

Berg- und Hüttenwesen.

Redigiert von

Gustav Kroupa, k. k. Hofrat in Wien.

Franz Kieslinger, k. k. Bergrat in Wien.

Mit der Beilage „Bergrechtliche Blätter“.

Herausgegeben und redigiert von Wilhelm Klein, k. k. Ministerialrat in Wien.

Ständige Mitarbeiter die Herren: Eduard Doležal, k. k. Hofrat, o. ö. Professor an der techn. Hochschule in Wien; Eduard Donath, k. k. Hofrat, Professor an der techn. Hochschule in Brünn; Willibald Foltz, k. k. Regierungsrat und Direktor des k. k. Montan-Verkaufsamtes in Wien; Dr. ing. h. c. Josef Gängl v. Ehrenwerth, o. ö. Prof. der Montanist. Hochschule in Leoben; Dr. mont. Bartel Granigg, a. o. Professor an der Montanistischen Hochschule in Leoben; Dr. h. c. Hans Höfer Edler v. Heimhalt, k. k. Hofrat und o. ö. Professor der Montanistischen Hochschule in Leoben i. R.; Adalbert Káš, k. k. Hofrat und o. ö. Hochschulprofessor i. R.; Dr. Friedrich Katzer, Regierungsrat und Vorstand der bosn.-herzeg. Geologischen Landesanstalt in Sarajevo; Dr. Johann Mayer, k. k. Oberbergrat und Zentralinspektor der k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn i. R.; Franz Poesch, Hofrat, Vorstand des Montandepartements für Bosnien und die Herzegowina in Wien; Dr. Karl von Webern, Sektionschef i. R.

Verlag der Manzschen k. u. k. Hof-Verlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien, I., Kohlmarkt 20.

Diese Zeitschrift erscheint wöchentlich einen bis zwei Bogen stark mit Textillustrationen und artistischen Beilagen. **Pränumerationspreis** einschließlich der Vierteljahrschrift „Bergrechtliche Blätter“: jährlich für **Österreich-Ungarn K 28.—**, für **Deutschland M 25.—**. Reklamationen, wenn unversiegelt portofrei, können nur 14 Tage nach Expedition der jeweiligen Nummer berücksichtigt werden.

INHALT: Einige Untersuchungen der kupferkiesführenden Mineralgänge am Monte Mulatto bei Predazzo. — Die soziale Fürsorge im Bergbau. — Über einige neuere amerikanische Kupfererzbergbaugebiete. (Fortsetzung.) — Nachweisung über die Gewinnung von Mineralkohlen (nebst Briketts und Koks) im Juni 1913. — Notiz. — Amtliches. — Berichtigungen. — Vereins-Mitteilungen. — Nekrolog. — Metallnotierungen in London. — Ankündigungen.

Einige Untersuchungen der kupferkiesführenden Mineralgänge am Monte Mulatto bei Predazzo.

Von M. Lazarević und E. Kittl.

Seit längerer Zeit befaßte sich einer von uns (Kittl) mit den Untersuchungen der Erzvorkommen bei Predazzo und Monzoni sowie deren Zusammenhang mit den Eruptivgesteinen. Infolge verschiedener Hindernisse mußte von einer eingehenden Behandlung der genannten Themen Abstand genommen werden, doch sollen in nachstehender Form die wichtigsten Ergebnisse unserer Untersuchungen bekanntgegeben werden.

Insbesondere wurde das Material für das Erzvorkommen am Mulatto gelegentlich der letzten Exkursion (1912), die das mineralogische Institut unter Leitung des Herrn Hofrates Prof. C. Doelter nach Predazzo unternommen hat, gesammelt. Die Anregung zu einer derartigen Ausführung der vorgenommenen Bearbeitung verdanken die Verfasser gleichfalls Herrn Hofrat Doelter.

Unsere derzeitigen Ausführungen bezwecken, wie bereits angedeutet wurde, keine ausführlichen Angaben über die petrographischen Verhältnisse der Gesteine an den genannten Orten zu machen, sondern sollen sich nur mit den Erscheinungen, die sich unmittelbar an die Erzbildung knüpfen, befassen.

Allgemeine Lage und geologische Verhältnisse der Lagerstätte.

Die Kieslagerstätte am Monte Mulatto liegt am Nord-Westabhänge des genannten Berges ungefähr 3·5 km

von Predazzo entfernt. Im Tale des Avisio ist hart gegenüber dem Fuße des Mulatto Mezzavalle gelegen; der Name wurde auch auf das Bergwerk übertragen. Die Entfernung von hier bis Forno einerseits und Predazzo andererseits ist ungefähr gleich. Das von allen Kiesvorkommen in der Umgebung von Predazzo für den Bergbau allein in Betracht zu ziehende Kieslager liegt oberhalb von Mezzavalle in einer Höhe von 1652 bis 1872 m (Bedovinastollen), erstreckt sich aber sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung bedeutend weiter, wenn man dem in Spuren weiter zu verfolgenden Erz nachgeht. Würde man sämtliche Stellen, wo Verkiesungen des Gesteins auftreten, miteinander in Zusammenhang bringen, so ließe sich die Ausdehnung der Kiesgänge vielleicht noch bedeutend erweitern. Es soll hier erwähnt werden, daß an zahlreichen Punkten der Umgebung von Predazzo Ausbisse von Kiesanhäufungen zu sehen sind, die an ihren limonitischen Zersetzungsprodukten erkannt werden können. Die Kiesvorkommen am Monzoni stehen mit diesen kaum in Zusammenhang, wie auch die mineralische Zusammensetzung von den Predazzaner Verkiesungen verschieden ist.

Die Kiesgänge des Mulatto sind in geringem Maße gold- und silberhältig, doch für den Bergbau kann nur das Auftreten von Kupferkies, Scheelit und, auf der

Südseite des Mulatto, Magneteisen ein Interesse bieten. In letzter Zeit wurden nur Kupferkies und Scheelit abgebaut.

Was die Literaturangaben über das Erzvorkommen betrifft, so gibt schon B. v. Cotta an, daß auf der Alpe Bellamonte schon öfters der Versuch gemacht wurde, Bergbau zu treiben. Als charakteristische Begleitminerale der Kiesgänge gibt er Schörl, in geringerem Maße Lievrit an. Klipstein¹⁾ führt eine Anzahl der Drusenminerale des Granites an, nämlich: Quarz, Feldspat, Turmalin, Lievrit, Scheelit, Epidot, jedoch ohne nähere Fundortangabe und ohne eine Beziehung zwischen diesen Mineralien aufzustellen.

Einen interessanten Vergleich kann man aus den Angaben von C. Doelter²⁾ ziehen. Doelter gibt eine Zusammenstellung der im Melaphyr vom Mulatto vorkommenden Mineralien sowie solcher aus dem Turmalingranit (eigentlich Turmalin führenden Granit) des Mulatto. Erstere sind neben derbem auch kristallisierter Kupferkies, Adular, Lievrit in strahligen Massen, Apatit, Pyrit. Als Mineralien aus dem Turmalingranit hebt Doelter Orthoklas, Quarz, Turmalin und Albit hervor.

A. Hofmann³⁾ beschreibt nach ihm vorliegenden Stücken und Angaben von Billek das Kiesvorkommen. Die Erzablagerung im Melaphyr erfolgte nach diesem Autor in einem System mehrerer schmaler, naheliegender Gangspalten, deren Mächtigkeit zwischen Blattstärke bis 15 cm schwankt und welche netzartig das Nebengestein durchsetzen. Die Mächtigkeit des Spaltensystems wird mit 1.5 m angegeben. Als Gangfüllung gibt Hofmann an: Kupferkies, Pyrit, Malachit, Turmalin, Scheelit, Feldspat, Quarz, Calcit; aus dem Turmalingranit bei Mezzavalle: Galenit. Wichtig ist ferner nach diesem Autor, daß die Erzgänge wohl Verschmälerungen, aber keine Vertaubungen zeigen. Billek kommt zu dem Schluß, daß die Erzvorkommen am Mulatto dem Granit ihren Ursprung verdanken. Nun beschreibt Hofmann Stücke aus dem Turmalingranit von Predazzo. Kupferkies wird von ihm einerseits in Körnern eingesprengt im Granit, andererseits als Ausfüllung von Drusenräumen angegeben mit folgender Ausscheidungsfolge: Kupferkies-Pyrit-Fluorit, ferner Flußspat (grobspätig)-Kupferkies, Pyrit-Bleiglanz. Andere Stücke zeigen Quarz, Orthoklas, Fluorit und Kupferkieskörner, andere wieder Quarz, Orthoklas, Glimmer (in geringer Menge), eingesprengten Kupferkies mit randlichem Turmalin und Quarz. Wie man sieht, sind die beschriebenen Stücke nicht von ganz einheitlichem Schema.

Was die Entstehung betrifft, so läßt Hofmann die Frage offen, ob diese Bildungen als Greisenumbildungen anzusehen sind. Daneben spricht er von magmatischen Ausscheidungen, von kontaktmetamorphen und pneumatolytischen Prozessen.

¹⁾ Beiträge. 1843. I. S. 76.

²⁾ Tschermaks Min. Mitt. 1877. S. 80.

³⁾ Vorläufiger Bericht über turmalinführende Kupferkiese vom Monte Mulatto. Sitzungsber. d. k. böhm. Ges. d. Wiss. II. Kl. 1903. XVI.

Bei der Beschreibung der Stufen von Mezzavalle wird von Hofmann das Fehlen eines Salbandes hervorgehoben. Ob und wie weit dies berechtigt erscheint, soll später erörtert werden. Die Gangfüllung besteht aus Quarz, Orthoklas, Calcit und grünem Glimmer, Turmalin in grobstengeligen Aggregaten Nester bildend, Scheelit in Kristallen. Turmalin wäre ungefähr gleichalterig wie Orthoklas, jünger als Calcit.

Die Zusammensetzung ist nach Hofmann die für die Zinnsteingänge, welche an Granit gebunden sind, charakteristische Kombination, u. zw.: 1. weil im Granit selbst jene Erze und Gangminerale angetroffen werden, wie in den Kiesgängen, 2. weil bei den Erzgängen dieselbe Mineralassoziation vorgefunden wird, wie bei solchen Erzvorkommen, welche mit unzweifelhafter Sicherheit durch pneumatolytische Prozesse an den Granit gebunden sind. Die Emanationsprodukte erzeugten Kupfer- und Eisensulfide, Borsilicate, Fluoride, Wolframate und Phosphate. Zum Schluß spricht Hofmann auch noch von einer Ähnlichkeit mit der Lagerstätte von Telemarken.⁴⁾

Daß die Erzabsätze der Hauptsache nach Störungslinien folgen, ist nichts absonderliches. J. Romberg⁵⁾ berichtete über Verwerfungen an der Grenze von Monzonit und Porphyrit, bemerkt ausdrücklich das Auftreten von Harnischen und spricht die Ansicht aus, daß die wichtigen späteren Eruptionen hier stattfanden und die Erzvorkommen ebenfalls hier auftreten. Am Kontakt des Granits tritt feinkörniger Monzonit, roter Granitaplit und pegmatitischer Granit auf; sowohl an der Kontaktgrenze als auch im Porphyrit, der von vielen feinen Äderchen durchtrümmert wird. Rote Harnische würden für Störungen jünger als der Granit sprechen.

Von Bedeutung für das Erzvorkommen am Mulatto war die schon früher gemachte Beobachtung von F. Becke⁶⁾ über die Mineralien der Turmalinnester im Granit am SW-Fuß des Mulatto. Becke beschreibt einen Flußspatkristall und Scheelit von erbsengelber Farbe. Als weitere Begleitminerale werden Quarz, Turmalin, Kupferkies hervorgehoben, durch deren vereinigt Auftreten Becke ihre Bildung in eine spätere „pneumatolytische Phase“ bei der Erstarrung des Granits verlegt. Da nun auch in den Klüften des Porphyrits diese Mineralgesellschaft bekannt war,⁷⁾ leitete Becke daraus das jüngere Alter des Granits ab.

* * *

Es kann nicht im Sinne dieser Arbeit liegen, die über diese Gegenden vorliegende Literatur vollständig zu berühren, denn die meisten Arbeiten befaßten sich

⁴⁾ Vogt, Über die pneumatolytischen Prozesse an Granit gebundener Mineralneubildungen; Zeitschr. f. prakt. Geol. 1894. S. 458 bis 485; Zeitschr. f. prakt. Geol. 1894. S. 381. 1895. S. 145, S. 367, 444, 465, 1895. S. 149.

⁵⁾ Geol. petrogr. Studien im Gebiete von Predazzo. 16. Sitzungsber. preuß. Ak. d. Wiss. XXX. 1902. S. 683; II. Teil XXXIII.

⁶⁾ Tschermaks Mitt. XIII (1894). S. 277.

⁷⁾ Vgl. Klipstein, Liebener, Vorhauser, Kathrein.

mit der Erforschung des geologischen Baues, ohne die Erzlager näher zu berühren.

Neben dem schon Angeführten möchten wir nur auf Reyer⁸⁾, E. Sueß⁹⁾, Mojsisovics¹⁰⁾, besonders aber auf die umfangreichen Arbeiten von C. Doelter¹¹⁾ ferner W. Brögger¹²⁾ und W. Salomon¹³⁾ hinweisen. Ein genaueres Literaturverzeichnis gab auch H. Philipp.¹⁴⁾

Die ältesten Schichten, die sich am Aufbau der Gebirge von Predazzo beteiligen, gehören dem Perm an. Die Lagoraiette südlich von Predazzo besteht ganz aus dem untersten Permgebilde, dem roten Quarzporphyr. Dieser wird von roten Grödener Sandsteinen überlagert. Gute Aufschlüsse finden sich südlich der Malgola und oberhalb Zalune im Travignotal gegen Bellamonte zu. Als drittes Schichtglied des Perm tritt noch Bellerophonkalk auf, welcher sich allein zwar nicht an der Lagerstätte findet, doch gegenüber von Mezzavalle am Abhänge des Mulatto in den geologischen Karten eingezeichnet ist. Hier befindet sich auch in nächster Nähe die bekannte Fundstelle von weißem Gymnit.

Der Trias, welcher der Großteil der geologischen Gebilde der Dolomiten ihre Entstehung verdankt, gehören als unterste Stufe die Werfenerschichten an, deren Anwesenheit jedoch bei der Lagerstätte unmittelbar fehlt. Südlich von Predazzo ziehen sich von Ziano gegen Osten die Werfener Schichten mit Unterbrechungen, deren größte durch die Predazzaner Tiefengesteine gebildet werden, bis zur Palagruppe hin. Mergelige Schichten gehen in graue Kalkbänke über, auf welchen oolithische Kalke und Dolomite liegen, wobei sich auch hier die Teilung in Seißer und Campiler Schichten erkennen ließ. Gegenüber dem Mulatto ist zwischen Val Vardabe und Val Gardone am Südbhang des Monte feudale ein beträchtliches Stück dieser Schichten aufgeschlossen. Die Störungslinie, die ungefähr von ONO. gegen WSW. quer über Mezzavalle verläuft, zeigt in ihrer Nähe häufig limonitische Zersetzungsprodukte als deutliches Zeugnis einer einstigen Verkiesung. Die dem „Muschelkalk“ entsprechenden Triasbildungen setzen sich hier aus Mergeln, Gipslagen, Tuffen, Knollenkalcken und Dolomiten zusammen, sind aber durch die vulkanischen Vorgänge ganz aus der Nähe der Lagerstätte gerückt.

Auch die Wengener Kalke und Dolomite, die rings um den „Vulkan“ von Predazzo den „Muschelkalcken“ aufliegen, wobei auch hier als fazielle Verschiedenheit die sogenannten Buchensteiner Schichten zwischen diesen

und den Wengener Kalken zum Vorschein kommen, stehen unmittelbar mit der Lagerstätte in keiner Berührung. Am Monte Feudale und Viezzena sowie Monte Agnello sind diese Horizonte ungefähr in gleicher Höhe, während bei Forno Wengener Schichten im Talfuß mit zahlreichen Staffel-Brüchen auftreten. Überall jedoch bilden die Wengener Schichten das Liegende von grünen, dunklen Tuffen, die ebenso bei Forno als an der Viezzena, wie am Agnello zu sehen sind. Von den Intrusivgesteinen, die am Aufbau des Nebengesteins der Lagerstätte beteiligt sind, läßt sich eine Beziehung des Alters der Lagerstätte zu diesen nicht aufstellen. Erst ein Vergleich der Eruptiv-

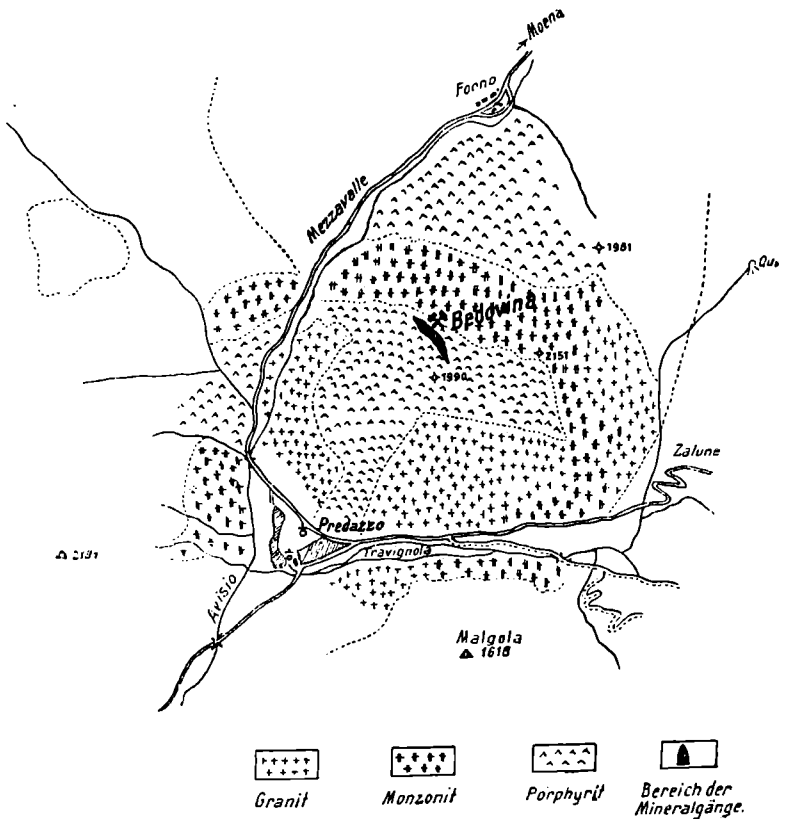


Fig. 1.

Kartenskizze vom Monte Mulatto, 1:75.000.

(Nach E. Kittl.)

⁸⁾ Reyer, Predazzo 1881. Jahrb. d. geol. Reichsanstalt. Wien.

⁹⁾ Antlitz der Erde I.

¹⁰⁾ Die Dolomitriffe von Südtirol und Venetien. Wien. 1879.

¹¹⁾ Über die Eruptivgebilde von Fleims. Sitzungsber. k. Ak. d. Wiss. Wien. 1876. Führer f. d. Exkursion nach Predazzo. IX. Intern. geol. Kongr. Wien. 1903.

¹²⁾ W. C. Brögger. Die Eruptionfolge trias. Eruptivgesteine bei Predazzo in Südtirol. Kristiania. 1895.

¹³⁾ Über Alter, Lagerungsform und Entstehungsart der peradriatischen, granitisch-körnigen Massen. Tschermaks Mitt. XVII. 1898.

¹⁴⁾ Palaeont. geol. Untersuchungen aus dem Gebiet von Predazzo. Zeitschr. d. Deutschen geol. Ges. 56. (1904.)

gesteine mit den Sedimenten ließe indirekt auch die Lagerstätte in Altersbeziehungen zu diesen treten. Bemerkenswert ist hier im Gegensatz zum Monzoni, daß Vererzungen nur in den Eruptivgesteinen zu sehen sind.

Die Eruptivgesteine ließen sich nach der Art ihres Auftretens in folgende Hauptgruppen teilen:¹⁵⁾ Tiefengesteine, die den innersten Kern der Eruptionsmassen bilden, sind: Monzonit und Granit. Ergußgesteine, die über den beiden zum Teil deckenförmig lagern, Plagioklasporphyrit und Melaphyr; letzterer vornehmlich am Monte Feudale und Viezzena, also nicht in unmittel-

¹⁵⁾ Vgl. Doelter, Brögger u. a. m.

barer Nähe von Mezzavalle. Ganggesteine sind Melaphyr, dann Camptonit und Liebeneritporphyr.

Was den Bau und die Entstehungsweise der Eruptivgesteine betrifft, so soll die folgende Skizze ein kurzes nur die Hauptsache berührendes Bild geben. Das für die Lagerstätte zweifellos wichtigere Tiefengestein ist der Granit. Er ist schon nach den älteren Untersuchungen von Richthofen und Doelter als jünger erkannt worden als die basischeren Tiefengesteine. Nach Becke und Brögger stellt sich der Granit überhaupt als das jüngste Eruptivgestein dar, also auch jünger als der Porphyrit; nur von schmalen Gängen eines basischen Gesteins wird der Granit durchbrochen. Diese Gänge wurden früher als Melaphyr bezeichnet, jetzt werden sie überall als Camptonit angeführt. Der Granit ist insofern von Wichtigkeit, als auf seine postvulkanischen Begleiterscheinungen die Erzabsätze, wie erwähnt, zurückgeführt wurden. Was sein absolutes Alter betrifft, so läßt sich dieses nicht sicher bestimmen. Allgemein nimmt man an, daß der Granit triasisch ist. W. Salomon läßt jedoch die Frage direkt offen, als nach ihm die Entstehung des Granits obertriasisch, jurassisch oder tertiär sein kann.

Seine örtliche Ausdehnung ist ungefähr folgende. Südlich von Predazzo, wo die Straße, bevor sie in den Ort mündet, den Travignolo übersetzt, ist am Nordwesteck der Malgola Granit aufgeschlossen. Gegen Osten im Travignolotale aufwärts geht der Granit in Monzonit über. Analog diesem Anschluß ist der Granit am Südhang des Mulatto zu finden, wo er gleichfalls gegen Osten in andere Gesteine übergeht, nämlich Syenit und Monzonit. Dieser Übergang ist jedoch so zu verstehen, daß der Granit als jüngerer Gestein den schon erstarrten Monzonit traf, also Kontakterscheinungen — in weiterem Sinne — wie Feinerwerden des Kornes, Apophysen, Aplite, überall zu beobachten sind (vgl. Doelter, Brögger, Romberg usw.). Am Nordosthang des Mulatto taucht der Granit unter den Porphyrit, steht jedoch mit dem Porphyrit der Lagerstätte in keiner sichtbaren Verbindung. Die Höhe, bis zu welcher Granit aufgeschlossen ist, beträgt am Mulatto 300 bis 400 m über Predazzo, während der sichtbare Teil des Granites am rechten Avisioufer bei dem bekannten Steinbruch zwischen Predazzo und Mezzavalle sich nur 10 m über Predazzo erhebt. Der Granit steigt also gegen Osten höher an.

Die zweite, für die Lagerstätte jedoch minder wichtige Tiefengesteinsfamilie ist der Monzonit. Dieser ist in normaler Ausbildung als Orthoklas-Plagioklasgestein in der Nähe des Granites und nach den meisten Forschern älter als dieser. Verschiedene Übergänge in andere Gesteine (Syenit, Essexit usw.) sind häufig vorhanden, und zwar besonders an dem Südostfuß und -hange des Mulatto. Der Monzonit, der oberhalb von Mezzavalle beginnt und nach Süden am Westhang des Mulatto an denselben Porphyrit grenzt, der ihn auch von dem Granit trennt (oder sich besser am Hange scheinbar — weil oberflächlich — dazwischen schiebt), ist von mittelfeinem Korn und nicht mehr heller Farbe.

Der für die Lagerstätte in Betracht kommende Plagioklasporphyrit, welcher das eigentliche Nebengestein bildet, ist nach Brögger älter als Monzonit und Granit. Nun bildet nach Doelter der Plagioklasporphyrit das Äquivalent des Monzonites in chemischer Hinsicht, so daß auch für die Ansicht einer gleichzeitigen Entstehung beider Gesteine die Berechtigung besteht. Nach Doelter ist doch die spätere Entstehung des Monzonites nicht abzulehnen und die neueren Forscher sind gleichfalls dieser Meinung. Was die Verbreitung des Porphyrits betrifft, so grenzt dieser an den Monzonit, und zwar 20 bis 40 m nordöstlich von der Lagerstätte, reicht bis zum Gipfel des Mulatto und ist am Südosthang noch 400 m unterhalb des Gipfels anzutreffen, reicht also am Hange der Lagerstätte viel tiefer.¹⁰⁾ Der Übergang des Monzonites in den Porphyrit ist nordöstlich der Lagerstätte oft undeutlich zu sehen. Auffällig ist das Feinerwerden des Kornes vom Monzonit gegen den Porphyrit zu.

Die Gruppe der Ganggesteine umfaßt die Camptonite und Liebeneritporphyre. Die roten und schwarzen Gänge sind fast überall zu sehen. Sie streichen am Mulatto in der Nähe der Lagerstätte ungefähr von NW. gegen SO. und sind oft vereinzelt, oft in größerer Anzahl vereinigt zu sehen. Erwähnenswert sind die in der Lagerstätte vorkommenden Partien, wo rotgefärbtes Ganggestein direkt in dunkles übergeht. Von diesen Gängen sind nach mehreren Autoren die Camptonitgänge, die im Steinbruche an der Straße von Predazzo nach Moena den Granit durchsetzen, verschieden. Die Liebeneritporphyrgänge und Camptonitgänge sind nicht auf die Lagerstätte beschränkt, haben also mit dieser wahrscheinlich keinen ursächlichen Zusammenhang. Hervorzuheben ist vielleicht, daß in Begleitung dieser Gänge Verkiesungen auftreten, wie z. B. an der Nordseite der Malgola westlich der Boscampobrücke ein Liebeneritporphyr verkiest zu sein scheint, da er schon mit freiem Auge Pyritkörnchen erkennen läßt.

Schließlich soll noch die Ansicht von W. Penck¹⁷⁾ über die Entstehung der Predazzaner Gesteine erwähnt werden. Nach ihm bildet der Plagioklasporphyrit des Mulatto eine starre Masse, die pfpfenartig den Vulkan-schlot erfüllt. Die Tiefengesteine reihen sich ringförmig um dieses Zentrum in der Weise an, daß sie schalenartig ineinander geschaltet erscheinen. Hierbei sollen sie als Nachschübe an der Randkluft des Schlotes emporgedrungen sein. Was die Altersfolge anbelangt, so hat Penck die Ansicht ausgesprochen, daß die ältesten vulkanischen Fördermassen in der Trias, die jüngsten als Granit und Ganggesteine erst im Tertiär emporgedrungen sind. Im Gegensatz zu Penck spricht sich R. Hörnes¹⁸⁾ dahin aus, daß kein Grund vorliege, die

¹⁰⁾ Die zu der Gruppe der Ergußgesteine zu zählenden Melaphyrdecken der Predazzaner Eruptivgesteine haben nur am Agnello und der Viezzena größere Verbreitung. Gegenwärtig bezeichnet man auf dem Mulatto kein Gestein mehr mit Melaphyr.

¹⁷⁾ N. J. f. Min. XXXII. Beil. Bd. (1911).

¹⁸⁾ Zur Geol. von Predazzo. Sitzung d. k. Ak. d. Wiss. CXXI. 1912.

Erstreckung der vulkanischen Tätigkeit über die Triaszeit hinaus zu verlängern und man annehmen könne, daß die Eruptivgesteine, welche im Schlothe von Predazzo zur Triaszeit gefördert wurden, und die Tiefengesteine, unter der Last der höheren Teile des Vulkans kristallin erstarrten, „ein und derselben Eruptionsepoche, die sich kaum über die Triaszeit hinaus erstreckt haben dürfte“, angehören.

Die erzführenden Mineralbildungen im Granit resp. pegmatitischen Granitapliten.

Von einer Beschreibung des normalen Granites von Predazzo glauben wir hier absehen zu können, da schon genug Beschreibungen davon existieren; wir verweisen diesbezüglich auf die Arbeiten von Romberg, Sigmund, Hlawatsch.

Der Granit besteht in seiner normalen Ausbildung aus Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Hornblende, Biotit.¹⁹⁾ In unmittelbarer Nähe der Turmalinnester nimmt das Gestein einen etwas anderen Charakter an. Die dunklen Bestandteile treten zurück oder verschwinden ganz, so daß der Granit das Aussehen eines pegmatitartigen Aplites bekommt. Die Abweichungen von der normalen Erscheinungsweise zeigen sich in der unmittelbaren Nachbarschaft der Scheelit-Turmalinanhäufungen in weitaus größerem Grade als in der Nähe der sulfidischen Erze, Kupferkies und Pyrit. Auch diese beiden Erze rechnete man zu einer gleichalterigen Entstehungszeit wie den Turmalin, da sie sich zuweilen auch als innersten Kern der Nester zeigten.

Die turmalinisierten Partien des Granites lassen bei der Annäherung vom Granit zu den „Sonnen“ und Gängen eine sukzessive Abnahme des Feldspatgehaltes sowie das völlige Verschwinden der ursprünglichen färbigen Gemengteile erkennen. Als Bestandteile der auf diese Art veränderten Gesteinspartien wurden beobachtet:

Turmalin (Schörl), makroskopisch schwarz, bildet aus zahlreichen zu Bündeln oder strahlenbüscheligen Aggregaten zusammengesetzten nadelförmigen Individuen Nester und Gänge im Granit. Unter dem Mikroskop wurden an zahlreichen Individuen die Erscheinung der doppelten Bildung in der Weise beobachtet, daß zwei Generationen verschiedene Färbung aufweisen. Der Grundstock eines Turmalinbündels besteht aus prismatischen Säulen mit deutlichen Querrissen und folgendem Absorptionsschema:

ω = dunkelolivengrün, ϵ = licht gelblichgrün.

Zahlreiche Nadeln, von Rhomboederflächen begrenzt, zeigen folgende Absorptionserscheinungen:

ω = meerblaugrün, ϵ = farblos bis blaßgrünlichblau.

¹⁹⁾ Obwohl der Granit den Namen Turmalingranit führt, muß man daran festhalten, daß der Turmalin nesterartig im Granit verteilt ist und keinen primären Bestandteil des Gesteins bildet, sondern seiner Entstehung nach der post-vulkanischen Phase des Granites angehört.

Der Charakter der Doppelbrechung war negativ. Im allgemeinen wurden senkrecht zur c-Axe meist sechsseitige, seltener acht- oder dreiseitige Umrisse mit kaum merkbar abgestumpften Kanten beobachtet.

Die Ausbildung des Turmalins ging hauptsächlich auf Kosten der färbigen Gemengteile und des Plagioklases vor sich. Die ersteren verschwinden in seiner Umgebung gänzlich, die letzteren lassen noch unregelmäßig begrenzte Überreste erkennen. Die Verdrängung beginnt von den Spaltrissen des Plagioklases (Albit), längs welcher sich zuerst Turmalinnadeln einlagern. Im vorgeschrittenen Stadium der Turmalinisierung wird das ganze Individuum aufgezehrt. Erst in zweiter Linie ist es der Orthoklas, welcher vom Turmalin verdrängt wird. Charakteristisch ist die Erscheinung, daß bei der perthitischen Ver-

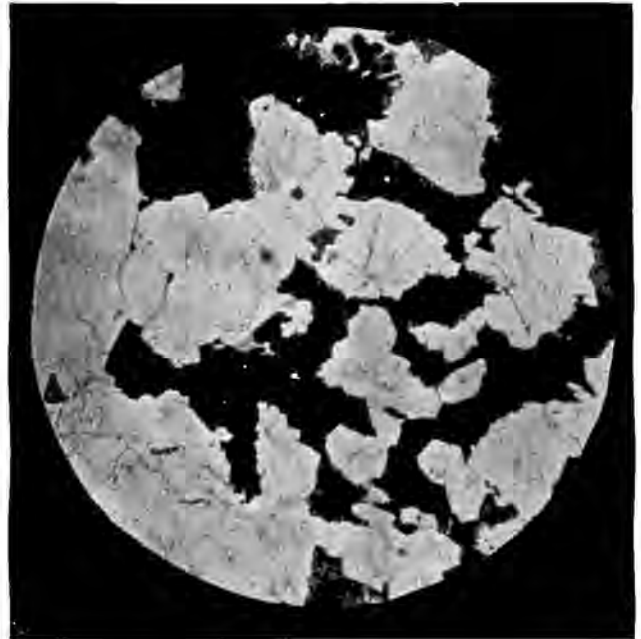


Fig. 2.

Dünnschliff aus dem pegmatitischen Granitaplit. Turmalin (schwarz) verdrängte den Feldspat, während der Quarz (weiß) unverändert blieb.

wachung von Albit und Orthoklas zuerst die Albitpartien durch Turmalin ersetzt wurden, so daß eine Art Turmalinperthit entstand. Nur der Quarz widersteht der Turmalinisierung und es erscheinen im aplitischen Granit im unmittelbaren Bereich der Turmalinpartien automorph begrenzte Quarzkristalle, um welche sich Turmalinpartien ordnen. (Fig. 2). An den Stellen, wo ursprünglich Quarz und Orthoklas im schriftgranitischen Verwachsung vorhanden waren, wurde Feldspat ganz verdrängt, wobei der Quarz dann in zackigen Körnern und Spindeln im Turmalin eingewachsen erscheint.

Der zweite Bestandteil der veränderten Partien ist Flußspat. Er ist makroskopisch gelblich, licht violett, bläulich oder rötlich. Gut ausgebildete Kristalle wurden

nie beobachtet, meist sind es große Körner oder zersessene oktaedrische Individuen. Unter dem Mikroskop ist Flußspat häufig zu sehen, und zwar ist er unter den sekundären Mineralen älter als Turmalin. Unter dem Mikroskop ist der Flußspat farblos, seltener lichtviolett-bläulich. Die morphologische Begrenzung ist meist durch die Umgebung bestimmt, also unregelmäßig, nur an bestimmten Teilen einzelner Individuen ist eine Andeutung von oktaedrischen Umrissen vorhanden. Der Flußspat bedingt wieder in vielen Fällen die Begrenzung des Turmalins, indem sich Turmalinnadeln an die oktaedrischen Kanten anschmiegen. Das Mineral ist durch seine sehr niedrige Lichtbrechung, isotropes Verhalten und oktaedrische Spaltbarkeit gekennzeichnet. Hervorzuheben sind Titanit und Zirkoneinschlüsse im Flußspat. Ersterer ist hier dunkelbraungrün bis schwarz gefärbt und bildet scharf begrenzte flach-rhombenförmige Individuen. Im Vergleiche zum Turmalin tritt der Flußspat in bedeutend geringeren Mengen auf.

Scheelit ist das älteste der sekundären Mineralien und zeigt zum Teil automorphe, fast quadratische Umrisse, zum Teil bildet er unregelmäßig begrenzte Körner. Mit freiem Auge zeigt er gelbliche Farbe, Diamant- bis Fettglanz. Unter dem Mikroskop erweisen sich die einzelnen Individuen im parallelen Lichte farblos, die Schnitte mit niederen Interferenzfarben zeigen eine sehr deutliche Spaltbarkeit, die groben Spaltrisse sind dicht aneinander. Im konvergenten Lichte lassen sie den Austritt der optischen Achse mit positivem Charakter der Doppelbrechung erkennen; das Achsenkreuz öffnet sich ein

wenig, wie bei zweiachsigen Mineralien mit sehr kleinem Achsenwinkel. Nach wiederholtem Betupfen mit verdünnter, warmer Salzsäure zeigen die Dünnschliffe gelbe Färbung der Körner durch die frei ausgeschiedene Wolframsäure. Der Scheelit ist in der Regel im turmalinisierten Granitaplit seltener. Seine Abgrenzung vom Turmalin ist stets scharf.

Kalkspat bildet stets die Ausfüllungsmasse zwischen den anderen Mineralien, seltener kann man in drusenartigen Hohlräumen bis 2 mm große Kristalle mit deutlichen Zwillingsstreifen auf der Fläche 0221 beobachten. Erwähnenswert ist, daß an manchen Stellen über größere Flächen zwischen Turmalinstrahlen auftretende Calcitpartien eine gleichmäßige Spiegelung aufweisen. Unter dem Mikroskop erweist sich Kalkspat stets als jüngste Bildung in den Spaltrissen zwischen den älteren Feldspäten und Turmalinnadeln. Wo der Calcit anscheinend von Turmalin eingeschlossen ist, kann man sich durch Ätzung mit Salzsäure überzeugen, daß er nie diesen in seiner Ausbildung beeinflußt. Hervorzuheben ist, daß der Kalkspat einen wichtigen Bestandteil der später zu besprechenden Erzschnüre bildet, wobei er zum Teil sicher älter als diese ist.

Außerdem führen in unmittelbarer Nähe der turmalinisierten Partien Quarz und Feldspate Einschlüsse von Kaliglimmer, der entweder in langfaserigen Aggregaten oder in feinen Schuppen (Serizit) die genannten Mineralien durchschwärmt. Manche Albitkristalle sind fast gänzlich durch Muscovit ersetzt.

(Schluß folgt.)

Die soziale Fürsorge im Bergbau.

Von Dr. W. Hanauer.

Das Problem sozialer Fürsorge war in früheren Zeiten und ist zum Teil auch heute noch, wie Dr. Metzner in seiner Arbeit über die soziale Fürsorge im Bergbau (Abhandlungen des staatswissenschaftlichen Seminars in Jena) ausführt, von ethischen Motiven beherrscht. In neuerer Zeit bricht sich dagegen unter den Sozialpolitikern die Ansicht Bahn, es als eine wirtschaftspolitische Aufgabe aufzufassen. Die Durchführung notwendiger sozialer Aufgaben bedeutet an sich nicht eine ungerechtfertigte Vermehrung der Produktionskosten, sondern meistens einen Kapitalaufwand, der sich aber indirekt durch Erhöhung der produktiven Kräfte rentiert. Die Ursache aller Anfeindungen, welche soziale Maßnahmen erfahren, liegt in dem Umstande, daß die dafür angelegten Kapitalien sich gewöhnlich erst in späteren Generationen rentieren und wegen ihres präventiven Charakters in ihrem Erfolge nicht direkt meßbar sind. In vielen Fällen bedingen soziale Neuerungen, die mit einem Kostenaufwand verbunden sind, einen Fortschritt der Technik. Ein günstiger Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit des ganzen Betriebes wird in der Regel damit verbunden sein. Freilich darf sich der soziale Fortschritt immer nur innerhalb gewisser, den örtlichen und zeitlichen wirtschaftlichen Verhältnissen angepaßten Grenzen

bewegen, die durch die Produktionsbedingungen und die Rentabilitätsverhältnisse des In- und Auslandes bestimmt werden. Diese Grundsätze bestätigen sich auch, wenn man die soziale Fürsorge im Bergbau ins Auge faßt. Von den Wirtschaftszweigen, in denen das soziale Problem eine hervorragende Rolle spielt, nimmt gerade der Bergbau wegen seiner vielen Eigentümlichkeiten eine Sonderstellung ein. Daß dem Bergmann eine über das übliche Maß hinausgehende Fürsorge gebührt, wird von allen Seiten, besonders auch der Gesetzgebung anerkannt. Wohl zu berücksichtigen bleibt immer, daß gerade im Bergbau die Durchführung sozialer Maßnahmen insbesondere die Beseitigung von Gefahren für Leben und Gesundheit der Arbeiter, die oft auch das ganze Unternehmen bedrohen, relativ sehr hohe Kosten verursacht. Daß aber die Überwindung dieser Gefahren ohne Einbuße der wirtschaftlichen Rentabilität möglich ist, beweist das blühende Aufstreben unserer Bergwerks- besonders der Kohlenindustrie. Das Bestreben der Grubenverwaltungen ist mit Recht darauf gerichtet, insbesondere durch eine ausgedehnte Wohnungspolitik einen seßhaften Arbeiterstamm heranzuziehen. Die damit verbundenen Vorteile beruhen in der Verminderung der Fluktuation, damit Herabsetzung der Unfallgefahr und Erhöhung der Leistungen.

Berg- und Hüttenwesen.

Redigiert von

Gustav Kroupa, k. k. Hofrat in Wien.

Franz Kieslinger, k. k. Bergtrat in Wien.

Mit der Beilage „Bergrechtliche Blätter“.

Herausgegeben und redigiert von Wilhelm Klein, k. k. Ministerialrat in Wien.

Ständige Mitarbeiter die Herren: Eduard Doležal, k. k. Hofrat, o. ö. Professor an der techn. Hochschule in Wien; Eduard Donath, k. k. Hofrat, Professor an der techn. Hochschule in Brünn; Willibald Foltz, k. k. Regierungsrat und Direktor des k. k. Montan-Verkaufsamtes in Wien; Dr. ing. h. c. Josef Gängl v. Ehrenwerth, o. ö. Prof. der Montanist. Hochschule in Leoben; Dr. mont. Bartel Granigg, a. o. Professor an der Montanistischen Hochschule in Leoben; Dr. h. c. Hans Höfer Edler v. Heimhalt, k. k. Hofrat und o. ö. Professor der Montanistischen Hochschule in Leoben i. R.; Adalbert Käš, k. k. Hofrat und o. ö. Hochschulprofessor i. R.; Dr. Friedrich Katzer, Regierungsrat und Vorstand der bosn.-herzeg. Geologischen Landesanstalt in Sarajevo; Dr. Johann Mayer, k. k. Oberbergtrat und Zentralinspektor der k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn i. R.; Franz Poech, Hofrat, Vorstand des Montandepartements für Bosnien und die Herzegowina in Wien; Dr. Karl von Webern, Sektionschef i. R.

Verlag der Manzschén k. u. k. Hof-Verlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien, I., Kohlmarkt 20.

Diese Zeitschrift erscheint wöchentlich einen bis zwei Bogen stark mit Textillustrationen und artistischen Beilagen. Pränumerationspreise einschließlich der Vierteljahrsschrift „Bergrechtliche Blätter“: jährlich für Österreich-Ungarn K 28.—, für Deutschland M 25.—. Reklamationen, wenn unversiegelt portofrei, können nur 14 Tage nach Expedition der jeweiligen Nummer berücksichtigt werden.

INHALT: Einige Untersuchungen der kupferkiesführenden Mineralgänge am Monte Mulatto bei Predazzo. (Schluß.) — Über einige neuere amerikanische Kupfererzbergbaugebiete. (Fortsetzung.) — Marktberichte. — Literatur. — Amtliches. — Vereins-Mitteilungen. — Nekrolog. — Metallnotierungen in London. — Ankündigungen.

Einige Untersuchungen der kupferkiesführenden Mineralgänge am Monte Mulatto bei Predazzo.

Von M. Lazarević und E. Kittl.

(Schluß von S. 412.)

Sulfidische Erze. Diese bestehen aus Kupferkies und Pyrit, die in wechselnder Menge vereint auftreten, sowie in geringem Maße aus Bleiglanz und kleinen Partien von Molybdänglanz. Der Molybdänglanz wurde in silbergrauen 4 mm breiten Blättchenaggregaten, die von Fluorit umgeben waren, in pegmatitartig ausgebildeten Turmalinnestern gefunden. Eine Probe wurde mit Salpeter geschmolzen, die Schmelze in Wasser aufgelöst; nach Zusatz von verdünnter Salzsäure metallisches Zinn hinzugefügt, worauf sich die Lösung dunkelblau färbte, dann nach einigen Stunden eine braune Farbe annahm. Die Erscheinungsweise von Pyrit und Kupferkies ist zweifach. Ein geringer Teil tritt in Pegmatit-Turmalin-Drusen mit Scheelit, Flußspat und Carbonaten auf. Hier erweisen sich die Erze in der Regel als jüngste Bildungen oder gleichalterig mit dem Kalkspat. Die Ausbildung ist meist körnig, selten sind teilweise begrenzte Pyrit-individuen mit der Andeutung einer oktaëdrischen Form zu erkennen. Die durch wiederholte Beobachtungen festgestellten Sukzessionen, die hier auftreten, sind: Molybdänglanz → Fluorit → Scheelit → Turmalin → Kalkspat → Bleiglanz → Pyrit → Kupferkies oder Fluorit → Scheelit → Turmalin → Pyrit → Kalkspat → Kupferkies.

Die zweite Erscheinungsweise der Sulfide ist das Auftreten in Gängen. 0.2 bis 5 cm dicke Adern durchschneiden in einem unregelmäßigen Netz aplitartige Granitpartien. Die Erzgänge durchschneiden oft scharf die Turmalinnester und setzen sich von diesen ungestört weiter im Gestein fort, oft gehen sie dabei durch einen Drusenraum, der auf diese Weise ganz mit Erz ausgefüllt wird. Möglicherweise läßt sich die erste Art des Auftretens der Sulfide auch auf diese Ursache zurückführen. Alle Erze sind hier meistens mit Kalkspat vermengt. (Fig. 3 und 4.) Der Pyrit ist von eigenartig weißgrauer Färbung, bildet bis 2 mm große Kristalle von oktaëdrischer Begrenzung, wogegen Kupferkies ausschließlich derb erscheint. In den Erzgängen ist deutlich die Sukzession Bleiglanz → Pyrit → Kalkspat → Kupferkies oder Pyrit → Kalkspat → Kupferkies → Kalkspat zu beobachten. Eine wesentliche Umwandlung des Gesteins an den Salbändern dieser Erzschnüre fand im Gegensatz zu den turmalinisierten Partien des Granites nicht statt.

Eine besondere Mineralvergesellschaftung tritt in den mit Erz angefüllten Kristalldrusen ein. Hier ist zu beobachten: 1. a) Flußspat, b) Scheelit, c) Turmalin → 2. a) Orthoklas, b) Quarz → 3. a) Kalkspat, b) Pyrit

c) Kalkspat, d) Kupferkies. Um die Sukzession deutlicher zu verfolgen, wurden an kleineren Handstücken Ätzungen mit Mineralsäuren vorgenommen. Nach zweitägiger Behandlung mit $\frac{1}{15}$ normaler Salzsäure konnte man zwischen den in der Mitte auftretenden Erzmassen und den an den Salbändern vorkommenden Silicaten einen Hohlraum wahrnehmen, wobei es sich zeigte, daß die Erze in der Hauptsache nicht in einer gemeinsamen Generation mit dem Feldspat, Quarz, Flußspat und Scheelit gebildet wurden.

Die in Gängen auftretenden Erze sind lediglich von Kalkspat begleitet. An den Salbändern ist oft ein schmaler Streifen von grauweißem Pyrit, dem Kupferkies und Kalkspat folgen. Die Erze sind nur teilweise von Flächen begrenzt.



Fig. 3.

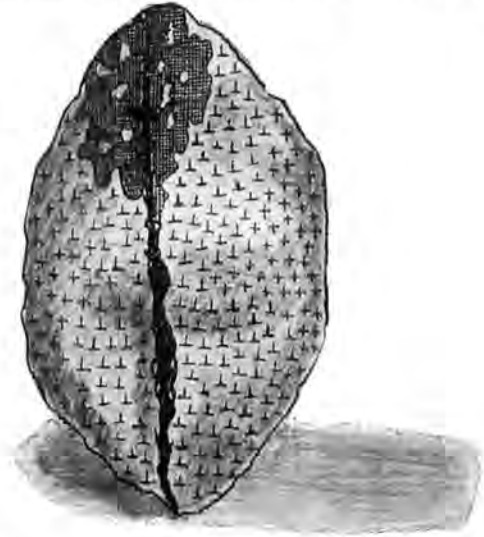
Schliff aus dem pegmatitischen Granitaplit; ein Sulfidgang durchquert eine Turmalinsonne. Turmalin (t), Kalkspat (k), Quarz (qu), Bleiglanz (b), jüngere Sulfide (Pyrit, Kupferkies = s).

Auf Grund der angeführten Untersuchungen scheint es uns wahrscheinlich, daß nur ein geringer Teil der Erze mit den Mineralen Flußspat, Scheelit, Turmalin gebildet worden ist, der Hauptteil derselben gehört einer späteren Generation an.

Die erzführenden Gangbildungen im Plagioklasporphyrit.

Die unmittelbar an die vererzten Gangteile grenzende Gesteinszone weist vor allem eine weitgehende Veränderung von farbigen Gemengteilen und der Grundmasse auf. Die Veränderung geht oft so weit, daß aus dem ursprünglichen Gestein eine dunkelgraue Masse mit makroskopisch kaum noch wahrnehmbaren Feldspat-

einsprenglingen entsteht. Unter dem Mikroskop erweisen sich die farbigen Gemengteile als meist idiomorph begrenzte Pyroxenindividuen, mit welchen auch oft als Einschlüsse Magnetitkörner auftreten. Die Pyroxene weisen als Begrenzungselemente [die Flächen (100), (010), (110) auf. Die Frische des Minerals nimmt mit der Entfernung von der Erzzone zu. Unter dem Mikroskop ist der Pyroxen farblos, Pleochroismus fehlt. Die Schnitte parallel 010 löschen unter einem Winkel von 45° gegen die Spaltspalten (cy) aus. An den basalen Schnitten, die den Austritt einer optischen Achse und der positiven Mittellinie erkennen lassen, wurde eine schwache Dispersion



- NORMALER GRANIT
- PEGMATITISCHE APLITFACIES DES GRANITES
- TURMALINNEST (STRAHLIGE „SONNEN“)
- SULFIDISCHE ERZE (KUPFERKIES UND PYRIT)
- QUARZRELICTE AUS DEM NEBENGESTEIN.

Fig. 4.

Schematische Skizze vom gangförmigen Auftreten der Sulfide im Granit. Der Eingang durchschneidet auch die turmalinisierte Gesteinspartie. Vom Nebengestein sind nur die Quarze zurückgeblieben. ($\frac{1}{2}$ der natürlichen Größe.) Nach einem Handstück.

der optischen B-Achse $\rho > v$ beobachtet. Der Achsenwinkel, gemessen aus der Mittellinie und optischen Achse, beträgt für Luft $2V = 56.5^\circ$. Der Pyroxen ist ein diopsidischer. Die Kristalle sind zum großen Teil umgewandelt, die Umwandlungsprodukte sind zweifacher Art: ein Teil ist feinfaserig nach der Hauptzone der Angitkristalle angeordnet mit deutlichem Pleochroismus:

$$\alpha \text{ (pistaziengrün)} > \gamma \text{ (blaugrün)}.$$

Die Doppelbrechung ist schwächer als beim Pyroxen. Charakter der Doppelbrechung negativ. Die Substanz dürfte zu Serpentin zu rechnen sein. Ein zweiter

Teil wird durch blättrige Aggregate von grasgrüner Färbung gebildet. Sie sind schwach lichtbrechend, sehr schwach doppelbrechend, optisch einachsig. Der Charakter der Doppelbrechung ist positiv. Die Substanz ist also chloritisch. Der mit dem Pyroxen auftretende Magnetit ist nur selten von oktaëdrischem Umriß, meist sind es nur unregelmäßig begrenzte Körner.

Die Feldspateinsprenglinge sind meist nach 010 tafelig ausgebildete Kristalle von idiomorpher Begrenzung. Zumeist sind es verzwilligte Individuen nach dem Albit-Karlsbader und Albit-Karlsbader-Perinklingesetz. An den teilweise frisch erhaltenen Individuen ausgeführte Untersuchungen ergaben an Schnitten senkrecht zu α mit der Trasse von M (010) den Auslöschungswinkel von $+27^\circ$, somit einen Anorthitgehalt von 56%. Ein Schnitt senkrecht zu M und P mit α' im spitzen Winkel ergab den Auslöschungswinkel von 36° entsprechend 67% An. Ein Karlsbader-Albitzwilling ergab nach der Methode des konjugierten Auslöschungsschiefen:

I.	II.	
1 — 35°	2 — 20.5° }	64% An.
1' — 36.5°	2' — 20° }	

Somit ist ersichtlich, daß die Feldspate zu den basischen Labradoren gehören. Der größte Teil der Individuen ist erfüllt von trüber Substanz, Kalkspat, Serizit und chloritischen Bildungen. Die Feldspate der Grundmasse sind leistenförmig, stark getrübt, eine genauere Beschreibung läßt sich nicht geben. Außer den Feldspaten treten in der Grundmasse Körner von Magnetit (oft in größeren Anhäufungen) sowie chloritische Substanz, Kalkspat und Apatit in feinen Nadeln auf.

Einer genaueren Beschreibung bedürfen auch die im Porphyrit auftretenden mit dem Granit im engen Zusammenhang stehenden Pegmatitgänge. Sie kommen in den unteren Horizonten der Grube vor. Die mittelgrobkörnigen Aggregate bestehen aus Quarz, Feldspat-Glimmer, wenig Kupferkies und treten an den Hohlräumen der Spalten zuweilen mehr oder weniger drusenartig auf. Quarz bildet bis 3 cm lange, sechsseitig begrenzte säulenförmige Individuen von einem Durchmesser, der $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ ihrer Länge beträgt; sie sind in der Regel von Rhomboederflächen endlich begrenzt. Ihre Farbe ist meist rauchgrau. Die Feldspatkristalle sind kurz prismatisch nach der c-Achse gedrängt, nach der a-Achse gestreckt. Als Begrenzungselemente treten hier l(110), P(001), x(101) und die bei den später erwähnten pegmatitartigen Bildungen fehlende Fläche M(010), die hier als schmaler Streifen an mehreren Individuen zum Vorschein kommt. Die Feldspate sind meistens rosarot gefärbt, seltener farblos, durchscheinend, einige Individuen sind durchsichtig und mit feinen Chlorit-schüppchen bedeckt. Der Glimmer tritt in sechsseitigen Täfelchen von 2 bis 4 mm Durchmesser oder in unregelmäßig begrenzten blättrigen Aggregaten von grünlich brauner Färbung auf. Die Spaltblättchen erweisen sich unter dem Mikroskop in der Regel als einachsig, seltener

wurde eine schwache Öffnung des schwarzen Balkenkreuzes beobachtet. Die Schnitte parallel zur c-Achse zeigen unregelmäßige Spaltrisse, zwischen welchen sich Feldspat angesiedelt hat. Der Pleochroismus ist folgender:

$$\gamma \text{ (lichtbraun)} \leq \alpha \text{ (braunlichgelb)}.$$

Der Charakter der Doppelbrechung war negativ. Der Glimmer ist ein Biotit. Als Ausfüllungsmasse zwischen den Kristallen der erwähnten Mineralien erscheint Kupferkies. Die Altersfolge der genannten Mineralien ist folgende: Quarz, Feldspat (gleichzeitig) \rightarrow Biotit \rightarrow Kupferkies.

In den Hohlräumen der Pegmatite wurden stellenweise Überkrustungen durch feinschuppigen, graugrünen Chlorit gefunden, auf welchen bis 2 mm große durchsichtige Feldspatkriställchen sitzen. Darauf folgen scharf begrenzte Kristalle von Pyrit und Kupferkies, deren Durchmesser ungefähr 1.5 mm beträgt. Der Pyrit zeigt pentagondodekaedrische Ausbildung, an Kupferkieskristallen treten die Flächen p(111), e(101), u(212) auf.

Die Bildungen stellen offenbar eine zweite Generation vor, deren kontinuierliche Altersreihe Chlorit, Feldspat-Pyrit, Kupferkies darstellt.

Diese echten Pegmatitgänge trennen sich erkennbar von den übrigen Gangbildungen im Porphyrit ab, obwohl sie durch Übergänge mit den folgenden Typen verbunden sind.

Die weitere Erscheinungsweise der Erze in Plagioklas-Porphyrit ist recht mannigfaltige und wir fassen sie in den folgenden Gruppen zusammen:

1. Erzimprägnationen in Begleitung von Scheelit, Turmalin, Flußspat, einschließlich der Turmalingänge.
2. Erzgänge als Begleiter von pegmatitartig ausgebildeten Feldspatgängen mit Quarz.
3. Kalkspat, Chlorit, Apatit führende Erzgänge.
4. Reine Sulfidgänge.

In der unter 1. angeführten Art treten die sulfidischen Minerale Pyrit und Kupferkies derb eingesprengt in den stark verquarzten Gesteinspartien auf; Scheelit, Flußspat und Turmalin sind hier ebenso zu beobachten. Insbesondere ist es der Scheelit, der sich durch sein ziemlich verbreitetes Vorkommen auszeichnet, wobei er dann allein mit dem Quarz; den Sulfiden und etwas Kalkspat das primäre Gestein ersetzt. Der Scheelit weist in der Regel nahezu rechteckige Umrisse auf, ist von weißer Farbe mit einem Stich ins Gelbe in verschiedener Abstufung. Die einzelnen Individuen erreichen eine Kantenlänge von bis 13 mm. Quarz ist meist körnig, oft stark durchscheinend. Turmalin tritt hier seltener auf und ist im Gegensatz zu der Erscheinungsweise im Granit in kurzen, gedrängten Prismen (2 bis 3 mm lang, 2 mm breit) mit rhomboedrischer Begrenzung zu finden. Kalkspat erscheint in grobspätigen, rhomboedrischen Spaltstücken. Das Gestein ist in der Nähe dieser Erzvorkommen hauptsächlich in Chlorit und Serizit umgewandelt, die Einsprenglinge von Feldspaten sind im

Porphyrit durch die Konturen kaum noch erkennbar, in der Grundmasse sind trübe Plagioklasleisten, Chlorit, Kalkspat und zuweilen Apatit in dünnen Nadeln zu erkennen. Scheelit wurde hier in viel größeren Mengen als im Granit beobachtet.

Die Sukzession der aufgezählten Minerale ist als folgende zu erkennen: a) Flußspat, b) Scheelit, c) Turmalin → Quarz → Chlorit → Kalkspat.

2. In der zweiten Erscheinungsweise bilden die Erze die Ausfüllungsmasse der pegmatitartig ausgebildeten Feldspatgänge. Auch hier wurden Untersuchungen der Altersfolge durch teilweise Auflösung der Gangminerale vorgenommen. Die Handstücke wurden zuerst mit verdünnter Salzsäure, dann mit Salpetersäure behandelt.



Fig. 5.

Der Porphyrit (P) zeigt in Klüften zuerst ausgeschiedene Feldspate (F) und der Rest der Gangspalte wurde durch Kalkspat (durch Salzsäure weggeätzt, daher als dunkler Rand zwischen F und K sichtbar) ausgefüllt. Die jüngste Bildung sind Kiese (K).

Dabei ergaben sich folgende Resultate (Fig. 5). Die Feldspate bilden das unmittelbar an die Salzbänder des Porphyrits angrenzende Band, das eine Mächtigkeit von 0.2 bis 11 mm erreicht, sie sind in der Regel gut auskristallisiert und zeichnen sich durch eine charakteristische Kristalltracht aus, deren Ausbildung von jener der echten Pegmatite, wie sie z. B. auf Elba vorkommen, abweicht und sich dem Adulartypus nähert. Die einzelnen Kristalle sind meist begrenzt durch die Flächen $l(110)$, $x(101)$, selten auch $P(001)$. Einige Individuen zeigen deutliche Zwillingsbildung nach dem Bavenoer Gesetz. Es wurden Individuen mit folgenden Kristallflächen beobachtet: $l(110)$, $x(\bar{1}01)$; $l(110)$, $x(\bar{1}01)$ und $P(001)$; $M(010)$, $P(001)$, $l(110)$, $J(\bar{2}01)$. Die Fläche $x(\bar{1}01)$ ist immer durch

ihre raue Beschaffenheit gekennzeichnet. Diese Feldspate zeigen ferner Analogien zu dem Paradoxyttypus Breithaupts, der aus den Spalten des Porphyirkonglomerates bei Euba in Sachsen bekannt ist. Eine Abweichung unseres Vorkommens von dem letztgenannten zeigt sich insofern, als diese meist in der Richtung der c-Achsen gestreckt sind, während im vorliegenden Falle häufiger kurzprismatische Individuen vorliegen. Die Feldspate sind von rosaroter Färbung, trüb, seltener durchsichtig. Auf diesen sitzen 1.5 mm große Chloritrossetten von lichtgrüner Färbung mit silbergrauem Schimmer. Darauf folgen langsäulenförmig ausgebildete Quarzprismen — Rauchquarz — die in der Hauptsache nur einseitig durch die Flächen $P(10\bar{1}1)$, seltener $z(01\bar{1}1)$ zugespitzt sind. Solche Kristalle treten meistens auf den Feldspaten sitzend auf. Außerdem wurden frei schwebend gebildete oder auf den eben beschriebenen angewachsene Quarzindividuen beobachtet, bei welchen dann das Prisma beiderseits eine Verjüngung erfahren hat. Der Zwischenraum zwischen den Quarzkristallen ist durch Kalkspat angefüllt, in dem sehr selten dünne Apatitkriställchen eingebettet sind. Der Kalkspat ist grobspätig, durchsichtig und zeigt feine Zwillingsstreifung parallel ($-\frac{1}{2}R$), resp. $(01\bar{1}2)$. Erst nach der Kalkspatbildung erfolgte der Absatz der Erze, die zum Teil auch mit dem Kalzit verwachsen sind. Die Sulfide bestehen aus Kupferkies und Pyrit, beide Minerale sind meist derb und füllen knapp den übriggebliebenen Spaltenraum. Nur vereinzelt wurden sehr scharfe Pyritkristalle von oktaëdrischer Begrenzung im Kupferkies eingewachsen vorgefunden, welche die eigentümliche Erscheinung zeigen, daß sie von einer Kalkspatkruste wie von einer Kapsel umhüllt sind. Unter dem Mikroskope läßt sich erkennen, daß wenigstens ein Teil des Kalzits gleichzeitig mit dem Feldspat auskristallisierte, indem man eine innige Verwachsung von ganz frischem Feldspat mit Kalkspat beobachten kann. Chlorit ist meistens nur durch basale Flächen begrenzt, bildet aufsitzende Schüppchen, die sich seitlich angesehen oft scheinbar rosettenförmig anordnen. Er ist stark pleochroitisch, parallel c lichtgelb bis farblos, normal zu c grasgrün, also $a \geq \gamma$. Die basalen Spaltblättchen zeigen oft eine Zonenausbildung, welche durch den verschiedenen grünen Farbenton zu stande kommt. Bei gekreuzten Nikols zeigen die Chloritindividuen unternormales Grau oder Dunkelbraun, sind schwach doppelbrechend in einzelnen Partien isotrop. An den basalen Spaltblättchen konnte man im konvergenten Licht den positiven Charakter der Doppelbrechung beobachten, der größte Teil der geprüften Individuen ist einachsrig, bei einigen läßt sich beim Drehen des Tisches ein kaum merkliches Öffnen der Achsen zu zwei Hyperbeln beobachten. Die sulfidischen Mineralien erscheinen als jüngste Bildungen und füllen den Zwischenraum der Spalte aus, oder bilden die Klemmasse zwischen einzelnen älteren Mineralien. Sie sind an der Grenze gegen den Kalkspat stets durch die rhomboëdrische Begrenzung des Kalkspats in ihrer Entwicklung beeinflusst.

Die Sukzession der Gangminerale ist folgende:
a) Orthoklas, b) Kalkspat → Chlorit → Quarz → Apatit
→ Kalkspat (Hauptteil) → Pyrit → Kupferkies.

Diese Erscheinungsweise der Mineralien ist entschieden als ausgesprochene Spaltenausfüllung zu betrachten.

3. Die Gruppe der kalkspat-, chlorit- und apatitführenden Erzgänge stellen wieder für sich ein Netz von Schnüren vor, zwischen welchen die Nebengesteinspartien eine wesentliche Umwandlung in Kalkspat, Chlorit u. a. erlitten haben. Die Schnüre erreichen eine Mächtigkeit von 18 mm und lassen mit freiem Auge Kalkspat, Chlorit und Sulfide erkennen. Unter dem Mikroskope fallen insbesondere die Anhäufungen von Apatit auf, der in manchen Partien bis zu 30% der Gesamtfüllungsmasse bildet. Der Apatit tritt seltener in nadeligen Kristallen auf, meist sind es kurze säulenförmige Individuen mit Endfläche oder durch Pyramidenflächen zugespitzter Begrenzung in der Richtung der Hauptachse. Deutlich sind charakteristische Absonderungsrisse quer zur c-Achse wahrzunehmen. Manche Individuen zeigen das eigentümliche Fortwachsen des Kristalls in nebenstehender Weise: Die Querschnitte sind oft von auffallend scharfer Begrenzung. Einzelne Individuen erreichen eine Länge von 0.2 bis 1.5 mm, die Dicke beträgt im allgemeinen ein Viertel bis die Hälfte der Länge. Die basalen Schnitte, die sich durch ein System von unregelmäßigen Sprüngen auszeichnen, lassen im Konoskop die optische Achse austreten. Der negative Charakter der Doppelbrechung und die starke Lichtbrechung sind kennzeichnend für das Mineral. Ein Teil des Apatits ist sichtlich älter als Kalkspat, da die nadelscharfen Kristalle des Apatits im Kalkspat eingebettet erscheinen, ein anderer Teil erweist sich jedoch als gleichaltrig mit dem Kalkspat. Chlorit erscheint in Blättchen mit mehr oder weniger deutlicher sechsseitiger Begrenzung, oder bildet radial struierte Aggregate. Seltener wurden an den Kluftwänden vereinzelte Feldspatkristalle beobachtet. Hier kommen auch körnige Rutilaggregate vor, außerdem wurden langsäulenförmige, dunkelgraue bis schwarze Individuen, die außerordentlich starke Absorption aufwiesen, vereint mit hoher Lichtbrechung, vorgefunden. An den Schnitten senkrecht zur c-Achse zeigen diese Individuen sehr undeutlich den Austritt der positiven Mittellinie, optischer Charakter der Hauptzone positiv. Dieses Mineral dürfte vielleicht mit dem Lievrit ident sein. Sichere Beweise fehlen jedoch, da das Mineral nicht zu isolieren war. Die sulfidischen Mineralien erscheinen meistens körnig im Kalkspat eingewachsen, oft haben sie sich längs der rhomboedrischen Spaltrisse des Kalkspates angesiedelt. Es ist wichtig, hervorzuheben, daß der Magnetit, der aus dem Nebengestein stammt, vollkommen intakt geblieben ist. Die einzelnen Individuen zeigen sich stellenweise zu Aggregaten gehäuft, in der Regel jedoch ist er aus seiner ursprünglichen gleichmäßigen Verteilung wenig verschoben.

Die Ausscheidungsfolge der Gangminerale ist folgende:

Magnetit, Rutil, Titanit.

Orthoklas.

Apatit, Kalkspat, Chlorit.

Pyrit, Kupferkies, Kalkspat.

4. Reine Sulfidgänge bilden 1 bis 6 mm dicke Schnüre, die ganz unregelmäßig das Gestein durchsetzen. Sie bestehen hauptsächlich aus Pyrit und Kupferkies, zu welchen sich hie und da Kalkspat gesellt. Die Erze sind fast ausschließlich derb, seltener sind nur teilweise begrenzte Kristallindividuen gefunden worden, die aus Pyrit bestehen. Der Pyrit tritt gegenüber dem Kupferkies deutlich der Menge nach zurück. Als wesentliche Gesteinsumwandlungen an den Salbändern dieser Schnüre sind Neubildungen von Chlorit, Muskovit und Kalkspat zu erwähnen.

Die Erscheinungsweisen der Erze im Kamptonit.

Der Kamptonit, der in der Lagerstätte in Form von unregelmäßigen Gängen auftritt, unterscheidet sich äußerlich vom Porphyrit durch das basaltähnliche Aussehen, indem hier die großen Feldspateinsprenglinge, die im Porphyrit zu sehen sind, für das freie Auge fehlen. Oft ist er mit dem Porphyrit durch Übergänge verbunden, so daß die Unterscheidung nur mikroskopisch sicher durchgeführt werden kann. Zwischen den Erzgängen auftretende schlierenartige Gesteinspartien weisen teilweise gut erhaltene Feldspateinsprenglinge auf, die jedoch keine automorphe Begrenzung zeigen. Die Untersuchung der Feldspate ergab folgende Zusammensetzung. Ein Schnitt senkrecht zu M und P ergab einen Auslöschungswinkel von 37° gegen die Trace von M (010) im spitzen Winkel, entsprechend einem Plagioklas von 69% Anorthitgehalt. Ein zweiter gleichartiger Schnitt ergab den Winkel von 41°, entsprechend 88% An. Ein Schnitt senkrecht zur Mittellinie γ löscht mit α' gegen die Trace von M mit 42° aus, entsprechend 78% Anorthitsubstanz. Ferner wurden noch trübe Überreste eines Pyroxens beobachtet, sehr viel Apatit in dünnen Nadeln und Magnetit, der seltener in gutbegrenzten Individuen, größtenteils in körnigen Aggregaten auftritt und sehr oft bis 50% der gesamten Bestandteile ausmacht. Als sekundäre Bildungen sind viel Kalkspat und Chlorit anzuführen.

Die Erscheinungsweise der Erze im Kamptonit zeigt in ihrer Mannigfaltigkeit große Analogien zu jenen in dem Plagioklas-Porphyrit und sie lassen sich in folgende Gruppen vereinigen:

1. Erzimprägnationen mit Scheelit, Quarz, Turmalin (einschließlich der Turmalingänge).
2. Strahlstein, Biotit, Kalkspat führende Erzgänge.
3. Apatit führende Kalkspat-Chlorit-Erzgänge.
4. Reine Sulfidgänge.

1. Die Erzimprägnationen haben außer Scheelit, Quarz, Turmalin auch Biotit aufzuweisen. In dieser Gruppe sollen jene mittel- bis grobkörnigen Lagerstättenpartien, die im Kamptonit auftreten, ihn stellenweise völlig verdrängen und an vielen Orten noch das verwandelte Gestein in Schlieren und ganz unregelmäßigen

Partien enthalten, besprochen werden. Auffällig ist das oft massenhafte Vorkommen von Scheelit, der hier im technischen Sinne als Erz anzusehen ist. Die einzelnen Individuen haben annähernd quadratische oder ganz unregelmäßige Umrisse. Gewöhnlich ist der Scheelit mit dem Quarz verwachsen, wobei der letztere bis 1 mm dünne Einlagerungen parallel zu den Begrenzungskanten im Scheelit bildet. Seltener finden sich im Scheelit Körnchen von Kupferkies und Pyrit. Quarz ist ausschließlich in Körnern von weiß-durchsichtiger oder rauchgrauer Farbe vorhanden. An Menge tritt er gegen den Scheelit sehr zurück. Turmalin bildet, wie beim vorher besprochenen Vorkommen, kurzsäulenförmige Individuen mit rhomboedrischer Begrenzung in der Richtung der Hauptachse, sein Alter ist jünger als das des Scheelits. Der Biotit zeigt sechsseitige, tafelige Umrisse der Kristalle von 1 bis 3 mm Durchmesser. Das Mineral erscheint unter dem Mikroskop gelblich-braun gefärbt. Deutlicher Pleochroismus ist vorhanden (γ = bräunlich, α = isabellgelb). Die Schnitte senkrecht zu 001 zeigen Quarzeinschlüsse in den Spaltrissen in der Weise, daß diese oft buchtartige Verbiegungen zeigen. An den basalen Spaltblättchen ist der zentrale Austritt der Mittellinie α zu beobachten. Der Achsenwinkel ist sehr klein. Es wurde eine schwache Dispersion der optischen Achsen $\rho > v$ um die Mittellinie α beobachtet. Das Auftreten des Biotits ist meistens gruppenweise in Partien von mehr oder weniger großer Ausdehnung. Kalkspat erscheint in mittelgroben, rhomboedrischen Spaltstücken und bildet mit dem Pyrit und Kupferkies die jüngste Generation. Mit Ausnahme eines geringen Teiles sind die sulfidischen Mineralien sichtlich jünger als Turmalin, Scheelit und Glimmer. Die morphologische Begrenzung der Erze wird nicht selten durch die rhomboedrischen Kanten und Spaltrisse des Kalkspates vorgeschrieben.

Die erzführenden Turmalingänge durchsetzen den Kamptonit stellenweise in bis 12 cm mächtigen Bändern. Der Turmalin besteht hier aus langprismatischen Individuen, die ganz willkürlich in strahligen Aggregaten die Hauptmasse der Gangfüllung bilden. Mit dem Turmalin zusammen erscheinen Kupferkies und Kalkspat. Die Gänge werden oft von rein sulfidischen Schnüren durchquert. Gegen das Nebengestein grenzen sie in der Regel scharf ab. Die Sukzession ist hier die folgende: Turmalin \rightarrow a) Kalkspat, b) Kupferkies.

2. Die Strahlstein, Biotit, Kalkspat führenden Erzgänge stellen sich als eine Mineralkombination dar, die allein im Kamptonit anzutreffen ist. Sie erscheinen in bis 2.5 cm mächtigen Gängen, die makroskopisch vornehmlich Kalkspat in durchsichtigen bis trüben, rosarot gefärbten, rhomboedrischen Spaltstücken aufweisen, in welchen Biotit- und Chlorittäfelchen, Strahlsteinfaserbündel und Erzkörnchen schwebend auftreten. Unter dem Mikroskop zeigt sich die Gangmasse von einer Menge wirr zerstreuter Strahlsteinnadeln durchsetzt (Fig. 6). Der Strahlstein ist farblos bis lichtgrün gefärbt. Die einzelnen Individuen sind langprismatisch ausgebildet, in

der Regel ohne bestimmte Begrenzung nach der Hauptachse. Die Umrisse sind hauptsächlich durch die Prismenflächen (110) (110) gegeben, seltener wurden (100) und (010) beobachtet. An Schnitten nahezu parallel zu der Fläche (010), welche durch die annähernd symmetrische Farbenverteilung des Interferenzbildes gekennzeichnet sind, wurde die Auslöschung $C\gamma = 14^\circ - 16^\circ$ gemessen. Die basalen Schnitte lassen den Austritt der positiven Mittellinie noch im Gesichtsfelde erscheinen. An Schnitten parallel zu (100) erscheint die Mittellinie α . Der Charakter der Doppelbrechung ist negativ. Schwacher Pleochroismus, γ = grünlich, α = blaßbläulichgrün, war zu beobachten. Der Strahlstein gehört zu den ältesten gangfüllenden Mineralien, da seine Individuen alle andern Mineralien (Kalkspat, Orthoklas, Biotit, Kalkspat u. a.) ungestört

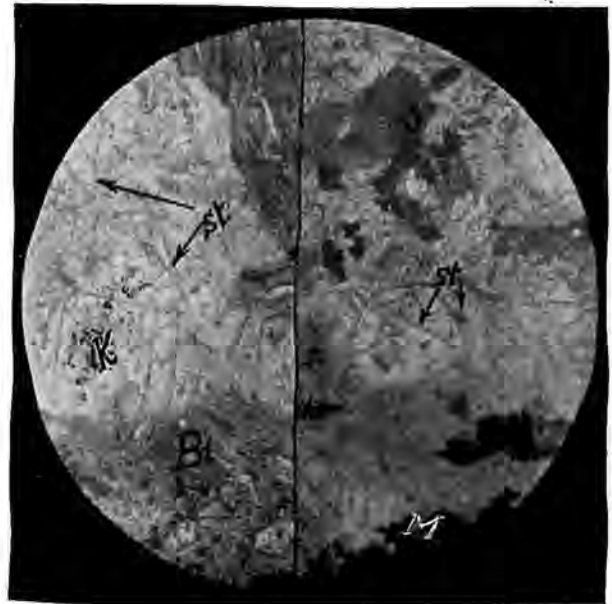


Fig. 6.

Schliff aus den Gängen im Kamptonit. Die Strahlsteinnadeln (st) sind sowohl im Biotit (B) als auch im Kalkspat (K) eingewachsen. Als Reste aus dem Nebengestein zeigen sich Magnetitkörner (M). Die Sulfide sind die jüngsten Bildungen (s).

durchdringen. In inniger Vergesellschaftung mit dem Strahlstein erscheint Biotit, dessen einzelne Individuen nur durch die Endflächen begrenzt sind. Die Schnitte senkrecht zu (001) zeigen deutlichen, aber nicht so stark als gewöhnlich sichtbaren Pleochroismus:

$$\alpha \text{ (lichtbräunlichgelb)} \leq \gamma \text{ (bräunlich)}.$$

Basale Schnitte lassen im konvergenten Licht den Austritt der optischen Achse erkennen, der Charakter der Doppelbrechung ist positiv. Das Mineral ist durchwegs einachsige. Der Biotit enthält Einschlüsse von Strahlstein, welche sich sowohl in der Richtung γ , parallel den Spaltrissen, als auch senkrecht dazu anordnen. An einigen Blättchen wurde parallel mit dem Biotit verwachsener Chlorit beobachtet. Orthoklas wurde nur in einigen

Individuen beobachtet; er ist ebenso wie der Biotit ganz von Strahlstein durchwachsen. Die übrige Ausfüllungsmasse der Gänge besteht aus Kalkspat, Chlorit und den Sulfiden Pyrit und Kupferkies. Apatit war häufig in vereinzelt Kristallen, die entweder kurzprismatisch oder körnig ausgebildet sind; er ist stets im Kalkspat eingeschlossen. Der Magnetit aus den schlierenartig eingeschlossenen Gesteinspartien war vollkommen intakt, ohne eine Spur einer Veränderung zu zeigen. In kleinen Mengen wurden Rutil und Titanit in körnigen Aggregaten beobachtet. Quarz kommt hier und da in unregelmäßig begrenzten Körnern vor.

Die Sukzession der wichtigeren Gangmineralien ist: Magnetit, a) Strahlstein → Biotit, b) Chlorit → Orthoklas → a) Apatit, b) Kalkspat → Sulfide (Fig. 7).

3. Apatit führende Kalkspat-Chlorit-Erzgänge lassen mit freiem Auge Kalzit, Sulfide und feine Chloritblättchen innig vermischt erkennen. Die Gänge sind von sehr wechselnder Mächtigkeit (0.4 bis 3.5 cm) und durchsetzen das Gestein in einem unregelmäßigen System von Klüften. Unter dem Mikroskop erkennt man ein Gemenge der genannten Mineralien, zu welchen sich noch Apatit und Magnetit sowie wenig Rutil und Titanit gesellen. Apatit ist sehr gleichmäßig, oft in größeren Anhäufungen (in manchen Schliften bis 20% der genannten Bestandteile) vorhanden. In der Hauptsache bildet er körnige Aggregate oder kurzgedrängte Säulen. Die sulfidischen Erze erfahren lokale Konzentrationen. Sie sind auch hier mit Kalkspat verknüpft, von dem sie sich zum Teil älter, zum Teil gleichalterig erwiesen. Sie sind fast ausschließlich derb und zeigen nur selten Andeutungen von Flächenbegrenzung. Hervorzuheben ist die spärliche, doch ziemlich regelmäßige Verbreitung des Rutil und Titanit. Die Mineralien zeigen nachstehende Reihenfolge: Magnetit, a) Rutil, b) Titanit, c) Apatit → Chlorit → Kalkspat → Sulfide.

4. Unter reinen Sulfidgängen sollen die Adern genannt werden, welche fast ausschließlich aus derbem Kupferkies und Pyrit neben wenig Kalkspat bestehend, das Gestein an zahlreichen Stellen durchsetzen. Der Lage nach sind diese Gänge äußerst unregelmäßig, durchschneiden oft Turmalin und Kalkspat führende Gangaufüllungen und laufen ungestört durch die verschiedenen Gesteinsarten (Kamptonit, Plagioklasporphyrit, Liebeneritporphyr).

Aus den angeführten Untersuchungen ergibt sich, daß die im Kamptonit auftretenden Mineralgänge besonders durch die Mineralkombination Strahlstein-Biotit-Apatit und sehr viel Kalkspat charakterisiert sind, welche Erscheinung mit dem hohen Calcium-Magnesium-Gehalt des Gesteins übereinstimmt. Ferner ist hervorzuheben, daß Scheelit in größter Menge im Kamptonit auftritt, welche Tatsache gleichfalls mit dem Calciumgehalt des Nebengesteins in Zusammenhang zu stehen scheint. Rutil und Titanit stammen aus den farbigen Gemengteilen des Kamptonits, Quarz tritt hier relativ selten auf.

Die gangförmigen Mineralbildungen im Liebeneritporphyr und den quarzführenden Feldspatgängen.

Hier sind hauptsächlich die Gangbildungen im Liebeneritporphyr in Betracht zu ziehen, da die quarzführenden Feldspatgänge nur in dünnen Adern vorkommen.

Der Liebeneritporphyr ist in unmittelbarer Nähe der Mineralgänge intensiv fleischrot gefärbt und mit einem Netz von Adern eines chloritischen Minerals von grünlicher Färbung und silbergrau schimmernden Spaltblättchen durchtrümpert. Die Feldspate zeigen teilweise noch glasigen Glanz, befinden sich aber, wie die mikroskopische Untersuchung lehrte, bereits in einem vor-

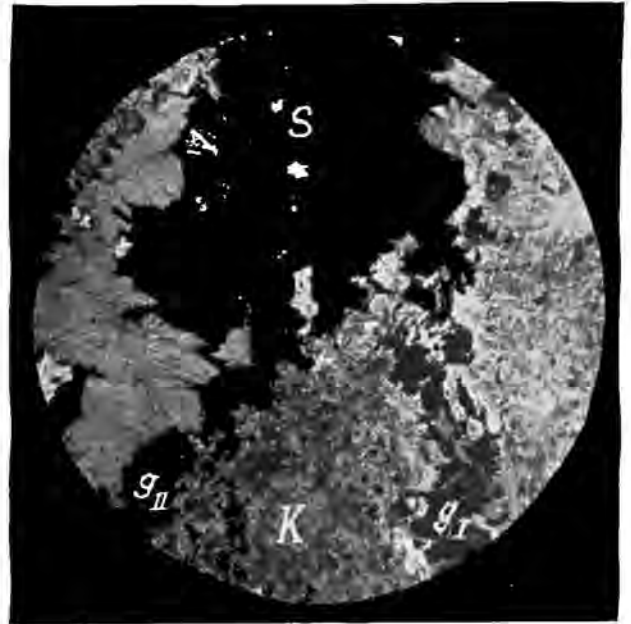


Fig. 7.

Scharung zweier Gänge im Kamptonit (K). Der erste Gang (g_1), der Erze und Kalkspat führt, trifft mit dem zweiten Gang (g_2) zusammen. Der zweite Gang führt Chlorite und sulfidische Erze. An der Gangscharung (S) entsteht eine Anreicherung der Quarze.

gerückten Umwandlungsstadium. Unter dem Mikroskop zeigt sich, daß die farbigen Gemengteile und Nephelin vollkommen umgewandelt sind. Innerhalb der gerade noch hier und da erkennbaren Umrisse haben sich sekundäre Bildungen wie Chlorit, Muskovit, angesiedelt. Die Feldspateinsprenglinge zeigen zum Teil automorphe Begrenzungen und so weit sie nicht umgewandelt sind, konnte man feststellen, daß sie der Hauptsache nach zu Albitoligoklas gehören. Ein Schnitt senkrecht zu a ergab im stumpfen Winkel gegen die Trace von (010) den Auslöschungswinkel von -13° . Ein Schnitt senkrecht zu M und P ergab im stumpfen Winkel M/P gegen die Trace von M (010) die Auslöschungsschiefe von 11.5° . Perthitische Verwachsungen von Orthoklas und Plagioklasen konnten öfter beobachtet werden. Außer-

dem tritt Orthoklas in wenig scharf ausgeprägten Individuen auf. Die Grundmasse besteht aus gestreckten, trüben Feldspatleisten, Chlorit, Muskovit, Serizit, Kalkspat und wenig Quarz. Als akzessorische Gemengteile sind Apatit und Titanit anzuführen.

Das Gestein wird von zahlreichen Mineralgängen durchzogen, die sich bezüglich ihrer Bestandteile — wenn man von wenigen lokalen Imprägnationen absieht — in folgende Gruppen einteilen lassen:

1. Chlorit, Kalkspat, Turmalin führende Erzgänge.
2. Quarz, Kalkspat führende Erzgänge.

1. Die Gänge sind vollkommen ausgefüllt mit grobspätigem Kalkspat, in dem mit freiem Auge noch erkennbar Chlorit, Turmalin, Pyrit und Kupferkies vorkommen. In der Gangmasse schweben kleinere, bruchstückartige Partien vom Nebengestein. Pyrit erscheint in bis 5 mm großen, scharf ausgebildeten Kristallen. Unter dem Mikroskop zeigt die Gangfüllung die Mineralien in folgenden charakteristischen Erscheinungen.

Turmalin erscheint in gruppenförmig abgesonderten prismatischen Aggregaten und steht fast ausschließlich im Zusammenhang mit den von der Gangmasse eingeschlossenen Nebengesteinspartien. Außerdem sind vereinzelte Individuen im Kalkspat schwimmend beobachtet worden. Hier sind die prismatischen Kristalle oft zerbrochen und die einzelnen Teile gegeneinander verschoben. Die Gesamterscheinung macht den Eindruck, als ob Turmalin in diesen Gängen so wie die Gesteinseinschlüsse ein fremder Bestandteil sei, sich also vor der Entstehung des Mineralganges bereits gebildet hat und die Rolle eines enallogenen Einschlusses spielt. In auffallend großer Menge zeigt sich ferner Muskovit in faserigen Aggregaten oder ganz unregelmäßigen Lappen. Außer Muskovit, der in Schnitten senkrecht zur c-Achse den Austritt beider optischen Achsen erkennen läßt, tritt in kleinen Fetzen ein glimmerartiges Mineral auf, welches farblos bis blaßgrün gefärbt ist und schwachen Pleochroismus $\alpha > \gamma$ zeigt. Die Lichtbrechung wurde mit dem angrenzenden Apatit und Muskovit verglichen. Dabei zeigte sich, daß diese nur wenig von der des Apatits verschieden und merklich höher als jene des Muskovit ist; die Stärke der Doppelbrechung ist bedeutend kleiner als die des Muskovits, doch größer als bei Apatit. Im konvergenten Licht lassen die basalen Schnitte den Austritt der optischen Achsen erkennen. Der Achsenwinkel variiert ungefähr zwischen 0 und 10°, mit schwacher Dispersion der Achsen $v > \rho$. Der Charakter der Doppelbrechung ist negativ, der der Hauptzone positiv. Die basalen Schnitte zeigen keine deutliche Begrenzung, das Mineral gehört zu der Sprödglimmergruppe und dürfte mit Xanthophyllit ident sein. Der Verbreitung nach tritt er gegen den Muskovit stark zurück, Chlorit und Muskovit sind ungefähr gleichviel vorhanden. Die Erze sind zum Teil älter als Kalkspat, zum Teil gleichaltrig; deutlich sind die Sulfide jünger als Chlorit und Glimmer. Apatit, der im Nebengestein selbst in kleinen Nadeln und Körnern auftritt, bildet in den Gängen dicksäulenförmige Individuen;

auch gut begrenzte basale Schnitte wurden beobachtet. Stellenweise kommt er in größeren Anhäufungen vor. Sehr spärlich, aber gleichmäßig verteilt, ist Rutil vorhanden, der in Körnern oder nadeligen Kristallen auftritt. Er ist vereinzelt oder in Gruppen und zeigt oft skelettartige Bildungen.

Die Bildungsfolge der Gangminerale ist die nachstehende: Turmalin → Muskovit, Xanthophyllit, Chlorit → Apatit, Rutil, Kalkspat, Kupferkies.

2. Zu den Quarz, Kalkspat führenden Erzgängen gehören vorwiegend aus reinem Kies zusammengesetzte Adern, deren Mächtigkeit 1 bis 6 mm erreicht. Von anderen Mineralien wurden beobachtet: Quarz, Kalkspat, seltener Muskovit und Chlorit, die sich stets als schmale Streifen am Salbande ansammeln. Die sulfidischen Erze, Pyrit und Kupferkies, sind meist derb und mit Kalkspat wenig verwachsen. Unter dem Mikroskope läßt sich beobachten, daß die rhomboëdrische Abgrenzung des Kalkspates oft die morphologische Ausbildung der Sulfide bedingt. Außerdem füllen sie den Zwischenraum von fächerförmig struiertem Muskovit und Chlorit. Rutil wurde auch hier — wenn auch ganz vereinzelt — beobachtet. Quarz wurde in körnigen Aggregaten gefunden.

Bezüglich der Ausscheidung zeigen die Mineralien nachstehende Reihenfolge: Muskovit, Chlorit → Rutil, Quarz, Feldspat → Pyrit, Kupferkies.

Die gegenseitigen Beziehungen zwischen den Gangminerale und den quarzführenden Orthoklasgängen bieten, wie bereits erwähnt, keine abweichenden Erscheinungen, da die letzteren nur in schmalen Adern beobachtet wurden. Sie werden oft von erzführenden Mineralgängen durchquert und zeigen dann stellenweise Umwandlung in Muskovit und Chlorit.

* * *

Aus diesen Darlegungen ergibt sich ein unverkennbarer Zusammenhang zwischen den Mineralgängen und dem Nebengestein, in dem sie auftreten. Diesbezüglich lassen sich folgende Hauptgruppen unterscheiden, u. zw. nach ihren Paragenesen:

- I. Granit: Flußspat, Turmalin, Molybdänglanz, (Scheelit); Quarz, Muskovit, Kalkspat (sehr wenig), Sulfide.
- II. a) Quarzführende Orthoklasgänge: Turmalin, Scheelit, Quarz, Muskovit, Kalkspat (relativ wenig), Sulfide.
b) Liebenertporphyr: Turmalin, Scheelit, Chlorit, Muskovit, Quarz, Rutil, Apatit, Kalkspat, Sulfide.
- III. a) Plagioklas-Porphyr: Apatit, Scheelit, Feldspat, Quarz (wenig), Chlorit, Kalkspat.
b) Kamptonit: Strahlstein, Scheelit, Biotit, Rutil, Titanit, Apatit, Feldspat, Kalkspat, Quarz (wenig).

Diese Abhängigkeit (oder vielmehr der Zusammenhang) der Gangmineraleien von dem Nebengestein ist nicht etwa so zu verstehen, daß jede der Ganggruppen der Eruption des jeweiligen Gesteins gefolgt wäre, sondern im Gegenteil so, daß das Nebengestein in seinen unmittelbar an die Gänge angrenzenden Partien bei der Bildung der Gangminerale in Mitleidenschaft gezogen wurde. Wo der Turmalin im Granit erscheint, sind die Feldspate (Orthoklas, Oligoklas, Albit) bis auf unwesentliche Relikte ganz verzehrt. Das an Apatit reichste aller beschriebenen Gesteine enthält in den durchsetzenden Mineralgängen die größten Mengen Apatit. Die Mineralgänge in den Quarz-Orthoklasgängen und Nephelin- sowie Alkalifeldspat-hältigem Liebenerritporphyr enthalten viel Quarz, Muskovit und Turmalin. Die an Magnetit, Kalk und Magnesia reichsten Kamptonite enthalten bedeutende Anhäufungen von Scheelit und Kalkspat, ferner Strahlstein und Biotit.

Andererseits läßt sich mit Deutlichkeit zeigen, daß die charakteristische Paragenese Scheelit, Feldspat, Turmalin und Molybdänglanz mit gewissen Abweichungen in allen erwähnten Gesteinen anhält. Dies läßt, wie bereits F. Becke hervorgehoben hat, auf die Einwirkung von Agentien der postvulkanischen Phase eines Granites schließen, für welchen die obige Mineralkombination kennzeichnend ist. Daraus leitete sich aber das zuerst von F. Becke hervorgehobene Altersverhältnis des Granites zu den übrigen den Mulatto zusammensetzenden Gesteinen ab. Mit den Bor-, Wolfram-, Molybdänmineralen erscheint auch ein geringer Teil der sulfidischen Erze Bleiglanz, Pyrit, Kupferkies.

Diese ganze Paragenese bildet vornehmlich die von uns als Erzimprägnationen bezeichnete Erscheinungsart. Ihr relativ seltenes Auftreten in Gängen (am häufigsten sind Turmalingänge) zeigt an den Salbändern eine bei weitem tiefgreifendere Metamorphose des Gesteins, wie die unter anderen Gruppen angeführten Mineralgänge.

Der quantitativ überwiegende Teil der Mineralien und sulfidischen Erze zeigt jedoch eine Mineralkombination, die nicht ohne Schwierigkeit mit der vorerwähnten zu vereinbaren ist und deren Bildung nicht unter denselben chemisch-physikalischen Bedingungen wie die der „Imprägnationen“ erfolgt sein konnte. Hieher gehörig wären die Mineralgänge mit den Kombinationen: a) Biotit, Strahlstein, Feldspat, Quarz, Chlorit²⁰⁾; b) Apatit, Kalkspat; c) Kalkspat, sulfidische Erze; d) mehr oder weniger reine Sulfide. Die Bildung dieser Mineralien zeigt eine sukzessive zeitliche Entfernung von der ersten postvulkanischen Periode, während welcher sich Scheelit, Flußspat, Turmalin und Molybdänglanz gebildet haben. Dafür spricht einerseits die chemische Zusammensetzung und die aus der Erfahrung bekannten Bildungsbedingungen der angeführten Mineralien, andererseits die Beobachtung, daß der Magnetit aus dem Nebengestein auch bei der räumlich unmittelbaren Nähe der sulfidischen Erze bei deren Ab-

²⁰⁾ Dieses Mineral ist in der Hauptsache nicht als ein Umwandlungsprodukt im engeren Sinne zu betrachten, sondern es tritt als direkte Neubildung auf.

satz vollkommen unverändert geblieben ist, was bei den sonst gleichen Bedingungen aber bei höherer Temperatur nicht der Fall ist. Hier ist dies gewissermaßen die analoge Erscheinung zu der Propylitisierung (pyritische Propylitisierung), bei welcher man aber direkte Pseudomorphosen von Pyrit nach Magnetit oder färbigen Gemengteilen beobachtet. Für die spätere Bildung des Hauptteiles von sulfidischen Erzen spricht auch die räumliche Verteilung, indem selbst im turmalinführenden Granit Sulfid-Kalkspatgänge auftreten, welche die turmalinisierten Partien (Turmalinsonnen oder Nester) durchschneiden und diesen gegenüber scharf begrenzte Salbänder zeigen. Für die erzführenden Gänge am Mulatto ist es mit Rücksicht auf das tiefgreifende Eindringen der Wolfram-, Bormineraleien wahrscheinlich, daß hier die Produkte der sukzessiven Einwirkung eines einheitlichen postvul-

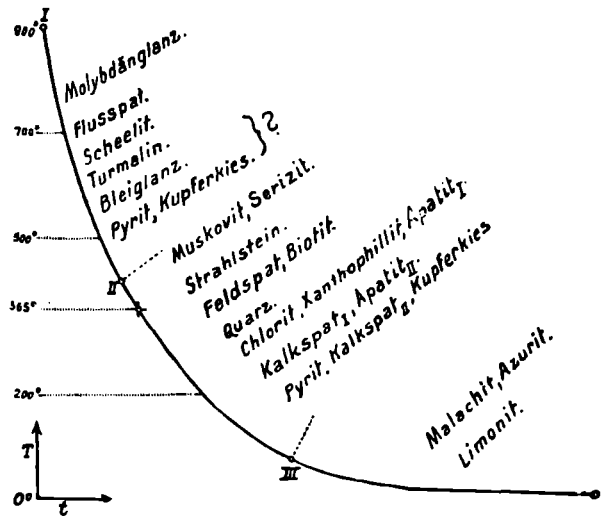


Fig. 8.

Bildungsfolge der Gangmineraleien bei kontinuierlicher Abkühlung des Stammgarnas, einschließlich der sekundären Veränderungen. (Temperaturangaben nur zur allgemeinen Orientierung.)

kanischen Phänomens vorliegen, wenn auch ein direkter Zusammenhang mit dem Granit nirgends aufgeschlossen ist.

Hofmann vergleicht das Vorkommen am Monte Mulatto mit der Zinnsteinformation und Greisenbildung. Tatsächlich spricht die Mineralkombination von Molybdänglanz, Flußspat, Scheelit, Turmalin für eine Wolfram- oder auch für eine Zinnsteinformation. Nun gilt aber, wie wir gesehen haben, diese Mineralparagenese nur für eine ganz beschränkte Zeit der Lagerstättenbildung. Es dürfte daher die Ansicht Hofmanns nur für einen Teil und auch dann nur bei Voraussetzung der weitgehendsten Auffassung des Begriffes „Zinnsteinformation“ gerechtfertigt sein. Unseres Erachtens nach stellen die Erzvorkommen vom Mulatto von diesem Standpunkt aus betrachtet teilweise einen Übergangstypus von den echt pegmatitischen Bildungen zu den sogenannten Lateralsekretionspegmatiten, welche letztere durch zahlreiche alpine Minerallagerstätten repräsentiert werden, teilweise

nähern sie sich den letzteren, teilweise gehen sie zu echten Gängen über.

Aus den angeführten Paragenesen ergibt sich, daß die Entstehung des Hauptteiles der sulfidischen Mineralien in eine spätere postvulkanische Phase fällt. Die mit den Sulfiden verknüpfte Mineralkombination läßt mit großer Wahrscheinlichkeit die Annahme rechtfertigen, daß diese Bildungen bereits nicht mehr zu dem Bereiche der „pneumatolytischen“ Phase gehören.

In morphologischer Hinsicht stellt das Erzvorkommen vom Mulatto vornehmlich ein System von feinen Spalten dar, von welchen aus eine mehr oder weniger intensive Imprägnation des unmittelbar benachbarten Gesteins stattgefunden hat. Es zeigt sich diesbezüglich eine allerdings nur in morphologischer Hinsicht ähnliche Erscheinung, wie wir sie teilweise an den ungarischen Tellurgoldlagerstätten finden (Boica, ein Teil des Nagyager Vorkommens). Die von zahlreichen Adern durchzogenen Gesteinspartien sind, wie bereits hervorgehoben wurde, bei der Bildung der Gangminerale teilweise ausgelaugt, teilweise verdrängt worden. Es liegt also hier ein Grenzfall zwischen Gängen im engeren Sinne und „fissure veins“ Lindgrens vor.

Bezüglich der Teufenunterschiede mag noch darauf hingewiesen werden, daß die Bor und Wolfram führenden Erzgänge bekanntlich in untersten Horizonten vorwiegend Wolframerze, in mittleren Horizonten Borerze mit Sulfiden und zu oberst vorwiegend sulfidische Erze führen.

Ergebnisse.

1. Die Mineralgänge vom Mulatto sind aller Wahrscheinlichkeit nach als sukzessive Bildungen der postvulkanischen Phase ein und derselben Gesteinsruption, welche mit Rücksicht auf die Mineralkombination Scheelit-Turmalin-Flußspat-Molybdänglanz die eines granitischen Magmas war, zu betrachten.

Die Mineralvergesellschaftung Scheelit-Flußspat-Turmalin-Molybdänglanz einerseits und die vorwiegend karbonspätig-apatitische Assoziation andererseits sprechen für die verschiedenen physikalischen Bedingungen, unter welchen die Ausfüllungsbestandteile der Minerallagerstätte gebildet worden sind.

Die kontinuierliche Ausscheidung der gesamten Mineralkomponenten läßt sich durch das beigefügte Schema veranschaulichen. (Fig. 8, 9.)

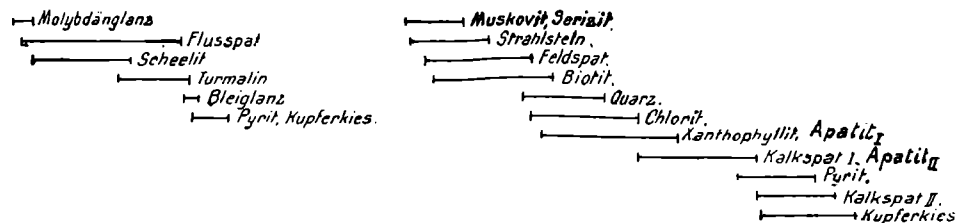


Fig. 9.

Bildungsfolge der Gangminerale mit schematischer Angabe der Ausscheidungsdauer.

2. Die angeführte Paragenese von Bor-, Molybdän- und Fluormineralien ist für die Wolframformation, die bekanntlich mit jener der Zinnerze auf das innigste verknüpft ist, sehr charakteristisch. Jedoch ist diese für das Erzvorkommen vom Mulatto als Kupfererzlagerstätte von geringerer Bedeutung, da der Hauptteil der Bildung sulfidischer Erze in eine spätere Phase fällt.

3. Obgleich die Lagerstätte in ihrem gesamten Umfange als Produkt eines kontinuierlichen, einheitlichen Prozesses (postvulkanische Phase der Graniteruption) aufzufassen ist, zeigt sich doch unverkennbar eine Abhängigkeit des Mineralbestandes der einzelnen Gänge von dem Gestein, in dem sie auftreten. Dies deutet darauf hin, daß die sich im Bereiche der Erzlagerstätte befindlichen Gesteinspartien sich an der Ausfüllung der in ihnen auftretenden Klüfte, stofflich beteiligt haben, also teilweise eine Auslaugung, teilweise eine Verdrängung erlitten haben.

Im allgemeinen läßt sich in großen Zügen eine für alle in verschiedenen Gesteinen auftretenden Mineralgänge

geltende konstante Ausscheidungsfolge feststellen, die mit Fluor-, Wolfram-, Bor haltigen Mineralien beginnt und mit Kalkspat und sulfidischen Mineralien schließt.

4. Morphologisch stellt das Mineralvorkommen am Mulatto ein System von Adern dar, die in der Regel nur wenige Zentimeter mächtig sind, worin auch die Ursache liegen dürfte, daß drusenartige Bildungen relativ selten sind.

Unsere verehrten Lehrern Herren Professor F. Becke und Hofrat Professor C. Doelter, in deren Instituten die vorliegenden Untersuchungen ausgeführt wurden, danken wir an dieser Stelle für ihr stets freundliches Entgegenkommen und ihre Unterstützung. Ebenso sind wir dem Herren Dozenten Dr. A. Himmelbauer und Herrn Dr. H. Leitmeier für die teilweise Überlassung von Material und Dünnschliffen sowie ihre liebenswürdige Hilfe Dank schuldig.

Wien, im März 1913.