Radentheinit, der große Quarzdisthengang mit Ablegern, der triadisch erscheinende Randdolomit dem Lagerstättenzug bis zum Lammersdorfer Berg (durch das Schneetal hinauf) folgen, so daß man wohl den ganzen, auch restlichen Zug entlang bei längerer Suche auf sie stoßen wird. Darin dokumentiert sich aber die große Bedeutung des ins Kristallin eingeschalteten Grauwackenstreifens mit den Magnesiten für den Gebirgsbau.

Das Hauptgestein der Lagerstätte, der Magnesit, hat recht durchgehend bloß einen Gehalt von 2,5–3,5 Mol. %  $\text{FeCO}_3$ , ist also einer der eisenarmen Magnesite, auf welcher Basis die Spezial-Magnesitsteine vom Typ Radex A entwickelt werden konnten. Neben den hellen grobkörnigen Formen sind die schönen Pinolitmagnesite bemerkenswert, die z. B. im Hauptlager zu finden sind, aber nicht dort allein. Nach Untersuchungen von F. TROJER (Radenthein), kann man in den Magnesiten Spuren des Werdeganges durch Anschliffstudium beobachten. Es treten Rohmagnesite mit unter 1% CaO auf; man fragt sich, in welcher Form es im Magnesit enthalten ist. Der Anschliff zeigt überaus häufig, daß dieser geringe Kalkgehalt auf Dolomitrestchen zurückzuführen ist, die noch im Kern von Magnesitkristallkörnern zu sehen sind. Also ging dem Magnesit ein Dolomit voraus, der bis auf Reste resorbiert worden ist, und der Kalk ist zumindest nicht zur Gänze in diesem schon so kleinen Betrag eine ins Magnesitgitter isomorph aufgenommene Verunreinigung. Andererseits ist oft wahrzunehmen, daß Magnesitkörner vom Rande her Verdrängung durch Dolomit erfahren, indem sich, von den Zwischenkornfugen ausgehend, vermutlich eine Kalklösung den Magnesit angreifend betätigte und den Magnesitrand auf Dolomit umbaute. Die Allgemeinheit dieser Erfahrungen auf

allen Spatmagnetit-Lagerstätten muß bei deren Genesis und Entwicklungsgeschichte gebührende Berücksichtigung finden. Sie ist auch technisch von großer Bedeutung.

Zusammenfassend ist zu sagen: Die Magnetitlagerstätte auf der Millstätter Alpe gehört einem gut 3 km langen Lagerstättenzug an, der — wie die diaphthoritisierten und mit Bewegungsspuren ausgestatteten Randkontakte, und der auf der Ostseite eingeschaltete Triasdolomit (?) bezeugen — auf einer tektonischen Fuge zwischen zwei sogenannte altkristalline Teilerien (vom Charakter der unteren und oberen Gleinalmhülle) eingeschaltet ist. Die erwähnten Begleitumstände lassen schließen, daß es sich um ein Ergebnis alpidischer Tektonik handelt; die von der Magnetit-Metasomatose ergriffenen Gesteine liegen in dolomitischen Restbeständen vor und weisen teils auf Devon, teils auf Karbon als Unterlage, kurz Paläozoikum, hin. Die eingeklemmte Trias (?) wird nicht metasomatiert. Der paläozoische Komplex enthält außerdem paläozoische Schiefer, die ihn mit Grauwackenkomplexen vergleichbar machen, und altkristalline Einschaltungen, welche den Grauwackenstreifen tektonisch komplex machen, wie das auch in anderen Grauwackenbereichen der Fall ist. Es kann ein Zusammenhang mit den Formen der lokalen Tektonik und der Begegnung mit den Tauern (SO-Vorstoß der Hochalm-Ankogelgruppe, SCHWINNER) gesehen werden. Älter als dieser alpidische Bauplan ist jener, der die Ordnung Seengebirge—Untere Gleinalmhülle—Obere Gleinalmhülle—Priedröfserie erzeugte, und auch in der Schuppentelekttonik der oberen Gleinalmhülle im Bereich Kolonie—Radenthein sichtbar wird. Jünger sind die großen Bruchlinien und das System der kleineren Verstellungen. Allerjüngste Deformation des nördlichen Lagerstättenteiles und die Bergzerreißung, die das Hauptlager erstellte, beides als Auswirkung von Spannung und Drucken im Gebirge, in dessen Körper die Erosion tief eingeschnitten hatte, so seine Gleichgewichtsverhältnisse verändernd und daher neue Gruppierungen einleitend. — In diesen Zusammenhängen sei auch auf ein benachbartes Magnetitlager hingewiesen, St. Oswald bei Kleinkirchheim, von hier 12 bis 13 km Luftlinie nach Osten, im Oswaldgraben. Auch dort liegen Magnetite an einer wichtigen Baulinie der Alpen, die ungefähr SN streicht und Trias einklemmt. Auch dort tritt (Rosenock) Hochkristallin an die tektonische Fuge heran, und es gäbe noch weitere Parallelen. Aus HÖRHAGERS (2) Angaben lassen sich nun die Magnetite gegenüberstellen:

	Radenthein	St. Oswald
SiO <sub>2</sub>	1,6— 2,3	1,8— 6,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,2— 0,3	1,6— 2,0
FeCO <sub>3</sub>	1,8— 2,9	12,0—28,0
MgCO <sub>3</sub>	94,2—96,2	60,6—86,2
CaCO <sub>3</sub>	0,0— 0,8	0,0— 6,8

Die interessierenden Ziffern sind jene, welche die Beteiligung an  $\text{FeCO}_3$  nachweisen. Der Oswalder Magnesit ist gegenüber dem Radentheimer eisenreich zuungunsten des Magnesiums. Das Problem: Unter welchen Umständen werden unsere Spatmagnesite eisenreich, und wann bleiben sie eisenarm, ist nicht allein technisch bedeutungsvoll, es ist auch wissenschaftlich klärungsbedürftig, denn es beherrscht die ganzen Spatmagnesitlagerstätten der Ostalpen.

Im Anschluß folgen noch einige interessante Angaben von der Betriebsseite her, sowie ein kurzer Anhang über die Mineralien der Lagerstätte von H. MEIXNER.

#### Einige interessante Betriebsdaten:

Die Magnesitförderung vom Jahre 1909–1953 zeigt das Diagramm:



Abb. 1: Die Rohmagnesitförderung der Lagerstätte „Millstätteralpe“ vom Jahre 1909 bis 1953

Die heutige Jahresförderung beträgt 300.000 t Rohmagnesit. Die Abraumbewegung vom Jahre 1909–1953 betrug 5,7 Mill. t, die Magnesitförderung im gleichen Zeitraum 5,6 Mill. t. Zusammen ergibt dies in 44 Jahren eine Massenbewegung von 11,3 Mill. t. Würde man bei Berücksichtigung eines Schüttfaktors von 1,7 dieses Material an einem Platz stapeln, so würde es eine Grundfläche von  $2\frac{1}{2}$  ha benötigen und eine Höhe von 300 m erreichen (Höhe des Eiffelturms, vgl. Abbildung S. 118). Die Geleiselänge im Tagbau und

Grubenbau beträgt 13,5 km und der Bereich des Tagbaues und Grubenbaues wird von 11 km Preßluftleitungsnetz durchzogen. Derzeit werden 25–30% der Gesamtförderung aus dem Grubenbau, 70 bis 75% aus dem Tagbau bestritten. Die Seilbahnleistung ist derzeit 60 t/h. Dem Bergbau steht ein Lagerstätteninhalt von 20 Mill. t zur Verfügung. Die Österreichisch-Amerikanische Magnesit A. G., der der Bergbau gehört, beschäftigt in ihren gesamten Werken in Österreich rund 2500 Personen. Der Belegschaft des Magnesitbruches, die in 3–4 bettigen Zimmern untergebracht ist, steht eine modern eingerichtete Werksküche zur Verfügung. Diese versorgt mittags die Belegschaft auch an den entferntesten Arbeitsorten der obersten Etagen mit warmer Mahlzeit. Ferner unterhält das Bergbauunternehmen am Magnesitbruch ein werkeigenes Tonkino mit zwei Programmen je Woche. Ein Sportplatz ist im Entstehen. Für die Kinder der im Magnesitbruch wohnenden Familien wird überdies noch eine Volksschulklasse unterhalten.

## Mineralvorkommen um Radenthein

Von Heinz MEIXNER, Knappenberg

Obwohl die Radentheiner Magnesitlagerstätte seit mehr als 40 Jahren abgebaut wird, ist sie als wissenschaftlich bemerkenswerte Mineralfundstätte erst in den allerletzten Jahren bekannt geworden.

Kärntens neuestes mineralogisches Sammelwerk von BRUNLECHNER (Die Minerale Kärntens, Klagenfurt 1884, S. 92 und 119) zählt aus den „Millstätter Alpen“ Disthen, Granat, Biotit und Staurolith auf und erwähnt „Bei Radenthein (Millstatt) im Talkschiefer Ausscheidungen von grünem, chromhaltigem Talk“. Unter „Radentheinergraben“ wird darin ferner nach HÖFER (Die Mineralien Kärntens, Klagenfurt 1871, S. 15) „braune Zinkblende mit Calcit“ genannt. Es gibt aber um Radenthein keinen Graben dieses Namens und bei HÖFER (l. c., S. 15) ist von einem solchen Funde keine Rede. Dagegen berichtet derselbe Autor (Neue Mineralien vom Hüttenberger Erzberg, Zs. d. Berg- und hüttenmänn. Ver. f. Kärnten, 3., 1871, S. 18): „Im Radentheingraben wurde braune Zinkblende mit Kalkspat gefunden“. Das ist jedoch sicher auf den Ratteingraben bei Hüttenberg zu beziehen!

Die oben genannten Silikate, insbesondere Disthen und Granat — letzteres Mineral ist zeitweise sogar in einem „Granatenbergwerk“ gewonnen worden — aus Granatglimmerschiefern des Lauffenberges bei Radenthein, sind von F. KERN (4) näher untersucht und beschrieben worden.

Im Jahre 1913 erhielt das Kärntner Landesmuseum „Apatit krystallisiert von Kanning bei Radenthein“ (Car. II, 103., 1913, S. 239).

Im Bereich der Magnesitlagerstätte selbst sind erst neuerdings von AWERZGER und ANGEL (1) und von P. WEISS systematische

Beobachtungen gemacht, bzw. Aufsammlungen angestellt worden, vereinzelt ergänzende Funde stammen aus der Sammlung des Kärntner Landesmuseums, ferner von K. MATZ und vom Verfasser.

Kluftkristalle von Magnesit oder Dolomit, wie sie anderen Spatmagnesitlagerstätten eigen sind, fehlen hier noch vollständig. Zu erwähnen sind dafür bis über 2 cm große, scharfkantige grundrhomboedrische Magnesitporphyroblasten (mit etwa 3 Mol. %  $\text{FeCO}_3$ ), die in einem Leuchtenbergitgestein gewachsen sind (z. B. vom Zwischenlager, Oberbaustollen, Abbau Querschlag XVII, Oktober 1950, Fund P. WEISS, vgl. 7, S. 121).

Disthen ist neben Granat und Biotit Hauptbestandteil des von ANGEL (1, S. 94) Radentheinit genannten Gesteins. Die Disthenabart Kyanit ist in manchmal örtlich prachtvoll verschieden blau und zonar gefärbten, stengeligen Aggregaten besonders an Quarzgänge geknüpft, die auch grobspätigen Magnesit, z. T. wiederum mit Kyanit, enthalten, so daß die Bildungsfolge mir noch nicht völlig geklärt erscheint. Der Kyanit ist oft teilweise, manchmal auch ganz in grünlich gefärbte, serizitisch feine Glimmeraggregate umgewandelt, die völlig den im Tauernbereich „Pregrattit“ genannten Pseudomorphosen zu entsprechen scheinen. Auch bis  $3 \times 2$  mm große Rutilsäulen wurden daneben beobachtet (Etage 15, Spitzkofellager-Nordende).

Sehr bemerkenswert war vor einigen Jahren das Auftreten von hellbraunen, teilweise durchsichtigen bis  $1 \times 0,2$  cm großen Turmalin xx (Dravit), bei denen es sich um sechseckige Säulen von  $a(11\bar{2}0)$  mit  $r(10\bar{1}1)$ , bzw.  $r$  und  $o(02\bar{2}1)$  handelte, die in wirrblättrigem Talk auf Etage 13 am Nordende des Spitzkofellagers eingewachsen waren (7, S. 120).

In Leuchtenbergitgesteinen (z. B. wiederum Et. 13 vom Spitzkofel-Nordende oder von der Radentheinitklippe im Hauptlager) kommen gelegentlich bis handgroße, bräunliche Phlogopitafeln vor; z. T. sind sie etwas grünlich verfärbt und haben ihre Elastizität infolge Umwandlung zu Vermiculit verloren. Vor dem Lötrohre schwellen solche Aggregate senkrecht (001) auf das Zehnfache und mehr an (7, S. 120).

Kleine Erzfunde sind aus dem Radentheiner Magnesitbruch bisher nur ganz sporadisch gemeldet worden. Erstaunlicherweise liegen keine Beobachtungen von Pyrit vor.

Schon vor Jahrzehnten hat das Kärntner Landesmuseum pinolitische Magnesitstücke (nach freundl. Mitteilung von Prof. ANGEL dürfte das Material vom Südende des Zwischenlagers stammen) mit roten Anflügen erhalten, die zunächst für Kobaltblüte (Erythrin) gehalten worden sind (5, S. 117). Neufunde solch roter Überzüge von P. WEISS auf Etage 13 vom Nordende des Spitzkofellagers gestatteten die Feststellung, daß dabei Erythrin nicht vorliegen kann, sondern das Mineral als Kobaltcaberit  $[(\text{Co}, \text{Mg})_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}]$  zu bezeichnen ist (6). Die alten Stücke aus dem K. L. M.

ermöglichten dazu den Nachweis von Kobaltglanz (CoAsS) zusammen mit Magnesit als primäre Mutterminerale des Arsenates.

Während das Kobalterz im Magnesit selbst auftritt, sind 1943 von Dipl.-Ing. MATZ anlässlich einer Befahrung mit der Leobner Bergschule auf Etage 17½ im Hauptlager an und für sich geringe Mengen von Kupfer- und Bleierzen mit Milchquarz aufgesammelt worden. Bei den ersteren handelt es sich hauptsächlich um Buntkupfer und etwas Kupferkies in Partien von etwa 2 cm Durchmesser; die Verwitterung führte zur Bildung von Kupferindig und Malachit.

Der sehr grobkörnige, stark angelaufene, in gegen faustgroßen Stücken vorliegende Bleiglanz ist in zerbrochenem Milchquarz abgeschieden worden und hat da alle Hohlräume, darunter auch solche mit trüben Quarz xx ausgefüllt. In Anschliffen wurden in Bleiglanz eingewachsen geringe Mengen von Tetradymit ( $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$ ), Wismutglanz, Fahlerz und einigen noch nicht näher bestimmten Erzen gefunden. Die Verwitterung führte zur spärlichen Entwicklung von Cerussit nach Bleiglanz und eines Wismutockers nach Wismutglanz (z. T. in 5, S. 117).

Wenn es sich auch nur um den wirtschaftlich völlig unbedeutenden Nachweis von Erzspuren innerhalb der Radentheiner Magnesitlagerstätte handelt, so soll doch darauf hingewiesen werden, daß eine möglichst vollständige Erfassung, Untersuchung und Registrierung solcher Funde Material für wissenschaftlich, unter Umständen auch wirtschaftlich wichtige Parallelisierungen liefern kann.

Zum Abschluß sei noch ein Vorkommen erwähnt, das 1943/44 beim Bau des Gemeindelufschuttkellers am Kaningbach in Radenthein aufgeschlossen wurde. In Gängen von Milchquarz-Kalkspat und Chlorit kam derber Kupferkies neben rein oktaedrischen Pyrit xx von bis 4 cm Durchmesser vor (5, S. 117).

Es erscheint mir sicher, daß mit freundlicher Hilfe des Bergbaubetriebes Radenthein die Kenntnis vom Mineralinhalt der Lagerstätte und ihrer Umgebung noch beträchtlich gesteigert werden kann.

#### Zeichenschlüssel und Erläuterungen zur geologisch-petrographischen Karte 1:25.000 (Beilage 9)

Im Lagerstättenbereich bedeutet H = Hauptlager, Z = Zwischenlager, Sp = Spitzkofellager. — P. 2086 heißt Millstätter Alpe, P. 2054 heißt Lammersdorfer Alpe, beides sind Kammerhebungen.

Die Ziffern neben den Signaturmustern der Karte bezeichnen:

##### A. Millstätter Seengebirge.

1. Schiefergneise mit Glimmerschieferlagen.
2. Pegmatite darin.

##### B. Radentheiner Gebirge.

###### I. Serie der Priedröf-Gneisquarzite.

3. Kleinkörnige Granat-Hellglimmerschiefer und Rappold-Typus.
4. Amphibolite (hier Orthoamphibolite).
5. Mikroklin-Augengneise.

## II. Serie der Radentheiner Glimmerschiefer.

6. Grobkörnige Granatglimmerschiefer, Grönnite, Wölzer Typus.
7. Disthen-Stauroolith-Granatglimmerschiefer.
8. Radentheinite.
9. Disthen-Granatphyllite beim Laufenberger Granatstollen.
10. Hornblendegarbenschiefer (Paraamphibolite).
11. Quarzite, graphitisch pigmentiert.
12. Granodioritähnlicher, gefeldspateter Paragneis.
13. Kalkmarmore und Halbmarmore.
14. Dolomitmarmore und Dolomite.
15. Magnesit mit eingeschlossenen Begleitern: Talk- und Leuchtenbergitfelse, schwarze Tonschiefer, sandige Grauwackenschiefer.
  
16. Alluvionen und Schuttkegel der Radentheiner Talfurche.
17. Seriengrenzen.
18. Störungen, Bruchlinien.
19. Seilbahntrasse Bruch—Werk Radenthein.

Vergleicht man den Serienbau mit jener des Gleinalm-Stubalmzuges der Steiermark, so entsprechen Serie A der Koralm, d. h. also einem katazonal metamorphisiertem System. — Serie B kann mit dem mesozonalen System der Gleinalm-Stubalm parallelisiert werden, und zwar die kräftig hervortretende Teilserie mit den langen Marmorzügen zwischen „Kolonie“ und Zödl und ein Zweig, der zwischen Laufenberger Berg und Lammersdorfer Berg durchstreicht, mit der oberen Gleinalmhülle; der Rest ist untere Gleinalmhülle, und zwar in Serie II von oben mit normalem Bestand, in Serie I um die Rappold-Glimmerschiefer vermehrt. Die Serie des Magnesitzuges ist zwischen obere und untere Gleinalmhülle eingefügt.

### Schrifttum:

- (1) Awerzger, A., und F. Angel: Die Magnesitlagerstätte auf der Millstätter Alpe bei Radenthein (Kärnten). Radex-Rundschau, 1948, 91–95. Österr.-Amerikan. Magnesit A. G.
- (2) Hörhager, J.: Über die Bildung alpiner Magnesitlagerstätten und deren Zusammenhang mit Eisensteinlagern. Österr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen, 59., Wien 1911, 222–226.
- (3) Hütter, L., F. Türk u. a.: 40 Jahre Österr.-Amerikan. Magnesit-Aktiengesellschaft Radenthein. Radenthein 1948, 1–48.
- (4) Kern, F.: Über ein Vorkommen des Disthens im Granatglimmerschiefer des Lauffenberges bei Radenthein. Centralbl. f. Min., 1909, 215–219.
- (5) Meixner, H.: Kurzbericht über neue Kärntner Minerale und Mineralfundorte II. Der Karinthin, Folge 6, Aug. 1949, 87–120.
- (6) Meixner, H.: Kobaltcabrerit, ein neues Mineral aus der Magnesitlagerstätte auf der Millstätter Alpe bei Radenthein. Mh. d. N. Jb. f. Min., 1951, 17–19.
- (7) Meixner, H.: Kurzbericht . . . . . VI. Der Karinthin. Folge 17, Jänner 1952, 119–122.
- (8) Petrascheck, W.: Zur Tektonik der alpinen Zentralzone in Kärnten. Verh. d. Geol. B. A., Wien 1927, 151–164.
- (9) Redlich, K. A.: Zwei neue Magnesitvorkommen in Kärnten. Zs. prakt. Geol., 16., 1908, 456–458.
- (10) Redlich, K. A.: Über einige wenig bekannte kristalline Magnesitlagerstätten Österreichs. Jb. d. Geol. B. A., 85., Wien 1935, 101–133, bes. 132–133.
- (11) Schwinner, R.: Der Bau des Gebirges östlich der Lieser. Sitzber. d. Akad. d. Wiss., Math. nat. Kl., I, 136., Wien 1927, 333–382.
- (12) Schwinner, R.: Bericht f. 1938 über Untersuchungen betreffend Kärntnerische Magnesite. Verh. Zweigst. Wien d. Reichsst. f. Bodenforschung. Wien 1939, 1–2.

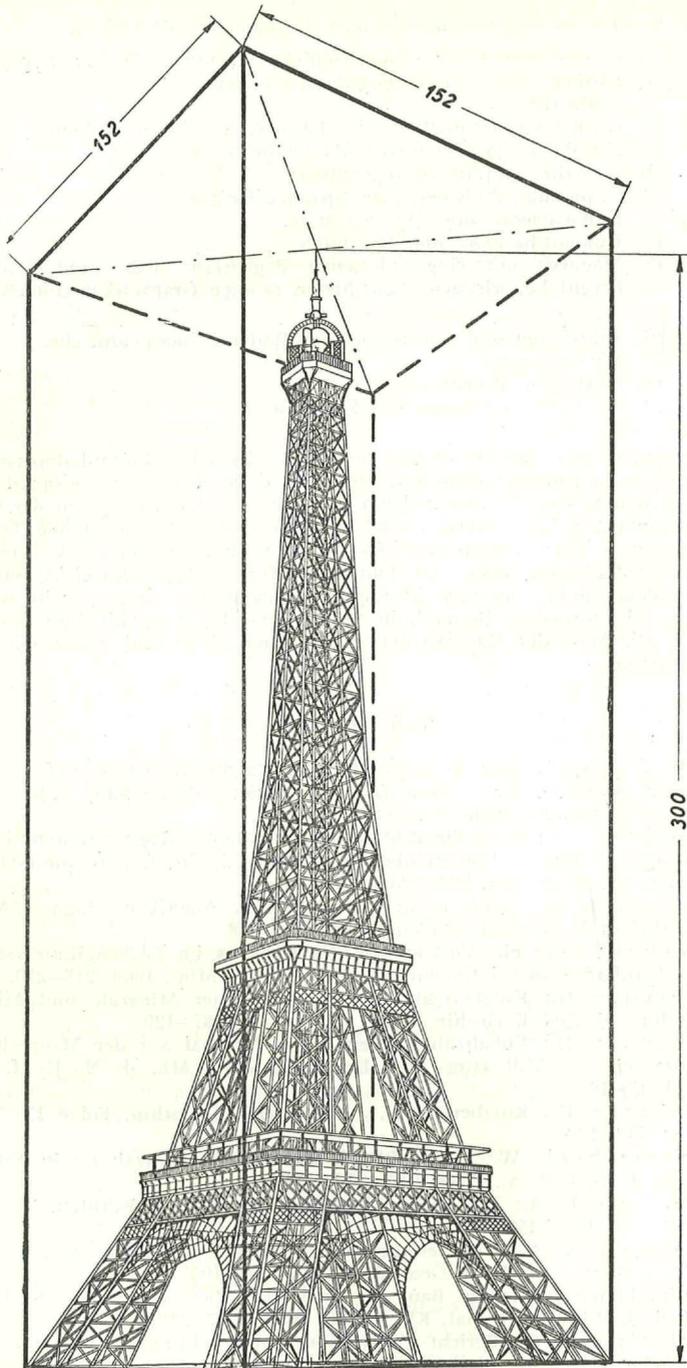


Abb. 2: Massenbewegungen des Abbaues in der Magnesitlagerstätte Millstätter Alpe in 44 Jahren