

Prof. K. A. REDLICH

Prag.

907

## BEOBACHTUNGEN AN SCHICHTIGEN KIESLAGER- STAETTEN DER ALPEN UND KARPATHEN

Die Frage der Entstehung der Kieslager von schichtiger Natur ist noch immer umstritten, bald überwiegt die Meinung der Sedimentation, bald die der Epigenese.

Die hier zu besprechenden Lagerstättentypen treten in irgend einer Art von Schiefen oder metamorphen Ergussgesteinen auf und schmiegen sich mehr oder weniger der Oberfläche des Hangend- und Liegendgesteines an. F. *Klockmann*, *Bergeat* und andere Forscher trennen bereits die in normalem Tonschiefer auftretenden Kiese, von den im regional metamorphen Schiefen aufsetzenden Vorkommen.

Zu der ersten Gruppe werden die Mannsfelder Kupferschiefer, Rammelsberg bei Goslar, Meggen an der Lehne, gerechnet, zu ihr gehören auch die von F. *Slavik* beschriebenen Alaun- und Pyritschiefer Westböhmens, etc. Zu der zweiten Gruppe wären die Vorkommen des Erzgebirges, der Karpathen und der Alpen, die zahlreichen schwedischen und norwegischen Kiesvorkommen, etc., zu stellen. *Mohr* 1) baut dieses Schema dahin aus, dass er Lagerstätten, jünger als die Metamorphose- hystero-gen-, gleichzeitig mit der Metamorphose- hypogen- und älter als die Metamorphose- proterogen- bezeichnet. Vor allem ist es notwendig diesen zweifellos richtigen Gedanken zurückzustellen und jene Merkmale zu suchen, welche der Lagerstätte vor ihrer späteren Veränderung primär anhaften.

*Posepny*, *Beyschlag*, *Krusch Beck* u. a. glauben, dass der Erzgehalt dieses Typuses aus einer Zeit stammt, als die Tonschiefer in ihrer jetzigen Gestalt schon vorhanden waren, während *Bergeat*, in neuerer Zeit

---

1) MOHR, H.: «Zur Entstehungsfrage der alpinen Spatmagnesite vom Typus Veitsch». *Tschermaks mineralogische u. petrographische Mitteilungen* Bd. 38, 1925. St. 137.

*Pompecky, Dosz, Schneiderhoehn* u. a. der älteren Anschauung, der sedimentär-syngenetischen Bildung das Wort reden.

*Pompecky* 2) steht für die Mannsfelder Kupferschiefer auf dem starren Standpunkt der Sulfidsedimentation, ähnlich dem schwarzen und blauen Schlick des schwarzen Meeres mit verschiedenem Gehalt an fein verteiltem Kalk und sulfidischem Eisen, in welchen der konzentrierte Schwefel-eisenschlick die Analogie für die reicheren Kiesflötzchen in der ärmeren Erzmasse von Mansfeld bildet. Der Kupfer und Zinkgehalt der Erze wird mit Einschwemmungen vom Lande her erklärt, wobei die zu Boden sinkenden Tier- und Pflanzenleichen, aber auch die Tonteilchen, den Metallgehalt der Oberflächenschichte absorbierten und ziemlich gleichmässig in dem am Meeresgrund liegenden Eisensulfidschlamm verteilen. *Schneiderhoehn* und seine Schüler bauen diese Hypothese durch metallographische und chemische Methoden aus und ziehen die Vorkommen von Rammelsberg, Meggen an der Lehne 3) in den Kreis dieser Betrachtung, trotzdem ein Gemenge von Schwefelkies, Bleiglanz, Zinkblende und Baryt als lagerförmige Bildung vorliegt und eingeschaltet Diabasdecken in den Schiefen auftreten. In Meggen an der Lehne 4) geht das Kieslager in ein Schwerspatlager über, der Pyrit ist olitisch und die Einzelindividuen oft hohl, braune Zinkblende verursacht einen Zinkgehalt von 8 %; Bleiglanz und Kupferkies ist selten.

Für die westböhmisches Alaun- und Pyritschiefer fasst *Slavik* 5) die Ergebnisse seiner Untersuchungen zusammen: Während der präkambrischen Periode lagerten sich die Tonschiefer als abyssische Sedimente ab. 1. Es wechselten mit dieser Sedimentation Eruptionen, durch welche Decken von spilitischen Gesteinen aus der Diabasfamilie sich ergossen, im Verband mit diesen Eruptionen traten Thermaquellen auf, welche in die sich bildenden Sedimente die Pyritsubstanz brachten. 2. Die bereits fertigen Gesteinschichten, wie die schwachen Kalksteineinlagerungen der Schiefer, wurden durch die eindringenden Thermalwässer mit Pyrit und Quarz imprägniert und zu Einlagerungen von kompaktem ungeschichtetem Pyrit umgewandelt. 3. Zeigt *Slavik*, dass der Kies in vielen Spiliten, namentlich in den Varioliten als magmatische Produkte und nicht als metasomatische Bildung aufgefasst werden darf, da vor allem die leicht umsetzbaren basischen Plagioklase der Umwandlung in Pyrit trotzen, dagegen hin und wieder lappige Resorptions-Umriss mit einer Kiesrinde zeigen, wie wir sie bei den korrodierten Porphyreinsprenglingen zu sehen gewöhnt sind. Einen weiteren gewichtigen Einwand gegen eine spätere

2) POMPECKY, J. F.: *Das Meer des Kupferschiefers. Sonderabdr. a. d. Brancafestschrift.*

3) u. 4) Literatur in R. HECKS.: *Lehre von den Erzlagertstätten.* III. Aufl. II. Bd. S. 134 und 138.

5) SLAVIK, F.: «Ueber die Alaun- und Pyritschiefer Westböhmens». *Bull. int. de l'Académie des Sciences de Bohême*, 1904.

Infiltration sieht *Slavik* in dem Umstand, dass einerseits in den fast ganz aus Pyrit bestehenden Variolen die Struktur des Variolites unverändert bleibt, andererseits der Pyrit in den Variolen der schwefelkiesreichsten Variolite oft fehlt.

Gehen wir nun zu den Kieslagerstätten der Alpen und Karpathen über. Die grosse Zahl derselben, welche mir entweder aus eigener Anschauung bekannt geworden ist oder von fremden Autoren so gut beschrieben wurden, dass die Schilderung derselben die Autopsie ersetzt, zeigt, ausser gemeinsamen Merkmalen, einzelne bemerkenswerte Abweichungen, die der Zusammenfassung wert sind. Von folgenden Lagerstätten sollen in besonderen Beschreibungen die charakteristischen Erscheinungen herausgearbeitet werden:

- |   |   |                         |
|---|---|-------------------------|
| I. Kallwang (Steiermark) . . . . .                                      | } | Ostalpen                |
| II. Oeblarn im Ennstal (Steiermark) . . . . .                           |   |                         |
| III. Naintsch bei Anger (Steiermark) . . . . .                          |   |                         |
| IV. Umgebung von Zell am See (Salzburg) . . . . .                       |   |                         |
| V. Grossfragant (Kärnten) . . . . .                                     |   |                         |
| VI. Kreuzeck zwischen Drau und Mölltal .<br>(Kärnten) . . . . .         |   |                         |
| VII. Pernek östl. von Pressburg (Slovakei) . . . . .                    | } | Karpathen.              |
| VIII. Luisental (Bukowina) . . . . .                                    |   |                         |
| IX. Elterlein, Johannesgeorgenstadt, Klin-<br>genal, Graslitz . . . . . | } | sächsisches Erzgebirge. |

*Kallwang* 6). — Dunkle Phyllite wechsellagern mit Chloritschiefern. *Canaval* fand in letzteren Augitreste, wodurch ihre Abstammung von Diabasen angedeutet wird. In beiden Gesteinen treten konkordant gelagerte Kieslinsen und Lager auf. Ihr Inhalt besteht aus Schwefelkies, Magnetkies, Kupferkies; untergeordnet findet sich Arsenkies; als Silikatbegleiter wären Turmalin, Feldspat (Albit), Aktinolit, Chlorit, schliesslich Apatit, Titanit und Quarz zu nennen. *Canaval* hält die zu Grünschiefer umgewandelten Diabase als die Erzbringer. Die Diabase stellt er sich als submarine Magmadecken und Ströme vor, in welche wässrige Metallösungen (zum Unterschied von Gasexhalationen bei oberirdischen Vulkanen) als letzte Emanationen die Grünschiefer, aber auch die Tonschiefer fast zu der Zeit der Ablagerungen der Sedimente am Meeresgrund durchtränkten. Abzweigungen und Gabelungen der Lagerstätte, sowie Gebilde, die als Apophysen angesprochen werden können, werden besonders erwähnt.

6) CANAVAL, B.: «Das Kiesvorkommen von Calvank in Obersteiermark». *Naturw. Verein für Steiermark, Jahrgang 1894*. (Ersch. 1895)..

Oeblarn im Ennstal 7). — In einem Quarzphyllit, der durch Aufnahme von Chlorit und Hornblende häufig in einem Grünschiefer übergeht, liegen scheinbar konkordant drei Kieslagerstätten. Die Dreifaltigkeitslagerstätte vereinigt sich am Horizont des Salvatorstollen mit der Gottesgaberlagerstätte (fig. 1).

Der Tonschiefer ist in der Nähe derselben sericitisiert, bald weich, weiss und sich talkig anfühlend, bald durch Aufnahme von Quarzlagen sehr hart werdend. Das Erz besteht zum grössten Teil aus Schwefelkies, von welchem Mineral einzelne grössere Krystalle, wie bei porphyrischer Struktur, in der Grundmasse schwimmen. Kupferkies ist bald primär,

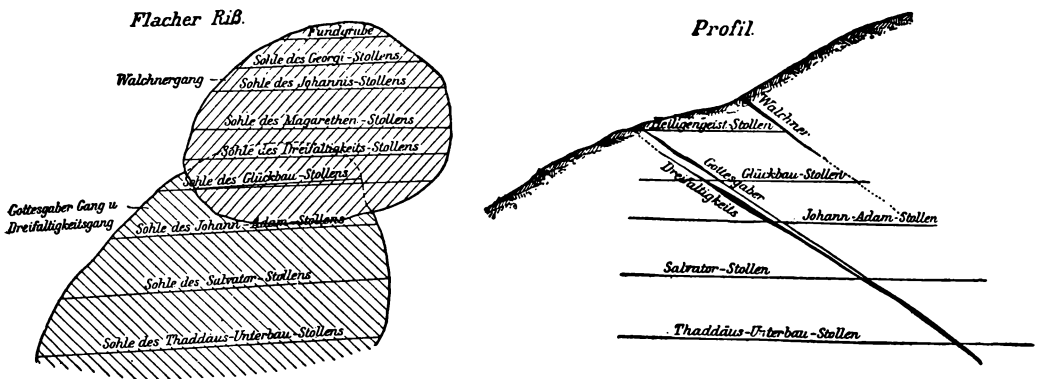


Fig. 1. — Flacher Riss und Profil durch den Kiesbergbau Walchen.

bald sekundär in Form von kleinen Gangtrümmern zu finden; daneben kann leicht Arsenkies, Magnetkies., Bleiglanz, silberhaltiges Fahlerz, Zinkblende (oft in nicht unbeträchtlicher Menge), Antimonit, Pyrargyrit, Kalzit, untergeordnet Ankerit und Siderit nachgewiesen werden. Durch Chrom gefärbter Glimmer fand sich an mehreren Stellen. Schwimmende Schieferfetzen des Nebengesteines sind in der Erzmasse nicht selten. Die scheinbare Konkordanz der Lagerstätte wurde an einer einzigen beobachteten Stelle durch eine brückenartige primäre Verquerung zwischen zwei Erzbänken und einer Apophyse in das Liegendgestein unterbrochen. Brücke und Keil grenzen scharf an das Nebengestein und können nicht durch Einfaltung erklärt werden (fig. 2).

Nicht unerwähnt sollen grössere und kleinere Quarzlinsen bleiben, die sich allenthalben in den Schiefen finden, zweifellos Ausfüllungen von Schichtfugen sind, und neben Quarz Schwefelkies führen.

7) REDLICH, K. A.: «Die Walchen bei Oeblarn. Berg-u. Hüttenmännisches.» *Jahrb. d. k. k. Bergakademien Leoben und Pribram II.* 1903.—ders. Autor: «Ein Beitrag zur Genesis der alpinen Kieslagerstätten». *Zeitschrift für prakt. Geologie XX.* 1912. St. 197.

*Naintsch bei Anger.* — In ziemlich hochkrystallinem quarzreichem Phyllit (reiche Kalkführung in der Nähe der Lagerstätte) liegen mehrere Linsen von Schwefelkies. Die Erzführung beginnt mit einer schwachen Imprägnation und schreitet bis zur fast vollständigen Verdrängung des Schiefers vor. Alle Dünnschliffe zeigen diese spätere Verdrängung, die oft deutlich der Schieferung bez. den Spaltflächen des Glimmers folgt, bis schliesslich bei den dichten Erzen nur unverzehrte Reste des Nebengesteines übrig bleiben. Stark *verbogene* Glimmer sind im *unversehrten* Erz eingeschlossen. Auffallend ist die starke Fuchsidführung der Lagerstätte, welche bis zur Grünfärbung ganzer Partien führt.

*Ortsbild d. Kieslagerstätte o. d. 1. Str. d. Thadäus-Unterb.*  
1:94

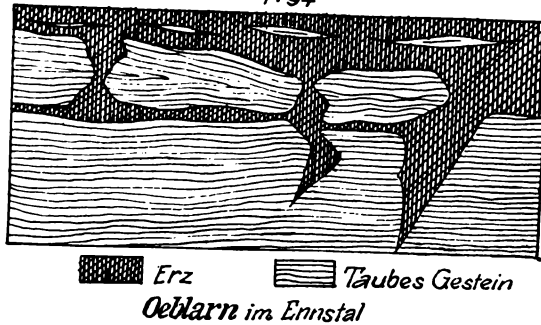


Fig. 2.

*Salzachtal bei Zell am See.* — Westlich vom Zell am See beissen im Salzachtal auf einer Strecke von mindestens 35 km eine Reihe von Schwefelkieslagerstätten aus. Die Erze bestehen aus Schwefel-Magnet- und untergeordnetem Kupferkies, in einzelnen Dünnschliffen konnte Aktinolith und Albit nachgewiesen werden. Der Magnetkies hat einen Nickelgehalt der bis zu 1,5 % steigt. Die ersten Spuren trifft man gleich ausserhalb Zell am See beim Wirtshaus Tischlerhäusel, daran schliesst sich am Westabhang des Bruckberges der alte Bergbau Limberg, es folgen Piesendorf, Klucken, Walchen, im Hollersbachtal die Stollen des Brand, nördlich der Eisenbahnstation Mühlbach liegt Brenntal, im Unter- und Obersulzbachtal finden sich die gleichnamigen Lagerstätten. Beide Ufer der Salzach werden von krystallinen Schiefen begleitet deren höhere Glieder noch aus normalem Phyllit und Chloritschiefer bestehen, während die älteren Partien eine höhere Krystallinität aufweisen. Die Erze treten innerhalb der Schichtung sowohl in der Zone der höheren, als auch der geringeren Krystallinität auf, teilweise im chloritarmen grauen Phyllit (Limberg, Walchen), teilweise im reinen Chlorit- Amphi-

bolschiefer. (Unter- und Obersulzbachtal.) Die einzelnen Lagerstätten sind nicht gross, das Vorkommen von Brenntal ist sogar nur ein O-W streichender *Schlauch*, bei dem die streichende Erstreckung die Mächtigkeit kaum überragt. Dieses Erzlineal fällt mit einem beiläufigen Winkel von 45 Grad ein und scheint sich nach der Grubenkarte an seinem Ende in zwei Teile zu gabeln.

*Grossfragant 8).* — Die Grossfragant ist ein Hochtal und mündet in das Mölltal in Kärnten. Die Erzlagerstätte streicht in einer Höhe zwischen 1.880 und 2.200 m aus. Sie besteht aus Schwefelkies und Kupferkies, zu dem sich seltener Magnetit gesellt, der nach *Canaval* älter als der Pyrit ist. Diese Erze bilden mehr oder weniger konkordante Lager in einem Schiefer, der durch Ueberwiegen des Chlorites als Chloritschiefer (umgewandelter Diabas) beim Zurücktreten dieses Mineralen als Glimmerschiefer bezeichnet werden kann. Das Erz besteht aus einer mehr oder weniger ausgesprochenen quarzigen Grundmasse, im Dünnschliff können leicht Granaten und Turmalin nachgewiesen werden. Häufig findet sich der durch Chrom grün gefärbte Chromglimmer (Fuchsit). An mehreren Stellen, wenn auch selten, spaltet sich das Hauptlager, einzelne Trümmer setzen von ihm in das Liegende und Hangende. Nebengesteinsbrocken, namentlich Chloritschiefer, schwimmen häufig im Erz.

*Kreuzeck zwischen Drau und Mölltal 9).* — Eine nicht unbedeutende Zahl von Kieslagern, welche sich durch das Mitvorkommen von Bleiglanz, Zinkblende und göldischem Kies auszeichnen, beherbergt die Gebirgsgruppe des Kreuzecks in Kärnten; eine Zone liegt am Nordabhang und verflächt nach Süden, die andere Zone am Südabhang — 13 km mit Unterbrechungen verfolgbar — fällt gegen Norden. Der Nordzug beginnt mit Bergbauresten am Nordabhang des Dechant (2.587 m), in der Mitte liegen die Baue des Wellatales — die Nebengesteine erinnern an die Muttergesteine von Kallwang —, weiter westlich folgen die verbrochenen Gruben von Politzberg und auf der Lochalm im Lamnitztal. Die Kiese daselbst liegen zwischen Granatglimmerschiefern im Liegenden und Hornblendeschiefern im Hangenden. Es gibt Hornblende — und biotitführende Mittelerze. Die Letzteren enthalten Quarz, Albit, Titanit, Pyrit, Kupferkies, Magnetkies, Bleiglanz und Zinkblende. Seltener ist die Association von Sulfiden mit Uralit, Tremolit und Kalzit. *Canaval* gibt für die biotitführenden Erze folgende Succession an: Das älteste Glied ist der Biotit?, es folgt der Pyrit, dann Magnetkies und Kupferkies, hierauf

8) REITZENSTEIN, W.: «Beitrag zur Kenntnis der Grossfraganter Kieslagerstätte». *Zeitschr. f. praktische Geologie XXII*. J. 1914. St. 197.

9) CANAVAL, R.: «Altersverschiedenheiten bei Mineralien der Kieslager». *Zeitschr. f. prakt. Geologie XVIII*. J. 1910. St. 181.

In dieser Arbeit sind auch die einzelnen Monographien der Bergbaue des Kreuzecks, von demselben Autor, zitiert.

Zinkblende - Titanit, Galenit, schliesslich nach der Ablagerung der Sulfide, Albit. Am Südbhang des Kreuzecks liegt das Kiesvorkommen der Knappenstube. Die Mineralführung ist eine ähnliche, wie die vorher geschilderte. Zum eigentlichen Lager *stösst eine Erzkluft*, die wahrscheinlich noch während der Verfestigung der Haupterzmasse gebildet wurde und den Gegenstand des Bergbaues der Alten bildete. Ueberdies wurde in den letzten Betriebsjahren *eine Erzapophyse* aufgefunden. Am Laitenkofel im Mölltal wurden Gangtrümmer von Quarz, Magnet- Schwefel- und Kupferkies in einem undeutlich geschichteten, glimmerreichen Gneiss verfolgt.

Perneck 10). — Nördlich von Pressburg in der Slovakei liegt im Orthoklasporphyroid Schwefelkies und Antimonit als lagerartige Im-

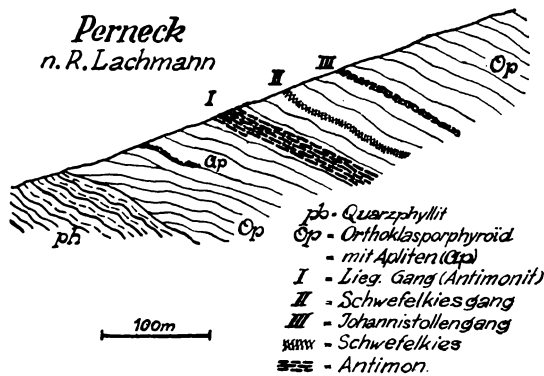


Fig. 3.

prägung. Der Porphyrit ist in seiner Grundmasse vererzt, die Feldspate noch intakt (fig. 3).

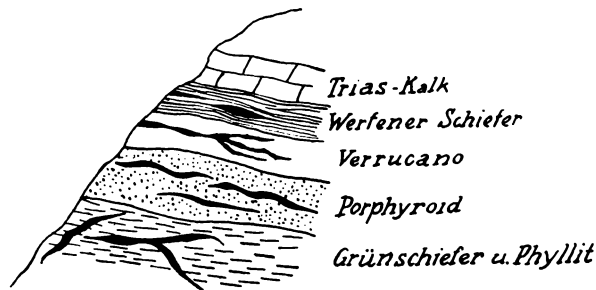
Ein ähnliches Vorkommen findet sich weiter östlich in Cuczon bei Rosenau in der Slovakei. Es ist eine Antimonitimpprägung im Porphyroid mit deutlicher Diskordanz zum Nebengestein. Es macht den Eindruck, als hätte sich der derbe Antimonit in dem aufgeblätternen Gestein angesammelt. Auch Schmöllnitz 11), in dem slovakischen Karpathenteil gelegen, lehnt sich eng an Perneck an. Das Schwefelkupferkiesvorkommen setzt in Linsen und Lagern, teils im schieferigen Porphyroid, teils im Tuffporphyroid auf. Vererzte Porphyroide, bei welchen die Grundmasse vererzt,

10) LACHMANN, R.: «Antimon und Schwefelkies bei Perneck in Ungar.» *Zeitschr. f. pr. Geol.* XXIII. J. 1915. St. 195. u.

KRUSCH, P.: «Beitrag zur Kenntnis der Schwefelkies u. Antimonerzlagertstätten d. kleinen Karpathen.» *Zeitschr. f. prakt. Geol.* XXIV. J. 1916. St. 1.

11) SCHAFARZIK, F.: *Daten zur genaueren Kenntnis des Szepes-Gömörer Erzgebirges.* Math. und naturw. Berichte aus Ungarn 23. Bd. 3. Heft. Leipzig, 1905. St. 252.

die Quarzkristalle aber noch intakt sind, fand *W. Petraschek* im Liegenden der Sideritlagerstätte von Eisenerz und der Radmer, die er mir zur Verfügung stellte und in welchen man deutlich sieht, dass die Gebirgsbewegung nach der Bildung der Erze noch nicht vollständig zur Ruhe gekommen war, da mit jüngerem Sericit erfüllte Spalten gefältelt erscheinen. Nur um die lagenartige Form der Schwefelkiese im Porphyroid von Perneck in Vergleich zu stellen mit schichtigen Lagerstätten im Porphyroid, der alpinen Grauwackenzone, soll das schematische Profil der Sideritlagerstätte von Payerbach-Edlach 12) Niederösterreich zur Abbildung und Beschreibung kommen (fig. 4).



*Schematisches Profil durch d. Erzzone  
von Edlach gegen d. Rax.*

Fig. 4.

Wir sehen hier ein Schichtpaquet, beginnend mit den paläozoischen Phylliten und Chloritschiefern (Augitreste - Diabase). In ihnen setzen typische Lagergänge von Siderit und Kupferkies, mit einzelnen Verquerungen zum Nebengestein auf. Darüber folgen Porphyroide, welche dieselbe Schieferung annehmen, wie die übrigen Formationsglieder im Liegenden und Hangenden. In ihnen treten ähnlich geformte Ausscheidungen von Siderit, wie der Schwefelkies von Perneck auf, gleiche Lagen von Siderit birgt das rote und lichte Konglomerat des Perm und der untertriadische Werfener Schiefer.

*Luisental* 13).—In der Mitte eines alten Metallbergbauzentrums der südlichen Bukowina (Rumänien) liegt der Ort Luisental (Fundul-Moldavi), eine alte Ansiedelung deutscher Bergleute, zum Zweck der Aus-

12) REDLICH, K. A.: «Die Eisensteinbergbaue der Umgebung von Payerbach -Reichenau». *Jahrbuch d. Bergakademien Leoben u. Pibram* 1907. Derselbe Autor: «Das Schürfen auf Erze von ostalpinem Charakter». *Mont. Rundschau* 1912, v. 1. November 1912.

13) REDLICH, K. A.: «Der Kiesbergbau Luisental (Fundul-Moldavi) in der Bukowina. Oesterr.» *Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen*. Nr. 23. 1906.



beutung der einst reichen Kupfergrube. In einem Chloritschiefer und Phyllitzug liegt eine ca. 40 m mächtige Imprägnationszone von Schwefelkies. *Walter* 14) berichtet uns darüber, dass in der dem Tage nahen Zone vergeblich Versuche unternommen wurden Derberze zu finden. Erst in einer Tiefe von ca. 40 m verdichtete sich das Erz zu einer Hauptzone, die an einzelnen Stellen bis auf 2 m answoll und von einem Hangendgefährdet begleitet wurde (fig. 5).

In den oberen Horizonten war der Kupfergehalt rund 8 ‰, nahm aber immer mehr ab, bis er in der Höhe des Erbstollens nur mehr 1 ‰ war, anstelle des kupferreichen trat der kupferarme Schwefelkies. Die Schwefelkiesimprägnation obertags macht den Eindruck einer mit den

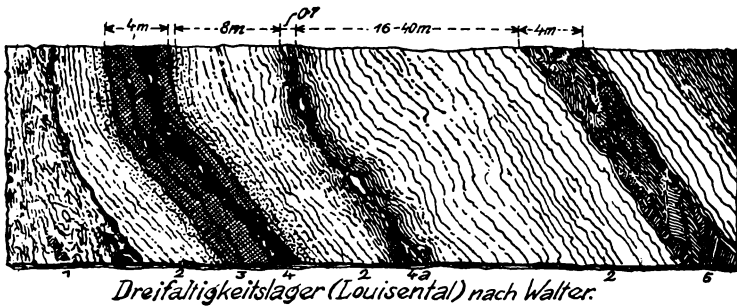


Fig. 5.

krystallinen Schiefen gleichzeitigen Bildung, während die Derberze der tieferen Zone die spätere Ausscheidung vor allem (2 im Dünnschliff) zeigen. Ausser diesen Sulfiden findet man im Erzkörper Kalkspat, Ankerit, Siderit, Arsenfahlerz, Magnetit, Quarz, Stilpnomelan und Albit. Die Lagerstätte lässt sich in ähnlicher Form und in den gleichen Schiefen bis an die alte rumänische Grenze verfolgen und dürfte in derselben Zone auch noch weiter streichen. Nebengesteinsstücke schwimmen häufig im Erz.

*Elterlein, Johannesgeorgenstadt, Klingental, Graslitz* 15). — Anhangweise möchte ich noch einige Schwefelkieslagerstätten des sächsischen Erzgebirges anfügen, da sie nach der Beschreibung den alpinen und karpatischen Vorkommen sehr nahe stehen. In Elterlein liegen die Kiese nahe der Grenze der normalen granatführenden Glimmerschiefer gegen die Quarzphyllite. *R. Beck* und *H. Müller* konstatierten in der sonst

14) *WALTER, B.*: «Die Erzlagerstätten der südlichen Bukowina». *Jahrbuch. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, 1876, XXVI.* J. St. 343.

15) *BECK, R.*: «Ueber einige Kieslagerstätten im sächsischen Erzgebirge». *Zeitschr. f. prakt. Geol. XIII.* J. 1905. St. 12.

schichtigen Lagerstätte eine gangförmige symmetrische Anordnung der Mineralien gegenüber den Salbändern: Braunspat und Kalkspat am Rand, in der Mitte ein Gemenge von Pyrit und Quarz. Ferner fanden sie schmale Gangtrümmer derben Kiesel, die sich vom Erzkörper lösen und in das Hangende ziehen. Die Salbänder des sogenannten Lagers überschneiden die Schieferung trotz der sonst allgemein beachteten Parallellität. Die Kieslager von Johannesgeorgenstadt liegen im kontaktmetamorph veränderten Phyllit als konkordante Linsen und werden von *R. Beck* als dieser Kontaktmetamorphose angehörig zugerechnet. Die

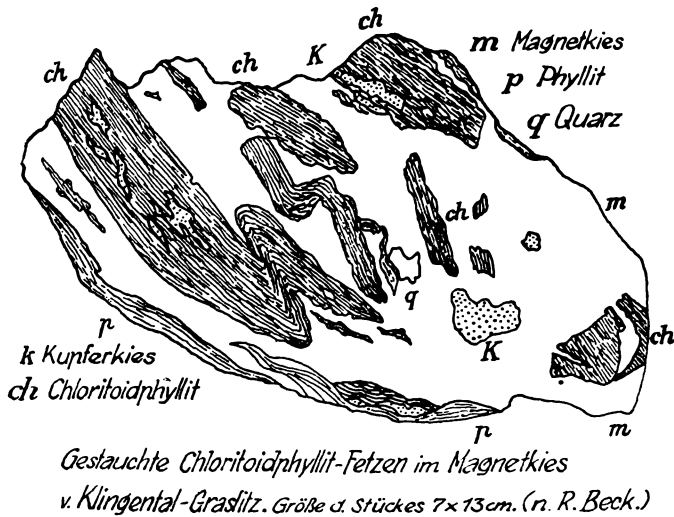


Fig. 6.

Kieslager Klingental-Graslitz setzen im Phyllit auf, nahe dem Kontakthof der Eibenstock-Neudecker Granitmasse und sind besonders durch ihre reiche Führung an Nebengesteinstrümmern ausgezeichnet, die im dichten Erz, ähnlich wie in Sulitjelma, Naintsch, Oeblarn, etc., schwimmen (fig. 6.)

Alle hier beschriebenen Kieslagerstätten setzen in krystallinen Schiefen auf, u. zw. in Phylliten, Chlorit- Hornblende- und Porphyroidschiefern. Ergussgesteine spielen also als Nebengestein die Hauptrolle. Von einer strikten Niveaubeständigkeit kann nicht gesprochen werden, da z. B. die Erze der Umgebung von Zell am See sich sowohl in den tieferen — höher krystallinen — Chloritschiefern, als auch in den weniger krystallinen Phylliten auftreten. Fast stets ist Chromglimmer der Begleiter der Erze, ein Mineral, welches auch einen gewissen Zusammenhang der Erze mit basischen Eruptivgesteinen verrät. Er ist übrigens auch in den

alpinen Sideritlagerstätten nicht selten. Die Konkordanz der Erze mit ihren Liegen- und Hangendgesteinen wird öfters durch Ueberschneidungen mit diesen unterbrochen, vom Erzkörper abgehende Primärtrümmer, sowhol in das Liegende, als auch in das Hangende, *die sich nicht mit tektonischen Verfallungen erklären lassen*, sind, wenn auch selten, dennoch vorhanden. Fast immer liegen Stücke des Nebengesteines bis zu mikroskopisch kleinen Teilchen in der Erzmasse, man sieht im Dünnschliff fast immer die jüngere Erzbildung gegenüber dem älteren Nebengestein. Das Auftreten von Bleiglanz, Zinkblende, Arsenfahlerz und anderer Sulfide — oft in nicht unbeträchtlicher Menge — als primärer Bestandteil der Erzmasse ist eine umso beachtenswertere Erscheinung, als in Steiermarck in ähnlichen krystallinen Schiefern des Devons schichtige Lagerstätten von Zinkblende — Bleiglanz angetroffen werden, bei welchen Kupfer- und Schwefelkiese fast ganz zurücktreten. (Passeil, Deutschfeistritz-Peggau, Frohnleiten, etc. 16).

Ueber die Paragenese und Succession der Erze gibt uns *Canaval* in seiner Arbeit über die Altersverschiedenheit bei Mineralien der Kieslagerstätten (l. c., 9.) zahlreiche Aufklärungen. Die Erze zeigen z. B. in Kallwang die Reihenfolge Pyrit, älterer Magnetkies und Arsenkies, (Zinkblende, Titanit, Bleiglanz schiebt sich am Politzberg ein) Kupferkies, jüngerer Magnetkies; aber auch gegenüber den Silikaten ist eine teils ältere, teils jüngere Entstehung wahrzunehmen.

Geht man von gewöhnlichen Schwefelkieskonkretionen aus, so sieht man tatsächlich im Kleinen häufig jene Lagerform, wie wir sie bei Kieslagerstätten antreffen. Noch auffallender wird dieses Bild, wenn wir an Torf und Kohle mit Schwefelkieseinlagerungen denken, die bald Schichtfugen folgen, bald von diesen aus kleine Klüfte und Sprünge erfüllen.

Die Gesteinsfolge in welcher die alpinen und karpathischen Schwefelkieslagerstätten auftreten, besteht aus grauen und schwarzen, oft graphitischen Tonschiefern, die teilweise, wie dies die Funde karboner Pflanzen beweisen, Süßwasserablagerungen sind. Grünschiefer Porphyroide wechsellagern mit ihnen. Mit Recht spricht daher *Canaval* (l. c., 6) von Erzlagerstätten im Facieswechsel. Es ist naheliegend die Erzbildung mit den Diabase und Porphyren in Zusammenhang zu bringen, so zwar, dass die letzten Emanationen einen Niederschlag, sei es in konkretionärer Form, *sei es als spätere Verdrängung* in den Eruptivdecken, selbst bilden. Die Graphite und graphitischen Schiefer der Grauwackenzone unserer Ostalpen sind die Aequivalente der vorhin erwähnten Kohlen mit den Schwefelkieseinschaltungen. (Schwefelkupferkiesimprägnationen im

16) SETZ, W.: «Die Erzlagerstätten der Gegend von D. Feistritz-Peggau, Frohnleiten, Uebelbach, Thalgraben.» *Zeitschr. f. prakt. Geol.* X. J. 1902. Heft, 11.

Hartlegraben bei Kaisersberg-Steiermark) 17). Die schichtigen Kieslagerstätten der Alpen und Karpathen bilden also nach den bis jetzt gemachten Beobachtungen einen integrierenden Bestandteil der sie umgebenden basischen Eruptivgesteine, und sind förmlich ihre Fortsetzung. Ihre Bildung wäre dann nicht nach dem Schema A das Liegende, B das Erz, C das Hangende entstanden, sondern der Beginn einer Epigenese A-C-B, die bei den einzelnen Vorkommen die verschiedensten Zeitintervalle aufweisen kann. Am nächsten kommt diese Deutung der durch *Slavik* angenommenen Genese der westböhmisches Kiesvorkommen, die wegen ihrer geringen späteren Veränderungen das beste Vergleichsobjekt liefern. Bei einer derartigen Bildung liesen sich ungezwungen die Apophysen, Gabelungen und Ueberschneidungen erklären. Die spätere Umkristallisation und Verschiebung der Mineralelemente zur Zeit der krystallinen Schieferbildung bewirkt eine Wanderung der Erzelemente, die damit aber nicht abgeschlossen zu sein braucht.

*Canaval* (l. c., 9) hält die in das Gestein eindringende Lösung für eine kolloidale, die ähnlich der Gelatine zur blasenartigen Formbildung innerhalb der Schichten neigt; mit der fortschreitenden Abkühlung des Systems der vulkanischen und sedimentären Gesteine und dessen Verdichtung durch den Hangenddruck wird die Bildung der Linsenkörper ausgeprägter; während dieser Verfestigung entstehen Verschiebungen, aus welchen sich die gangartigen Elemente mancher Kiesvorkommen erklären lassen.

Die richtige Erkenntnis der Genese der Kieslager hat nicht nur theoretischen sondern auch eminent praktischen Wert für die Auffindung, Verfolgung und Ausrichtung der Lagerstätte, da einzelne montangeologische Erscheinungen, wie das plötzliche Aufhören der Erzmittel, etc., ihre Erklärung finden werden.

---

17) «Eine Kupferkieslagerstätte im Hartlegraben bei Kaisersberg. Österr.» *Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen* L. J. 1902.

NOTICES SUR LA STRATIGRAPHIE DU PALAÉOZOÏ-  
QUE ET LES GISEMENTS DE FER ET DE CUIVRE  
DANS LES MONTAGNES MÉTALLIFÈRES DES CAR-  
PATHES DE LA SLOVAQUIE

---

Dans la zone intérieure des Carpathes occidentales (d'après *Uhlig*), dans le soit-disant «Slovenské Rudohorí», c'est-à-dire montagnes métallifères de la Slovaquie, j'ai pu distinguer — comme il s'ensuit d'après leur âge — les couches de *Conglomérats*, de *Porphyroïdes*, de *Diabases* et leurs tufs (1) (\*). Ces couches étaient presque généralement attribuées au Carbonifère et au Permien, tandis qu'*Ahlburg* (2) et moi nous les considérons comme dévoniennes en le motivant par leur tectonique, leur stratigraphie et paléontologie.

Les couches de *Conglomérats* se composent de conglomérats, de brèches, de grauwackes, de schistes argileux, de grès et de quartzites. On les trouve sous d'autres couches métamorphisées et ils n'en portent pas de débris; le mélaphire, compagnon typique du Permien carpathique, fait totalement défaut; quelques trouvailles de flore fossile rappellent certains restes de flore du Paléozoïque inférieur. Les couches plus anciennes, surtout le Gabbro près de Dobsiná sont recouvertes en discordance par les couches du Carbonifère inférieur, dont l'âge a pu être constaté grâce à la présence des fossiles. Il ne serait guère possible d'admettre que les mêmes étages du Carbonifère apparussent dans deux faciès différents, c'est-à-dire dans celui des conglomérats et grès et surtout dans celui des calcaires et des schistes, comme ce serait le cas d'après les opinions soutenues jusqu'alors sur l'âge du Carbonifère des couches conglomératiques.

---

(\*) Voir la littérature à la fin.

Différents auteurs ont remarqué qu'on trouve des conglomérats superposés aux roches métamorphisées (*Böckh, Rozloznik* et d'autres; 3 et 4). Mon opinion est qu'il y a des régions où les couches plus anciennes sont remontées sur les couches plus récentes du Carbonifère, tandis qu'en d'autres lieux il est en réalité question de conglomérats géologiquement plus récents, bien différents des conglomérats plus anciens par leur caractère pétrographique. (Par ex. près de Dobsiná, ville connue par sa grotte de glace située à quelques kilomètres de cette ville et jadis par ses célèbres gisements de cobalt et nickel.) Il est évident qu'on ne peut attribuer ces conglomérats plus récents aux couches du Carbonifère déterminées par les fossiles trouvés près de Dobsiná et étant d'un autre caractère pétrographique.

La zone des *Porphyroïdes* se compose de porphyres quartzitiques métamorphisés, de kératophyres et leur tufs avec un mélange d'une matière sédimentaire; ce sont des éruptions sous-marines qui ont déjà été déterminées sous une forme analogue surtout par *Schafarzik* (5) dans d'autres parties du territoire métallifère des Carpathes de la Slovaquie.

Les porphyroïdes ont été souvent tenus pour du Permien; plus tard pour du Carbonifère (*Böckh, Vitalis*, etc.; 6 et 7), parce qu'ils jugeaient que les porphyroïdes pénètrent seulement le Carbonifère inférieur sans atteindre le Carbonifère supérieur. Il serait nécessaire de visiter les endroits où les porphyroïdes sont découverts et les étudier de nouveau en considérant les opinions actuelles sur la stratigraphie du Paléozoïque des montagnes métallifères de la Slovaquie.

Les porphyroïdes près de Gelnice sont considérés par *Kettner* (8) comme des filons-couches et des intrusions laccolithiques. Bien qu'on ne puisse nier qu'il existe probablement dans notre terrain des porphyres et des porphyroïdes intrusifs, beaucoup d'autres auteurs sont d'accord avec moi et trouvent, eux aussi, que ce caractère intrusif ne saurait être attribué à la partie principale des porphyroïdes découverts dans les environs de Dobsiná et dans d'autres parties des montagnes métallifères de la Slovaquie: la preuve en est surtout au manque absolu de métamorphisme de contact, et à l'intercalation de sédiments laminés entre les porphyroïdes, etc. *Schafarzik* (5) aussi, dans son ouvrage sur les montagnes métallifères des Carpathes, a su distinguer pour la première fois les porphyres quartzifères et les porphyroïdes (c'est-à-dire les porphyres quartzifères schisteux et les porphyroïdes clastiques) changés pour la plupart en schistes séricitiques. Cette opinion n'a pas été scientifiquement réfutée jusqu'à présent.

De même que la zone des Conglomérats et Porphyroïdes je considère comme dévonienne la zone des couches de diabases et leurs tufs, changés fréquemment en roches vertes schisteuses et en schistes chloritiques.

Les *Diabases* et leurs tufs sont intercalés de couches de sédiments métamorphisés. A cause des raisons données dans mon ouvrage cité plus loin, je ne puis pas être de l'opinion de *Kettner* (8) qui considère la zone des diabases près de Dobsiná comme intrusive, bien qu'il puisse y exister subordonné des diabases intrusifs. Ce sont surtout les couches de la zone des schistes chloritiques qui démontrent incontestablement la composition de tufs diabasiques intercalés de couches formées par des sédiments marins métamorphisés en schistes argileux.

Une intrusion du gabbro d'aspect amphibolitique a été découverte au Nord de Dobsiná. Le gabbro a souvent été désigné comme diorite, mais l'analyse chimique a prouvé son caractère plus basique; c'est alors en effet le gabbro-amphibolite. L'intrusion de Dobsiná, dont j'ai amplement déterminé le caractère gabbreux dans mon ouvrage cité plus loin (1), est désignée par la plupart des auteurs comme diorite. Dans les derniers temps c'était surtout *Rozloznik* (4) qui caractérisait cette intrusion en disant qu'elle est plus basique seulement au Nord, tandis qu'au Sud elle est plus acide et d'un caractère dioritique.

J'observe que la variabilité de la composition chimique et minéralogique des gabbros est suffisamment connue. Le caractère du gabbro de Dobsiná plus acide dans la partie du Sud ne suffit pas pour qualifier de diorite l'intrusion. Du reste le caractère gabbreux est attesté même par la cohérence avec la serpentine au Nord de Dobsiná et qui tire son origine (d'après *Voit*; 9) d'une roche basique enstatitique-olivinique.

Quant à la correspondance entre le gabbro et les schistes verts, différents auteurs ont exprimé l'hypothèse qu'il y a une relation entre la genèse des schistes verts et du gabbro. (En dernier lieu *Voit* et ensuite *Kettner*.)

Voici quelques-unes des raisons qui expliquent mon opinion toute contraire:

1). Les schistes verts ont été découverts sur divers points de cette région des Carpathes sans qu'on ait trouvé de roche gabbreuse dans leur voisinage. Leur présence est alors indépendante du gabbro.

2). Localement on peut distinguer entre le gabbro et les schistes verts une limite tectonique dont l'existence est établie par les observations d'*Ahlburg* (au Zemberg; 2) et d'autres; je l'ai trouvée dans plusieurs galeries, par exemple Maria, Langenberg près de Dobsiná. Le gabbro est ici remonté par une faille inverse sur les schistes verts. Après les expériences nouvelles je me range de l'opinion d'*Ahlburg* (2) en ce qui concerne l'âge du gabbro et je suis conduit à admettre que le gabbro est plus ancien que nos couches dévoniennes. La diorite de l'extrémité nord-ouest des montagnes métallifères de la Slovaquie est mentionnée par *Vitalis* (7) et ne peut être identifiée avec le gabbro de Dobsiná, parce qu'elle pénètre dans les schistes du Carbonifère. Il est au contraire

prouvé que les sédiments du Carbonifère inférieur superposés au gabbro ou gabbrodiorite de Dobsiná ne sont pas du tout métamorphisés au contact, mais que les conglomérats de la base du Carbonifère inférieur qui surmontent le gabbro, contiennent des cailloux et des débris de roche gabbreuse (*Ahlburg, Rozloznik; 2 et 4*) et il y a un grand hiatus entre l'intrusion et le Carbonifère inférieur.

Dans le Carbonifère de Dobsiná j'ai pu constater, outre les couches du Carbonifère inférieur déjà connues, des couches de Carbonifère supérieur dans lesquelles j'ai trouvé *Neuropteris flexuosa* et *Cyclopteris*.

Il reste encore beaucoup à dire, bien que dans les derniers temps plusieurs publications ont traité en détail la stratigraphie et la paléontologie du Carbonifère de cette région (*Ahlburg, Rozloznik, Papp, Woldrich; 2, 4, 11, 10, 1.*)

Le Carbonifère inférieur commence souvent par les schistes foncés; près de Dobsiná ce sont les conglomérats de base qui, peu à peu, font place aux schistes calcaires et enfin à des couches de calcaires d'une épaisseur considérable.

Du Carbonifère inférieur on cite les trouvailles fossiles suivantes:

Des couches de conglomérats de base et de la partie inférieure du calcaire: *Spirifer bisulcatus* Sow., *Productos giganteus* (?) (*Rozloznik; 4*); des couches de calcaires sidéritiques des *Crinoïdes* et *Glyptoceras* (?) (*Rozloznik; 4*); des couches au sommet du calcaire des *Crinoïdes* et des *Coraux* (*Ahlburg, Rozloznik; 2 et 4*).

Les calcaires ont subi un métamorphisme métasomatique surtout en ankérite et en sidérite qu'on exploite. Ce métamorphisme s'est réalisé d'après *Ahlburg* (2) le long des fissures; il est surtout remarquable dans les parties sidéritisées.

*Le Carbonifère supérieur.* — La surface de l'ankérite au nord de Dobsiná est par endroits visiblement ondulée et recouverte en discordance par une série de schistes intercalés de bandes de calcaires foncés, dolomitiques, par des grès, des grès grauwakeux et des grès grossièrement grenus. J'attribue cette série au Carbonifère supérieur. La discordance citée a été accentuée spécialement par *Ahlburg* (2).

La fig. 1 nous démontre cette discordance évidente; au-dessous se trouve une couche d'ankérite dont la surface ondulée est recouverte par des schistes noirs graphitiques, intercalés de minces bandes de calcaire dolomitique, de grès et de grès grauwakeux. On peut bien remarquer dans les couches qui combtent les ondulations de l'ankérite, comment les bancs gréseux ont subitement disparu, ce qui prouve que la discordance est primaire.

*Frech* (12) a déterminé la Faune du Carbonifère de Dobsiná comme étant du Viséen et il cite les lieux suivants de trouvailles, sans toutefois en préciser les horizons: Altenberg, Steinberg, Birkelberg, Michaeli



et les alentours de Dobsiná. Alors il n'est pas évident que la Faune décrite par *Frech* (12) provienne d'une seule ou de plusieurs zones du Carbonifère de Dobsiná. D'après les observations de quelques auteurs, cette Faune provient des schistes directement superposés à l'ankérite (*Ahlburg, Papp*; 2 et 10) d'après d'autres (*Rozloznik*; 4) d'une zone plus élevée. Cette question demande donc encore à être éclaircie.

*Ahlburg* considère le Calcaire-ankérite-sidérite comme dévonien et la métasomatose comme anté-carbonifère, parce qu'il suppose que la Faune

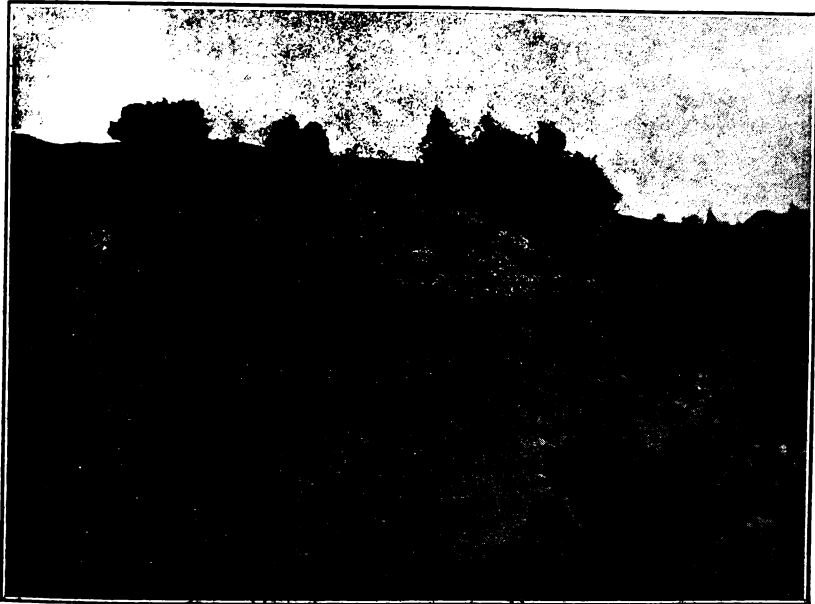


Fig. 1

Discordance entre le Carbonifère inf. et sup. près de Dobsiná.

cs . . . Schistes noirs avec des bancs gréseux, etc. (Carbonifère supérieur).

ci . . . Calcaire - ankérite - sidérite (Carbonifère inférieur).

du Carbonifère inférieur décrite par *Frech* (12) provient des schistes superposés en discordance à l'ankérite, ce qui ne me semble pas être prouvé. Les fossiles carbonifères trouvés dans les Conglomérats de base et dans les Calcaires eux-mêmes témoignent que le Calcaire ne peut pas être d'âge dévonien.

Il est certain que dans les couches superposées à l'ankérite on a trouvé des restes de Flore qui prouvent l'âge du Carbonifère supérieur; outre les trouvailles de *Kiss* (13): *Neuropteris*, *Sphenopteris* sur le Jerusalemberg, je cite *Neuropteris flexuosa* trouvée par moi (1) qui témoigne

l'âge de cette partie du Carbonifère de Dobsiná comme étant celui du Carbonifère supérieur, ce dont *Hauer*, *Böckh*, *Ahlburg* et d'autres se sont déjà doutés.

Contrairement à l'opinion d'autres auteurs je placerais la limite du Carbonifère inférieur et supérieur entre le calcaire-ankérite-sidérite d'une surface ondulée et les schistes foncés graphitiques séparés des premiers par une discordance.

*La bande magnésitique du Carbonifère des montagnes métallifères des*

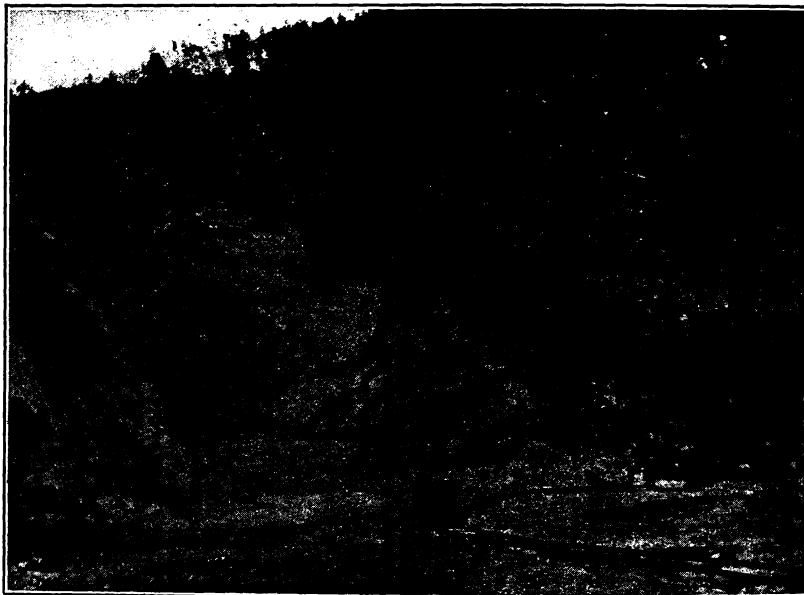


Fig. 2

Discordance entre le Carbonifère inf. et sup. près de Marvánky.

cs . . . Schistes noirs graphitiques, etc. (Carbonifère supérieur).

ci . . . Calcaire - dolomite - magnésite (Carbonifère inférieur).

*Carpathes.* — Depuis *Lucenec* jusqu'à *Kosice* s'étend sur une longueur d'à peu près 120 km., une bande de calcaires du Carbonifère changés sur différentes places en dolomites et magnésites, d'excellente qualité. Divers auteurs ont déjà observé que ce calcaire est l'équivalent du calcaire du Carbonifère de Dobsiná. *Ahlburg* (2) a aussi trouvé dans les schistes, sous la magnésite, une Faune toute semblable à la Faune du Carbonifère inférieur de Dobsiná et ce fut *Böckh* (3) qui, le premier, fit remarquer que cette bande de magnésite a son équivalent dans la zone des Grauwackes des Alpes orientales. Les études détaillées de *Redlich* (14) tou-

chent surtout la formation métasomatique de la magnésite des calcaires du Carbonifère dans les Alpes occidentales et dans les Carpathes.

La figure précédente (2) représente une partie des carrières des gîtes de magnésite près de *Marvánky* dans les Carpathes. La situation est très semblable à celle de Dobsiná (voir fig. 1), car sur la surface ondulée du calcaire changé métasomatiquement en dolomite et magnésite se trouvent en stratification discordante les schistes noirs graphitiques avec les bancs de calcaires blancs. La dolomite-magnésite de la bande magnésitique est homologue à l'ankérite-sidérite du Carbonifère inférieur près de Dobsiná, et les schistes graphitiques supportés en discordance par la magnésite ont leur équivalent dans la zone du Carbonifère supérieur de Dobsiná.

*Remarque.* — Vers la fin de cette année (1926) alors déjà bien après le Congrès Géologique de Madrid, J. *Rakusz* (15) publia un important ouvrage sur les Brachiopodes du Carbonifère de Dobsiná, fondé sur les trouvailles les plus anciennes de fossiles mais aussi sur beaucoup de trouvailles toutes nouvelles. Il cite la Faune des trois zones du Carbonifère: de la zone des Conglomérats de la base (*Massörter*), de la zone du Calcaire et enfin de celle des Schistes superposés et Grès. Les Brachiopodes, dont la distribution verticale dans le territoire eurasiatique est discutée par l'auteur, ne sont pas typiques pour le Viséen (comme *Frech* le prétendait) mais ils ont plutôt d'après *Rakusz* (15) un caractère de Carbonifère supérieur. Du reste *Semisey* et *Papp*, eux aussi, attribuaient déjà la Faune de Dobsiná à un étage inférieur du Carbonifère supérieur.

Je pense que les résultats de l'ouvrage de *Rakusz* pourraient bien se faire accorder avec ma stratigraphie du Carbonifère, citée plus haut. Les deux zones inférieures de *Rakusz*, c'est-à-dire les conglomérats de base et les couches de calcaire contenant presque, en général, toutes les espèces représentées dans les couches du Carbonifère inférieur, appartiendraient au Carbonifère inférieur, tandis que la zone supérieure de *Rakusz* (les schistes et grès superposés) seraient d'âge du Carbonifère supérieur. En effet, de 48 espèces de Brachiopodes citées par *Rakusz*, il n'y en a que 8 trouvées exclusivement dans les couches du Carbonifère supérieur ou du Permien. De ces huit espèces, quatre (*Chonetes cf. uralica* Moell., *Productus (Pustula) subpunctatus* Nik., *Retzia (Hustedia) remota* Eichw., *Spirifer Zitteli* Schellw. var?) ont été trouvées seulement dans les couches de schistes et de grès superposés avec une stratification discordante au calcaire — ankérite — près de Dobsiná elles prêtent spécialement à cette zone un caractère de Carbonifère supérieur.

## RÉSUMÉ DE LA SUCCESSION DES COUCHES DU CARBONIFÈRE DANS LES MONTAGNES MÉTALLIFÈRES DES CARPATHES DE LA SLOVAQUIE.

Grès, grès grauwackeux, schistes noirs argileux avec une flore du Carbonifère supérieur.	}	CARBONIFÈRE supérieur.
Schistes graphitiques noirs intercalés de bancs de calcaires foncés dolomitiques ( <i>Dobsiná</i> ) ou de bancs de calcaires blancs ( <i>Marvánky</i> ).	}	

*Discordance et hiatus stratigraphique.*

Calcaires changés métasomatiquement en ankérite-sidérite ( <i>Dobsiná</i> ) ou en dolomite-magnésite (bande magnésitique).	} CARBONIFÈRE inférieur.
Schistes calcaires ( <i>Dobsiná</i> ), conglomérats de base ( <i>Dobsiná</i> ) ou schistes foncés (bande magnésitique).	

*Discordance et hiatus stratigraphique.*

<i>Substratum du Carbonifère</i> : Gabbro ( <i>Dobsiná</i> ) ou des schistes verts (bande magnésitique) ou une série de roches très métamorphiques ( <i>Aranidka</i> d'après <i>Rozloznik</i> ; 16).	} DÉVONIEN ou anté-dévonien. (Gabbro?)

Dans la partie des montagnes métallifères des Carpathes de la Slovaquie, connues par leur richesse en gisements métallifères, dont je me suis occupé, on trouve beaucoup de filons de minerais; j'ai pu distinguer en partie des filons sidéritiques (sidérite -ankérite) surtout au contact des couches de Conglomérats et Porphyroïdes, en partie des filons apparaissant dans les intrusions du Gabbro et contenant à côté de la sidérite et du quartz surtout des minerais de cuivre (chalcophyrite, tétraédrite) et dans des profondeurs plus considérables le cobalt et le nickel. Ces minerais de Co-Ni ne sont pas du même âge que le cuivre, mais au contraire beaucoup plus récents, renfermant par exemple la chalcophyrite.

La paragenèse peut se résumer comme suit: Tout d'abord les fissures furent remplies de sidérite; puis soumises ensuite à l'action dissolvante des eaux thermales, dont la silice remplaça une partie de la sidérite. D'origine pneumatholitique est la tourmaline qui en plus grande partie s'est formée presque simultanément avec le quartz. Les minerais de cuivre se sont formés plus tard tandis que ceux de Co et Ni sont les plus récents, renfermant souvent tous les minéraux les plus anciens déjà mentionnés.

Les fissures dans les calcaires du Carbonifère inférieur de *Dobsiná*, le long desquelles s'effectua le métamorphisme métasomatique en ankérite et sidérite, ne se prolongent pas d'après *Ahlburg* (2) jusque dans les couches de schistes et de grès qui reposent en discordance sur le calcaire et que je tiens pour du Carbonifère supérieur. *Ahlburg* a trouvé des débris de sidérite et d'ankérite dans les grauwackes grossièrement grenues que je considère comme étant du Carbonifère supérieur. D'après cela la formation sidéritique aurait eu lieu ici entre le Carbonifère inférieur et le Carbonifère supérieur, ce qu'on pourrait peut-être supposer aussi pour les autres formations principales sidéritiques des montagnes métallifères des Carpathes de la Slovaquie.

D'après mon opinion d'aujourd'hui sur l'âge géologique du Gabbro, l'origine de cette formation sidéritique ne serait pas en rapport avec le Gabbro, comme je le pensais auparavant.

C'est dans le plus proche avenir que des études détaillées et une cartographie géologique concernant différentes régions de nos Carpathes, devraient continuer l'examen des observations que je viens d'établir, en soumettant à des études continues la stratigraphie du Paléozoïque des montagnes métallifères dans les Carpathes de la Slovaquie.

## LITTÉRATURE

---

1. WOLDRICH, J.: «Geol. u. tekton. Studien in den Karpathen nördl. von Dobschau». *Bull. Intern. Acad. des Scienc. Prague*, 1912.
- WOLDRICH, J.: *Geol. u. montan. Studien in den Karpathen nördl. v. Dobschau*. Archiv. f. Lagerstättenforschung, Berlin, 1913. H. 11.
2. AHLBURG, J.: «Ueber die Natur u. das Alter d. Erzlagerstätten d. Oberung. Erzgeb». *Mitteil. a. d. Jahrb. d. ung. geol. Reichsanst.* Budapest, 1913. H. 7.
3. BÖCKH, H.: «Die geol. Verhältn. d. Vashgy, etc.» *Mitteil. a. d. Jahrb. d. ung. geol. Anst.* Budapest, 1905.
4. ROZLOZNIK, P.: «Geol. Notizen über Dobsiná». *Jahresber. d. ung. geol. Reichsanst.* f. 1913. Budapest, 1914.
5. SCHAFARZIK, F.: «Daten z. gen. Kenntnis d. Szep.-Göm. Erzgeb.» *Math. u. Naturw. Berichte a. Ungarn*. Leipzig, 1906.
6. BÖCKH, H.: «Beitr. z. Gliederung d. Szep.-Göm. Erzgeb.» *Jahresber. d. ung. geol. Anst.* f. 1905. Budapest, 1907.
7. VITÁLIS, St.: «Beitr. z. Geol. d. Geb. zw. d. Rima- u. Nagybalogbach». *Jahresber. d. ung. geol. Anst.* f. 1908. Budapest, 1911.
8. KETTNER, R.: «Contrib. à la connaissance de la géol. d. Monts Métallifères de Spis et de Gemer, etc.» *Sbornik st. geol. ústavu osl. rep.* 1919-1920. Praha, 1921.
9. VOIT, F. W.: «Geognost. Schilderung d. Lagerst. - Verhältn. v. Dobschau i. Ung.» *Jahrb. d. geol. Reichsanst.* Wien, 1901.
10. PAPP, v. K.: *Die Eisenerz- u. Kohlenvorräte d. ung. Reiches*. Budapest, 1919.
11. ROZLOZNIK, P.: «Die montangeol. Aufnahme d. Umgeb. v. Dobsiná». *Jahresber. d. ung. geol. Anst.* f. 1914. Budapest, 1915.
12. FRECH, F.: «Das marine Carbon in Ungarn». *Földt. Közlöny*. Budapest, 1906.
13. KISS, A.: «Dobsiná in geol. u. miner. Hinsicht». *Magyarhoni Természetbarát*. Nitra, 1858.
14. REDLICH, K. A.: «Die Erzlagerstätten v. Dobschau, etc.» *Zeitschr. f. prakt. Geologie*, 1908.
- «Die Bildung d. Magnesits u. sein nat. Vorkommen». *Fortschr. d. Min. Krist., u. Petrogr.* Jena, 1914.
15. RAKUSZ, J.: «Zur Kenntnis d. Brachiopodenfauna d. Dobschauer Carbons.» *Centralbl. f. Min. Geol. u. Pal. Abt. B.* Stuttgart, 1926, N° 14.
16. ROZLOZNIK, P.: «Die geol. Verhältn. v. Aranyida». *Jahrb. d. ung. geol. Anst.* Budapest, 1912.

L. H. BORGSTRÖM, PH. D.

Helsingfors, Finland.

---

## THE MELTING AND DISSOCIATION POINTS OF SULPHIDE MINERALS

---

The melting and dissociation points of sulphides and related minerals may be determined by a comparatively simple method which the present author has described.

A survey of the melting points of the two important mineral groups, the tellurides and the sulphosalts, gives an interesting example of how facts bearing on the genesis of ores, may be learnt from a study of the fusibility of ore minerals.

With regard to fusibility, the gold and silver tellurides fall into two series. The light tellurides, or bitellurides, are very easily fusible: sylvanite melts at about  $390^{\circ}$  and chemically pure  $\text{AnTe}_2$  (Calaverite) at  $464^{\circ}$  (according to *Pellini* and *Quereigh*). A considerably higher melting point characterizes the dark tellurides: Nagyagite  $680^{\circ}$ , Petzite  $745^{\circ}$  and Hessite  $865^{\circ}$ . The tellurides of the base metals occupy an intermediate position: Coloradoite  $605^{\circ}$ , Altaite  $680^{\circ}$ .

The great difference in melting point between the light and the dark gold tellurides is a fact which demands consideration by mining geologists, and the low melting points of sylvanite and calaverite constitute a geological thermometer of great value in studying the mode of formation of several of the most important gold ores. The presence of these minerals as primary constituents of an ore exclude the possibility of its having been deposited at a higher temperature than about  $400^{\circ}$ .

The sulphosalt minerals are easily fusible. Most of the sulpharsenides and sulphantimonides melt between  $450^{\circ}$  and  $550^{\circ}$  and only a few need as high a temperature as  $600^{\circ}$  to  $700^{\circ}$ . The sulphobismuthides have somewhat higher melting points than the corresponding minerals with As. or Sb., in a number of cases exceeding  $800^{\circ}$ .

Many sulphosalts occur chiefly as secondary minerals, but there are also several which belong to the typical primary components of important ores or mineral deposits. For instance dufrenoyite and sartorite, melting at 450° and 480° respectively, are among the minerals of the cavities in the Binnenthal dolomite, which are famous for their fine crystals of rare minerals. This fact constitutes additional evidence in favour of such deposits having been formed at very low temperatures.

Stephanite is peculiar to numerous great gold and silver districts for instance Siebenbürgen, Nevada and several rich ore fields in Mexico and Bolivia. From the low melting point, 470°, of this mineral we may conclude that these ores were deposited at a low temperature.

The rich silver minerals pyrargyrite and proustite, with melting points about 480°, are among the commonest primary minerals in certain types of silver veins, which accordingly can never have been subjected to a higher temperature than at most 480°.

The many varieties of tetraedrite, with melting points ranging from 643° to 712°, are typical of certain kinds of ore deposited at a higher temperature than stephanite or pyrargyrite bearing ores, but yet not at a very high temperature, such as characterizes the formation of magmatic ores or the ores of the inner zone of contact metamorphism. We may see in this circumstance a suggestion that the temperatures 650° to 700° may be of special significance and that the temperature at which high temperature deposits were formed possibly and in some cases probably exceeded 700°, which is naturally higher than the temperature at which ores containing tetraedrite can ever have been formed.

The interesting and important question of the temperatures at which different ores have been deposited and of the conception of the ores as hydrothermal, pneumatolytic or magmatic may be approached in many ways. A study of the melting points of the minerals concerned seems to give clear results in the instances in which this method is applicable.



**PABLO FÁBREGA**

Profesor, Doctor e Ingeniero de Minas.

---

# GÉNESIS DE LOS CRIADEROS METALÍFEROS TEORÍA TERMOSIFONIANA

---

## I

### EXPOSICIÓN DE LA TEORÍA TERMOSIFONIANA

#### ANTECEDENTES

Tan sólo para que sirva de nueva orientación en el interesante proceso de la génesis de los criaderos metalíferos nos atrevemos a lanzar a la publicidad una teoría que, para nosotros, resuelve una porción de dificultades y lagunas que dejan sin explicar y llenar las anteriores, en especial las que, como la hidrotermal *per ascensum*, se aplican hoy con carácter de generalidad a los criaderos de tipo filoniano.

La nueva hipótesis de ningún modo excluye las «segregaciones magmáticas», las «sublimaciones», los procesos «pneumatolíticos» ni los de «acuo-ígneas-fusión», pues se aplica más bien, repetimos, a la génesis de esos tipos filonianos en que la *costrificación* de las paredes indica un proceso hidrotermal *per ascensum*, y a la de esos yacimientos llamados *metasomáticos*, porque en ellos ha sido sustituida una sustancia por otra.

Nuestra teoría aclara muchos de los puntos oscuros de las hipótesis anteriores; preferentemente el que pudiéramos llamar fenómeno de «persistencia del hueco» en las grietas filonianas, persistencia inconcebible, dado el lento proceso de la génesis de los criaderos, ante la constante tendencia de la corteza terrestre a adaptarse al núcleo, o sea a obliterar con sus empujes tangenciales las grietas profundas; también hace innecesario el oscuro fenómeno de esa especie de levigación de rocas endó-

genas, o las venidas de aguas magmáticas, «juveniles» o de la piroesfera, que suponen las teorías de *Le Conte*, *Van Hise*, *Suess* y *Posepny*; además, nuestra hipótesis «termosifoniana» puede explicar mejor que las anteriores el raro caso de esos filones *ciegos*, o sin salida a la superficie, que son bastante comunes en Freiberg y muy corrientes en los distritos mineros de Cartagena (España), en el Colorado (Estados Unidos) y en otra multitud de campos metalíferos; y, por último, aclara mucho el raro fenómeno de la distribución de la riqueza filoniana en columnas, árboles, etc.

*Teoría hidrotermal «per ascensum»*. — Recordaremos que la teoría hidrotermal *per ascensum*, después de *Le Conte*, *Van Hise*, *Posepny* y *Suess*, se puede concretar en las siguientes líneas:

Los criaderos metalíferos provienen en general de disoluciones alcalinas de gran presión y termalidad, por ser aquéllas las disolventes naturales de los sulfuros metálicos, que son las «menas primarias» por excelencia.

Las aguas de infiltración que provocan estas disoluciones y precipitaciones, o las aguas de la piroesfera, o las «juveniles» de *Suess*, se mueven en todos los sentidos; pero en la última parte de su ciclo, por la disminución de densidad merced a su elección de temperatura, lo hacen de *abajo arriba*, y la pérdida de presión y temperatura provocada por el ascenso, aparte de las reacciones con la roca lateral, es la causa de que rellenen con sus elementos metalíferos los espacios vacíos, engendrando criaderos minerales.

El límite de circulación de estas aguas podrá alcanzar al máximo una profundidad de 16 kilómetros; todos los criaderos son, pues, fenómenos corticales, y el encontrarse preferentemente en las regiones montañosas próximas a rocas intrusivas, eruptivas o metamórficas, se debería, según *Le Conte* y *Van Hise*, a que son más comunes las grandes hendiduras corticales en las montañas que en las mesetas, y, según *Posepny* y *Suess*, a que el metamorfismo o las emisiones endógenas, indicando una mayor proximidad de la termosfera, hacen posible la venida de aguas metalíferas de procedencia «magmática».

*El agua marina es débilmente metalífera*. — Pues bien: la teoría «termosifoniana» no necesita ni aguas de levigación ni aguas piroesféricas, pues le basta el agua marina, cuya composición es la siguiente:

CUERPOS DISUELTOS EN EL AGUA DEL MAR	Tanto por 1.000
Cloruro de sodio.....	27,10
— magnésico.....	3,90
Bromuro magnésico.....	0,10
Sulfato de calcio.....	1,20
— de potasio.....	0,90
— magnésico.....	1,70
Carbonato de calcio.....	0,10
<b>TOTAL.....</b>	<b>35,00</b>

Además el agua marina contiene algo de sílice, y, en pequeñísimas cantidades, casi todos los metales pesados, entre ellos los siguientes:

Oro, en proporción de 3 a 30 miligramos por tonelada.

Plata,	—	de 19 a 130	—	—
Cobre,	—	de 2	—	—
Plomo,	—	de 3	—	—
Cinc,	—	de 30	—	—

Hay, por otra parte, determinadas zonas donde la sal marina contiene cerca de medio gramo de oro por tonelada, y sospechamos nosotros que las aguas de los fondos oceánicos, en las regiones costeras donde abundan rocas endógenas, y sobre todo en las zonas próximas a los volcanes submarinos, han de ser una especie de *aguas madres* francamente metalíferas, pues el arrastre de elementos metálicos continentales en el primer caso, y las lavas y las fumarolas en el segundo, proporcionarán un mayor porcentaje de minerales pesados.

#### FUNDAMENTOS DE LA TEORÍA «TERMOSIFONIANA»

Con estas premisas, la nueva teoría «termosifoniana» consiste en suponer:

1.º Que la mayor parte de los campos filonianos han debido ser formados a lo largo de las zonas litorales, *debajo del mar*, bien donde haya habido volcanismo submarino, ya donde el terreno de la costa presente abundancia de rocas de origen ígneo.

2.º Que los vapores ardientes de las emisiones volcánicas, en el primer caso, o las erosiones continentales ejercidas sobre las rocas ígneas, en el segundo, necesariamente han debido de impregnar el agua del fondo de los mares de las respectivas regiones con disoluciones metalíferas, todo lo extremadamente diluidas que se quiera, pero formando

a la postre una especie de *aguas madres*, que se conservarían en una quietud casi absoluta si no hubiera un fenómeno que las movilizara.

3.º Que esta movilización de las *aguas madres* del fondo del mar, es necesariamente forzosa cuando concurra, con la presencia de aquéllas, la existencia de grietas submarinas, producidas por terremotos o por otros movimientos corticales (1), pues entonces, al ponerse en conexión una región fría, el fondo de los mares, con una región de gran termalidad, la del fondo de las grietas (2), necesariamente han tenido que nacer dentro de las propias hendiduras corrientes *termosifonianas*, en las que el agua caliente subirá por las paredes, que son las que dan el calor, y

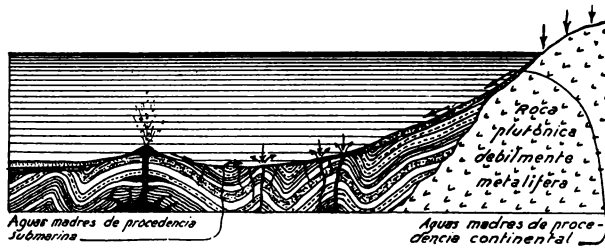


Fig. 1.<sup>a</sup>—Circuitos termosifonianos *transversales*.

el agua fría bajará por el centro, formándose así *circuitos transversales* a las grietas respectivas (fig. 1.<sup>a</sup>).

En efecto, no hay que olvidar que un kilogramo de agua dulce a 4 grados, temperatura corriente en los grandes fondos marinos, tiene un volumen de 0,001000 metros cúbicos, y el mismo kilogramo a 100 grados tiene 0,001043 metros cúbicos, o sea 43 milímetros de diferencia en cada metro de altura en conductos comunicantes (3), o 130 metros en 3.000, que es, para una grieta cortical, una profundidad corriente. Ello quiere decir que habrá suficiente presión para que la corriente ascensional «termosifoniana» adquiera verdadera importancia y dure siglos y siglos, mientras perduren las condiciones de conductividad de la corteza terrestre, mejor dicho, mientras haya diferencia, a favor de las rocas de la caja, entre el calor absorbido por las aguas ascendentes y el perdido por las paredes, pues a medida que esta diferencia se aproxime a cero, el proceso

(1) En 1884 se rompieron simultáneamente, en línea recta, tres cables submarinos, espaciados a distancia de 16 kilómetros. En las costas del Ecuador observaron en pocos años desniveles o saltos de más de 300 metros (MILNE: *Geographical Journal*, 1897), etcétera, etc.

(2) Con un grado geotérmico de 33 metros bastaría que las grietas tuvieran 3.000 metros de profundidad para que el fondo de las mismas estuviera a 100 grados.

(3) Próximamente 100 grados un 4 por 100 más de volumen que a 0 grados.

ascensional irá paulatinamente decreciendo, sin llegar jamás a ser nulo mientras le quede a la tierra algún calor que transmitir.

Pero esta movilización en circuito *transversal*, se efectuará únicamente cuando el afloramiento submarino de la hendidura sea aproximado a la horizontal, pues si la fisura corta más o menos normalmente una playa o fondo de rápido declive, entonces, como un extremo de la grieta se encuentra más alto que el otro, habrá en sentido *longitudinal* una zona o amplia faja vertical, la más próxima a la costa, de mayor termalidad media que la otra zona de mar adentro, y, en su consecuencia, la corriente *termosifoniana*, todo lo lenta que se quiera, se establecerá, entrando en

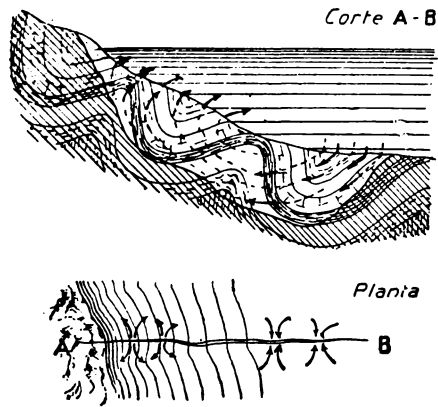


Fig. 2.<sup>a</sup> — Circuito termosifoniano *laminar*.

*forma de lámina* las *aguas madres* submarinas, por la parte más adentrada en el mar, y surgirá submarina, y a veces continentalmente, por la zona más alta de la hendidura, formando un amplio *circuito laminar* con la convexidad hacia el fondo de la misma (fig. 2.<sup>a</sup>).

Por último, se formará un *circuito tubular*, típicamente termosifoniano, en el caso que exista un campo de grietas submarinas que se corten entre sí (como son la mayor parte de los campos filonianos metalíferos), siempre y cuando, como es natural, afloren aquéllas a distintos niveles, unas en la costa y otras mar adentro, y siempre y cuando el desnivel entre los respectivos afloramientos, sea menor que el correspondiente a la diferencia de termalidad de las columnas submarina y costera, pues entonces el *agua madre* entrará por la boca de las ramas que afloren en el mar y surgirá por aquéllas que aboquen más próximas a la costa (fig. 3.<sup>a</sup>).

4.º Que, en uno y otro caso, al ascender las aguas marinas termales con sus débiles disoluciones metalíferas, reaccionarán con las rocas de la caja, precipitarán contra éstas la sustancia en exceso, formándose así

*criaderos filonianos* de tipo *costrificado*, pues contra la lentitud del proceso y la débil concentración metalífera está la duración secular del mismo (1).

De este sencillo modo pueden formarse *filones submarinos* que los movimientos terrestres se encargan de poner posteriormente al descubierto, y también filones *aflorantes* en la costa, como el que expresa la figura 3.<sup>a</sup>, pues todo dependerá, como ya dijimos, de que el reticulado de las hen-

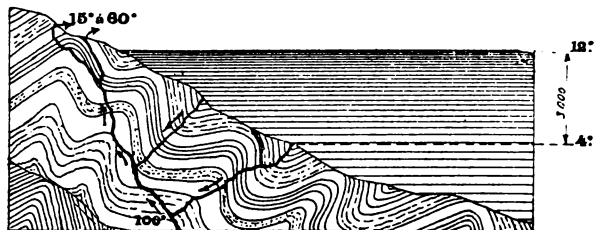


Fig. 3.<sup>a</sup> — Circuito termosifoniano *tubular*.

diduras submarinas fuera tan extenso que salieran al exterior, y tan profundo que el exceso de termalidad venciera el desnivel existente entre la superficie del mar y la emergencia de los manantiales termales a que diera lugar.

### CRIADEROS METASOMÁTICOS

Además, también explica la nueva teoría *termosifoniana* la génesis de los criaderos *metasomáticos* por extensos que fueren.

En efecto, si una capa de caliza basta, más o menos permeable, se hallara debajo del mar, cubierta por otra roca más impermeable, y por una ondulación cortical cambiara su posición horizontal submarina por una de fuerte inclinación, bastaría que en el sinclinal formado se produjera alguna grieta, o que la capa aflorara en el fondo del mar, para que, por esta baja cabecera, descendieran las aguas marinas a fondos de mayor termalidad, y, adquiriendo presión ascensional, tendieran a establecerse corrientes «termosifonianas» por las fisuras, intersticios y huecos de la capa impermeable *inclinada*, pues ésta tendría su concavidad o punto más bajo en región profunda *termal* y su cabecera en zona elevada más fría (fig. 4.<sup>a</sup>).

(1) Por ello quizá la precipitación primera, en los contactos, es la de la calcita, espato fluor, etc., etc., y luego, por reacción de estas sustancias con los minerales metálicos, se rellenará con bandas metalíferas la zona central de los filones.

Así, lentamente, si el *agua madre* llevara sustancias metalíferas, por débiles que fueran las disoluciones, las iría precipitando en los intersticios y huecos de la roca matriz, amén de ir disolviendo y sustituyendo a ésta, sea produciéndose criaderos *metasomáticos* de distintos tipos y, a

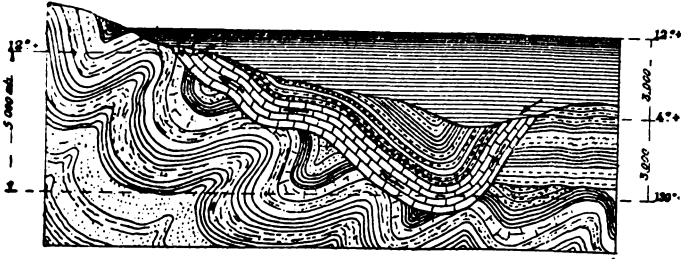


Fig. 4.ª — Génesis de un yacimiento metasomático en posición sinclinal.

veces, de enorme extensión, dada la inmensidad de tiempo que puede durar este proceso de génesis.

Es más, durante el largo lapso de la formación pueden darse, dentro de la misma roca matriz, consecutivamente, tipos distintos de mena, pues bastaría que el agua madre del fondo marino cambiase ligeramente de composición, sea por agotarse en ella una de las sustancias metálicas, sea porque el proceso volcánico submarino, que con sus fumarolas repone al mar de sustancias metálicas, cambiara de fase y de tipo de ema-



Fig. 5.ª — Génesis de un yacimiento metasomático en posición anticlinal.

naciones, sea porque los aportes de los ríos tributarios, en su ciclo erosivo, fueran denudando rocas distintas.

Igualmente, si debajo del Océano, a consecuencia de una ondulación cortical, sufriera cualquier gruesa capa caliza una combadura hacia arriba con resquebrajamientos en el codo (figura 5.ª), como suponen ha sucedido con la roca matriz de los criaderos del Messabi (Lago Supe-

rior, E. U.), bastaría tal fenómeno para que en cada una de las grietas formadas se estableciera una corriente «termosifoniana», y entre todas fueran corroyendo la roca matriz, sustituyéndola, *metasomatizándola*, a poca sustancia metalífera que contuvieran las aguas submarinas del fondo oceánico.

Por parecido proceso pueden fácilmente explicarse esos grandiosos yacimientos ferríferos norteamericanos; y con diferencia de edad, y quizás con la combinación de éste y del anterior, puede también concebirse la génesis de los no menos grandiosos criaderos de hierro de Bilbao y de los de cinc de Santander.

En todo caso, si fueron submarinos y hoy son continentales, se debe simplemente a un posterior proceso de emersión.

#### IMPORTANCIA DE LOS COLOIDES EN LA MINEROGÉNESIS

En cuanto al proceso químico, y aparte de los notables estudios del Dr. Krusch acerca de la importancia de los coloides en la minerogénesis, nuestra teoría ha recibido un inapreciable y valiosísimo refuerzo con la preciosa conferencia que el eminente Catedrático de Química de la Universidad de Zaragoza, D. Antonio de Gregorio Rocasolano, ha dado con motivo del Congreso Internacional de Geología, en la cual demostró que cuando en un sistema disperso, sea cual fuere su grado de dispersión, se separa la fase dispersa, el sistema coagula, pudiendo hacerse un estudio general de este fenómeno, apareciendo como caso particular a cristalización.

Citó hechos experimentales, auxiliado con proyecciones, de los que se deduce que para que un cuerpo cristalice ha de adoptar, parcialmente al menos, el estado coloidal, porque las micelas dispersas son núcleos cristalinos.

Manifestó el origen de las cristalizaciones imperfectas, como la formación de la plata dentrítica y de las filigranas de plata nativa, y la obtención experimental de cristalizaciones imperfectas de plata mediante coagulación en campo eléctrico de *hidrosoles* argénticos, y la formación de filigranas de plata por acciones iónicas, de las cuales proyectó unas diapositivas; y terminó su brillante disertación hablando de sus estudios sobre la formación de yacimientos de hidróxido de hierro en forma de hidrogel, aplicándolos a las aguas termales ligeramente ferruginosas de los baños de Fitero (Navarra).