

## Die Magnesite der Werfener Schichten im Raume Leogang bis Hochfilzen sowie bei Ellmau in Tirol

W. Siegl, Leoben

*(Beschreibung der Magnesite aus dem Werfener Schiefer; ihre Paragenese; ihre teils metasomatische, teils sedimentäre Entstehung; Versuch einer genetischen Verbindung der im Paläozoikum liegenden metasomatischen Spatmagnesite mit jenen im Werfener.)*

*(Description of the magnesites of the Werfener slates; their paragenesis; their partly metasomatic, partly sedimentary origin; attempt to find out a genetic relation between the metasomatic magnesites of the neighbouring deposits in the paleozoic series and the magnesites of the Werfener.)*

*(Description des magnésites des schistes werféniens; leur paragenèse, leur origine en partie métasomatique en partie sédimentaire; essai de trouver des relations génétiques entre les magnésites spathiques des gisements, paléozoïques voisins et ceux dans le werféniens.)*

Zu den Dokumenten zur Geschichte des Magnesites darf man schon den an Hofr. von Hauer gerichteten Brief Dr. C. W. Gumbels (1) vom 10. November 1880 rechnen. In diesem Brief berichtet Gumbel über Zwischenlagerungen von karbonatischen Gesteinen in den Seisser- und Campilerschichten, sowie im Werfener nördlich Ellmau (bei Gumbel Elmen). Diese Gesteine glichen weitgehend dem sogenannten Röthikalk am Tödi. Ihre Analysen ergaben, mit Ausnahme der Karbonate im Werfener, dolomitische Zusammensetzung, während letztere einem etwas eisenhaltigen Magnesit entsprechen. Dieser Magnesit findet sich im oberen Wochenbrunnergraben nach Ellmau in „knolligen Lagen“ in nicht unbeträchtlichen Mengen. Ähnliche Magnesite vermutete Gumbel an mehreren Stellen im Werfener. Aber es dauerte etwa 70 Jahre bis Angel s. Hochfilzen, nahe der Basis des Werfener Schiefers, einen sehr feinkörnigen Magnesit in eckigen Stücken neben Dolomit in einem sandigen Konglomerat fand. Angel identifizierte diesen Magnesit mit jenem der benachbarten Lagerstätte Rettenwandalm, wo der Magnesit ungewöhnlich feinkörnig ausgebildet ist (Typus Rettenwand). Bald danach fand ich in den oberen Werfener Schichten Magnesit in verschiedener Ausbildung. Die Form dieser Bildungen sprach vielfach für Geröll, so daß ich auch diese Magnesite auf die Lagerstättenmagnesite z. T. der Rettenwandalm z. T. des alten Bergbaues auf der Inschlagalm sw. Hütten, beidemale als Typus genommen, zurückführen wollte.

In einer sehr ausführlichen Arbeit nahmen Angel und Trojer 1955 (2) zu meinem kurzen Bericht (Siegl 1953) (3) über Magnesitgerölle in den Werfener Schichten bei Leogang Stellung. Nach den Beobachtungen der beiden Autoren sollen nur die eckigen, feinkörnigen, meist braunen Magnesite (der „Brunnsinkbresche“) von den Lagerstättenmagnesiten des Bürglkopfes (südl. Hochfilzen) abgeleitet und somit als Zeugen der präskytischen metasomatischen Entstehung jener Lagerstätten angesehen werden. Für die von mir im hangenden Werfener gefundenen Magnesite wurde eine davon völlig getrennte, saline Entstehung angenommen.

Wurden nun schon „meine“ Magnesitgerölle in den Werfener Schichten anders gedeutet, so fanden aber auch die Magnesite aus der Werfener Basis keine ungeteilte Anerkennung als Bruchstücke präskytischer Lagerstättenmagnesite. So einfach mir zunächst die Deutung der Magnesite in den Werfener Schichten schien, so zeigte es sich bald, daß die seinerzeitigen Belegstücke nur einen kleinen Ausschnitt aus dem immer verwirrender werdenden Bild dieser Magnesite darstellten.

In den Sommern 1961—1963 durchsuchte ich eingehend die Werfener Schichten im Raume Leogang bei Hochfilzen durchsetzenden Gräben (nördlich der Bahnlinie bis zum Hangenden, südlich derselben bis zum Liegenden) im Hinblick auf das Auftreten von Magnesit, um womöglich das Anstehende derselben zu finden. Begonnen wurde mit dem schon bei Angel und Trojer erwähnten Ullachgraben (Abb. 1, Kartenskizze), der von der Station Rosental (n. v. Leogang) zum Fuß des Birnhornes, dem Hauptgipfel der Leoganger Steinberge führt. Es folgten dann der Reiterbach nächst des Gasthauses zur Brennt (daher auch „Brenntgraben“ genannt), weiters der Hinterrettenbach oder kurz „14er“-Graben, der Station Hütten (Bahnwächterhaus 114).

Der Weißbach fließt zwar nur kurz durch den Bereich des Werfener, doch ergab selbst das kurze Wegstück recht aufschlußreiche Proben. Von der Haltestelle Grieben, zwischen Hütten und Hochfilzen, finden sich die Werfener Schiefer bis Hochfilzen nur mehr südlich der Bahnlinie. Hier wurde der von Grieben nach Süden führende Graben bis zu den Griebener Almen, in deren Bereich das Liegende des Werfeners aufgeschlossen ist, durchsucht.

Im Sommer 1963 erfolgten die Ergänzungsbegehungen im Osten des Arbeitsgebietes (Lettelgraben n. v. Leogang) einerseits und des szt. von Angel bearbeiteten Gebietes andererseits. Es ist dies ein Stück des Tales der Schwarzache (zwischen Wildseeloder und dem Bürglkopf) und praktisch das ganze Tal des etwas südlich vom Gasthof zur „Eisernen Hand“ vom Schwarzachtal gegen den Kleberkopf (westlicher Vorgipfel des Spielberges) zu abzweigenden Spielbaches.

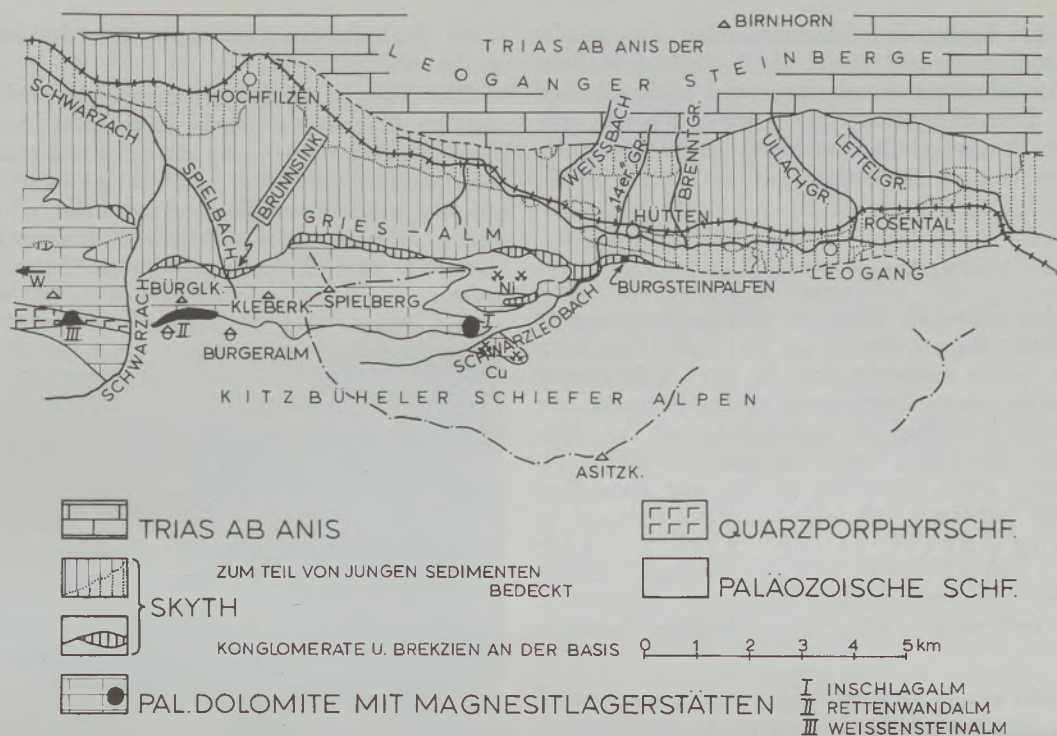


Abb. 1  
Kartenskizze

Darüber hinaus wurden die Aufsammlungen aus dem Wochenbrunnergraben n. v. Ellmau am Südfuß des Kaisergebirges durch einige recht gute Funde ergänzt.

Die verschiedenen skythischen Gesteine des Arbeitsbereiches waren an sich nicht Gegenstand der Untersuchung. Sie dürfen als bekannt vorausgesetzt werden, so daß nur wenig in Erinnerung gebracht werden soll. Ihre Basis bildet von Hütten nach Westen die Dolomimbrekzie, lokal wohl auch als Dolomitkonglomerat zu bezeichnen. Zentimeter- bis dezimetergroße, mehr oder weniger gerundete, oft auch spießbeckige bläulichweiße, gelbliche, rosafarbene und schwarzrandige Dolomitbrocken in rotem, glimmerig-tonigem bis rotem, dolomitischem Zement bilden das Gestein. Bankweise wechseln die Anteile an Dolomitbrocken im Zement bis zu den Extremwerten. Die Einstreuung von Quarz, roten Schieferbrocken oder einem grünen Gestein ist überraschend selten. Zu betonen wäre allerdings, daß im eigentlichen Arbeitsgebiet sicher, aber soweit mir bekannt, auch darüber hinaus über Kitzbühel bis zu den schönen Aufschlüssen an der Straße bei Söll-Leukental sehr wahrscheinlich immer nur Dolomite, also weder Magnesite noch Kalkbrocken in diesen Basisschichten zu finden waren.

Auf diesen, schon im Gelände auffallenden Gesteinen liegen, wie Angel und Trojer beschreiben, Grobsande mit eingestreuten, weißen bis rötlichen, meist runden, zentimetergroßen Quarzgeröllen, roten, eckigen Schieferbrocken und, bisweilen in Massen, braune, feinkörnige, bis im Durchschnitt 5 cm große, stark zersetzte Aragonit-hältige Magnesitbrocken. Dolomitbrocken wurden nicht gefun-

den. Eine Ausnahme bildet eigentlich nur das sonst ähnliche, aber wesentlich festere Konglomerat vom Brunnsink (der Basisbresche nach Angel), welches heute (1963) wesentlich seltener anzutreffen ist als vor 10 Jahren.

Die Hauptmasse des Werfeners besteht aus fast durchwegs rotem, feinsandig, glimmerig-tonigem Sediment. Diesem sind aber immer wieder etwas gröber-sandige, hellere und mürbere Bänke eingeschaltet.

Im hangenden Drittel des Werfeners etwa treten wieder meterdicke Bänke eines sehr gemengten und dem liegenden Grobsandkonglomerat weitgehend ähnlicher Gesteine auf. Dieses führt, wie schon 1953 von mir beschrieben, feinkörnigen, aber stark zersetzten Magnesit in durchaus eckigen Brocken bis Splittern.

Gegen das Hangende zu stellen sich verhältnismäßig mächtige Abfolgen von weißen, etwas gröberkörnigem Sandstein und dünnere Lagen etwa dau-mennagelförmiger, roter Tonsplitter ein. Diese Rotweiß-Lagen sind besonders im Ullachgraben gut entwickelt. Daneben finden sich hellrote, feste Sandsteine bis Quarzite mit Kreuzschichtung. Die eben erwähnte Rotweiß-Abfolge und die festen, kreuzgeschichteten Sandsteine sind im Bezug auf Fremdkomponenten praktisch steril. Lediglich im Wochenbrunnengraben fanden sich Schmitzen von Eisenglimmerimprägnationen.

Der Vollständigkeit halber sei jene Varietät des Werfeners erwähnt, welche im wesentlichen aus roten, flachen Schiefersplittern mit nur wenigen, eingestreuten Quarzbrocken besteht. Sie findet sich zum

Beispiel am Beginn des Schwarzleotales, also wieder im Liegendbereich und dürfte als Basisschieferbrekzie der Dolomitschiefer entsprechen und wohl da und dort in diese übergehen. Die Auswirkung der tektonischen Beanspruchung des Skyth ist in Abhängigkeit vom Gestein wechselnd.

### Die Magnesitbildungen

Zunächst fallen als häufigste Magnesitkomponente im Werfener die gewöhnlich gelben Körnchen auf. Ihre Größe schwankt von der eines Grießkornes bis zu etwa einem Zentimeter im Durchmesser. Die Form dieser Körnchen ist, soweit man mit dem bloßen Auge feststellen kann, teilweise rundlich bis scharfkantig eckig, bisweilen an ein und demselben Korn. Mit Sicherheit läßt sich jedenfalls eine Abrundung durch auch nur kurzem Transport ausschließen. Da diese spezielle Form der Magnesitkörnchen von wesentlicher Bedeutung ist, wird weiter unten darüber berichtet werden.

Die Farbe dieser Magnesitbildungen ist vorwiegend gelb, vereinzelt sind sie aber reinweiß oder deutlich grün.

Die Körnchen erscheinen dicht. Im Anschliff ist ein sehr feinkörniges Kristallaggregat zu erkennen.



Abb. 2

Weißbach. Knollenlagen. Darunter ein Anschliff mit ähnlichen aber weniger regelmäßig geformten Konkretionen. Vergr. 2/3 x

Quarz und Glimmer aus dem Schiefer und Aragonit als Produkt einer späteren Umwandlung fehlen. Wieder dicht und sehr rein sind die größeren, gelblichen bis hellbraunen Knollen, welche vorwiegend in feinsandig — eher tonig — glimmerigen Werfenen vorkommen. Es finden sich (Abb. 2) lagenweise nahezu kugelige oder bisweilen unregelmäßig geformte Konkretionen von etwa 2 cm Durchmesser. Als Einzelkonkretionen waren flachrunde Gebilde von der Größe einer kleinen Semmel zu beobachten. Im Wochenbrunnergraben fand ich Konkretionen (von der Größe einer Zitrone) mit einer bisher noch

nicht beobachteten Schollenstruktur der äußeren Bereiche (Abb. 3).

Die eben geschilderten Formen des dicht erscheinenden Magnesites lassen diese ohne weiteres als Konkretionen, als ehemalige Gelballe in einem feinsandig-tonigen Sediment erkennen. Diese Konkretionen, sowie die gelben Körnchen sind auch jene Bildungen, für welche Angel und Trojer saline Entstehung annehmen.

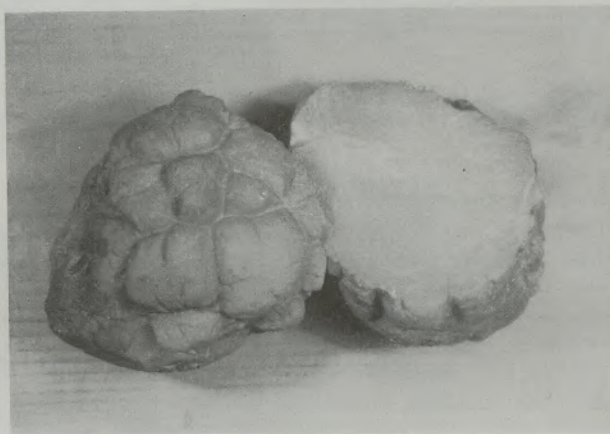


Abb. 3

Wochenbrunnergraben. Große Magnesitknolle mit für ein Gelbstadium charakteristischer Schollenstruktur der äußeren Bereiche. Vergr. 1/2 x

Erst recht autonome Magnesitbildungen im Werfener, nun aber mehr in helleren, sandigen ( $\sim 1 \text{ mm } \phi$ ) Schichten, sind lagen- und schlingenförmige (Abb. 4) Gebilde von derselben Reinheit und Feinkörnigkeit wie die der Konkretionen.

Wenn hier der Ausdruck „autonome Magnesitbildungen“ gebraucht wird, so wäre für diese Bil-

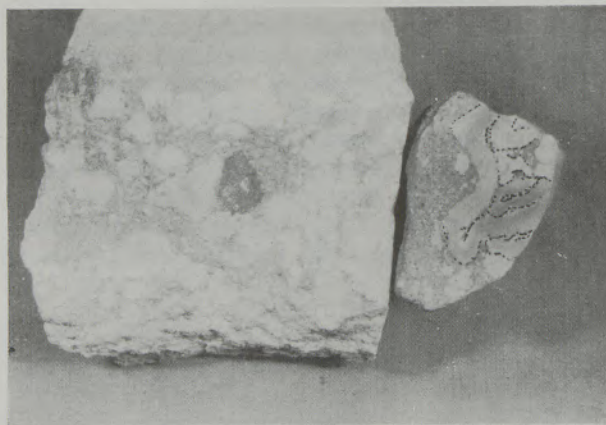


Abb. 4

Oberer Ullachgraben. Heller sandiger Werfener mit reichlich Magnesit„Knollen“, welche im Querschnitt (nebenliegender Anschliff) als stark gefaltete dünne Lagen erscheinen. Vergr. 2/3 x

dungen a priori Metasomatose ausgeschlossen. Diese Entscheidung ist aber durchaus nicht so einfach, sie wird sich erst auf Grund weiterer Beobachtungen ergeben.

Zu dem zunächst naheliegenden, aber durchaus falschen Schluß auf echte Gerölle führten mich mandelkern- bis pflaumengroße, bisweilen sich leicht aus der Werfener Matrix lösende Magnesite des oberen Ullachgrabens (Siegl 53), um so mehr, als diese von etwa mittlerer Kristallinität, — vergleichbar etwa der feinkörnigeren Varietät des Leogangers „Lagerstätten“-Magnesites, — waren. Hierzu kommt noch, daß diese Magnesite von brauner, schwarzer und bisweilen auch rötlicher Farbe sind, welche Farbvarietäten in der Lagerstätte Leogang noch gelegentlich, wenn auch nicht so ausgeprägt wie auf der Lagerstätte von Entachen bei Hintertal ö. Saalfelden zu beobachten sind.

Nicht immer aber ist diese deutlich kristalline Magnesitvarietät als scharf begrenzte (grüne Schieferhaut) geröllähnliche Knolle anzusprechen. Es zeigt dann der Anstich einen bisweilen recht unscharfen, nur z. T. auf eine spätere Verdrückung zurückzuführenden Übergang in die Schiefermatrix. Darüber hinaus aber schließen diese Knollen, wenn auch recht wenige, dem Werfener Schiefer zuzurechnende Quarze und Glimmer ein. Diese Feststellung heben Angel und Trojer mit Recht besonders hervor und widerlegten hiemit die Geröllnatur dieser Bildungen. Wohl habe ich seinerzeit da und dort derartige Einschlüsse beobachten können, habe sie aber auf eine spätere, tektonische Beeinflussung der „Gerölle“ zurückgeführt. Auf Grund des heute mir vorliegenden Materials schließe ich mich in diesem Punkte durchaus der von Angel u. Trojer vertretenen Ansicht an. Außer diesem untergeordneten Gehalte an Quarz und Glimmer fanden sich Übergänge bis zu sandigen Lagen mit Magnesit als „Bindemittel“. Es handelt sich also auch hier um Magnesitbildungen, welche jedenfalls nicht als Geröll praeskythischer Magnesite anzusprechen sind.

Damit wären die vorwiegend aber nicht ausschließlich im Hangendbereich des Werfener Schiefers meines Arbeitsgebietes feststellbaren Magnesitvarietäten charakterisiert. Im Liegenden, d. h. in der polymikten und der reinen Dolomitbrekzie finden sich daneben noch andere Bildungen.

Gewissermaßen als anderes Extrem können die eindeutig metasomatische Magnesite angesehen werden, deren Paläsom die Dolomitbruchstücke der Brekzien und Konglomerate darstellen.

Auf diese Erscheinung wies ich bereits in der mit Leitmeier verfaßten Magnesitarbeit (4) hin. Das Dolomitzkonglomerat (bis Brekzie) des Burgsteinpalfens südlich Hütten wird offenbar an mehreren Stellen in geradezu modellartiger Klarheit zu Spatmagnesit metasomatiert. Die verschieden gefärbten Dolomitbrocken sowie der an sich geringe Anteil des rot pigmentierten Bindemittels ergibt dann einen recht bunten Spatmagnesit. Die Korngröße entspricht der des Magnesites der Leoganger Lagerstätte (Inschlagalm). Etwas überrascht nur das auf wenige Dezimeter (kaum einen Meter) beschränkte Auf-

treten von metasomatischem Magnesit ohne auch nur einer Andeutung einer vorangegangenen, tektonischen Beeinflussung des Paläoms. Am Westfuß des Burgsteinpalfens liegen, wie bereits erwähnt, Blöcke von mindestens drei in Magnesit umgewandelter Typen der Basisschichten.

Die im Laufe der Jahre beim Wegbau im Basiskonglomerat entstandenen Aufschlüsse haben nie ein Magnesitgeröll gebracht; es handelte sich immer, auch bei auffälliger Spätigkeit, um Dolomit. Dies bestätigt die alte Beobachtung, daß im dolomitischen Basiskonglomerat nie Magnesit als Gerölle auftritt.

Neben dieser jeden Zweifel ausschließenden Metasomatose des Basiskonglomerates finden wir im Brunnsink eine etwas andere Situation vor.

Es sei zunächst nur die dolomitische Basisbrekzie, welche durch den neuen Fahrweg zur Burgeralm bestens aufgeschlossen ist, betrachtet. Der Aufschluß zeigt, steil nach Süden einfallend (überkippte Lagerung) den alten Dolomit, dann mit scharfer Grenze gegen Norden, unmittelbar die dolomitische Basisbrekzie. Etwa ein Meter liegt in normaler Entwicklung vor, während die weiteren Meter, die Hauptmasse der Brekzie, durch stellenweise massenhaft in der Grundmasse auftretende, gelbe Magnesitkörnchen sowie durch eine eigentümliche Zersetzung der bläulichen oder rosa getönten Dolomitbrocken (Abb. 5) auffallen. Vielfach sind die Dolomitbrocken



Abb. 5

Brunnsink, Aufschluß an der Straße. Dolomitische Basisbrekzie. Die inneren Partien der Dolomite sind z. T. hohl und mit einem Dolomitzkristallrasen (im Bild rechts) ausgekleidet, oder es finden sich neben bräunlich, sandigen Magnesit Aragonitbüschel. Vergr. 1/2 x

„hohl“. Dolomitzkristalle und Aragonitbüschel erscheinen allein oder neben einem bräunlichen Kristallfeinsand (= Magnesit), vorwiegend in den zentralen Partien der Dolomitbrocken. Es handelt sich wieder um eine Metasomatose, welche die Dolomitbrocken angriff und die bis zu deren restlosen Magnesitisierung fortschreiten kann. (Abb. 6).

Es erscheinen bisweilen feinkörnige, aber scharfkantige Magnesit-„Brocken“, neben solchen aus intaktem Dolomit. Hier im Brunnsink also scheint eine neue Schlüsselstelle aufgeschlossen zu sein, welche den Nachweis zu führen gestattet, daß auch diese feinkörnige Magnesitvarietät nicht vom Typus „Rettenwand abzuleiten ist, sondern einer Metasomatose in situ ihre Entstehung verdankt.

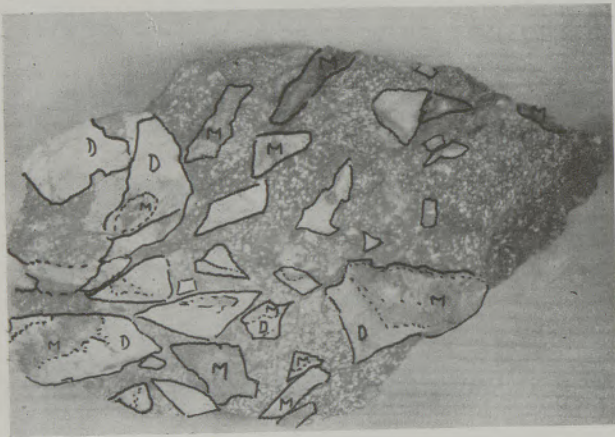


Abb. 6

Brunnsink, Aufschluß an der Straße. Dolomitische Basisbrekzie mit teilweise und ganz in bräunlichen ziemlich feinkörnigen Magnesit (M) umgewandelten Dolomitbrocken (D). Die rote Werfener Matrix ist, wie auch in Abb. 5, reich an gelben Magnesitkörnchen. Vergr. 1/2 x

Dieser feinkörnige Magnesit neigt stark zum Zerfall, wobei eben ein Magnesitsand und Aragonitbüschel entstehen.\*) Darin gleicht er völlig dem feinkörnigen Lagerstättenmagnesit, welcher im Oxydationsbereich zu einer ebenso mürben, braunen Kristallsandmasse zerfällt, in deren Porenraum Aragonit als sekundäre Bindemasse oder bisweilen in schönen Kristalldrusen auftritt.

Nun erscheint die Magnesitführung des Angel'schen Konglomerates in einem anderen Licht. In diesem recht kompakten, polymikten Konglomerat mit seinen doch recht sparsam eingestreuten Karbonatbrocken wurden einige fast ganz, andere gar nicht oder fast gar nicht in Magnesit umgewandelt. Es handelt sich aber zweifellos um denselben Prozeß, wie eben oben dargelegt, ohne allerdings eine Antwort auf die Frage geben zu können, wieso der eine Dolomitbrocken völlig, der andere nicht umgesetzt wurde. Noch vorhandene Dolomitreste unterscheiden sich in ihrem Korncharakter nicht von jenen intakter Dolomitbrocken.

\*) Werden die zentralen Partien der Dolomitbrocken nur durch Lösung unter Bildung randständiger Dolomitkristallosen entfernt, oder werden die leicht zersetzbaren feinkörnigen Magnesite später ausgewaschen, so entstehen die sogenannten „hohlen“ Gerölle, welche man in dieser Gegend häufig beobachten kann.

Nach diesen Beobachtungen und den hieraus sich ergebenden Folgerungen erscheint das im Bachbett des Spielbaches (unter Brunnsink), knapp vor der Konglomerat-Dolomit-Steilstufe in über m<sup>3</sup>-großen Blöcken liegende, mürbe Sandstein-Konglomerat mit seinen massenhaft eingelagerten, braunen Magnesitbrocken dieselbe Ausbildung wie die Magnesite im Angel'schen Konglomerat zu haben und dadurch einer Erklärung eher zugänglich zu sein. Gerade die sandigen Schichten oder Konglomeratlagen waren in jedem Stadium des Sedimentes bzw. des Gesteins für Lösungen bevorzugt permeabel. Wir finden in solchen Schichten nur mehr einen sehr geringen Paläsom-Anteil. Dies gilt m. E. in gleicher Weise für jene Konglomeratlagen, welche in den oberen Schichten des Werfeners — etwa im Brenntgraben oder im „14er“-Graben — neben Quarz, Schiefersplittern und grünen Gesteinen nur Magnesit-„Gerölle“ führen. Aus einer solchen Konglomeratlage stammten jene Proben, welche ich seinerzeit mit dem feinkörnigen Magnesit vom Typus „Rettenwand“ in Verbindung bringen wollte.

Aus den bisherigen Betrachtungen ergibt sich in Übereinstimmung mit Angel und Trojer, daß die Magnesitknollen aus dem Hangenden des Werfeners im Raume nördlich von Leogang nicht Gerölle sind. Im Gegensatz zu Angel und Trojer vertrete ich heute die Ansicht, daß die Feinkornmagnesitbrocken des Angel'schen Konglomerates sowie jene, die nur Magnesitbrocken führenden, mürben, polymikten Sandsteinkonglomerate durch Metasomatose im Werfener entstanden sind. Es besteht demnach keine Veranlassung mehr für die Lagerstättenmagnesite ein praeskythisches Alter oder eine sedimentäre Entstehung anzunehmen.

Die m. E. schwierigeren Fragen ergeben sich aus dem Vorhandensein der meist fast dichten Magnesitkörnchen und Knollen gerade in diesem Raum. Lassen sich hier Beziehungen zwischen den Spatlagerstätten und den im w. S. sedimentären Magnesiten des Werfeners erkennen? Gibt es Übergänge zwischen den metasomatischen Bildungen und den sedimentären? Handelt es sich bei den sedimentären Magnesiten tatsächlich um saline Bildungen, wie Angel und Trojer meinen?

Wir gehen bei den weiteren Betrachtungen wieder von Brunnsink aus, welche Örtlichkeit nach wie vor von besonderer Bedeutung zu sein scheint. Es fällt hier in der z. T. metasomatisch magnetisierten, dolomitischen Basisbrekzie die Anwesenheit jener gelben Körnchen auf, welche etwa im Bereich von Weißbach im Westen bis Ullachgraben, im Osten in den mittleren und hangenden Werfenern vorherrschen. Aber diese gelben Körnchen fehlen in den analogen Basiskonglomeraten bei Hütten, obwohl wir hier eine eindeutige Magnesitzufuhr sehen, sie fehlen in den Konglomeraten der Griesalmen, wo immer noch eine, wenn auch schwächere Spatmetasomatose nachweisbar ist und sie fehlen schließlich — um ausnahmsweise das Hauptgebiet des dolomitischen Basis-

konglomerates bzw. der Brekzie heranzuziehen — am Hahnenkamm bei Kitzbühel.

Waren diese gelben Körnchen etwa zunächst Dolomite? Diese Frage ist schon deshalb berechtigt, da für diese Bildungen gesprächsweise, sozusagen auf den ersten Blick eine metasomatische Entstehung in Betracht gezogen wurde. Als solche wären sie offensichtlich nicht vom gleichen Ausgangsgestein abzuleiten wie die Dolomitbrocken; wären sie es, so würde man ihr Auftreten im Basiskonglomerat allgemein erwarten können. Das Zement der Brekzien ist im Falle Brunnsink das normale, tonig-glimmerige des Werfeners, also dasselbe, in welchem in Hangenden gewöhnlich die gelben Körnchen vorkommen. Es scheint sich demnach in Brunnsink das Bildungsmilieu der gelben Körnchen mit dem Schüttgebiet der groben Dolomitbrocken zu überschneiden.

Die Korngröße der Einzelkristalle dieser Magnesitkörnchen ist wohl in jedem Falle kleiner als die des feinkörnigen metasomatischen Magnesites. Darüberhinaus ist zuweilen in über einen Zentimeter großen, gelben Kornaggregaten das kleine Einzelkorn als solches noch erkennbar, sei es durch einen Pigment- bzw. Tonsaum, sei es durch die bisweilen deutlich unterschiedliche Kristallgröße im Innern und am Rand. Schon das spricht für eine gelförmige Anlage (Abb. 7).



Abb. 7

Sammelaufnahme zum Vergleich verschiedener Magnesitbildungen aus dem Werfener.

l. o.: Großes knollenartiges Aggregat aus einzelnen, nur durch eine Haut aus Werfener Material getrennte rundliche Einzelkörner, 14er-Graben.

l. u.: Ähnliches Aggregat aus derberen Ballen, 14er-Graben. Mitte: Anstrich mit vergleichsweise kleinen Magnesitkörnern. Ullach s. Abb. 10.

r. u.: Dolomitbrekzie ähnl. Abb. 5 u. 6, mit teilweise und ganz zu Magnesit umgewandelten Brocken in einer Matrix ohne gelbe Körnchen, Brunnsink.

r. o.: Ursprünglich dolomitreiches Basiskonglomerat weitgehend metasomatisch in bräunlich gelben, feinkörnigen etwas wolkigen Magnesit umwandelt. Wildseelodengraben.

Vergr. 2/3 x

Weitere Beweise für eine gelartige Anlage zu bringen bereitet keine Schwierigkeiten. Schon der Zer-

fall der großen Kornaggregate zu wolkig, im Werfener Zement eingestreuten, mehr oder weniger noch zusammenhängenden Körnern spricht für eine sehr frühe Kristallisation und damit für eine Neigung zum Zerfall noch während der Umlagerung im Sediment.

Nicht immer aber kam es zu dem in der Regel restlosen Kornzerfall. Hier wäre auf die Abb. 4 zu verweisen, welche die synsedimentäre (atektonische)

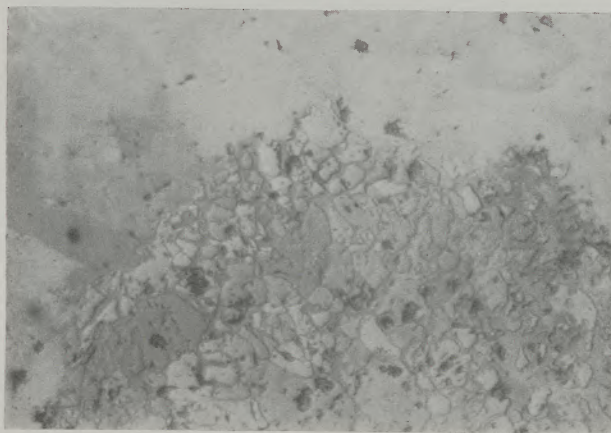


Abb. 8

Detail aus der Dolomit-Magnesit-Grenze von Abb. 7 r. o. Der Magnesit erscheint zerbrochen und in eine Feinkristallsandmasse mit Aragonit als Bindemittel aufgelöst. Die Zusammengehörigkeit ehemals größerer Kristalle ist aus dem opt. Verhalten zu erkennen. 165 x Anstrich z. T. x

Faltung einer dünnen Gelschicht zeigt, dann auf die etwa kugeligen Bildungen aus dem Weißbachgraben (Abb. 2) und schließlich auf die fast faustgroßen, reinen Knollen aus dem Wochenbrunnergraben (Abb. 3) mit der typischen Schollenentwicklung der äußeren Bereiche.

Sedimentäre Umlagerungen, wie die Zerreißung eines ursprünglich mehr oder weniger zusammenhängenden Sedimentes oder einer dichten Knollenlage und die Resedimentation in kreuzgeschichteten Sanden sind zu beobachten (Abb. 9).

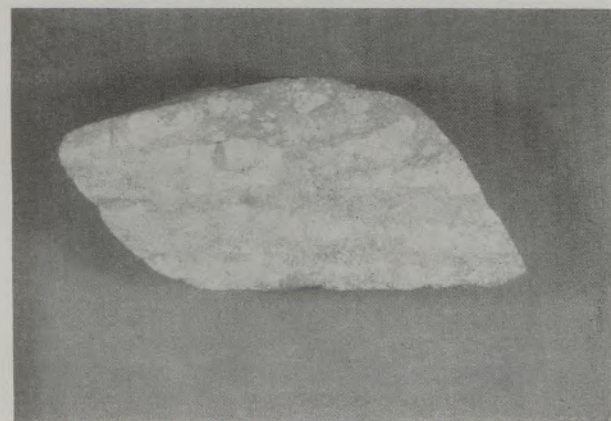
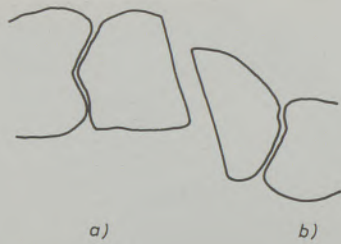


Abb. 9

Magnesitkörner bis kleine Knollen resedimentiert in kreuzgeschichteten sandigen Werfener. Vergr. 2/3 x

Aber auch die kleinen Körnchen (unter 1 mm), welche durchaus nicht etwa nur rund oder nur eckig, sondern bisweilen beides sind, und überdies eigenartige Einbuchtungen aufweisen, lassen bei geeigneter Vergrößerung unter dem Binokular ihre ursprüngliche Verbindung erkennen. Die einzelnen Körnchen sind, wie die nebenstehende Skizze zeigt, „gelenkartig“ verbunden (bei a). Dies ist die ursprüngliche



Verbindung bzw. die Grenzlinie des Einzelkornes. Synsedimentäre Bewegungen bewirken z. T. ein glattes Abschieben (bei b). Bisweilen ist aber noch der Zusammenhang zahlreicher Körnchen zu beobachten (Abb. 10).

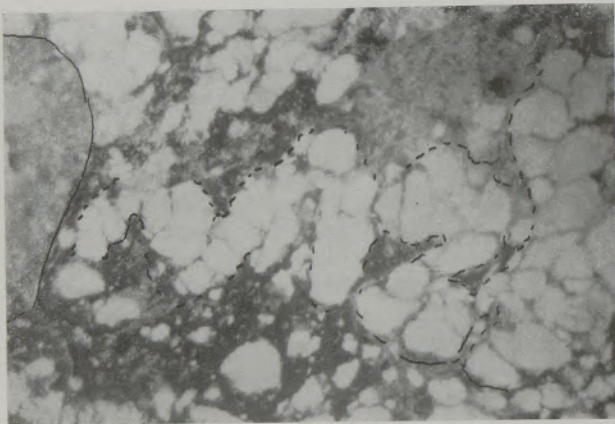


Abb. 10

Ullach. = Anschnitt aus der Mitte der Abb. 7. Stark gefaltete dünne Magnesitschicht welche nun in Einzelkörnchen zerfallen ist, wobei aber der Zusammenhang der Körnchen an der gelenkartigen bzw. buchtigen Trennhaut bes. r. o. gut zu sehen ist. 10 x Bin. Schräglicht.

Synsedimentäre Ableitungen haben die ursprünglich dünnen, noch weitgehend gelartigen Karbonatlagen gekrümmert gestaucht, so daß es in Abhängigkeit der Anlage zur Auflösung in Einzelkörner, gelegentlich aber nur zu einer heftigen Mikrofaltung kam, bei welcher immerhin noch der ehemalige Zusammenhang erkennbar blieb. Diesen synsedimentären Bewegungen entspricht durchaus die turbulente Lage der Glimmerblättchen im umgebenden Sediment.

Mit diesen Einzelheiten erscheint die Autonomie dieser Magnesite neben den metasomatischen Magnesiten im Werfener (im Arbeitsbereich) ausreichend belegt.

Eine gewisse Schwierigkeit bieten die ziemlich grobkristallinen cm- bis dm-großen Karbonatknollen im Hangendbereich des Werfeners im Ullachgraben. Leicht ließ sich an Hand der neuen Proben feststellen, daß der in den Magnesiten und Dolomiten eingeschlossene Quarz- und Glimmergehalt die Werfener Komponente darstellt und somit diese Knollen nicht Gerölle paläozoischer Gesteine darstellen. Offenbar kam es im oberen Werfener lokal zur Abscheidung von Karbonatschichten, bzw. änderte sich die Sedimentation insofern, als die sandig-glimmerigen Komponenten lagenweise vom Magnesit zurückgedrängt wurden. Bei der recht unruhigen Sedimentation bzw. bei der eher vorherrschenden Umlagerung wurden karbonatreiche, zunächst bankig-linsige Sedimente in knollenartige Stücke zerbrochen und als solche endgültig der Werfener Matrix eingelagert. Eine offene Frage bleibt die relativ grobkörnige, d. h. spatige Ausbildung der Magnesitknollen. Diese Kristallinität erscheint im Ullachgraben auf die hangenden Partien beschränkt und ist im Westen nur untergeordnet anzutreffen.

Die größte Knolle (10x20 cm) dieses spatigen Magnesites war mit mehreren anderen, in einem etwa 1/2 m großen Block sandig-glimmerigen Werfeners eingelagert. Es ließ sich dann leicht erkennen, daß diese „Knolle“ nichts anderes darstellt, als ein abgerissenes, abgeglittenes und hierbei faltenartig gestauchtes Stück einer etwa 2 cm dicken Lage oder Linse (Abb. 11, Skizze). Demnach entsprechen die s e



Abb. 11

Ullach. Zu einer isolierten „Knolle“ gestauchtes Stück einer etwa 2 cm dicken Magnesitschicht oder Linse. Liniert ist Werfener Material. Skizze, etwa 1/2 x.

„Knollen“ nicht etwa Dolomitbrocken, sondern sind den sonst feinkörnigen autonomen Magnesitbildungen zuzurechnen. Die in derselben Zone auftretenden roten und schwarzen Dolomitknollen enthalten, wie bereits erwähnt, Werfener Material und sind daher ebenso sedimentbürtig.

Nun gibt es darüber hinaus noch eine bemerkenswerte Eigenschaft der feinkörnigen gelben Magnesitkornaggregate, bzw. gekröseartig gefalteten Kornzeilen. Geradezu signalisierend wirkte ein Rollstück aus dem Brenntgraben. Auf einer etwa kinderhandgroßen Unterlage aus den bekannten gestauchten, teilweise zerrissenen Gelbkornzügen liegen bis 1 cm (Durchmesser) große nahezu kugelige Quarzknollen (Abb. 12, 12a). Der Gedanke, es mit echten Quarzgeröllen zu tun zu haben, wie wir sie aus der Werfener Basis kennen, lag nahe. Der Anschliff ließ aber sofort eine besondere Mineralassoziation erkennen. Eine geschlossene Quarzkristallgeode, an deren Innen-

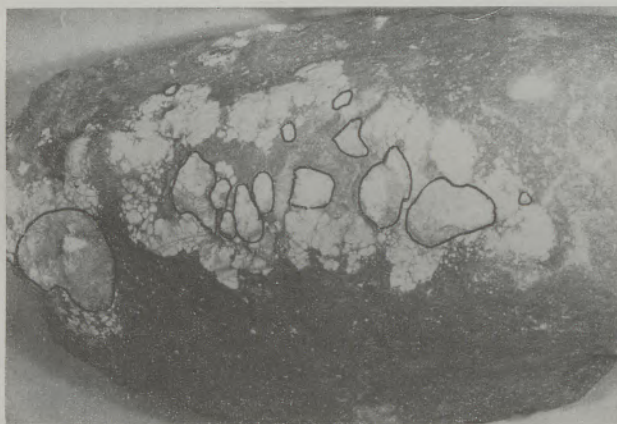


Abb. 12

Brenntgraben. Auf einer Unterlage mehr oder weniger zusammenhängender etwas gestauchter Gelbkorn-Magnesitaggregate liegen etwa kugelige (Tuschrand) Quarz-Aragonitgebilde. Vergr. 1/2 x



Abb. 12 a

Zeigt das Werfener Rollstück (Abb. 12) nach dem Durchschneiden. Man erkennt die unten durchgehende Gelbkornlage und mehrere erst durch den Schnitt freigelegte Quarz-„Geoden“. Vergr. 1/2 x

saum noch einige spätige Magnesitkristalle saßen, war von Aragonit erfüllt. Dabei gehört die Abfolge  $\text{SiO}_2$ ,  $(\text{MgCO}_3)$ ,  $\text{CaCO}_3$  (Aragonit) genetisch zusammen, da die Quarzkristalle massenhaft Aragonit als Einschluß zeigen, wodurch sie etwas mattgrauweiß

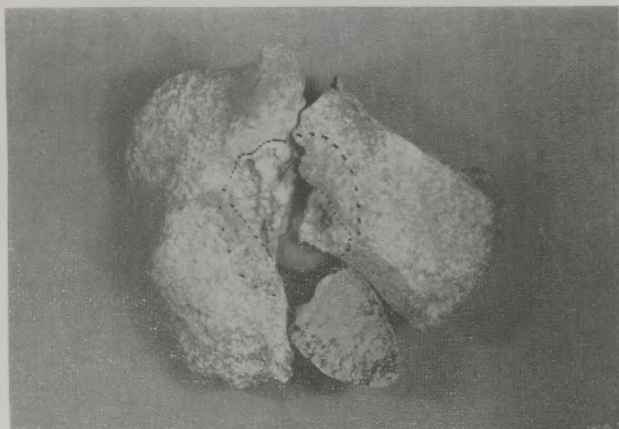


Abb. 13

Teile eines Rollstückes einer Gelbkornanhäufung im Werfener. In der Mitte ist der später freigelegte teilw. von Gips erfüllte von Quarzkristallen ausgekleidete geodenartige Hohlraum zu sehen. Zur Verdeutlichung und Angabe der verdeckten Partien punktiert. Vorne unten ein Anschliff, welcher die nach außen zunehmende Kornauflockerung erkennen läßt. Vergr. 1/2 x, 14er-Graben.

erscheinen. Da auch  $\text{MgCO}_3$  außerhalb wie innerhalb der Quarzgeoden zu beobachten ist gehört eben auch der Magnesit dieser Paragenese an. Dieser Aragonit ist somit nicht der Verwitterung zuzuschreiben.

Dieses Zusammengehen von autonomem Gelbkornmagnesit mit Quarz und Aragonit ließ sich bei genauer Durchsicht des aufgesammelten Materiales von Leogang bis zum Magnesit des Wochenbrunnergrabens feststellen. Auf Abb. 10 ist am linken Rand ein Teil eines derartigen Quarz-Aragonit-„Ooide“ durch eine Tuschlinie vom Magnesit- und Werfener-Anteil getrennt.

Mit dieser Erfahrung war es nun möglich, einen schon einige Jahre zurückliegenden, damals geradezu kuriosen Fund an seinen richtigen Platz einzuordnen. Es handelte sich um ein handtellergroßes Rollstück aus dem „14er“-Graben, welches zunächst nichts anders als ein aufgelockertes Magnesitkornaggregat darstellte. Durch das Zerschlagen wurde aber ein zentraler, etwa 2 cm  $\phi$  großer, geodenartiger Hohlraum geöffnet, welcher wieder von den nun schon bekannten zentripetal wachsenden, trüben Bergkristallen ausgekleidet und wenigstens z. T. von sandig lockerem Gips erfüllt war (Abb. 13).

Demzufolge ist dieses Rollstück nichts anderes als ein, wenn auch seltenes Bindeglied zu den Gipsknollen aus dem oberen Brenntgraben. Hier findet sich die etwas verdrückte Gipsknollenlage und die schon angedeutete 2 cm  $\phi$  große, kaum deformierte Gipsknolle, welche von eben denselben zentripetal wachsenden Quarzkristallen (Abb. 14) umsäumt wird.





Abb. 14

Oberer Brenntgraben. Oben undeutliche Gipsknollenanlage. Unten einzelne Gipsknolle (G) mit Quarzkristallsaum. In der dunklen Werfener Matrix zahlreiche hier grünliche Magnesitknollen (Tuschsaum) oder Bruchstücke derselben. Vergr. 1/2 x

Zwar nicht in so direktem Kontakt mit dem Gips wie in Abb. 13, aber in nächster Nachbarschaft zu ihm stellen sich die hier grünlichen, etwas größeren, reinen, feinkristallinen Magnesitkörner ein. Die „Paragenese“: Magnesit, Quarz, Aragonit oder Gips ist demnach für diesen Werfener Bereich beständig.

Bezüglich des Auftretens feinkörnigen bis fast dichten Magnesites im Werfener wäre noch hinzuzufügen, daß bisweilen folgende Abfolge zu beobachten ist:

- a) normaler, feinsandig-glimmeriger Werfener — darauf:
- b) eine hellere, weiße, grobsandige Lage, etwa 1 m mächtig, manchmal braune Karbonatbrocken führend — darauf:
- c) wieder roter Werfener, welcher aber nun die kleinen gelben Magnesitkörnchen oder auch Lagen von gelben Magnesitknollen enthalten kann.

Die Einstreuung der kleinen gelben sedimentbürigen Magnesitkörnchen hängt demnach mit einer gewissen Belebung der Sedimentation, mit einer merkbaren Umlagerungsphase während der Sedimentation, zusammen. Die Umlagerung ist meist von geringem Grade, bisweilen ist sie so schonend, daß die vorgebildeten dünnen Gellagen nur gestaucht bzw. Boudinage artig zerrissen werden. (Abb. 15).

Bei manchen Knollenlagen, wie etwa jener aus dem oberen Weißbachgraben (dort übrigens — noch? — im grünen pyritführenden Werfener), oder bei jenen des Wochenbrunnergrabens handelt es sich wohl um den primären Sedimentationsbereich.

Aus der zunächst verwirrenden Buntheit des Erscheinungsbildes des Magnesits im Werfener ließen sich nun doch einige Linien herauslesen.

Wir haben eindeutige Metasomatose, besonders in den basalen Schichten, in quergreifenden „Gang“-ähnlichen Partien, „wolkig“ im dolomitischen Basiskonglomerat des Brunnsink und benachbarter Gräben, schichtig in den permeablen ehemals Dolomitbrocken-führenden Grobsandlagen.

Wir haben auf der anderen Seite Magnesit als Sediment (i. n. S.) im Werfener. Das Vorstadium dieses Magnesites war gelartig. Durch synsedimentäre Umlagerung und der damit einhergehenden Verformung im Sediment und der weiteren Diagenese haben diese Magnesitbildungen ihr heutiges recht buntes Erscheinungsbild erhalten.

Ob man den Werfener Schiefer im Raume Leogang und bei Going-Ellman ein salinares Bildungsmilieu, — jedenfalls würde es sich um eine sehr schwache Salinität handeln, — zubilligen kann, ist schwer zu entscheiden.

Was die Herleitung des Ausgangsmaterials des Werfener Schiefers betrifft, so denke ich, ohne mich irgendwie festzulegen, z. T. an die Abtragung eines porphyrischen Gesteins. Das Rot des Werfeners geht wohl auch auf rote paläozoische Schiefer z. T. auf die roten Verwitterungsprodukte eines porphyrischen Gesteins zurück. Hier erscheinen mir die Vorgänge der Biorhexistase, die H. Erhart (5) beschrieben hat, eine vielleicht wesentliche Rolle gespielt zu haben. Massen von roten, lockeren Verwitterungsprodukten wurden immer wieder, in unserem Falle vielleicht noch verstärkt durch das in Absenkung begriffene Werfener Becken, in dieses eingetrifft um dann noch marinen Umlagerungen unterworfen zu werden. Es handelte sich wohl stets um eher ufernahe Seichtwasserbildungen.

Die Frage selbst, ob salinare bzw. subsalinare Entstehung oder normalmarine (m. n. ufernahe) Bildung für die nicht metasomatischen Magnesite im Wer-



Abb. 15

Lettelgraben (Rollstück). Schonende Umlagerung mit weitgehender Erhaltung der ursprünglichen Magnesitschichten. Geringe Stauchungen und Boudinage-artige Zerreißen übereinander zu sehen. Vergr. 1/2 x.

fener anzunehmen ist, läßt sich leider auch im Vergleich mit den Magnesiten aus echten salinaren Abfolgen nicht mit Sicherheit beantworten. Freilich sehen die mehr oder weniger dicktafeligen bis flachdiskenförmigen Magnesite aus der Karbonat- bzw. Magnesitbank von Trebra bei Bleicherode/Südharz (Abb. 16 u. 17) (entsprechende Bilder bei Langbein (6)) eben recht anders aus, als die Bildungen aus dem Werfener. Hierzu kommt noch die typisch salinare



Abb. 16

Karbonatbank, Trebra bei Bleicherode, Südharz. Flachdiskenförmige Magnesitkristalle in einer Grundmasse von feinkörnigem Dolomit, Anhydrit und Halit. Vergr. 6,4 x Anschliff. Bin. Aufl.

Paragenese: Dolomit, Anhydrit, Halit. Darüber hinaus enthalten die Magnesitkristalle selbst Halit als Einschlüsse. Ob man hier von Metasomatose im engeren Sinne, also einer bezüglich einer anderen Komponente späteren Platznahme während der Diagenese — mit oder ohne Hinzutreten von Laugen spricht, oder ob man einfach sagt „salinärer Magnesit“, ist für unsere Betrachtungen ohne Bedeutung. Mit diesen salinaren Magnesiten wäre viel eher jener von Hall in Tirol oder ein bestimmter Typus des



Abb. 17

Magnesitbank, Trebra. Etwas dicktafelige Magnesitkristalle in Halit. Halit aber auch als Einschluß in Magnesit. Rechts mit Wasser „geätzte“ Partie des Anschliffes. Vergr. 16 x, Anschliff Bin. Aufl.

Magnesites von Entachen (Leitmeier-Siegl (4)) vergleichbar. Allerdings fehlen letzterem die Einschlüsse eines typisch salinaren Minerals. Hiemit hätten wir es hier mit einer Konvergenzerscheinung hinsichtlich des Auftretens der Kristalle und ihrer Form zu tun und können somit aus diesem Vergleich zunächst keine weiteren Schlüsse ziehen.

Interessant ist jedoch der Vergleich mit einem anderen salinaren Magnesit aus einem Bohrkern aus dem Anhydrit der mittleren Satzfolge des Perm (Robin Hood's Bay Bohrung, Whitby, Yorkshire) aus 1200 m Tiefe, welche Probe Herr Prof. F. H. Stewart (Edinburgh) Herrn Professor W. E. Petraschek überlassen hat. Hier liegt eine mindestens 2 cm dicke Lage, bestehend aus 1—2 mm  $\phi$  messenden, rein weißen Magnesitoiden in zurücktretender halitisch-feintoniger Matrix im Kontakt mit einer vorherrschend anhydritischen Quarzkristalle führenden Schicht vor (Abb. 18). In letzterer sind immer noch einige Magnesitooide eingestreut. Diese Ooide sind im Zentrum feinkörniger als am Rand und entsprechen in der Korngröße den feinstkörnigen Kornmagnesiten aus dem Werfener. Ein Unterschied, welcher aber nicht so sehr ins Gewicht fällt, ist eben die Ooidstruktur, welche im Werfener fehlt. Ein anderer Unterschied, nämlich das Auftreten von Anhydrit im Zentrum mancher Ooide,

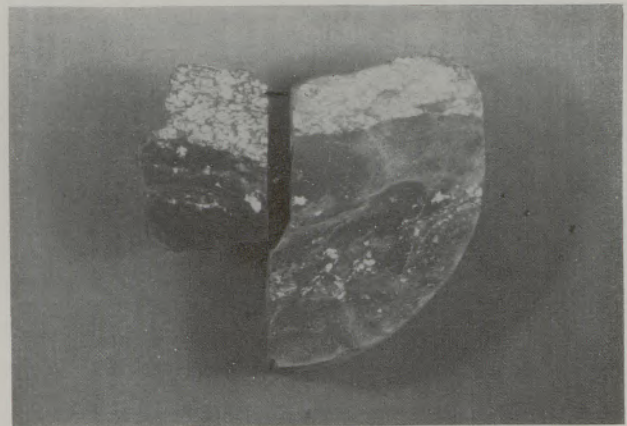


Abb. 18

Kern (im Anschliff) der Robin Hood's Bohrung, Whitby Yorkshire, 1200 m Tiefe. Weiße Körnchen sind Magnesitooide in tonig-halitischer Matrix. Graue Masse ist quarzföhrer Anhydrit. Vergr. 2/3 x

bezeugt die sicher salinare Entstehung, selbst wenn nur die Ooide bekannt wären. Die Anhydritlage aber enthält neben den eingestreuten Ooiden massenhaft kleine, allseits ausgebildete Quarzkristalle, welche ihrerseits wieder voll von Anhydriteinschlüssen sind — also eindeutig salinärer Quarz. Der Unterschied gegenüber den Quarzen aus dem Werfener, abgesehen von der Großooidbildung, ist somit nur graduell. Im Werfener haben wir — „erst“ — Aragonit als Einschlüsse.

Aus dem Vergleich mit magnesitführenden salinaren Gesteinen erkennen wir, daß zweifellos Ähnlichkeiten mit dem „salinaren“ Magnesit des Wer-

feners bestehen, daß aber die Salinität wahrscheinlich noch sehr gering war; man kann also bestenfalls von subsalinaren Produkten sprechen. Diese mögen sich lokal während des ganzen Skyth gebildet haben, wurden aber in den meisten Fällen wieder umgelagert. Wir finden die Magnesite heute vielfach in der Nachbarschaft betontsandiger Lagen. Aus den geschilderten Strukturen darf man aber mit Sicherheit schließen, daß es sich in jedem Falle nur um sehr engräumige Umlagerungsbereiche gehandelt haben kann.

Eine andere Feststellung aber gibt noch zu denken. Warum finden wir vom Liegenden des Werfeners bis zu seinem Hangenden (natürlich ohne der Dolomitkomponente der Brekzien) mit ganz zu vernachlässigenden Ausnahmen im obersten Ullachgraben immer nur Magnesit? Jedenfalls dominiert Magnesit in einer Weise, daß man geradezu von einem Magnesit-Milieu sprechen könnte; es fehlt, wie eigentlich zu erwarten wäre, vor dem Magnesit eine salinare Dolomitbildung. Es fehlen im Gebiet von Leogang (Hochfilzen) und dann wieder im Wochenbrunnergraben mit Ausnahme der zählbar wenigen Gipsknollen im oberen Brenntgraben die salinaren Begleiter. Die Gipsknollen sagen uns aber, daß ihre Erhaltung durchaus möglich gewesen wäre.

Wir kennen heute sehr gut Magnesitlagerstätten sedimentärer Entstehung in nicht — salinarem Milieu (Typus Bela Stena). Der Magnesit dieser Lagerstätten ist ebenso feinkörnig bis dicht, wie manche Bildungen aus dem Werfener, nur ist er äußerst fein geschichtet. Diese Magnesite stellen eine subaquatische Bildung an der „Oberfläche“ dar, ebenso wie die dichten „Gel“-Magnesite vom Typ Kraubath sehr oberflächennaher Entstehung sind. Die gelartige Anlage der Korn- und Knollenmagnesite aus dem Leoganger Raum und erst recht vom Wochenbrunnergraben kommen also diesen beiden Typen hierin recht nahe.

Es läßt sich meines Erachtens nach zunächst nicht endgültig entscheiden, es sei denn, vielleicht mit spektralanalytischen Methoden, ob die sedimentären Werfener Magnesite einem während des ganzen Skyth's hier vorhandenen subsalinaren Milieu ihre Entstehung verdanken oder ob man an eine gesonderte Magnesitzufuhr in ein normal-marines Milieu denken kann. Die Ausbildung der Magnesite würde in diesem hinsichtlich der Kristallisation und auch chemisch kaum von jener in einem sehr mäßig salinaren Milieu zu unterscheiden sein. So ist vor allem der Eisengehalt der salinaren Magnesite der Bohrung Trebra 7 nach Langbein (6) mit rund 10%  $\text{FeCO}_3$  ebenso hoch wie der Durchschnittseisengehalt der Werfener-Magnesite oder auch mancher Spatmagnesite der Lagerstätten.

Ein relativ hoher Eisengehalt der salinaren Magnesite ist gerade infolge ihrer marinen Entstehung zu erwarten. Allerdings nur dann, wenn es sich um ein reduzierendes, vielleicht infolge zerfallender

organischer Substanzen  $\text{CO}_2$ -reiches Milieu, handelt. Die an sich dunkle Farbe dieser Magnesite (z. B. aus der permischen Salzfolge aber auch besonders des Magnesits von Hall in Tirol), die gelegentlichen Pyritpunkttaggregate weisen allein schon ausreichend auf Sauerstoffmangel und somit auf die Möglichkeit von Eisenkarbonat-Abscheidung, bzw. Einbau in Magnesit hin. Die Bereitstellung der an sich geringen Eisenmengen, welche also durch das Magnesiumkarbonat aus den salinaren Lösungen abgefangen werden, macht wohl bei den reduzierenden Bedingungen keine Schwierigkeiten, um so mehr als eine Reihe von salinaren Mineralen Fe nicht einbauen; andererseits enthalten sub- bis hochsalinare Abscheidungen bisweilen Eisenoxyd als rotes Pigment massenhaft eingeschlossen. Man muß also bei der Bezeichnung des Meerwassers als eisenärmste Substanz den pH-Wert und das Redox-Potential hinzufügen, andernfalls man zu Werten kommt, welche das Meerwasser befähigt, die größten Eisenerzlager der Erde zu bilden.

Es wird richtig sein, daß die Werfener Schiefer noch manch sedimentogenetisches Problem bieten, daß sie noch mehr im Zusammenhang mit Lagerstätten studiert werden sollten, aber daß man die doch immerhin selbst mengenmäßig auffälligen Magnesitbildungen anderswo übersehen hätte, halte ich für wenig wahrscheinlich.

Um so mehr muß es von Bedeutung sein, wenn gerade im Raume Leogang-Hochfilzen die Spatlagerstätten und das Verbreitungsgebiet der Magnesitführung im Werfener weitgehend koinzidieren. Der Wochenbrunnergraben fällt allerdings heraus, d. h. es gibt keine „dazugehörige“ Spatlagerstätte, es sei denn, man denkt an die wohl schon sehr abseits liegenden Magnesite der „Spießnägels“, südlich Kirchberg in Tirol.

Die Lagerstätte von Leogang (Inschlagalm) die neu aufgeschlossene große Lagerstätte am Bürglkopf und die kleine Lagerstätte am Ostabhang des Wildseeloders (Auf Abb. 1 weist der Pfeil am linken Rand der Skizze zum Gipfel des Wildseeloders Weissensteineralm) liegen nun nicht nur so nahe, sondern gleichen besonders im Hinblick auf die Korngröße so sehr den Magnesitbildungen im Werfener (z. B. Brunnsink, bzw. die von mir seinerzeit gefundenen für Gerölle gehaltenen recht grob kristallinen Knollen im Brennt- und Ullachgraben), daß Angel und Trojer Beziehungen zu diesem Magnesittyp herstellten, ebenso wie ich die eckigen metasomatischen Gerölle in grobsandigen polymikten Konglomeraten als Magnesitgerölle vom feinkörnigen Typ „Rettenwand“ und die groben kristallinen „Knollen“ etwa vom Typ „Inschlag“ ableiten wollte. Diese Deutung kann ich nun nicht mehr aufrecht erhalten und bin durchaus zufrieden, daß ich nun selbst die notwendige Korrektur vornehmen kann.

Hinsichtlich der sedimentären Magnesite in den Werfenern komme ich der Erklärung Angel und Trojer sehr nahe, möchte aber doch die recht wenig ausgeprägtesalinare Natur hervorheben und auf die Möglichkeit einer

Magnesiazufuhr hinweisen, welche sich aus der räumlichen Beziehung zu den Spatlagerstätten und darüber hinaus auch aus der auffälligen Entsprechung der Korngröße der metasomatischen Bildungen ergibt. So z. B. in Hütten grobrautenspätig wie auf Inschlag, im Brunnsink und anderen Fundstellen des Schwarzachgrabens feinspätig wie in der benachbarten Rettenwandlagerstätte.

Dieses Ergebnis sei nun zur Diskussion gestellt. Würde sich diese genetische Zusammengehörigkeit bestätigen, so ergäbe sich hieraus für die Magnesite dieses Raumes ein skythisches Alter. Dies bedeutet aber wieder, daß dieselben Lösungen, welche imstande waren in relativ geringer Tiefe (HgS im Magnesit) geeignete Gesteine metasomatisch (i. w. S.) zu Spat umzuwandeln, da und dort die Oberfläche, d. h. das marine Werfener Milieu erreichten. Dort fanden die epigenetischen Lösungen von neuem ein ihnen adäquates Milieu, in welchem Magnesit als Sediment zur Abscheidung gelangen konnte.

Die Vorstellung, daß thermale Lösungen, welche auf Grund ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften imstande sind, ohne sichtbare Wegsamkeiten ein Paläosom weitgehend zu metasomatieren und die Restlösungen nach „oben“ abzuführen, setzt Gegebenheiten voraus, die sicher nicht weniger komplex sind, als die Möglichkeit, daß thermale Lösungen bis in subaquatische bzw. submarine Räume gelangen können.

Dieses Ergebnis mag zunächst gezwungen erscheinen, insofern es zwei im Hinblick auf Genese und Bildungszeit entgegengesetzte Erklärungen auf einen Nenner bringen will. Immerhin wäre ein solches Ergebnis nicht ohne Parallele. Es sei hier an die Bleizinklagerstätten Typus Bleiberg erinnert, welche man teils aus der alpidischen Vererzung ausklammert, teils (O. Schulz (7)) soweit es sich um die Vererzung im Carn handelt, als subaquatisch-sedimentäre Vererzung auf hydrothermalen Basis deutet.

Nach der schrittweisen Analyse und Einordnung der vielfältigen Erscheinungsformen des „Werfener“-Magnesites, nach der vergleichenden Betrachtung der eindeutig salinaren permischen Magnesite, bleibt dank der wertvollen Beobachtungen Professor Dr. W. E. Petrascheks (8) an griechischen und türkischen Magnesitlagerstätten noch die Möglichkeit auch diese im weiteren Sinne serpentinitbürtigen Magnesite mit unseren zu vergleichen.

Diese Magnesite finden sich dort als Knollen oder in Form von Lagern bzw. Gängen und selbst als Imprägnationen in jungen, lockeren nichtsalinaren Sedimenten. Auch diese Knollen sind nicht als Gerölle, sondern als Konkretionen zu bezeichnen. Es sind dies heute sehr dichte, kolloidal angelegte Knollen und Knollenbänke, wobei mehr als ein Viertel der Gesteinsmasse aus Magnesit bestehen kann.

Hinsichtlich der Erklärung dieser Magnesitbildung denkt W. E. Petrascheck an drei Möglichkeiten,

wobei die erste manche gemeinsame Züge mit unserer Deutung der sedimentären Werfener Magnesite aufweist:

Es sei Petrascheck wörtlich zitiert:

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

Hinsichtlich der sedimentären Entstehung der schichtigen Magnesitlagerstätte von Bozkurt (Türkei) denkt W. E. Petrascheck teils an eine chemische Ausfällung von Verwitterungsprodukten abgetragener Magnesitgänge, teils aber entsprechend der Erklärung M. Ilic's (9) für Bela Stena an sublakustre Säuerlinge. Der Serpentin in der Tiefe ist hier nur vermutet.

In einem kurzen Kapitel über die Probleme der alpinen Spatmagnesite berührt W. E. Petrascheck zunächst die Werfener Magnesite (Knollen und gelbe Körnchen) und vertritt hiebei auf Grund seiner Erfahrungen auf Euböa die Meinung, daß diese Gebilde typische Ausscheidungen von epigenetischem Magnesit in sandig-tonigem Substrat seien.

Gesperret drucken ließ ich jene Teile der zitierten Ergebnisse, welche eine gewisse Konvergenz mit den Resultaten des vorliegenden Artikels zeigen.

Hier ist zunächst die Herleitung aus einer tieferliegenden Magnesiaquelle (Magnesit und Serpentin), welche örtlich beschränkt in den hangenden Schichten Magnesit abscheidet.

Von einer strengen Bindung an Magnesiaquellen als solche kann zwar in den Werfenern nicht die Rede sein, aber wir sehen jedenfalls die Ausstrahlung der Metasomatose aus dem Liegenden, dem Spatlager-Stockwerk, in das unterste Hangende (die dolomitische Basisbrekzie, die dolomitführenden konglomeratischen Sandsteine, wozu als Sonderentwicklung das Angel'sche Konglomerat des Brunnsink gehört), und darüber hinaus die Verbreitung der sedimentären Magnesite im „Hof“ der Spatlagerstätten.

Hinsichtlich der Zeit der Magnesitzufuhr, macht Petrascheck keine engeren Angaben, läßt aber fast gleichzeitige (also syngenetische bzw. frühdiagenetische) neben „späterer“ Zufuhr zu. Deformationen ursprünglich lagenförmiger Magnesitab-

scheidungen, der Zerfall größerer, nicht völlig homogener Knollen zu wolkig eingestreuten Körnchen und andere Eigenschaften reichen m. E. aus synsedimentären Bildungen den Vorrang zu geben.

Wenn Petrascheck von typisch epigenetischen Magnesitausscheidungen im Hinblick auf die Werfener Knollen spricht, so kann er das sehr wohl auf Grund seiner Erfahrung an griechischen und türkischen Knollenmagnesiten. Er betont hierbei auch, daß es sich in diesen Gebieten keinesfalls um ein salinares Milieu handelt, sondern, daß aufsteigende, milieufremde epigenetische Lösungen den Magnesit brachten. Wenn nun schon sonst sterile CO<sub>2</sub>-haltige Thermen die Verlagerung von Mg aus tieferen Bereichen an die Oberfläche bewirken können, und hier beachtliche Mengen an Magnesit abzuscheiden vermögen, so darf es nicht Wundernehmen, daß hydrothermale Lösungen neben der Bewerkstelligung so umfangreicher metasomatischer Prozesse, bis in den Bereich der noch lockeren Sedimente aufsteigen können.

Die salinaren Magnesite sind chemisch nicht ohne weiteres von den sedimentären des Werfeners zu unterscheiden. Erst die Verschiebung in der Paragenese, d. h. das so auffällige Vorherrschen von Magnesit, und die räumlichen Beziehungen waren hier ausschlaggebend. Die Deutungsmöglichkeiten, zu welchen Petrascheck kommt, gehen also durchaus mit den Ergebnissen, wie sie aus dem Studium der Werfener Magnesite als möglich erscheinen, konform.

Der Kernpunkt der Kritik wird wohl der sein, daß man den Zusammenhang, d. h. die Identität der metasomatierenden und der bezüglich Werfener epigenetischen Lösungen ablehnen wird. Mit der Anerkennung würde ja unbedingt skythisches Alter festgelegt erscheinen. Aber wir finden das unterstützende Argument bei Petrascheck. Dies ist wohl naheliegender als der umgekehrte Weg, d. h. das Auftreten verhältnismäßig sehr großer alpidisch-junger Spatlagerstätten dort verständlich zu machen, wo zweieinhalb Formationen früher, Magnesit im Werfener eingestreut vorkommt.

Die zentrale Frage der Magnesitforschung hinsichtlich der Genese des Magnesites lautet nicht mehr, wie noch etwa vor mehreren Jahrzehnten: „Sedimentär“ oder „epigenetisch-metasomatisch.“ Diese Frage wurde hinreichend beantwortet. Jeder, der sich mit dem Magnesit befaßt, bzw. die zahlreichen veröffentlichten Bilder kennt, weiß, daß die Metasomatose sowohl unter unverstellter Erhaltung mikroskopisch feiner unverdrängbarer Paläsomanteile — wie kohliges, toniges, pyritisches oder etwa hämatitisches Pigment — vor sich gehen kann, als auch unter weitgehender Verwischung der sedimentären Anordnungen. Im ersten Fall hat es den Anschein, als läge ein Sediment vor, im zweiten haben wir es

(wie besonders eindrucksvoll bei der vollständigen Pinolitbildung), mit einer von der speziellen Wegsamkeit abhängigen, vollständigen Verlagerung des nicht umsetzbaren Paläsomanteiles zu tun. Ebenso bekannt sind aber die epigenetisch-sedimentären und sedimentbürtigen Magnesite in lakustrem und salinarem Milieu, wengleich auch hier gelegentlich im Hinblick auf Kristallausbildung und Anordnung sehr auffällige Konvergenzerscheinungen mit den metasomatischen Magnesiten zu beobachten sind.

Die aktuelle Frage, welche sich durch die jüngsten Untersuchungen W. E. Petraschecks ergeben hat, lautet etwa: Sind die Magnesitbildungen im Serpentinmilieu so oberflächennahe, daß Anteile des als ein Reaktionsprodukt zu betrachtenden „dichten“ Magnesites vom Typus „Kraubath“ aus dem Serpentinbereich heraus bis in den diesen bedeckenden Sedimentmantel gelangen konnten? Oder: Sind „spätere“ Lösungen imstande, solche Magnesite chemisch nach „oben“ zu verlagern? Hieraus ergibt sich dann als übergeordnete Frage die nach der Ein- oder Mehrphasigkeit dieses Prozesses und somit nach der mehr oder weniger eng erfaßbaren Zeit.

Die vorliegende Studie der Werfener Magnesite ergab eine ähnliche Fragestellung. Wir gelangten hier, also zunächst im Werfener selbst, zur Feststellung metasomatischer Bildungen neben sedimentären, und zwar in auffällig sich nähernder Kornausbildung beider. Darüberhinaus ergaben sich hinsichtlich der Kornentwicklung und der Verbreitung der Magnesite im Werfener Beziehungen zu den Lagerstättenmagnesiten (Leogang-Hochfilzen). Demnach kann die Frage heute in Anlehnung an W. E. Petrascheck etwa so formuliert werden: Sind die hier dem Werfener-Schiefer benachbarten — darunterliegenden — metasomatischen Spatlagerstätten tatsächlich hinsichtlich der Zeit ihrer Entstehung mit den sedimentären — meiner Auffassung nach eher „epigenetisch-sedimentären“ als salinarbürtigen — Magnesiten im Werfener zu verbinden?

Diese Fragestellung geht ihrem Charakter nach über das Magnesitproblem hinaus, insofern, als sie heute in wenig abgeänderter Form die Zentralfrage für die im wesentlichen auf das Ladin und Carn beschränkten Lagerstätten vom Typus Bleiberg darstellt. Hier hat die Frage: Metasomatose oder nicht? keine Bedeutung mehr, insofern als man an beliebig vielen Stellen Metasomatose als Teilerscheinung zeigen kann. Wesentlich ist hier die Verbindung der Vererzung sedimentären Charakters im Carn mit der bezüglich Ladin epigenetischen Gangvererzung, mit (intern-) Sedimentation als Teilerscheinung.

Meinem Dafürhalten nach handelt es sich um das Problem jener „Janusköpfigen“ oberflächennahe entstandenen Lagerstätten, welche naturgemäß die so umstrittenen Objekte der Lagerstättenforschung darstellten und noch darstellen.

### Zusammenfassung

Im Werfener Schiefer des Arbeitsgebietes wurde Magnesit als schichtiges bis knolliges, gelartig in marinem bis subsalinarem Milieu angelegtes Sedi-

ment erkannt. Umlagerung führte zu weitgehender Zerstörung des primären Sedimentes. Für die feinkörnigen braunen Magnesitbrocken aus der Basis

des Werfeners wurde metasomatische Entstehung nachgewiesen. Ähnlichkeit in den Korndimensionen dieser metasomatischen Magnesite mit den benachbarten ebenfalls metasomatischen Lagerstättenmagnesiten („Leogang“ bzw. „Hochfilzen“), ferner das hofartige Auftreten der sedimentären Magnesite um die metasomatischen Lagerstätten, sowie schließlich das mit rein salinärer Entstehung nicht vereinbare „Magnesit-Milieu“ im Werfener sind die drei Argumente

für die Annahme, daß hydrothermale Lösungen hier während des Skyth bis in submarines Niveau aufgestiegen sein müssen. Im unteren Stockwerk, im Paläozoikum, mit Ausläufern bis in die basalen Schichten des Skyth fanden metasomatische Prozesse statt, während im Oberen Werfener die Magnesiumlösungen ein ihnen adäquates marines, lokal subsalines Milieu antrafen, in welchem Magnesit zur Abscheidung gelangte.

### Summary

The conclusion was made that the magnesite in the above mentioned section of the Werfener shale is a bedded to nodular sediment which is gelatinous in a marine to subsaline environment. Resedimentation led to an almost complete destruction of the primary sediment. It was proved that the fine-grained brown magnesite fragments from the Werfener basis are of metasomatic origin.

There are three reasons leading to the assumption that it was during the Scythian Age that ascending hydrothermal solutions reached the submarine level: 1) The resemblance of the granularity of this metasomatic magnesite to the adjacent, like-

wise metasomatic magnesites of the „Leogang“ and „Hochfilzen“ deposits. 2) The areola-like distribution of the sedimentary magnesite in the immediate vicinity of the deposits of metasomatic origin and 3) the „magnesite milieu“ in the Werfener which is not compatible with a normal saline origin.

Metasomatic process took place in the lower floor, the paleozoic bedrock and in offshoots reaching as far as into the basal scythian beds, while in the upper Werfener the magnesium solutions came into contact with a locally subsaline, marine environment which promoted the precipitation of magnesite.

### Résumé

Dans les schistes du terrain étudié de Werfen la magnésite fut reconnue comme sédiment d'une structure stratifiée noduleuse originalement déposé dans les environs marins, et sous-salins. Une transformation géologique causa une énorme destruction des sédiments primaires. L'origine métasomatique des fragments bruns de la magnésite à grains fins qui se trouvent dans les couches inférieures de Werfen fut prouvée. Suivant l'avis de l'auteur il y a trois arguments pour la supposition que des solutions hydrothermiques ont montées jusqu'à un niveau sous-marin pendant l'ère scythique, à savoir: similitude de grains de ces magnésites métasomatiques avec les

magnésites également métasomatiques des gisements voisins dans les dolomies paléozoïques (Leogang et Hochfilzen): la distribution des magnésites dans le Werfen autour des gisements dans l'époque paléozoïque; puis un „milieu de magnésites“ incompatible avec une origine nettement saline. Dans le sous-basement paléozoïque et partiellement dans les couches basales du Werfen des processus métasomatiques eurent lieu tandis que dans le terrain supérieur de Werfen les solutions de magnésium ont rencontré des environs marins, localement sous-salins, favorables à la formation de la magnésite.

### Literaturverzeichnis

- Gümbel C. W.: „Röthkalk, Magnesit von Elmen“. *Verh. geol. R. Anstalt* 1880 S 276 - 277.
- Angel Fr., und F. Trojer: „Zur Frage des Alters und der Genesis alpiner Spatmagnesite“. *Radex-Rundschau* 1955 S. 374 - 392.
- Siegl, W.: „Magnesit in den Werfener Schichten bei Leogang“. *Anzeiger Akad. d. Wiss. Wien*, 66, 1950 S. 1 - 5.
- Leitmeier H., und W. Siegl: „Untersuchungen an Magnesiten am Nordrand der Grauwackenzone Salzburgs und ihrer Bedeutung für die Entstehung der Spatmagnesite der Ostalpen“. *Berg- u. Hüttm. Monatshefte* 99, 1954, S. 201 - 211 und 222 - 235.
- Erhard H.: „La genèse des sols en taut que phénomène géologique“. *Bd. 8 Coll. Evol. des sciences. Masson et Cie - Paris* 1956.
- Langbein R.: „Geochemische Untersuchungen an Salztonen des Zechsteins im Südharz - Kalirevier“. *Chem. der Erde* Bd. 23, Heft 1, 1963.
- Schulz, O.: „Die Pb - Zn - Vererzung der Raibler Schichten im Bergbau Bleiberg-Kreuth.“ *Carinthia* II. 22. Sonderheft 1960.
- Petrascheck W. E.: „Neue Beobachtungen an griechischen und türkischen Magnesitlagerstätten“. *Radex-Rundschau*, Heft 6, 1962.
- Ilic M.: „Magnesitsko lesiste Bela Stene“. *Zbornik rad. geol. i. rud. fak. Beograd* 1952.