

für praktische Geologie.

1905. September.

Das Mangan-Eisenerzlager von Macskamezö in Ungarn.

I. Geologischer Teil.	II. Mineralogisch- chemischer Teil.
Von Dr. Franz Kossmat.	Von C. v. John.

I. Geologischer Teil.

Am Laposflusse westlich von Magyar Lapos (Komitat Szolnok-Doboka) taucht aus einer im allgemeinen flach gelagerten Decke von reichgegliederten Ablagerungen des Paläogen und Neogen die krystallinische Insel des Prelukagebirges auf, in deren östlichem Teile das Erzlager von Macskamezö eingeschaltet ist. Von diesem Vorkommen wurde in dem 1867 (Wien) erschienenen Werke von F. Wauer und G. Stache: Geologie von Siebenbürgen, S. 374—375 eine kurze Beschreibung gegeben, welche auf den unveröffentlichten Tagebuchnotizen von Partsch und auf den neueren, den Autoren zur Verfügung gestellten Beobachtungen von Pošepny beruhte.

Nach Partsch war zur Zeit seines Besuches im Jahre 1826 der im Besitz des Ärars befindliche Bergbau bereits gegen 50 Jahre in Betrieb, wurde aber gerade damals wenig bearbeitet. Die gewonnenen, wegen ihres Mangangehaltes schwer schmelzbaren Brauneisenerze wurden anfangs nach Sztrimbuly gebracht, später aber — so zur Zeit Pošepnys — im Hochofen von Rojähida, talaufwärts von Olah-Lapos, zusammen mit den geringprozentigen Raseneisensteinen der Umgebung von Kapnik (Bergrücken der Rotunda¹⁾ etc.) verhüttet. Als K. Hofmann 1885 und 1886 die geologische Neuaufnahme der Gegend durchführte, ruhte der Bergbau, und kurze Zeit später wurde auch der Hochofenbetrieb in Rojähida, welches von der Bahn weit entlegen ist, eingestellt.

Die Lagerstätte von Macskamezö hat, wie später noch ausführlich hervorgehoben werden soll, große Ähnlichkeit mit der ärarischen Mangan-Eisenerzgrube im Glimmerschiefer von Jakobený (Bukowina), in welcher gegen-

¹⁾ Die von C. v. John vorgenommene Analyse eines Erzes von der Rotunda ergab 45,44 Proz. $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 31,81$ Proz. Fe.

wärtig nur die Manganerze abgebaut werden. Das reichliche Vorkommen solcher Erze neben und mit den Eisensteinen war selbstverständlich auch von Macskamezö schon seit den Anfangsstadien des Abbaues bekannt, doch wurde diese Eigenschaft des Lagers für die Zwecke der damaligen Arbeiten nur unangenehm empfunden, weil es sich darum handelte, für den Hochofenbetrieb genügendes Material an gut schmelzbaren Eisenerzen herbeizuschaffen.

Im Jahre 1904 ging die Lagerstätte, nachdem sie einige Zeit für den Braunsteinverkauf verpachtet gewesen war, in den Besitz des Grafen Gyula Esterhazy über; Gegenstand der jetzigen bergmännischen Arbeiten sind die Manganerze. Ich untersuchte gelegentlich zweier Besuche im Jahre 1902 und 1904 dieses Vorkommen, welches in bezug auf Fragen der Lagerstättenlehre und chemischen Geologie sehr beachtenswerte Erscheinungen zeigt und daher eine ausführlichere Darstellung verdient.

Die chemisch - petrographische Untersuchung des Erzes und der Lagermasse wurde vom Vorstande des Laboratoriums der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien, Herrn Regierungsrat C. von John, durchgeführt, der schon vorher Analysen von eingesendeten Erz- und Gesteinsmustern vorgenommen hatte und seine Studien später auf Grund des von mir gesammelten Materials ergänzte; seine Ergebnisse sind als besondere Mitteilung im 2. Abschnitte dieser Veröffentlichung enthalten.

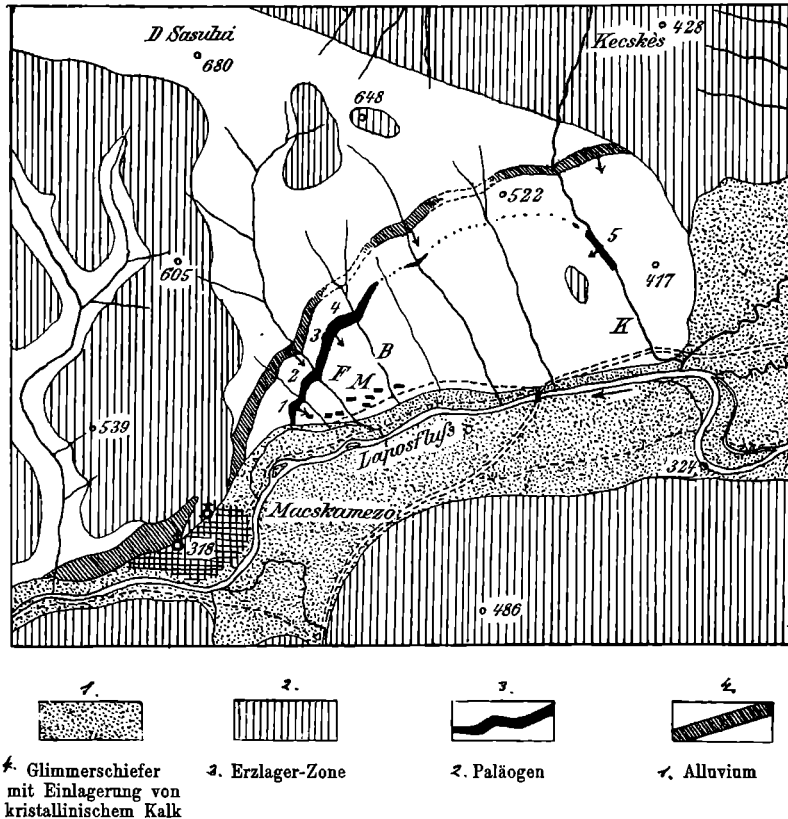
Zur Orientierung über die geologische Lage des Erzvorkommens mögen folgende Angaben dienen, welche auf den von Karl Hofmann²⁾ vorgenommenen Aufnahmen fußen.

²⁾ Karl Hofmann: Geologische Notizen über die krystallinische Schieferinsel von Preluka sowie über das nördlich und südlich anstoßende Tertiärland. Deutsche Ausgabe des Jahresberichtes der kgl. ungar. geol. Anstalt für 1885. S. 31—61. Budapest 1887. — Bericht über die im Sommer des Jahres 1886 im nordwestlichen Teile des Szolnok-Dobokaer Komitates ausgeführten geologischen Detail-Aufnahmen. Ibid. 1888. S. 45—54. Die geologische Karte 1:75000 (Blatt Gaura-Galgó, Zone 16. Kol. XXIX) wurde nach dem Tode des Verfassers im Jahre 1891 herausgegeben. — Angaben über die Mineralien der Gegend finden sich in L. Martonfi: Beiträge zur mineralog.-geol.

Das Prelukagebirge besteht aus granatführenden Glimmerschiefern, welche stellenweise in Gneis übergehen, ohne daß eine scharfe Trennung möglich wäre; als untergeordnete Einlagerungen erscheinen Chlorit- und Amphibolschiefer sowie dolomitische Marmorlager; vereinzelt wurden Pegmatitgänge nachgewiesen. Denudationsreste von eocänen Sandsteinen und Konglomeraten, welche südlich des Láposflusses die Basis

abfall an einer WNW—OSO verlaufenden Bruchlinie gegen oligocäne Schichten abschneidet. Nördlich von Kopataka taucht dann noch eine isolierte Grundgebirgspartie auf.

Der Bau des östlichen Prelukagebirges entspricht einer NO streichenden Antiklinale, welche durch einen eingelagerten Zug krystallinischer Kalke und Dolomite sehr gut zum Ausdruck kommt. Die beiden



M = Mora batrana. F = Valea Frintura. B = Valea Borta. K = Kopatakagraben.

1. Westlicher Tagbau. 2. Stolln am W-Hang von V. Frintura. 3. Großer Tagbau. 4. Stolln am W-Hang von V. Borta.
5. Lageraufschluß im Kopatakagraben.

Fig. 98.

Skizzenkarte der Umgebung von Macskamező. Maßstab 1:50000.
(Mit Benutzung der geologischen Karte 1:75000 von K. Hofmann.)

des tertiären Plateaulandes bilden, sind auf der mäßig geneigten Südabdachung des Grundgebirges erhalten, während der steilere Nord-

Kenntnis des siebenbürgischen Beckens; referiert in „Földtani Közlöny“ (Zeitschr. d. ungar. geolog. Gesellschaft). Budapest 1895. S. 156. Aus der Umgebung von Macskamező werden erwähnt: Pyrolusit, Quarz, Granat, Staurolith, Magnetit, Anatas, Orthoklas (Adular), Turmalin, Amphibol, Chlorit. Der Anatas wurde am W- und S-Fuße des Berges Kecskes zusammen mit Quarz, Chlorit und Adular in Klüften der gneisähnlichen krystallinischen Schiefer gefunden.

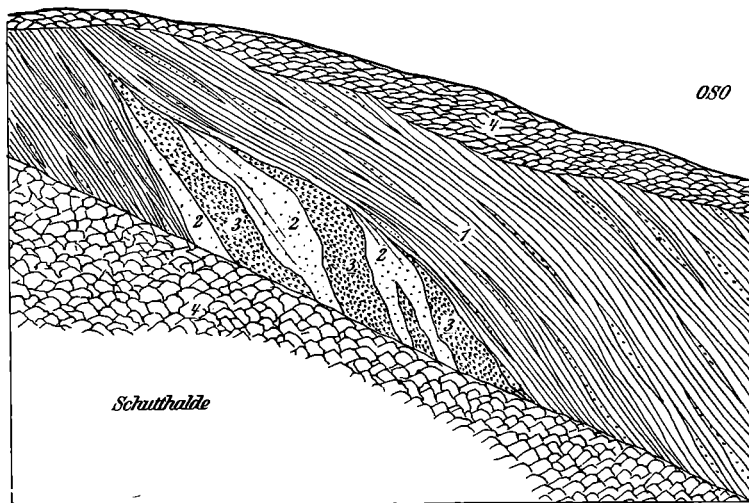
Flügel des Marmorlagers schneiden an der nördlichen Bruchgrenze ab, hängen aber nach Hofmanns Beobachtungen im Lápostale fast zusammen.

Der nach SO abfallende Flügel verläßt den Rand des Talbodens bei Macskamező und zieht als lichter Felsband nach Nordosten über das als „Frintura“ bezeichnete Gehänge, welches durch eine Anzahl von Parallelgräben nahezu quer auf die Schichtung aufgeschlossen ist. Das Marmorlager ist in mehreren Gräben und Rücken, wenn auch

nicht auf der ganzen Strecke zusammenhängend sichtbar und streicht schließlich noch durch den Kopatakabach zum letzten schmalen Hügelzug, welcher die große Talbene von Magyar Lapos gegen Westen begrenzt.

Innerhalb des leicht gegen SO konkaven Bogens, welcher durch dieses auffällige Band beschrieben wird, verläuft das Erzlager gleichfalls als eine zum Laposfluß fallende Einschaltung im Glimmerschiefer. Es ist im westlichen Teile durch Tagbaue und Stollen gut aufgeschlossen, seine Spuren verlieren sich aber weiter im Osten, und erst im Kopatakagraben kommt — in der Luftlinie $2\frac{1}{4}$ km vom Beginn entfernt — die Fortsetzung wieder zum Vorschein.

Pyrolusit), welcher z. T. sehr gute Beschaffenheit zeigt, z. T. mit dunkler erzhaltiger Quarzsubstanz neben ockerigem Brauneisenstein gemengt und durch taube Quarzkeile mit Glimmerschieferschmitzen in mehrere Partien geteilt ist. In Drusenräumen sind Pyrolusit- und farblose Quarzkrystalle nicht selten ausgeschieden. Die tauben Quarzkeile spitzen sich gegen unten im allgemeinen etwas aus, die Erzpartien nehmen daher am Boden des Aufschlusses zu und erreichen über 3 m Gesamtmächtigkeit, während sie sich gegen oben verschmälern und hier schräge abgestutzt sind, indem der Glimmerschiefer des Hangenden mit immer flacherer Neigung über sie hinweggreift und sich an der oberen Kante des Aufschlusses nahezu mit jenem des Lie-



1. Glimmerschiefer mit Quarzlinzen. 2. Quarzmassen im Lagerstock. 3. Manganerz und Limonit. 4. Detritus.

Fig. 99.

Profil des westlichen Tagbaues bei Mora batrana.
Maßstab ca. 1 : 400.

Ich will die einzelnen Aufschlüsse in der Reihenfolge von Westen nach Osten beschreiben und die Ergebnisse zum Schlusse zusammenfassen.

I. Westlicher Lagerabschnitt

zwischen dem Talboden bei Macskamező und dem Frinturagraben.

Bei den westlichen Häusern des Weilers Mora batrana trifft man in einer Höhe von 365 m, rund 40 m über dem Talboden des Laposflusses, den ersten Aufschluß der Lagerzone in einem kleinen Tagbaue.

Die von zahlreichen Quarzlinzen durchsetzten Glimmerschiefer im Liegenden fallen $50-60^\circ$ OSO, in derselben Richtung wie der in einer Entfernung von etwa $\frac{1}{4}$ km aufgeschlossene Kalkzug. Das Erzlager besteht aus derbem Brauneisenstein (vorwiegend

gungen vereinigt. Rutschflächen im Pyrolusit deuten an, daß diese Ausquetschung des Lagers gegen die Oberfläche durch eine kleine tektonische Bewegung hervorgerufen wurde. Es ist hier der Platz, zu erwähnen, daß am Nordrand der kleinen krystallinischen Insel des D. Petrisi (N von Kopataka) die schwach kohlenführenden Oligocänschichten von Brebfalva zu einer nach Norden überschlagenen kleinen Falte zusammengestaucht sind, daß also trotz der im allgemeinen ruhigen Lagerung des Tertiärs junge Tangentialbewegungen eintraten, welche auch den damals schon vorhandenen Brauneisenstein betrafen. Es mögen daher auch beim Auskeilen des Lagers in der Streichrichtung tektonische Ursachen eine Rolle mitspielen. Der westlichste Tagbau hat bisher nur die Kappe des Erzlagers angeschnitten, der Brauneisen

setzt unter die Sohle hinab, aber sein Verhalten in größerer Tiefe unter der Terrainoberfläche ist hier nicht zu beobachten.

Die Fortsetzung des Lagerzuges gegen SW liegt unter Alluvium, aus welchem südlich des Flusses bereits das zusammenhängende Tertiärland aufsteigt; aber auch in der Richtung nach NO fehlen zunächst noch Aufschlüsse. Im benachbarten kleinen Graben ist das Lager nicht festzustellen, wohl aber streicht ein schmaler Kalkzug durch, eine der Hauptzone jedenfalls nebengeordnete Linie, welche sich bald verliert.

Steigt man von der Wieseneinsattelung westlich des Frinturagrabens zu letzterem hinab, so gelangt man an einen alten Stolln, welcher bereits eine ziemliche Mannigfaltigkeit des Lagers zeigt. Man sieht, beiderseits von steilstehendem Glimmerschiefer eingeschlossen, der am Gehänge bald OSO, bald WNW fällt, eine Lagermasse aus Braunstein, ockerigem Limonit und Quarz, findet aber in der Halde beim Zerschlagen auch Stücke, deren Kern aus lichtem Fe-Mn-Karbonat mit Magnetit oder aus einem Silikat besteht.

Diese Aufschlüsse zeigen also schon zweifellos, daß jene Bestandteile des Lagers, welche im westlichsten Tagbaue noch selbstständig zu beobachten sind, bloß Umwandlungsprodukte einer älteren Einschaltung im Glimmerschiefer darstellen.

Mit voller Deutlichkeit kann man diese Erscheinungen in dem mächtig anschwellenden Teile des Lagerzuges zwischen dem Valea Frintura und Borta wahrnehmen, welcher durch lange Jahre die Hauptangriffsstelle des Abbaues war und daher die klarsten Aufschlüsse gibt.

II. Das Lager zwischen Valea Frintura und Valea Borta.

Am Ostgehänge des Valea Frintura befindet sich der große Tagbau, dessen Boden nach meinen Aneroidablesungen in 430 m Seehöhe liegt, ca. 90 m über dem unteren Schurfstolln am Wege durch den Graben, während die obere Kante rund 30 m höher nahe an den Weg heranreicht, welcher dem Rücken entlang in das bergige Waldterrain des D. Sasului hineinführt. Mächtige, durch Manganüberzüge schwarzgefärbte Halden bedecken einen großen Teil des Gehänges im Bereiche der Lagermasse.

Das bauwürdige Erz knüpft sich an eine im ganzen etwa 30—40 m mächtige Lagermasse, welche durchschnittlich ca. 50° SSO bis SO einfällt.

Die Zusammensetzung ist in der oberen Hälfte der Tagbauwand, in der oberen

Etage, wie man sie bezeichnen kann, eine wesentlich andere als in den tieferen Partien, der unteren Etage. In ersterer herrschen die sekundären Umwandlungsprodukte, in letzterer die krystallinen Mutterminerale vor, so daß man trotz des ganz allmählichen Überganges beider diese Lagerregionen am besten für sich betrachtet.

Die obere Etage zeigt folgende Gliederung:

0. Glimmerschiefer des Liegenden, gegen das Lager stellenweise in asbestartig zersetztes Hornblendegestein mit Mn- und Ockerkrusten übergehend. Fallen SO.

1. Der nahezu 10 m mächtige Erzstock, welcher auf den ersten Blick ziemlich gleichartig erscheint, aber doch aus verschiedenen Erzkatégorien besteht, deren Unterscheidung wichtig ist, wenn auch ihre Verteilung nach dem momentanen Stand der Aufschlüsse sehr wechselt. Im Herbst 1904 beobachtete ich mehrere Meter unterhalb der Verwitterungsdecke folgende Abteilungen vom Liegenden ins Hangende:

a) Eine ca. 1 m mächtige Partie von grauschwarzem, körnigem Erz, welches von den Arbeitern „Graphit“ genannt wird. Derartige Stufen zeigen einen nicht unbeträchtlichen, vorwiegend in Form von Magnetit eingestreuten Eisengehalt, welcher sich schon durch die starke Einwirkung der Stücke auf die Kompaßnadel kundgibt.

b) Eine 3—4 m mächtige Masse von schönem, oft krystallinischem Pyrolusit samt Manganit und dichtem Psilomelan, in Verbindung mit Einschlüssen von ockerigem Brauneisenstein, welche stellenweise an Masse über die in solchen Fällen krustenförmig ausgeschiedenen Manganerze vorwiegen. Einige Meter tiefer, unten an der Tagbauwand, beobachtet man in dieser Abteilung eine von Erztrümmern stark durchzogene Partie dunklen Quarzes, welcher an anderen Stellen wieder sehr zurücktritt.

c) Eine 1½—2 m breite Zone von schönem krustenförmigen Braunstein neben dem massigen, magnetitreicheren Erz (wie a).

d) Eine 3 m mächtige Masse von ockerigem Limonit, von zahlreichen dickeren und dünneren Braunsteinkrusten netzartig durchzogen und gegen das Hangende in

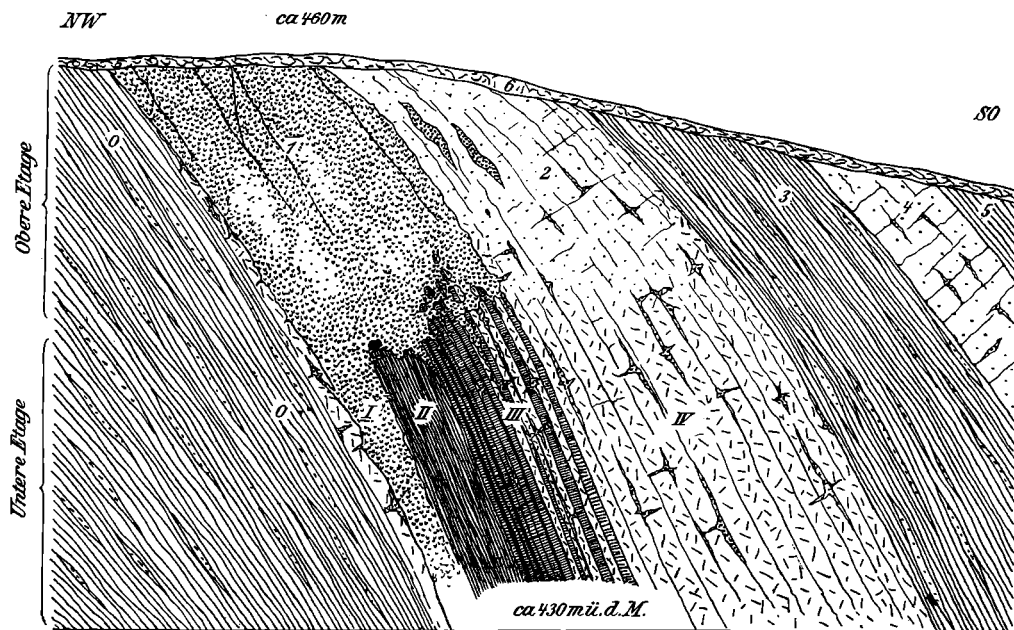
e) körniges, magnetithaltiges Erz (wie a und c) übergehend.

Die Gesamtmächtigkeit des Stockes beträgt hier 8—10 m und enthält, wie schon die obigen Angaben zeigen, einen großen Prozentsatz von gutem Manganerz (schätzungsweise etwa ⅓ der Masse), welches zum Teil in größeren Partien gebrochen werden kann.

Was die Zusammensetzung anbelangt, überwiegt den Analysen zufolge entschieden der Pyrolusit, obgleich man sich vom häufigen Vorkommen des Psilomelans und Manganits leicht überzeugen kann. Der Gehalt an metallischem Mn ist im allgemeinen hoch; in den 5 am Schlusse des chemischen Teils von C. v. John angeführten Proben beläuft er sich auf 48,37—57,34 Proz., wovon der weitaus größte Teil in Form von Superoxyd gebunden ist; in den gleichen Analysen be-

haftenden ockerigen Limonit zu trennen sind.

β Eisenreichere Varietäten; in den hier vorliegenden Analysenbeispielen mit 8,46 bis 12,46 Proz. Fe, vorwiegend in Form von Magnetit, welcher der Oxydation zu Brauneisenstein entgangen und auf gewöhnlichem mechanischen Wege nicht ausscheidbar ist. Da der unlösliche Rückstand in diesen körnigen Erzen meist gering ist, betrug der Mn-Gehalt in den analysierten Mustern dieser



Obere Etage: 0. Liegendglimmerschiefer mit Quarzlinsen; in der Nähe des Lagers zersetztes, Fe-Mn-haltiges Silikatgestein zu beobachten (makroskopisch vorwiegend Hornblende). 1. Stock von oxydischen Manganerzen und Limonit mit Quarzausscheidungen. 2. Manganhaltiger Jaspis und Quarz mit einzelnen pyrolusitischen Manganerztrümmern. 3. Glimmerschiefer einschaltung. 4. Manganhaltiger Jaspis und Quarz. 5. Hangendglimmerschiefer.

Untere Etage: 0. Liegendglimmerschiefer (wie oben). I. Gemenge von oxydischem Manganerz mit erdigem Limonit; wahrscheinlich größtenteils aus der Zersetzung von Fe-Mn-haltigen Silikaten hervorgegangen. II. Manganhaltiger Magnetit, durch dünne Knebelit-Apatit-Lagen ganz fein gebändert. III. Parallelschichtiges Gemenge von Manganspat mit Magnetit und Fe-Mn-haltigen Silikaten (Dannemorit, Knebelit). Übergang in II. und IV. allmählich. IV. Vorwiegend silikatische Lagermasse (Dannemorit, Knebelit, mit etwas Spessartin, Apatit und Manganspat). Im Hangenden Glimmerschiefer.

Der Übergang der kristallinen Lagermassen der unteren Etage in die sekundären Umwandlungsprodukte der oberen erfolgt allmählich.

Fig. 100.

Profil des großen Tagbaues am Osthang des Valea Frintura.
Maßstab ca. 1:400.

trägt die Menge von CaO 0,60—1,40 Proz., MgO 0,11—1,67 Proz., S 0,011—0,02 Proz., P in 3 Fällen 0,028—0,036, in einem Falle 0,71 Proz., H₂O 0,42—1,20. Unlöslicher Rückstand meist gering; nur in der quarzreichen Pyrolusitprobe (mit 48,37 Mn) 20,06 Proz.

In bezug auf den Fe-Gehalt sind zwei Kategorien zu unterscheiden:

α Eisenarme, mitunter nahezu reine Erze, welche z. T. in großen Stücken zu erhalten, z. T. auf einfache Weise vom an-

Kategorie über 50 Proz., doch gibt es Partien, in denen er zugunsten des Eisengehaltes unter 40 Proz. sinkt.

Mineralogisch interessant sind schöne Drusen von Quarz und Pyrolusit, welche man in Hohlräumen der dunklen Lagerquarze, seltener des guten Erzes antrifft; tafelförmige Barytkrystalle finden sich verhältnismäßig selten als Einschlüsse im kristallinkörnigen Brauneisenstein.

2. Der über 10 m mächtige Hangenteil des Lagers besteht in der oberen Etage aus

amorphem, meist rotbraunem, jaspisähnlichem Quarz, welcher an Klüften von Manganerzadern durchzogen ist. Einzelne Schmitzen von Glimmerschiefer sind im oberen Teile der Wand zu beobachten. In dieser quarzigen Masse hat man zwei $\frac{1}{2}$ —1 m starke Trümer von gutem Braunstein angetroffen; es ist also auch das Hangendlager praktisch nicht ganz wertlos, doch bildet das abbauwürdige Material nur unregelmäßige Absonderungen, welche an Menge hinter dem tauben Gestein weit zurückstehen.

An dem neuangelegten Förderwege, welcher aus der oberen Etage gegen SO führt, geht die kieselige Lagersubstanz stellenweise schon in zersetztes krystallinisches Silikatgestein über, an welchem man alle Stadien der Zerlegung unter gleichzeitiger Höheroxydation des Fe-Mn-Gehaltes beobachten kann.

3. Es folgt nun eine 8 m mächtige Glimmerschiefereinlagerung und eine durch sie vom Hauptlager getrennte

4. obere Lagermasse (4—5 m) von manganhaltigem Jaspis (wie 2) mit Krusten und Einsprengungen von Braunstein und ockerigem Limonit. Das Einfallen ist in diesen höheren Abteilungen nur mehr ca. 40° SO.

Der von zahlreichen Quarzlinzen durchzogene Glimmerschiefer des Hangenden, in welchem man am Weiterwege gegen das Lápostal häufig große Granaten eingewachsen findet, beschließt das Profil.

Es ist nun von großem Interesse, 12 bis 15 m unter der oberen Kante des tief in den Berghang eindringenden Tagbaues den Übergang der hochoxydierten Erze in die krystallinische ältere Lagermasse zusammenhängend aufgeschlossen zu sehen.

Die **untere Etage** zeigt an typischen Horizontalschnitten folgende, großenteils deutlich bankig angeordnete Abteilungen:

O. Liegendglimmerschiefer (wie oben).

I. Eine aus dem Manganerzstock der oberen Etage nach abwärts ziehende, ca. 3 m breite Partie von erdigem Eisenerz mit Krusten und Trümmern von Braunstein. Dieses Material ist wahrscheinlich aus der Zersetzung von Fe-Mn-haltigen Silikaten hervorgegangen.

II. Ein im Sinne der Schichtung (Fallen bis 70° SO) äußerst fein gebändertes Magnetitlager von etwa 3 m Mächtigkeit. Wie die im zweiten Teil erwähnte mikroskopische Untersuchung zeigte, ist die Bänderung dadurch hervorgerufen, daß magnetitreiche Lagen mit solchen, die hauptsächlich aus Mn-Fe-Olivin (Knebelit) und Apatit bestehen, abwechseln. Stellenweise ziehen vereinzelte

Adern dieser Mineralien auch quer durch die Bänderung.

Die Analysen ergaben einen ziemlich hohen Mn-Gehalt, welcher nur zum kleineren Teil auf Rechnung des Olivins zu setzen ist, so daß man eine innige Mischung von Manganerz mit dem Magnetit annehmen muß, eine Art Mangan-Magnetit, dessen Natur sich auch in den aus ihm hervorgehenden Zersetzungsprodukten: einem Gemisch von Limonit und Braunstein, verrät. Auch die Kluftflächen des frischen Erzes sind mit blauschwarzen Manganbeschlügen überkleidet. Im hangenderen Teil des Magnetitlagers beobachtet man oft eine innige Verwachsung mit Manganspat, welcher gelegentlich aber auch quer auf die Schichtung ausgeschieden ist. Eine einfache qualitative Probe ergab bei krystallinischen Magnetitkörnern, welche sich aus diesem Gemenge isolieren ließen, gleichfalls einen bedeutenden Mn-Gehalt, es ist also diese Eigenschaft eine allgemeine.

III. Allmählich entwickelt sich aus dem Magnetitlager ein regelmäßig gebändertes Gemisch von Magnetit mit Manganspat neben einer untergeordneten Menge von Mn-Fe-haltigen Silikaten (Dannemorit und Knebelit). Die abwechselnden Lagen von Eisenerz und Spat sind meist einen bis mehrere mm stark und am frischen Bruche sehr auffällig. Das Einfallen ist ähnlich wie jenes der Abteilung II unter einem Winkel von 50 — 70° nach SO gerichtet, doch beobachtet man am Boden des Tagbaues teilweise sogar vertikale Stellung. In diesem, mehrere Meter mächtigen Lagerteil, welcher bei Zurücktreten des Magnetits in ein gleichfalls noch deutlich gebändertes Gemenge von Manganspat mit Silikaten übergeht, wurde schon in früher Zeit ein bei Pošepny erwähnter Stolln angelegt, aus welchem man besonders im Winter Erz förderte. Dieses Material wurde, wie ich mich an den Hüttenhalden beim Hochofen von Rojähida überzeugen konnte, geröstet und ergab ein sehr manganreiches Eisenerz; die stärker mit Silikat durchwachsenen Stücke wurden aussortiert.

IV. Der sehr mächtige Hangenteil des Lagers besteht vorwiegend aus Silikaten, welchen zwar hie und da, aber nicht in größerer Menge, noch etwas Manganspat beigemengt ist. Der Übergang in die vorhergehende Partie ist naturgemäß allmählich. Nach den im zweiten Teil der Arbeit ausführlich vorgebrachten Untersuchungen von C. v. John ist diese silikatische Lagermasse ein Gemenge interessanter Mineralien, welche sämtlich durch Mn-Fe-Gehalt ausgezeichnet sind,

nämlich: eine Abart von Dannemorit (Mn-Fe-Hornblende), Knebelit (Mn-Fe-Olivin), geringe Mengen von Spessartin (Mn-Tonerdegranat); Apatit ist in wechselnden Mengen, aber immer vorhanden. Ich zweifle nicht, daß die im Liegendteil des Lagers erwähnte, aber wegen ihres zersetzten Zustandes nicht näher untersuchte Silikatlage in der Zusammensetzung mit IV stimmt, weil auch die Verwitterungsprodukte die gleichen sind.

Im Hangenden folgt Glimmerschiefer (wie oben).

Die krystallinische, ursprüngliche Lagermasse der unteren Etage ist an allen Klüften und Schichtfugen von ausgeschiedenen Mangan- und Eisenoxiden durchzogen, welche gewissermaßen wie Wurzeln aus dem völlig umgesetzten Hut des Lagers herabreichen. Der Schichtkopf des Magnetits II geht nach oben in ockerigen, von Manganerzkrusten durchzogenen Limonit über; ein verhältnismäßig starkes Trum von körnigem Erz, dem „Graphit“ der oberen Etage entsprechend, zieht sich in der Grenzzone zwischen II und III. nach abwärts.

Im großen und ganzen entsprechen dem Erzstock 1 der oberen Etage die Abteilungen I, II, III der unteren, von welchen die beiden letzteren durch das Vorwiegen von Manganmagnetit und Spat über die Silikate ausgezeichnet sind, während die kieselige Lagermasse 2 der oberen Etage vorwiegend aus der Umwandlung der wesentlich silikatischen Abteilung IV der unteren Etage hervorging, wie man in der Übergangsregion beider gleichfalls deutlich konstatieren kann.

Die Lage 5 der oberen Etage habe ich nicht ganz nach abwärts verfolgt, sie entspricht aus Analogiegründen zweifellos einer zweiten Einschaltung von Fe-Mn-haltigen Silikaten, stellt also eine Wiederholung des Falles 2 dar.

Geht man von der oberen Kante des Tagbaues in der Streichrichtung über den Rücken, so trifft man nur Glimmerschieferdetritus, unter welchem sich aber das Erz fortsetzt, wie einzelne aus kleinen Schurfgräben herausgeworfene Stücke zeigen.

Auf der östlichen Abdachung, gegen das Valea Borta, ist aber wieder ein guter Aufschluß in einem etwa 10 m langen Stolln vorhanden, dessen Sohle nach meiner Aneroidablesung in einer Höhe von 458 m, also in einem der oberen Etage des Tagbaues entsprechenden Niveau, liegt. Die Ortsbrust des Stollns ist von der Tagbauwand, soweit durch Abschreiten auf dem Rücken festgestellt werden konnte, rund 70—80 m in der Luftlinie entfernt.

Am Stollneingange fällt der Glimmerschiefer 50—60° S und wird in der Nähe des Lagers sowohl in dessen Hangendem, wie auch im Liegenden durch Quarzmasse verdrängt. Das Erzlager selbst besteht am Ausbiß aus lockerem, ockerigem und quarzigem Material, welches von Brauneisentrümmern durchzogen ist; Erzschnüre ziehen sich auch unregelmäßig in das Hangend- und Liegendgestein. Die Breite beträgt nur etwa 3 m und verringert sich gegen oben noch mehr; begibt man sich aber in den Stolln, so sieht man, daß die Erzmasse anschwillt und an der Sohle der Ortsbrust in einer horizontalen Breite von ca. 12 m ansteht. Im Hangenden und Liegenden beobachtet man Quarzmasse; Rutschflächen durchziehen und begrenzen teilweise das Erz, es sind also auch hier nachträgliche tektonische Bewegungen nachzuweisen wie in dem eingangs beschriebenen westlichsten Tagbau, und auch hier scheinen sie gegen die Oberfläche lokal ein Ausquetschen des Lagers herbeigeführt zu haben, wie die Verengerung über dem Stollneingang andeutet.

Das Erz aus dem Stolln enthält viel Manganit mit Einschlüssen von Brauneisenstein und Quarz; manche Erztrümer sind auch hier sehr rein. Auf der Halde findet man hier ebenso wie unter dem Frinturtagbau auch Stücke mit Kernen von silikatischer Lagermasse.

Der beschriebene Aufschluß läßt jedenfalls folgern, daß der im Tagbau angeschnittene Erzstock sich gegen das Valea Borta noch in großer Mächtigkeit fortsetzt. Dieser Schluß ist umso mehr berechtigt, weil in der Grabensohle des Valea Borta die ursprüngliche krystalline Lagermasse, bestehend aus den schon mehrfach erwähnten Silikaten, ferner aus Manganspat mit Magnetit und gelegentlichen feinen Kieseinsprengungen in etwa 30 m Mächtigkeit, 60° SSO fallend, ansteht. Der reichlich vorkommende, zum Teil von Magnetitkörnern durchsetzte Manganspat zeigt dicke, körnige Oxydationskrusten (= „Graphit“ des Tagbaues); den Klüften nach ziehen sich schöne Manganerztrümer an verschiedenen Stellen in die Masse hinein, aber auch hier beschränkt sich der eigentliche Stock von sekundärem Erz auf die Anhöhe.

III. Die Lagerzone im Kopatakagraben.

Am Ostabhang des Valea Borta liegt noch ein alter Bau, in dessen Halden man Manganerzstufen findet, aber schon im nächst-östlichen Graben ist kein Erz aufgeschlossen, und im zweiten Graben östlich des Valea Borta beobachtet man im Streichen der

Lagerzone bloß eine kieselige Einschaltung mit Manganspuren; erst im Kopatakatal trifft man wieder auf ähnliche Bildungen wie im Westen. Hofmann faßt dieses Vorkommen als eine selbständige Einlagerung im Glimmerschiefer auf, weil sie in einem größeren Abstand vom Dolomitzug durchstreicht als z. B. im Frinturagraben; ich erhielt aber den Eindruck, daß diese Abweichung durch die Lagerungsverhältnisse bedingt ist. Der untere Teil des Grabens schneidet durch quarzreiche Glimmerschiefer, erst etwa 0,5 km von der Straße entfernt tritt man am Fuß des rechten Gehänges in die Lagermasse ein, welche ein Stück weit künstlich aufgedeckt ist und ein 30—60° WSW gerichtetes Einfallen zeigt, im Streichen also der Grabenrichtung annähernd folgt und sich auf diese Weise dem von der Aufschlußstelle wohl noch ca. 1000 Schritt entfernten Marmorlager zu nähern scheint — wie weit, läßt sich nicht sagen, weil die weiteren Aufschlüsse verdeckt sind. Jedenfalls liegt bei der großen Übereinstimmung dieser östlichsten Lagerpartie mit der westlichen kein zwingender Grund vor, an der Zusammengehörigkeit beider zu zweifeln.

Die silikatische Lagermasse besteht nach den Studien von C. v. John aus dem schon mehrfach erwähnten Gemenge manganhaltiger Mineralien: Dannemorit, Knebelit, Spessartin, welche gleichzeitig miteinander zur Ausscheidung gelangten; Apatit ist in wechselnden Mengen vorhanden und mitunter in mikroskopischen Schnürchen angeordnet. Kieseinsprengungen sind nicht selten zu beobachten. Eines von den mitgebrachten Stücken besteht aus jenem innigen, parallelstreifigen Gemenge von Magnetit mit Manganspat, welches von den westlichen Aufschlüssen beschrieben wurde. Sehr interessant ist das Verhalten zwischen Manganspat und Silikaten an den Aufschlüssen. Man sieht stellenweise kleine Felspartien von Spat mit mehr als 1 m Durchmesser, welche nur verhältnismäßig wenig Silikat enthalten, aber im Hangenden und Liegenden mit der Masse des letzteren verschmolzen sind; verfolgt man sie dem Lager entlang, so beobachtet man ein allmähliches Aufgehen in den anderen Bestandteilen, wofür sich wieder neue Spatpartien einstellen. Das geologische Auftreten spricht entschieden für die primäre Natur des Karbonats, es ist daher wichtig, daß auch die mikroskopische Untersuchung von Stücken, welche ich aus Grenzregionen beider Mineral-kategorien wählte, zum gleichen Ergebnis führte (vergl. II. Teil). Inmitten der manganhaltigen Masse ist ein der Lagerung parallel gebänderter Quarzit zu beobachten,

welcher hier und da etwas Kies eingesprengt enthält und der Lagerzone in ähnlicher Weise eingeschaltet ist, wie die Glimmerschieferzone 3 in der oberen Etage des Frinturatagbaues.

Das Lager ist von Klüften durchschnitten, welche teilweise ziemlich steil SO fallen, mit ockerigen Manganerzen ausgefüllt sind und anfänglich, als die Aufschlüsse noch kleiner waren, mit der Schichtung verwechselt werden konnten. Jetzt aber läßt sich die letztere schon mit Hilfe der gelegentlichen Bänderung und des Einfallens der Glimmerschiefer des Hangenden sicher bestimmen.

Oberflächlich sind die seit längerer Zeit bloßliegenden Blöcke und Felsköpfe oft mit mehreren zentimeterdicken Krusten guten Manganerzes überzogen, welche durch eine rostig verfärbte Zone von dem beim Zerschlagen zum Vorschein kommenden frischen Kern geschieden sind. Besonders schön und stark entwickelt sind die Oxydationskrusten an den Spatpartien, während sie an den silikatischen oft noch Hornblendereste und dergl. enthalten.

Größere, stockähnliche Vorkommnisse von Braunstein, wie sie zwischen Valea Frintura und Borta anstehen, fehlen den Aufschlüssen im Kopatakagraben, wieder ein Hinweis darauf, daß die vollständige Umsetzung der ursprünglichen Bestandteile verhältnismäßig langsam vor sich ging und in den Gräben mit der Erosion nicht Schritt halten konnte. — Trotz der geringen Menge direkt versendbarer Erze könnte die Lagerstätte im Kopatakagraben unter günstigen Verhältnissen doch eine praktische Verwendung zulassen, wenn die Manganspäte, welche nach der Analyse eine gute Zusammensetzung zeigen, von den Silikaten getrennt gewonnen, geröstet und hierauf noch von dem eventuell hineingeratenen tauben Material befreit werden.

Die Analyse eines frischen Manganspats vom Kopatakagraben durch C. v. John ergab außer 3,07 Proz. in Salzsäure unlöslichen silikatischen Bestandteilen 39,06 Mn O 11,88 Fe O, 3,94 Ca O, 3,42 Mg O, welche ganz vorwiegend an Kohlensäure gebunden sind (eine direkte CO₂-Bestimmung wurde nicht ausgeführt), wenn auch anzunehmen ist, daß ein kleiner Teil davon aufgeschlossenem Knebelit entspricht und daher beim Rösten nicht als Oxyd erhalten wird, sondern als Silikat bleibt; wäre letzteres nicht der Fall, so würde man beim völligen Rösten ein Produkt mit über 49 Proz. metall. Mn erhalten, so aber muß der Betrag etwas kleiner ausfallen.

Nach der Angabe von Pošepny (in Hauer und Stache: Geol. v. Siebenbürgen S. 375) bestand früher ein Bergbau bei Kopataka, „wo eine Eisenhütte mit einigen Stückofen bestand und zu der ungarischen Benennung des Ortes (Kopataka = Hüttenbach) und der rumänischen Kufoja (Blasebalg) Veranlassung gab“. Ob hierbei Erze aus dem eben beschriebenen Lager — vielleicht einem jetzt durch Vegetation etc. verhüllten Teil desselben — Verwendung fanden, läßt sich aus dieser Angabe nicht entnehmen.

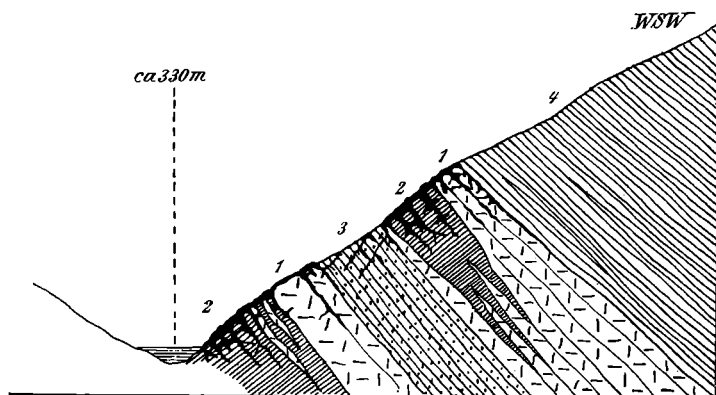
Zusammenfassung und genetische Folgerungen.

Das Manganeisenerzvorkommen, welches im Hangenden des Marmorzuges von Macskamező dem gegen den Laposfluß fallenden Glimmer-

zum Ausdrucke kommt, wo Bänder von verschiedenen Bestandteilen, z. B. Magnetit oder Manganspat mit Silikaten, abwechseln. An manchen Aufschlüssen ist auch eine Einschaltung von Glimmerschiefer in der Lagerzone vorhanden.

Unter dem oxydierenden Einflusse der Luft und der Tageswässer ist aus den ursprünglichen Lagermineralien eine sekundäre Lagerstätte hervorgegangen, welche entsprechend ihrer Entstehungsart gegen unten auskeilt und die einzelnen Stadien des Umwandlungsprozesses deutlich beobachten läßt.

Der Manganspat lieferte wegen seines relativ geringeren Eisengehaltes vorwiegend Braunstein, welcher auch die noch erhaltenen Kerne des Mutterminerals in dicken Oxyda-



1. Silikatische Lagermasse. 2. Manganspat (gelegentlich mit Magnetitbändern), mit den Silikaten durch Übergangszonen oder durch dünn-schichtigen Wechsel verbunden. 3. Quarziteinschaltung. 4. Glimmerschiefer.

Die Oxydationskrusten von Braunstein und Limonit sind schwarz angedeutet.

Fig. 101.

Schematisches Profil eines Aufschlusses der Lagerzone im Kopatakagraben (rechte Seite).

schiefer parallel eingeschaltet ist, hat seine Hauptentwicklung in dem über 700 m langen westlichen Teile der Lagerzone, besonders zwischen dem Valea Frintura und Borta; von geringerer Ausdehnung und Bedeutung ist der östliche Abschnitt, welcher im Kopatakagraben aufgeschlossen ist. Bei der Betrachtung ist zu unterscheiden zwischen der krystallinen Lagermasse und den sekundären Umwandlungsprodukten. Erstere besteht aus Mn-Fe-haltigen Silikaten (nach den Untersuchungen von C. v. John: Dannemorit, Knebelit, Spessartin) zusammen mit Lagen und Putzen von Manganspat, lokal — so besonders im Valea Frintura und Borta — auch von Mangan-Magnetit; Apatit tritt zusammen mit den Silikaten auf, Kieseinsprengungen sind in geringen Mengen vorhanden. Die Lagermasse besitzt meist eine deutliche Schichtung, welche besonders dort

tionskrusten (meist aus Manganit und Pyrolusit bestehend) umgibt. Wo Magnetit mit Manganspat oder anderen Mn-Mineralien gemischt vorkommt, ist entweder Limonit neben Braunstein entstanden, oder es ist ein Teil des Magnetits der Höheroxydation entgangen, während der Spat derselben ganz zum Opfer gefallen ist: das Resultat ist dann ein verhältnismäßig eisenreiches, auf die Magnetnadel kräftig einwirkendes Pyrolusiterz. Die Silikate wurden bei der Verwitterung förmlich aufgeschlossen, die Kieselsäure ist als Quarz oder eine Art Jaspis abgeschieden, und der größere Teil des Fe-Mn-Gehaltes in Oxyde (Hyperoxyd) oder Hydroxyde übergeführt; die Manganerze durchziehen dabei die ockerigen Eisensteine als Krusten, welche offenbar aus Lösungen abgeschieden wurden und oft eine gestrickte Oberfläche zeigen. Der Phosphor- und Schwefelgehalt des

sekundären Erzes ist in der Regel sehr gering, es wurden also die Zersetzungsprodukte von Kies und Apatit bis auf unbedeutende Reste ausgelagert.

In mineralogischer Beziehung bemerkenswert sind die ziemlich seltenen Vorkommnisse von Barytkristallen im Erz, welche wohl auf die Anwesenheit von Ba-Spuren in dem Muttergestein schließen lassen. — Die Beschaffenheit der oxydischen Manganerze ist eine wechselnde: neben dem meist vorherrschenden, teilweise sehr hochprozentigen Pyrolusit trifft man hier wie auch in anderen Lagerstätten dieser Art Psilomelan und Manganit an.

Die Höheroxydation des Ausbisses der Lagerstätte reicht jedenfalls bis in entfernte geologische Zeiträume zurück, denn auf den Schichtköpfen des Glimmerschiefers, dem sie eingeschaltet ist, liegen flach die sandigen und konglomeratischen Basisbildungen des Eocäns, es muß also der obere Teil des Lagers den Einwirkungen der Atmosphären schon in vortertiärer Zeit ausgesetzt gewesen sein. Auch zeigt sich die sekundär gebildete Erzmasse stellenweise von Tangentialbewegungen betroffen, welche zeitlich jedenfalls mit den Faltungen des Tertiärs zusammenhängen. Die Unregelmäßigkeit des Lagerausbisses führt sich also zum Teil auf tektonische Vorgänge zurück, zum Teil aber jedenfalls auch auf chemische Umlagerungen und damit verbundene Materialverluste. Daß die Hauptmasse der sekundären Erze verhältnismäßig alten Ursprungs ist, kann man auch daraus folgern, daß die Gräben, welche die vorher dem Frinturagebirge aufliegende Tertiärdecke erodierten und bis auf einige Reste entfernten, auch die Brauneisen-Limonitkappe des Erzzeuges durchschnitten und bis in die unzersetzte Region eindringen; in diesem Sinne ist Hofmanns Angabe zu modifizieren, daß die Lagermasse auf der Höhe des Rückens zwischen Valea Frintura und Borta zu 40–50 m Mächtigkeit anschwillt (inkl. der tauben Schiefermittel) und in der Sohle der beiderseitigen Gräben zu wenigen Metern herabsinkt.

Wenn wir uns der Betrachtung der alten, kristallinen Lagermasse zuwenden, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß wir in ihr den Typus eines regional-metamorphen Erzvorkommens vor uns haben, wie er im Urgebirge an vielen Stellen ohne jeden Zusammenhang mit der Verbreitung von Intrusivgesteinen vorkommt. Meiner Ansicht nach handelt es sich in diesem speziellen Falle um eine ursprüngliche Sedimentärlagerstätte. So mannigfaltig die mineralogische Zusammen-

setzung ist, zeigen doch die wichtigsten Gemengteile in bezug auf die Elemente, aus welchen sie bestehen, eine große Einförmigkeit: es erscheinen Mn-Fe-haltige Silikate, Karbonate und Oxyde mit geringen Phosphat- und Eisensulfid-Beimengungen. Ferner bildet die Lagerstätte eine dem Glimmerschiefer parallele Einschaltung, ist im Detail deutlich durch oftmaligen petrographischen Wechsel gebändert und spielt geologisch eine ähnliche Rolle wie der kristallinische Kalk-(Dolomit)-Zug im Liegenden.

Bei einem Vergleiche mit ähnlichen Erzlagern anderer Gebiete liegt es nahe, auf jene Typen einzugehen, welche J. H. L. Vogt in mehreren Arbeiten, zuletzt auch in jener über „Die regional-metamorphisierten Eisenerzlager im nördlichen Norwegen“ (Zeitschrift f. prakt. Geologie. Berlin 1903. S. 24 ff., 59 ff.) besprochen hat.

Die letztgenannten, den einschließenden Schichten vollkommen parallelen Lager von Dunderlandtal und Ofoten verhalten sich als ein gesteinsbildendes Glied der Glimmerschiefer-Marmorgruppe, nehmen an deren Falten teil und bestehen aus willkürlich wechselnden Schichten von chemisch und mineralogisch verschiedenen Bestandteilen. Sie treten in der Nähe von kristallinen Kalkeinlagerungen — jedoch fast immer von ihnen durch Schiefereneinschaltungen getrennt — auf und sind, was Vogt besonders hervorhebt, durch eine auffallende chemische und mineralogische Eintönigkeit ausgezeichnet; andere Schwermetalle als Fe und Mn fehlen mit Ausnahme von Cu-Spuren in der Regel gänzlich, Alkalien sind fast nicht vertreten.

Nach seinen Beobachtungen stellen diese Eisenerzlager Schichten dar und sind ebenso wie die Kalke in Wechsellagerung mit mechanischen Thonschiefersedimenten gebildet, aus welchen durch Metamorphose später die Glimmerschiefer hervorgingen. Vogt verweist auf die große chemische Übereinstimmung von Durchschnittsanalysen dieser Bildungen mit rezenten See-Erzen³⁾ und kommt zu dem Schluß, daß Lager vom Typus der nordnorwegischen, an welche sich auch solche aus anderen Ländern vollkommen anschließen, regional metamorphe chemische Sedimente sind.

Bekanntlich werden in der Gegenwart an vielen Stellen Mn-Verbindungen zu-

³⁾ Vergl. über diesen Punkt auch die ausführlichen Kapitel über die See- und Raseneisenerze in den Werken von Dr. R. Beck: Lehre von den Erzlagern. Berlin 1901. S. 111, und A. Bergeat und A. Stelzner: Die Erzlagern. Leipzig 1904. S. 233 ff.

sammen mit Eisenerz sowohl im Meere als auch in Binnengewässern zum Absatz gebracht — die von Vogt zitierten Analysen schwedischer Seeerze zeigen einen Maximalgehalt von 34,72 Proz. Mn_2O_3 — und die Vorkommnisse sehr mangaureicher regional-metamorpher Sedimentärlager gehören also in die gleiche Kategorie wie die erwähnten, mitunter auch manganhaltigen Eisenerze.

Im Zusammenhange mit dieser Frage möchte ich ein Mangan-Eisenerzvorkommen anführen, welches bei Eisnern in Krain als 1—2 m mächtige Einlagerung in paläozoischen Tonschiefern, in geringer Entfernung über den Devonkalken auftritt. Das Lager ist sicher sedimentär, den Schiefen vollkommen parallel eingelagert, an mehreren weit voneinander entfernten Punkten im gleichen geologischen Niveau aufgeschlossen und durch ganz feine schieferige Zwischenmittel in dünnplattige Schichten geteilt. In unverwittertem Zustande wäre es überhaupt nicht als Erzvorkommen zu erkennen, sondern würde ohne nähere Untersuchung für eine der tonig-kieseligen, dunklen Kalkbänke gehalten werden, welche man auch sonst in den dortigen Tonschiefern antrifft. Bei der Zersetzung entsteht aber ein schwammiger Manganeisenstein mit ausgeschiedener erdiger kieseliger Substanz. Die geringprozentigen SiO_2 - und CO_2 -reichen Erze wurden früher bergbaumäßig gewonnen und in geröstetem Zustande — soweit sie nicht genügend verwittert waren — zusammen mit Bohnerzen vom Kalkplateau der Jelouca (S der Wocheiner Save) im kleinen Hochofen von Eisnern verhüttet. Eine im k. k. Generalproberamt 1872 ausgeführte Analyse eines jedenfalls aus der Oxydationsregion stammenden Erzes vom Nicolaistolln am Wanzovc bei Eisnern, gibt folgende Zahlen:

(Substanz bei 100° C. getrocknet)

	Proz.	
SiO_2 . . .	13,66	
Al_2O_3 . . .	4,78	
Fe_2O_3 . . .	16,14	(11,3 Fe)
Mn_2O_3 . . .	5,00	} 29,34 Mn
MnO_2 . . .	40,90	
CuO . . .	0,047	
CaO . . .	5,87	
MgO . . .	1,53	
P_2O_5 . . .	2,22	(0,97 P)
SO_2 . . .	0,12	(0,05 S)
$CO_2 + H_2O$. . .	9,43	
	99,697	

Es sind also im wesentlichen die gleichen Bestandteile vorhanden wie im Lager von Macskamezö, und es liegt nahe, anzunehmen, daß letzteres ursprünglich als ein chemisches Sediment vorlag, welches mit der besprochenen Einlagerung in den Tonschiefern

von Eisnern große Ähnlichkeit hatte⁴⁾. Bei der allgemeinen Metamorphose der ganzen Schichtmasse gliederte sich das amorphe Grundmaterial in eine Anzahl krystallinischer Mineralsubstanzen, in deren oft lagenweise wechselndem Mischungsverhältnis bis zu einem gewissen Grade wohl die verschiedene Verteilung der Stoffe im ursprünglichen Schichtmaterial zum Ausdruck kommt. Es müssen schon bei der Ablagerung bald kieselsäurehaltigere, bald mehr karbonatische, eisenärmere und -reichere Schichten (die gegenwärtigen Magnetitzonen) gebildet worden sein, welche trotz der vor sich gegangenen Regionalmetamorphose den Charakter des Lagers bestimmen. Damit soll keineswegs behauptet werden, daß nicht auch Stoffwanderungen innerhalb der Masse stattfanden: das im großen putzenförmige Auftreten des Manganspats vom Kopatakagraben innerhalb der Silikate, sein nicht immer lagenmäßiges, sondern auch den Klüften folgendes Vorkommen in Magnetit, die Existenz feiner Silikatgänge im Bändermagnetit, die im zweiten Teil erwähnten Apatitaderchen, gehören sicher hierher.

Als Argument gegen den sedimentären Ursprung des Materials könnte man vorbringen, daß in bezug auf Beschaffenheit und Mächtigkeit das Lager innerhalb der bekannten Länge von 2 $\frac{1}{4}$ km Änderungen unterliegt, daß stellenweise ein Auskeilen anzunehmen ist, und vor allem, daß es auf dem Nordwestflügel der großen Antiklinale des Prelukagebirges nicht bekannt ist⁵⁾. Demgegenüber muß aber bemerkt werden, daß auch die unbestritten sedimentären Marmorlager dieser Glimmerschiefergruppe in der Mächtigkeit sehr wechseln, gelegentlich auskeilen, und daß die gleiche Erscheinung auch bei den Chlorit- und Amphibolschieferzügen auftritt, welche nur als fragmentäre Züge nachgewiesen werden konnten. Auch die rezenten Seeerze lagern sich nur strichweise inmitten der normalen Sedimente ein und sind keineswegs als durchziehende Schichten zu verfolgen, ihre Reinheit, ihr Mangan Gehalt wechselt. Es liegt also kein Grund vor, warum nicht der Horizont des

⁴⁾ Eine große Anzahl von hierher gehörigen Beispielen gibt das Buch von A. Bergat und Stelzner: Die Erzlagerstätten. Leipzig 1904, unter der Überschrift „Lager von Manganoxiden, entstanden aus Rhodonit und Mangankieselschiefer“.

⁵⁾ Hofmann erwähnt allerdings, daß sich ähnliche Mangan-Eisenerzvorkommnisse wie jenes von Macskamezö im krystallinischen Gebirge der Preluka an mehreren Stellen finden, führt aber als Beispiele nur die Stelle im Kopatakagraben und einen Punkt westlich von Gropa, letzteren im Liegenden des krystallinischen Dolomit-(Kalk-) Zuges an.

Erzlagern von Macskamezö auf der anderen Seite der Antiklinale durch Glimmerschiefer oder z. B. durch eine der dortigen Hornblendeschiefereinlagerungen ersetzt sein darf, besonders, da er ja auch an den typischen Lokalitäten größtenteils durch Silikate, die hier Mn-haltig sind, repräsentiert ist.

Anhaltspunkte, welche für eine epigenetische Entstehung des Lagers sprechen, liegen nicht vor. An die Verdrängung eines Kalklagers ist nicht zu denken, weil der begleitende Kalkzug keine Spur derartiger Einwirkungen zeigt, und eine solche Lokalisierung des Vorganges undenkbar wäre; ebenso wenig geben die geologischen Verhältnisse Grund zur Vermutung, daß es sich um einen metamorphisierten Lagergang, also die Ausfüllung einer Spalt- oder Zerrüttungszone im Schiefer, handle. Dagegen spricht das Verhalten gegen den letzteren, die Anordnung der Bestandteile, z. B. der besonders im Magnetitlager unzählige Mal wiederholte äußerst feine, parallel-schichtige Wechsel verschiedener, gleichzeitig auskristallisierter Mineralgemenge, und ferner die beständige Wiederkehr weniger, in den Sedimentärbildungen allgemein verbreiteter Stoffe (Fe, Mn, Al, Mg, Ca mit Si O₂, C O₂, O, P₂ O₅, etwas Cl und S): ein Argument, dem Vogt auch bei der Deutung der in vieler Beziehung analogen nordnorwegischen Eisenerzlager einen wichtigen Platz einräumt. Eine befriedigende Erklärung gibt demnach wohl nur die Annahme, daß ein Sedimentärbildung vorliegt, welches gleichzeitig mit der Metamorphose der einschließenden Schichten die Beschaffenheit der krystallinen Lagermasse erhielt und später unter dem oxydierenden Einflusse der Luft und der Tageswässer die sekundären Umwandlungen durchmachte, welche zur Bildung der Braunstein-Limonierzstöcke führten. Es sind also drei Vorgänge zu unterscheiden:

1. Die Ablagerung.
2. Die Regionalmetamorphose.
3. Die sekundäre Umwandlung.

Verwandte Erzlagerstätten der Bukowina.

Außer den bereits bei der Erörterung der genetischen Verhältnisse erwähnten regional-metamorphen Eisenerzlagerstätten sedimentären Ursprungs sind als sehr nahe verwandt mit dem Vorkommen von Macskamezö die Manganeisenerzlager der Umgebung von Jakobeny in der Bukowina hervorzuheben, welche nach

Anm.: Die Jahresproduktion an Braunstein betrug in Jakobeny während der letzten zehn Jahre vor 1903 durchschnittlich 24 000 metr. Zentner, im Jahre 1903 war die Erzeugung 28 352 Zentner.

Br. Walter⁶⁾ quarzigen Glimmerschiefern (nach Uhlig Sericitschiefern) im Liegenden von krystallinen Kalken eingelagert sind, mächtig entwickelt von der Grenze der Moldau über Dorna Watra, Arschitza und Aurata ziehen und wahrscheinlich erst zusammen mit den krystallinen Schiefern unter den jüngeren Sedimentgesteinen verschwinden. In der am besten studierten Grube Arschitza bei Jakobeny liegt über Kieselschiefern eine 50 m mächtige primäre (regional-metamorphe) Lagermasse, welche aus Glimmerhornblendeschiefer in Wechselagerung mit Bänken von feinkörnigem Kieselmangan mit Einsprengungen von Manganspat und Quarz besteht. Walter läßt die Möglichkeit offen, daß das Kieselmangan, wie G. Bischof vermutet, durch sekundäre Prozesse ebenfalls aus Hornblendegesteinen hervorgegangen ist, wodurch sich die Analogie mit dem Lager von Macskamezö noch vergrößern würde. Die heutige Erzlagerstätte im praktischen Sinne ist auch hier durch Verwitterungsprozesse entstanden; sie besteht nach der Beschreibung im Tagbaue aus einer kavernösen Masse von Braunsteinquarz und zersetztem Hornblende-Glimmerschiefer mit Hohlräumfüllungen von mulmigem Brauneisenstein, wobei der Braunstein (Pyrolusit, Wad, Hausmannit) zum Teil bankartig an Stelle des früheren Kieselmangans auftritt, zum Teil als Absatz aus Lösungen die Spalten erfüllt. Das allmähliche Eindringen der sekundären Umwandlungsprozesse in die ältere Lagermasse, welche ihrerseits nach bergmännischen Begriffen überhaupt noch keine Erzlagerstätte vorstellen würde, ist genau dargestellt. Eine Beschreibung der krystallinen Lagerarten ist allerdings noch ausständig, so daß ein auch in dieser Beziehung vollständiger Vergleich mit dem Vorkommen von Macskamezö einstweilen nicht möglich ist.

Walter bemerkt, daß er ganz analoge Manganeisensteinlokalitäten in den krystallinen Schiefern bei Kabolabanya in der Marmaros beobachtete, und vermutet nach der kurzen, in Hauers und Staches Geologie von Siebenbürgen gegebenen Beschreibung, daß auch Macskamezö hierher gehöre.

Zum Schlusse vergleicht er diese Art von Vorkommnissen mit den manganführenden Kieselschiefereinlagerungen in Tonschiefern des rheinischen Paläozoikums, welche gleichfalls sekundäre Braunsteine abscheiden.

II. Mineralogisch-chemischer Teil.

Beschreibung der silikatischen Lagermassen.

Die zur Untersuchung gelangten krystallinen Lagermassen im Glimmerschiefer von Macskamezö, aus denen durch Verwitterungsprozesse die Manganeisensteine hervorgegangen

⁶⁾ Br. Walter: Die Erzlagerstätten der südlichen Bukowina. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt. Wien 1876. XXVI. Band. Seite 372–379.

sind, stammen aus zwei verschiedenen Abschnitten des Lagerzuges:

- a) aus dem östlichen, im Kopataka-Graben,
- b) aus dem westlichen, zwischen Valea Frintura und Borta.

Nach dem Ergebnis der mikroskopisch-chemischen Untersuchung sind folgende Mineralien vertreten:

Manganeisenolivin (Knebelit), Manganhornblende (Dannemorit), Apatit, meist etwas Mangantonerdegranat (Spessartin) und wechselnde Mengen von Manganspat und Magnetit.

Die beiden letzteren treten in manchen Unterabteilungen des Lagers so sehr hervor, daß sie die silikatische Masse in den Hintergrund drängen.

Die von Magnetit freien oder an demselben armen Lagermassen haben im allgemeinen makroskopisch den Habitus krystallinischer Schiefer.

Bei bedeutendem Vorwalten von Knebelit besitzen sie eine dunkel olivgrüngraue Farbe, fettglänzenden Querbruch und erscheinen feinkörnig oder dicht, da sich die einzelnen Individuen von Knebelit voneinander makroskopisch nicht abgrenzen lassen.

In den an Dannemorit reicheren hellfarbigeren Gesteinsvarietäten lassen sich die einzelnen Dannemoritindividuen infolge ihrer ausgezeichnet glänzenden Spaltflächen, die sehr an Schillerspat (Bastit) erinnern, gut voneinander unterscheiden, und je nachdem sie mehr äquidimensional oder langfaserig ausgebildet sind, erscheint das Gestein körnig oder mehr faserig.

Solche extremen Ausbildungsweisen sind aber im allgemeinen selten, meist überwiegt schon äußerlich sichtbar der Knebelit, in dessen Masse seidenglänzende Säulchen oder faserige Aggregate von Dannemorit eingebettet erscheinen.

Der Granat findet sich in den meisten, mit Vorliebe in den dannemoritreichen Partien der Lagermasse.

Er ist stets idiomorph (als Rhombendodekaeder) in kleinen Körnern ausgebildet und unterscheidet sich seinem äußerem Aussehen nach durchaus nicht von dem gewöhnlichen Eisengranat. Seine Menge ist im Verhältnis zu den anderen Gemengteilen immer eine nicht bedeutende.

Der Apatit ist in Form von Körnern vorhanden und bildet entweder allein für sich oder auch mit Knebelit oder Manganspat gemischt mehrere Millimeter dicke weiße Adern.

Der Magnetit kommt in diesem Typus der Lagermassen nur in einzelnen Körnern

vor oder fehlt auch ganz; dasselbe gilt für den Schwefelkies.

Die magnetitreichen Lagerpartien, welche aus dem Tagbau zwischen Valea Frintura und Borta stammen, bilden glasglänzende feinkörnige grauschwarze Massen, die durch zahlreiche parallele ebenflächige, bis 1 mm dicke gelblichweiße Lagen von Knebelit und Apatit mit etwas Manganspat fein gebändert erscheinen. Außerdem liegt aber dieses Erz auch zusammen mit Manganspat von verschiedenen Fundstellen vor.

Gehen wir nun zur mineralogischen und mikroskopischen Beschreibung der einzelnen Mineralien und Gesteinstypen über, wobei wir mit einer kurzen Charakteristik der die silikatischen Lagermassen zusammensetzenden Mineralien beginnen.

Der Knebelit (Manganeisenolivin) erscheint nie in krystallographisch begrenzten Individuen, sondern bildet immer mehr oder weniger große, unregelmäßig geformte Körner, deren Durchmesser zwischen 0,1—3 mm schwankt. Seine Farbe ist im Dünnschliff blaß rötlichgelb. Er zeigt vollkommene prismatische Spaltbarkeit nach 110 und eine ebenso deutliche nach der Längsfläche (010). Die unvollkommene Spaltbarkeit nach der Querfläche (100) äußert sich in einzelnen kurzen groben Rissen.

Vor dem Lötrohr ist der Knebelit schmelzbar und würde nach Kobells Skala etwa die Schmelzbarkeit 4 (Aktinolith) besitzen.

Der Dannemorit (Manganhornblende) erscheint im Dünnschliffe fast regelmäßig in bis 1 cm langen, terminal schilferig ausgebildeten, prismatisch (110) wohl begrenzten, oft nadelförmigen Individuen. Mitunter zeigt sich auch die Querfläche (100) entwickelt. Einige Gesteinsproben lassen eine mehr äquidimensionale Ausbildung des Dannemorits erkennen. Im Schliffe ist er fast farblos mit einem Stich ins schmutzig Hellgelbe. Pleochroismus ist fast nicht wahrnehmbar.

Auffallend ist bei ihm die sehr schön ausgebildete polysynthetische Verzwilligung nach der Querfläche (100). Er zeigt also in Schnitten nach der Längsfläche zwischen gekreuzten Nicols zahlreiche, abwechselnd auslöschende Lamellen, deren größte Auslöschungsschiefe mit 15° bestimmt wurde. In Querschnitten, also senkrecht zur Hauptachse (c), löschen die einzelnen Lamellen natürlich gleichzeitig aus.

Vor dem Lötrohr ist der vorliegende Dannemorit schwer schmelzbar. Nach Kobells Skala würde die Schmelzbarkeit etwa 5 (Orthoklas) betragen.

Der Granat (Spessartin) ist immer idiomorph ausgebildet, und zwar als Rhomben-

dodekaëder. Die Größe der einzelnen Individuen schwankt zwischen 0,5—2 mm. Seine Farbe erscheint im Dünnschliffe blaß rötlich-gelb, sehr ähnlich der des Knebelits. Er ist immer frei von Einschlüssen.

Vor dem Lötrohr ist er sehr gut schmelzbar und würde nach Kobells Skala etwa zwischen 3 und 4 (Almandin-Aktinolith) zu stellen sein.

Die übrigen Bestandteile der silikatischen Lagermassen wie Apatit, Manganspat, Magnetit und Schwefelkies geben zu keinen besonderen Bemerkungen Anlaß, indem sie die gewöhnliche Ausbildung dieser Mineralien zeigen.

Wenden wir uns nun zur Beschreibung der Struktur und der verschiedenen Ausbildungsweisen der silikatischen Lagerpartien.

Aus der Struktur der von Magnetit freien oder an demselben sehr armen Lagermassen, die im allgemeinen ebenso wechselnd ist wie das Mengenverhältnis der einzelnen Bestandteile, geht mit großer Sicherheit hervor, daß sich alle Gemengteile wie Knebelit, Dannemorit, Apatit und Manganspat gleichzeitig gebildet haben; höchstens für den Granat kann man eine relativ frühere Bildung gelten lassen, da er, wie schon gesagt, immer idiomorph ausgebildet erscheint und in den anderen Silikaten der Lagermasse als Einschuß auftritt.

Der Dannemorit findet sich häufig sowohl in einzelnen größeren als auch in zahlreichen kleinen gleich orientierten Säulchen als Einschuß im Knebelit, wie umgekehrt wieder Körner des letzteren als Einschlüsse im Dannemorit vorkommen.

Eine häufige Erscheinung ist auch die mikropegmatitartige Verwachsung ungefähr gleich großer Knebelit- und Dannemorit-Individuen.

In sehr Dannemorit-reichen Gesteinsproben erscheint der Knebelit als körnige Füllmasse zwischen den einzelnen Dannemoritindividuen ausgebildet.

Wie sich schon makroskopisch keine scharfe Grenze zwischen dem Manganspat und den silikatischen Lagermassen ziehen läßt, sondern ein, wenn auch schnell erfolgender Übergang vorhanden ist, so zeigt sich auch im Dünnschliffe von Handstücken, welche der Grenze beider entnommen wurden, ein allmählicher Übergang des Manganspats in die silikatischen Lagermassen durch allmähliche Aufnahme der die letzteren zusammensetzenden Bestandteile.

Noch deutlicher als durch das Vorhandensein einer Mischzone wird die gleichzeitige Bildung des Manganspats mit den Bestandteilen der silikatischen Lagermassen dadurch

bewiesen, daß an der Grenze einzelne größere Knebelitindividuen (von etwa 3 mm Durchmesser) infolge außerordentlich zahlreicher Einschlüsse von Manganspat ausgezeichnete Siebstruktur zeigen.

Solche einschlußreichen Knebelitindividuen erinnern im Bilde an den Sandstein von Fontainebleau, wobei dem Kalkspat hier der Knebelit, dem Quarz der Manganspat entspricht.

Der Apatit tritt sowohl in dünnen, vermutlich der primären Schichtung entsprechenden Lagen als auch in Adern, die die silikatischen Lagermassen unregelmäßig durchsetzen, oder endlich in unregelmäßig dem Gestein eingestreuten Körnern auf.

Wo er größere Partien, ohne Beimengung anderer Bestandteile, bildet, zeigt er im Dünnschliff eine zellige Struktur (Pflasterstruktur).

Die dünnen Apatitkörnerlagen scheiden sich gewöhnlich nicht scharf von den sie umgebenden Knebelitmassen ab, sondern gehen meist durch eine Mischzone, ein körniges Knebelit-Apatitgemenge, in die apatitfreien Gesteinsmassen über.

Die magnetitreichen, makroskopisch feinkörnigen, im Handstück dem Auge bis auf die weißgelblichen feinen Lagen fast nur aus Erz zusammengesetzt scheinenden Lagermassen vom Frintura-Tagbau weisen unter dem Mikroskop eine bedeutend geringere, kaum die Hälfte des Gesteins betragende Menge von Magnetit auf.

Über die Hälfte der Gesteinsmasse besteht aus vorwaltendem Knebelit und weniger Apatit. Die schwarze Farbe des Gesteins rührt von der feinen Durchmischung mit Magnetit her.

Das ganze Gestein ist ideal schön körnig entwickelt. Die Korngröße schwankt zwischen 0,1—0,5 mm. Die erstere ist besonders beim Apatit, die letztere vorwiegend beim Knebelit und Magnetit entwickelt.

Die schon bei der makroskopischen Beschreibung erwähnte sehr feine Bänderung tritt im Dünnschliffe sehr deutlich hervor. Sie entsteht durch schichtenweises Wechseln von magnetitreichen mit knebelit- und apatitreichen Lagen. Einzelne dünne Schichten bestehen nur aus Knebelit oder nur aus Apatit, andere aus einem körnigen Gemenge von beiden.

Vollständig der ganzen Ausdehnung nach aus Magnetit bestehende Lagen trifft man nicht, sondern der Magnetit bildet in den erzeichsten Lagen die körnige Zwischenmasse schütter zerstreuter polygonaler Knebelitkörner, wobei seine Individuen etwa dieselbe Größe haben wie die Knebelit-

körner. Verhältnismäßig selten trifft man auch lokale Anhäufungen von Magnetitkörnern.

Ganz vereinzelt finden sich in diesen Massen auch Manganspatkörner.

Der Mangangehalt aller dieser silikatischen Lagermassen verrät sich schon makroskopisch durch schwarze, an der Gesteinsoberfläche oder auf Klüften auftretende Verwitterungskrusten.

Die für die mikroskopische und chemische Untersuchung verwendeten Gesteinsproben waren absolut frisch und zeigten keine Spur von Zersetzung.

Chemische Untersuchung der silikatischen Lagermassen.

Die im vorstehenden beschriebenen silikatischen Lagermassen wurden einer genauen chemischen Analyse unterzogen, welche im allgemeinen in folgender Weise durchgeführt wurde.

Es wurde, da wegen der gegenseitigen Verwachsung der beiden Hauptbestandteile (Knebelit und Dannemorit) eine Isolierung der einzelnen Mineralien auf mechanischem Wege nicht möglich war, eine solche auf chemischem Wege versucht, die überraschend gut gelang.

Zur Untersuchung, welche hauptsächlich die Feststellung der chemischen Zusammensetzung des Knebelits und Dannemorits zum Zwecke hatte, wurden granatfreie Partien der Lagermassen ausgesucht, um die Berechnung der einzelnen Bestandteile leichter zu ermöglichen.

Das feine Pulver dieses ausgesuchten Materials wurde mit mäßig verdünnter Salzsäure in der Wärme behandelt, wobei der Apatit sowie die geringen Mengen von Erz (Magnetit) in Lösung gingen, und der Knebelit vollkommen aufgeschlossen wurde. Die etwa vorhandenen geringen Mengen von Schwefelkies wurden bei der Analyse vernachlässigt.

a) Die salzsaure Lösung wurde dann zur Abscheidung etwa gelöster Kieselsäure abgedampft und das Filtrat nach dieser mit Anwendung der gewöhnlichen chemischen Methoden weiter untersucht.

b) Der in Salzsäure unlösliche Teil, der natürlich den größten Teil der aus dem Knebelit stammenden Kieselsäure enthielt, wurde zur Entfernung der letzteren mit einer Lösung von kohlensaurem Natron in der Wärme behandelt und filtriert. Die Lösung wurde dann mit Salzsäure sauer gemacht und abgedampft, sodann die gewonnene Kieselsäure mit der geringen Menge, die aus der Salzsäurelösung (a) stammte, vereinigt und als „lösliche Kieselsäure“

gerechnet, welche naturgemäß als die im Knebelit gebunden gewesene angenommen wurde.

Der Rest, der nach der Behandlung mit kohlensaurem Natron übrig blieb, wurde gut ausgewaschen und seine chemische Zusammensetzung bestimmt.

Dieser Rest konnte wohl als die in der Lagermasse vorhandene Hornblende (Dannemorit) angesehen werden.

Eine Probe der silikatischen Lagermassen vom Kopatakagraben, die absolut granatfrei war und nach der mikroskopischen Untersuchung außer vorwaltendem Knebelit und ziemlich viel Dannemorit sowie Apatit nur sehr geringe Mengen von Erz (Magnetit und Schwefelkies) enthielt, ergab bei ihrer chemischen Untersuchung, die in der vorstehend angegebenen Art durchgeführt wurde, folgende Resultate:

In Salzsäure unlösliche Teile nach der Behandlung mit kohlensaurem Natron . .	14,85 Proz.	
Lösliche Kieselsäure . . .	21,05	In Salzsäure löslich
Phosphorsäure	5,16	
Tonerde	0,24	
Eisenoxydul	32,64	
Manganoxydul	18,04	
Kalk	7,06	
Magnesia	1,03	
Kali	0,12	
Natron	0,16	
Chlor.	0,12	
Schwefel	0,12	
	100,59 Proz.	

Hier sei gleich erwähnt, daß eine Probe auf Fluor ein negatives Resultat ergab, so daß der in den Lagermassen auftretende Apatit jedenfalls ein Chlorapatit ist.

Die in Salzsäure unlöslichen, mit kohlensaurem Natron behandelten Teile (14,85 Proz.) ergaben bei ihrer chemischen Untersuchung, bezogen auf die ursprüngliche Substanz, folgendes Resultat:

Kieselsäure	7,36 Proz.
Tonerde	0,08
Eisenoxyd	0,16
Eisenoxydul	3,79
Manganoxydul	1,61
Kalk	0,44
Magnesia	1,43
Kali	0,03
Natron	0,04
	14,94 Proz.

Berechnet man aus den gegebenen Analysen die Gesamtzusammensetzung der vorliegenden silikatischen Lagermasse von Kopataka, so findet man:

Kieselsäure	28,41 Proz.
Phosphorsäure	5,16
Tonerde	0,32
Eisenoxyd	0,16
Eisenoxydul	36,43
Manganoxydul	19,65

Kalk	7,50 Proz.
Magnesia	2,46 -
Kali	0,15 -
Natron	0,20 -
Chlor	0,12 -
Schwefel	0,12 -

100,68 Proz.

Eine direkte Eisenoxydulbestimmung ergab 36,28 Proz., so daß man im löslichen Teil wohl das ganze Eisen als Eisenoxydul annehmen darf.

Ermittelt man für die vorhandenen 5,16 Proz. Phosphorsäure, die man wohl gesamt als im Apatit vorhanden annehmen kann, den entsprechenden Anteil an Kalk (für 40,92 Phosphorsäure — 53,80 Kalk), so findet man 6,78 Proz. Kalk, also mit Einrechnung des gefundenen Chlorgehaltes von 0,12 Proz. 12,06 Proz. Apatit.

Die berechnete Menge von Kalk (6,78 Proz.) ist natürlich von dem in Salzsäure löslichen Kalk (7,06 Proz.) abziehen, so daß bloß 0,28 Proz. Kalk übrig bleibt, der an der Zusammensetzung des Knebelits Anteil hat.

Berechnet man nun die Atomverhältniszahlen der noch übrig bleibenden, in Salzsäure löslichen Bestandteile und der löslichen Kieselsäure, so findet man:

Atomverhältniszahlen			
Kieselsäure . . .	21,05:60	0,3508	
Manganoxydul . .	18,04:70,8	0,2548	
Kalk	0,28:56	0,0050	0,2856
Magnesia	1,03:40	0,0258	

Um auf die Formel des Knebelits resp. des Olivins im allgemeinen: $R_2 Si O_4$ oder $(RO)_2 \cdot Si O_2$, zu kommen, würde also so viel Eisenoxydul benötigt werden, als der Differenz der doppelten Atomverhältniszahl der Kieselsäure und der Atomgewichtszahl der schon in Rechnung gestellten Monoxyde entspricht, das ist

$$2(0,3508) - 0,2856 = \\ 0,7016 - 0,2856 = 0,4160.$$

Dieser Atomverhältniszahl entspricht 29,95 Proz. Eisenoxydul (29,95:72 = 0,4160).

Es ist also im vorliegenden Gestein enthalten 70,35 Proz. Knebelit, bestehend aus

Kieselsäure	21,05 Proz.
Manganoxydul . . .	18,04 -
Eisenoxydul	29,95 -
Kalk	0,28 -
Magnesia	1,03 -

70,35 Proz. Knebelit.

Die vorliegenden, den Knebelit zusammensetzenden Bestandteile, auf die Summe 100 umgerechnet, geben folgende prozentische Zusammensetzung des Knebelits:

		Theoretische Zusammen- setzung des Knebelits
Kieselsäure	29,92 Proz.	29,56 Proz.
Manganoxydul . . .	25,64 -	34,97 -
Eisenoxydul	42,57 -	35,47 -
Kalk	0,40 -	—
Magnesia	1,47 -	—
	100,00 Proz.	100,00 Proz.

Der vorliegende Knebelit ist demnach als ein ziemlich eisenreicher zu bezeichnen.

Gehen wir jetzt zur Berechnung des in Salzsäure unlöslichen und unzersetzbaren, also des dem Dannemorit entsprechenden Teiles der Lagermasse über, so findet man bei Umrechnung der Bestandteile der 14,85 Proz. betragenden Menge desselben auf 100, unter Vernachlässigung der geringen Mengen von Alkalien, folgende prozentische Zusammensetzung des Dannemorits:

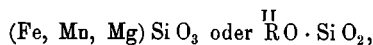
Kieselsäure	49,58 Proz.
Tonerde	0,53 -
Eisenoxyd	1,05 -
Eisenoxydul	25,50 -
Manganoxydul . . .	10,81 -
Kalk	2,93 -
Magnesia	9,60 -

100,00 Proz.

Daraus berechnen sich die Atomverhältniszahlen wie folgt:

	Atom- gewichte	Quotienten
Kieselsäure	49,58:60	0,8263
Tonerde	0,53:102,6	0,0052
Eisenoxyd	1,05:160	0,0066
Eisenoxydul	25,50:72	0,3542
Manganoxydul . . .	10,81:70,8	0,1527
Kalk	2,93:56	0,0523
Magnesia	9,60:40	0,2400
	100,00	0,7992

Es paßt also auf diese Hornblende sehr gut die Formel des Dannemorits:



worin R vornehmlich durch Mangan, Eisen und Magnesia vertreten ist.

Speziell sehr gut stimmt die chemische Zusammensetzung überein mit Weibulls Silfbergit (Öfv. Akad. Stockh. 1884. 41. Nr. 9. 24 und Geol. Förh. 1883. 6. 499) und Igelströms Hillängsit (Bull. soc. min. Paris 1884. 7. 232), welche beide nur als Varietäten des Dannemorits bezeichnet werden müssen.

Fassen wir die mineralogische Zusammensetzung, berechnet aus der chemischen Analyse, zusammen, so besteht die untersuchte Probe 1 der silikatischen Lagermasse vom Kopatakgraben aus:

Knebelit	70,35 Proz.
Dannemorit	14,81 -
Apatit	13,13 -
	98,29 Proz.

und geringen Mengen von Magnetit und Schwefelkies.

Eine zweite Probe einer silikatischen Lagermasse vom Kopatakagraben, die schon äußerlich bedeutend mehr Dannemorit enthielt, wurde in derselben Weise untersucht wie die vorstehende und hierbei folgende Resultate gefunden, wobei auf die in geringer Menge vorhandenen Alkalien und auf Schwefel keine Rücksicht genommen ist:

In Salzsäure unlösliche Teile, nach Behandlung mit kohlen- saurem Natron (Dannemorit)	34,85 Proz.
Lösliche Kieselsäure	17,45 -
Phosphorsäure	2,40 -
Tonerde	0,60 -
Eisenoxydul	26,83 -
Manganoxydul	13,44 -
Kalk	3,56 -
Magnesia	1,29 -
	100,42 Proz.

Die in Salzsäure und kohlensaurem Natron unlöslichen Teile (34,85 Proz.) ergaben bei der Analyse, auf die ursprüngliche Substanz berechnet:

Kieselsäure	17,07 Proz.
Tonerde	0,20 -
Eisenoxyd	0,62 -
Eisenoxydul	9,93 -
Manganoxydul	3,40 -
Kalk	0,75 -
Magnesia	2,94 -
	34,91 Proz.

Aus diesen Analysen ergibt sich die Gesamtzusammensetzung, wie folgt:

Kieselsäure	34,52 Proz.
Phosphorsäure	2,40 -
Tonerde	0,80 -
Eisenoxyd	0,62 -
Eisenoxydul	36,76 -
Manganoxydul	16,84 -
Kalk	4,31 -
Magnesia	4,23 -
	100,48 Proz.

Eine direkte Eisenoxydulbestimmung ergab 36,90 Proz. Es ist also auch hier das lösliche Eisen als Oxydul vorhanden.

Wenn man nun für 2,40 Proz. Phosphorsäure den zur Bildung von Apatit nötigen Kalk berechnet, so findet man (40,92 P_2O_5 entspricht 53,80 CaO) 3,16 Proz. Kalk, also etwa 5,56 Proz. Apatit.

Rechnet man nun so wie früher die Atomgewichtszahlen für den löslichen Teil und für die lösliche Kieselsäure, so findet man:

Kieselsäure	17,45 : 60	0,2908	doppelt	0,5816
Manganoxydul	13,44 : 70,8	0,1900		
Kalk	0,40 : 56	0,0071		0,2294
Magnesia	1,29 : 40	0,0323		

und für Eisenoxydul nach der früher angegebenen Berechnungsweise

Eisenoxydul	25,36 : 72	0,3522
		57,94 Proz. Knebelit.

Berechnet man die durch die chemische Analyse gefundenen Bestandteile des Knebelits auf die Summe 100, so findet man:

Kieselsäure	30,12 Proz.
Manganoxydul	23,20 -
Eisenoxydul	43,77 -
Kalk	0,69 -
Magnesia	2,22 -
	100,00 Proz.

Es liegt hier so wie im vorigen Falle ein eisenreicher Knebelit vor, der mit der chemischen Zusammensetzung des früheren genügend gut übereinstimmt, um als identisch mit demselben bezeichnet werden zu können.

Der in Salzsäure und kohlensaurem Natron unlösliche Teil (Dannemorit), dessen chemische Untersuchung schon oben, auf die ursprüngliche Substanz bezogen, angegeben wurde, hat folgende prozentische Zusammensetzung, wie sie durch die Analyse direkt gefunden wurde:

	Atom- gewichte	Quotienten
Kieselsäure	48,98 : 60	0,8163
Tonerde	0,56 : 102,6	0,0055
Eisenoxyd	1,79 : 160	0,0112
Eisenoxydul	28,50 : 72	0,3958
Manganoxydul	9,75 : 70,8	0,1377
Kalk	2,15 : 56	0,0384
Magnesia	8,45 : 40	0,2113
	100,18	0,7832

Das Verhältnis des Quotienten der Kieselsäure zu der Summe der Quotienten der Monoxyde ist auch hier wie bei der vorigen Analyse des Dannemorits annähernd 1:1, so daß die dort gegebene chemische Formel sich auch hier bestätigt.

Fassen wir auch bei Probe 2 vom Kopatakagraben den mineralogischen Bestand, berechnet nach der chemischen Analyse, zusammen, so finden wir:

Knebelit	57,94 Proz.
Dannemorit	34,85 -
Apatit	5,56 -
	98,35 Proz.

und geringe Mengen von Erz.

Um auch eine silikatische Lagermasse von einer anderen Lokalität in ihrem mineralogischen und chemischen Bestand mit der vom Kopatakagraben zu vergleichen, wurde das Vorkommen vom Frinturatabau, welches mikroskopisch vollkommen dem vom Kopatakagraben entspricht, chemisch in der beschriebenen Weise untersucht und hierbei folgendes Resultat gefunden:

Unlösliche Teile (Dannemorit)	12,10 Proz.
Lösliche Kieselsäure	25,54 -
Phosphorsäure	0,70 -
Tonerde	1,13 -
Eisenoxydul	35,45 -
Manganoxydul	20,49 -
Kalk	2,90 -
Magnesia	1,56 -
	99,87 Proz.

Die dem Dannemorit entsprechenden 12,10 Proz. ergaben bei der chemischen Analyse, auf die ursprüngliche Substanz berechnet:

Kieselsäure	5,98 Proz.
Tonerde	Spur
Eisenoxydul	3,48 Proz.
Manganoxydul . . .	1,36 -
Kalk	0,31 -
Magnesia	1,13 -
12,26 Proz.	

Hier wurde von einer Trennung von Eisenoxyd und Eisenoxydul abgesehen, da nur wenig reines Material zur Verfügung stand, und es sich auch nur um eine Vergleichung mit dem genaueren untersuchten Vorkommen vom Kopatakraben handelte.

Die Gesamtzusammensetzung berechnet sich aus den obigen Daten, wie folgt:

Kieselsäure	31,52 Proz.
Phosphorsäure . . .	0,70 -
Tonerde	1,13 -
Eisenoxydul	33,93 -
Manganoxydul . . .	21,85 -
Kalk	3,21 -
Magnesia	2,69 -
100,03 Proz.	

Eine direkte Eisenoxydulbestimmung ergab 39,12 Proz. Das Eisen ist also im löslichen Teil als Oxydul vorhanden.

Dem Gehalt von 0,70 Proz. Phosphorsäure entspricht zur Bildung von Apatit 0,92 Proz. Kalk, so daß etwa 1,62 Proz. Apatit vorhanden sind.

Rechnet man wieder die Atomverhältniszahlen aus den restierenden, in Salzsäure löslichen Bestandteilen und der löslichen Kieselsäure, so findet man:

	Atom- gewichte	Quotienten	
Kieselsäure	25,54 : 60	0,4257	doppelt 0,8514
Manganoxydul	20,49 : 70,8	0,2894	
Kalk	1,98 : 56	0,0354	
Magnesia	1,56 : 40	0,0390	
und nach der schon angegeben Methode			0,8514
Eisenoxydul	35,11 : 72	0,4876	
84,68 Proz. Knebelit.			

Berechnet man nun die oben stehenden Knebelit-Anteile auf 100, so findet man:

Kieselsäure	30,16 Proz.
Manganoxydul . . .	24,20 -
Eisenoxydul	41,46 -
Kalk	2,34 -
Magnesia	1,84 -
100,00 Proz.	

Der Knebelit aus den Lagermassen von Frintura stimmt also vollkommen mit den vom Kopatakraben überein.

Der in Salzsäure und kohlensaurer Natronlösung unlösliche Teil (12,10 Proz.), dessen chemische Zusammensetzung schon angegeben wurde, besteht, auf die Summe 100 berechnet, aus folgenden Bestandteilen:

	Atom- gewichte	Quotienten	
Kieselsäure	48,78 Proz. : 60	0,8130	
Eisenoxydul	28,38 - : 72	0,3942	
Manganoxydul	11,09 - : 70,8	0,1566	
Kalk	2,53 - : 56	0,0452	
Magnesia	9,22 - : 40	0,2305	0,8265
100,00 Proz.			

Die vorstehende Analyse zeigt, daß der Dannemorit aus den silikatischen Lagermassen von Frintura vollkommen dem vom Kopatakraben entspricht.

Die zur Analyse gewählte Probe 3 (silikatische Lagermasse vom Frinturatagbau) besteht also aus

84,68 Proz. Knebelit
12,10 - Dannemorit
1,62 - Apatit

98,40 und geringen Mengen von Erzen.

Der niedrige Gehalt an Apatit ist rein zufällig, denn in anderen silikatischen Lagermassen derselben Lokalität findet er sich in großer Menge.

Aus allen Untersuchungen der silikatischen Lagermassen geht hervor, daß sie immer aus denselben Mineralien bestehen, vornehmlich aus Knebelit und etwas weniger Dannemorit, wozu sich noch in mehr oder weniger bedeutender Menge Apatit gesellt. Dies stimmt auch vollkommen mit dem mikroskopischen Befund überein.

Die magnetitreichen Lagermassen vom Frinturatagbau wurden, besonders um über die Natur der Erze, die wie schon gesagt, etwa die Hälfte des Gesteines bilden, Aufschluß zu erhalten, einer chemischen Untersuchung unterzogen. Eine Probe eines typischen, deutlich gebänderten Stückes ergab bei ihrer chemischen Analyse folgende Resultate:

Kieselsäure	13,26 Proz.
Phosphorsäure . . .	3,76 -
Tonerde	0,20 -
Manganoxyduloxyd	36,08 -
Eisenoxyduloxyd . .	39,10 -
Kalk	6,12 -
Magnesia	0,62 -
99,14 Proz.	

Ferner enthält die Probe noch sehr geringe Mengen von Kohlensäure, Schwefel und Chlor, sowie etwas Wasser.

Von einer Bestimmung des Eisenoxyduls wurde abgesehen, da sich diese wegen des hohen Mangangehaltes nicht exakt durchführen ließ. Es ist jedenfalls ziemlich viel von demselben vorhanden. Ebenso wurde auf eine genauere Untersuchung bezüglich der verschiedenen Oxydationsstufen des Mangans verzichtet, da dieselbe wohl zu viel Mühe gekostet hätte und bei der Vermengung des Erzes mit anderen Mineralien kaum ein brauchbares Resultat erzielt worden wäre, welches eine genaue Bestimmung der verschiedenen, das Erz zusammensetzenden Mineralien gestattet hätte.

Das vorliegende Gestein resp. das darin vorhandene Erz gibt mit Salzsäure Chlor und entwickelt mit neutralem oxalsauren Kali und Schwefelsäure ziemlich viel Kohlen-

säure, enthält also sicher das Mangan teilweise in höheren Oxydationsstufen.

Rechnen wir aus der vorstehenden Analyse zuerst den dem Knebelit entsprechenden Anteil heraus, unter der Annahme, daß der Knebelit der magnetitreichen Lagermassen dieselbe chemische Zusammensetzung hat wie der aus den anderen Lagermassen, was sehr wahrscheinlich ist, da er unter dem Mikroskope ganz dasselbe Aussehen und dieselbe lichte Farbe zeigt, so folgt, wenn man die chemische Zusammensetzung des Knebelits aus den silikatischen Lagermassen von Frintura (30,16 Proz. Kieselsäure, 24,20 Proz. Manganoxydul, 41,46 Proz. Eisenoxydul, 2,34 Proz. Kalk und 1,84 Proz. Magnesia) zugrunde legt, für den Gehalt von 13,26 Proz. Kieselsäure folgender Anteil für Knebelit:

Kieselsäure . . .	13,26 Proz.	
Manganoxydul . .	10,64	- entspr. 11,44 Proz.
Eisenoxydul . . .	18,23	- entspr. 19,58 Proz.
Kalk	1,03	-
Magnesia	0,81	-
43,97 Proz. Knebelit.		

Dem Gehalt von 3,76 Proz. Phosphorsäure entspricht nach dem Verhältnis von 40,92 Proz. Phosphorsäure zu 53,80 Proz. Kalk 4,94 Proz. Kalk, also 8,70 Proz. Apatit.

Zieht man die in Form von Knebelit und Apatit vorhandenen Bestandteile von der Gesamtzusammensetzung ab, wobei natürlich für Mangan- und Eisenoxydul Mangan- und Eisenoxyduloxyd in Rechnung zu stellen ist, so findet man die Zusammensetzung der Erzpationen.

Es resultiert, wenn man Mangan und Eisen als Oxyduloxys berechnet:

Eisenoxyduloxyd . . .	19,52 Proz.
Manganoxyduloxyd . . .	24,64 -
44,16 Proz.	

Rechnet man diese das Erz bildenden Bestandteile auf die Summe 100, so findet man die folgende prozentische Zusammensetzung:

Eisenoxyduloxyd	44,20 Proz.	entspr. 32,01 Proz.
Manganoxyduloxyd	55,80	- Eisen 40,16 Proz.
100,00 Proz.		

Das Erz hat einen rotschwarzen Strich und ist stark magnetisch.

Um ein Urteil über die Beschaffenheit des Erzanteiles zu erhalten, wurde versucht, durch Schlämmen reine Partien zu gewinnen.

Eine chemische Untersuchung dieses an Knebelit und Apatit armen Materials ergab folgende Zusammensetzung:

Kieselsäure	2,45 Proz.
Phosphorsäure	0,23 -
Eisenoxyduloxyd	73,24 -
Manganoxyduloxyd	22,67 -
98,59 Proz.	

Ferner waren noch vorhanden geringe Mengen von Kalk, Magnesia und Wasser sowie Spuren von Chlor und Schwefel. Berechnet man aus dieser Analyse wie früher die dem Knebelit zugehörigen Anteile von Mangan und Eisenoxydul, so findet man für dieselben:

Manganoxydul . .	1,97 Proz.	entsprech. 2,12 Proz.
Eisenoxydul . . .	3,37	- entspr. 3,62 Proz.
Eisenoxyduloxyd		

Diese Mengen, von den durch die Analyse gefundenen abgezogen, geben als Anteil für das Erz:

Eisenoxyduloxyd	69,62
Manganoxyduloxyd	20,55

Das Resultat, auf 100 berechnet, ist:

Eisenoxyduloxyd	77,21 Proz.	entsprechend 55,91
Manganoxyduloxyd	22,79	- entspr. 16,40
100,00 Proz.		

Die Analyse des durch Schlämmen gewonnenen Erzes stimmt also nicht überein mit der Zusammensetzung des Erzes, welche sich durch Rechnung aus der Bauschanalyse der magnetitreichen Lagermassen von Frintura ergibt.

Es läßt sich dies wohl nur so erklären, daß das Erz kein einheitliches ist, sondern ein Gemenge verschiedener Erze vorliegt, die einen wechselnden Mangan- und Eisengehalt haben. Durch das Schlämmen wurden natürlich die eisenhaltigeren Partien, die ein etwas höheres spezifisches Gewicht haben, angereichert und dementsprechend ein höherer Eisengehalt gefunden.

Sicher ist, daß das vorliegende Erz nicht reiner Magnetit ist, sondern neben Eisenoxyduloxyd immer viel von Manganoxyn vorkommt.

Es mag also wohl ein Manganomagnetit vorhanden sein, vielleicht Jacobsit, zu welchem sich noch andere Manganerze wie Psilomelan oder Manganit hinzugesellen. Auf das Vorhandensein der letzteren Mineralien deutet der nachgewiesene Wassergehalt hin.

Um zu sehen, ob die Zusammensetzung der magnetitreichen Lagermassen von Frintura und besonders der Erze im ganzen eine konstante

ist, wurde von einer zweiten Probe derselben Lagermasse eine Analyse durchgeführt, welche folgende Resultate ergab:

Kieselsäure	12,07 Proz.
Phosphorsäure	3,98 -
Tonerde	0,36 -
Manganoxyduloxyd	28,54 -
Eisenoxyduloxyd	47,57 -
Kalk	5,86 -
Magnesia	0,62 -
99,00 Proz.	

Aus dieser Analyse wurde wie oben dem Kieselsäuregehalt entsprechend die Knebelitmenge berechnet und hierbei gefunden:

Kieselsäure	12,07 Proz.
Manganoxydul	9,68 - entsprechend 10,41 Proz.
Eisenoxydul	16,59 - entsprechend 17,82 Proz.
Kalk	0,94 -
Magnesia	0,74 -
40,02 Proz. Knebelit	

Dem Gehalt von 3,98 Proz. Phosphorsäure entsprechen 5,23 Proz. Kalk zur Bildung von 9,21 Proz. Apatit. Es bleibt dann als Anteil für das Erz:

Eisenoxyduloxyd	29,75 Proz.
Manganoxyduloxyd	18,13 -
47,88 Proz.	

oder auf die Summe 100 berechnet:

Eisenoxyduloxyd	62,13 Proz. entsprechend 44,99
Manganoxyduloxyd 37,87 -	entsprechend 27,26
100,00 Proz.	

Es zeigt diese Analyse wieder eine andere chemische Zusammensetzung des Erzes, wodurch die oben erwähnte Ansicht, daß man es mit einem ungleichartigen Gemenge von Eisen- und Manganerzen zu tun hat, eine neue Bestätigung erfährt.

Der Granat, der sich in vielen, aber durchaus nicht in allen Teilen der silikatischen Lagermassen, sowohl im Kopatakagraben als auch im Frinturtagbau, vorfindet, läßt sich, da er fast keine Einschlüsse enthält und auch mit den anderen Mineralien nicht verwachsen ist, mechanisch ziemlich gut ausklauben.

Ein aus den silikatischen Lagermassen vom Kopatakagraben ausgesuchter Granat, der nur durch geringe Mengen von Magnetit verunreinigt war, so daß der gefundene Eisengehalt etwas zu hoch sein dürfte, ergab bei der chemischen Analyse:

Kieselsäure	35,85 Proz.
Tonerde	18,86 -
Eisenoxyd	2,23 -
Eisenoxydul	13,45 -
Manganoxydul	26,68 -
Kalk	2,85 -
Magnesia	0,24 -
100,16 Proz.	

Berechnet man die Atomverhältniszahlen, so findet man:

	Atom- gewichte	Quotienten
Kieselsäure	35,85 : 60	0,5975
Tonerde	18,86 : 102,6	0,1838
Eisenoxyd	2,23 : 160	0,0139
Eisenoxydul	13,45 : 72	0,1868
Manganoxydul	26,68 : 70,8	0,3768
Kalk	2,85 : 56	0,0509
Magnesia	0,24 : 40	0,0060
		0,1977
		0,6205

Aus der vorstehenden chemischen Analyse und Berechnung ist zu ersehen, daß der Granat ein typischer Mangantonerdegranat ist, auf den die Formel für Spessartin $Mn_3 Al_2 Si_3 O_{12}$ oder $(Mn O)_3 \cdot Al_2 O_3 \cdot (Si O_2)_3$ ganz gut paßt, nur ist ein Teil des Mangans durch Eisen vertreten. Das Verhältnis der Quotienten stellt sich für

	Reinere Pyrolusiterze		Eisen- und manganoxyduloxydreichere Varietäten.							
	a	b	c	d	e					
Mn O ₂	75,24	48,37	88,64	57,34	72,29	50,39	70,23	50,98	76,66	52,95
Mn ₃ O ₄	1,19	Mn	1,89	Mn	6,59	Mn	9,51	Mn	6,54	Mn
Fe ₂ O ₃ *)	0,96	(0,67 Fe)	3,50	(2,45 Fe)	17,80	(12,46 Fe)	12,08	(8,46 Fe)	12,90	(9,03 Fe)
Ca O	1,36		0,60		1,20		1,14		1,40	
Mg O	0,12		0,11		0,14		1,67		0,36	
S	0,011		0,011		0,016		0,02		nicht geprüft	
P ₂ O ₅	0,064	(0,028 P)	0,083	(0,036 P)	0,620	(0,271 P)	0,078	(0,034 P)	-	-
H ₂ O	0,52		0,50		0,42		nicht bestimmt		1,20	
Unlöslicher Rückstand	20,06		4,20		0,46		1,26		1,54	
Summe	99,526		99,534		99,536		95,988		100,60	

*) Das Eisen ist teilweise in Form von Magnetit enthalten, wurde aber, da von einer Eisenoxydulbestimmung abgesehen werden mußte, immer als Oxyd in Rechnung gestellt.

Si O₂ : Sesquioxyden : Monoxyden = 3 : 1 : 3,
wobei als Monoxyde vornehmlich Mangan-
oxydul und in etwas geringerer Menge
Eisenoxydul vorhanden sind.

Zum Schlusse bringe ich hier die Analyse des Manganspates, weil dieses Mineral sowohl mit Magnetit zusammen als auch mit den Silikaten eine wichtige Rolle im ganzen Lagerzuge spielt.

schem Boden zu erwerben. Über zwei Jahrzehnte (von 1880—1901) war der Bergwerksbetrieb ganz eingestellt; die Hüttenanlagen und zum Teile auch die Stollen verfielen, bis es endlich einer österreichischen Gesellschaft möglich wurde, die Freischürfe zu beiden Seiten der Pezzea in einer Hand zu vereinigen. Da diese Gesellschaft beabsichtigt, den Bergwerks- und Hüttenbetrieb in dem

[illegible]

*) Die wahre Kohlensäuremenge wird etwas kleiner ausfallen, weil außer Quarz und den unlöslichen Silikaten etwas Knebelit auftritt.

Der Gehalt an metallischem Mangan beträgt 30,25 Proz.

Als Beispiele für die Zusammensetzung des Braunsteins, welcher gemeinsam mit Limonit und Quarz bei der sekundären Umwandlung der älteren Lagermassen entstanden ist und den technisch wichtigsten Teil der Lagerstätte bildet, seien nebenstehende Analysen angeführt.

genannten Gebiete wiederaufzunehmen, und die Vorarbeiten hierzu schon seit längerer Zeit im Gange sind, so dürfte eine kurze Schilderung der in mancher Beziehung sehr interessanten „Miniera di Sagron“ — wie die offizielle Bezeichnung künftighin lauten soll — nicht unwillkommen sein.

Was zunächst die geographische Situation anbelangt, so findet sich, wie schon eingangs bemerkt, das zinnoberführende Gebirge zu beiden Seiten des kleinen, aber reißenden Baches Pezzea, der am Nordabhang des aus Triasdolomit bestehenden Sasso largo entspringt und nach einem kaum 4 km langen Laufe in den Miss mündet, der seinerseits dem Cordevole, einem Nebenflusse der Piave, zueilt. Auf den Karten erscheint das Pezzeatal gewöhnlich als „Valle delle Monache“ bezeichnet, die zahlreichen, über 2000 m hohen Dolomitzinnen verleihen dem in Rede stehenden Gebiete den Charakter einer großartigen Hochgebirgslandschaft. Der Hochgebirgscharakter drückt sich auch in wenig angenehmer Weise darin aus, daß die Valle delle Monache äußerst schwer zugänglich ist. Die einzige Verbindung mit Fiera di Primiero (Seehöhe etwas über 700 m) in Tirol führt über den fast 1400 m hohen Ceredapaß, der bisher für Fuhrwerke jeder Art gänzlich unpraktikabel ist; zu Pferd oder Maultier dauert der Weg von Fiera di Primiero bis zum Quecksilberbergwerk Vallalta-Sagron fast 3 Stunden.

Ein auch nur flüchtiger Blick auf die von E. v. Mojsisovics entworfene geologische Karte der südtirolisch-venezianischen Dolomiten zeigt, daß die Valle delle Monache hart an einer großen, tektonischen Linie gelegen ist, an welcher die paläozoischen und mesozoischen Ablagerungen senkrecht auf ihr Streichen abgeschnitten sind. Am rechten

Die Zinnerlagerstätte von Vallalta-Sagron.

Von

Prof. A. Rzehak-Brünn.

Unter den europäischen Fundstätten von Zinnober wird in größeren Handbüchern der Mineralogie gewöhnlich auch „Vallalta in Venezien“ erwähnt. Wer es jedoch unternimmt, diesen Fundort auf einer Landkarte aufzusuchen, der wird die Entdeckung machen, daß es eine Ortschaft namens Vallalta in den venezianischen Alpen gar nicht gibt! In der Tat enthält nicht einmal die Generalstabkarte des Wiener k. k. militärgeogr. Instituts (Maßstab 1 : 75 000) diesen Namen, der eben bloß für das im Hochtale (valle alta) des die Grenze zwischen Italien und Tirol bildenden Pezzea - Baches gelegene Quecksilberbergwerk eingeführt wurde. Die Erzlagerstätte gehört nur zum Teile nach Italien (Gemeinde Gosaldo, Präfektur Belluno), zum anderen Teile nach Österreich (Tirol, Gemeinde Sagron, Gerichtsbezirk Primiero), ein Umstand, der seinerzeit der Entwicklung des dortigen Bergbaues sehr hinderlich war, da es den italienischen Besitzern (Società Veneta montanistica) nicht gelang, die Freischürfe auf österreichi-

Pezzeaufer stoßen sie direkt an Phyllit an, scheinen aber nach der erwähnten Karte im allgemeinen konkordant gegen Süd einzufallen.

Auch das von E. v. Mojsisovics („Dolomitriffe von Südtirol und Venezien“, S. 435) mitgeteilte Profil läßt relativ einfache Lagerungsverhältnisse erkennen, indem hier die Trias an der Valsugana-Spalte (mit einer sehr unnatürlichen knieförmigen Abwärtsbiegung) abschneidet, während der paläozoische „Verrucano“ eine der von Bruchlinien durchsetzten Phyllitscholle gleichmäßig auflagernde Schichte bildet, die ihrerseits wieder von deckenartig ausgebreitetem Porphy überlagert wird. In Wirklichkeit sind die Lagerungsverhältnisse in Vallalta jedoch durchaus nicht so einfach, indem hier offenbar schon vor der Entstehung der großen Hauptstörungslinien (Valsugana-Spalte und Bruchlinie von Belluno) vielfach untergeordnete, zum Teil wohl mit den Porphy- und Melaphyreruptionen zusammenhängende Komplikationen der Schichtenlagerung eingetreten sind. Darauf deuten die in den Stollen zu beobachtenden Verschiebungen und Verdrückungen, die oft auch noch auf den kleineren Gesteinsstücken als Harnische sich manifestieren; insbesondere ist es aber die an mehreren Stellen sichtbare nordwestliche Fallrichtung der Schichten, welche beweist, daß die Sedimentärlagerungen südlich vom Ceredapasse nur als ein Ganzes betrachtet die Rolle des Südflügels einer Antiklinale spielen, deren Kern eben der Ceredapaß bildet. Der östliche Teil dieser Antiklinale ist wieder von sekundären Störungen so stark betroffen, daß hier, wie oben bemerkt, statt des flachen südlichen Einfallens vielfach ein steiles nordwestliches beobachtet werden kann.

Die oberirdischen Aufschlüsse sind im Tale der Pezzea recht mangelhaft, da eine mächtige Ablagerung von Gesteinschutt die steilen Gehänge bedeckt. In der Nähe der Stollenmundlöcher sieht man bloß an einzelnen Stellen sehr steil einfallenden Phyllit und jenes eigentümliche, vorwiegend aus rötlichgrauen Phyllitbruchstücken bestehende, breccienartige Konglomerat, welches E. v. Mojsisovics in seiner Monographie der „Dolomitriffe von Südtirol und Venezien“ als Verrucano bezeichnet. Dieses Konglomerat ist mit den übrigen, als paläozoisch (permisch) aufgefaßten Ablagerungen in eigentümlicher Weise in den archaischen Phyllit und den mit ihm in Verbindung stehenden Talkschiefer eingekeilt, so daß auf einem durch die ganze Lagerstätte gezogenen Profil Phyllit und Talkschiefer nicht nur im Lie-

genden und Hangenden, sondern infolge der Einfaltung auch innerhalb der paläozoischen Ablagerungen auftreten.

Über die Aufeinanderfolge der bei den Stollenbauten durchfahrenen Gesteine verdanken wir namentlich dem k. k. Bergverwalter J. Trinker (Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst. IX. 1858. S. 442 ff.) und dem verdienstvollen Mineralogen G. vom Rath (Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1864) wertvolle Aufzeichnungen. Diese Aufzeichnungen beziehen sich hauptsächlich auf den heute noch auf nahezu die Hälfte seiner Länge zugänglichen „O'Connor“-Stolln, wobei als wesentlich die Wiederholung gewisser Ablagerungen, insbesondere des Talkschiefers und des sogen. „graphitischen Schiefers“, hervorzuheben ist. Sowohl Trinker als auch G. v. Rath fassen das Zinnobervorkommen von Vallalta als ein „Lager“ auf; nach ersterem erscheint der Zinner im Sandstein, der von rotem Porphy begleitet ist, während der lichte, mit einer „schwarzen, graphitschieferartigen Varietät“ wechselnde Talkschiefer „gleichsam die Hülle der Erz-lagerstätte“ bildet. G. v. Rath betrachtet Vallalta als die äußerste nordöstliche Zunge des die Cima d'Asta umgebenden Schieferzuges von Pergine—Primiero; das Zinnerlager ist seiner Ansicht nach zwischen dem „Graphitschiefer“ und „rotem Glimmersandstein“ eingeschlossen. Ich bemerke hier, daß die bei Trinker und G. v. Rath gebrauchten Gesteinsbezeichnungen weder untereinander noch mit den auf den alten Grubenkarten der „Società Veneta montanistica“ üblichen genau übereinstimmen; dieser auffallende Umstand erklärt sich sehr leicht aus der ganz eigentümlichen Beschaffenheit der die Erz-lagerstätte zusammensetzenden und sie begleitenden Gesteine, die oft so absonderlich aussehen, daß es auch dem geübtesten Pétrographen schwer fällt, für dieselben eine zutreffende Bezeichnung zu finden. So darf man sich z. B. unter der „arenaria rossa“ oder der „arenaria porfirica“ der alten Grubenkarten nicht wirkliche, typische Sandsteine vorstellen, ebensowenig wie der immer wiederkehrende Name „Porphy“ sich — wenigstens meiner Erfahrung nach — auf ein rein vulkanisches, im geschmolzenen Zustande emporgestiegenes Gestein bezieht. Zum Teile dürften diese Gesteine unter den Begriff „Reibungsbreccien“ fallen; die meisten sind jedoch, da sie porphyrischen Detritus enthalten, wohl am richtigsten als teils durch mechanische, teils durch chemische Einwirkung veränderte Porphyrtuffe zu bezeichnen. Insbesondere die chemischen, mit der Bildung des Erzes zu-