

## EINIGE NEUE MINERALVORKOMMEN AUS DER ERZSCHÜRFUNG VON NAGYBÖRZSÖNY (DEUTSCHPILSEN)

von J. ERDÉLYI, V. KOBLENCZ und V. TOLNAY

(Mitteilung aus der Ungarischen Geologischen Anstalt.)

Die ursprüngliche Handschrift dieser Arbeit wurde mitsamt den Messungsergebnissen und dem Prüfungsmaterial am 23—30-sten Oktober 1956. beim Brande der mineralogischen Abteilung des Ungarischen National-Museums vernichtet. Die neue Fassung dieser Abhandlung wurde dadurch ermöglicht, dass ein bedeutender Teil der Untersuchungen in den chemischen Laboratorien der Ungarischen Geologischen Anstalt verfertigt wurde, infolge-dessen konnte ich diese Angaben zufolge dem freundlichen Entgegenkommen meiner Mitarbeiter wieder erhalten. Meinen Mitarbeitern bin ich Dank schuldig für ihre Hilfe auch bei dieser Gelegenheit. Leider ist ein Teil der vernichteten Angaben, da auch das Untersuchungsmaterial vernichtet wurde, nicht zu ersetzen. Deshalb bin ich bei der Beschreibung dieser Minerale grösstenteils nur auf mein Gedächtnis angewiesen.

J. Erdélyi

### ÜBERSICHT DES SCHRIFTTUMS

Mit den in der Erzgrube von Nagybörzsöny vorkommenden Mineralien haben sich bisher nicht viele Forscher beschäftigt. Die historische Vergangenheit des Bergbaues hat G. Pantó [1] besprochen. »Die petrographische Untersuchung der Erzschrüfung von Nagybörzsöny« haben G. Kisvarsányi und M. Herrmann verfertigt [2]. Nach ihrer Meinung erschliesst der Erbstollen Biotitamphiboldazit und granatführenden Amphibolandesit. In ihrer Abhandlung haben sie sich ausser der ausführlichen Untersuchung der Gesteine kurz auch mit der Erzbildung beschäftigt. K. Sztrókaý machte die Frage des Wehrlits von Nagybörzsöny zum Gegenstand seiner Untersuchungen. Er stellte fest, dass Wehrlit kein selbständiges homogenes Mineral ist [3]. Fr. Papp gab eine kurze Zusammenfassung von den Erzvorkommen des Börzsöny-Gebirges. [4].

G. Pantó lieferte Angaben von grosser Bedeutung zur Kenntnis des Bergbaues samt den bergbaulichen, geologischen und erzmikroskopischen Untersuchungen des Erzvorkommens von Nagybörzsöny in zwei Abhandlungen [1, 5]. S. Koch und G. Grasselly [6] beschrieben zahlreiche neue

Vorkommen in ihrer Arbeit nebst ausführlicher Zusammenfassung der Mineralien der sulfidischen Erzlagerstätten von Nagyörzsöny. Letztens beschäftigte sich E. Göbel mit dem Bergbau von Nagyörzsöny. Seine Arbeit ist aber im Druck noch nicht erschienen.

Die Meinungen der Forscher — ausgenommen K. Sztrókay, der das Tonmineral von Nagyörzsöny in seiner Arbeit nicht erwähnt — stimmen darin überein, dass die überhaupt kleindimensionalen Erzgänge in stark »kaolinisiertem« Biotitamphiboldazit und dessen Agglomerat, sowie in propilitisiertem Biotitamphibolandesit vorkommen. Das Erz drang entlang der Bruchlinien zur Oberfläche empor und — nach Pantó — trägt die Erzbildung den Charakter von zwei ineinandergeschobenen, beziehungsweise einander Platz gebenden Bildungsphasen verschiedener Temperatur und Zusammensetzung. Nach seiner Meinung folgte später eine epithermale Gold-Silber-führende erzbringende Phase nach der auf die Nähe der Magma hinweisende Erzgebilde von ausgesprochen hoher Temperatur, deren Hauptprodukt Pyrrhotin war, und welchen Chalkopyrit, Sphalerit, Pyrit, Galenit u. s. w. begleiteten. Im Laufe dieser epithermalen Phase wurden die schon ausgebildeten Erzminerale grösstenteils umgewandelt. Hauptsächlich auf Kosten des Pyrrhotins bildet sich Pyrit und Markasit, die die ursprüngliche Form und den lamellaren Aufbau des Pyrrhotins bewahrt haben.

#### GENETISCHEN VERHÄLTNISSE

Die Forscher behandeln das die Erzgänge begleitende, weissfarbige Mineral als Kaolin, ziehen aber aus der sogenannten »Kaolinisierung« keine genetischen Folgerungen ab. Es ergab sich aber bei näherer Untersuchung dieses Tonminerals, dass man hier keineswegs mit Kaolin zu tun hat. Das Mineral erinnert bei stärkerer (wenigstens 50-facher) Vergrösserung bei der ersten Besichtigung sowie auch auf Grund seines optischen Verhaltens an Pyrophyllit, beziehungsweise an Serizit. Unter der binokularen Lupe ist es gut ersichtlich, dass es eine aus weissfarbigen, oder gelblichen, seidenglänzenden, weichen, talkartig anfühlenden Glimmerschüppchen bestehende Masse ist, worin man hie und da aus grünlichen sternartig gruppierten Schüppchen bestehende Knollen sehen kann. Letztere sind die charakteristischen Erscheinungsformen des Pyrophyllits. Darum behandelten wir das Mineral solange als Pyrophyllit, bis die numerischen Angaben der Untersuchung diese Annahme zunichte machten. Es stellte sich nämlich bei seiner näheren Untersuchung heraus, dass man hier mit einem charakteristischen Hydromuskovit zu tun hat. Auf diese Frage konnte nur die Berechnung, bezw. Auswertung der ausführlichen genetischen, optischen, chemischen, bezw. kristallchemischen, röntgenographischen und differential-thermoanalytischen Untersuchungsergebnisse des Minerals eine endgültige Antwort geben. Die Untersuchungsergebnisse besprechen wir ausführlich in einer anderen Abhandlung. (Siehe Acta Geologica. Tom. V. Fasc. 2.), Hier beschäftigen wir uns nur mit den genetischen Verhältnissen.

Fasst man die Bildungsverhältnisse des Hydromuskovits ins Auge, so muss man feststellen, dass die neue Bewertung unserer auf die gene-

tischen Verhältnisse bezüglich Kenntnisse des Erzvorkommens von Nagybörzsöny als notwendig erscheint. Gerade darum fassen wir die genetischen Anschauungen bezüglich der Bildung des Hydromuskovits zusammen, und beschäftigten uns dann mit den neuen Mineralvorkommen.

Es ist seit lange her bekannt, dass durch hydrothermale Vorgänge zustandegebrachte Tonminerale oftmals Erzgänge umgeben [7]. *A. M. Bate-*man [8] erwies, dass die umgewandelte Zone bei epithermalen Gängen schmal und die Umwandlung kaum wahrnehmbar ist, während der Hof der Veränderung bei mesothermalen Gängen ausgedehnt und kräftig ist. Die mit hypothermalen Gängen verknüpften Umwandlungsprodukte sind überhaupt nicht tonartig und man findet unter den in der Nähe der Erzlagerstätten anderer Type vorkommenden sekundären Mineralien nur sehr wenige, oder meistens keine Tonminerale. Nur einige ausgenommen können alle Tonminerale sich durch hydrothermalen Vorgänge bilden, so auch die Kaolinminerale.

Das in den Umwandlungshöfen vorkommende weissfarbige glimmerartige Mineral beschreibt man meistens als Serizit, ohne dass seine Mineralart genau angegeben wäre. Mit dem Namen Serizit pflegt man erstens den feinkörnigen Muskovit, auch den Natronmuskovit und den grössten Teil der Hydroglimmer dann bezeichnen, wenn keine nähere Angaben über ihnen zur Verfügung stehen. Durch ihre Korngrösse ist es verhältnismässig am leichtesten den Hydromuskovit von Illit zu unterscheiden, da der Unterschied zwischen ihnen bei ungefähr 50-facher Vergrösserung augenscheinlich ist.

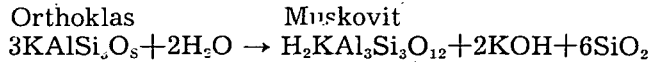
Der Name Serizit ist — nach *F. A. Bannister* [9] — auf jeden feinkörnigen Glimmer gebräuchlich, von welchen keine genauen optischen und röntgenographischen Angaben zur Verfügung stehen, und welche auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung Muskovit, Paragonit, Hydromuskovit, oder Illit, (auch Natronillit-Brammallit) sein können. Im Besitze näherer Angaben kann aber der Name Serizit nicht mehr gebraucht werden.

Man muss hier bemerken, dass der gebildete hydrothermale Hof im wesentlichen nur aus einem Tonmineral besteht. In Nagybörzsöny weben aber stellenweise feine Fäden eines borhaltigen Minerals die Hydromuskovitmasse durch. Diese feinen Kristallnadeln haben sich zum Teil als Apatit erwiesen, und teils muss man sie als Rutil betrachten. Auf das borhaltige Mineral werden wir später zurückkommen.

Nach *R. Sales* und *C. Meyer* [10] ist der Kalium-Gehalt im ganzen veränderten Hof beinahe völlig beständig. Der Kalifeldspat verschwindet in der Serizitzone und so ist der Zusammenhang zwischen dem chemischen Zerfall des Orthoklases und der Serizitbildung selbstverständlich. Die aus dem in der Nähe des Erzganges vor sich gehenden hydrothermalen Zerfall des Kalifeldspates frei gewordenen Alkalien sind zur Serizitbildung erforderlich. Weiter vom Gang entlegen wird Serizit nicht gebildet, da die notwendigen Alkalien zufolge der Stabilität der Feldspate fehlen.

Im allgemeinen sind alkalischen Medien nötig zur Glimmerbildung, aber *J. W. Gruner* [11] hat es erwiesen dass die Glimmer sich auch in saurer Lösung um 350° bei Kalium-Überschuss bilden können. Eine, von der frei gewordenen Kieselsäure stammende Verkieselung endet

den Vorgang bei Hydroglimmerbildung, wie man das auch in Nagyörzsöny erfahren kann. Man kann den Vorgang in Form einer bekannten Gleichung aufschreiben:



Das frei gewordene KOH greift auch die Plagioklase an und veranlasst weitere Serizitisierung. Die Metasomatose kann zugleich Kalkspat, Dolomit und Eisenspat ablagern. Diese Minerale sind also in Nagyörzsöny mit dem Serizit gleichzeitig gebildete hydrothermale Produkte. Ihr Bildungsbereich stellt man in hydrothermalen Synthesen von höchstens 500° bis mindestens zu 225° fest [12]. Bei niedrigeren Temperaturen geht die Serizitisierung in Kaolinisierung oder Propilitisierung über.

Die hydrothermalen Bildungsbedingungen der Tonminerale klärte W. Noll in seinen synthetischen Untersuchungen [13]. Ihre Bildung ist — nach seinen Versuchen — von der Alkalikonzentration, dem  $r_H$  - Wert und der Temperatur der Lösung abhängig. Als Ausgangsprodukte dienten  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - und  $\text{SiO}_2$ -Gele. Nolls Untersuchungen konnten folgendes feststellen:

*Kaolin* entsteht unterhalb 400° in neutralen, alkalifreien oder in sauren alkalihaltigen Lösungen.\*

*Montmorillonit* entsteht aus alkalihaltigen, alkalischen Lösungen bei ähnlicher Temperatur; bei höherer Alkali- (Na-) Konzentration bilden sich Zeolithe, besonders Analcim,

*Serizit* entsteht aus schwach alkalischen Lösungen bei ähnlicher Temperatur, wenn der Alkali-Gehalt geringer ist, als es zur Zeolithbildung erforderlich ist, aber höher ist, als bei der Montmorillonitbildung.

*Pyrophyllit* entsteht aus kieselsäurereichen Lösungen bei ähnlichen Bedingungen, wie Kaolin, aber von 400° aufwärts.

Auch die geologische Erfahrung bestätigt, dass Pyrophyllit ein hydrothermales Produkt von hoher Temperatur ist. Es hängt also nur von der Alkali-Konzentration ab, ob Zeolithe, Serizit, Montmorillonit oder Kaolinminerale entstehen.

Letzthin beschäftigte sich R. L. Folk [14] mit der hydrothermalen Umwandlung der Feldspate und stellte die Ergebnisse der mit dieser Frage verknüpften Laboratoriumsuntersuchungen in Diagrammen dar. Er hat in einem von seinen Diagrammen die Alkalität, bzw. die Azidität und die Temperatur, im zweiten Diagramm die Alkali-Konzentration und die Temperatur als Koordinaten abgebildet. So wurden in diesen Diagramme Felder gebildet, innerhalb deren Feldspate, oder der Kaolin, der Pyrophyllit, Muskovit-Serizit, beziehungsweise Leuzit die stabilen Minerale sind. Im Sinne der Zusammenfassung seiner Arbeit: *Kaolin* entsteht in sauren Lösungen bis zu 350°, wenn der Al-Gehalt hoch und der K-Gehalt niedrig ist; *Muskovit* bildet sich bei Temperaturen, von unter 200° bis zu ganz 525° in schwach alkalischen oder schwach sauren Lösungen,

\* Am niedrigsten ist die Bildungstemperatur des Kaolinit unter den Kaolin-Mineralen, bei höheren Temperaturen bildet sich Dickit, und höchste Bildungstemperatur hat Nakrit. (Siehe Klockmann—Ramdohr: Lehrbuch der Mineralogie. 1954.)

wenn die K- und Al-Konzentration hoch ist, *Pyrophyllit* entsteht von 300° bis zu 550°, wenn der Al-; und K-Gehalt gering ist. Also das Al : Si Verhältnis und die Alkali-Konzentration entscheiden darüber, welche Mineralart sich synthetisch bildet, wenn die Temperatur und der Grad der Azidität geeignet sind.

In der Regel bildet sich Serizit bei den Bedingungen der die Erzgänge begleitenden hydrothermalen Umwandlungen, da die Lösungen alkalisch sind. Kaolin entsteht mehr in der Nähe der Oberfläche bei der Einwirkung saurer Wässer und kann den Serizit ersetzen, wenn dieser von karbonat- oder sulfat-haltigen Wässern durchgelaugt wird. *Pyrophyllit* kommt in der Natur selten vor, da die Al-Konzentration der hydrothermalen Lösungen wahrscheinlich hoch ist.

Wie es ersichtlich ist, stimmen die Feststellungen von *Noll* und *Folk* in grossen Zügen gut überein. Die Untersuchungen von *Noll* und *Folk* haben aber einen Mangel, nämlich, dass keiner von ihnen einen Unterschied zwischen den Serizit-Mineralen macht. Man kennt heute 5 Serizit-Mineralen. Diese sind: feinschuppiger Muskovit, Hydromuskovit, Illit, Paragonit und auch Natronillit-Brammallit. Aus unseren Untersuchungen ergab sich aber auch das Vorhandensein noch eines neuen Serizit-Mineral; das bisher nicht ausdrücklich beschrieben war, man muss aber sein Vorhandensein auf Grund der Paragonit-Untersuchungen von *Barshad* [15] annehmen. Dieses Mineral ist der *Natronhydromuskovit* oder *Hydroparagonit*.

In unserer Abhandlung »Über Hydroparagonit, ein neues Glimmermineral, sowie über seine Beziehungen zum Hydromuskovit, Natronillit, beziehungsweise Brammallit« leiteten wir ferner ab, dass das Brammallit genannte Mineral kein Natronillit, sondern gleichfalls ein Hydroparagonit ist. (Siehe: *Acta Geologica*. Tom. V. Fasc. 2.)

Wie es erwähnt wurde, ist der Hof der Umwandlung bei mesothermalen Gängen mächtig und kräftig, bei epithermalen Gängen aber schmaler und nicht immer ausgedrückt. Die Serizitisierung ist in Nagybörzsöny ausgedehnt, nicht unbedeutend und der hydrothermale Vorgang endet mit Propilitisierung und Verkieselung. Man muss also annehmen, dass hydrothermale Lösungen mittlerer Temperatur diese Vorgänge herbeiführten, die von der oberen Grenze der Temperatur der mesothermalen Metasomatose (von 300°) hinab ihre Wirkung ausübten. Man muss auch jenen Umstand hervorheben, dass ringsum gut ausgebildete Pyrit- und Arsenopyrit-Kristalle in der Hydromuskovit-Masse zerstreut sind, zum Beweise dessen, dass sie sich mit dem Hydromuskovit gleichzeitig gebildet haben, und die pyrrhotinführenden Gangstücke findet man in Hydromuskovit gebettet oder mit einem Hydromuskovit-Hof umgeben. Es ist bekannt, dass die Bildungstemperatur des Pyrrhotins überhaupt hoch ist, selten aber kann er sich unter geeigneten Umständen bei mittlerer und niedrigerer Temperatur bilden, ihre Bildungsmöglichkeit kann sogar bis zu 80° sinken, wie es *E. T. Allen* und seine Mitarbeiter nachgewiesen haben [16]. *A. Brammall* und seine Mitarbeiter [17] haben ein Hydromuskovit-Vorkommen aus Ogofau von Carmarthenshire in England beschrieben, das aber epithermalen Ursprungs ist. Die begleitenden Minerale sind hier Pyrit, Arsenopyrit und goldführende Eisensulfide.

Pyrit, Arsenopyrit, Galenit, Chalkopyrit, Sphalerit und Magnetit, die den Magnetkies begleiten, können sich in jeder Phase der hydrothermalen Metasomatose bilden. Sie sind sogenannte »Durchläufer« [18].

Die ausführliche Besprechung des Hydromuskovits von Nagyörzsöny und der mit ihm verknüpften kristallstrukturellen Fragen Veröffentlichen wir in einer anderen Mitteilung (Acta Geologica. Tom. V. Fasc. 2.) Hier beschäftigen wir uns neben den genetischen Fragen nur mit einigen neueren Mineralvorkommen aus der Erzgrube von Nagyörzsöny.

#### NEUERE MINERALVORKOMMEN

Wie es im vorigen bereits dargelegt wurde, sind die Erzgänge von Nagyörzsöny mesothermalen Ursprungs. Die erzbringenden Lösungen haben aber während der Abkühlung auch epithermale Minerale in die Hohlräume des Erzes gelagert und haben verschiedene nachträgliche Umwandlungen hervorgerufen, während die Minerale der Oxydationszone aus der »Rózsabánya« an den obersten Horizonten der Erzgänge an das Tageslicht gekommen sind. Der mesothermal gebildete Magnetkies wurde stellenweise von den in Abkühlung befindlichen Lösungen zufolge der Zunahme des Schwefelgehaltes an der Stelle angegriffen, und paramorph umgewandelt. Chalkopyrit, Pyrit, Arsenopyrit, Sphalerit, Galenit können sich — wie es oben erwähnt wurde — in jeder Phase des hydrothermalen Vorgangs bei aller Temperatur bilden, sie sind mit dem Magnetkies gleichzeitig gebildete mesothermale Bildungen. Markasit kann nicht nur von ascendenten Lösungen niedrigerer Temperatur, sondern auch von descendenten Lösungen zustandegebracht werden. Die bekannten Mineralien sind nach Koch—Grasselly [6]: Apatit, Quarz, Pyrit, Galenit, Pyrrhotin, Vallerit, Sphalerit, Chalkopyrit, Arsenopyrit, Tetraedrit, Wismut, Bismuthin, Gold, Cosalit, Jamesonit, Semsseit, Tetradymit, (Csiklovait, Hessit, Petzit, Argentit, Proust, Molybdänit), Baryt, Dolomit, Kalzit, Melnikovit-Pyrit, Markasit, Siderit, Magnetit, Cronstedtit, Chalkosin, Covellin, Goethit, Limonit, Arsenit. Die in Klammern gestellten Mineralien wurden zuerst von Koch—Grasselly aus Nagyörzsöny beschrieben, auf den Cronstedtit hat Verfasser ihre Aufmerksamkeit gerichtet. Beim Bruch des Erbstollens sind folgende neue Vorkommen ausser der aufgezählten zum Vorschein gekommen. Löllingit, Chalkodit, Cronstedtit (dies letztere wurde von Koch—Grasselly mit Bezugnahme auf den Verfasser nur erwähnt [6]), Meneghinit [?], Amethyst, Fluorit, Gyps, Vivianit [?], Melanterit, Pisanit, Kröhnkit [?] und ein borhaltiges Silikat-Mineral.

Dies letztere erscheint unter der binokularen Lupe als eine aus feinen, seidenglänzenden, biegsamen Kristallnadeln bestehende, an einen Wattebausch erinnernde Masse, die sich von den begleitenden Mineralien nur mühsam absondern lässt. Begleitende Minerale sind vorwiegend Quarz, Kalzit, Pyrit, Arsenopyrit, Galenit, Sphalerit. Das zur Untersuchung rein abgesonderte Material war leider zur vollständigen Analyse nicht genügend.

Die vollständige, genaue Untersuchung des Minerals hat Prof. S. Koch (Szeged) durchgeführt. Das Mineral ist — nach seiner brieflichen Mitteilung — Turmalin, einer der seltenen hydrothermalen Turmaline. Seine

ausführliche Untersuchung erschien aber im Druck noch nicht. Auf Grund der obenangeführten sind folgende, aus feinen weissen, seidenglänzenden Kristallnadeln bestehende Minerale aus Nagybörzsöny bekannt: Apatit, Rutil, Turmalin. Ausser diesen kommt noch ein aus dem Aggregat mikroskopisch feiner Nadeln bestehendes Mineral vor, das Bor und Titan nicht enthält, das aber im Brand der mineralogischen Abteilung des Ungarischen Nationalmuseums vernichtet wurde und seine Ersetzung bisher nicht gelungen ist.

Zu den Umständen des Vorkommens dieses Turmalins muss man bemerken, dass es meistens in den Hohlräumen des Erzes aufgewachsen in wattebauschartigen Büscheln vorkommt. Seine Fäden sind aber unter den Schüppchen des Hydromuskovits in den Erzmineralien und Quarzkristallen als Einschlüsse, oder in den Hohlräumen in Form einer aus feinen seidenglänzenden Nadeln bestehenden Ausfüllung zu finden. Die Umstände seines Vorkommens weisen darauf hin, dass man hier mit einem mit dem Erz und mit dem Hydromuskovit gleichzeitig gebildeten hydrothermalen Mineral zu tun hat.

Auch die Besprechung der übrigen Minerale kann eher nur aus Gedächtnis geschehen, denn die Messungsangaben wurden samt dem Untersuchungsmaterial vernichtet.

Die Abhandlung von Koch—Grasselly [6] erwähnt den Cronstedtit ohne näheren Angaben mit Bezugnahme auf den Verfasser. Cronstedtit kommt in Nagybörzsöny besonders in den Hohlräumen des Erzes von »Rózsabánya« meistens auf den Pyrit gewachsen in gut entwickelten winzigen (0,1—1 mm grossen) Kriställchen vor. Diese Kristalle erinnern an trigonale Pyramiden, die mit ihren Spitzen an die Wände der Hohlräume gewachsen und durch die 3. Endfläche terminiert sind. Wie es bekannt ist, ist Cronstedtit ein monoklines Glimmermineral epithermaler Bildung, dessen Struktur und Bildungsverhältnisse jener des Kaolins entsprechen. Er bildet sich, ähnlich dem Kaolin, bei niedriger Temperatur. Seine Kristalle sind manchmal Zwillinge. In solchen Fällen hat die 3. Endfläche die Form eines sechszackigen Sternes. Die Streifung der scheinbaren Pyramidenflächen ist charakteristisch auf die Glimmerminerale. Seine Farbe ist grün, beinahe schwarz, seine dünnen Schüppchen sind in dunkelgrüner Farbe durchscheinend, die Kanten und Ecken der Kriställchen sind aber oft rotbraun. Die Brechungsindizes sind grösser als die des Methylenjodids ( $n > 1.74$ ). Abweichend von seiner Gewohnheit, bildet er in den Hohlräumen des Erzes von Nagybörzsöny keine nierenförmige Aggregate. Er schmilzt leicht zur schwarzen Schlacke. Das Eisen ist in ihm ohne Schwierigkeit nachzuweisen.

Unter den dem Cronstedtit ähnlichen Verhältnissen kommt in Nagybörzsöny der Stilpnomelan vor. Er erscheint meistens in feinen radialfaserigen oder garbenförmigen Büscheln, manehmal aber in nierenförmigen halbkugeligen Krusten, oder an einen Igel erinnernden stacheligen Knoten. Diese scheinbaren Nadeln erscheinen bei stärkerer Vergrösserung meistens als lanzenförmige Schuppen. Diese löschen zwischen gekreuzten Nikols gerade aus. Ihre Längsrichtung ist: a. (Die auf seinen näheren optischen Angaben bezüglichen Aufzeichnungen wurden vernichtet.) Seine Farbe ist dunkelbraun. Er hat einen



lebhaften perlmutterartigen Glanz. Er ist leicht schmelzbar. In verschlossenem Glasröhrchen erhitzt, verliert er Wasser. Das Eisen ist in ihm mit Boraxperle nachweisbar.

Von den Erzmineralien sind *Löllingit* und *Meneghinit* in Nagyörzsöny als Neuheiten zu betrachten.

*Löllingit* kam aus dem Erbstollen von Nagyörzsöny zum Vorschein. Seine prismatischen nadelartigen Kristalle sind silbergrau mit Metallglanz und kommen in die Hydromuskovit-Masse eingebettet vor. Löllingit hat sich also mit dem Hydromuskovit gleichzeitig gebildet und so ist er mesothermalen Ursprungs. Die Form der Kristalle bestimmt die gestreckte Prisma  $m(110)$  und terminieren die Flächen  $e(101)$ . Hie und da erscheinen auch die Flächen  $b(010)$ . Ihre Winkel stimmen mit jenen des Löllingits überein, das ihm von dem Arsenopyrit gut unterscheidet (Die Messungsangaben wurden vernichtet.) Er schmilzt vor dem Lötrohr auf Kohle zu einer magnetischen Masse. In geschlossenem Glasrohr erhitzt gibt er einen schwarzen Arsenspiegel ohne dem für den Arsenopyrit charakteristischen gelben Beschlag. Er kam nur dreimal vor.

*Meneghinit* (?) kam nur einmal in den Hohlräumen eines verkieselten Gesteinstückes aufgewachsen vor. Feine, nadelartige, schwarze, an Antimonit erinnernde, sehr derbe Kristalle mit Metallglanz und geringer Härte. Es waren, in ihm mit Heparreaktion Schwefel, auf Kohle Antimon und Blei in Form der bekannten Beschläge nachweisbar. Zufolge der Vernichtung des Prüfungsmaterials könnte es zu einer näheren Untersuchung nicht kommen. Darum muss man das Vorkommen als unsicher betrachten.

Neuere Vorkommen einiger sekundär gebildeten Mineralien sind folgende: Gyps, Vivianit (?), Melantherit, Pisanit, Kröhnkit (?).

*Gyps* kam zum Vorschein aus dem Erbstollen in Form kleiner aufgewachsenen Kriställchen mit Ausmassen von 0,1—2 mm. Die Kristalle erscheinen meistens an die pyrit- und arsenopyrithaltigen Stücke gewachsen, zum Beweise dessen, dass er aus der Oxydation jener herrührt. Die an den Kristallen beobachtete Flächen waren:  $b(010)$ ,  $m(110)$ ,  $l(111)$  und  $n(\bar{1}11)$ . Diese Kristalle sind nach  $b(010)$  tafelig, oder nach  $m(110)$  prismatisch. In einigen Fällen ist aber  $l(111)$  die vorherrschende Form. Hie und da erscheinen auch Zwillinge nach  $a(100)$ . (Die Messungsangaben wurden samt dem Untersuchungsmaterial vernichtet.) Die Kristalle haben auf den Spaltungsflächen Perlmutterglanz. Sie sind meistens mit ihren  $b$ -Flächen zu dem Muttergestein oder an die Wände der Hohlräume des Erzes gewachsen, sie erscheinen aber manchmal in Form stacheliger Knoten. Die optischen Angaben stimmen, mit jenen des Gypses vollkommen überein.

*Vivianit* (?) kam nur einmal in Form eines weichen, ein wenig gekrümmten lichtblauen, nadelartigen Kristalls von 1 mm Länge vor. Dieses Kriställchen erinnerte äusserlich vollkommen an Gyps. Es konnte nicht zu seiner näheren Untersuchung kommen, darum muss man das Vorkommen als unsicher betrachten.

*Melantherit* kam im Material des Erbstollens in Form von kurzprismatischen Kristallen oder häufiger haarförmiger und geflechtartiger Bildungen, beziehungsweise Krusten vor. Sie haben muscheligen Bruch, Glasglanz, lichtgelblichgrüne Farbe und sind durchscheinend. Sie lösen



sich vollkommen in Wasser. Ihre Lösung gibt lebhaftere rote Färbung mit  $\text{NH}_4\text{SCN}$  und einen weissen Niederschlag mit  $\text{BaCl}_2$ . In Flamme genau wie  $\text{Cu}$  gibt er nicht die auf  $\text{Cu}$  charakteristische grün-blaue Flammenreaktion. Dies unterscheidet ihn vom *Pisanit*, der in Nagyborzsöny in Form von blaugrünen Einkrustungen und Geflechten zu finden ist. *Pisanit* gibt lebhaftere  $\text{Cu}$ -Flammenfärbung. (Die auf beiden Mineralien bezüglichen optischen Aufzeichnungen wurden vernichtet.)

In Betracht genommen, dass Melantherit und *Pisanit* nicht die Minerale der obersten Horizonte der Oxidationszone sind, sondern unter der Oxidationszone in den Spalten und Hohlräumen der Pyritreichen sulfidischen Erze in solchen genetischen Verhältnisse vorkommen pflegen, wo Wasser und Sauerstoff nicht in Fülle vorhanden sind, ist es verständlich, dass sie aus dem Erbstollen in Begleitung von Gyps-Kristallen zum Vorschein gekommen sind.

Das einzige Stück des *Kröhnkit's* kam aus der »Rózsabánya« vor. Da die chemische Formel des *Kröhnkit's*  $\text{Na}_2\text{Cu}(\text{SO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ist, gibt er — in Flamme gehalten — zuerst eine kräftige Na-Flammenreaktion, dann eine  $\text{Cu}$ -Flammenfärbung. Er besteht aus winzigen, blass azurfarbigen, prismatischen, monoklinen Kriställchen. Seine Winkel stimmten — unter dem Mikroskop gemessen — mit den bekannten Winkelangaben des *Kröhnkit's* gut überein, seine Brechungsindizes entsprachen aber nicht denen des *Kröhnkit's*, sondern waren bedeutend niedriger, als jene und standen nahe den Brechungsindizes des Chalkantits. Darum wäre ihre weitere Untersuchung erforderlich gewesen. Leider wurden die Messungsergebnisse und auch das einzige Stück im Brand vernichtet. Wegen der Unsicherheit der Angaben muss man das Vorkommen als Unsicher betrachten.

Hier muss man noch der zwei Mineralvorkommen gedenken, aus welchen je ein winziges Körnchen zum Vorschein kam. Der einzige blass violettfarbige Kristall von *Amethyst* kam in Pyrit eingewachsen vor. *Fluorit* kam in Form von blassgrünen und violettfarbigen Kügelchen mit einem Zehntel mm Ausmasse ebenfalls nur einmal zum Vorschein. Es kam nicht mehr zur Bestimmung ihrer näheren Angaben.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Die Ergebnisse der Untersuchungen zusammengefasst ist es ohne Zweifel feststellbar, dass das Erzvorkommen von Nagyborzsöny mesothermalen Ursprungs ist und die mineralbildenden Lösungen von  $300^\circ$  abwärts wirkten, zuerst mesothermale Erze, dann während der Abkühlung auch epithermale Minerale in die Hohlräume der Erze zerstreut ablagerten und verschiedene nachträgliche Umwandlungen herbeiführten. Die Frage entschied der mächtige, die Erzgänge begleitende hydrothermale Hof. Wir haben ausführlich dargelegt, dass Hydromuskovit sich nur unter  $400^\circ$  bilden kann, aber ein hydrothermales Tonmineral in einer derart mächtigen Menge, wie man es in Nagyborzsöny sehen kann, nur mesothermal vorkommen kann. Die epithermale Tonmineralbildung ist überhaupt von kleinem Umfang. Der Magnetkies ist zweifellos mesothermal, denn ein Hydromuskovit-Hof umgibt die Pyrrhotinführenden Gangstücke, was auf gleichzeitige Bildung hinweist. Die Tonmineralbildung ist näm-

lich, wie es oben dargelegt wurde, eine begleitende und mit der Bildung der Erzgänge eng zusammenhängende Erscheinung. Wenn man annehmen wollte, dass Magnetkies sich bei höherer Temperatur gebildet hätte, als Hydromuskovit und der auskristallisierte Pyrrhotin durch einem mesothermalen Vorgang niedriger Temperatur mit Hydromuskovitkruste später umgeben würde, hätte der Magnetkies ganz gewiss nicht in unverändertem, frischen Zustande geblieben können, sondern hätte seiner Natur entsprechend eine paramorphe Umwandlung erlitten. Die aus dem Erbstollen zum Vorschein gekommene, durch Hydromuskovit bekrustete Pyrrhotinstücke sind aber ganz frisch erhalten, während die umgewandelten Paramorphosen nach Pyrrhotin aus den oberen Horizonte der Grube zum Vorschein gekommen sind. Der Erbstollen schloss also die mesothermale Zone auf. Man kann charakteristische epithermale Minerale in grosser Menge nicht, nur zerstreut in den Hohlräumen des Erzes finden. Solche sind die epithermalen Barytkristalle, Cronstedtit, Stilpnomelan. Die in grossen Mengen vorkommenden Markasit und Melnikovit konnten sekundär aus dem primären Pyrrhotin nicht nur durch Einwirkung hydrothermalen Lösungen ganz niedriger Temperatur, sondern auch bei der Einwirkung deszendenter Lösungen entstehen. Darauf verweist ihr massenhaftes Vorkommen in den oberen Horizonte. Die in grossen Mengen vorkommenden epithermalen Minerale (wie zum Beispiel der epithermale Baryt und Kaolin sind) fehlen vollständig. Erzanhäufung kam nur in der Oxydationszone (Rózsabánya) vor. Es bleibt auch weiter eine offene Frage, ob es in grösseren Tiefen, am hypothermalen Horizont eine bedeutendere Erzmenge vorhanden sein könne.

#### SCHRIFTTUM

1. Pantó, G.: Jelentés az 1946. évi nagybörzsönyi bányageológiai felvételtől. (M. Áll. Földt. Int. 1945—47. évi jelentése II. 163—171. 1951.)
2. Kisvarsányi G. und Herrmann M.: A nagybörzsönyi érc kutatás közzétani vizsgálata. (M. Áll. Földt. Int. Évi Jelentése. 1953. 1. 141—173.)
3. Sztrókey K.: Über den Wehrlit (Pilsenit). (Annales Mus. Nat. Hung. Vol. XXXIX. 1946. 4. 75—103.)
4. Papp F.: Ércvizsgálatok hazai előfordulásokon. (Földt. Közl. LXIII. 8. 1933.)
5. Pantó G.: A nagybörzsönyi ércelőfordulás. (Földt. Közl. LXXIX. 421. 1949.)
6. Koch S.—Grasselly Gy.: The Minerals of the sulphid ore-deposit of Nagybörzsöny. (Acta Min. Petr. Inst. Min. et Petr. Univ. Szegediensis. Tom. VI. 1—21. 1952.)
7. Grim, R. E.: Clay Mineralogy. (McGraw—Hill 1953.) p. 323.: Clay minerals of the hydrothermal origin.
8. Bateman, A. M.: Economic Mineral Deposits. (Wiley, New York, 1942.)
9. Pannister, F. A.: Brammallite (Sodium-illite) a new mineral from Llandebie, South-Wales. (Min. Mag. 26. 304—307. 1943.)
10. Sales, R.—Meyer, C.: Wall Rock Alteration of Butte, Montana. (Am. Inst. Mining Met. Engrs. Tech. Pub. 2400. 1948.)
11. Gruner, J. W.: Formation and Stability of Muscovite in Acid Solutions at Elevated Temperatures. (Amer. Mineral. 24. 624—628. 1939.)
12. Barth, F. W.—Correns, W.—Eskola, P.: Die Entstehung der Gesteine. (Berlin. 1939. S. 389.)

13. Noll, W.: Mineralbildung im System  $Al_2O_3$ — $SiO_2$ — $H_2O$ . (N. Jb. Beil. Bd. 70. A, 65—115. 1936.)

14. Folk, R. L.: The Alteration of Feldspar and its Products as Studied in the Laboratory. (Amer. Journ. of Science. Vol. 425. No. 6. pp. 388—394. 1947.)

15. Barshad, J.: The Effect of the Interlayer Cations on the Expansions of the Mica Type of Crystal Lattice. (Amer. Mineral. 35. 225—238. 1950.)

16. Allen, E. T.—Grenshaw, J. L.—Johnston, L.—Larsen, E. S.: Die mineralischen Eisensulfide. (Zeitschr. f. anorg. Chem. 76. 201—273. 1912.)

17. Brammall, A.—Leech, J. G. C.—Bannister, F. A.: The paragenesis of cookeite and hydromuscovite associated with gold at Ogofau, Carmarthenshire. (Min. Mag. Vol. XXIV. No. 157. pp. 507—520.)

18. Ramdohr, P.: Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. (Berlin, 1955.)