

# Ueber einige Nickelerzvorkommen.<sup>1)</sup>

Von H. B. v. Foullon.

Mit Tafel VI und 5 Figuren im Text.

Unsere Kenntniss über die Verbreitung der einzelnen Elemente in der Natur hängt sehr wesentlich von dem Umstande ab, in wie weit wir im Stande sind, sie einfach und schnell eindeutig nachweisen zu können. Für eine Reihe von Elementen brauchen wir freilich heute keine Reactionen mehr, ihr Vorhandensein lässt sich aus anderen Umständen mit Sicherheit ableiten. Ganz allgemein kann man sagen, dass mit der Empfindlichkeit der Reactionen, mit steigender Zulässigkeit des Grades der Verdünnung, in welcher sich ein Element mit anderen gemengt befinden darf, um es noch sicher auffinden zu können, auch „seine Verbreitung wächst“. Wir sehen hiebei, wie eigenthümlich manche Grundstoffe in der Natur vertheilt sind; während man einzelnen von ihnen fast überall in der Lithosphäre begegnet, findet man von ihnen nie grössere Massen oder „Lagerstätten“, während andere weniger häufig, dann aber concentrirter auftreten. Dieses, unserer heutigen Kenntniss entsprechende Verhältniss wird noch mannigfach verschoben werden, je eingehender sich in Zukunft die Untersuchungen gestalten müssen, und thatsächlich ist für einzelne Elemente eine solche Verschiebung in jüngerer Zeit, z. B. durch die von F. v. Sandberger ausgeführten und angeregten Studien schon eingetreten.

In dem Kaliumsulfocarbonat besitzen wir ein Reagens, mit welchem Nickel noch in äusserster Verdünnung eindeutig nachzuweisen ist.

Die grosse Verbreitung des Nickels in den Meteoriten, wo es im Eisen, Olivin und den Pyroxenen immer wieder auftritt, liess ein analoges Vorkommen auf unserer Erde a priori annehmen, und thatsächlich kennen wir nickelhaltige Olivine und aus solchen hervorgegangene Serpentine seit langer Zeit. In sehr geringer Menge tritt es in vielen Pyroxenen auf, und nimmt man gehörige Mengen beliebiger Roheisensorten, so wird man selten vergeblich nach ihm suchen; in vielen ist es ja schon in einem Gramm leicht aufzufinden. Die

<sup>1)</sup> Der wesentliche Inhalt dieser Mittheilung wurde in der Sitzung am 24. März 1891 in einem Vortrage zusammengefasst. Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanstalt 1891. Nr. 6. S. 149.

grosse Menge der Eisenerze enthält also Nickel in „Spuren“, welche im erblasenen Roheisen concentrirt werden, und nachdem man in jüngster Zeit den so bedeutenden günstigen Einfluss auf technisch wichtige Eigenschaften des Eisens, fast kann man sagen „neuerlich“ erkennen lernte, wird man die „Verunreinigung“ durch Nickel gerne willkommen heissen.

Sind Eisenerze, Pyroxene und Olivin auch recht verbreitete Minerale in der festen Erdkruste, so beträgt ihre Menge immerhin einen sehr kleinen Percentsatz derselben, und wäre Nickel ausser in seiner Schwefel- und Arsenverbindung nur noch in ihnen nachweisbar, so wäre seine Verbreitung trotzdem eine untergeordnete. Man kann aber kaum irgend ein „krystallinisches“ oder massiges Gestein hernehmen, in welchem sich Nickel nicht nachweisen liesse, und da es auch in aus Spatheisensteinen erblasenem Roheisen vorkommt, müssen wenigstens manche wässrige Absätze dieses Metall enthalten. Verfolgt man nur oberflächlich das Auftreten des Nickels, so erkennt man bald, dass es zu den verbreitetsten Elementen gehört, hingegen sind „Lagerstätten“ desselben selten und auf verhältnissmässig wenige Punkte der Erde beschränkt.

Die Nickelerzlagerstätten lassen sich in zwei Gruppen theilen; die eine umschliesst die Schwefel- und Arsenverbindungen, die andere jene, in welchen das Nickelsilicat auftritt.

Im Laufe der letzten Jahre hatte ich Gelegenheit, mehrere „Lagerstätten“ kennen zu lernen, und sei hier über die diesbezüglichen Beobachtungen Einiges mitgetheilt.

### Nickelsilicat-Lagerstätten.

Die bedeutendsten Nickelsilicat-Lagerstätten befinden sich bekanntlich auf Neu-Caledonien und weiss man von ihnen lange, dass sie secundärer Natur sind, d. h. bei der Zersetzung von Olivingesteinen gebildet wurden.

Für das Studium der Vorgänge bei dieser Erzbildung ist kaum ein anderer Ort besser geeignet als

### Riddle in Oregon.

F. W. Clarke hat bereits im Jahre 1888 seine Beobachtungen, welche er an den ihm von W. Brown, einem Miteigenthümer des Vorkommens, zur Verfügung gestellten Stufen machte, veröffentlicht<sup>1)</sup>.

Ueber die Lage des Erzvorkommens macht der genannte Autor keine weiteren Mittheilungen, als dass sie bei Riddle und dieses im Douglas-County, liegen. Obwohl ich das ganze Erzvorkommen an Ort und Stelle studirte, bin ich doch auch nicht in der Lage, die Oertlichkeiten, welche durch Schürfe aufgeschlossen sind, genau zu fixiren, einerseits weil es an einer entsprechenden Karte mangelt, andererseits war zur Zeit meiner Anwesenheit (September 1890) die ganze Gegend in Folge grosser Waldbrände in Dunst und Rauch gehüllt, so dass

<sup>1)</sup> F. W. Clarke: Some nickel-Ores. American journal of science. B. XXXV, 1888. S. 483–488.

man in der Regel nur 150—200 Meter weit, und einmal gegen Abend vielleicht bis gegen 500 Meter Entfernung aussehen konnte.

Riddle selbst liegt an der Californian-Oregon-Bahn im Cowriverthale; der Cowriver ist ein wilder Gebirgsbach, welcher in den Umpquahriver fliesst. Die Höhen, welche sich westlich von Riddle hinziehen, gehören schon dem Coast range an, und südwestlich vom Ort befinden sich im Gebirge die Schürfe.

Die Einbaue im Nickel führenden Terrain zerfallen in zwei Gruppen, dem „lower tunnel“ und die „oberen Baue“. Der Ritt vom „Riddle hous“ in Riddle bis zum lower tunnel dauert ungefähr zwei Stunden. Der Reitsteig führt über reich gegliederte Hänge, die theils mit Wiesen, theils mit Wald bedeckt sind. Bald nachdem man den überaus fruchtbaren Thalboden verlassen hat, stösst man allenthalben auf Conglomerate, welche, wie man wiederholt beobachten kann, unmittelbar auf Serpentin lagern. Diese Conglomerate sind jedenfalls ganz junge Bildungen, wenn sich das auch nicht durch Thierreste erweisen lässt. Mit Berücksichtigung der horizontalen Entfernung dürfte nach dem Zeitaufwande, welcher nöthig ist, um von der Thalsole zu dem lower tunnel zu gelangen, letzterer 300—400 Meter über ersterer liegen. Bis zu den ersten Einbauen wurden in dem hic und da anstehenden Serpentin keine Nickelausscheidungen wahrgenommen: der dunkelgraue, bräunlich-graue, bis fast schwarze Serpentin zerfällt in einen Grus, ohne weitere Zersetzung zu zeigen.

Der bedeutendste Einbau ist eine Rösche, welche vom Terrainanschnitt ungefähr 20 Meter in den Berghang geführt und in ihrem rückwärtigen Theile tagbaumässig erweitert wurde. Der letztere war zur Zeit meiner Anwesenheit bei einer Länge von 10 Metern, an der Sohle zwei Meter, am oberen Rande bis 15 Meter breit, an den rückwärtigen Wänden 6—8 Meter hoch; die Seitenwände waren zum Theil eingestürzt. In der aufgelösten Masse, welche allenthalben durch Nickelsilicat grün gefärbt ist, fand sich am südlichen Stoss ein Chromeisenerzstock von mehreren Cubikmetern Inhalt. Von der Sohle des bergseitigen Stosses wurde nach 21<sup>h</sup> ein circa 50 Meter langer Stollen in den Serpentin getrieben, welcher immer compacter wurde, und schliesslich nur auf einzelnen Klüftchen Spuren von Nickelsilicat enthielt. Die reichsten Erze fanden sich im Tagbau, im Stollen wurden sie immer spärlicher und kieselsäurereicher, chrysoprasähnlich, um endlich nur in Spuren aufzutreten. Ausser diesem Einbau finden sich im näheren Umkreise hier noch 4—5 Schurfgräben, welche durchaus arme Erze aufgeschlossen haben.

Von dem lower tunnel führt ein als Fahrstrasse angelegter Weg zu den oberen Bauen, welche 250—300 Meter über den unteren liegen dürften. Die zahlreichen Windungen des Weges schneiden auf dem steilen Hang, an welchem er emporführt, den Serpentin vielfach an. Weder diese Anschnitte, noch vier von mir gezählte Schürfe haben an dem Abhang Nickelerze blossgelegt. Das obere Erzgebiet umfasst die ganze Bergkuppe, an dessen Scheitellinie der Serpentin eine dickbankige Absonderung zeigt. Die steil nach West einfallenden Klüfte streichen nach 1<sup>h</sup>, welche Richtung mit dem allgemeinen Gebirgstreichen gleichen Verlauf haben dürfte. Die langgezogene

Kuppe fällt gegen Süd zu einem, den Gebirgszug durchsetzenden Pass ab, und sind der südwestliche und östliche Abhang nahe der Kuppe vielfach durchschürft. Es erscheint überflüssig, all' die Schurfgräben, Röschen und Schächte (letztere bis zu 15 Meter Tiefe) einzeln anzuführen; soweit ein oder der andere Einbau für die Bildungsgeschichte der Erze von Wichtigkeit ist, wird er unten Erwähnung finden.

Das Hauptgestein der Berggruppe, welches die Nickelerze enthält, ist ein Harzburgit<sup>1)</sup>, welcher aus vorwiegendem Olivin, Bronzit<sup>2)</sup>, Picotit und etwas Magnetit besteht. Ausnahmsweise findet sich dieses Gestein hier sogar in vollkommen unverändertem Zustande in einem Schurf südöstlich von der oben beschriebenen Rösche, dem lower tunnel. Meist zeigen sich aber in dem tiefgrauen, überaus zähen frischen Harzburgit braungelbe Partien, mit denen die Veränderung beginnt.

Die vorgenommene Zersetzung des ganz frischen Gesteines mit Salzsäure ergab nach Lösung der gallertigen Kieselsäure in kohlen-saurem Natron 18·5 Procent Rückstand. Nach der Zersetzung mit Fluss- und Schwefelsäure resultirten 0·6 Procent Picotit, so dass das Gestein nahe aus

Procent
81·5 Olivin
17·9 Bronzit
0·6 Picotit
<hr style="width: 20%; margin: 0 auto;"/>
100·0

besteht, wobei das wenige vorhandene Magneteisen dem Olivin zuge-rechnet erscheint. Wie die qualitative Untersuchung zeigte, enthält der Bronzit Thonerde und erhebliche Mengen Chromoxyd, was auch schon Diller (a. a. O. S. 485) nachwies. Nach des genannten Herrn Analyse wäre der Olivin für sich reicher an Chrom als das ganze Gestein. Nachdem zu der Analyse isolirter Olivin benützt wurde und dieser nach eigener Angabe nicht ganz frei von Enstatit und Chromit war, so ist die gefundene Chromoxydmenge wohl auf die Einschlüsse zurückzuführen, denn in der durch Salzsäure gewonnenen Lösung des Olivins ist Chrom kaum nachweisbar. In ziemlicher Uebereinstimmung mit Diller fand ich im löslichen Theil 0·32 Procent Nickeloxydul (Diller im isolirten Olivin 0·26 Procent), im Bronzit, d. h. in der durch Fluss- und Schwefelsäure erhaltenen Lösung, nur 0·05 Procent. Nach obiger percentualen Vertheilung der Gemengtheile würden für das Gestein 0·269 Procent Nickeloxydul resultiren. Da Diller im Gestein 0·10 Procent und im Olivin 0·26 Procent Nickeloxydul fand, so musste, nickelfreien Bronzit vorausgesetzt, bei den von ihm unter-suchten Material letzterer mehr als die Hälfte der Gesteinsmasse betragen haben, ein Verhältniss wie es nirgends zur Beobachtung kam. Nach Diller hat die Menge des rhombischen Pyroxens in seiner Probe circa  $\frac{1}{3}$  des Ganzen betragen. Es tritt also hier das Nickel

<sup>1)</sup> Nach Rosenbusch's Bezeichnung. Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine. II. Aufl., Bd. II, S. 269.

<sup>2)</sup> Clarke und Diller bezeichnenden rhombischen Pyroxen als Enstatit, um ihn hierher zu stellen, ist sein Eisengehalt wohl zu hoch.

fast ausschliesslich im Olivin auf, während der Pyroxen fast frei davon ist. Es wird später gezeigt werden, dass es aber Serpentine mit ganz ähnlichem Nickelgehalt gibt, welche allen Anzeichen nach aus olivin-freien Pyroxen-Gesteinen hervorgegangen sind, dort muss also der Nickelgehalt ursprünglich dem Pyroxen angehört haben.

In dem durch Salzsäure zersetzbaren Antheil, also vorwiegend Olivin, konnte keine Spur Kupfer nachgewiesen werden. deutlich erkennbar ist sie aber in dem durch Fluss- und Schwefelsäure aufgeschlossenen Antheil, also im Bronzit.

J. Roth hat für Neu-Caledonien die Abstammung des Nickels aus nickelhaltigem Magnetit angenommen.<sup>1)</sup> Abgesehen davon, dass diese Anschauung auf den damaligen mangelhaften Kenntnissen über das dortige Vorkommen beruhte und im vorliegenden Falle die Menge des im Harzburgit enthaltenen Magnetits eine geringere ist, als die Masse des ausgeschiedenen Nickelsilicates an Nickel erfordert, wurde doch versucht, etwas Magnetit zu isoliren. Es gelang nicht, ganz tadelloses Material zu gewinnen, so viel liess sich aber doch mit Sicherheit nachweisen, dass der Magnetit höchstens Spuren von Nickel enthält.

In den obenerwähnten braungelben Flecken sieht man die ersten Umwandlungen des Harzburgites. Der Bronzit zerfällt in faserige, wohl bastitartige Producte, denen aber schon in den ersten Stadien ausnehmend reichliche Magnetitausscheidungen, talkartige Bildungen und etwas Magnesit zugesellt sind, so dass der Bastit in untergeordneten Mengen auftritt. Bei dem erheblichen Chromgehalt dürfte unter dem neugebildeten Erz auch thonerdehaltiger Chromit auftreten, sicher nachzuweisen war er nicht. Der Olivin zeigt in diesem Stadium die bekannte Umwandlung in Serpentin, dieser bleibt als solcher aber nur ganz kurze Zeit erhalten, rasch zerfällt er weiter, und sind wir so schon bei der Bildung der Nickelerze angelangt.

In dem ganz frischen Gestein tritt der Bronzit wenig hervor, nur ab und zu lässt er sich an den gelblichgrünen Spaltflächen, welche ungefähr 4<sup>mm</sup> Maximallänge erreichen, erkennen. Sobald der Harzburgit die schmutziggelbliche Färbung annimmt, kommt auch der Bronzit zur Geltung, er zeigt den eigenthümlichen Glanz des Schillerspathes, obwohl in Präparaten kaum schon die begonnene Umwandlung wahrzunehmen ist. Um die Olivinkörner und längs der sie durchsetzenden Sprünge treten schmale Serpentinränder auf. Schon in diesem Stadium kaum beginnender Veränderung erscheinen in den grösseren Klüften der Gesteinsmasse dünne, weissliche, licht bis saftgrüne Beschläge, in welchen Kieselsäure, Magnesia, sehr wenig Eisen und je nach der Intensität der Grünfärbung mehr weniger Nickel nachweisbar ist. In Portionen von circa 0.01 Gramm ist Thonerde nicht nachzuweisen, ebensowenig Chrom, dessen Anwesenheit selbst in Spuren der Erkenntniss nicht entgehen könnte. Beide Bestandtheile bleiben also in den Bronzitpseudomorphosen zurück oder sind aus dem Pyroxen-Schillerspath noch nicht ausgetreten, während sich das Nickel ungemein leicht abspaltet und in Gemeinschaft mit Kieselsäure und Magnesia sehr bald weiter wandert.

<sup>1)</sup> Allgemeine und chem. Geologie, Bd. I, 1879, S. 225.

Diller (in Clarke's angeführter Abhandlung) hat die Bildung des Nickelerzes aus den sich zersetzenden Mineralen unter dem Mikroskop verfolgt, aber weit anschaulicher lässt sich der Vorgang im Terrain und an Ort und Stelle genommenen geeigneten Handstücken beobachten. Da die letzteren in unserem Museum für Jedermann zugänglich sind, wird es sich vielleicht empfehlen, die Veränderungen an ihnen darzustellen und die Verhältnisse im Terrain dann anzuschliessen.

Wir sehen zunächst die braungelben Flecke an Grösse zunehmen, sie werden mehr röthlichbraun, die Ausscheidungen auf den Klüften gewinnen an Dicke und erhalten, wo genügend Raum vorhanden ist, eine kleintraubige Oberfläche: es gesellen sich auch kleine Partien, die vorwiegend aus Eisenoxydhydrat bestehen, hinzu. Die Gesteinsmassen zeigen in diesem ersten Stadium gegen die Klüfte eine 2 bis 10 Millimeter starke, braune Verwitterungsrinde. Bei der weiteren Zersetzung, dem zweiten Stadium, verschwindet diese, das Gestein ist von zahlreichen grünen Adern durchzogen; es setzt sich nämlich das mit Magnesiasilicat und Quarz gemengte Nickelsilicat auf jenen Sprüngen ab, welche ja jedes Olivingestein in so kolossaler Masse durchziehen.

Der auffälligste Umstand dabei ist eine nicht selten wahrzunehmende Volumsverminderung. Mit der Umwandlung des Olivins in Serpentin ist eine Volumsvermehrung bedingt, es müssen also Bestandtheile weggeführt werden. Wir sehen in den Handstücken bräunlich-graue polygonale, seltener gerundete Stücke, welche man als Serpentin anzusprechen geneigt ist, deren Oberflächen mit den genannten Ausscheidungen überzogen sind. Diese haben ausser den Klüften noch die ursprünglich capillaren Sprünge im Olivin, seltener die Berührungsflächen von Olivin und Bronzit erfüllt und wesentlich erweitert. Bei dem fortschreitenden Process sieht man, dass jedes dieser Stücke, deren Dimensionen von denen eines Hirsekornes bis zur Nussgrösse schwanken, seinen eigenen Ueberzug erhält, deren Oberflächen sich nun nicht in allen Fällen berühren, sondern zwischen welchen öfters Hohlräume vorhanden sind. Je nachdem das Gestein von vielen parallelen, mehr ebenflächigen Klüften durchsetzt war, oder diese nur untergeordnet auftreten, hingegen die gekrümmt verlaufenden, erweiterten Sprünge vorwalten, erhält man von den einzelnen Partien den Eindruck einer Breccie oder eines Conglomerates, in welchem Serpentinstücke durch Nickel-Magnesiasilicat und Quarz verkittet sind. Ausnahmsweise treten die gekrümmten Ausfüllungen ganz zurück und erhalten solche Gesteinspartien eine parallelblättrige Struktur, bei deren Anblick man an die Abstammung von schiefrigen Gesteinen denkt. Die Beobachtungen im Terrain lassen die Ursachen dieses eigenthümlichen Aussehens leicht erkennen.

Die „Serpentinstücke“ enthalten aber, wie die Untersuchung von Dünnschlifen lehrt, nur mehr sehr wenig Serpentinsubstanz, der totale Zerfall derselben schreitet ungemein rasch fort. Anfangs sieht man zwischen dem faserigen und kleinblättrigen Serpentinaggregat etwas Nickelsilicat — hier scheinbar isotrop wohl nur in Folge der Kleinheit der Körnchen — und Quarz, meist in aderförmigen Körneraggregaten.

An den Kluftausfüllungen gewahrt man weiter eine scheinbar nur geringe Veränderung, die aber doch sehr wesentlich ist, nämlich die Zunahme an Quarz, welcher die oben erwähnten Hohlräume ausfüllt und in Form mehr weniger dicker Häute zwischen die Krusten der ersten Ausscheidungsperiode zur Ablagerung gelangt. Gleichzeitig nehmen die „Serpentinstücke“ eine gelbbraune, dann rothbraune Farbe an, ihr Gefüge wird gelockert. In diesem dritten Stadium haben sich also die letzten Reste von Serpentinsubstanz völlig zersetzt, das Nickel ist gleich anfangs mit einem Theile von Kieselsäure, Magnesia und sehr wenig Eisen vollständig ausgewandert, dann folgt fast alle Kieselsäure mit dem grössten Theil der Magnesia, und das Eisen bleibt unter Aufnahme von Sauerstoff und Wasser am ursprünglichen Orte als lockeres Pulver zurück, dem neugebildete Quarzkörner und verschwindend geringe Mengen Carbonat, wahrscheinlich Magnesiacarbonat, beigemengt sind. Hier findet sich auch unzersetzter Picotit.

Hiermit sind aber die Veränderungen noch keineswegs abgeschlossen.

Nachdem die ursprünglichen Minerale, mit Ausnahme des Picotits oder Chromits, den man durch Schlemmen isoliren kann, vollständig zersetzt sind, werden Neubildungen angegriffen. Das Nickelsilicat tritt in Lösung, wandert weiter und wird in unten zu beschreibenden Depots abgelagert; die wesentlich aus Eisenoxydhydrat und Quarz bestehenden Reste werden mechanisch abtransportirt und bedecken als ockerige Erde die Gehänge des Gebirges. Es erübrigt zum Schluss nur Quarz in zelligen Gebilden, deren Aussehen von den oben beschriebenen Arten der Ablagerung der Kieselsäure abhängt. Es finden sich untergeordnet 2—5 Centimeter dicke Blätter, welche gegen aussen von zwei geschlossenen Wänden begrenzt werden, zwischen denen ein grob- bis feinzelliges Gewebe liegt, aus dem man die Eisenoxydreste ausschütteln kann. Da aber jene Umwandlungen mit Ausfüllungen unregelmässig verlaufender Sprünge und Klüfte weit häufiger sind, so finden sich auch die Quarzskellette mit dementsprechenden Habitus allgemeiner verbreitet. Die Zellen sind oft gross, sie erlangen bis zu 5 Centimeter Durchmesser, bewegen sich aber meist in geringeren Dimensionen, welche nur nach Millimetern messen. Die Zellwände sind im Allgemeinen dünn, 0.2—0.5 Millimeter, Dicken von 1—2 Millimeter sind selten. Der Quarz ist fast weiss, nur die Oberfläche ist durch fester anhaftendes Eisenoxydhydrat braun gefärbt. Diese zelligen Kieselskellette finden sich, ausser in anstehenden Partien, auch am ganzen Abhang zwischen dem „lower tunnel“ und der Bergkuppe massenhaft verstreut und beweisen, wie durch den Einfluss der Atmosphären der Harzburgit allmählig von der Natur selbst abgebaut wird. Alle Stadien der Veränderung können hier beobachtet werden, der Verlauf übereinstimmen. Es sei hier nur einer Ausnahme gedacht, bei welcher die Zellwände auch etwas Nickel, Eisenoxyd und Magnesia beigemengt enthalten und eine schwach grüne Färbung besitzen. Wie aus dem Mitgetheilten hervorgeht, verläuft die Umwandlung des Serpentin hier anders, als wie sie aus verschiedenen Gebieten bekannt und beispielsweise von A. Schrauf an den Vorkommen von Krems

eingehender studirt wurde.<sup>1)</sup> Besonders auffallend ist hier das nahezu vollständige Fehlen des Opals, den man nur in Spuren findet, und wenn die hier entstehenden Siliciophite auch qualitativ eine gleiche oder doch sehr ähnliche Zusammensetzung haben, wie jene von Krems, so sind die quantitative Vertheilung und die physikalische Beschaffenheit verschieden.

Durch die zahlreichen Schurfgräben und anderen Einbaue sind die Verhältnisse im Terrain selbst klar gelegt. Die Ausscheidungen des Nickelsilicates verrathen sich durch ihre Farbe an dem blossgelegten Siliciophiten. Werden durch künstliche Eingriffe weitere Einblicke ermöglicht, so sehen wir genau jene Vorgänge sich abspielen, wie sie oben beschrieben wurden. Räumlich beschränkte Abschnitte sind von unzähligen Klüften und Sprüngen durchzogen, die Hauptmasse befindet sich im zweiten Stadium der Veränderung, nach oben im dritten, nach unten und den Seiten zu im ersten; in diesen Richtungen folgen dann gefleckter und endlich fast frischer Harzburgit.

Liegen die Vorgänge und Zustände auch überall verhältnissmässig einfach, so erhalten sie doch durch die naturgemäss bedingten Uebergänge, tectonische Störungen und durch Ablagerungen tertiärer Art Complicationen, welche, um vollen Einblick in den Verlauf der Veränderungen zu gewinnen, das Studium des ganzen Complexes erforderlich machen.

Wenn man die Ausscheidung des Nickelsilicates und des Quarzes auf den Sprüngen als „secundäre Bildungen“ bezeichnet, so können andere Ablagerungen, welche eine weitere Wanderung bedingten, als „tertiäre“ bezeichnet werden, was wenigstens für das Nickelsilicat volle Giltigkeit hat.

Die Harzburgit- respective Serpentinmassen, welche abwärts gegen das Hauptthal zu gelegen sind, erscheinen compact, während die höher gelegenen vielfach von Klüften durchsetzt sind und stellenweise eine vielleicht durch Druck bedingte Bankung zeigen, welche an sich schon weithin streichende Ablösungen bedingt. Die unregelmässig und nur auf sehr geringe Erstreckungen ebenflächig verlaufenden Klüfte haben verhältnissmässig räumlich kleine Dimensionen; ihre streichende Länge wird 100 Meter nicht erreichen, dem Verflachen nach konnten sie kaum auf 20 Meter verfolgt werden, und ihre Mächtigkeit dürfte mit 15 Centimeter die äusserste Grenze erreichen. Es mag ununtersucht bleiben, welchen Antheil tectonische Momente auf die Bildung dieser Klüfte haben, höchst wahrscheinlich hat auch die oben erwähnte Volumsverminderung, welche bei der Umwandlung des Gesteins eintritt, ihren Antheil an deren Entstehung, denn wir finden sie, so weit die Beobachtungen reichen, immer in den Gebieten weit veränderter Gesteinsmassen. Jedenfalls haben sie auch ein geringes Alter, denn manche dieser Klüfte sind noch offen, und nur ihre Wände zeigen schwache Beschläge von Neubildungen. Andere sind damit ganz erfüllt und präsentiren sich als Gänge, es sind das die erwähnten

<sup>1)</sup> Beiträge zur Kenntniss des Associationskreises der Magnesiasilicate. Zeitschrift für Mineralogie etc. B. VI. 1882. Abschnitt  $\beta$  die Metamorphose des Olivin-Serpentin: Siliciophite, S. 352—358.

„tertiären Bildungen“, in ihnen gelangen die in der Hauptmasse des Gesteins in Lösung getretenen Verbindungen neuerlich zum Absatz.

Weitaus das schönste Beispiel bietet ein Schurf, welcher am Südwestsüdhang der Kuppe gelegen ist. Durch eine Rösche ist eine Kluft aufgeschlossen, welche nach 1<sup>h</sup> streicht, welche Richtung dem Verlauf der oben erwähnten Absonderungsklüfte entspricht; während aber diese an der Kuppe nach Osten einfallen, fällt sie hier steil nach Westen ein. Ihre Mächtigkeit beträgt circa 10 Centimeter, im Maximum 15 Centimeter. Hangend und Liegend sind ziemlich ebenflächig und besteht die Ausfüllung wesentlich aus lebhaft apfelgrünem Nickelsilicat.<sup>1)</sup> Am Hangenden liegt an dem „Serpentin“ (es sei erinnert, dass in dem so aussehenden Gestein häufig nur mehr wenig Serpentinsubstanz wirklich erhalten ist) zunächst eine circa 1 Millimeter dicke Quarzhaut, die Nickelsilicat und Eisenoxydhydrat mechanisch einschliesst, dann folgt das scheinbar amorphe Nickelsilicat. Dieses ist in unregelmässig-netzförmiger Weise von dünnen weissen Quarzhäutchen durchzogen. Es scheint sich das Nickelsilicat mit einem grösseren Wassergehalte aus den Lösungen abzusetzen, von dem es nach und nach einen Theil verliert. Die hiebei entstehenden Contractions-sprünge füllen sich mit Quarz aus, wonach das Nickelsilicat weniger löslich ist als die Kieselsäure. Am Liegenden endlich steht in geringer Mächtigkeit ein krümeliges Gemenge von Nickelsilicat-Eisenoxydhydratkörnern und Quarz und Stücken und Blättchen an, die alle wohl schon in dieser Form in die Spalte gelangten. Im Hangend und Liegend stehen „Erze“ des zweiten Verwitterungsstadiums an. Ueber die Ausdehnung dieser Kluft konnten leider sichere Anhaltspunkte nicht gewonnen werden, denn der auf ihr abgeteufte, 15 Meter tiefe Schacht ist ganz verschalt, das Mundloch eines Zubaues zur Sohle des Schachtes verstrützt. Der symmetrische Bau der Kluftausfüllung, wie wir ihn an der Ausfüllung so vieler Gänge kennen, fehlt hier; es unterliegt keinerlei Schwierigkeiten, entsprechende Gründe hiefür anzuführen, welche einerseits so naheliegend, anderseits doch hypothetisch sind, dass auf ihre Ausführung verzichtet werden soll. Es fehlt übrigens in der Gegend an symmetrischen oder doch gebänderten Ausfüllungen, welche den Aufbau von zwei Seitenflächen her anzeigen, nicht. Im lower tunnel wurde ein solches Stück gefunden, welches wesentlich aus grünem Quarz besteht, dessen Färbung von eingeschlossenen feinen Nickelsilicatpartikelchen herrührt, in dem parallele braune Bänder verlaufen, in denen der Quarz kein Nickel, sondern Eisenoxyd enthält. Es sind nur Bruchstücke, welche mit verschiedenen Richtungen aneinander verkittet sind, und deren ursprüngliche Lagerstätte unbekannt ist. Solche Bildungen, freilich in ganz geringer Mächtigkeit, während sie am geschilderten Stücke 4—6 Centimeter beträgt, können öfter beobachtet werden.

<sup>1)</sup> Alle Farbenangaben beziehen sich auf gut lufttrockene Substanzen, was hier wesentlich ist, denn mit der Wasseraufnahme gewinnen die Nickelsilicate enthaltenden Gemenge wesentlich an Intensität der Färbung. Die Bezeichnung „Nickelsilicat“ betrifft stets das wasserhältige Nickelmagnesiumsilicat, dessen Zusammensetzung zum Schlusse dieser Mittheilung discutirt werden wird.

Zu den tertiären Ablagerungen können noch schalige Ueberzüge und Ausfüllungen unregelmässiger Höhlungen, welche lediglich aus weissem Quarz bestehen, gerechnet werden. Hieher gehört natürlich auch die ockerig erdige Masse, welche, aus den Kieselskeletten stammend, an andere Orte transportirt wurde.

Unsicher ist die Zuthellung von Bildungen, die ich nur lose in Erzhaufen fand. Sie bestehen wesentlich aus lichtrostbraunem Quarz, in dem Haufkorn bis Haselnuss grosse Nickelsilicatstücke in loser Vertheilung eingeschlossen sind, welch' letztere von zahlreichen weissen Quarzhäutchen durchsetzt sind. Im ersten möchte ich diese Gebilde für „verkieselten Serpentin“ halten, also für eine Verdrängungspseudomorphose, wobei das, durch seine vielfachen Durchwachsungen mit Quarz geschützte Nickelsilicat erhalten blieb. Wenn diese Anschauung richtig ist, dann wäre das wohl auch eine „tertiäre Bildung“, aber anderer Art, als die oben beschriebenen.

Aus allen Beobachtungen geht hervor, dass das in dem Nickelsilicat enthaltene Nickel aus dem Harzburgit, hauptsächlich aus dem Olivin desselben, stammt. Die Veränderungen, welche bei der Zersetzung des Harzburgites, den wir als eruptives Tiefengestein betrachten, vor sich gehen, kann man schon mit dem Auge erkennen. Sie wurden hier in chemischer Richtung nur qualitativ verfolgt, da die quantitativen Analysen so rasch ihre Zusammensetzung ändernder Gemenge, in welchen die einzelnen Componenten ihren Quantitäten nach vielfach wechseln, kaum einen Werth hätten. Die Untersuchungen wurden durch Schlämmen und durch das Mikroskop unterstützt; die Resultate jener an gewonnenem reinstem Material des Nickelsilicates werden zum Schlusse der Mittheilungen folgen.

Die aus den Mineralen, welche den Harzburgit zusammensetzen, austretende Kieselsäure finden wir in den verschiedenen Formen des neugebildeten Quarz, im Nickel-Magnesiumsilicat, im „verkieselten Serpentin“ und geringe Mengen in dem ganz untergeordnet auftretenden Thon. Ausser dem Picotit oder Chromit, dessen Ortsveränderungen geringfügig sind — er wird wohl nur mit dem Eisenoxydhydrat und Quarzkörnern aus den Kieselskeletten mechanisch abtransportirt — ist es zunächst die Kieselsäure, welche ihrer Hauptmasse nach in dem engeren Bereich der Umwandlungsstätten zurückbleibt. Die Kieselskelette rollen wohl über die Gehänge ab, ihre Verbreitung ist aber doch eine geringe. Der der Menge nach zweitwichtigste Bestandtheil ist die Magnesia. Eine grössere Menge derselben bleibt in dem Nickelmagnesiumsilicat als solchem zurück, dieses enthält aber sehr häufig nickelfreies Magnesiumsilicat beigemischt, denn man kann aus den lichtgrüngefärbten Erzpartien durch Schlämmen leicht solche Partien erhalten, von denen eine weit intensiver als das ursprünglich verwendete Material gefärbt, wogegen die andere fast weiss ist. Wenn man aber die grosse Menge der vorhandenen Kieselskelette betrachtet, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass ein grosser Theil der Magnesia und mit ihr viel von dem neugebildeten Nickelsilicat wieder in Lösung geht und abgeschwemmt wird. Für die verhältnissmässige leichte Löslichkeit dieser wasserhaltigen Silicate spricht ja schon ihr Einwandern in alle kleinen und grösseren Klüfte und sonstigen Hohlräume. Sicher

ist fast alle Magnesia an Kieselsäure gebunden, denn die Spuren von Carbonaten fallen nicht in's Gewicht, es fehlt hier die, sonst bei der Zersetzung der Serpentine so häufig vorkommende Magnesitbildung.

Das Eisen, von Oxydul zu Oxyd geworden, wird in seiner feinen Vertheilung jedenfalls auch weit weggetragen, mit ihm das in Form von Thon gelangte Aluminiumoxyd, von dem an Ort und Stelle nur mehr Spuren nachweisbar sind. Der Magnetit des Gesteins wird ebenfalls in Eisenoxydhydrat umgewandelt, wenigstens findet man in den Zersetzungsproducten nur Spuren von ihm. Der einzige Bestandtheil, über dessen Verbleib keine volle Sicherheit gewonnen werden kann, ist das Chromoxyd des Bronzits; in den Zersetzungsrückständen, welche durch Schlämmen sorgfältigst vom Picotit oder Chromit befreit sind, ist es nicht nachzuweisen.

Die Zersetzungsvorgänge liegen klar vor uns, wir wissen aber keine Erklärung für den local so rasch erfolgenden Zerfall des Serpentin. In der Hauptmasse des Gebirges verwittert der Serpentin fast gar nicht, d. h. jedenfalls sehr langsam; er liefert jenen schwarzen Sand, wie wir ihn in so vielen Serpentinegenden finden. Ohne weiter erkennbare Unterschiede, als jene reicherer Durchklüftung, sehen wir Stellen von einigen hundert Quadratmetern in voller Auflösung begriffen, während daneben und darunter fast frischer Harzburgit ansteht. Die nächstliegende Vermuthung ist die, dass eingesprengte Kiese zur Zersetzung Veranlassung geben, es liessen sich aber solche nirgends entdecken, und auch der Schwefelsäuregehalt der Verwitterungsproducte ist so minimal, wie es eben überall in dem Boden von Wäldern, in Schutt u. s. w. nachzuweisen ist.

Ein wesentlicher Unterschied in der Zusammensetzung des Gesteines ist kaum anzunehmen; mein Freund Herr Dr. E. Burkard war so gütig, eine Serpentinprobe, wie sie am unteren Rande an der Grenze des ihn überdeckenden Conglomerates ansteht, zu untersuchen, und fand in der an Magnetit reichen Varietät: Kieselsäure 39·44 Procent, Kupferoxyd 0·16 Procent, welches, wie oben gezeigt wurde, dem Bronzit entstammt, Eisenoxyd 7·27 Procent, Thonerde 2·03 Procent und 0·45 Procent Nickeloxydul neben Magnesia und Wasser, Spur Kalk u. s. w. Der Serpentin enthält also sogar mehr Nickel als der Harzburgit, wahrscheinlich hat bereits eine Anreicherung desselben stattgefunden. Es kann also auch nicht in dem Nickelhalt die Ursache der leichten und anders gearteten Zersetzung gesucht werden, wozu man vielleicht geneigt wäre, da ja das Nickelsilicat sich zuerst ausscheidet.

Diese Frage muss vor der Hand ungelöst bleiben, die Zukunft wird uns wohl auch hier eine entsprechende Aufklärung bringen.

Weniger einfach, immerhin noch ziemlich klar, liegen die Verhältnisse bei dem Nickelsilicatvorkommen von

### Revda<sup>1)</sup> am Ural<sup>2)</sup>.

Revda oder Revdinsk ist der Hauptort des gleichnamigen Possessionsgutes, der „Datsche Revda“, einer jener eigenthümlichen „Herrschaften“, deren Besitz an den Bergwerks- respective Hüttenbetrieb geknüpft ist. Die Eisenhütte und das um dieselbe angelegte Hauptdorf liegen WSW. von Jekaterinenburg, ungefähr 45 Werst entfernt, während sich die ausgedehnten Wälder über das Hügelterrain zwischen dem Uralhauptzuge und dem westlich davon gelegenen Schunutgebirge von der Tschussowaja bis weit nach Süden erstrecken. Werksanlagen, Dörfer, kolossale Teiche, Wiesen und zum Theil auch Sümpfe unterbrechen die scheinbar endlosen Waldcomplexe, ein Bild, das eines eigenthümlichen Reizes nicht entbehrt.

Der Uralhauptzug ist hier sehr flach; unmerklich kommt man über die, südöstlich-nordwestlich verlaufende Wasserscheide zwischen dem nördlichen Eismeere, zu dem der Issert durch den Ob abfließt, und dem Kaspischen Meere, welchem die Tschussowaja, als Nebenfluss der Kama, zueilt. Am rechten Ufer der Tschussowaja erhebt sich die Wolčicha (Wölfin), angeblich 2430 Fuss engl. hoch, die Wasserscheide um ungefähr 1000 Fuss engl. überragend. Von hier aus genießt man eine prächtige Fernsicht auf das sich von Südwesten heranziehende Schunutgebirge und gelangt hinab in das ziemlich tief liegende Thal, welches von der Tschussowaja durchflossen wird.

Obwohl das hügelige Plateau von Revda keine besondere absolute Höhe über dem Meere besitzt, findet hier doch kein Ackerbau statt; der Zuwachs in den Wäldern ist augenscheinlich ein sehr guter.

Um von Jekaterinenburg nach Revda zu gelangen, benützt man längere Zeit die „grosse sibirische Strasse“. Sie führt durch das Gneiss- und Granitgebiet des Uralhauptzuges, und kurz nachdem sie in die krystallinischen Schiefer übertritt, verläßt man sie, um auf Privatwegen in südwestlicher Richtung, die Wolčicha umgehend, an die Tschussowaja zu kommen. An der Revda aufwärts hat man bald den Ort gleichen Namens erreicht.

Auf der geologischen Karte von Saytzeff sind die Verhältnisse zum Theile ersichtlich<sup>3)</sup>, für Detailstudien reicht sie schon ihres kleinen Massstabes wegen nicht aus, auch fehlt die orographische Unterlage. Die im Westen des Uralhauptzuges liegende Schieferzone grenzt im Osten an Gneiss und Granit, im Westen an Quarzite oder quarzreiche Conglomerate, denen endlich devonische Kalke folgen. Ungefähr mit der Wolčicha beginnend, treten nach Süden zu, hauptsächlich am rechten Ufer der Revda, Hornblendgesteine auf, deren Masse sich gegen Süden verbreitert. Gegen den Gneiss erscheinen

<sup>1)</sup> Eine mehrfach gebrauchte Schreibweise ist „Revdinsk“; ich benütze die obige, wie sie vom Herrn Grafen M. Stenbock, welcher den Besitz für die Familie derzeit verwaltet, mir gegenüber gebraucht wurde.

<sup>2)</sup> Siehe die Nachschrift am Schluss dieses Kapitels, betreffend die Abhandlung von A. Karpinski über die Lagerstätten der Nickelerze am Ural.

<sup>3)</sup> Allgemeine geologische Karte von Russland, Blatt 138. Geologische Beschreibung der Kreise Revdinsk und Werch-Issetsk, Petersburg 1887.

nochmals krystallinische Schiefer mit kleinen Partien von Gabbros und Serpentin, welche erstere sich stellenweise auch auf der anderen Seite der Amphibolite, am linken Ufer der Revda finden.

Saytzeff hat hier Diorite, Augitdiorite, Amphibolite, Gabbros, Uralitgabbros, uralitisirte Diallag- und Hornblende-Diallaggesteine, Peridotite, Norite und Serpentine ausgeschieden, von welchen Gesteinen ich einige nicht wieder finden konnte<sup>1)</sup>. Aus den gewählten Gesteinsbezeichnungen geht wohl hervor, dass Saytzeff den grösseren Theil für eruptiv hält. In räumlicher Beziehung herrschen Amphibolite jedenfalls vor. Ein Theil derselben (so z. B. jene der Karaaulne Kara, nördlich von Revda, NW Hang der Briteija u. a.) zeigt ausgesprochene Parallelstructur, welche sich nicht nur in der Lage der Bestandtheile, sondern auch in dem Mengenverhältnisse derselben äussert, indem z. B. bei gleichem Korn Hornblende reiche und fast Hornblende freie Streifen wechseln, oder aber sehr auffallende Unterschiede in der Korngrösse auftreten. Dabei ist keine schiefrige Absonderung wahrzunehmen, sondern die einzelnen Streifen sind wenig ebenflächig fest miteinander verwachsen. Trotzdem möchte ich diese Anordnung hier nicht für „Erstarrungsstructur“ ansehen<sup>2)</sup>. Grössere Complexe sehen vollständig massig aus, hier tritt dann nicht selten Druckschieferung hervor. Ob diese, oder ein Theil dieser Vorkommen, echten Eruptivgesteinen zuzurechnen sind, dürfte nur schwierig zu erweisen sein; weder die vorhandenen Aufschlüsse, noch der Erhaltungszustand sind für die Discussion dieser Frage günstig, welche ja häufig genug überhaupt kaum zu entscheiden ist. Unzweifelhaft kommen in der Gegend Eruptivgesteine vor, ich habe sie aber nur als Geschiebe in den Schuttmassen, welche an der Iltschofka liegen, gefunden. Woher sie stammen, blieb unbekannt.

Zwischen Revda und der 7—8 Werst östlicher davon gelegenen „Petrofskygrube“ (siehe die Uebersichtsskizze Fig. 1 auf Tafel VI.) und nach Süden bis einschliesslich dem Hügel „Briteija“, stehen fast ausschliesslich Hornblendegesteine an, welche mehrfach Schichtung und parallelklüftige Absonderung aufweisen, und bei nordwestlichem Streichen mit 35—60° nach Osten einfallen. Auch am rechten Ufer des Istok stehen Hornblendegesteine an, sie sind aber hier nicht mehr allein herrschend, sondern es treten vielfach Schiefer, zum Theil mit

<sup>1)</sup> Um jedem Missverständnisse vom Hause aus zu begegnen, muss ich gleich hier bemerken, dass ich mich gegen eine Deutung dieser oder folgender ähnlicher Bemerkungen in dem Sinne, als wollte ich die Angaben oder Untersuchungsergebnisse Saytzeff's irgendwie anzweifeln, verwahre. Ich verkenne durchaus nicht die bedeutenden Schwierigkeiten, in kurzer Zeit ein grosses Terrain, dem vielfach Verkehrsmittel fehlen, das einer entsprechenden topographischen Unterlage für die geologische Einzeichnung entbehrt u. s. w., aufzunehmen. Jeder, der Gebrauch zu machen hat, wird Saytzeff's Arbeit als Grundlage dankbar benutzen. Wenn er auch, in Folge der mangelhaften topographischen Unterlage, und wie es scheint, der oft mehrfach verschiedenen Bezeichnung einzelner Hügel oder anderer Terrainabschnitte, diese oder jene Ausscheidung nicht finden kann, wird er Saytzeff für die geschaffene Uebersicht seine Anerkennung nicht versagen.

<sup>2)</sup> Siehe K. A. Lossen, Jahrbuch d. k. preuss. geol. Landesanstalt. 1868, S. XXIX u. XXX.

phyllitischem Habitus, leucophyllitartige Varietäten und Combinationen, welche nur aus Quarz und Feldspath bestehen, auf.

Auf der Linie vom Maslovahügel bis zu den „Istokschürfen“ finden sich Serpentine, krystallinische Kalke und auf wenigen Aufschlüssen schwarze, dünnplattige Schiefer.

Die Hornblendegesteine zeigen, wie bereits angeführt, zum Theile ausgesprochene Parallelstructur, zum Theile erscheinen sie massig. Das Korn ist wechselnd, sinkt aber niemals besonders weit herab, hingegen erreichen die Hornblendekrystalle manchmal ansehnliche Dimensionen. Es sind gedrängte Säulen von nahe bis 2 Centimeter Länge bei annähernd gleichem Durchmesser. Bei dieser Form, mangelhafter Krystallausbildung und den breiten, eigenthümlich glänzenden Spaltflächen erhalten sie ein bronzitartiges Aussehen. Der Spaltwinkel lässt aber über ihre Natur keinen Zweifel.

Die mikroskopische Untersuchung lässt zweierlei Arten von Amphibol erkennen. Am verbreitetsten ist die licht grünlichgelbe gemeine Hornblende, sie zeigt selten beginnende Zersetzung. Namentlich die grossen, oben erwähnten bronzitartigen Individuen haben eine bräunliche Farbe bei einem Auslöschungswinkel von circa 25°. Diese Hornblende ist meist stark verändert, sie wird von einer tiefgrünen Chloritzone umgeben, welche allmählig weiter nach innen greift und endlich die Hornblendesubstanz ganz aufzehrt. Bei der ersteren Varietät ist die allotrimorphe Ausbildung leicht zu erkennen, bei der zweiten sind die äusseren Umrisse durch die Chloritbildung verwischt, hie und da sieht man aber in den Handstücken Flächen, welche man im Zusammenhange mit der Spaltbarkeit für  $\ell$  (011) halten möchte.

Uralit kam hier nirgends zur Beobachtung. Mit der Hornblende sind selten Quarz, immer Feldspath und ab und zu etwas Erz vergesellschaftet. Der Quarz tritt in Körnerform auf, das Erz dürfte zum Theile Titaneisen sein.

Der ausnahmslos allotrimorphe Feldspath ist hier überall total verändert. Als Neubildungen findet sich Epidot in Körnern und oft in grösseren, manchmal sogar ziemlich gut ausgebildeten, licht gefärbten Individuen massenhaft. Hie und da wohl auch Zoisit. Häufig erscheint Kaliglimmer.

Diese Gesteine möchte ich als dem Schiefersystem angehörig betrachten, während weiter im Süden Hornblendegesteine massig auftreten, welche vielleicht eruptiv sind. So z. B. die vollkommen frischen Vorkommen des Jeraminaberges nordwestlich von Marinsk. Sie zeichnen sich durch eine schwarze Hornblende aus, die in stengeligiger Form 5—6 Centimeter Länge erreicht. Die mittelkörnigen Varietäten zeigen in Schliffen Hornblende und Plagioklas, beide allotrimorph und vollkommen frisch; erstere ist bläulichgrün bis grünlichgelb pleochroitisch. Ausserdem enthalten sie Apatit und etwas Erz, wohl titanhaltigen Magnetit, welcher letzterer auch häufig der Hornblende eingelagert ist.

Auf dem Maslovahügel, bei der Petrofskygrube, bei den Iltschofka-Krinotschkin- und Istokschürfen finden sich Serpentine. Bei der Petrofskygrube stehen sie in Verbindung mit schwarzen Schiefen,

welche fast nur aus Quarzkörnern und kohligter Substanz bestehen, denen sich verschwindend wenig Glimmer, nach bräunlichen Pseudomorphosen zu schliessen, auch rhomboedrische Carbonate und endlich etwas Rutil zugesellen. Bei den drei genannten Schürfen finden sich gräulichweisse sehr reine krystallinische Kalke mit ausgesprochener Bankung. Im Süden bei den Istokschürfen unterscheidet man leicht zwei Kalkzüge, die nach 22—23<sup>h</sup> streichen und zwischen welchen Serpentin eingelagert ist. Bei den Istokschürfen tritt eine Anticlinale der Kalkschichten in dem Steinbruch zu Tage. Von dem 4—5 Meter breiten Scheitel fallen die ohne Bruch gebogenen Kalkbänke einerseits mit 65<sup>o</sup> nach Osten, anderseits mit 60<sup>o</sup> nach Westen ein. Bei der Petrofskygrube selbst sind bis jetzt anstehende Kalke nicht beobachtet worden, hingegen finden sich in der Lagerstätte grosse Blöcke davon. In der nördlichen Fortsetzung der Streichungslinie aber liegen am rechten Ufer der Tschussowaja zwei aufgelassene Kalkbrüche. Namentlich bei dem Itschofka- und auch bei den Istokschürfen, enthält der Serpentin Kalklinsen geringen Umfangs, anderseits der Kalk Serpentinbänder. Das Kalkvorkommen scheint keinen continuirlich verlaufenden, dem ganzen System conform eingebetteten Zügen, sondern mehr linsenförmigen Einlagerungen zu entsprechen, welche ihrerseits wieder solche von Eisenerzen enthalten.

Wie bei allen Serpentinvorkommen lassen sich auch hier verschiedene Varietäten nach Farbe und Structur unterscheiden. Ungefähr 20 Meter östlich vom Pumpen- (Gregor-) Schacht der Petrofskygrube tritt ein Serpentinfels zu Tage, welcher ein getiegenes Aussehen hat, indem in der zeisiggrünen Hauptmasse vielfach graue Schmitzen in den verschiedensten Formen und Grössen erscheinen. Ab und zu besitzen sie eine eähnliche Gestalt und sehen dann wie Ausscheidungen aus. Die Structur erscheint fast körnig und finden sich da Partien, welche sich fasern, ja geradezu „aufwollen“ lassen. Sie sind nicht gross, ihre Querschnitte erreichen im Maximum kaum 2 □Centimeter, meist sind sie viel kleiner und lassen mitunter ihre genähert rectangulären Formen erkennen. Da sie immer nur im zeisiggrünen Serpentin vorkommen, oder äusserst selten in chrysotilartigen kleinen Adern in den grauen übergreifen, lag die Vermuthung nahe, dass die beiden Abarten verschiedener Abstammung seien, welche aber, wie gleich hier erwähnt sein mag, keine Bestätigung findet. Weiter im Süden, bei den Itschofka- und Istokschürfen, walten die grauen Varietäten vor, es finden sich aber auch getiegene Partien, doch ist der mit den grauen vergesellschaftete Theil von graugrüner Farbe. Hier sehen sie fast dicht aus, bald ist die Bruchfläche matt, bald fettglänzend. Auf Klüften zeigen sich langstengelige Bildung in licht schmutzigrünen Schattirungen und ab und zu auch Ueberzüge von Nickelsilicat.

Die mikroskopische Untersuchung all dieser Varietäten lässt eine grosse Uebereinstimmung in der mineralogischen Zusammensetzung erkennen. Die Hauptmasse bilden Antigoritblättchen verschiedener Grösse, denen sich untergeordnet ein zweites Mineral und Magnetit zugesellen. Dort, wo der letztere in geringer Menge und gleichmässiger Vertheilung auftritt, und die Antigoritblättchen ver-

hältnissmässig gross sind, erscheint der Serpentin zeisiggrün bis graugrün und körnig. Man sollte nun meinen, dass die fast dicht aussehenden Vorkommen aus kleinen Antigoritindividuen bestehen, was aber nicht immer der Fall ist, denn es finden sich unter letzteren Proben, deren Antigoritblättchen der Grösse nach solche der zeisiggrünen Gesteinspartien vielleicht noch übertreffen. Während aber in letzteren der Antigorit eine faserige Textur besitzt, ist eine solche in der anderen Ausbildungsweise weniger entwickelt, und sind die Blättchen wohl auch inniger verwachsen. Die grauen Partien unterscheiden sich von den grünen durch grösseren Reichthum an Magnetit und manchmal auch an dem erwähnten Mineral; ersterer ist nicht immer gleichmässig vertheilt, sondern in Aggregaten verschiedener Form angeordnet. Hier und da finden sich auch äusserst dünne Häutchen von Eisenoxydhydrat-Infiltrationen, wodurch das Gestein eine bräunlich-graue Färbung erhält.

Geeignete Schnitte der Antigoritblättchen lassen sich als zweiaxig negativ erkennen. Das mikroskopische Bild in Schliften ist das eines typischen Antigoritserpentins. Die Blättchen sind in der Gesteinsmasse wirr durcheinander gelagert, ab und zu zeigt sich die Tendenz zu radialstrahliger, andererseits auf weitere Erstreckung eine solche zu mehr paralleler Anordnung. Die einzelnen Individuen erreichen oft eine ziemliche Grösse bis 0.75 Millimeter Länge bei 0.15 Millimeter Dicke. Meist sind sie in den Schliften nahezu farblos, in einzelnen Proben sehr schwach gelblichgrün und zeigen dann Spuren von Pleochroismus. Die Spaltbarkeit parallel der grössten Fläche ist meist sehr gut sichtbar, häufig aber zeigt sich auch auf der grössten Fläche eine faserige Textur, die namentlich im polarisirten Lichte deutlich hervortritt. Im allgemeinen sind die Fasern genähert parallel angeordnet, nehmen aber vielfach einen welligen Verlauf.

In einzelnen Präparaten, manchmal vom selben Handstück, liegen local die grösseren Antigoritindividuen in einer Art Grundmasse, die sich durch ihre grünlichgelbe Färbung von dem fast farblosen Antigorit abhebt. In anderen Schliften bildet dieselbe, oder eine doch sehr ähnlich aussehende Substanz, eine Art Zwischenklemmungsmasse. In beiden Fällen zeigt sich Aggregatpolarisation, durch angehäuften kleinste Blättchen oder Fasern bewirkt. Auf dieses Mineral wird unten zurückgekommen werden. Zum Vergleiche wurden von dem Serpentin, welcher circa 20 Meter östlich vom Pumpen- (Gregor-) Schachte der Petroskygrube ansteht, und welcher sich an einzelnen beschränkten Stellen auffasern lässt, ferner von dem mehr graugrünen Vorkommen im Hangenden des Kalkes bei dem Iltshofkaschurfe Analysen ausgeführt. Die unter I angeführte Analyse betrifft das Durchschnittsmaterial, wie es von einem Handstücke mit zeisiggrüner Hauptmasse genommen war. Hierbei sind Nickel und Schwefelsäure nur qualitativ nachgewiesen (qu. n.). Durch Schlämmen lässt sich das Magneteisen nahezu vollständig abscheiden. So gewonnene Substanz wurde bei 100° bis zum constanten Gewicht getrocknet, und sind die Resultate ihrer Analyse unter II gegeben. Unter III folgt die Analyse des graugrünen, an „Grundmasse“ und Magneteisen reicheren Serpentins vom Iltshofkaschurf.

	I	II	III
	P r o c e n t		
Kieselsäure	. 41·29	41·50	38·10
Thonerde	0·81	0·80	1·07
Eisenoxyd	4·77	—	11·37
Eisenoxydul	—	3·29	—
Nickeloxydul	. qu. n.	0·33	0·36
Magnesia .	41·75	41·78	38·50
Schwefelsäure	. qu. n.	0·08	0·10
Glühverlust .	12·37	12·69	11·09
	100·99	100·47	100·59

Nr. I wurde vor dem Schlämmen mit Wasser ausgekocht, im Filtrat fanden sich 0·012 Procent Schwefelsäure, was mit den im Gestein verbliebenen 0·08 Procent zusammen 0·092 Procent ergibt, I und III haben also gleichen Schwefelsäuregehalt. Gebunden ist sie an Eisenoxydul. Nickel war im wässerigen Auszug auch mit Kaliumsulphocarbonat nicht nachzuweisen, ebenso in keiner der Proben auch nur Spuren von Kalk.

Selbstverständlich sollte in I und III ein Theil des Eisens als Oxydul ausgewiesen sein, da ja Magnetit vorhanden ist. Aus Vergleich von I und II ersieht man, dass seine Menge nicht ganz 1 Procent beträgt. In II sollte der Thonerdegehalt natürlich grösser sein als in I, die vorhandene Differenz bedarf keiner weiteren Erklärung.

In III ist in Folge des grösseren Magnetitgehaltes auch der des Eisens bedeutend höher. Oxydul wurde nicht besonders bestimmt. Der Thonerdegehalt ist merklich grösser, er würde sich bei der Berechnung auf reine Substanz (d. h. auf solche ohne Magnetit) noch etwas steigern, erreicht aber noch immer nicht jene Höhe, wie er in anderen „Antigoritserpentin“ nachgewiesen ist.<sup>1)</sup> Ein Blick auf die Analysenresultate genügt, um zu erkennen, dass die ermittelte Zusammensetzung der des reinen Serpentin nicht entspricht. Berücksichtigt man den noch immer vorhandenen kleinen Magnetitgehalt und berechnet nach der theoretischen Zusammensetzung des Amesit<sup>2)</sup> aus der gefundenen Thonerde die procentuale Menge desselben, so resultiren 2·18 Procent, zieht man die hiefür erforderliche Kieselsäure, Thonerde, Magnesia und das Wasser von den gefundenen Quantitäten ab, so zeigt der bleibende Rest schon eine bedeutend grössere Annäherung an die theoretische Zusammensetzung des Serpentin. Weitere Betrachtungen der bisher vorliegenden Amesitanalysen oder solcher Chlo-

<sup>1)</sup> E. Weinschenk (Ueber Serpentine aus den östlichen Centralalpen und deren Contactbildungen) drückt sich nicht glücklich aus, wenn er S. 16 sagt: „Tschermak glaubt zwar, dass die Thonerde dem Serpentin als solcher angehöre“, denn der Ausspruch des genannten Autors lautet in dieser Hinsicht ganz unzweideutig: „er der Serpentin ist frei von Aluminium“. (Die Chloritgruppe, I. Theil, Sitzungsber. d. kais. Akademie d. Wissensch. B. XCIX, Abth. I, 1890, S. 80). Es handelt sich in der von Weinschenk citirten Stelle nicht um den Serpentin, sondern um möglicher Weise vorhandene Uebergänge zwischen Serpentin und Chlorit, wie ja der Letztgenannte, im weiteren Texte selbst ausführt.

<sup>2)</sup> Siehe: Tschermak, die Chloritgruppe, II. Theil.

rite, in denen Amositsubstanz in überwiegender Menge auftritt, würde zu noch befriedigenderen Resultaten führen. Da dieselben so nahe liegen, ist eine weitere Ausführung wohl überflüssig. Es dürfte zur Genüge erwiesen sein, dass der „Antigorit“ eine Structurvarietät des „Serpentin“ ist, weder ersterer noch letzterer enthalten Aluminium. Der oft nachgewiesene Thonerdegehalt dieser Serpentinart ist auf die Beimengung von Chlorit oder Uebergänge von Chlorit zu Serpentin zurückzuführen. Im vorliegenden Falle tritt die Thonerde in der die Grund- oder Zwischenklemmungsmasse bildenden Substanz auf, und ist diese wahrscheinlich ein Glied der Chloritreihe, wenigstens liegt hier kein Moment vor, in ihr ein Uebergangsmineeral anzunehmen. „Thonsubstanz“, wie sie Rammeisberg<sup>1)</sup> als Bestandtheil der aus thonerdehaltigen Augiten und Hornblenden gebildeten Serpentine als allgemein vorhanden annimmt, wird wohl, wenn überhaupt, nur äusserst selten nachweisbar sein.

Uns interessirt hier wesentlich der Nickelgehalt. Er ist nicht höher, als er in anderen Serpentinarten oft nachgewiesen wurde, und entspricht, wenn man die unvermeidlichen Versuchsfehler berücksichtigt, dem der Riddle'ser Serpentine. Unzweifelhaft ist der Antigoritserpentin von Revda ein Umwandlungsproduct, was aus der Anordnung mancher Blättchencomplexe, der Vertheilung des Magnetits u. s. w. deutlich hervorgeht. Von dem ursprünglichen Minerale gelangten nicht die geringsten Spuren zur Beobachtung. Nachdem aber nirgends Andeutungen einer Maschenstructur wahrzunehmen sind, hingegen eine gitterförmige Anordnung der Magnetitausscheidungen häufig vorkommt, ferner „Antigoritserpentin“ dort, wo seine Abstammung nachweisbar, meist das Umwandlungsproduct vom Pyroxen, seltener vom Amphibol ist, so kann wohl mit hoher Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass dem ursprünglichen Gestein der Olivin fehlte, und dass es, da in allen vorliegenden Proben der Amphibolgesteine dieser Gegend bei der Zersetzung der Hornblende nur Chlorit resultirt, und gewisse Pseudomorphosen hier in einzelnen Proben auf Diabas weisen, ein Salit-Diabasgestein war.

Nachdem die mit dem Serpentin in Verbindung stehenden Gesteine, seien es nun Kalke oder Schiefer, nirgends eine Spur von Contactwirkung zeigen, welche bei den stellenweise so günstigen künstlichen Aufschlüssen in Tagbauen (Eisensteingruben, Kalkbrüchen etc.) der Beobachtung nicht entgehen könnten, so darf für das den Serpentin liefernde Gestein eine gleiche Natur angenommen werden, wie für die Amphibolite, Schiefer und Kalke, und bildet es mit diesen eine Serie.

Nachdem das Gestein, welches den Serpentin geliefert hat, sicher olivinfrei war, so muss das Nickel einem anderen Minerale angehört haben. Wären es nickelhaltige umgesetzte Kiese gewesen, so müsste mehr Schwefelsäure nachweisbar sein, auch würden sich sonstige Erscheinungen, welche mit der Zersetzung solcher Kiese stets verbunden sind, wenigstens in Spuren zeigen. Dies ist nicht der Fall, und so erübrigt nur die Annahme, dass das Nickel ein Bestandtheil des präexistirenden Salit-Bronzit oder Amphibol war. Aus schon

<sup>1)</sup> Handbuch der Mineralchemie, II. Aufl., S. 505.

angeführten Gründen ist es nicht wahrscheinlich, dass der Serpentin aus einem Hornblendegestein hervorgegangen sei. Nichtsdestoweniger wurden vier möglichst differente Vorkommen solcher geprüft, und zwar typischer Amphibolit von Karaaulne Kara nördlich von Revda, ein mehr massiger vom Ostufer des Istok, das frische Gestein vom Jeraminaberge bei Marinsk und endlich ein Porphyrit, wie er sich lose im Schotter der Iltschofka findet. In je zwei Gramm der vier Vorkommen konnte Nickel nicht nachgewiesen werden, wohl aber Cobalt, und zwar im ersteren in zwei Gramm eine wägbare Menge, im letzteren eine grössere, in den beiden anderen recht geringe Spuren. Durch diesen Befund wird die Annahme vorhanden gewesener Augitgesteine, welche den nickelhaltigen Serpentin lieferten, wohl noch verstärkt.

Serpentine, welche aus Pyroxen- oder Amphibolgesteinen hervorgegangen sind, zeichnen sich durch den Mangel an Picotit und Chromeisen aus. Das trifft auch hier zu, in keiner Probe war Chrom nachweisbar, doch tritt Chromeisenstein in der Gegend auf. So z. B. fanden sich in der flachen Mulde, welche von der Petrofskygrube ONO zur Tschussowaja abfällt, ungefähr 200—230 Meter von dem Schächtchen im schwarzen Schiefer, das circa 180 Meter N vom Demidoffschacht liegt, grössere Chromeisensteinblöcke, welche einem hier betriebenen kleinen Schurf entstammen. Ein zweites Vorkommen ist in früherer Zeit weiter südöstlich, etwas östlich von der Streichungslinie gelegen, beschürft worden. Es ist derber Chromeisenstein mit Talkschüppchen, welcher sich noch vorfindet, leider aber nichts von dem Nebengestein.

F. Becke hat besonders betont, dass nach seinen Beobachtungen an Gesteinen des Waldviertels<sup>1)</sup>, Hornblende nur dort in Serpentin umgewandelt wird, wo auch Olivin vorhanden war. In den untersuchten Antigoritserpentin von Revda ist keine Spur von Olivin durch Maschenstructur oder anderen Anzeichen nachweisbar, auch ist es höchst wahrscheinlich, dass sie nicht aus Amphibol, sondern aus Pyroxenen hervorgegangen sind. Immerhin deuten die Chromeisensteinvorkommen auf das Vorhandensein von Olivingestein hin und ist demnach nicht ausgeschlossen, dass auch hier die Anregung zur Serpentinisierung von solchen ausgegangen ist.

Mit der Richtung des allgemeinen Gebirgsstreichens zusammenfallend, zieht sich von den Maslowa-Hügeln eine schmale Zone nach Südosten, in der allenthalben Nickelerze erschürft wurden, deren Vorkommen von dem Bergprobierer Daniloff um 1865 zuerst beobachtet worden sein dürfte. In der deutschen Literatur findet sich die erste Notiz in einem Vortrage Müller's in Freiberg<sup>2)</sup>. Nahe an der Besitzgrenze liegen die „Istokschürfe“ und erreicht die ganze „Streichungslinie“ über 8 Werst (mehr als eine deutsche Meile) Länge, auf welcher mit den Nickelerzen Serpentine und Kalke gefunden werden, ohne dass über die Mächtigkeiten der beiden letzteren positive Aufschlüsse

<sup>1)</sup> Die Gneissformation des niederöstr. Waldviertels. Mineralog. und petrogr. Mitth. Bd. IV, 1882, S. 407—408, Punkt 5.

<sup>2)</sup> Berg- und Hüttenmännische Zeitung, 1866, S. 65.

zu gewinnen wären. Bezüglich der Kalke wurde bereits bemerkt, dass sie wahrscheinlich linsenförmige Einlagerungen bilden, von den Serpentinaen kann dies weder behauptet, noch negiert werden.

Die Streichungslinie führt zum Theil durch sumpfiges Terrain, in welchem natürlich Schurfarbeiten sehr erschwert sind und auch nur hie und da unvollkommen ausgeführt wurden. Die Haupteinbaue sind die sogenannte „Petrofskygrube“, welche aus dem Demidoff- und Gregorschacht und einigen kleinen Versuchsschächten besteht. An sie schliessen sich im Norden die Schurfschächte „Nord I und II“, im Süden der Schurfschacht „Süd I“, ferner die mit Röschen und kleinen Schächten betriebenen „Iltshofka-“, „Krinetschkin-“, „Foullon-“ und „Istok-Schürfe“ an. Von zahlreichen anderen Versuchen kann hier abgesehen werden; ausser den sogenannten „Norpeschürfen“ nördlich von der Petrofskygrube, durch welche die schwarzen Schiefer angefahren wurden, lehren sie nichts Neues.

Der Demidoffschacht war zur Zeit meiner Anwesenheit (Sommer 1889) bis auf 24 Faden (circa 48 Meter) geteuft, leider aber zum grossen Theil ersäuft, mit ihm der communicirende Gregorschacht, so dass nur die obersten Baue befahrbar waren.

Die Schurfschächte „Nord I und II“, von denen der erstere ungefähr 130 Meter, letzterer circa 300 Meter Nordwestnord vom Demidoffschachte liegt, ein kleiner Schacht „Schurf 1887“, welcher nahe 50 Meter Nordwest vom selben Schacht, endlich der von hier circa 200 Meter Südwestsüd gelegene Schacht „Süd I“ konnten sammt ihren Ausrichtungsbauten befahren werden. Allerdings waren die Schachtwände verladen und so nur stellenweise das Anstehende zu beleuchten.

Die Skizze Fig. 1 auf Tafel VI gibt eine allgemeine topographische Uebersicht, Textfigur 1 ein Profil des Schurfschachtes Nord I und den Grundriss einer Strecke, Fig. 2 ein solches des Schächchens Nord II, Fig. 3 jene des Schurfschachtes Süd I sammt Grundriss und Fig. 4 endlich einen Grundriss der 19 Fadenstrecke des Demidoffschachtes, welche ich nicht befahren konnte. Sämmtliche Skizzen sind verkleinerte Copien der Originalwerksaufnahmen, welche mir Herr Graf M. Stenbock in liebenswürdigster Weise zur Verfügung stellte, welchem ich überhaupt zu vielfachem Danke verpflichtet bin.

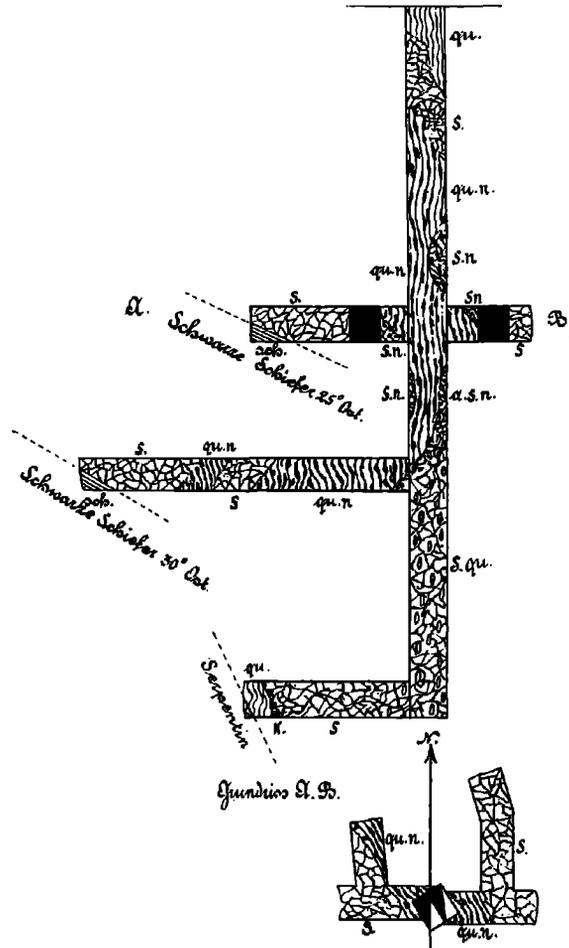
Die in den Profilen eingetragenen Ausscheidungen können nur auf eine Uebersichtsdarstellung Anspruch machen, denn erstens sind die Grenzen zwischen den einzelnen Ausfüllungs- und Gesteinsmassen selten scharf, und zweitens findet sich oft eine Ausfüllungsmasse in der andern in so kleinem Umfange, dass sie sich bei dem gewählten Massstabe nicht mehr einzeichnen lässt, auch haben ja die Zersetzungsproducte einen recht wechselnden Charakter, so dass unter manchem Typus solche zusammengefasst sind, welche noch in mehrere Abtheilungen differenzirt werden sollten.

Sämmtliche Einbaue, durch welche überhaupt „Nickelerz“ erschürft wurde, durchfahren anfangs lose Massen, welche häufig alluvialen Charakter tragen; bei einzelnen ist das weniger deutlich ausgesprochen, und die vom Tage aus durchteuften Materialien erscheinen als total aufgelöstes Gebirge. Bei den sogenannten „Norpe-

schürfen“, zwei kleinen Schächten nördlich von dem Demidoffschacht, war die lockere Schichte über den schwarzen Schiefen, in welche sie sehr bald gelangten, nur wenig mächtig.

Der Schurfschacht Nord I (Fig. 1) durchfuhr zuerst quarzreiches Trümmerwerk, dann eine ungefähr 5 Meter mächtige Partie stark

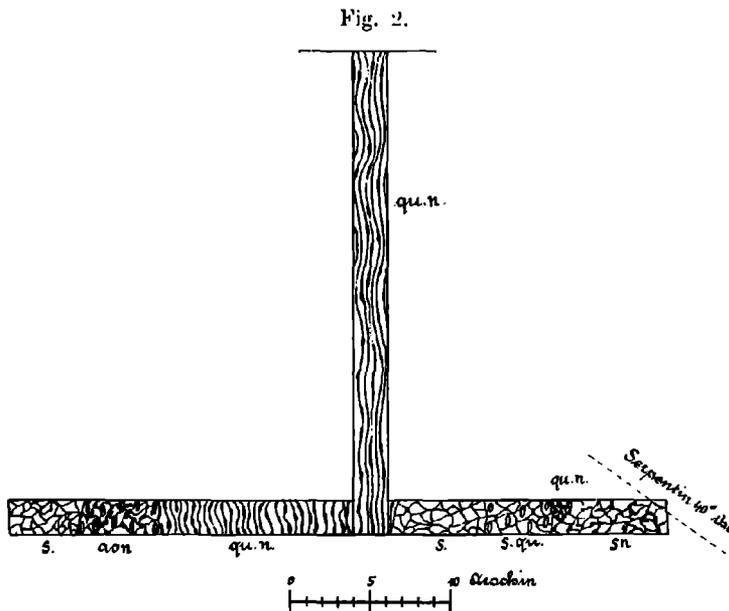
Fig. 1.



Profil des Schurfschachtes „Nord I“ der Petroskygrube.

zersetzten Serpentin, der im allgemeinen noch sein östliches Einfallen zeigte. Diese Theile waren erzleer. Von hier bis zur Sohle bei circa 31 Meter Teufe, fanden sich wechselnde Mengen von quarzigen und weichen Erzen, von circa 5—20 Meter vorwaltend mit Quarz, dann im aufgelösten Serpentin. Bei circa 13 Meter Teufe wurden Strecken getrieben, welche die quarzreiche erzführende Partie in einer Mächtigkeit von 4—5 Meter aufschlossen, die beiderseits an den

Grenzflächen gegen aufgelöstes Serpentin ein östliches Einfallen und normales Streichen zeigte. Im Westen liegt der Serpentin auf dunkelgrauem, quarzitähnlichem Schiefer, welcher mit  $25^{\circ}$  nach Osten fällt. Auf der 20 Meterstrecke fallen die Gesteinsscheiden widersinnig ein; graue quarzitische Schiefer wurden erst weiter im Felde erschrotten, diese fallen wohl wieder normal mit  $30^{\circ}$  nach Osten, aber in beiden Horizonten liegen sie viel flacher, als man dies sonst wahrnimmt. Die Grundstrecke erschloss abermals eine widersinnige Scheide zwischen aufgelöstem Serpentin und quarzreichen Mitteln. An dieser Stelle fand sich auch ein grösserer Kalkblock. Die dunklen quarzigen Schiefer wurden hier nicht erreicht, denn die Strecke war nur circa



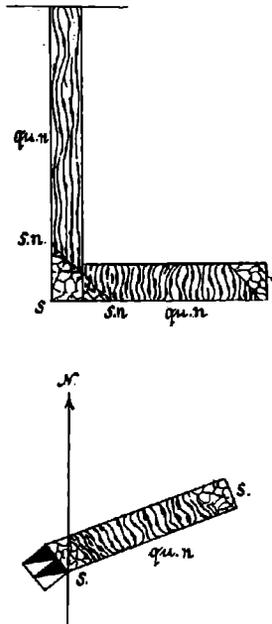
9 Meter weit gegen Westen getrieben; sie brachte wenig Erz, welches im aufgelösten Serpentin gegen die quarzreiche Ausfüllung zu eingelagert war.

Der Schurfschacht Nord II (Fig. 2) ging fast ausschliesslich bis über 20 Meter in an Quarz und Eisenoxydhydrat reichen lockeren Massen nieder, die nur wenig Erz enthielten. Die Grundstrecke erschloss diese mit circa 12 Meter Breite, an die sich im Osten und Westen mehr oder weniger zersetzter Serpentin anschliesst. Nur wenige Scheiden zeigen normales Einfallen und Streichen, was bei der weitgehenden Zersetzung der ursprünglichen Gesteine ja ganz natürlich ist. Die überfahrenen Mittel sind aus der Figur ersichtlich; im östlichen Feldort zeigt der Serpentin eine deutliche Schieferung und fällt mit  $40^{\circ}$  nach Osten ein.

Die aus dem bei 13 Meter tiefen Schurfschacht Süd I (Fig. 3) geförderten Hauwerke zeigen sich denen aus Nord II gekommenen sehr ähnlich, die Gesteinsscheiden halten und streichen hier normal, die erzführende Partie erreichte eine Mächtigkeit bis zu 7 Meter.

Der Demidoffschacht hat zum Theil ausgesprochene Alluvien und dann allerlei Zersetzungsproducte durchfahren, und zeichnet sich die 19 Fadenstrecke durch die vielen lettigen Partien, welche sie erschloss, und die vielfach „reiche Erze“ führen, aus. Der allgemeine Verlauf der einzelnen Ausfüllungsmassen, welche eine Mächtigkeit von ungefähr 36 Meter haben, der Wechsel zwischen erzleeren, erz-

Fig. 3.



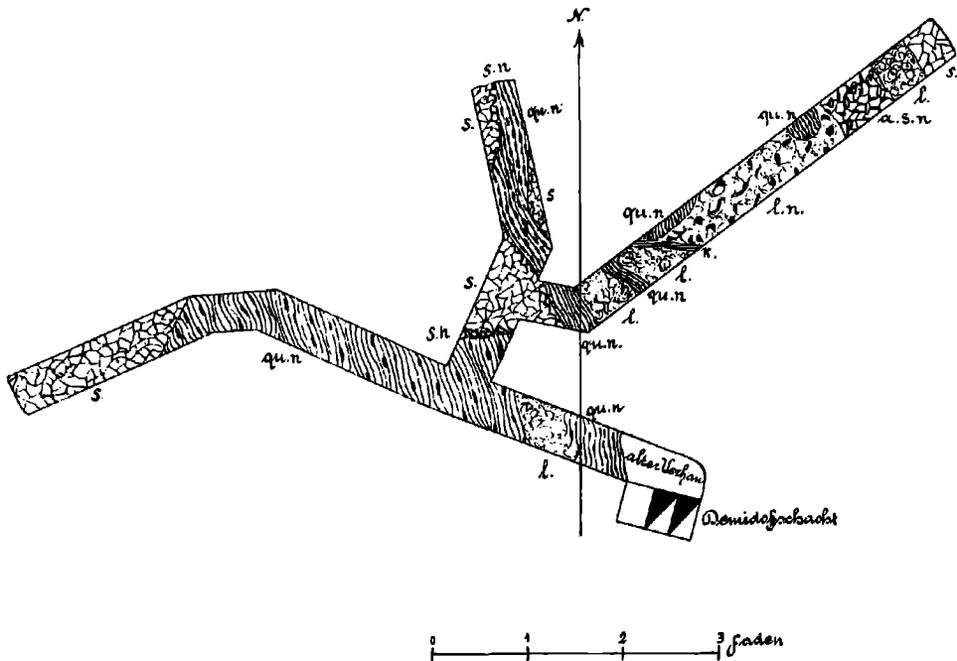
Profil des Schurfschachtes „Süd I“ der Petrowsky-Grube.

führenden Partien und erzreichen Nestern ist auch hier aus der Figur 4 zu entnehmen, welche die 19 Fadenstrecke im Grundrisse darstellt. Jene Partien, welche wohl noch als stark zersetzter, aber noch nicht ganz aufgelöster Serpentin zu erkennen sind, zeigen in schmälereu Zonen gegen die Scheide total aufgelöster, lettiger und quarzreicher Mittel Erzführung. Hier wurde auch ein schmales Kalkband überfahren. Der krystallinische grauliche bis weisse Kalk enthält keinerlei Minerale, welche auf einen Contact mit einem feurigen Gesteinsmagma hinweisen würden. Lose gefundene kleinere Kalkbrocken besitzen eine opalartige Oberfläche.

Ein kleiner Schacht, der 60—70 Meter nordwestlich von dem Demidoffschacht liegt und die Bezeichnung „Schurf 1887“ führt,

lieferte viel „zelligen Quarz“, welcher bis zur Teufe von circa 13 Meter in grossen Blöcken, die in leetigen und eisenschüssigen Auflösungsproducten eingebettet sind, auftritt. Der im Süden gelegene „Krinitschinschurf“ befindet sich am linken Ufer des Istokbaches südwestlich von aufgelassenen Kalksteinbrüchen in einer etwas sumpfigen Wiese. Durch fünf nahe beieinander liegende, im Maximum 8 Meter lange Schurfgräben, welche senkrecht auf die „Streichungslinie“ angelegt wurden, ist der hier lagernde rothe Lehm bis auf circa 8 Meter Tiefe erschlossen worden. In dem Lehm fanden sich in den westlichen Theilen eisenschüssige zerfressene Quarzknuern, in den östlichen

Fig. 4.



Grundriss der 19 Faden-Strecke des Demidoff-Schachtes der Petrofsky-Grube.

solche mit Nickelerz. In den mittleren Gruben stand ein bis 1 Meter mächtiger Rücken in der Streichungsrichtung an, der aus zerfressenem Quarz bestand, welcher sich leicht mit Krampen und Brechstangen zertheilen liess und allenthalben Nickelsilicate enthielt.

In einer Serpentinpartie, welche zwischen zwei normal und parallel streichenden Kalkpartien eingelagert ist, gehen die südlichsten Schürfe um. Der Serpentin ist stellenweise vollkommen zersetzt und zu einem zähen Letten aufgelöst, in dem sich sporadisch „kieselige und weiche Erze“ fanden.

Die nähere Betrachtung der „Erze“ wird ihre Genesis erkennen lassen.

So wie sich bei dem Vorkommen von Riddle das Nickelsilicat zuerst auf schmalen Klüftchen und den Sprüngen ausscheidet, wodurch eine grobmaschige Structur mit conglomerat- oder breccienartigem Aussehen der „Erzstücke“ entsteht, so sieht man auch hier ähnliche Vorgänge, welche aber durch die Verschiedenheit der Gesteinsart und deren Strukturverhältnisse ein anderes Bild geben.

Wie das ursprüngliche Gestein ausgesehen hat, kann man nur vermuthen. Der kleine Felskopf, welcher circa 20 Meter östlich vom Pumpenschacht der Petrofskygrube ansteht, erscheint massig, jene in den Gruben, besonders im Schurfschacht Nord II aufgeschlossenen Serpentinpartien, welche als solcher noch deutlich kenntlich sind, zeigen ein // blättriges, also schiefriiges Gefüge. Sie sind von lichtgrauer Farbe und enthalten vielfach bis nussgrosse, in den verschiedensten Formen auftretende Partien mit lockerem Gefüge. Diese sind weisslichgrau, gelblich, endlich lichtgrün und enthalten vorwaltend Magnesiasilicat, etwas Nickelsilicat, Quarz, ab und zu auch Magnetit. Ansonst scheint der letztere vielfach in Eisenoxydhydrat verwandelt, und ist er mit solchem, wie es aus der Zersetzung des Antigorites resultirt, zuerst ausgewandert, alle Klüfte und sonstigen Hohlräume erfüllend. Neben den lockeren Partien finden sich auch, wohl seltener, Chrysoprasstückchen. Beide haben scharfe Ränder und sehen wie Einschlüsse aus; ich möchte sie aber nicht für solche halten, sondern für kleinere locale Zersetzungen, welche vielleicht von einem ursprünglich vorhanden gewesenen Minerale ausgehen und dann die Umgebung in Mitleidenschaft ziehen, eine Erscheinung, die ja so oft wahrzunehmen ist.

In den Schliffen sieht man die Antigoritblättchen kaum verändert, nur sind sie schwach doppelbrechend und fast farblos geworden, das Gestein hat wesentlich an Härte verloren; es müssen also neben den physikalischen auch schon chemische Veränderungen vor sich gegangen sein. Letztere werden durch die Abscheidungen documentirt, es finden sich auf allen Klüften Quarzhäutchen, welche durch winzige Partikelchen des Nickelsilicates gelblich bis grün gefärbt erscheinen. Es ist dies das erste Stadium der Veränderung, und sieht man hier, abgesehen von den eben bemerkten Bildungen, die Zersetzung mit der Ausscheidung von Kieselsäure beginnen, welcher sich untergeordnet die Auswanderung des Nickelsilicates anschliesst, während in Riddle das umgekehrte Verhältniss zu beobachten ist: es wandert zuerst vorwaltend Nickelsilicat und dann untergeordnet Kieselsäure aus. Nur an ganz vereinzelt Stellen treten nickelhaltige Magnesiasilicate ohne Quarzneubildung auf, sie haben dann ein Bergholz ähnliches Gefüge bei mehr weniger grüner Farbe.

Konnten wir in Riddle die Umbildung vom Harzburgit an bis zu den gangartigen reichen Erzausscheidungen Schritt für Schritt verfolgen, so ist dies hier nicht der Fall. Die dem eben beschriebenen ersten Stadium der Zersetzung und der Erzbildung unmittelbar folgenden Abschnitte finden wir kaum; es schliessen sich an den Serpentin, welcher die ersten Erzausscheidungen enthält, sofort aufgelöste Massen an, von denen besonders zwei Abarten in's Auge fallen, und zwar einerseits solche, welche in reichlicher Menge jene kieselig-

zelligen Bildungen umschliessen, wie wir sie von Riddle her im dritten Stadium als Endproducte kennen lernten, und die hier von einer zähen, lettigen Masse, welche ihrer Menge nach im allgemeinen gegen die quarzigen Massen zurücktritt, verbunden werden. anderseits sind es ockerige Zersetzungsproducte, welche kieselige nur untergeordneter enthalten.

Unter den zelligen Kieselskeletten finden sich (namentlich in einem Schächtchen Nordwestnord vom Demidoffschacht, als Schurf 1887 bezeichnet) solche, welche von den gleichen Bildungen aus Oregon kaum zu unterscheiden sind. Die Zellen sind etwas grösser, es fehlt hier die ockerige Ausfüllung; die Zellen sind leer, nur hier und da haftet an den Wänden rein weisses Magnesiasilicat, während in Riddle Eisenoxydhydratanflüge eine Braunfärbung bewirken. Diese zelligen Quarzskelette beweisen wohl zur Genüge, dass auch in Revda die Zersetzung des Serpentin local in gleicher oder nahezu gleicher Weise wie in Riddle verlaufen muss. Da diese Bildungsart wesentlich von der Structur des ursprünglichen Gesteins abhängt, so würde man auf gleichartige Verhältnisse an beiden Orten schliessen können, die nähere Betrachtung der Endproducte lässt aber doch einige Unterschiede wahrnehmen. Die Revdaer Zellskelette haben grössere Kammern, die Rippen sind ebenflächiger, dicker, und wo die Zellen mehr rundlich sind, sehen wir sie mit Magnesiasilicat erfüllt. Bei den gleichen, Oregon'schen Bildungen haben wir die Entstehung verfolgt und gesehen, wie die Rippen auf den das Gestein durchsetzenden, vielfach gebogen verlaufenden Sprüngen sich absetzen. Bei dem // struirten Serpentin von Revda fehlen diese, wenn man sagen darf, „perlitischen“ Sprünge, er wird nur von mehr ebenflächigen Klüften durchzogen, und diesem Netzwerk entsprechen nun auch die Kieselskelette. Die mehr rundlichen Zellen dürften jenen oben erwähnten pseudomorphosenähnlichen Zersetzungsherden entsprechen, aus denen das Nickelsilicat wieder ausgewandert ist. Im allgemeinen enthalten die Zellwände hier wie in Riddle kein Nickel; hier wie dort finden sich jedoch Ausnahmen, bei denen eine schwache Färbung einen kleinen Nickelgehalt anzeigt.

In Riddle fanden sich diese Bildungen an der Oberfläche theils unmittelbar an den Stellen ihrer Entstehung, theils weit abgerollt an den Gehängen. In Revda finden sie sich mit Lehm in der alluvialen Decke nahe unter der Oberfläche (Krinotschkinschürfe etc.), theils recht tief in den Einbauten der Petrofskygrube, aber da offenbar als Bruchstücke, welche in eine weite Kluft eingetragen oder eingestürzt sind. Sie wurden zuerst angeführt, weil sie jene Producte sind, welche mit solchen von Riddle die grösste Aehnlichkeit haben.

Es finden sich aber auch noch andere Zersetzungsproducte, welche mit solchen von Riddle identificirt werden können, nur ist ihre Form eine etwas verschiedene. Aus den Schurfschächten Nord I und II, weniger aus dem Schurfschacht Süd I wurden grosse Mengen ockeriger Massen gefördert, die an der Luft zu einem braunen Letten zerfallen. In der Grube erkennt man in diesen eisenoxydhydratreichen Massen noch die Parallelstructur, und dort sorgfältig genommene Stücke behalten sie auch nach dem langsamen Trocknen.

Diese Massen besitzen eine lichtbraune bis schwarzbraune Farbe, auf Klüften und häufiger noch in kleinen Nestern ist Nickelsilicat

abgesetzt. Meist hat letzteres die bekannte apfelgrüne Farbe, andere Partien, namentlich im Schurfschacht Süd I sind gelbgrün. Leider gelang es nicht, ganz reine Partien dieses Materiales zu erhalten, um es für sich untersuchen zu können. So weit die qualitative Prüfung einen Schluss erlaubt, lässt sich vermuthen, dass diese Färbung von einer Beimengung oder besser von inniger Mischung mit Eisenoxydhydrat herrührt, doch ist diese Annahme keine sichere und das Vorhandensein einer besonderen Nickelverbindung nicht ausgeschlossen.

Die lichter braunen Massen, auf die schwarzbraunen wird unten besonders zurückgekommen, hinterlassen bei der Behandlung mit heisser Salzsäure blättrige Aggregate kleiner Quarzkörnchen, seltener bis nussgrosse mehr rundliche Stücke; die Lösung enthält reichliche Mengen von Eisenoxyd, wenig Eisenoxydul, etwas Thonerde, wechselnde Mengen von Nickel, ziemlich viel Magnesia und nur sehr wenig Kalk. In manchen Partien finden sich Spuren von Kobalt. Entsprechend der vorhanden gewesenen Menge an Nickelmagnesiumsilicat zeigt sich im Rückstand mehr weniger gallertartige Kieselsäure, in Lösung selbst geht verschwindend wenig. Bei Anwendung von Stücken mit grösseren Nickelsilicatputzen bedarf es einer langen Einwirkung der heissen Säure, um diese ganz zu zersetzen; es umgeben sich die Nickelsilicatpartien mit einer Hülle von gallertiger Kieselsäure, welche die Zersetzung sehr verzögert.

Durch die Behandlung mit Säure tritt die Structur der sorgfältig conservirten eisenoxydhydratreichen Masse deutlich hervor und lässt das Ganze als weitgehend veränderte parallelstruirte Gesteinsreste erkennen. Aus dem ursprünglichen Gestein ist ein sehr grosser Theil der Kieselsäure ausgewandert, Eisenoxydhydrat ist der Hauptbestandtheil, Magnesia muss noch in anderer Form vorhanden sein als in den geringen Mengen im Nickelmagnesiumsilicat, ihre Quantität ist nicht klein. So wenig wie in Riddle ist sie auch hier nicht an Kohlensäure gebunden, wahrscheinlich ist ein leicht zersetzbares wasserhaltiges Silicat vorhanden. Eisen erscheint auch als Oxydul, an was es gebunden ist, kann nicht so leicht ermittelt werden. Jedenfalls ist bei der Gesteinszersetzung nicht alles vorhanden gewesene Oxydul weiter oxydirt worden, und ist es naheliegend, in diesem Stadium feinstvertheiltes Oxyduloxyd als vorhanden anzunehmen; Magnetit lässt sich durch Schlämmen aber nur in minimalen Mengen absondern.

Diese Massen stellen wohl nichts anderes dar, als das „dritte Stadium“ der Zersetzung des Serpentin. In Riddle liegen qualitativ gleich zusammengesetzte und ebenfalls zum grössten Theil aus Eisenoxydhydrat bestehende Umwandlungsproducte in den Zellen des Quarzskelettes. Hier fehlt dieses, und die noch vorhandene Kieselsäure ist in mehr weniger parallel angeordneten Körneraggregaten zum Absatz gelangt, welche zufolge Umhüllung und Zwischenlagerungen von Eisenoxydhydrat ganz versteckt sind. Da diese Massen des „dritten Stadiums“ der Umwandlung öfter gegen solche des „ersten Stadiums“ scharf absetzen, so ist auch hier für den einmal „angegriffenen“ Serpentin ein rascher, vollkommener Zerfall anzunehmen, bei welchem das „zweite Stadium“, wie es in Riddle zu beobachten war, hauptsächlich zufolge der blättrigen Structur nicht wahrzunehmen und vielleicht auf eine

ganz schmale Zone beschränkt ist: Wesentliche Verschiedenheiten zwischen dem Verlaufe der Veränderung des Serpentin's beider Orte finden also nicht statt, nur kann mit Sicherheit angenommen werden, dass neben dem oben beschriebenen ganz gleichen Verlauf anderseits local in Revda mehr Kieselsäure in Lösung geht, welche Lösungen austreten und an anderen Orten die Kieselsäure zur Ablagerung bringen. Ob diese Kieselsäurelösung, wohl durch schwach alkalische Wässer bewirkt, durch Diffusion oder durch Niveauschwankungen des Grundwassers in Circulation gesetzt wird, ist kaum zu entscheiden, doch wird gezeigt werden, dass eine Auswanderung wirklich statthat, der sich in gewissen Perioden auch die des Nickelsilicates zugesellt.

Bevor diese Verhältnisse näher betrachtet werden, müssen noch Wahrnehmungen bezüglich der qualitativen Zusammensetzung der eisenschüssigen Zersetzungsproducte discutirt werden. Es betrifft diesen in einzelnen Partien vorhandenen Kobaltgehalt. Kobalt liess sich in einer ziemlich lichtbraun gefärbten Partie aus dem Schurfschacht Nord I in geringer Menge nachweisen, in grosser Menge tritt es in den erwähnten schwarzbraunen Zersetzungsproducten auf. Solche fanden sich als ungefähr kopfgrosse, parallel struirte, plattige Putzen im Schurfschachte Nord II, und hatte ich sofort an Ort und Stelle dem Herrn Grafen Stenbök gegenüber die Vermuthung ausgesprochen, dass diese Partien Kobalt-hältig sein dürften, was sich bei der Laboratoriumsuntersuchung auch voll bestätigte.

Unser Museum dankt der Güte des Herrn A. Grunow eine Collection von ihm in Neu-Caledonien gesammelter Erzproben, unter denen sich auch Kobalt-hältige Manganverbindungen, Erdkobalt u. s. w. befinden, welche nach der freundlichen Mittheilung des genannten Herrn immer in eigenthümlicher Weise und getrennt von den secundär gebildeten Nickelerzen auftreten. Es finden sich auch in Revda diese Kobalt-hältigen Massen von jenen, die Nickel führen, abgedondert vor, wenn auch hier die räumliche Trennung keine so grosse wie auf Neu-Caledonien ist und hier auf den Trennungsfächen der blättrigen Bildung wahrscheinlich später wieder etwas Nickelsilicat zur Ablagerung kam. Gewiss verdient diese eigenthümliche Erscheinung eine besondere Beachtung und ein eingehendes Studium, wo sich hiezu geeignete Verhältnisse vorfinden.

In den eisenschüssigen Zersetzungsproducten lässt sich auch eine sehr geringe Menge Kalk nachweisen. Dem Antigorit scheint Kobalt und Kalk zu fehlen, das heisst, beide können in 5 Gramm Substanz nicht nachgewiesen werden. Oben wurde gezeigt, dass die Hornblendegesteine zum Theil wohl Kobalt, aber kein Nickel und natürlich auch Kalk enthalten. Es wird nun schwierig zu entscheiden sein, ob die in den Zersetzungsproducten nachgewiesenen Kobalt- und Kalkmengen doch von einem vielleicht minimalen Gehalt dieser beiden im Antigorit oder von eingelagerten Hornblendeschieferpartien abzuleiten sind. Bei der eigenthümlichen Erscheinung, dass das Kobalt sich vom Nickel abtrennt und für sich concentrirt, ist ersteres leicht möglich, während der kleine Kalkgehalt auch schon durch eindringende Tagwässer zugeführt werden könnte.

Wir kehren nun zu den in mannigfacher Art auftretenden kieseligen Bildungen zurück.

Zwei Arten von Bildungen, und zwar jene der zelligen Kiesel-skelette und die der eisenreichen Rückstände, konnten mit solchen von Riddle identificirt werden. Von ersteren gibt es hier nun verschiedene Modificationen, welche dort nicht zur Beobachtung gelangen und die anderseits den Beweis vervollständigen, dass bei der Zersetzung des Serpentin local auch der Vorgang stattfindet, bei welchem vorwiegend Kieselsäure mit Nickelsilicat zurückbleibt, während die Oxyde des Eisens und der Magnesia auswandern, der Process also umgekehrt verläuft, wie es im Vorhergehenden zuletzt geschildert wurde, aber analog wie in Riddle. Offenbar wirkten in diesen Fällen saure Wasser ein, welche weder Kieselsäure noch das schwerer zersetzbare Nickelsilicat lösen konnten, ausserdem in alkalischer Lösung gewesene Kieselsäure zur Ausscheidung veranlassten, während leicht lösliches Eisenoxydhydrat und die Magnesia, wahrscheinlich aus leicht zerfallenden Silicaten, aufgenommen und weggeführt wurden. Lediglich um nicht zu weitläufig zu werden, ist hierbei von der Thonerde und anderen spurenweise auftretenden Bestandtheilen abgesehen; es wird, so weit nöthig, auf sie zurückgekommen. Die zelligen Kiesel-skelette sind oben beschrieben, auch ist dort bereits erwähnt, dass sich nickelsilicathältige kieselige Kluftausfüllungen bilden. Werden Eisenoxydhydrat und Magnesia gelöst, so müssen Hohlräume entstehen, die das Zusammenbrechen der kieseligen Bildungen ermöglichen, welches durch Druck in den sich umwandelnden Gebirgsmassen bewirkt wird. Die Bruchstücke der bis 1 Centimeter dicken apfelgrünen Platten, wie sie vordem die Kluftausfüllungen bildeten, haben verschiedene Dimensionen; in den Schnitten zeigen sich die dickeren und 7—8 Centimeter langen Stücke, noch in genähert paralleler Lage, die Zwischenräume sind mit wirt durcheinander liegenden Splintern und Stückchen der Dünneren ausgefüllt, das Ganze ist durch licht- bis dunkelgrau erscheinenden Quarz zu einer festen Masse verkittet. Diese Kieselsäure muss also eingewandert sein. Das Nickelsilicat ist im Quarz in kleinen Partikeln eingeschlossen, so dass eine einfache mechanische Trennung ausgeschlossen bleibt. Solche Erze gibt es nun in zahlreichen Varietäten, die namentlich dadurch entstehen, dass die Menge der eingewanderten Kieselsäure nicht hinreichte, alle Hohlräume zu erfüllen, es sind dann die leer gebliebenen mit sehr kleinen, innig verwachsenen Quarzkryställchen ausgekleidet. Es ist überflüssig, alle diese Abarten besonders zu beschreiben und sei nur jener gedacht, welche eine Modification des Bildungsprocesses bedingen. Hieher gehören Erze, bei denen der Quarz ein dichtes, graues Körneraggregat bildet, in welchem in unregelmässigen, aber doch mehr polyedrischen oder kugeligen Formen, Hanf- bis Hirsekorn grosse Nickelsilicatpartien eingelagert sind. Das letztere ist ziemlich rein und besteht aus nur locker gebundenen kleinsten Blättchen, welche sich aus den Höhlungen leicht herauskratzen lassen. In diesen Bildungen scheinen Verdrängungs-Pseudomorphosen von Kieselsäure nach Serpentin des ersten Zersetzungsstadiums vorzuliegen, die Nickelsilicatputzen würden den dort erwähnten pseudomorphosen-ähnlichen ersten Nickelsilicatausschei-

dungen entsprechen. Es hat hier an Klüften gefehlt, auf denen ein nickelfreies oder nickelhältiges Kieselskelett zur Ablagerung hätte gelangen können, und die Kieselsäure ist den austretenden anderen Bestandtheilen unmittelbar nachgefolgt.

Andere „Erze“ lassen sich deutlich als gangartige Quarzablagerungen erkennen. Es sind mehr weniger parallel verlaufende schwach gewundene Bänder zu beobachten, zwischen denen oft grössere blasenähnliche Hohlräume auftreten, einzelne Blätter sind durch mechanisch eingeschlossenes Eisenoxydhydrat röthlich braun gefärbt, andere durch Nickelsilicat grünlich. Die gegen die Mitte mehr compacte, 10—15 Centimeter mächtige Masse hat innen zellig zerfressene Seitenflächen, die augenscheinlich von vorhanden gewesenen und nun zerstörten Serpentin-Stücken, die eingeschlossen worden waren, herrühren.

Ab und zu finden sich in den aufgelösten Massen noch andere parallelschalige Platten, ähnlich den gebänderten Bildungen von Riddle, die der Hauptmasse nach aus grauem Quarz bestehen, einzelne Blätter aber durch einen Gehalt an Nickelsilicat mehr weniger gefärbt sind.

Auf der Grundstrecke des Schurfschachtes Nord I fand sich eine solche Bildung anstehend an der Grenze des Serpentin gegen eine offenbar vorhanden gewesene grössere Spalte, welche nun mit Quarztrümmerwerk und eisenoxydhydratreichem Letten erfüllt ist. Der aufgelöste Serpentin enthält gegen die einige Zeit bloss gewesene Oberfläche, welche der Spalte zugekehrt ist, „Nickelerz“, wenige Decimeter einwärts, trotz weit vorgeschrittener Zersetzung kaum Spuren davon, eine Erscheinung, wie sie im ganzen Gebiet häufig zu beobachten ist und welche deutlich beweist, wie ein Theil des Nickelsilicates der Wanderung unterliegt. (Siehe die Figuren.) Die frei gewesene Oberfläche ist nun mit Quarzschalen überkleidet, welche im Querschnitt als Streifen erscheinen. Durch ihre verschiedene Färbung von licht- und dunkelgrau, bräunlich und grünlich lässt sich einerseits ihre Dicke, aber auch der Wechsel in der Zusammensetzung erkennen. Die kaum papierdicken Lagen zeigen uns, dass in verhältnissmässig kleinen Zeitperioden fast nur Kieselsäure, in anderen diese mit Spuren von Nickelsilicat, dann Kieselsäure mit sehr wenig Nickel und mehr Eisenoxyd ausgewandert ist, respective abgesetzt wurde. Es liegen hier die „tertiären Bildungen“ vor, welche aber in Revda nicht jene Bedeutung wie in Riddle erlangen; ihre Menge ist eine sehr geringe, sie zeigt uns aber doch, dass in Revda die Kieselsäure weitaus mehr wanderte als das Nickelsilicat, während in Riddle das Umgekehrte der Fall ist. Ueber die Ursachen dieses Umstandes und über jene, welche den alternirenden Wechsel in der Zusammensetzung der Lösung, respective des Absatzes bedingten, welcher in dem oben beschriebenen Auftreten von Quarz, Quarz mit Nickelsilicat u. s. w. zum Ausdrucke kommt, liessen sich nur Vermuthungen aufstellen, deren Discussion besser unterbleibt.

Auf der 19 Fadenstrecke des Demidoffschachtes wurden bald westlich von letzterem, und mit einem nordöstlichen Schlag wiederholt, lettige Ausfüllungsmassen überfahren, in welchen angewitterte Serpentinblöcke, viele grosse Quarzskelettknauern, eine Kalkplatte u. a. Vorkommen erschrotten worden sind. Namentlich die Kalkplatte

und kleinere Schieferstücke sind vollkommen aus der allgemeinen Streichungsrichtung und dem normalen Einfallen geworfen, das Zusammenvorkommen dieser sonst räumlich weit auseinanderliegenden Gesteinsarten in der lettigen Masse, zugleich ein Hauptdepot des aus dem Serpentin austretenden Thones, die bald „weiche Nickelerze“ enthält, bald erzleer ist, lassen mit Recht annehmen, dass hier eine mächtige Aufbruchspalte gebildet worden war, welche sich mit nachstürzendem Trümmerwerk und eingeschwemmten Materialien erfüllte. Die Annahme einer grösseren Spalte liegt bei den zu machenden Beobachtungen sehr nahe, und dass es an tektonischen Störungen nicht fehlt, zeigen deutlichst die Verhältnisse im Schurfschacht Nord I im westlichen Felde (siehe Figur 1), welche keiner besonderen Erläuterung bedürfen.

Wohl auf diese Bildungen ist v. Groddeck's kurze Charakteristik der Lagerstätte von Revdinsk zu beziehen<sup>1)</sup> und, wie man sieht, wesentlich zu ändern, wenn auch der „Typus Revdinsk“ als eine besondere Lagerstättenart aufrecht erhalten bleiben kann.

Die Resultate der Beobachtungen lassen sich in folgender Weise zusammenfassen:

In dem aus krystallinischen Schiefen, quarzitisch kohligen Schiefen, krystallinischem Kalk zusammengesetzten Gebiet östlich von Revda, liegt eine schmale Zone von Antigoritserpentin, der wahrscheinlich aus einem, dem krystallinischen System angehörigen Augitgestein hervorgegangen ist. Auf eine Erstreckung von mehr als acht Werst (über eine deutsche Meile) ist sein Vorkommen allenthalben nachgewiesen, und scheint er einer continuirlich verlaufenden Einlagerung mit stellenweise linsenförmigen Anschwellungen zu entsprechen.

Der Pyroxen des ursprünglichen Gesteines, das nirgends auch nur andeutungsweise erhalten ist, war nickelhaltig, welches Metall als Bestandtheil in den Serpentin überging. Bei der Zersetzung des Antigoritserpentin wird das Nickel mit Magnesia und anderen geringfügigeren Beimengungen in Form eines wasserhaltigen Nickelsilicates abgeschieden.

Die Art der Zersetzung des Serpentin erfolgt wesentlich in der Weise, dass zuerst Nickel mit Magnesia und Kieselsäure austreten. Local spielt sich der Process genau so wie in Riddle ab, doch ist der Verlauf, hauptsächlich zufolge der ausgesprochenen Parallelstructur des Gesteines wegen, nicht so deutlich zu verfolgen, wodurch namentlich das „zweite Stadium“ der Veränderung verwischt wird, während die Endproducte da und dort gleich sind. Andererseits tritt durch Wegführung des grössten Theiles der Kieselsäure mit einem Theile des Nickelsilicates eine Modification des Processes ein und bedingt die Bildung grösserer Menge „kieseligter Erze“. Bei diesen ist das Nickelsilicat entweder in feiner Vertheilung vom Quarz umschlossen, es sind Breccien, welche aus den Bruchstücken der quarzigen, nickelhaltigen Kluftausfüllungen mit nickelfreiem Quarz verkittet bestehen.

<sup>1)</sup> Die Lehre von den Lagerstätten der Erze. Leipzig 1879. S. 211.

In andern bildet das Nickelsilicat lockere Putzen im Quarz und dürften diese Erze eine Verdrängungspseudomorphose nach Serpentin sein. Die „kieseligen Erze“ zeigen einen grossen Wechsel in der Art ihres Aussehens und natürlich auch einen solchen im Gehalt an Nickel, der im allgemeinen klein ist, lassen sich aber doch auf diese zwei Typen zurückführen. Eine Ausnahme bilden parallelschalige gangähnliche Ausfüllungen breiterer Klüfte und schalige Ueberzüge an den Oberflächen sich zersetzender Serpentinmassen gegen offen gewesene Hohlräume.

Die eisenreichen Rückstände enthalten das Nickelsilicat zum Theil in Putzen, wahrscheinlich sind dies die erhalten gebliebenen ersten Zersetzungsherde, wie sie sich bei der beginnenden Veränderung des Serpentin zeigen; andererseits in Form dünner Infiltrationen auf den Absonderungsflächen. Diese eisenreichen Rückstände lassen bei Behandlung mit heisser Salzsäure die ursprünglich vorhanden gewesene Gesteinsstructur erkennen, indem Blätter zurückbleiben, welche aus einem Quarzkörnchenaggregat bestehen; es ist also hier nicht alle Kieselsäure weggeführt, sondern zum Theil nur in eine andere Form gebracht worden. Auch hier kommt es nicht zur Magnesitbildung, ein Theil der Magnesia muss aber ausgetragen werden, denn die nachweisbaren Mengen entsprechen sicher nicht jenen, wie sie aus der zersetzten Serpentinmasse resultiren. Ein vermuthlich dem Serpentin angehöriger minimaler Kobaltgehalt hat sich in eisenreichen Rückständen besonders concentrirt, eine Erscheinung, welche auch bei der neucaledonischen Erzbildung hervortritt.

Die doppelte Art der Zersetzung, welche einmal die Ausscheidung der Kieselsäure und des Nickelsilicates auf den das Gestein local durchsetzenden zahlreichen Klüften bewirkt, der dann nachträglich die Wegführung des Eisens, des Magnesiums und der Thonerde folgt, das andermal weitgehende Lösung und weitere Wegführung der Kieselsäure mit etwas Nickelsilicat unter Rücklassung alles Eisens, eines grossen Theiles der Magnesia, etwas Nickel u. s. w. veranlasst, spricht für die wechselnde Einwirkung saurer und alkalischer Lösungsmittel, welche Annahme durch gewisse schalige Bildungen eine Stütze erhält.

Während das cirkulirende Grundwasser die Zersetzung ermöglicht, haben tectonische Einfüsse, welche z. B. im Gebiet der Petrofskygrube als Aufbruchsspalte erkennbar sind, die Veränderung begünstigt. Wie weit sie längs solcher Spalten in die Tiefe reicht, ist unbekannt, bis zu einer solchen von circa 48 Meter war sie im Jahre 1889 in unveränderter Form nachgewiesen.

In Riddle breiten sich in dem massigen Harzburgit die Zersetzungsherde und die damit verbundenen Erzbildungen nach allen drei Dimensionen aus, wobei allerdings häufig die parallel der Oberfläche liegende oder eine solche, welche einer Kluff nachgeht, wesentlich begünstigt wird; die Klüfte bedingen auch ab und zu gangförmige Ablagerungen. In Reyda ist durch die Art des Auftretens des Serpentinus als concordante Einlagerung mit beschränkter Mächtigkeit die Erzbildung an die streichende und einfallende Entwicklung des Gesteines gebunden.

Bald nach meiner Rückkunft vom Ural machte mir mein Freund A. von Gernet Mittheilungen über einen neuen Nickelerzfund bei Iwanofsk, es sind das Eisensteingruben, ungefähr 12—13 Werst westlich von Jekaterinenburg, südlich der grossen sibirischen Strasse gelegen. Das mir zugesandte Material lässt mit Sicherheit erkennen, dass auch dieses Vorkommen in krystallinischen Schiefen liegt, welche inselförmig dem Gneis oder Granit aufgelagert erhalten blieben. Solche Inseln hat Saytzeff mehrfach beobachtet (am ang. O. S. 145, siehe auch seine Karte), doch fällt Iwanofsk nicht mehr in das von ihm kartirte Gebiet.

Es treten hier in lettig aufgelösten Gesteinsresten arme weiche Erze auf, aus ihrer Umgebung erhielt ich krystallinische Kalke und Chloritschiefer, Serpentin fand sich unter dem Material nicht vor. Da mir das Vorkommen nicht aus eigener Anschauung bekannt ist, will ich auf dasselbe nicht weiter eingehen, aber doch bemerken, dass das Auftreten dieser Erze in der Schieferinsel die Annahme, als gehöre das Gestein, aus dem Serpentin, respective Nickelerze hervorgingen, dem Schiefersystem an, wesentlich bestärkt.

Von Interesse ist die mitgesandte Probe eines Chloritschiefers, welcher zwischen dem krystallinischen Kalk und den lettigen, nickelhältigen Zersetzungsproducten ansteht, und mögen deshalb die Resultate seiner Untersuchung hier angeschlossen werden. Der weiche dickbankige Schiefer hat eine tief graugrüne Farbe und besteht, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, aus Chlorit und Magnetit. Der letztere bildet bis Hirsekorn grosse, schlecht ausgebildete Krystalle, ein Theil ist als ferritischer Staub eingestreut. Aus letzterer Ursache lässt sich diese einzige nachweisbare Beimengung weder mit dem Magnet, noch durch Schlämmen ganz entfernen. Die Chloritschuppen sind sehr klein und machen deshalb eine eingehendere optische Untersuchung fast unmöglich. Sie zeigen im Schliß eine lichtgrüne Farbe, etwa so wie lichter Strahlstein, lebhaften Pleochroismus von grün zu gelb und nahezu farblos, sie sind zweiachsig mit sehr kleinem Axenwinkel. Da in Präparaten eine Bestimmung der Chloritart unausführbar erschien, wurde mit geschlammtem Material, das also nur wenig Magnetit enthielt, eine Analyse ausgeführt, die folgendes Resultat ergab:

	Procent
Kieselsäure .	26.02
Thonerde	21.67
Eisenoxyd	4.60
Eisenoxydul	4.45
Magnesia	30.95
Wasser	11.99
	99.68

Mangan und Kalk sind in zwei Gramm Substanz nicht nachweisbar.

Ohne in eine detaillirte Discussion einzugehen, sei nur bemerkt, dass diese Zusammensetzung der eines „Prochlorites“ im Tschermak-

sehen Sinne entspricht<sup>1)</sup>, von welchem hier ein Schiefer vorliegt. Wenn Tschermak (a. a. O. II. Theil., S. 9) sagt: Es gibt keine Chlorit-schiefer, welche hieher gehören, so geht wohl aus dem weiteren Text hervor, dass sich dies nur auf die Möglichkeit der Bestimmung des den Schiefer bildenden Chlorites als „Prochlorit“ bezieht, weil in den Schiefen die typische Anordnung der Blättchen verloren gehen muss. Immerhin zeigt die Zusammensetzung des analysirten Chlorites gegen die der typischen Prochlorite einen wesentlichen Unterschied, der in dem geringen Gehalt an Eisenoxydul besteht; trotz der kleinen Menge von eisenhaltigen Silicaten ist aber die Färbung eine ausnehmend intensive. Der Zusammensetzung nach schliesst sich der untersuchte Chlorit eng an den „Grochaut“ Websky's<sup>2)</sup> an, welcher von Bock analysirt worden war und den Tschermak (a. a. O. II. Thl., S. 39) zu den Prochloriten stellt, ihm aber ein Verhältniss zuweist, wie dem Leuchtenbergit zum Klinochlor, d. h. annimmt, „dass von einer der isomorphen Componenten eine kleine Menge aufgelöst und fortgeführt worden sei. Wahrscheinlich war es die eisenhaltige Substanz. Der Rest behielt die wesentlichen Eigenschaften der Mineralgattung“ (a. a. O. I. Thl., S. 35). Für den Leuchtenbergit hat Tschermak diesen Schluss aus seinen Beobachtungen abgeleitet, der nicht anzuzweifeln ist; aus Websky's Beschreibung des Grochauts geht ein solches Verhalten nicht hervor, und für das vorliegende Material halte ich ihn bestimmt für ausgeschlossen. Hier müsste eine so bedeutende Menge eisenhaltiger Substanz gelöst und weggetragen worden sein, wodurch solche Veränderungen des Minerals bewirkt worden wären, dass sie sich der Beobachtung nicht entziehen könnten. Eine eingehende Vergleichung des Grochaut mit dem Chlorit von Iwanofsk konnte leider nicht ausgeführt werden, da es mir an Material von Grochau mangelt. Es scheint in diesen beiden Chloritvorkommen eine besondere, ursprüngliche Varietät des Prochlorit vorzuliegen, welche neben dem eigenthümlichen Mischungsverhältniss auch eine besondere Ausbildung zeigt, die von jener der typischen Prochlorite abweicht, und wonach ihr eine eigene Bezeichnung „Grochaut“ mit Recht zukommt. Offenbar bedarf es zur Bildung dieser Chloritart besonderer Verhältnisse, und thatsächlich finden wir den Grochaut und den Grochautschiefer von Iwanofsk in Gebieten, in welchen Pyroxen und Amphibolgesteine einer Serpentinisirung unterlagen, wobei bei Grochau wohl unzweifelhaft auch Olivinegesteine vorhanden waren, was für letzteren Fundort nicht sichergestellt ist.

### Nachschrift.

Wie bereits erwähnt, erfolgte mein Besuch der Nickelerz-vorkommen bei Revda im Sommer des Jahres 1889. Im März des Jahres 1891 wurden die Resultate aller, an Nickelerzlagerstätten von mir

<sup>1)</sup> Die Chloritgruppe. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. B. 99. 1890. 1. Thl.; B. 100. 1891. 2. Thl.

<sup>2)</sup> Ueber Grochaut und Magnochromit, Zeitsch. d. deutsch. geolog. Gesellsch. B. XXV. 1873. S. 394—398.

gemachten Beobachtungen in einem ausführlichen Vortrag zusammengefasst und die vorstehende Mittheilung niedergeschrieben.

Gegen Ende des Jahres 1891 hatte Herr Director A. Karpinski die Güte, mir einen Separatabdruck seiner Abhandlung über die Lagerstätten der Nickelerze am Ural (aus dem Gorni journal 1891, Nr. 10, in russischer Sprache) freundlichst zuzusenden, wofür ich ihm auch hier nochmals verbindlichst danke. Er untersuchte die Lagerstätten im Jahre 1890.

Unsere Beobachtungen sind unabhängig von einander gemacht worden, und ebenso haben wir die Resultate derselben fixirt. Karpinski's ausführliche Abhandlung ergänzt die vorstehende Mittheilung in vieler Beziehung; sie ist mit fünf Tafeln ausgestattet, bringt zahlreiche Analysen, theils neue, theils solche, die zum Vergleich aus der Literatur herübergenommen wurden. Sie enthält ein Verzeichniss aller uralischer Nickelvorkommen, eine historisch angelegte Zusammenstellung über das Wissen derselben u. s. w.

Von der Absicht, Karpinski's Darstellung eingehend zu würdigen und die, über die eigenen Beobachtungen hinausgehenden Forschungsergebnisse des genannten Autors als Ergänzungen hier anzuschliessen, musste aus mehrfachen Gründen leider abgegangen werden.

Beide leiten wir das in den Erzen enthaltene Nickel vom Serpentin ab, Karpinski neigt aber zu der Auffassung, dass der Serpentin das Umwandlungsprodukt eines Eruptivgesteines ist. Aus welchen Gründen ich eine andere Anschauung ausgesprochen habe, ist bereits dargelegt worden, hauptsächlich das Fehlen von Contacterscheinungen wurde als wesentlichster Umstand hervorgehoben. Karpinski führt nun solche Contacterscheinungen an, die darin bestehen, dass der sonst fast magnesiafreie oder doch magnesiaarme, marmorartige Kalk im Contact gegen den Serpentin in Dolomit verwandelt ist und Asbestadern enthält. Diese Art der Umwandlung scheint mir lediglich auf unserem Wege erfolgt zu sein, eine Anschauung, die Karpinski vielleicht theilt.

Unsere Darstellungen sind mehrfach von verschiedenen Gesichtspunkten ausgegangen, in den wesentlichen Punkten, die Natur des den Serpentin liefernden Gesteins ausgenommen, sind keine Differenzen zu constatiren.

Von besonderem Interesse sind Karpinski's Hinweise auf ähnliche Eisen- und Kupfererzlagerstätten am Ural, bezüglich welcher, ebenso wie der Details von Revda und Iwanofsk wegen, auf das schätzenswerthe Original zu verweisen erlaubt sein möge.

### **Das Vorkommen nickelhaltiger Silicate bei Frankenstein in Preussisch-Schlesien.**

Der Chrysopras war im vorigen Jahrhundert ein beliebter und geschätzter Edelstein und diesem Umstande danken wir eine Abhandlung über sein Vorkommen, welcher entschiedener wissenschaftlicher Werth beizumessen ist. J. L. G. Meinecke ist der Autor des im Jahre 1805 erschienenen Werkes: „Ueber den Chrysopras und die denselben begleitenden Fossilien in Schlesien“, das uns eine ausgezeichnete Beschrei-

bung der zu beobachtenden Thatsachen liefert und in seinen Schlüssen vielfach zutreffend ist.

Das Frankensteiner Vorkommen ist also das am längsten bekannte, die Verhältnisse sind hier aber die complicirtesten. Mein Besuch war ein kurzer und nicht in der Absicht ausgeführt, Detailstudien zu machen; die folgenden Mittheilungen können demnach nicht viel Neues bringen, sie sind z. Th. eine Bestätigung des bereits Bekannten, anderseits sollen sie auf Lücken in der Kenntniss des Details hinweisen und die Nothwendigkeit begründen, dieses Gebiet von geologisch-mineralogisch-chemischen Standpunkten eingehend zu studiren, etwa in der Weise, wie das für Krems bei Budweis von A. Schrauf geschah. Die mineralogisch-chemischen Verhältnisse, bezüglich der nickelhaltigen Verbindungen, werden im Schlusskapitel nochmals zur Behandlung kommen, und sei hier nur bemerkt, dass das „Nickelerz“ dieses Vorkommen aus anderen Mineralen zusammengesetzt ist, als jene der beiden vorbeschriebenen Localitäten.

Meincke gibt in grossen Zügen ein geologisches Bild der ganzen Gegend, das freilich unseren heutigen Anschauungen nicht mehr entspricht, aber ganz zutreffend unterschied er die verschiedenen Serpentinvarietäten; so bemerkt er, dass der Zobtenserpentin in „minderer Beziehung zu dem Chrysopras steht“, der Reichensteiner Serpentin mit dem Frankensteiner nicht zusammengehört, ferner die Serpentine des Grochenberg, Wacheberges und Gumberges sehr verschiedene Varietäten sind, er beobachtete ihren Hornblendegehalt u. s. w.

Erst Justus Roth gibt uns wieder neuere Aufschlüsse über die geologischen Verhältnisse,<sup>1)</sup> welche sich wesentlich auf die Gesteinsbestimmungen und Umwandlungsprocesse beziehen. Nach diesen finden sich südlich von Frankenstein in der Baumgarten-Grochauer Berggruppe (a. a. O. S. 105—109) untergeordnet Gneiss mit Hornblendegesteinen, welche Feldspath, Augit, Glimmer und Kies, vielleicht auch Bronzit enthalten. Stellenweise werden die Hornblendegesteine gabbroartig, sind aber deshalb nicht als eruptiv aufzufassen, sondern der Gneissserie zuzurechnen. Der Groch- und Wachberg bestehen aus Serpentin nach Hornblendegesteinen, es werden dessen Zersetzung und die entstehenden Neubildungen beschrieben.

Der Kosemitz-Gläsendorfer Serpentinzug, nördlich von Frankenstein, tritt in mehreren Kuppen zu Tage, welche durch diluviale Ablagerungen von einander getrennt sind (siehe die geologische Karte von dem niederschlesischen Gebirge etc.). Der Serpentin steht im Zusammenhang mit den Schiefergesteinen, er wird ebenfalls von Hornblendegesteinen abgeleitet.

Bald darauf beobachtete H. Fischer (siehe seine bekannten krit.-mikrosk. mineral. Studien, 1. Forts. 1871) die Maschenstructur in dem Gumberger Serpentin und seine Herkunft aus Olivin.

Th. Liebisch hat in seinen „mineralogisch-petrographischen Mittheilungen aus dem Berliner mineralogischen Museum“ solche über

<sup>1)</sup> Erläuterungen zu der geologischen Karte vom niederschlesischen Gebirge etc. Berlin 1867.

Hornblendegneisse und Serpentine von Frankenstein<sup>1)</sup> gemacht, welche auch Vorkommen der weiteren Umgebung behandeln. Hier sei nur vorerst erwähnt, dass er in dem Serpentin des Gumberg-Kosemitzer Zuges neben Olivinresten eine Aktinolith-artige Hornblende beobachtete. Die Gegenwart von Amphibol war bereits Meinecke (a. a. O. S. 10) bekannt, Liebisch weist auf die im Berliner Museum erliegenden Hornblendegesteinsproben von Tomnitz und einen gleichen Fund G. Rose's am Gumberg hin, welche eine Bestätigung der Ansicht J. Roth's bilden, nach welcher die Serpentine nördlich von Frankenstein mit den bei Nimptsch streichenden Hornblendegesteinen in Verbindung stehen.

In H. Traube's Beiträgen zur Kenntniss der Gabbros, Amphibolite und Serpentine des niederschlesischen Gebirges<sup>2)</sup> finden wir die Resultate mehr weniger eingehender petrographisch-chemischer Untersuchungen von Gesteinen des hier behandelten Gebietes. Bei den Untersuchungen wurde auf die uns hier interessirende Frage des Nickelgehaltes keine Rücksicht genommen, nur bei der Analyse des Serpentin vom Gumberge finden wir Nickeloxydul als Spur angeführt.

G. Gürich behandelt in seinen Erläuterungen zu der geologischen Uebersichtskarte von Schlesien<sup>3)</sup> das Gebiet nur kurz, aber alle Beobachter stimmen dahin überein, dass die südlich und nördlich von Frankenstein auftretenden Gesteinsmassen dem krystallinischen Gebirge zuzurechnen sind, nur Gürich glaubt — in Hinweis auf die Gesteine des Zobten — wenigstens den Gabbro als eruptives Lagergestein auffassen zu sollen (a. a. O. S. 29 u. 26).

Hier kommen wesentlich nur die Serpentine in Berücksichtigung, und für diese unterliegt die Zugehörigkeit zu den krystallinischen Gesteinen keinem Zweifel, ebensowenig deren Abstammung von Olivin-hornblendegesteinen. Der Olivin ist ja, abgesehen vom Zobten und der Frankensteiner näheren Umgebung, im ganzen Gebiet wiederholt als Gemengtheil in Hornblendegesteinen, so von Th. Liebisch bei Lampersdorf und Weigelsdorf (a. a. O. S. 731—732), von E. Kalkowsky im Eulengebirge<sup>4)</sup> und sogar als Olivinfels von Dathe südlich von Reichenbach<sup>5)</sup>, beobachtet worden.

Bezüglich der Nickelierzführung kommen wesentlich zwei Gebiete in Betracht, u. zw. der Gumberg-Kosemitzer Serpentinzug nördlich von Frankenstein und der Buchberg bei Baumgarten, südlich der letztgenannten Stadt.

Im nördlichen, dem altherühmten Chrysoprasgebiet, haben wir einen fast süd-nord streichenden Zug vor uns, in dem die Serpentine in Kuppen, an Steilrändern u. s. w. zu Tage treten und stellenweise durch ältere Steinbrüche und Schürfe aufgeschlossen sind. Die Parallelstructur und Bankung des Gesteinszuges ist überall deutlich wahrnehmbar, der ungestörte Verlauf im südlichen Theile leicht zu constatiren, trotzdem die flachmuldigen Einsattlungen zwischen den Hügeln,

<sup>1)</sup> Zeitsch. d. deutschen geolog. Gesellsch. B. XXIX, 1877. S. 729—734.

<sup>2)</sup> Inaug.-Dissert. Greifswald 1884.

<sup>3)</sup> Breslau 1896

<sup>4)</sup> Die Gneissformation des Eulengebirges. Leipzig 1878. S. 44.

<sup>5)</sup> Siehe Gürich's Erläuterungen etc. S. 29.

oft auch diese mit Diluvien überdeckt sind. Am Gumberg und auch noch viel weiter nördlich herrscht gleichmässiges Streichen und steiles westliches Einfallen, später stehen die Schichten fast seiger und bei Kosemitz biegt das Streichen nach Nordwestnord um, und die Absonderungsklüfte fallen steil nach Nordostnord bei mehr massiger Entwicklung der Serpentine.

J. Roth hat die damals wenig aufgeschlossenen Serpentine (a. a. O. S. 124) als meist dunkel gefärbt, schwärzlich-grün, bisweilen lichtolivengrün—zeisiggrün oder mit schwarzen, unregelmässigen, von Magnet-eisen herrührenden Flecken versehen und stets sehr stark zerklüftet, charakterisirt, dem nichts hinzuzufügen ist. Die mikroskopische Untersuchung bestätigt vollkommen die Beobachtungen der genannten Forscher. Die fast farblose Aktinolith-artige Hornblende tritt der Menge nach gegen Serpentin und Olivinreste zurück und bildet parallel, seltener garbenartig angeordnete Aggregate. In dem neugebildeten Serpentin findet sich verhältnissmässig wenig Magnetit, er scheint sich bei der Zersetzung des Olivins in den von J. Roth erwähnten Flecken concentrirt zu haben. Schon Klaproth vermuthete in dem Serpentin einen Nickelgehalt (siehe bei Meinecke S. 82), H. Traube führt eine Spur an, ich bestimmte in einer Probe vom Westabhang des Gumberges (Steinbruch an der Strasse) 0·34% Nickeloxydul.

Namentlich in den alten Steinbrüchen, welche an der Nordabdachung des Gumberges liegen, finden sich stehen gelassene Gesteinsrippen, — sie sind auch von H. Traube beobachtet worden (a. a. O. S. 44—45) — welche parallel dem allgemeinen Streichen verlaufen, aber fast in allen Steinbrüchen und in später zu erwähnenden total aufgelösten Serpentinmassen sieht man sie in von wenigen Centimetern bis zu mehreren Metern wechselnden Mächtigkeiten anstehen. Es sind graugrüne, selten zeisiggrüne Partien enthaltende, mehr weniger blättrige, weiche, aber zähe Gesteine, welche augenscheinlich aus einem Aggregat feiner Nadeln bestehen, denen nur ab und zu chloritische Flecken in Form dünner Häutchen auflagern. Die mikroskopische Untersuchung lässt Strahlstein, wenig Chlorit und etwas Magneteisen als Bestandtheile erkennen. Die Strahlsteinnadeln haben recht wechselnde Dimensionen, erreichen aber nie eine grössere Dicke als 0·5 Millimeter und diese selten. Im Allgemeinen liegen sie mit ihrer Längsentwicklung genähert parallel der Ebene der Gesteinsblätter, nicht zu selten fallen sie aber auch aus dieser hinaus, so weit, dass man ab und zu senkrechte Durchschnitte mit dem typischen Hornblendequerschnitt sieht. Sie sind lebhaft pleochroitisch, fast farblos, gelbgrün bis blaugrün. Ueber die beiden anderen Bestandtheile, die in geringer Menge auftreten (siehe Th. Liebisch und H. Traube a. a. d. ang. Orten), ist nichts zu bemerken.

Eine Probe von einer 10—30 Centimeter mächtigen Rippe, die in dem total aufgelösten Serpentin ansteht, wie er in einem Schurf, welcher circa 1 Kilometer nördlich des grossen Steinbruches am Westhang des Gumberges angelegt war, blossgelegt wurde, enthält 0·25% Nickeloxydul, ausserdem zeigt sich dieser Amphibol sehr thonerdereich. Entgegen der Wahrnehmung an den Hornblendegesteinen von Revda (siehe oben), welche kaum Nickel, aber dafür Kobalt ent-

halten, konnte letzteres hier in zwei Gramm Substanz nicht nachgewiesen werden.

So weit meine Beobachtungen reichen, nehmen die Hornblendegesteine gegen das Liegende an Mächtigkeit zu, und schliesse ich mich den Anschauungen J. Roth's und Th. Liebisch' (siehe oben) vollkommen an, welche diese als zusammenhängend mit Hornblendegesteinen und zwar jenen, welche östlich bei Nimptsch streichen, betrachten.

Im Norden von Kosemitz treten Gneisse zu Tage, welche Meinecke als Granite bezeichnet hatte, aber auch eigenthümliche Feldspathgesteine des Kosemitzer Windmühlenberges waren dem aufmerksamen Beobachter nicht entgangen, und ganz richtig erkannte er, dass sie mit dem vorerwähnten Granit nicht zu verwechseln seien (a. a. O. S. 26—27 u. 47—48). In dem durch Schürfe aufgeschlossenen Terrain am Kosemitzer Windmühlenberge fanden sich ganz nahe neben der Strasse im aufgelösten Serpentin grössere Knauern eines, auf den ersten Blick als Granit anzusprechenden Gesteines, das sehr weich war, nach dem Austrocknen aber fest wird<sup>1)</sup>. Wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, besteht es aus frischem, meist fein zwillingsgestreiftem Plagioklas und einem makroskopisch braunen Glimmer, welcher in den Präparaten fast strohgelb und wenig pleochroitisch erscheint, hiebei aber lebhaftere Polarisationsfarben gibt. Dieser Glimmer ist sicher nicht aus zersetzter Hornblende hervorgegangen, wie dies H. Traube für von ihm untersuchten Saccharit annimmt (a. a. O. S. 45). Offenbar ist das Kosemitzer, völlig quarzfreie Vorkommen auch denjenigen Bildungen, welche als „Saccharit“ bezeichnet werden, zuzuzählen. Es ist nicht meine Absicht, hier auf den Saccharit näher einzugehen, über den ja schon eine ziemlich reiche Literatur besteht<sup>2)</sup>, nachdem ich mich aber mit der Zersetzung des Serpentin und einem Theil der entstehenden Produkte zu befassen habe, so sei die Bemerkung erlaubt, dass ich die Annahme A. v. Lasaulx's, wonach Saccharit auch bei der Zersetzung der hier vorkommenden Gesteine neugebildet werde<sup>3)</sup>, nicht mit Th. Liebisch<sup>4)</sup> ganz von der Hand weisen möchte. Ohne die Frage über die Herkunft der nöthigen Alkalien für eine solche Neubildung und die anderen Umstände zu diskutieren, ohne zu zweifeln, dass ein grosser oder vielleicht der grösste Theil alles dessen, was man unter der Bezeichnung „Saccharit“ zusammenfasst, ursprünglich ist, und ohne Lasaulx's Ansicht in dem gegebenen Umfange zu theilen, kann ich nur constatiren, dass ich sowohl im grossen Steinbruch am Westabhange des Gumberges, als in total aufgelöstem Serpentin an der Strasse in der ungefähren Höhe von Gläserndorf netzartig verzweigte, bis fast 2 Centimeter dicke Adern fand, welche mit einer Substanz ausgefüllt waren, die ihrem Aeusseren sowohl als

<sup>1)</sup> Es ist dies wohl B. Kosmann's „neogenes Gneissgestein“. Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1890, S. 112.

<sup>2)</sup> Siehe diesbezüglich H. Traube: Die Minerale Schlesiens, Breslau 1868, S. 208.

<sup>3)</sup> Fünfundzwanzigster Jahresbericht d. schlesischen Gesellsch. f. vaterländische Cultur. Breslau 1878, S. 49—50.

<sup>4)</sup> A. a. o. S. 734.

der Zusammensetzung nach als Saccharit zu bezeichnen ist, und an deren secundärer Bildung ich nicht zweifeln möchte. Ein seltener Gemengtheil des „Saccharit“ scheint der mehrmals angeführte Turmalin zu sein, in allen von mir gesammelten Proben fehlt er, was übrigens nicht zu wundern ist, da ich hauptsächlich solche Proben nahm, die nur secundär gebildet zu sein schienen und in denen Turmalin dann, wie a priori anzunehmen ist, nicht vorkommen wird.

Weit complicirter ist in petrographischer Hinsicht das Gebiet südlich von Frankenstein, respective südlich von Baumgarten, zusammengesetzt. Alle oben genannten Forscher behandeln dasselbe mehr weniger eingehend. Namentlich am Buchberge kommt gabbroartigen Gesteinen eine hervorragende Rolle zu. H. Traube befasst sich mit dem Gebiete am eingehendsten (a. a. O. S. 4—11). Die Gabbrovarietäten besitzen mehrfach ausgesprochene Parallelstructur, wechsellagern mit Amphiboliten, die einen sehr verschiedenen Gehalt an Feldspath haben. Endlich folgen gegen Westen Serpentine von gleicher Beschaffenheit, wie jene des nördlichen Zuges.

Bezüglich des „Nickelerzvorkommens“ besitzt das südliche Gebiet noch untergeordnetere Bedeutung als das nördliche, es soll also in die complicirten Verhältnisse nicht weiter eingegangen werden, umso mehr, als die in sehr kurzer Zeit ausgeführten Beobachtungen zu ihrer Klarlegung keineswegs ausreichen.

Es sei nur erwähnt, dass am Kamm des Buchberges die Amphibolite nach  $5^h$  streichen und mit  $60-65^\circ$  nach NON einfallen. Die Hornblende der Amphibolite ist meist ein Strahlstein, ähnlich jenem der Einlagerungen des nördlichen Zuges, nur meist bedeutend grobstängelig. In einer Varietät vom Buchberg (Nordhang) wurden 0.17 Procent Nickeloxydul bestimmt, in 2 Gramm war auch hier Kobalt nicht nachweisbar. Am Südhang des Buchberges finden sich nun allerdings stark veränderte, aufgelöste Gesteine, die ich direct mit den oben beschriebenen Strahlsteinschieferinlagerungen des Nordzuges identificiren möchte. Ueber Lagerung und Mächtigkeit konnten keine Beobachtungen gemacht werden, da sie am Tage durch Erde überdeckt sind und zur Zeit meiner Anwesenheit der sie aufschliessende Schurfschacht ersäuft war. Die von mir gesammelten, gabbroartig aussehenden Gesteine, aus dem zweiten Bruch auf der Höhe des Buchberges, enthalten nur Hornblende, von der ein Theil allerdings pseudomorph nach Diallag sein könnte.

Selbst bei einem flüchtigen Besuch der Frankensteiner Gebiete lässt sich ein weitgehender Unterschied in der Mengenvertheilung der bei der Zersetzung der Gesteine des nördlichen und südlichen Theiles resultirenden Neubildungen sofort erkennen; er geht auch schon aus der Literatur, seit Meinecke, hervor. B. Kosmann hat sie kurz dahin charakterisirt, „dass die aus der Zersetzung des Serpentin gleichzeitig herstammenden Magnesiaverbindungen in dem nördlichen Bezirk ausschliesslich in der Form von Silicaten (Pimelith, Kerolith, Steatit) vorkommen, während sie in den südlichen Bezirken, ausser den mit den Nickelerzen brechenden Magnesiasilicaten, vorwiegend in Magnesit, also in Carbonate umgewandelt sind und eine in massiger Verbreitung über dem Nickelmuttergestein auftretende Decklage

bilden.“<sup>1)</sup> Nur in den hauptsächlich in die Augen fallenden Verhältnissen ist dies richtig, im Detail, das Kosmann in seinem der vermeintlichen grossen Bedeutung der „Nickelerze“ gewidmeten Aufsätze nicht berührte, ist manches hinzuzufügen, und noch vieles zu studiren.

Während die Vorgänge bei den Vorkommen von Riddle ganz klar liegen, bei denen von Revda sich ziemlich übersehen lassen, stehen wir hier vor mehreren Räthseln, complicirteren Vorgängen, welche nur durch eingehende Untersuchungen klar gelegt werden können. Es kann hier nur auf beobachtete Thatsachen hingewiesen werden, deren Zusammenhang noch zu ergründen sein wird.

Bekanntlich hat A. Schrauf (a. a. O. S. 337) die Umwandlungsvorgänge in zutreffendster Weise unter zwei Gesichtspunkte gestellt. Einmal findet Auslaugung des Serpentin und die Bildung neuer Mineralien aus dessen gelösten Bestandtheilen statt, es entstehen Carbonate, Opalvarietäten und Hydrosilicate, im anderen Fall tritt bei partieller Auslaugung gleichzeitige Imprägnation des Serpentin durch Kieselsäure ein, es entsteht eine Umwandlungspseudomorphose, die Silicophite.

In der Frankensteiner Gegend haben wir es offenbar mit beiden Vorgängen nebeneinander zu thun, die durch das Mitvorkommen anderer Mineralcombinationen, Thonerde-reichen Strahlsteines, Feldspath u. s. w., welche den Zersetzungs- und Neubildungsproducten namentlich auch Thonerde zuführen, complicirt werden.

Weder in Riddle noch in Revda können bei der Zersetzung entstandene Carbonate (vielleicht sind ab und zu minimale Spuren vorhanden) nachgewiesen werden. In der Frankensteiner Gegend habe ich Serpentine, welche im allerersten Stadium der Zersetzung stehen, nicht gefunden. Es scheint auch hier die Veränderung sehr rasch zu verlaufen und das neben noch frischem Serpentin anstehende Material ist schon von zahlreichen weissen Adern durchsetzt, zwischen denen als Körner, Linsen und in vielen anderen Formen der Serpentin, aber kein Nickelsilicat liegt. Die weissen Adern sind Magnesit, die Serpentinreste zeigen unter dem Mikroskop bis zu einem gewissen Grad die Umkehrung des makroskopisch zu beobachtenden Bildes. Man sieht in einem Netzwerk von chrysotilartigem Serpentin Concretionen liegen, die hauptsächlich aus Eisenoxydhydrat und Magnesit bestehen.

Nachdem die Carbonatbildung hier sicher nachgewiesen war, schien es nöthig, jene Massen, welche man im Felde — nach den Beschreibungen — als „Kerolith“ anzusprechen geneigt ist, näher zu untersuchen. Die gesammelten Proben zeigten alle einen erheblichen Kohlensäuregehalt, die meisten sind direct Magnesit mit sehr wenig beigemengten Thonerdesilicaten und enthalten neben Eisenoxyd und Oxydul wahrscheinlich auch etwas amorphe Kieselsäure. In den Steinbrüchen am Westabhange des Gumberges stehen solche Massen bis zu mehreren Metern Mächtigkeit an, sie sind rein weiss, bis ganz schwach bräunlich weiss, oft gleichmässig compact, manchmal von genähert Miemit-artiger Structur, wobei sich aber zwischen die

<sup>1)</sup> Die Nickelerze von Frankenstein in Schlesien. Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1890, S. 111—118.

polyedrischen Körner eine nicht mehr als rein weiss bezeichnbare Masse einschleibt.<sup>1)</sup> In dem von Pfaff beschriebenen, als „Cerolith“ bezeichneten Mineral, constatirte v. Maack neben Kieselsäure, Magnesia und Wasser auch einen erheblichen Thonerdegehalt<sup>2)</sup>, und Breithaupt vermuthete nach dem Verhalten vor dem Löthrohr einen Lithiongehalt<sup>3)</sup>.

Später hat O. Kuhn den schlesischen Kerolith neuerlich untersucht und denselben als thonerdefreies Magnesiumsilicat mit  $1\frac{1}{2}$  Aequivalent Wasser befunden. Auf den „Lithiongehalt“ ist er nicht eingegangen, hingegen erwähnt er der Beimengung von Magnesiahydrat<sup>4)</sup>.

Ich habe zwei Proben der Ausscheidungen, wie sie in den Steinbrüchen am Westabhange des Gumberges anstehen, analysirt und haben sich folgende Resultate ergeben:

	I	II
	Procent	
Kieselsäure . . . . .	14·31	4·82
Thonerde und Eisenoxyd <sup>5)</sup>	0·31	0·97
Magnesia . . . . .	42·22	46·31
Kalk mit etwas Strontian	1·43	0·83
Kohlensäure . . . . .	36·73	—
Wasser als Differenz von Kohlen- säure und Glühverlust	5·22	—
Glühverlust	—	46·88
	100·22	99·81

Das vorhandene Magnesiumsilicat wird durch heisse Säure zersetzt, in I ist seine Menge einigermaßen nennenswerth und entspricht vielleicht dem Razoumofskin<sup>6)</sup>. Die Hauptmasse ist Magnesit, noch mehr in II. Das Vorhandensein von Magnesiahydrat, welches Kuhn angibt, ist für die vorliegenden Proben ausgeschlossen, obwohl ich seine Anwesenheit in anderen Vorkommen nicht bezweifeln möchte. Das von Breithaupt vermuthete Lithion ist wohl Strontian, welches sich nicht nur in den meisten Proben des nördlichen Reviers, sondern auch in dem schneeweissen Magnesit des südlichen Gebietes nachweisen lässt. Dass solche Neubildungen häufig Strontian enthalten, habe ich schon früher einmal gezeigt<sup>7)</sup>.

Reiner Kerolith einerseits, Razoumofskin andererseits scheinen sehr selten vorkommende Bildungen zu sein, versteckt im Magnesit mögen sie sich öfter finden.

<sup>1)</sup> Es ist also eine Beschaffenheit vorhanden, welche einigermaßen jener gleicht, wie sie Pfaff beschreibt. Schweigger-Seidel Jahrb. d. Chemie u. Physik für 1829. B. XXV od. neue Serie I S. 242—243.

<sup>2)</sup> Ebenda. S. 243—244.

<sup>3)</sup> Ebenda. S. 304—305.

<sup>4)</sup> Ann. d. Chem. u. Pharm. B. LIX. 1846. S. 363—369.

<sup>5)</sup> zum Theil als Oxydul vorhanden.

<sup>6)</sup> Zellner's Analyse in Schweigger's Journal für Chemie und Physik B. XVIII. 1816 S. 340—348.

<sup>7)</sup> Brucit mit Carbonaten des Calciums, Magnesiums und Strontiums etc. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt. B. XXXVIII. 1889. S. 14—19.

Weniger am Gumberg, in reicherem Masse auf den Kosemitzer-, in ausgedehntester Weise auf den Gläsendorfer Hügeln finden wir den Serpentin vollständig zersetzt und zu einem Grus aufgelöst. Am Gläsendorfer Hügel und am Südhang des Buchberges (also im südlichen Revier), bestehen die sandigen, tiefbraunen Massen aus amorpher Kieselsäure, pseudomorph nach den oben angeführten Serpentin körnern, zum grössten Theil aus Eisenoxydhydrat, wenig Magnesia und Spuren von Kalk und Nickeloxydul. Kohlensäure ist in nur sehr geringer Menge vorhanden. In dieser aufgelösten Masse finden sich noch ziemlich unveränderte Blätter des Strahlsteinschiefers (siehe oben), ausserdem auf zahlreichen, windschief verlaufenden Klüften die „Nickelerze“. Diese Klüfte haben geringe Mächtigkeit, die grösste, welche ich beobachtete, betrug bei 30 Centimeter, bildet aber eine hervorragende Ausnahme; dem Streichen nach hatte die längste, circa 15 Meter und auch im Verflachen keilen sie bald aus. Sie senden zahlreiche Trümchen aus, die auch sonst vielfach zu beobachten sind und oft nur Anflüge zeigen.

Am Kosemitzer Hügel (dem Windmühlenberge) sind schon zu Meinecke's Zeiten die Verhältnisse schwer zu beurtheilen gewesen, weil der ganze Berg durchwühlt worden war (a. a. O. S. 25), das gilt jetzt noch mehr. In anscheinend vorher nicht berührten Theilen findet sich aufgelöster Serpentin, aber weit weniger Eisenoxydhydratrückstand, hingegen vorwaltend Thonerde, sehr wenig Magnesia, neben Spuren von Nickel und Schwefelsäure im löslichen Theil; Kohlensäure ist kaum nachzuweisen. Es sind diese Proben in der Nähe des „granitischen Gemenges“ entnommen und lässt die Zusammensetzung der aufgelösten Massen annehmen, dass hier neben Serpentin auch feldspathführende Gesteine der Zersetzung anheimfielen. Die „Nickelerze“ treten in ähnlicher Weise auf, wie dies bereits bei dem Vorkommen am Gläsendorfer Berg beschrieben wurde, nur sind die Trümchen noch weniger mächtig, nehmen sehr unregelmässigen Verlauf und keilen auf 1—2 Meter Erstreckung allerseits aus. Auch in den Steinbrüchen am Westhange des Gumberges finden sich auf Klüften und Sprüngen „Nickelerze“. Die Zusammensetzung aller dieser wird im Schlusscapitel ausführlich behandelt, es kann aber schon hier bemerkt werden, dass sie weitaus der Mehrzahl nach Thonerde hältig sind.

Siliciophite in zahllosen Varietäten finden sich sowohl im nördlichen als südlichen Revier. Meinecke beschrieb sie eben so zutreffend als ausführlich, alle folgenden Beobachter führen sie wieder an. Es ist scheinbar besonders auffallend, sie im nördlichen Gebiet so vielfach an der Oberfläche zu finden, sie fehlen aber auch im südlichen Revier keineswegs. Es mag dies zwei Umständen zuzuschreiben sein. Erstens sind im nördlichen Revier durch die ausgedehnten Chrysoprasgräbercien die Kieselrückstände massenhaft zu Tage gefördert worden. Das mitgekommene lockere, eisenschüssige Material wird vom Regenwasser und vom Wind ausgebreitet, welche Thätigkeit von den Menschen unterstützt wird, welche die Pingen eingeebnet haben und Feldbau treiben. Zweitens werden von den Schmelz- und Regenwässern die feinen Theilchen der Zersetzungs-

producte von der gewölbten Oberfläche abgetragen, die knorrigen Siliciophite bleiben zurück und werden so angereichert und als Lese- steine aus den Feldern ausgehalten. Die Mehrzahl ist durch mechanisch beigemengtes Eisenoxydhydrat braun gefärbt, Nickel wird weit seltener aufgenommen, daher die Chrysopras- und Chrysopras-ähnlichen Auscheidungen nur sporadisch vorkommen. Es fehlt auch nicht an jenen zelligen Kieselskeletten, die wir schon von Riddle und Revda kennen, ihrer gedenkt schon Meinecke (a. a. O. S. 45—46), der sie mit ihrer Vergesellschaftung beschreibt.

G. Rose hat in seiner Abhandlung: Ueber Darstellung krystal- lisirter Kieselsäure auf „trockenem Wege“<sup>1)</sup> auch das Vorkommen von Tridymit im Kosemitzer Opal angeführt. Es muss sich dieses auf besondere Varietäten oder Fundpunkte beschränken, in meinen Proben war er nicht nachzuweisen, hingegen enthalten diese Opale viel Quarz, was ja auch schon A. Schrauf für die Vorkommen von Krens nach- gewiesen hat (a. a. O. S. 357).

Der Verlauf der Zersetzung des Serpentin lässt sich also folgendermassen zusammenfassen: So wie in Riddle und auch in Revda ist das erste, aus dem Serpentin auswandernde Element das Nickel. An erstgenanntem Orte concentrirt es sich auf den Sprüngen und Klüftchen, welche das Gestein durchziehen und ihm das Conglo- merat- oder breccienartige Aussehen verleihen, in Revda in „Augen“. Statt des grünen Geaders, wie es in Riddle auftritt, sehen wir im zersetzten Serpentin von Frankenstein das Netzwerk von Sprüngen mit weissem Material erfüllt, das weitaus vorherrschend Magnesit ist. An den erstgenannten Orten setzt sich also das Nickelsilicat sehr bald ab, es legt einen kleinen Weg zurück, die Magnesia wandert zum guten Theil ganz aus. In Frankenstein ist der von Magnesitäderchen durchzogene Serpentin schon ungemein nickelarm, es wandert also dieses Metall fast ganz aus, während es hier die Magnesia ist, die den kurzen Weg zurücklegt und nach ihrer Bindung durch Kohlen- säure sogleich ausgeschieden wird, häufig an Ort und Stelle, wo sie von der Kieselsäure frei wird, denn in den „Serpentinkörnern“ sind ja neben in Chrysotil umgelagerter Serpentinsubstanz, Magnesit und Eisenoxydhydrat vorhanden.

Das austretende Nickel-Magnesiumsilicat wandert sofort in Klüfte aus, wir finden es in dem verhältnissmässig wenig veränderten Ser- pentin der Steinbrüche des Gumberges bereits vor. Auf seiner Wanderung dahin hat es aber Thonerde aufgenommen, deren Herkunft bis jetzt noch räthselhaft ist. Es wurde bereits bemerkt, und wird noch nachgewiesen werden, dass der Strahlstein einen, für dieses Mineral hohen Thonerdegehalt besitzt. Allein zur Zeit der Auswande- rung des Nickels zeigt der Amphibol noch keine Spuren der Zer-

<sup>1)</sup> Pogg. Anal. d. Physik u. Chemie. B. 139, 1870. S. 301—314. Ueber Tridymit in Opal im Nachtrag S. 314.

Es sei hier zu bemerken erlaubt, dass schon G. Rose den Irrthum G. von Rath's, als wäre der Tridymit in Kalilauge, oder in Lösungen von kohlen- saurem Natron auflöslich, berichtigte (a. a. O. S. 304), welcher Befund später von Winkler und Stelzner bestätigt wurde. Die betreffende Literatur citirt A. Schrauf a. a. O. S. 357.

setzung und tritt diese endlich ein, ist kaum Nickel noch nachzuweisen. Wir finden auch in dem neuerlich gelösten Magnesit, welcher aus dem Netzwerk verschwindet und auf mächtigen Klüften zum Absatz gelangt, einen kleinen Thonerdegehalt, was, abgesehen von dem gewiss selten vorkommenden Razoumofskyn, vermuthen lässt, dass das den Serpentin liefernde Mineral, also der Olivin selbst, einen kleinen Thonerdegehalt besitzt, was aber noch nicht nachgewiesen ist.

Die weiteren Veränderungen des Serpentin erfolgen nun wesentlich in zwei Arten. Einmal bilden sich die oben nach Schrauf charakterisirten Umwandlungspseudomorphosen, die schon Meinel (a. a. O. S. 39—40) eingehend schildert, indem er vom gemeinen Jaspis sagt: „er würde oft noch Serpentin sein, wenn er“ u. s. w., andererseits tritt ein völliger Zerfall des Serpentin ein, mit möglichster Differenzirung in die einzelnen, einfachen Verbindungen der das Gestein bildenden Elemente, aus denen dann die „aufgelösten Massen“ und die Siliciophite entstehen.

Im allgemeinen dürfte die Lösung der frei gewordenen Kieselsäure in einem ziemlich späten Stadium der Zersetzung erfolgen, hier und da tritt sie aber auch früher ein, so lange noch nicht alles Nickel ausgewandert und neuerlich gebunden ist. Es sind das die Fälle, wo es zur Bildung des Chrysopras kommt, und es wird durch diese Umstände — frühe Auswanderung des Nickels, späte Lösung der Kieselsäure — auch klar, warum der Chrysopras so selten vorkommt. Eine Lösung und Wanderung der Kieselsäure muss aber stattfinden, wie die „bimssteinartigen“, zelligen Quarzskellette und die eisenschüssigen Siliciophite beweisen. Bei den zelligen Quarzskelletten und jenen Siliciophiten, welche Pseudomorphosen sind, war die Wanderung eine räumlich beschränkte, bei den knorrigen, schaligen und andern Siliciophiten, den Opalen, Chalcedon, Chrysopras u. s. w., eine weiterreichende. Der braune Grus, welcher dem letzten Stadium der Zersetzung entspricht, besteht weit vorwiegend aus Eisenoxydhydrat, stellenweise mit stärkerer oder sogar vorwaltender Beimengung von Thonerde, amorpher Kieselsäure und recht wenig Magnesia. Als Spuren treten darinnen Nickel und Kalk, Schwefelsäure und ab und zu etwas mehr Kohlensäure auf.

Wie in Neu-Caledonien und in Revda, trennt sich das Kobalt vom Nickel so gut wie vollständig. Im Serpentin ist Kobalt kaum nachweisbar, in dem neugebildeten Nickelsilikat in 2 Gramm überhaupt nicht.

In dem Schurfe hart neben der Strasse auf dem Kosemitzer Windmühlenberg fanden sich zwei kleine Trüme, die ein durch Kobalt pirsichroth gefärbtes Mineral enthalten. Eines der in windschiefen Ebenen verlaufenden Trümchen hatte eine Mächtigkeit von 10—20 Centimeter, das andere 5—30 Centimeter, also eine flach linsenförmige Form. Kleine, sorgfältig ausgelesene Proben des rothen Minerals gaben Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd und Kobalt, Magnesia neben einem beträchtlichen Wassergehalt, aber kein Nickel. Zu einer quantitativen Analyse schien das Material nicht rein genug und wurde diese deshalb unterlassen. Das Kobalt-hältige Silicat bildet Chlorit-artige Blättchen wie jene des Nickelsilicates. Das durch Schlämmen erhaltene Product besteht aber vorwaltend aus nadelförmigen Spaltstücken des

Strahlsteines, daher bei einer Prüfung dieses Materials auch Kalk in erheblicher Menge nachzuweisen ist.

Wie wiederholt bemerkt, setzen die Strahlsteinschiefer der Zersetzung einen grossen Widerstand entgegen, und in dem Gläserdorfer Aufschluss stehen sie z. B. im aufgelösten, eischlüssigen Grus fast unverändert erhalten an. Ab und zu finden sich doch Partien, die ganz mürbe geworden sind, und da zeigt es sich, dass auch hier das Nickel einer der ersten austretenden Bestandtheile ist. Die zeisiggrüne, nach dem Trocknen über Schwefelsäure gelblich werdende Masse besteht vorwiegend aus Strahlsteinnädelchen, zwischen denen aber auch in Nestern und Häuten das chloritähnliche, Blättchen bildende Nickelsilicat enthalten ist. Durch Schlämmen wurde getrachtet, dieses von dem veränderten Strahlstein zu trennen, der letztere über Schwefelsäure getrocknet und analysirt, wobei sich folgende Resultate ergaben:

	Procent	
Kieselsäure		51.88
Thonerde		3.94
Eisenoxyd .		2.33
Eisenoxydul		1.19
Nickeloxydul		2.97
Magnesia		22.76
Kalk . . .		10.57
Verlust bis 100°	1.16%	3.85
Glühverlust	2.69%	
		99.49

Die chemische Zusammensetzung weist also auf einen Kieselsäureverlust, hohen Thonerdegehalt, geringe Wasseraufnahme und wahrscheinlich erst bei der Veränderung resultirende Oxydation des Eisenoxyduls hin. Auffallend hoch ist der Nickelgehalt, er kann sicher nicht auf beigemengtes, neugebildetes Nickelsilicat allein zurückgeführt werden, denn bei der der Analyse vorausgegangenen mikroskopischen Untersuchung des Materials war solches nicht nachzuweisen.

Für die Studien der weiteren Zersetzung der Strahlsteinschiefer liefert der Südabhang des Buchberges südlich von Baumgarten ein reiches Material. Der Schurf IX ist in aufgelöstem Strahlsteinschiefer angelegt, welcher hier mit Gabbro eine bedeutende Mächtigkeit zu erreichen scheint. Das in einem Schacht gewonnene Hauwerk lässt aus der faserigen Structur der Stücke und erhaltenen Mineralresten seine Abkunft von Strahlstein erkennen, sieht aber im nassen, geförderten Zustand recht „thonig“ aus und ist zeisiggrün gefärbt. Getrocknet verfestigt sich's wieder, ist faserig blättrig, enthält vielfach weisse Einlagerungen, die vorwiegend aus Magnesiumsilicat mit Spuren von Magnesit bestehen; häufig sind Dendriten. Eine eingehende chemische Untersuchung wurde unterlassen, weil der Schurfschacht ersäuft und so über die Lagerungsverhältnisse nichts zu ermitteln war, und die Stücke nur auf der Halde aufgesammelt wurden. So viel ist sicher, dass sich auch hier ein höherer Nickelhalt zeigt, als er im ursprünglichen Strahlstein vorhanden ist.

Es erübrigt nur noch, einiges über die Ausbreitung der Zersetzungsherde im Serpentin zu bemerken. Viel lässt sich darüber nicht sagen, weil der grösste Theil des Terrains mit Diluvium etc. bedeckt ist und die seitliche Grenze der Zersetzungszone nur in einem Falle gut aufgeschlossen ist, welche aber ein sehr bezeichnendes Licht auf die Verhältnisse wirft. Es bezieht sich dies auf den Kosemitzer Windmühlenberg, wo die Schürfe zum Theil in alten Chrysoprasgräbereien, zum Theil in unverritztem Terrain umgingen, in vollständig aufgelösten Massen. Kaum 20 Meter weiter nördlich, im Fortstreichen dieser hier völlig zersetzten Serpentinblätter, ist ein Steinbruch angelegt, in dem kaum Spuren der Veränderung an dem Gestein wahrzunehmen sind. Die Zersetzungsbedingungen bleiben uns hier ebenso unbekannt und zum Theil räthselhaft, wie in Riddle und Revda. Es ist naheliegend, für die zunehmende Teufe eine Abnahme der Zersetzung anzunehmen, J. Roth hat schon darauf hingewiesen (a. a. O. S. 124). Immerhin ist die Chrysoprasgräberei bis zu einer Teufe von 60 Fuss gelangt (Meinecke a. a. O. S. 104). Der Stollen, welcher an der keinen Lohe angesetzt ist, dessen Mundloch die „sieben Brunnen“ genannt wurde, unterfährt die Kuppe des Kosemitzer Windmühlenberges ungefähr auf 40 Meter. In ihm fand sich auf Klüften und als Besteg eine „weiche grünliche Erde“<sup>1)</sup>, welche wohl beweist, dass die Zersetzung in solche Teufen reicht. Im südlichen Feld reichen Magnesitbaue bis zu circa 80 Meter Teufe, und da sich neben den Magnesiaausscheidungen aufgelöster Serpentin findet, so erweist sich die Zersetzungszone hier in vertikaler Erstreckung als sehr mächtig.

Das „Nickelerzvorkommen“ im südlichen Gebiet ist recht spärlich, es ist, so weit erschlossen, hauptsächlich an die zersetzten Strahlsteinschiefer gebunden. Im aufgelösten Serpentin sind noch keine, nur einigermaßen bemerkenswerthe Vorkommen nachgewiesen, es zeigen sich nur kleine Trümchen und schmale Bestege am Hangend und Liegend der Magnesiaausscheidungen, es ist also in die Hohlräume auch hier das Nickelsilicat zuerst eingewandert.

Bekannt sind die im Süden von Frankenstein vorkommenden, secundär gebildeten Magnesite. Das massenhafte Auftreten dieser und namentlich ihr mehrfach deckenartiges Auftreten bildet den Hauptunterschied in dem uns jetzt sichtbaren Endresultat der Zersetzung des Serpentin, die ansonst im nördlichen und südlichen Theil in ganz ähnlicher Weise verläuft. Die Gründe, warum hier so massenhaft und zum Theil in so eigenthümlicher Art die Magnesite zur Abscheidung gelangten, während im Norden ein grosser Theil der Magnesia fortgetragen wurde, sind uns noch unbekannt.

---

Es braucht nicht erst besonders erwähnt zu werden, dass das Vorkommen nickelhaltiger Zersetzungsproducte nach Serpentin und nickelhaltiger Olivingesteine mit den beschriebenen lange nicht erschöpft

---

<sup>1)</sup> Meinecke, a. a. O. S. 12 und 13, Fussnote, beschreibt den Stollen ausführlich, nach neueren Untersuchungen soll er über 80 Meter in den Serpentin getrieben sein.

ist, hingegen fast alle derartigen Bildungen einen kleinen Nickelgehalt besitzen. Ich brauche diesbezüglich nur auf all die beobachteten Gymnitbildungen zu verweisen. Frische Olivingesteine verrathen ihren Halt freilich erst bei der chemischen Prüfung, wie z. B. jene des Ultenthales in Tirol.

Auch in den erdigen Zersetzungsproducten ist das enthaltene Nickel nicht immer gleich kenntlich, so z. B. in den grossen Complexen bei Cernin und Bojanowitz, welche einem südlich von Jaispitz in Mähren streichenden aufgelösten Serpentinzug angehören, und die bis zu 1.26 Procent Nickel enthalten. Dieser Zug ist durch die ihn begleitenden pegmatitischen Granatamphibolite und durch Chloritbildungen besonders interessant.

### Zur Zusammensetzung der Erze.

Alle jene nickelhältigen Materialien, welche an den bisher angeführten Fundstellen vorkommen und schlechtweg als „Nickelerze“ bezeichnet werden, sind Gemenge von quantitativ sehr wechselnder Zusammensetzung. Aber alle enthalten Kieselsäure als dominirenden Bestandtheil, ferner Wasser, Eisen vorwaltend als Oxydul aber auch als Oxyd, Magnesia, viele Thonerde. Geringe Mengen von Mangan und andere Elemente kommen kaum in Betracht. Der Nickelgehalt variirt innerhalb sehr weiter Grenzen, und in den Kieselsäure reichsten Erzen, d. h. jenen, die viel Quarz beigemengt enthalten, können ausnahmsweise die Magnesia, seltener das Eisen nahezu ganz verschwinden.

Es wäre zwecklos, die „Erze“ an sich zum Gegenstand wissenschaftlicher Detailuntersuchungen zu machen; die qualitative und zum Theile auch die quantitative Zusammensetzung gehen aus ihrer Entstehung hervor, und erscheint es überflüssig, dem in dieser Richtung bereits Mitgetheilten noch etwas hinzuzufügen.

Dringend geboten erschien es aber, aus den „Erzen“ jene Bestandtheile zu isoliren, welche als selbständige Minerale zu betrachten sind und die den „Erzen“ den Nickelgehalt geben.

Es kann gleich hier bemerkt werden, dass in dieser Richtung viel Zeit und grosse Mühe aufgewendet wurden, um die selbständigen Minerale im reinen Zustande von den anderen Beimengungen zu befreien, dass andererseits aber die Erwartung, die Frage über die Zusammensetzung dieser wasserhaltigen Silicate einer Lösung zuführen zu können, leider keine Bestätigung fand.

Unter solchen Umständen wurde die Absicht, das Thema über die mineralogischen und chemischen Eigenschaften dieser Silicate hier eingehend zu behandeln, aufgegeben, weil das vorhandene Material noch lange nicht genügt, um in diesen Richtungen eine klare Einsicht zu gewähren.

Zunächst soll hier eine Reihe von Analysen angeführt werden, denen einige Mittheilungen über die Art und Mengen des analysirten Materials vorausgesendet werden.

Von Revda wurde ein quarziges Erzstück vorgenommen, welches aus circa erbsengrossen Hohlräumen und von dünnen Ueberzügen nicht ganz gleichmässig gefärbtes Nickelsilicat lieferte. Die apfelgrüne Farbe wechselte etwas in ihrer Intensität, was sowohl auf verschiedenen Nickel- als auch wechselnden Wassergehalt zurückzuführen sein dürfte. Hie und da zeigten sich beim Zerdrücken in der Achatschale bräunliche Partien, welche von Eisenoxydinfiltrationen herrühren, auf das Analysenresultat aber nur einen völlig untergeordneten Einfluss haben konnten. Das ganze Material hat sich in der Achatschale leicht zerdrücken lassen, Quarzkörnchen waren nicht zu beobachten. Das gröbliche Pulver wurde nochmals unter das Mikroskop genommen und sorgfältigst von allen verdächtigen Partikeln befreit. Das Material bestand aus sehr kleinen und ungemein dünnen, einaxigen Blättchen, die nur selten Andeutungen von seitlichen geradlinigen Begrenzungen zeigten, welche auf eine sechsseitige Form hinweisen. Die gewonnene Gesamtmenge betrug nicht ganz 0.8 Gramm.

Eine Prachtstufe aus der oben beschriebenen reichen Kluft bei Riddle lieferte das Material für die Analyse dieses Vorkommens. Es war gleichmässig, intensiv apfelgrün gefärbt, in der Achatschale leicht zerdrückbar, das feine Pulver zeigte dieselbe lichte Farbe, wie jenes des Revdaer Vorkommens. U. d. M. sind die beiden Proben kaum zu unterscheiden, die winzigen einaxigen Blättchen erscheinen hier wie dort nahezu farblos. Bezüglich der Prüfung auf die Reinheit gilt das Gleiche, wie oben. Es konnte nahezu 1 Gramm gewonnen werden. Zur Gewinnung von Vergleichsmaterial diente eine tief apfelgrüne Stufe aus Neu-Caledonien, welcher einer Collection angehört, welche seiner Zeit Herr A. Grunow dem Museum der k. k. geologischen Reichsanstalt zu schenken die Güte hatte. Es war diese Probe die am dunkelsten gefärbte, sie liess sich in der Reibschale schwieriger zerkleinern, als die beiden vorherbenannten, die Blättchen sind wesentlich grösser, als jene, welche die Aggregate von Revda und Riddle zusammensetzen, aber ebenfalls einaxig. Auch dieses Material wurde unter dem Mikroskop möglichst sorgfältig gereinigt, es war aber nicht zu vermeiden, Blättchen, welche oberflächlich einen ungemein dünnen Ueberzug von Eisenoxydhydrat aufwiesen, ganz auszuschneiden. Ein merkbarer Einfluss auf das Resultat der Analyse dürfte aus diesem Umstande kaum erwachsen sein. Gewonnen wurden 0.6 Gramm.

Von allen drei Vorkommen blieben Stückchen mehrere Tage unter Wasser stehen. Entgegen der Wahrnehmung mehrerer Forscher zerfielen sie hiebei nicht in die sie zusammensetzenden Blättchen. Alle drei Proben werden durch Säuren zersetzt, die vollkommene Zersetzung bedarf aber langanhaltendes Digeriren.

Ganz genaue Nickelbestimmungen lassen sich, in kleinen Substanzmengen schon gar, nur auf elektrolytischem Wege ausführen. Da mir die nöthigen Einrichtungen nicht zu Gebote standen, hatte über meine Bitte Herr A. Grunow die Güte, die drei Analysen auszuführen, wofür ich dem hervorragenden Spezialisten in diesem Fache meinen ergersten Dank ausspreche.

Die Resultate waren folgende:

	Revda	Riddle	Neu-Caledonien
	P r o c e n t		
Kieselsäure .	54·15	48·82	34·60
Eisenoxyd	0·27	0·06	0·52
Thonerde	0·23	—	0·69
Nickeloxyd	27·61	19·04	46·87
Magnesia . . . .	6·82	18·49	5·35
Wasser { bis 120°	3·65	9·26	2·52
{ Glühvlst.	4·09	3·03	7·68
	<hr/> 96·82	<hr/> 98·70	<hr/> 98·23

Alle drei Proben enthielten Spuren von Kalk und organischer Substanz. Nach der Ansicht des Herrn A. Grunow rührt der Ausfall in den Befunden von Unterbestimmungen des Wassergehaltes her, welcher zum Theile aus dem Glühverlust ermittelt ist, und scheint es ihm wahrscheinlich, dass bei der angewandten Temperatur ein Theil des Wassers gebunden bleibt.

Ohne vorläufig auf die Sache näher einzugehen, möchte ich meine Ansicht dahin zusammenfassen, dass einerseits talkähnliche Verbindungen als selbständige Minerale existiren, in denen die Magnesia z. Th. durch Nickel ersetzt wird, andererseits Silicate auftreten, welche der Groth'schen Formel für Garnierit entsprechend zusammengesetzt sind; beide kommen auch gemengt vor. Ob es gelingen wird, solche Gemenge nach den physikalischen Eigenschaften der Componenten zu erkennen, ist noch fraglich. Das Nickel gehört sicher als gebundener Bestandtheil den Mineralen an und kann nicht auf mechanische Beimengungen zurückgeführt werden.

Werden die talkartigen und jene Verbindungen, welche gemeinlich als „Garnierite“ bezeichnet werden, in eine Gruppe gestellt, so ist dieser zunächst eine zweite anzureihen, deren Glieder thonerdehaltig sind. Hieher gehören in erster Linie die Vorkommen von Frankenstein, der Pimelit, Schuchardtīt, wahrscheinlich auch Röttisit und Konarit.

Zur Gewinnung reinen Materials wurden sorgfältig ausgewählte Frankensteiner Erze einem Schlammprocess unterzogen, u. zw. 1. eine Probe vom Kosemitzer Windmühlenberg (Schurf 5). Das Roherz war deutlich geschichtet, die einzelnen Streifen zeigten gelbliche, weisliche und bräunliche Farbentöne, das liegendste Band war durch eine Kobaltverbindung röthlich gefärbt und wurde vor dem Schlämmen beseitigt. Dieses Erz ist weich, wenn es austrocknet, zerfällt es. Durch das Schlämmen war eine Klassirung bedingt, d. h. es schieden sich Partien nach der Korngrösse ab. Vier dieser Absätze konnten als ziemlich einheitlich zusammengesetzt betrachtet werden; sie bestanden aus gelbgrünen dünnen Blättchen, welche von 0·1—1·5 Millimeter Durchmesser aufweisen und von denen sich die Post mit den kleinsten Individuen als die reinsten erwies. Die Blättchen sind gelbgrün und nur wenige enthalten auf Spaltflächen unbedeutende Eisenoxydhydrat-infiltrationen. In den drei anderen Posten finden sich vereinzelt auch

apfelgrüne Blättchen. Die gelbgrünen halte ich für zweiaxig, mit so kleinem Axenwinkel, dass die Constatirung der Zweiaxigkeit schwierig wird. Die rein grünen scheinen indess thatsächlich einaxig zu sein.

Eine zweite Probe aus einem kleinen Schurfstollen des Kosemitzer Windmühlenberges gab als Schlammproduct apfelgrüne Blättchen. Am geeignetsten zur Analyse erschien die Post aus Blättchen mittlerer Grösse zusammengesetzt; sie war zwar nicht tadellos rein, nach der mikroskopischen Untersuchung sollte sie nur etwas Eisenoxydhydrat als Infiltration einzelner Blättchen enthalten.

Beide Proben lagen, gegen Staub geschützt, vier Monate an trockener Luft.

Beim Glühen, selbst vor dem Gebläse, werden die Blättchen tief tombakbraun bis bronzefarben und zeigen einen Schimmer wie Glimmerblättchen. Unter dem Mikroskop finden sich Blättchen, welche im durchfallenden Licht bei voller Durchsichtigkeit, gleichmässig gelbbraun gefärbt erscheinen und ihre Zweiaxigkeit mit vergrössertem Axenwinkel erkennen lassen, die Substanzen verhalten sich also wie Schrauf's Enophit<sup>1)</sup> und ähnlich dem Berlaut<sup>2)</sup>. Die Mehrzahl der Individuen, welche auch ihre Form nicht kennbar verändern und unter 120° geneigt verlaufende feine Risse zeigen, sind durch tiefbraune Wolken, wohl von ausgeschiedenem Eisen- und Nickeloxyd, getrübt.

Die frische gelbgrüne und die apfelgrüne Substanz werden von heisser Salzsäure rasch angegriffen und endlich zersetzt, wobei ein Theil der Kieselsäure in Form opalisirender Blättchen zurückbleibt. Die geglühten Substanzen werden nur sehr allmählig von heisser Salzsäure angegriffen und erscheint es fraglich, ob eine vollständige Zersetzung erreicht werden kann.

In der folgenden Tabelle ist eine Reihe von Analysen zusammengestellt, welche es ermöglichen soll, bis zu einem gewissen Grad verwandte Substanzen vergleichen zu können. Unter 6 erscheint eine Analyse von Schuchardt's von Frankenstein, unter 7 eine solche von Pimelit desselben Fundortes, welche Herr Dr. E. Burkard ausführte und mir mit dankenswerther Freundlichkeit für die Veröffentlichung zur Verfügung stellte. 8 und 9 geben die Resultate meiner Analysen, des möglichst gereinigten, oben charakterisirten Materiales.

Obwohl das gelbgrüne, unter dem Mikroskop sorgfältig durchmusterte Material selbst weitgehenden Anforderungen, wie man sie an derartige Producte überhaupt stellen kann, zu entsprechen schien, so zeigten sich doch bei dem Aufschliessen mit heisser Salzsäure einige Verunreinigungen. Zwei Gramm wurden mit heisser Salzsäure digerirt, nach dem Abgiessen und sorgfältigen Auswaschen des meist aus den oben erwähnten opalisirenden Blättchen bestehenden Rückstandes erfolgte das Auskochen mit einer Lösung von kohlensaurem Natron. Es resultirte ein Rückstand von 2.96 Procent, der aus einzelnen Erzkörnchen (Chrom Eisen) und Zirkonkryställchen neben vielen farblosen Blättchen bestand. Die letzteren zeigten bei genäherter

<sup>1)</sup> Groth's Zeitschr. f. Krystallogr. etc. B. VI, 1882, S. 347.

<sup>2)</sup> Ebenda. S. 384.

Bestandtheile	Berlauth nach Schrauf	Lernilith nach Schrauf	Pimellit nach Baer	Schuchardt'st			Pimellit nach Burkard	Gelbgrünes Schleim- product von Kosemitz	Apfelgrünes Schläm- product von Kosemitz
				nach Schrauf	nach starkl	nach Burkard			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P r o c e n t									
Kieselsäure .	34·88	35·83	35·80	33·79	33·28	37·55	47·49	38·42	40·05
Thonerde	12·69	12·39	23·04	15·47	14·62	6·53	1·53	9·76	4·52
Eisenoxyd	6·33	2·79	2·69	4·01	3·83	4·19	0·48	5·68	2·20
Eisenoxydul	3·71	2·35	—	3·26	3·56	—	—	0·59	0·53
Nickeloxyd .	—	—	2·78	5·16	5·68	17·33	20·01	8·88	21·17
Magnesia .	23·79	26·33	14·66	25·87	23·72	17·85	10·18	20·22	18·23
Kalk	2·59	0·42	—	1·38	1·47	—	—	—	Spur
Glühverlust .	21·03	19·60	21·03	11·54	13·91	15·84	18·82	16·68	14·06
	100·28	99·89	100·00	100·48	100·07	99·29	98·51	100·23	100·76

1. Zeitschrift f. Krystallogr. B. VI, 1882. S. 384.  
2. Ebenda S. 351.  
3. Mittel aus zwei Analysen. Journ. f. prakt. Chemie. B. 55, 1852. S. 49—54.  
4. Zeitschrift f. Krystallogr. B. VI, 1882. 387.  
8. Bis 100° gehen 5·94 Procent Wasser ab.  
9. Bis 100° gehen 4·73 Procent Wasser ab.

sechseitiger Form gegen alle seitlichen Begrenzungslinien schiefe Auslöschung und lebhaft polarisierende Farben. Die Analyse ergab: 1.84 Procent Kieselsäure, 0.33 Procent Thonerde (mit Zirkonerde und einer Spur Eisenoxyd) und 0.89 Procent Magnesia, zusammen 3.06 Procent (statt 2.96 Procent). Nickel oder Kobalt war keine Spur nachweisbar. Wenn diese Blättchen als Talk aufgefasst werden, so erfordern 0.89 Procent Magnesia 1.67 Procent Kieselsäure und würden mit dem theoretischen Wassergehalt 2.70 Procent Talk entsprechen. Die in der Tabelle in 8 angeführten Resultate sind an mit Natriumkaliumcarbonat aufgeschlossenem Material gewonnen worden, es wären also dort die 2.70 Procent Talk in Abrechnung zu bringen.

Aus den Ergebnissen 8 und 9 lassen sich ziemlich befriedigende empirische Formeln ableiten, es wird aber auf deren Anführung verzichtet, und zwar aus folgenden Gründen:

Es unterliegt kaum einem Zweifel, dass die untersuchten Substanzen wirklich selbständigen Mineralen angehören, die ihre Stellung in der Nähe der Chloritgruppe finden dürften, es kann aber vorläufig nicht mit Sicherheit erkannt werden, ob in dem Analysenmaterial nur eine Species enthalten war. Der Wassergehalt ist, wie schon von mehreren Forschern nachgewiesen wurde, eine Function des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft, und wird die Frage sorgfältig zu erwägen sein, in wie weit die Substanzen einem wahren constanten Zustand entsprechen, oder ob sie bereits wieder verändert sind, wie das Tschermak für Berlaut etc. annimmt.

Unzweifelhaft scheinen in den Substanzen isomorphe Mischungen vorzuliegen, wodurch die Frage noch complicirter wird. Ob es gelingen wird, die Endglieder theoretisch zu ermitteln, bleibt eine offene Frage, denn wie aus den geschilderten Umständen ja deutlich hervorgeht, liegen die Verhältnisse hier sehr ungünstig. Es scheint überdies wahrscheinlich, dass die Talk-, Garnierit- und die thonerdehaltigen Gruppenmitglieder gemengt vorkommen, worauf schon gewisse Analysenresultate der Vorkommen von Revda hinweisen; nebeneinander treten sie sicher auf, z. B. am Buchberg bei Baumgarten, südlich von Frankenstein. Traubige Ueberzüge auf pseudomorphisirtem Serpentin (vom Schurf XI) ergaben folgende Zusammensetzung:

	Procent
Kieselsäure	44.74
Thonerde	keine Spur
Eisenoxyd	1.29
Nickeloxyd	27.02
Magnesia .	15.38
Glühverlust	10.29
	<hr/> 98.72

In der Auswahl der Materialien ist die grösste Vorsicht geboten und nur mikroskopisch untersuchte Proben können der Analyse unterzogen werden, sollen die Resultate für die weitere Erkenntniss überhaupt einigen Werth besitzen. So z. B. wurde eine äusserlich sich als „Pimelit“ präsentirende Probe aus einem Schurf nördlich vom

Gumberg geschlämmt. Das reinste Schlämmpduct zeigte eine intensive zeisigrüne Farbe, bestand aber nicht aus Blättchen, sondern aus Nadeln. Das Ergebniss der Analyse war folgendes:

	Procent
Kieselsäure	51·88
Thonerde	3·94
Eisenoxyd	2·33
Eisenoxydul	1·19
Nickeloxyd	2·79
Magnesia	22·76
Kalk . .	10·57
Glühverlust	3·85
	99·49

Offenbar hat man es hier mit Hornblende zu thun, wobei es vorläufig unentschieden bleibt, ob das analysirte Material einem Zersetzungsstadium des vorkommenden Amphibols oder einer Neubildung entspricht.

Aus all dem bisher Angeführten ist deutlich zu entnehmen, wie leicht sich nickelhaltige Silicate bilden, und neige ich der Ansicht zu, dass diese Verbindungen auch den weiteren Einflüssen der Atmosphärien ziemlichen Widerstand leisten, nur der Wassergehalt ist ein sehr wechselnder.

Es wäre verfrüht, schon heute für die verschiedenen aufgestellten Species die Existenzberechtigung zu behaupten oder diese einigen abzusprechen; es kann aber angenommen werden, dass wir bisher die wahre Zusammensetzung keiner einzigen Verbindung mit Sicherheit kennen. Um das Endziel zu erreichen, bedarf es noch vieler eingehender und sehr kritischer Untersuchungen, die in dieser Weise ausgeführt, wohl auch ein entsprechendes Resultat liefern werden.

---

### Kieslagerstätten.

Das vielfache Vorkommen nickelhaltiger Kiese unter verschiedenen Formen ist bekannt. Trotzdem ihr Auftreten mehrfach studirt wurde, ist es bis heute unentschieden, in welcher Art das Schwefelnickel mit den verschiedenen Schwefeleisen vergesellschaftet ist, und es ist auch kaum zu erwarten, dass diese Frage so bald gelöst werden wird. Es ist nicht beabsichtigt, diesen Gegenstand hier weiter zu behandeln, einzelne Momente werden in den folgenden Mittheilungen zu berühren sein, welche die Vorkommen in der Gegend von Sudbury in Canada, am Schweiderich bei Schluckenau in Böhmen und von Avala in Serbien betreffen.

#### **Die Lagerstätten nickelhaltiger Kiese bei Sudbury in Canada.**

Im Norden des Oberen- und Huronsces breiten sich als wesentlichste Gesteinsmassen die Gneisse etc. der laurentinischen Formation aus. Vielfach sind sie von jenen Ablagerungen überdeckt, welche als

Huronian bezeichnet werden. Ein Blick auf die geologische Uebersichtskarte von Canada (ausgegeben von der Geological and natural history Survey of Canada) genügt, um zu erkennen, dass zwischen den Nipising- und Winipegseen die Reste dieser Formation in zahlreichen Schollen erhalten blieben.

Hier handelt es sich um die grösste dieser Schollen, welche vom Ostende des Oberen Sees sich längs dem Nordufer des Huronsees hinzieht. Ungefähr in der Hälfte der Nordküste, am Westende der Georgsbay, liegt der Ostrand des Huronian gegen Nordosten um, anfangs bis zum Temiscaming-See, mit ziemlich einfacher, weiter im Norden mit complicirter Grenze gegen das Laurentinische absetzend. Am Ostende des Oberensees ist die Scholle am schmalsten, verbreitert sich im nordöstlich gelagerten Theil und nimmt nördlich vom 48. Breitengrad eine sehr complicirte Form an.

Die canadische Pacificbahn durchschneidet mit ihrer Hauptlinie die Scholle von Südosten nach Nordwesten, verquert sie also nach der schmalsten Entwicklung. Eine Nebenlinie, der „Algoma branch“, zweigt von der Hauptlinie ab, bald nachdem diese aus dem Laurentinischen auf Huronischen Boden gelangt. An der Abzweigung liegt Sudbury (siehe die Uebersichtsskizze Fig. 2, Tafel VI). Von hier geht der Algoma branch ab, der zum Theil am Vermillion- und Spanisriver nach Algoma am Huronsee, also von Nordostnord nach Südwestsüd und nach den Vereinigten Staaten führt.

Das Terrain weit um Sudbury herum ist ein complicirt gebautes Hügelland, ohne irgend wo zu bedeutenderer Höhe anzusteigen. Die Rücken sind flach und überall ist die scheuernde Wirkung der meist darüber gelagert gewesenen Eismassen deutlichst erkennbar. Die vielen Wasserläufe ziehen in zahllosen Windungen mit schwachem Gefälle dahin, weiten sich öfter zu Seen aus und stagniren häufig in sumpfigen Kesseln vor niederen Rücken, über welche sie in „rapids“ und kleinen Wasserfällen abstürzen. Das ganze Gebiet ist ein Waldland. Vor circa 50 Jahren ist der Hochwald durch einen Brand soweit zerstört worden, dass die Stämme wohl vielfach stehen blieben, aber abgedorrt sind. Der Nachwuchs an Bäumen ist ein beschränkter, der Boden aber allenthalben mit Strauchwerk und Farren dicht bedeckt, so dass das Durchwandern des „Busch“ schwierig wird. Der düstere Eindruck dieser Landschaft wird durch die zahlreichen kleinen Seen in angenehmer Weise gemildert.

Die zur Zeit meiner Anwesenheit besser bekannten Vorkommen von nickelhaltigen Kiesen, zusammen mit Kupferkies, liegen hauptsächlich nahe dem Ostrande der huronischen Scholle nordöstlich, westlich und südwestlich von Sudbury. Constatirt ist aber ihr Auftreten vom Nordufer des Huronsees, wo in der Wallace mine schon vor 40 Jahren durch Hunt der Nickelgehalt beobachtet wurde, bis zum Wahnapitacsee, auf eine ungefähre Länge von 70 engl. Meilen. Anfangs dachte man, ihr Vorkommen sei an den Ostrand der huronischen Scholle gebunden, aber schon zur Zeit meiner Anwesenheit in der Gegend, Sommer 1890, verlautete von neuen Funden, die 30 engl. Meilen westlich von Sudbury gelegen sein sollten; es würde sich diese Localität schon der Mitte der huronischen Scholle nähern. Alles, was über die Entdeckung,

Ausdehnung, Ausbeutung u. s. w. der Kiesvorkommen bekannt war, ist in dem Report of the Royal commission on the mineral resources of Ontario<sup>1)</sup> sorgfältigst zusammengestellt und sind alle einschlägigen Fragen durch den ausführlichen Register leicht zu finden. Von dem Ackerbauministerium in Toronto hatte ich das Werk in liebenswürdigster Weise sofort erhalten, wofür ich hier nochmals verbindlichst danke. Zu nicht geringerem Danke bin ich der Generaldirection der Canadischen Pacificbahn verpflichtet, welche es durch ihre äusserst liberalen und gütigen Anordnungen möglich machte, die Zweiglinien in ausgedehntem Masse zu benützen, wodurch die Besichtigung eines ungefähr 30 engl. Meilen langen und bis zu 5 engl. Meilen breiten Abschnittes, in dem die bedeutendsten Gruben liegen, in verhältnissmässig kurzer Zeit vorgenommen werden konnte.

Eigentlich musste ich mich in meinen Mittheilungen auf das beschränken, was ich selbst gesehen und an den mitgebrachten Materialien beobachtet habe. Inzwischen ist aber eine zusammenfassende Abhandlung R. Bell's erschienen, welcher die Gegend in weitem Umkreise geologisch aufgenommen hat, und da sie in einer Zeitschrift enthalten ist, welche in Europa noch wenig allgemeine Verbreitung gefunden hat, dürfte es angezeigt sein, einen kurzen Auszug zu geben<sup>2)</sup>.

Die erste wissenschaftliche Nachricht über die huronische Scholle, welche hier in Frage kommt, namentlich über die sie an ihrem Ost- und Westrande zusammensetzenden Gesteine und deren Beschaffenheit, danken wir T. G. Bonney, welcher 1884 die Trace der canadischen Pacificbahn, eine kurze Strecke westwärts von Sudbury, besuchte.

Seine Beobachtungen im Felde und die Resultate der Untersuchungen fasste er in einer Abhandlung zusammen: Notes on a part of the huronian series in the neighbourhood of Sudbury<sup>3)</sup>. Diese Mittheilungen sind auch heute eine werthvolle Ergänzung der Bell'schen Beobachtungen, die ersteren enthalten petrographisches Detail, welches wir von canadischen Geologen erst in der Zukunft erwarten dürfen. Es ist hierbei besonders interessant, dass Bonney die Art der Metamorphose, welche die klastischen Gesteine erlitten haben, mit jener vergleicht, welche durch den Contact mit feurigflüssigen Magmen bewirkt wird, ohne dass er damals das ausgedehnte Vorkommen eruptiver Gesteine in dieser Gegend kennen konnte und deshalb andere Erklärungen herbeizieht.

Nach R. Bell bildet die huronische Ablagerung der fraglichen Gegend eine grosse Mulde, an deren Rändern die liegendsten, gegen die Mitte zu die jüngsten Bildungen zu Tage treten.

Es sind zahlreiche Gesteinsarten, welche sich an dem Aufbau der Mulde theilnehmen, nach Bell sind es wesentlich: Grauwacken und Quarzite, verschiedene Hornblende-Glimmerschiefer, thonige Sandsteine, schwarze und braune Thonschiefer, Gneisse, „Quarzsyenite“,

<sup>1)</sup> Toronto 1890. Printed by order of the legislative assembly.

<sup>2)</sup> R. Bell: The nickel and copper deposits of Sudbury district, Canada. Bulletin of the geological society of America. Bd. II, Seite 125—137, mit einem Anhang von G. Williams: The silicified glass-breccia of Vermilion river, Sudbury district. Ebenda, S. 138—140. Rochester 1891.

<sup>3)</sup> The Quarterly journal etc. B. 44. 1888, S. 32—45.

Diorite, Quarzdiorite, Diabase und vulkanische Breccien. Auch Dolomit-einlagerungen sind beobachtet worden.

Im Wesentlichen bilden in der Gegend von Sudbury vielfach metamorphosirte Grauwacken und Quarzite das Liegendste der Mulde, die Schichten streichen parallel dem Rande der Scholle und fallen steil gegen Nordwesten. Nach eigenen Beobachtungen streichen die Gesteine zwischen Blezard- und Copper cliff mine (siehe die Kartenskizze Taf. VI) nach 1—3<sup>h</sup>, im südwestlichen Theil, z. B. bei Worthington-mine fast Ost bis West mit sehr steilem Einfallen nach Nord.

In den Grauwacken und Quarziten tritt westlich von Sudbury ein dem Generalstreichen paralleler Zug von Gneiss und „Quarzsyenit“ auf, der nach Bell circa 30 englische Meilen lang ist. Er rechnet diese beiden Gesteinsarten nicht bestimmt zum Huronian, sie können auch vorge-drungene ältere oder metamorphosirte Gesteine sein. Vielfach sind sie zu Schollen (howlders) zerbrochen, welche durch ein dioritisches Bindemittel verkittet sind. Die Fragmente dieser merkwürdigen Breccie sind von wechselnder Grösse, bestehen hauptsächlich aus den genannten beiden Gesteinsarten und aus Trümmern einer ähnlichen, präexistirenden Breccie. Bell nimmt an, dass unter dem „Gneiss und Quarzsyenit“ Diorit anstehe. Die Grauwacken und Quarzite werden vielfach von dioritischen Intrusivmassen, deren Durchmesser  $\frac{1}{2}$  bis 10 englische Meilen beträgt, durchsetzt; deren Hauptdimension ist stets parallel dem Hauptstreichen der Sedimentgesteine entwickelt. Zum Theil treten auch gebänderte „Dioritschiefer“ und sehr grobkristalline Hornblende-gesteine auf. In zwei langen Linien treten neben kleineren Intrusionen, Aufbrüche oder Injectionen von Dioriten auf. Der eine beginnt im Blezard township, verläuft parallel am Rande des Gneiss-Quarzsyenitaufbruches nach Südwesten und ist 24 englische Meilen lang. Im Südosten davon liegt eine Reihe der Kiesvorkommen. Weiter gegen den Rand der huronischen Scholle verläuft der zweite Zug, er ist 18 englische Meilen lang und im Südosten von diesem liegen die Stobic- und Copper cliff mine etc. Unbedeutender ist ein dritter, bei Morgan gelegener Zug.

Auf von sehr gleichartig zusammengesetzten Diabasen werden die huronischen Ablagerungen durchbrochen, sie treten in Gängen, welche parallel dem Streichen eingelagert sind, auf.

Auf die Serie von Grauwacke und Quarziten, welche aber im Streichen sowohl nach Nordost als Südwest ihren Charakter vielfach und weitgehend ändert (es treten da Glimmerschiefer etc. etc. auf), folgt als jüngeres Glied eine fast schwarze vulkanische Breccie, die vom Vermillionriver bis zum Wahnapitacsee beobachtet wurde und eine Mächtigkeit von einigen tausend Fuss besitzt. Als jüngste Glieder, gegen die Mitte der Mulde, erscheinen horizontal gelagerter Trapp, thonige Sandsteine, Grauwacken und schwarze Schiefer.

Die Erzvorkommen sind alle gleichartig. Es ist ihnen nicht mit Sicherheit das gleiche Alter wie den übrigen huronischen Ablagerungen zuzurechnen, weil sie ja auch im Gneiss-Quarzsyenitgebiet auftreten, sie erscheinen mehr geographisch als geologisch begrenzt. Die Erze haben ihren Ursprung gewissermassen zwischen den Gesteinen. Von der Wallace mine im Südwest finden sie sich bis zum Wahnapitacsee

auf eine Längersreckung von 70 englischen Meilen, die Breite der Zone beträgt bis 50 englische Meilen. Der nickelhaltige Magnetkies und Kupferkies finden sich an bestimmten Linien des Contactes des Diorit mit Gneiss oder Quarzsyenit, aber nur an einzelnen Punkten der Contactlinien. Einen bestimmten Grund für die letzte Erscheinung konnte Bell nicht auffinden, er glaubt, dass das Auftreten der Erze mit den Durchbrüchen des Diabas mit Pressungen oder transversalen Störungen zusammenhänge. Die Erze scheinen wohl an den Diorit gebunden, mit dem sie immer vergesellschaftet sind, sie können aber auch mit dem Gneiss und Quarzsyenit in Beziehung stehen, weil diese immer in der Nähe auftreten. Der Diorit hat sich entweder deckenförmig über eine nahezu horizontale Unterlage ergossen und haben sich die Erze dann an der Basis abgesetzt, oder der Diorit ist in die anderen Gesteine injicirt worden, dann haben sich die Erze an der Peripherie ausgeschieden.

Die Dioritmassen sind in einzelnen Fällen stark gestört, er ist mit grossen und kleinen Fragmenten anderer Gesteine gemengt; grobe Dioritbreccien sind bei Dominion- und Stobie mine über die Copper cliff mine bis zur Vermillion mine und noch weiter nach Südwest zu beobachten. Diese Art des Diorits scheint besonders zur Erzbildung geneigt, wegen der Brüche, von denen er durchsetzt ist. Die Störungsline kann nicht überall verfolgt werden, da aber längs der markirten Strecke (von Dominion- bis Vermillion mine) überall ähnliche Verhältnisse herrschen, so ist anzunehmen, dass die Bruchlinie durchsetzt.

Der Nordwall der Copper cliff mine wird von Felsit, Quarzit und einem Gemenge von rothem Feldspath mit Quarz gebildet, der Südwall steht im Diorit an, in dem das Erz vorkommt. Die Evans mine liegt weiter ab vom Contact als die übrigen Gruben, die Gesteine sind Grauwacke, die Erze treten aber auch hier im Diorit auf, der stellenweise in Seifenstein und Serpentin umgewandelt ist.

Von der Copper cliff mine läuft eine Bruchlinie bis zur Mc. Connell mine nach Nordwesten, längs dieser finden sich überall Anzeichen von Erz, die von krystallinischen und geschichteten Dioriten und der Breccie aus Gneiss und Quarzsyenit begleitet werden. Die Evans mine scheint in der Verlängerung dieser Bruchlinie zu liegen.

Die Erze sind mit Dioritmassen vergesellschaftet, welche conform dem allgemeinen Streichen der übrigen Gesteinsarten eingelagert sind, welcher Richtung auch die alten Brüche folgen. Die Erzkörper haben Stockwerksform, die mit ihren Hauptdimensionen der Richtung der alten Brüche folgen. Sie sind eine regellose Mischung von Gestein und Schwefelverbindungen der Metalle. Das Erz bildet manchmal die Matrix, oder es füllt die Zwischenräume im Gestein aus. Die Gesteinsfragmente sind klein bis pferdegross. Manchmal liegen die Gesteinsfragmente so dicht aneinander, dass nur wenig Erz dazwischen abgelagert werden konnte, ein andermal finden sich grössere Massen des letzteren. Der Kupferkies hat sich meist in der Mitte des Magnetkies abgeschieden, manchmal sind beide innig gemengt. Im Allgemeinen gibt es keine Regel für die Ausscheidungsfolge, sie scheinen beide unter gleichen Bedingungen gebildet. Der Diorit, die Schollen (bowlders) und die kleinen Fragmente, welche das Gestein zusammensetzen, sind

oft imprägnirt mit eingestreuten Erzkörnchen aller Grössen. Der Magnetkies enthält 1—5 Procent Nickel; auf der Worthington mine fand sich auch krystallisirter Polydymit.

Die Erze sind nicht wässerigen, sondern feuerflüssigen Ursprunges, was ja ihr Vorkommen im Diorit, mit dem sie zusammen heraufgekommen sind, beweist. Die Massen geschmolzenen Diorites werden lange flüssig geblieben sein, so dass die Schwefelmetalle sich ausscheiden, an gewissen Punkten sich concentriren und mit den Dioritstücken verbinden konnten. Grosse Quantitäten des noch geschmolzenen Diorits und die schweren Metalle werden sich wieder zurückgezogen haben. Im Erz finden sich Feldspath, Quarz und Apatit.

Gold, Platin, Zinn, Blei, Silber, Zink und Eisen sind in Gesellschaft der Erze im Sudburydistrikt gefunden worden.

Soviel über die Beobachtungsergebnisse Bell's, denen nun eigene Beobachtungen angereiht werden sollen. Es ist schon oben bemerkt worden, dass ich selbst nur einen verhältnissmässig kleinen Theil des ganzen erzführenden Gebietes gesehen habe, es werden also die wiederzugebenden Beobachtungen sich nur auf Details beziehen können, denen im grossen Bell's Forschungsergebnisse zu Grunde zu legen sind.

Wie in allen krystallinischen Gebieten ist es auch hier in der Gegend von Sudbury schwierig, die Ablagerungen geologisch scharf zu trennen. Diesen Schwierigkeiten haben sowohl Bonney als auch Bell Ausdruck gegeben, welche beide für gewisse Gesteinsvorkommen die Frage, ob sie der laurentinischen oder der huronischen Formation zuzurechnen sind, offen lassen mussten. Für eine grosse Reihe von Gesteinen ist die bestimmte Zuweisung zu der jüngeren huronischen Formation leicht, weil sie den klastischen Bildungen an der oberen Grenze angehören, wo Zweifel nicht mehr bestehen. Auch die petrographische Charakteristik der Gesteine lässt sich hier nicht in wenigen Zügen geben, da es kaum viele Gebiete geben dürfte, in denen die Metamorphose in so verschiedenartiger Weise eingegriffen hat, und nur selten Gesteinsarten zu finden sind, deren jetziger Zustand nicht durch andere beeinflusst worden wäre.

Die Hauptmasse der in zahllosen Aufschlüssen blossgelegten Gesteine gehört quarzreichen klastischen Bildungen an. Nur im südwestlichsten Theil des von mir besuchten Gebietes besitzen sie eine ausgesprochene dünnschiefrige Beschaffenheit. Südlich von der Eisenbahn des Algoma branch, nahe bei der Worthington mine, stehen diese phyllitartigen Schiefer an. Sie streichen 5—6<sup>n</sup> und unmittelbar neben der Bahn fallen sie steil gegen Süd ein. Das feinkörnige, sehr gleichmässige Gemenge von Quarz und einem licht ölgrünem Glimmer bildet dünne Platten. Hie und da treten in geringer Menge Körneraggregate von Eisenoxyd und sehr wenig opakes Erz zu den beiden Hauptbestandtheilen hinzu. Es ist das einzige, mir bekannt gewordene Vorkommen klastischer Gesteine, welches keinerlei Anzeichen erlittener Metamorphose erkennen lässt.

Quarz und Glimmer sind in all den klastischen Bildungen, welche, wie wiederholt bemerkt wird, die Hauptmasse der um Sudbury anstehenden Gesteine bilden, die allein massgebenden Bestandtheile, andere Minerale treten in ihnen nur untergeordnet auf. Während in

dem phyllitartigen Schiefer Quarz und Glimmer (da wahrscheinlich ein Magnesiasglimmer) ein feinkörniges, sehr gleichmässiges Gemenge bilden, ist das in den anderen zahlreichen Varietäten nicht der Fall. Die von Bonney und Bell als Grauwacken und Quarzite bezeichneten Gesteine sind dickbankig abgesondert, ihre Farbe ist grau bis fast schwarz, manche zeigen ein sandsteinartiges Aussehen bei gleichmässigem Korn, andere lassen grössere Quarzkörner in einer feinkörnigen bis dichten Grundmasse erkennen u. s. w. Im Allgemeinen ist das Korn fein, mittelkörnige Varietäten sind selten und grobkörnige wurden nur an ganz vereinzelt Stellen gefunden.

Substantiell unterscheiden sich all die Varietäten wenig vom phyllitartigen Schiefer und nur insofern, dass einmal etwas mehr, ein andermal etwas weniger Glimmer auftritt; die Hauptunterschiede betreffen die Structur. Während dort das Korn gleichmässig war, ist es hier überall wechselnd, d. h. in ein und demselben Präparat finden sich kleine neben grossen Quarzkörnern, kleine Glimmerschüppchen neben grösseren Individuen, die rektanguläre Blättchen bilden. Manchmal sind Quarz und Glimmer noch ziemlich gleichmässig gemengt, indem der Glimmer ein Maschennetz bildet, zwischen dem die Quarzkörner liegen, meist herrscht eine regellose Vertheilung, bei der bald Quarz, bald Glimmer local vorherrscht u. s. w. Der Glimmer ist meist grün, seltener sind braune Schuppen wahrzunehmen, die erstere gehen wohl aus letzteren hervor. Hiebei ist die Veränderung häufig bis zur Chloritbildung vorgeschritten. In vielen Varietäten finden sich auch Feldspathbruchstücke. Solche von Plagioklas mit mässiger Zwillingstreifung sind frisch, ungestreifte, welche wohl meist dem Orthoklas angehören dürften, sind meist mehr weniger verändert, Mikroklin ist selten. Ansonst finden sich Apatit und Erze, hauptsächlich Magnetit, seltener Pyrit. Irgend ein Bindemittel wurde niemals beobachtet.

Alle Vorkommen, welche zwischen dem Ramsaysee im Südosten von Sudbury und der Linie liegen, welche von der Stobie- zur Merry mine läuft, jene der Umgebung der Copper cliff- und Evans-mine u. s. w. zeigen Spuren bis deutliche Einflüsse der Metamorphose. Im einfachsten Falle documentiren sich dieselben auf den Schichtflächen, auf denen verwaschen umgrenzte prismatische Gebilde von dunklerer Farbe hervortreten, die sich in einzelnen Abarten mit den „Knoten“ gewisser Schiefer vergleichen lassen. Ihre Hauptdimension beginnt mit einigen Millimetern Länge, mit der Zunahme der Grösse gewinnt auch die Schärfe der Ausbildung. Auf einem mühevollen Marsch durch den Busch zwischen Stobie- und Merry mine fanden sich „Krystalle“ bis zu 10 Centimeter Länge, welche durch die Verwitterung etwas blossgelegt worden waren, und die mit einzelnen Flächen nur einige Millimeter über die umgebende Gesteinsmasse hervorragten. Die grössten waren leider nicht zu gewinnen, aber solche mit mehr als 4 Centimeter Querdurchmesser konnten zur weiteren Untersuchung aufgesammelt werden. Die letzterwähnten Bildungen sind lichtgrau, lichter als ihre aschgraue Matrix. Die ersteren fallen manchmal ganz aus dem Gestein heraus, und die Form ihrer Abdrücke erinnert an die der Hornblende.

Die Gebilde erster Art geben in Dünnschliffen länglich rektanguläre und rhomboidale Schnitte, welche trotz der mangelhaften Begrenzung auf Hornblende weisen; es sind offenbar jene, die schon Bonney (a. a. O. S. 39) beobachtete und beschrieben hat, und von denen er annimmt, dass sie von Hornblende herrühren. Diese Pseudokrystalle sind substantiell gleich mit der übrigen Masse des Gesteines, d. h. sie bestehen aus Quarzkörnern und Glimmer, die aber innerhalb der wenig scharfen Grenzen grössere Dimensionen, als sie in der Matrix besitzen, aufweisen. In der Regel herrscht Quarz stark vor, die Glimmerschuppen treten der Menge nach zurück. Bonney betrachtete in ihnen Gruppen von Hornblendeindividuen oder Chlorit mit dazwischen gestreuten Quarzkörnern. Hornblende beobachtete ich nur in einer Probe (Hügel nördlich von Sudbury); die Schnitte in einem Präparate eines Handstückes von der nächsten Schichtfläche geschlagen, zeigen nur Quarz und Glimmer. In Quarzitproben von einer kleinen Insel nahe dem Abflusse des Ramsaysees gelegen, sind die Umrisse der Pseudokrystalle sehr undeutlich, sie enthalten auch Feldspath, Chlorit und Pyrit. Manche Feldspathe sind mit Blättchen braunen Glimmers erfüllt.

In Quarziten, welche im Busch zwischen der Stobie- und Merry mine geschlagen wurden, sind solche Gebilde weit vorwaltend mit Chlorit (pseudomorph nach Glimmer) und nur wenig Quarz erfüllt; sie erscheinen also im Gegensatz zu den erst beschriebenen in den Präparaten ganz dunkel, während die andern sich von der tiefer gefärbten Umgebung abheben.

Neben diesen Pseudomorphosen treten hier die oben erwähnten grossen auf. Ihre Form erinnert an Feldspath, sie sind sechsseitig oder vierseitig rhomboidal begrenzt bei gleichmässiger Ausfüllung, die nur hie und da zonalen Bau zeigt. Vereinzelt, mehr prismatische Schnitte mit einfachem schiefen Endabschluss besitzen einen dunkleren Kern, der allmählich in die übrige Masse übergeht. Unter dem Mikroskop erweisen sie sich als ein dichtes Gemenge von vorwaltendem Muscovit mit weniger Quarz, hie und da kommt noch etwas Magnetit hinzu. Die Glimmerblättchen sind meist klein und zu wolkenartigen Aggregaten vereint, es kommen aber auch, und zwar gar nicht selten, recht ansehnliche Individuen vor. Sie sind farblos und zeigen die bekannten Eigenschaften des Kaliglimmers. Der erwähnte Kern verschwindet in den Dünnschliffen, er dürfte auf dichte Anhäufung von Muscovitfetzchen zurückzuführen sein. Allem nach scheinen Pseudomorphosen nach Orthoklas vorzuliegen.

Zeigen schon die Pseudomorphosen weitgehende Veränderungen in diesen Gesteinen an, so kommen noch manche Eigenthümlichkeiten zu beobachten, welche mit der Metamorphosirung zusammenhängen. Da bereits Bonney (a. a. O.) dieses Thema ausführlich behandelt hat, kann hier auf eine neuerliche Darstellung verzichtet werden; auf die Contacterscheinungen wird unten zurückzukommen sein. Mit Ausnahme der schiefrigen Bildungen werden alle anderen von mir beobachteten, sicher klastischen Ursprung habenden Gesteine als Quarzite bezeichnet.

Es folgen nun zunächst jene Vorkommen, deren bestimmte Zuweisung zu einer der beiden in Frage stehenden Formationen nicht mehr sicher auszuführen ist.

Nördlich von der Copper cliff mine liegen zwei Bohrlöcher (siehe die Skizze Taf. VI „Bohrlöcher“), kaum 50 Meter nordwestlich von ihnen steht in den gletscherpolirten Rücken rother Gneiss an. Aber auch in dem Diorit, in welchem die Bohrlöcher (Diamantbohrungen) geteuft sind, finden sich noch Gneisspartien, und in der Copper cliff mine selbst treten in der Teufe Gesteine auf, welche mit dem Gneiss in Verbindung zu bringen sind. Der rothe Gneiss der erst genannten Fundpunkte neigt zur schaligen Absonderung, die krummflächigen Schalen sondern sich senkrecht auf die Parallelstructur des Gesteines ab. Das Korn ist sehr verschieden; grobkörnige Partien, in denen die röthlichen Orthoklas-Individuen bis über 1 Centimeter Maximaldurchmesser erreichen, wechseln mit mittelkörnigen, welche grössere Quarzkörner enthalten (auch sie erreichen manchmal bis zu 1 Centimeter Durchmesser) und endlich folgen zuckerkörnige Lagen in denen alle Bestandtheile kleine Dimensionen haben. Als weiterer Gemengtheil kommt in geringer Menge ein sehr dunkler Glimmer hinzu, der durch die Art der Vertheilung die Parallelstructur noch deutlicher hervortreten macht. Er bildet aber zwischen den Feldspath-Quarzlagen keine zusammenhängenden Häute, sondern die Anhäufungen neben einander gelagerter Individuen haben immer einen beschränkten Flächeninhalt, so dass sich zwischen benachbarten stets wieder directe Berührung der Feldspath-Quarzlagen einstellt. Es ist sofort einzusehen, dass in Folge dieser Verhältnisse auf Flächen parallel zur Hauptstructurrichtung Flasertextur auftreten muss. In Folge der oben angeführten schaligen Absonderung kommt sie nicht zur Geltung, und ist es auch schwierig, grössere Stücke, die diese Flaserung zeigen, zu schlagen.

In ausgezeichneter Weise tritt sie in einem rothen laurentinischen Gneiss auf, wie man ihn in der Station „Nord-bay“ am Njipissingsee, im Norden des Ortes, in Felsen anstehen sieht. Meine Handstücke von dort entsprechen der mittelkörnigen Varietät des Vorkommens bei den Bohrlöchern nördlich Copper cliff mine, sie zeigen genau dieselben bis 1 Centimeter grossen Quarzpartien und auf den Ebenen, entsprechend der Parallelstructur, die wolkenartigen Glimmeransammlungen, welche 2—20 Quadratcentimeter Flächeninhalt haben, sich aber nicht berühren. Ausser Glimmer lassen sich in diesem Gneiss noch etwas dunkle Hornblende sowie Säulchen und Körner eines fast hyazinthrothen Minerals beobachten.

Von dem Befund der mikroskopischen Untersuchung sei nur Einiges angeführt. Der Feldspath ist weit vorwaltend Orthoklas, der kleine Individuen von Quarz und weit mehr solche einschliesst, die wahrscheinlich auch einem Feldspath angehören. Mikroklin und Plagioklas sind sehr selten, ebenso pegmatitische Verwachsungen von Quarz und Orthoklas. Andeutungen der Mikroperthithbildung treten nur ab und zu auf. Der Glimmer ist tief ölgrün und wird schwer durchsichtig. Die Hornblende bildet dicke Säulchen, der Pleochroismus, gelbgrün bis tief saftgrün, ist stark. Die röthlichen Körner sind dem Titanit zuzurechnen, ansonst finden sich noch Apatit, sehr wenig lichter Pyroxen und gleichfalls sehr wenig Erz als accessorische Beimengungen.

In dem Gneiss von den Bohrlöchern bei Copper cliff mine fehlen Hornblende und Titanit, ansonst ist er dem beschriebenen gewiss

nahe verwandt, der Orthoklas ist aber fast immer in Mikroperthit umgewandelt. Er zeigt dieses Phänomen in ausgezeichneter Weise, enthält aber auch die Einschlüsse von wenig Quarz neben zahlreichen Kryställchen, die hier wie dort einem Feldspath angehören dürften.

Die Gneisse streichen nach 1—2<sup>h</sup>, stellenweise auch nach 24<sup>h</sup>, fallen steil, mit circa 80° nach West ein. Wo der Gneisszug ungefähr  $\frac{1}{2}$ —1 englische Meile östlich von der Merry mine die Pacificbahn-trace schneidet, erscheint er als zuckerkörniger rother Granit. In der mineralogischen Zusammensetzung unterscheidet er sich von den Vorkommen bei den Bohrlöchern nördlich der Copper cliff mine nur insofern, als er mehr Plagioklas und Mikroclin, hingegen weniger Mikroperthit enthält. Alle drei Varietäten zeichnen sich durch eine Art „Mörtelstructur“ aus, indem der Quarz in Form kleinerer Körner zwischen den grösseren Feldspathindividuen lagert, gewissermassen die Fugen ausfüllend. In der granitischen Varietät vermute ich den „Quarzsyenit“ Bell's, der a. a. O. nicht näher definirt ist. Gegen Copper cliff mine zu und in der Grube selbst kommen zum Theile solche Varietäten vor, in denen dem unbewaffneten Auge grössere Orthoklaskrystalle (bis über 2 Centimeter Länge) auffallen. Sie sind schon ziemlich stark angewittert, der Glimmer ist in Chlorit umgewandelt, die Neubildung fast farblosen Epidots ist häufig. Nebenbei erscheinen auch brauner Biotit und Kiese, beide wohl schon Folgen der Contactwirkung des hier vielfach auftretenden Diorites. Im Hangenden des tonlågigen Schachtes der Copper cliff mine fanden sich Partien, die von der körnigen Ausbildung in eine scheinbar dichte, hällerfinta- oder felsartige übergehen. Unter dem Mikroskop findet sich keine Spur von Felsit oder Aehnlichem, sie sind ein körniges Gemenge von Quarz und Feldspath, die Dimensionen der einzelnen Individuen sind gar nicht so klein. Hingegen hat man den Eindruck einer klastischen Bildung, der wohl nur zufälliger localer Aggregationsart zuzuschreiben ist, denn selbst für die Annahme einer nieder gesinterten Reibungs-breccie fehlen die sonst bei solchen Bildungen beobachteten Eigenthümlichkeiten ganz. Bei fortgesetztem Schachtteufen wurden mittelkörnige Varietäten überfahren, welche sich durch ihre granitische Textur auszeichnen; sie werden allmählig grau mit röthlicher Sprenkelung, endlich rein dunkelgrau. Die mikroskopische Untersuchung lässt vielfache structurelle Verschiedenheiten erkennen, bald waltet Quarz gegen Feldspath vor, wobei Glimmer, respective daraus gebildeter Chlorit stark zurücktritt, andere Partien enthalten reichlichere Mengen des letzteren und tritt dann die sonst versteckte Parallelstructur deutlich hervor. Der Feldspath ist meist Orthoklas, Mikroclin und Mikroperthit erscheinen in manchen Proben häufig. Die Rothfärbung der Gesteine rührt von feinsten Eisenoxydtheilchen im Feldspath her. Wahrscheinlich hatten die Feldspathe schon ursprünglich einen relativ grösseren Eisenoxydgehalt in isomorpher Vertretung der Thonerde. Bei der Zersetzung wird es frei und wirkt als Pigment. In den grauen Varietäten ist der Feldspath vielleicht noch stärker verändert als in den rothen, und da hier keine Färbung vorhanden ist, darf wohl angenommen werden, dass hier das Eisenoxyd fehlte, oder in nur sehr geringer Menge auftrat.

Auf meiner Reise konnte ich natürlich nur geringe Kenntnisse der canadischen laurentinischen Formation erwerben, die in huronischen Ablagerungen gewonnenen sind freilich eingehender, sie betreffen aber nur einen kleinen Theil des mächtigen Complexes. So sehr es mir nun widerstrebt, in Fragen ein Urtheil abzugeben, welche ich nicht genügend studirt habe und in denen jene, welche umfangreiche Beobachtungen zu machen Gelegenheit hatten, Anstand nehmen, endgiltig zu entscheiden, möchte ich doch meiner Ansicht Ausdruck geben, nach welcher ich die Gneisse und die beschriebenen granitischen Gesteine als zusammengehörigen und als blossgelegte Partien der laurentinischen Formation betrachten möchte. Weder durch Autopsie noch aus der Literatur sind mir Gneisse dieser Beschaffenheit bekannt geworden, welche unzweifelhaft den huronischen Bildungen zugerechnet werden, während sie zum Theile in petrographischer Hinsicht von den laurentinischen Gneissen nicht unterschieden werden können. Ein sicheres Urtheil aus den Lagerungsverhältnissen zu gewinnen, wird stets schwierig bleiben, immerhin steht doch zu hoffen, dass bei einmal auszuführenden Detailstudien, trotz der vielfachen Störungen in dem Gebiete, eine eindeutige Aufklärung gefunden werden wird.

Wenn man von der Copper cliff mine in nordwestlicher Richtung fortschreitet, so findet man über dem Gneiss Gesteine, welche man ohneweiters zu den Amphiboliten stellt. Am Lady Mc. Donaldsee sind sie ausgezeichnet aufgeschlossen, das Streichen biegt, wenigstens local, von  $2^h$  nach  $24^h$ , ja bis  $22^h$  um, sie fallen im Allgemeinen nach Nordwest, beziehungsweise West ein, aber auch östliches Fallen kann man beobachten. Diese Gesteine gehören wohl Bell's geschichteten oder gebänderten Dioriten an. Es sind das sehr dunkel gefärbte, „schwarzgrüne“ Gesteine, deren Hauptmasse aus dem bekannten glitzernden Filz kleiner Hornblendekrystalle besteht. In ihm liegen weisse Schmitzen von 1—5 Millimeter Breite und von 1—10 Millimeter Länge, die durch eine ausgezeichnete Parallelstructur bewirkt wird. In dem township Mc. Kim liegt in seinem nördlichen Theil ein namenloser Ausbiss; geht man von ihm gegen die Merry mine, so trifft man im Busch wiederholt auf Gesteine, welche sich von den vorbeschriebenen nur dadurch unterscheiden, dass die weissen Partien nicht längliche Schmitzen, sondern rundliche Augen bilden. Unter dem Mikroskop fallen die stengeligen Hornblendesäulen durch ihre massenhaften Einschlüsse farbloser Mineralkörner auf, die sowohl Quarz als Feldspath angehören. Die Hornblende ist lebhaft pleochoritischgelbgrün - blaugrün; die vielfach eine Discontinuität der Amphibolsubstanz bewirkenden Einschlüsse sind in Richtungen senkrecht auf die Symmetrieebene angeordnet. Die Schmitzen und Augen bestehen aus einem körnigen Gemenge von Quarz und Feldspath in wechselnden Mengenverhältnissen gegeneinander, das aber auch an der Zusammensetzung der hornblendereichen Grundmasse theilnimmt. Der Feldspath bildet gegen den Quarz meist grössere Individuen, zwillingsgestreifter Plagioklas tritt untergeordnet auf. Brauner Glimmer fehlt nie ganz, erheblich wird seine Menge nirgends. Magnetit und ab und zu Kiese sind accessorische Bestandtheile.

In dem oben fixirten Abschnitte des Busches sind mit diesen Amphibolgesteinen solche vergesellschaftet, welche gewissermassen das Widerspiel der ersteren repräsentiren. In der feinkörnigen grauweissen Grundmasse liegen kurze, dicke Hornblendeindividuen, die mit gleichmässigen Durchmessern nach den Axen *a*, *b* und *c* bis zu 1 Centimeter als Knoten herauswittern. Andere Abweichungen, als jene, welche aus dem eben Gesagten nothwendiger Weise hervorgehen, lassen sich in der Zusammensetzung dieser Gesteine nicht nachweisen.

Oestlich von der Stobie mine, von ihr durch die Bahnanlage getrennt, stehen sehr grobkörnige Amphibolgesteine an; Hornblende säulen mit 2 Centimeter Dicke und bis 5 Centimeter Länge bilden das Gestein, in der Regel sind sie aber nicht viel länger als dick. Nebenbei kann man nur sehr wenig Quarz und geringe Kiesbeimengungen erkennen, ihre Menge ist aber gegen den Hauptbestandtheil verschwindend gering. Unter dem Mikroskop liess sich in einer Probe auch Titanit nachweisen, welcher dem in den Gneiss erwähnten ähnlich ist. Man hatte hier einen Schacht abgeteuft; auf der Halde findet man Stücke, die aus Chlorit, Quarz und Biotit bestehen, nur hie und da zeigen sich Spaltflächen von Feldspath. Einzelne Stücke lassen erkennen, dass diese Combinationen aus dem Hornblendegestein hervorgehen, indem es sich von Klüften aus zersetzt, wobei Chlorit-Epidot- und Carbonat- (Ankerit-) Bildungen eintreten.

Die Amphibolgesteine zwischen Copper cliff mine und Lady Mc. Donaldsee liegen höchst wahrscheinlich auf Gneiss, für die Beobachtung der unmittelbaren Auflagerung sind allerdings keine Aufschlüsse vorhanden. Im Busch zwischen Stobie- und Merry mine werden sie von den Quarziten überlagert, ebenso östlich von der Stobie mine. Der Structur nach würde man den grösseren Theil dieser Gesteine ohneweiters den Amphiboliten zuzählen. In ihrer mineralogischen Zusammensetzung haben gerade die Vorkommen mit ausgezeichneter Parallelstructur unbestreitbar gewisse und grosse Aehnlichkeiten mit unten zu beschreibenden Dioriten, während die grobkörnigen keine Parallelstructur erkennen lassen, in ihnen verschwinden aber die Aehnlichkeiten mit den Dioriten vollständig. Es wird zu den schwierigsten Aufgaben, welche in dieser Gegend der zukünftigen Lösung harren, gehören, zu entscheiden, ob hier echte Amphibolite vorliegen, oder ob die ausgezeichnet parallel struirten Gesteine durch Dynamometamorphose umgebildete Diorite, und endlich ob die ganz grobkörnigen Varietäten nur Erstarrungsabarten der letzteren sind. Die mineralogische Zusammensetzung und ihr, wenn auch geringer, Kiesgehalt, bringt sie mit den Dioriten in Verbindung, das allein darf aber nicht massgebend sein, denn wir kennen ja genug Amphibolite, welche unbestritten der Zeit der Gneissbildungen angehören und ihrer mineralogischen Zusammensetzung nach von Dioriten nicht zu unterscheiden sind, während hier vielfach ungestreifter Feldspath, den ich wenigstens zum grossen Theil dem Orthoklas zurechne, auftritt, wodurch immerhin schon ein sehr wesentlicher Unterschied bedingt wird; er erfährt eine Verstärkung durch jene Combinationen, welche fast nur aus Hornblende und Quarz bestehen, denen sich Biotit und Feldspath ganz untergeordnet zugesellen.

Combinationen letzt erwähnter Art finden sich allenthalben, es seien nur jene von der Worthington- im Südwesten und solche von der Blezard mine im Nordosten näher betrachtet, welche gewissermassen Extreme darstellen. Das erzführende Gestein der Worthington mine (dieselbe war zur Zeit meiner Anwesenheit keine „Grube“, sondern ein unbedeutender Schurf an einem nickelreichen Ausbiss) besteht nach den geschlagenen Proben fast nur aus einer strahlsteinartigen Hornblende. Die Individuen erreichen kaum 2 Millimeter Länge und manche sind von feinsten Erzpartikelchen durchstäubt, wie gewisse Diallage, von Pyroxen ist aber nirgends eine Spur. Stücke dieses Gesteines sind in der streichenden Fortsetzung der Lagerstätte (4—3<sup>h</sup>) im Quarzit eingeschlossen, sie haben die wechselndsten Dimensionen. Einzelne haben eine Grösse, dass man in ihnen kleine Schürfe anlegte, die meisten sind klein. Auf dem gletscherpolirten Quarzitücken lassen sich Einschlüsse von kopf-, faust-, ei- und nussgrossen Stückchen in grosser Zahl finden. Dieses Hornblendegestein ist also jedenfalls älter als der Quarzit, seiner Erzführung nach ist es zu den umgewandelten Dioriten zu rechnen. Allerdings ist es schwer, sich die ursprünglich hier vorhanden gewesene Combination vorzustellen, besonders wegen des Mangels an Quarz, der sonst so reichlich auftritt.

Am Nordost-Ulm in der Blezard mine stand ein schwarzgrünes, nahezu dichtes Gestein an, an welchem die Erzführung absetzt, obwohl es selbst noch hie und da Kieseinsprengungen enthält. Es besteht wesentlich aus blaugrüner Hornblende, deren Individuen nur die Andeutung einer säulenförmigen Entwicklung anzeigen, ansonst aber sehr unregelmässig ausgebildet sind. Durch häufige Magneteseinlagerungen wird deutliche Parallelstructur bedingt. Ansonst finden sich nur Spuren von Feldspath und Quarz. Dieses Gestein wird als Diabas bezeichnet und, wie noch gezeigt werden soll, dürfte es thatsächlich aus einem Pyroxen-reichen Gestein hervorgegangen sein.

Es kann nur wiederholt werden, dass es eingehendster, in's Kleinste reichender Studien bedürfen wird, um die genetischen Verhältnisse der in so verschiedenen Formen auftretenden Amphibolgesteine klarzulegen.

Jene überaus merkwürdige vulkanische Breccie, die in einer Mächtigkeit bis zu 4000 Fuss die Quarzite und Grauwacke überlagert, welche Bell in geologischer und G. H. Williams in petrographischer Hinsicht beschreiben (a. a. O. S. 130 u. 138—140), habe ich leider nicht aufsuchen können, was ich umsomehr bedaure, als ich in dem von mir begangenen Gebiete wiederholt Breccien anderer Art beobachtete. Am Wege von der Copper cliff mine zum Lady Mc. Donaldsee stösst man wiederholt auf Blöcke einer Breccie, die in gleicher Art nahe östlich von der Merry mine ansteht. Als Hauptbestandtheil treten rothe Gneissstücke in ihr auf, die meist eckig, selten abgerundet sind, ausserdem beobachtet man Bruchstücke parallelstruierter Hornblendegesteine, dichte graugrüne, mit Kies imprägnirte und grünlich-graue, sandsteinartige Fragmente von der Grösse einer Erbse bis zu der einer Nuss. Unter dem Mikroskop lässt sich ein Theil des rothen Gneiss mit jenem identificiren, wie er oben als bei den Bohrlöchern

nördlich von Copper cliff mine anstehend beschrieben wurde. Die Mehrzahl der Stücke sind aber sehr reich an Plagioklas und Mikroklin, Orthoklas und Mikroperthit fehlen fast ganz. Der Glimmer ist in Chlorit verwandelt, was sich schon an den Bruchflächen erkennen lässt. Die verschiedenen grünen Bruchstücke gehören Quarzdioriten, jenen oben beschriebenen parallelstruirt, amphibolitartigen Gesteinen, typischem Diabas und endlich klastischen Gesteinen an. Die ersteren bestehen aus Quarz und Chlorit, ausnahmsweise aus vorwaltendem Feldspath, wenig Quarz und Chlorit. Die letzteren haben oft sehr feines Korn und lassen sich mit keiner der beschriebenen Quarzvarietäten identificiren. Von einem Bindemittel ist keine Spur, man wollte denn das vorkommende Gneissgreibsel als solches betrachten. Dieses zeigt keine weiter gehende Zerkleinerung, sondern entspricht dem Grus, wie er bei der Disgregation der Gneisse resultirt. Hie und da finden sich sogar Hohlräume, in denen man die Oberflächen der sie umsäumenden Gesteinsstücke beobachten kann. Nur sehr selten tritt etwas Calcit auf.

Ein paar hundert Schritte südwestlich von der Stobie mine ragt aus gebankten Hornblendegesteinen ein circa zehn Meter langer, 3—4 Meter breiter Rücken der gleichen Breccie heraus, nur sind hier die Fragmente viel grösser und erreichen bis über 30 Centimeter Durchmesser. Hier sind diese Breccien älter als die Quarzite, östlich von der Merry mine sind sie von Quarzit unlagert. Aus dem Umstande, dass sie zwischen Copper cliff mine und dem Lady Mc. Donaldsee, vielfach als lose Blöcke unmittelbar auf Gneiss liegen, möchte ich ohne genaues Studium der ganzen Verhältnisse keine Schlüsse ziehen, jedenfalls sind diese Breccien älter und von wesentlich anderer Art, als jene, welche Bell und Williams beschreiben.

In Uebereinstimmung mit Bell haben wir also einen nordöstlich streichenden Zug vom Gneiss (von den Bohrlöchern nördlich von Copper cliff mine bis östlich von der Merry mine aufgeschlossen), dem ich ein laurentinisches Alter zuschreiben möchte, und der dem tiefsten im Sudburydistrict aufgeschlossenem Theile entspricht. Die auf ihm lagernden Hornblendegesteine am Lady Mac Donaldsee und westlich von der Stobie mine möchte ich als Amphibolite bezeichnen. Auf beiden lagern die verschiedenen Varietäten der Quarzite (und Grauwacken, wenn man in dieser Hinsicht unter den klastischen Gesteinen unterscheiden will). Älter als ein Theil der Quarzite ist die gneissreiche Breccie, theilweise liegt sie in den als Amphibolite bezeichneten Gesteinen; ob sie solchen auch auflagert, konnte nicht beobachtet werden.

Diese Gesteinsreihe ist, wie man aus oben referirter Abhandlung Bell's ersieht, an zahlreichen Stellen von Eruptivgesteinen durchbrochen, hauptsächlich treten sie gangförmig, untergeordneter als Intrusivmassen auf.

Zur Zeit meiner Anwesenheit in Canada war Bell's Mittheilung noch nicht erschienen, meine Beobachtungen waren also durch seine eingehenden Forschungen und Anschauungen unbeeinflusst. Nach dem, was ich gesehen, würde ich gangförmiges Auftreten von Eruptivgesteinen blos auf das Gebiet nördlich von Sudbury beschränkt haben, während alle andern Vorkommen bei grosser Mächtigkeit ein räumlich so beschränktes Streichen aufweisen, dass ich sie ohne

weiteres zu den Intrusivmassen rechnen möchte. Sie liegen nur sehr beiläufig in einer Streichungsrichtung, demnach möchte ich sie nicht für „blossgelegte Aufbrüche“ halten. Ueberdiess wechseln sie in der quantitativen und qualitativen mineralogischen Zusammensetzung so sehr, wie man das kaum auf grossen „Gängen“ finden wird, während der da sonst so häufige Structurwechsel hier eine untergeordnete Rolle spielt. Eine ganze Reihe von Vorkommen hält man im Terrain für völlig gleichartig, aber viele solcher Proben erwiesen sich bei der nun im Laboratorium vorgenommenen Untersuchung als recht verschieden, so dass die im Terrain gemachten diesbezüglichen Notizen sehr an Werth eingebüsst haben. So schienen im District nördlich von Sudbury feinkörnige Diorite in mittel- bis grobkörnige überzugehen, denen sich eventuell die grobstengligen Amphibolgesteine östlich von der Stobie mine als eine besondere Erstarrungsform anschliessen liessen. Die Untersuchung lehrt aber, dass z. B. ein Theil der „mittelkörnigen“ Gesteine solche sind, die man vielleicht schon besser zu den Gabbros stellen würde, und deren Verbreitung sich aus dem Gedächtnisse nun nicht mehr feststellen lässt. Besieht man die Schiffe mit freiem Auge, so glaubt man ein Gemenge von Hornblende und braunem Glimmer mit etwas Quarz vor sich zu haben. Schon mit der Lupe, noch besser unter dem Mikroskope, entpuppt sich der vermeintliche Glimmer als stark zwillingsgestreifter Feldspath mit zahlreichen Aegit- und Erzeinschlüssen. Die Ursache der Braunfärbung ist aber nicht zu ermitteln, selbst mit Anwendung der stärksten Vergrösserungen kann man sie nicht auflösen. Der Feldspath ist frisch und zeigt neben starker Verzwilligung (mit nicht zu schmalen Leisten) lebhaft Interferenzfarben. Die Hornblende ist dem Uralit zuzurechnen, häufig finden sich Pyroxenreste, die dem Diallag zuzurechnen sein dürften. Brauner Glimmer ist selten, Quarz etwas häufiger. Es liegt also eine Combination vor, die Diagnose bezüglich des Pyroxens als richtig vorausgesetzt, welche man als Gabbro ansprechen würde, wogegen der kleine Quarzgehalt kein Hinderniss, der labradorartige Feldspath ein begünstigendes Moment bildet. Da übrigens in den hier dominirenden Quarzdioriten ähnliche Pyroxene häufig sind, so wird man wohl am besten thun, auch diese Gesteine zu den Quarzdioriten zu stellen, umsomehr, als sie mit fast quarzfreien, echten Dioriten im engen Zusammenhange stehen.

Bevor auf die Details der Zusammensetzung der Eruptivgesteine iengegangen wird, erscheint es nöthig, Einiges über die Gruben, ihren Umfang, Teufe u. s. w., wie sie im August und Anfangs September des Jahres 1890 angetroffen worden waren, festzuhalten. Die Lage der einzelnen Bergbaue ist aus der Orientierungsskizze (Taf. VI.) ersichtlich. Es ist nicht beabsichtigt, eine eingehende Beschreibung der Gruben zu geben, es finden sich Details in dem oben citirten Report of the Royal commission etc., auch J. Garnier hat Einiges hierüber mitgetheilt.<sup>1)</sup> Die nordöstlichst gelegene Grube ist die Blezard mine. In dem Dioritstock waren drei Schächte geteuft, circa 30—35 Meter tief.

<sup>1)</sup> J. Garnier: Mines de nickel, cuivre et platine du district de Sudbury (Canada). Separatdruck aus den mémoires de la société des ingénieurs civils. Paris, März 1891.

Von ihnen aus ist in dem Stock eine Art Bergmühle angelegt, deren grösster Durchmesser 50—60 Meter betrug. Im Nordwesten war durch eine Strecke aus dem Diorit der Quarzit angefahren, der 1—2<sup>h</sup> streicht und mit 40° nach West einfällt. Im östlichsten Theile war durch den Schacht ebenfalls Quarzit erschrotten, im südöstlichen Theil ein diabasartiges Gestein. Der grosse Hohlraum hatte bedeutende Erzmengen geliefert, in der Sohle zeigten sich aber wenig Kieseinsprängungen, so dass die putzenförmige Natur der Erzmasse deutlich erkennbar war. Die Stobie-mine ist ein Tagbau an der Lehne eines Hügels, dessen Sohle an 100 Meter breit und der höchste Stoss gegen den ansteigenden Hang des Hügels 12—15 Meter hoch sein mochte. Der Diorit ist dickbankig abgesondert, streicht nach 1—24<sup>h</sup> und fällt mit 15° nach Osten ein.

Die ausgedehntesten Baue besitzt die Copper cliff mine. Von einem tonlängem Schachte aus, der zum Theil am Contact des granitischen rothen Gneisses und dem Diorit geteufte wurde, sind fünf Horizonte getrieben. In den Figuren 5 und 6 sind der Schacht mit den Läufen (diese hier in einem frühen Stadium) in Seitenansicht und die fünf Läufe mit den Abbauräumen in Horizontalprojection gegeben. Ich danke die Originalaufnahmen dem freundlichen Entgegenkommen der Canadian copper compagnie, welche mir dieselben in liebenswürdigster Weise zur Verfügung stellte. Auf der Seitenansicht sind die Abbauhorizonte mit solchen Querschnitten dargestellt, wie sie ihn unmittelbar unter dem Schacht besitzen, in ihren weiteren Erstreckungen dehnen sie sich bedeutend aus und sind die verschiedenen Horizonte zum Theil durch Verhale, zum Theil durch Abteufen und Uebersichbrechen mit einander in Verbindung. Die in den Figuren gegebenen Cöten beziehen sich auf englisches Maass. Die Grube besass eine Seigerteufe von über 80 Meter, die Erzmassen eine streichende Länge von nahezu 100 Meter bei ziemlich wechselnder Mächtigkeit, die ab und zu auch 30 Meter überschritt. Der stockartige Charakter der Erzmasse ist auch hier leicht zu erkennen, da sowohl die streichenden Auslängen als die Hangenden und liegenden Uebersichbrechen in erzleeres oder erzarmes Gestein führen.

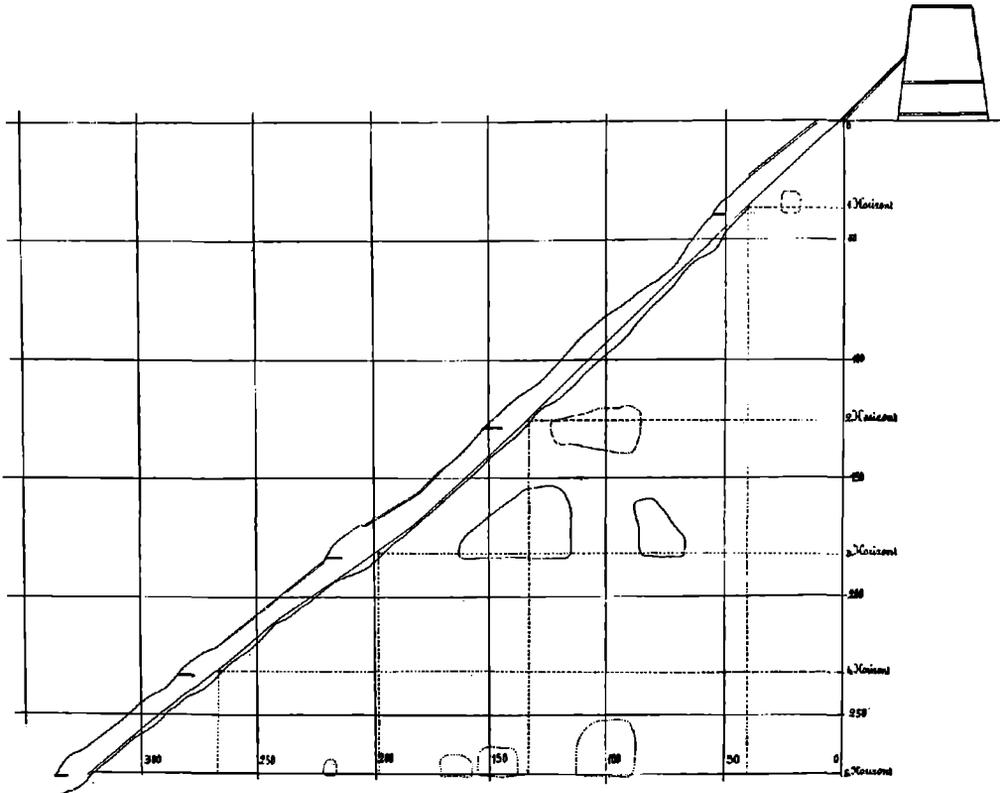
Die Evans mine liegt weit ab von dem Gneiss-Granit-Aufbruch. Vom Tage aus wurde der Erzstock steinbruchartig abgebaut, ein seitlich aufgeschlagener Schacht ermöglichte den Abbau tieferer Horizonte, von denen erst einer in Angriff genommen war. Am Nordweststoss des zweiten Laufes stellte sich schiefriges Gestein ein und damit auch das Aufhören der Erzführung.

Die Worthington mine ist ein kleiner Schurf, aber deshalb von Interesse, weil hier die ersten Erzfunde gemacht worden sind. Die Merry mine war in den ersten Anfangsstadien, der Dioritstock ist hier am mächtigsten von allen gesehenen Vorkommen. Bell gibt an, dass die Dioritmassen stets ihre grösste Dimension parallel dem allgemeinen Streichen haben, das gilt auch von den bis jetzt angeführten Erzstöcken im Allgemeinen, von den Abweichungen wird das Wichtigste sogleich angeführt werden.

Auf dem Complex „Vermillion mine“ bestehen vier Schächte. Die Schächte 1 und 3, circa 20 und 12 Meter tief, sind auf einem

Dioritstock geteuft, der mit seiner Hauptdimension nicht parallel dem Streichen der Quarzite verläuft, das letztere geht nach 4—3<sup>h</sup>, der erstere hat seine Maximalauschnung nach 22—23<sup>h</sup>. Weiter östlich liegt ein paralleler Stock, in dem der Schacht 4 geteuft ist. Bei dem Schacht 2 streichen die Quarzite nach Südost, der quarzreiche, goldhaltige Stock fast Ost-West, es sind also hier die Abweichungen des Streichens der Hauptdimensionen der erzführenden Gesteine vom

Fig. 5.



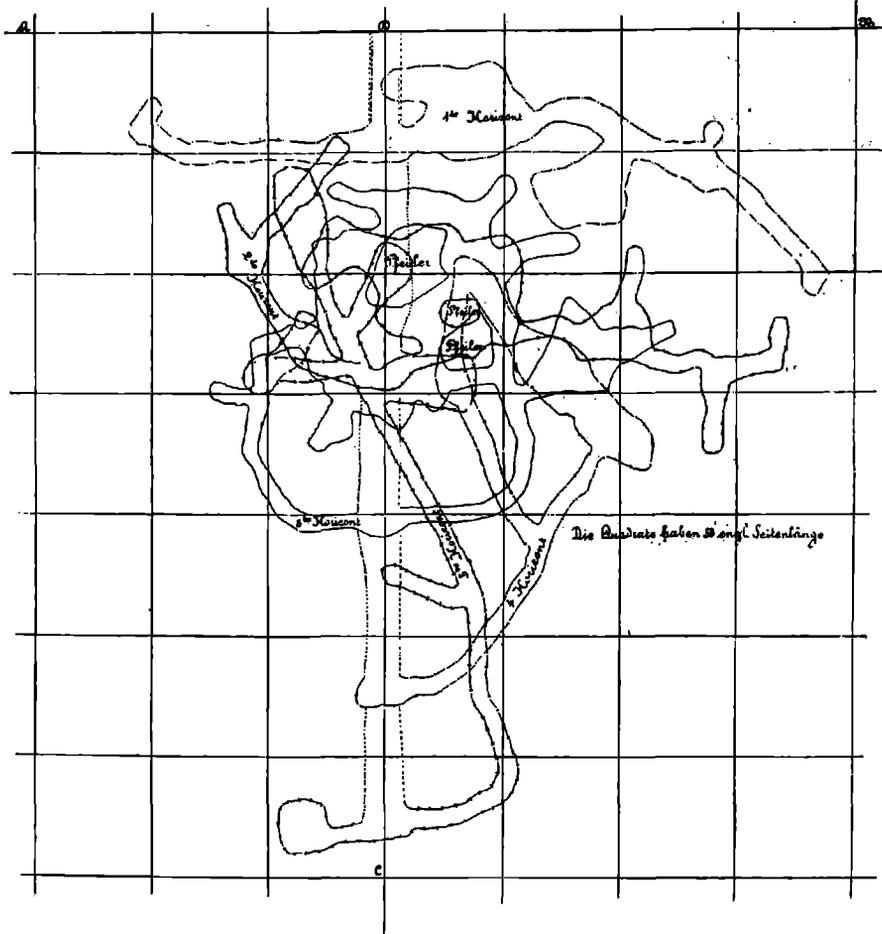
Tonlögiger Schacht der Copper cliff mine bei Sudbury in Canada.

allgemeinen Gebirgsstreichen sehr bedeutend, während sie bei dem Worthingtonschurf nur gering waren.

Ausser den bebauten Erzvorkommen gibt es noch eine grosse Anzahl von Ausbissen, die einander sehr ähnlich sind; die Diorite, in welchen sie anstehen, sind von zersetzten Kiesen intensiv braun gefärbt, oder sind Kieseinsprengungen noch direct sichtbar. Auf der Uebersichtsskizze (Taf. VI.) sind nur einzelne solche Ausbisse eingezeichnet, namentlich fehlen solche, welche zwischen dem Meat-birdsee und der Vermillion mine liegen.

Sowohl bei den bebauten als den unbebauten Erz enthaltenden Dioritmassen konnte eine streichende Fortsetzung, nach welcher sie als „Gänge“ anzusprechen wären, nicht beobachtet werden. Unstreitig liegen sie in einem oder mehreren Zügen parallel dem Hauptstreichen der Sedimentgesteine, sie bilden aber Intrusionen oder sind die Reste

Fig 6.



Horizontalprojection der Abbauräume der Copper cliff mine.

der in Schloten emporgedrungenen Eruptivgesteine. Vielleicht entsprechen die amphibolitartigen Ablagerungen den deckenförmig ausgebreiteten Ergüssen, die dann durch die Ueberlagerung mit neuerlich gebildeten Sedimentgesteinen, hiedurch bedingten Druck u. s. w. eine structurelle Umwandlung erfahren haben. Dass die Hornblendegesteine zum Theile auf Gneiss liegen, würde, die Richtigkeit dieser Annahme vorausgesetzt, kein Hinderniss für eine solche Anschauung sein, da ja

einerseits der Gneiss stellenweise von der Ueberlagerung durch Sedimente freigeblieben sein konnte, anderseits die Einschlüsse solcher klastischer Gesteine in die beschriebene Breccie, wie sie im Gebiet jetzt nicht zu beobachten sind, beweisen, dass Sedimente vorhanden waren, welche durch irgend welche Einflüsse abgetragen worden sind, also auch bedeckt gewesener Gneiss wieder freigelegt worden sein kann.

Es soll nun zunächst versucht werden, die Eruptivgesteine ihrer mineralogischen Zusammensetzung nach in das System einzureihen.

Sämmtliche Vorkommen zeigen hypidiomorphkörnige Ausbildung, wobei sämmtliche Bestandtheile allotriomorph erscheinen. Dem makroskopischen Befunde nach möchte man auf bedeutende Schwankungen in der Korngrösse schliessen. Die mikroskopische Untersuchung lehrt aber, dass dies nicht der Fall ist, und die scheinbare Differenz hauptsächlich auf der Art des Nebeneinanderlagerns farbloser und gefärbter Bestandtheile und anderen ähnlichen Umständen beruht. Schwankungen in der Korngrösse sind natürlich trotzdem vorhanden, die aber nur dort von dem mittleren Verhältnisse stark abweichen, wo sich bereits der Einfluss des Contactes mit den Nebengesteinen geltend macht.

Ausgegangen kann von schwarzgrauen Gesteinen werden, wie sie in der Stobie mine die Hauptmasse bilden. Sie bestehen vorwaltend aus gemeiner Hornblende, wenig oft verzwillingtem Plagioklas, etwas braunem Magnesiaglimmer, sehr wenig Quarz und Erzen. Diese sind zum Theil, ihren zackigen Formen nach zu urtheilen, Titaneisen, anderseits Magnet- und Kupferkies, die eigentlichen „Erze“. Nahestehend sind dieser, sich dem „Diorit“ schlechtweg nähernden Combination die Vorkommen aus dem mittleren Theil des Stockes, in welchem die Baue der Copper cliff mine umgehen. Die Feldspathe sind reicher verzwillingt, die Hornblende nimmt etwas blaugrüne Farbe an und der braune Glimmer wird häufiger. Fast genau dasselbe Gestein liegt aus der Worthington mine vor. Sehr nahestehend sind schöne mittelkörnige Varietäten aus dem Schachttiefsten der Copper cliff mine und aus dem Stock der Evans mine, sie sind aber feldspathreich und treten bereits Spuren von Pyroxen in kleinen Körnern auf. Eine Probe aus dem Schacht 1 der Vermillion mine enthält viel Glimmer, wenig Hornblende und erheblichere Mengen Quarz.

Gegen die Peripherie der Stöcke tritt nur insofern eine Aenderung ein, als Feldspath und Quarz ein feinkörniges Gemenge bilden, ab und zu sind sie granophyrisch verwachsen, Quarz tritt in reichlicher Menge auf.

Da diese Gesteine einen hohen Kieselsäuregehalt haben, die Varietät vom Schachttiefsten der Copper cliff mine ergab 63.10 Procent, wobei sie ungefähr mit der in ihr auftretenden Quarzmenge in der Mitte der hier zusammengefassten Varietäten steht, wird man sie zu den Quarzglimmerdioriten stellen, die nach einer Seite den Uebergang zum Diorit schlechtweg, anderseits zu den Pyroxen führenden Abtheilungen bilden.

Eine zweite Abtheilung der dioritischen Gesteine zeichnet sich durch den völligen Mangel an Hornblende aus. Zum Theil sind es Gemenge von Feldspath, braunem Glimmer und Quarz, mit wenig Erzen. Eine fast grobkörnige Varietät steht südlich vom Schacht 3

der Vermillion mine an. Feiner im Korn sind solche, wie sie am Südoststoss in der Blezard mine anstanden. Von zwei Stücken, die nur 25 Centimeter von einander geschlagen wurden, enthält das eine nur Spuren, das andere ist reich an diallagartigem Pyroxen, der in einem dritten Handstück, nicht weit von den beiden anderen geschlagen, zum dominirenden Bestandtheil wird, es entstehen Augitdiorite. Eine vierte Probe, 20 Centimeter von der diallagreichen entfernt geschlagen, führt neben dem monoklinen auch pleochroitischen rhombischen Pyroxen, der in einem prächtigen Gestein, wie es bei den Fundirungsarbeiten zur Hütte bei der Merry mine ausgesprengt wurde, gegen den Diallag weit vorwaltet, wogegen ersterer nur in vereinzelt Individuen auftritt. Der rhombische Pyroxen ist das einzige Mineral, das wenigstens manchmal annähernd idiomorphe Ausbildung zeigt. Nach dem Pleochroismus — graugrünlich, graulichgelb, fleischroth — ist er dem Hypersthen zuzuzählen. Häufiger der Diallag, seltener der Hypersthen sind von dünnen Schichten Hornblende umwachsen, die für sich allein nur sporadisch erscheint. Von einer Beschreibung des Details der Structur, der Beschaffenheit der einzelnen Gemengtheile u. s. w. sei abgesehen und nur bemerkt, dass die Varietät vom Hüttenplatz bei der Merry mine, obwohl sie wenig Quarz enthält, einen Gehalt von 60.00 Procent Kieselsäure ergab. Der in reichlicher Menge auftretende Feldspath muss also kieselsäurereichen Gliedern der Plagioklasreihen angehören. Im grossen Ganzen scheint er ziemlich gleichartig, zonaler Bau ist selten bemerkbar.

Von accessorischen Gemengtheilen liess sich nur Apatit und dieser selten auffinden.

Von den Pyroxenen wurde nur beim Diallag eine Umwandlung wahrgenommen; er lagert sich in Hornblende um, die wohl den Aufbau der Uralitpseudomorphosen, aber blaugrüne Farbe zeigt. Die stäbchenförmigen Erzeinlagerungen bleiben dabei erhalten. In einer Probe von der Blezard mine enthält solche auch der Feldspath in geringer Zahl; ein Theil des letzteren zeigt in einzelnen Individuen bräunlich gefärbte Partien, wie das bei dem oben beschriebenen gabbroartigen Gestein der Fall ist. Die an strahlsteinartige Hornblende reichen Gesteine der Worthington mine geben bei der Veränderung Chlorit, wie die grobkörnigen vom Schacht östlich der Stobie mine.

Die Augitdiorite finden sich am häufigsten im nordöstlichen Theil des Gebietes, so sind sie in der Blezard mine das Hauptgestein. Andererseits finden wir sie aber auch im südöstlichen Theil in der Vermillion mine, im westlichen bei der Merry mine, während sie im centralen Theil (Copper cliff und Evans mine u. s. w.) so gut wie ganz zu fehlen scheinen, während Pyroxen in der Stobie mine in eigenthümlicher Art auftritt, auf die noch zurückgekommen wird.

Schon Bell erwähnt mehrfach der Diabas, welche neben den Dioriten auftreten. Ich beobachtete ein gangförmiges Vorkommen bei Blezard mine (bei der Hütte) und im Schachtteufen der Copper cliff mine. Bei letzterem ist eine Entscheidung über die Altersfrage gegen den Diorit insofern möglich, als der Diabas an der Gesteinsscheide des Granitgneisses und des Diorites auftritt, von ersterem ist er durch eine 10—20 Centimeter breite Kluft, die mit Gereibsel erfüllt ist,

getrennt. Wenn man nun nicht annehmen will, dass dieses Diabasvorkommen einem grossen schollenförmigen Einschluss entspricht, so wird es als eine intrusive Bildung aufzufassen sein, welche dann jünger als der Diorit sein muss, wonach der Diabas einen Einfluss auf den Erzabsatz nicht genommen hat, der auch aus anderen Gründen unwahrscheinlich ist.

Ueber den Diabas selbst ist nichts zu bemerken, er zeigt die typische Ausbildung wie überall, von der Augitsubstanz sind nur kleine Reste unzersetzt erhalten.

Bell äussert sich in seiner Abhandlung (a. a. O. S. 131) dahin, dass es nicht sicher ist, ob die Erze (und damit die Diorite) huronischen Alters seien, da sie auch im Gneiss und Syenit vorkommen. Er scheint demnach der Ansicht zuzuneigen, dass sie möglicherweise älter als das Huronian seien. Von allem Anfange meiner Beobachtungen habe ich ein Hauptaugenmerk auf die Lösung der Altersfrage gerichtet, und kann kein Zweifel herrschen, dass die Diorite, welche die Erze enthalten, jünger sind als wenigstens ein Theil der Quarzite. Da aber anderseits im Gebiete der Worthington mine sedimentäre Ablagerungen solche Gesteinsstücke einschliessen, welche mit Wahrscheinlichkeit für veränderte Diorite zu halten sind, so müsste die Eruption der Diorite in die lange Periode der Ablagerung der Quarzite, also in die huronische Zeit fallen.

Schon die Form der Dioritmassen, deren Längsaxe der Horizontalprojektion meist mit dem allgemeinen Gebirgsstreichen zusammenfällt, lässt annehmen, dass sie zwischen die Schichten der abgelagerten Quarzite eingepresst worden sind, in der Richtung des kleinsten Widerstandes (entlang der Schichtung) haben sie die grössere Ausdehnung. Ein weiterer Umstand liegt in den Structurverhältnissen innerhalb der Stöcke. Im centralen Theil sehen wir vielfach, aber keineswegs immer, grobkörnigere Ausbildungen, gegen aussen zu feinkörnigere. Dieses Verhältniss dokumentirt sich hauptsächlich in der Ausbildung des Feldspath-Quarzgemenges, während die Hornblende hievon wenig betroffen wurde. Die Hornblende führenden Diorite werden, je weiter man von den mittleren Theilen der Stücke nach Aussen geht, immer quarzreicher, bald überwiegt dieser gegen den Feldspath. Die Korngrösse nimmt ab, und die beiden Minerale bilden ein mosaikartiges Gemenge. In der Stobie mine lässt sich dies gut verfolgen.

Während die mittleren Gesteinspartien ansonst quarzarm sind, finden sich in der Stobie mine in Theilen des Tagbaues, welche man der Centralpartie des Stockes zurechnen muss, sehr quarzreiche, stellenweise grobkörnige Gesteinspartien, die manchmal sogar pegmatitischen Habitus zeigen, sie sind aber räumlich eng begrenzt. Quarz ist der Hauptbestandtheil, er tritt in grösseren Individuen auf, zwischen ihnen liegt das mosaikartige Gemenge von Quarz und Feldspath, ein andermal erscheint letzterer aber auch in allotrimorphen Zwillingen. Die Hornblende zeigt z. Th. die hier gewöhnliche Ausbildung, nicht selten kommen aber die bekannten büschelförmigen Ansätze hinzu. Die Biotitfetzen vereinen sich gerne zu nestförmigen Aggregaten. Die ganze Masse ist von Pyroxenmikrolithen durchschwärmt, die mitunter im Quarz sillimanitartige Garben bilden. Quarz und seltener Feld-

spath enthalten auch in einzelnen Partien Kieseinschlüsse in grosser Menge. In den quarzreichen pegmatitartigen Partien erreichen Feldspathkrystalle bis 2·5 Centimeter Länge; es findet sich hier sogar Muscovit in sternförmigen Aggregaten bis zu 1·5 Centimeter Durchmesser. Es sind also in diesen Bildungen die Erstarrungsformen der äusseren Zonen mit solchen, wie man sie sonst nur in centralen Theilen von Stöcken findet, vereint. Die Mengenverhältnisse der Minerale gegeneinander sind die, wie sie nur in den Aussentheilen auftreten. Den grossen Quarzreichtum gegen aussen möchte ich nicht auf eine erhöhte Quarzabscheidung aus dem übersauren Magma zurückführen, sondern der Ansicht zuneigen, dass der feurigflüssige Diorit von den Quarziten, ob nur „mechanisch“, wage ich nicht zu entscheiden, Kieselsäure aufnahm. Unter dieser Voraussetzung liesse sich das eben beschriebene, eigenthümliche Vorkommen leicht erklären. Der Diorit der Stobie mine zeigt nämlich ausgesprochene Bankung, z. Th. wenigstens ist damit auch ein Wechsel in der Structur und Zusammensetzung der Gesteine verbunden, es dürften demnach die Ablagerungen der einzelnen Bänke zeitlich verschieden sein. Die jetzt mehr gegen die Mitte liegenden können bei dem Empordringen ganz gut mit den Quarziten in Berührung gewesen sein und Quarz aufgenommen haben. Vor ihrer völligen Erstarrung erfolgten Nachschübe, durch die sie überdeckt worden sind und wodurch die Abkühlung eine Verzögerung erlitt, in welcher Periode die Bildung der grossen Krystalle möglich wurde.

Am sichersten werden die Altersverhältnisse durch typische Contacterscheinungen erwiesen. In der Stobie mine war im südlichen Theil, unmittelbar neben dem Mundloch eines kurzen, bergwärts getriebenen Stollens der Contact von Diorit und Quarz blossgelegt. Der Diorit zeigt die geschilderte Beschaffenheit mit dem mosaikartigen Quarz-Feldspathgemenge. Der Quarzit ist unter dem Mikroskop kaum mehr als solcher zu erkennen. Schon makroskopisch sieht man bis weit ab Spaltflächen, welche Hornblendeindividuen angehören, z. Th. eine glasige Beschaffenheit der übrigen Masse, die allmählig in einen Fettglanz übergeht. Näher dem typischen Diorit sind Hornblende, Glimmer und Feldspath nach der gegebenen Reihenfolge in reichlicher Menge vorhanden, nur ab und zu erhaltene, deutlich klastische Quarze lassen ihren Ursprung erkennen. Die dem Diorit angehörigen Silicate nehmen an Menge ab und man hat endlich den Quarzit vor sich, ohne genau bestimmen zu können, wo der Diorit aufhört und das Sedimentgestein beginnt; es sind beide gewissermassen gemengt. Dabei sind die Erze, Kupferkies und Magnetkies am weitesten in die Quarzitmasse hinüber gewandert, gewiss bis 50 Centimeter weit.

Viel schärfer ist der Contact bei der Vermillion mine ausgesprochen. Die Quarzite treten beim Schacht 1 bis dicht an die Diorite heran; an der sich ablösenden Kontaktfläche sind die hier mehr schieferigen Sedimente, welche aus Quarz, braunem Glimmer und etwas rhomboedrischen Carbonaten bestehen, dicht und dunkel gefärbt worden; diese Partie ist glimmerreich, das Carbonat ist verschwunden.

Die etwas glasige Beschaffenheit des Sediments reicht weit weg vom Diorit, die Entfernung konnte wegen Bedeckung mit Humus nicht direct gemessen werden. Einzelne blaugüne Hornblendesäulen finden

sich noch auf 5—6 Centimeter weit vom Contact. 2—6 Millimeter vom Contact hat sich eine 1—2 Millimeter dicke Schicht ausgeschieden, welche aus Kiesen, Quarz und Augit besteht, makroskopisch präsentirt sie sich als „Erzschnur“, die Erze sind aber in Funkenform noch 20 und mehr Centimeter von ihm ab zu beobachten.

In dieser Gegend ist es aber auch zur Bildung eines Contactminerals gekommen. Wenn man auf dem Weg von der Bahnstation (am Algoma branch) zur Grube geht, so kreuzt dieser das theoretisch verlängerte Streichen des Stockes, in welchem die Schächte 1 und 3 angelegt sind. Ungefähr in dieser Region wurde früher ein kleiner Schurf angelegt, auf dessen Halde sich Brocken finden, die vorwaltend aus Chlorit bestehen, in dem bis 3 Centimeter Durchmesser aufweisende rothe Granaten liegen. Ueber ihre Natur kann man nicht in Zweifel sein, wenn man den Hügel beim Schacht 1 betritt. In dem Schiefer sind zahlreiche, bis 2 Centimeter grosse Granate enthalten, daneben auch Muscovit. Aber nicht nur im Sedimentgestein, auch im Diorit treten sie unmittelbar am Contact an manchen Stellen auf. Der hornblendefreie Quarzglimmerdiorit geht auf wenig Millimeter Distanz gegen die Berührungsfläche mit dem quarzitischen Schiefer in den normalen Diorit mit viel blaugrünem Amphibol über, und der letztere ist ganz erfüllt mit kleinen rothen Granaten. Es scheint mir wahrscheinlich, dass der im Schiefer vorhandene Gehalt an Kalk (im rhomboedrischen Carbonat) die Granatbildung hier ermöglichte.

Im Schachte der Copper cliff mine ist auch der Contact von granitischem Gneiss und Diorit erschlossen. Keines der beiden Gesteine zeigt besondere Veränderungen, vielleicht ist aber das „felsitische“ Aussehen des granitischen Gneisses, durch ein Fritzen der Feldspäthe bewirkt, eine Folge der Erwärmung. Nahe am Contact treten blaugrüne Hornblendesäulen im granitischen Gneiss auf, sind also eingewandert; die Erze sind auch hier weiter eingedrungen, sicher über 20 Centimeter tief.

Durch diese Beobachtungen wird das oben ausgesprochene Altersverhältniss voll bestätigt.

Oben wurden bereits Bell's Beobachtungen und Anschauungen über das Auftreten der Erze auszugsweise wiedergegeben, hier folgen die Resultate der eigenen Beobachtungen.

Wie schon Bell constatirte, ist das Auftreten der Erze ausschliesslich an die Diorite gebunden, in anderen Gesteinsarten finden sie sich nur in der Nähe des Contactes mit erzführenden Dioriten und sind aus letzteren in erstere eingewandert.

Die Erze sind Kupferkies und Magnetkies. Der erstere enthält nur Spuren von Nickel, die aller Wahrscheinlichkeit nach von nickelhaltigem Magnetkies herrühren, der in feinsten Form dem Chalkopyrit beigemischt ist. Der Magnetkies enthält in der Regel 1—5 Procent Nickel, in der Vermillion mine fanden sich ausnahmsweise Erze mit 14.88 Procent Nickel bei 19.73 Procent Kupfer. Diese Bestimmungen nahm Herr Sperry vor, dem ich auch deren Mittheilung danke. Nach der Ansicht der Herren Grubenleiter und des Chemikers Herrn Sperry rührt der Nickelgehalt des Magnetkieses von Millerit her, eine Ansicht, der ich voll zustimmen möchte. Das Polydymit

ähnliche Mineral, wie es von Clarke und Catlett untersucht wurde<sup>1)</sup>, dürfte nur äusserst selten auftreten; es ist nicht wieder beobachtet worden. Im allgemeinen ist der Magnetkies häufiger als Kupferkies. Der Millerit, hexagonal rhomboedrisch mit  $a:c = 1:0.9386$ , kann mit dem hexagonalen Pyrrhotin  $a:c = 1:0.862$  nicht zusammenkrystallisiren, sie müssen also ein Gemenge bilden, wofür auch andere Umstände sprechen. Es ist aber unmöglich, selbst in den nickelreichsten Varietäten den Millerit im Pyrrhotin zu erkennen.

Dass auf die Erzabscheidung der Contact des Diorits mit dem Gneiss und „Quarzsyenit“ einen günstigen Einfluss ausgeübt habe, konnte ich nicht beobachten; diese Annahme wird schon durch das Erzvorkommen, in dem die Evans mine umgeht, welches von dem Contact der genannten Steine weit abliegt, widerlegt. Mit Brüchen u. dergl. Störungen muss natürlich ein Zusammenhang bestehen, weil solche mit dem Empordringen der Diorite nothwendig verbunden sind. Auch den Diabasen kann ich keinen Einfluss auf die Erzbildung zuschreiben; so weit ich diesbezügliche Beobachtungen machen konnte, sind diese jünger als die erzführenden Diorite, und da die Schwefelmetalle unbestritten Gemengtheile des Dioritmagma waren, so hat der nachfolgende erlere Diabas mit ihrer Bildung nichts mehr zu thun.

Die Art des Auftretens der Diorite wurde bereits beschrieben. Die schlottartigen Stöcke führen der ganzen Masse nach Kiese, in den mehr gangförmigen Dioritmassen sind sie an gewisse stockförmige Zonen gebunden.

In den schlottartigen Stöcken (z. B. Evans mine, Vermillion mine u. s. w.) erscheinen die Diorite mehr homogen, die oben ausgeführte Variation erfolgt allmählig. Wenn hier ein breccienartiges Aussehen der Erze auftritt, so ist es hauptsächlich durch die Vertheilung der Kiese im Gestein bedingt, zu der sich noch locale Ausscheidungen gesellen, wie man sie in fast allen Dioritvorkommen kennt. Diese bestehen entweder in glimmerreichen, hornblendereichen — feldspatharmen Partien u. s. w. Hie und da kam es zur Ausscheidung bis faustgrosser, mit Kiesen imprägnirter Quarzmassen (Vermillion mine) u. s. w. Natürlich macht sich in der Zusammensetzung, Structur und Habitus der Gesteinsmassen auch die Contactwirkung geltend.

Wirklich breccienartige Erze finden sich in der Stobie mine, und diese mag Bell vor sich gehabt haben, da sie zur Zeit seiner Untersuchungen wohl am besten aufgeschlossen war. Fast dichte, schwarze Quarzglimmerdiorite (mit wenig Pyroxen) finden sich in den mittelkörnigen Augitdioriten und umgekehrt in verschiedenen grossen runden und mehr eckigen Stücken eingeschlossen, entweder durch Kiesauscheidungen von einander getrennt oder sich direct berührend. Bei der mikroskopischen Untersuchung findet man, dass die makroskopisch stark markirte Begrenzung doch keine so scharfe ist, die einzelnen Stücke zur Zeit ihres erfolgten Einschlusses wahrscheinlich noch weich waren, was mit der oben, aus anderen Erscheinungen abgeleiteten Annahme erfolgter Nachschübe übereinstimmen würde. Fremde Ge-

<sup>1)</sup> Platinhaltiges Nickelerz von Canada. Americ. Journ. Sc. B. 37, S. 372. Refer. Groth's Zeitschr. f. Krystallogr. etc. B. 19, 1891, S. 82—83.

steinsstücke (Gneiss, Quarzite) fand ich in den erzführenden Dioriten in keinem Erzvorkommen.

Die Erzausscheidungen in dem Diorit zeigen regellose Formen, vollkommen derbe Erzpartien von mehr als einigen Cubikcentimeter Inhalt dürften sich kaum finden. Derbermassen mit 20 Centimeter Maximaldurchmesser sind schon sehr selten, sie enthalten aber immer Silicate. Meist erscheinen Magnet- und Kupferkies gemengt, aber auch für sich allein haben sie sich ausgeschieden. In der Regel kann man eine zeitliche Folge der Abscheidung von Kupfer- und Magnetkies nicht erkennen. Wie sehr er wechselt, geht schon daraus hervor, dass Bell nach dem, was er beobachtete, die Abscheidung des Kupferkieses in der Mitte des Magnetkieses für den häufigeren Fall ansah. Die Aufschlüsse, welche zur Zeit meiner Anwesenheit zugänglich waren, bestätigen genau das Gegentheil. Im Allgemeinen schienen die Kupferkiese an der Peripherie der Stücke vorzuherrschen, während sie gegen die Mitte derselben seltener wurden. Dies beruht aber nur auf Schätzungen in den ja nur theilweise erschlossenen Stöcken, kann also nicht als sicher gelten. Hingegen hatte ich Gelegenheit, in der Stobie mine Erzputzen zu sehen und Proben davon zu schlagen, welche deutlich einen Kern von Magnetkies besitzen, der gegen die Silicate hin von einer mehr oder weniger geschlossenen Kupferkieshülle umschlossen wird. In einem dem canadischen sehr ähnlichen Erzvorkommen in Böhmen, das unten beschrieben wird, ist diese Erscheinung noch deutlicher wahrzunehmen, und werden dort daraus Schlüsse gezogen werden.

Das bunte Gemenge von Kiesen und Silicaten, wobei Kupferkies und Magnetkies in den wechselndsten Quantitäten und in allen denkbaren Formen im Gestein auftreten, ferner der Umstand, dass bald das Erz als Einsprengung im Diorit oder der Diorit als Einschluss im Erz erscheint, bald das Gestein die Basis, das andermal die Kiese die Grundmasse bilden, beweist untrüglich ihre gleichzeitige Bildung. In gewissen Perioden der Dioritruption war das Magma reich an Beimengungen, welche die Bildung der Schwefelmetalle ermöglichten, und die sich bei der Erstarrung ausgeschieden haben. Die vorhandene Menge Schwefel war ausreichend, Kupfer und Nickel zu binden, noch eine erhebliche Menge Eisen wurde als Schwefelmctall abgeschieden. Trotzdem sind aber doch noch Spuren von Nickel, an Kieselsäure gebunden, in Silicaten enthalten; vom Kupfer kann dies nicht mit Bestimmtheit angegeben werden, denn in 2—3 Gramm des Gesteinspulvers ist es nicht nachweisbar. Es wurden sowohl der erlere prächtige Augitdiorit vom Hüttenplatz der Merry mine, als scheinbar erzfreie Gesteinsproben der Copper cliff-, Evans mine u. a. 1—2 Stunden mit Königswasser digerirt, wobei das Gestein vorher in feinste Pulverform gebracht worden war, um möglichst sicher zu sein, allenfalls vorhandene Kieseinsprengungen zu lösen. In der Lösung war ausnahmslos Nickel nachzuweisen, aber ebenso in 1—2 Gramm der aufgeschlossenen Silicate.

Die Erze des Sudburydistrictes erfreuen sich grosser Reinheit, sie enthalten nur Spuren von Arsen. Die Gegenwart eines zinkhaltigen Minerals macht sich auf den Rösthöfen bemerkbar, man findet ab und

zu Zinkoxydausblühungen, welche wahrscheinlich von Zinkblende herühren. Nur einmal fanden sich Spuren derselben bei dem oben-erwähnten Schurf der Vermillion mine.

Die merkwürdigsten Begleiter sind der Sperrylith und der Zinnstein<sup>1)</sup>. Die ersten Nachrichten über das Vorkommen des Platinarsenids danken wir dem Entdecker desselben, Herrn F. L. Sperry, dessen Angaben auch in der citirten Abhandlung wiedergegeben sind. Inzwischen waren bessere Aufschlüsse geschaffen worden, und dabei liess sich unzweifelhaft erkennen, dass das Mineral mit dem Goldquarz nichts zu thun hat, sondern als Beimengung der Kiese auftritt. Der Aufseher der Vermillion mine war zwar noch der Ansicht, der Sperrylith sitze in gewissen schwarzen Gesteinen, welche beim Schacht 3 anstehen. Ihm selbst danke ich einige Probestücke derselben, konnte aber darin, es ist der oben beschriebene Granaten führende Diorit vom Contact, keine Spur Platin (in 100 Gramm) nachweisen. Jenes lose Material, in welchem Herr Sperry das Platinarsenid auffand, ist nichts anderes als zersetztes Erz, Pyrrhotin und Chalkopyrit (ersterer vorherrschend), welche an feuchter Luft rasch oxydirt werden, bilden eine eisenoxydreiche Masse, in der die, dem ursprünglichen Erz angehörig gewesenen Silicate und Quarz noch ganz gut erkennbar sind. Aus diesem Zersetzungsgrus lässt sich der Sperrylith durch Schlämmen leicht gewinnen. In dem unzersetzten Erz kann Platin leicht nachgewiesen werden, auch Iridium, welches aber merkwürdiger Weise im Sperrylith nicht enthalten ist. Es scheint also ein besonderes, iridiumhaltiges Mineral vorhanden zu sein, das aber bisher nicht aufgefunden wurde.

Im Schachte 2 der Vermillion mine, er ist nur 50' engl. tief, baute man goldhaltigen Quarz ab. Neben Pyrit findet sich Manganspath, in einzelnen Partien der stockartigen Quarzmasse auch Freigold, wovon ich zwei Proben der Freundlichkeit des Aufsehers, Herrn Duncanson, danke. Der Stock selbst verhält sich bezüglich seiner Form ähnlich wie der, in dem die platinarsenidhaltigen Kiese vorkommen, d. h. seine Längserstreckung fällt nicht mit der Richtung des allgemeinen Streichens der Sedimente zusammen.

Im Schacht 4 wurde etwas Bleiglanz gewonnen, ich habe die Grube nicht besucht. Die erhaltenen Erzproben sind ein Gemenge von Galenit und Quarz, wovon letzterer an seiner Oberfläche Schieferreste zeigt.

Bei der Stobie mine, die einige Zeit ausser Betrieb stand, lässt sich die Veränderung der Erze gut beobachten. Die Einflüsse der feuchten Luft führen zu rascher Oxydation, es bilden sich dünne oxydische Häutchen, die „Anlauffarben“, denen die vollständige Zersetzung rasch nachfolgt. An geeigneten Stellen finden sich bis über 20 Centimeter lange, grüne, hohle Stalaktite. Sie bestehen aus Eisenvitriol, dem sehr erhebliche Mengen des analogen Nickelsulfates bei-

<sup>1)</sup> H. L. Wells: Sperrylith, ein neues Mineral und S. L. Penfield: Die Krystallform des Sperrylith. Groth's Zeitschrift für Krystallographie etc. Bd. 15, 1889. S. 285—292. Referat der englisch geschriebenen Mittheilung der beiden Autoren. Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. 1891. Bd. II S. 246—247.

gemengt sind, bis über 50 Procent. Merkwürdiger Weise enthalten sie kein Kupfer und nur Spuren von Magnesia. An Stelle der Kiese bleibt manganhaltiger Brauneisenstein zurück. Die nickelreichsten Magnetkiese zersetzen sich am schnellsten, wie man dies in dem Erzdepot auf Vermillion mine sieht. Die Ausblühungen bestehen aus fast reinem Nickelsulfat, mit ein wesentlicher Grund, das Auftreten des Nickels als mechanische Beimengung im Pyrrhotin aufzufassen.<sup>1)</sup>

### Nickelhältiger Magnetkies vom Schweiderich bei Schluckenau in Böhmen.

Die Strasse, welche von Schluckenau nach Ehrenberg führt, übersetzt nördlich von Kunnersdorf den flachen, bewaldeten Hügel „Schweiderich“, der nach Jokély<sup>2)</sup> aus Granit besteht. Ueber den Hügel kann man einen Pingenzug verfolgen, der am nordwestlichen Abhang zu grösseren Steinbrüchen führt, in welchen ein dioritisches Gestein für architektonische Zwecke gewonnen wird. Pingen und Steinbruch setzen offenbar in jenem „Dioritgang“ auf, den schon Jokély in die geologische Karte eingezeichnet hat und der vom Lodersberg nach Südost über den Schweiderich zum Wolfsberg streicht. Weiter im Südosten kommen beim Laborantenhäusl und endlich bei Neu-Schönlinde beim „Kaiserwirthshaus“ — ungefähr in der Streichungsrichtung — diese „Diorite“ wieder zum Vorschein.

In dem Steinbruch ist die Mächtigkeit des „Diorits“ eine bedeutende, die aufgeschlossene Breite beträgt 20—30 Meter, ohne dass das granitische Hangende oder Liegende entblösst wäre. Nach dem allgemeinen Verlauf der Pingen lässt sich eine Streichungsrichtung nach 21<sup>h</sup> annehmen. Am Osthange des Schweiderich fand sich ein verbrochenes altes Stollenmundloch, welches in neuerer Zeit fahrbar gemacht wurde, und wodurch die unter den Pingen liegenden Baue wieder zugänglich wurden.

Der Stollen führt vom Tage im Granit circa 40 Meter nach Süd und Südwest, erreicht endlich den „Diorit“ und verfolgt, gegen Nordwesten, in äusserst unregelmässiger Weise Kiesanreicherungen in demselben. Die Gesamtlänge des Stollens (einschliesslich des Zubaues) soll 180 Meter betragen. Seiner Zeit wurde er wohl zur Entwässerung der vom Tage aus angelegten Einbaue getrieben, wobei anderseits auch Kiesanreicherungen verfolgt worden sind. Vom Tag aus kam man ihm entgegen und bewirkte endlich einen im Niveau verunglückten Durchschlag.

In den durch den Steinbruch blossgelegten Gesteinsmassen sieht man nur ab und zu Kiesfünkchen. Das Feldort des Stollens dürfte schätzungsweise circa 400 Meter in der Streichungsrichtung weiter nach Südosten liegen, und ist daselbst noch immer eine nennenswerthe

<sup>1)</sup> Aehnliche Beobachtungen machte bereits A. Knop, Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. 1873. S. 521—529. Ueber die Nickelerze von Horbach bei Sct. Blasien im Schwarzwalde; er glaubt aber eine isomorphe Mischung von Magnetkies und Schwefelnickel annehmen zu sollen.

<sup>2)</sup> Der nordwestliche Theil des Riesengebirges und das Gebirge von Rumburg u. Hainspach in Böhmen. Jahrbuch d. k. k. geolog. Reichsanstalt, 1859, S. 365—398.

Kieseinsprengung wahrzunehmen. Ob nun diese bis zum Steinbruch hin völlig verschwindet, oder ob aber dieser und der Einbau in verschiedenen Theilen des mächtigen Ganges angelegt sind, konnte nicht ermittelt werden, obwohl eine solche Annahme etwas für sich hat, denn die Ausbildung des Gesteins im Steinbruch und in dem durch den Einbau aufgeschlossenen Theil ist eine verschiedene, wie gleich gezeigt werden wird.

Ulme, First und Sohle des Stollens stehen im „dioritischen“ Gestein an, man würde daher über Streichen und Einfallen keinen Aufschluss erhalten, wenn sich nicht stellenweise ein scheinbares Hangend zeigen würde. Es sind dies glatte, harnschartige Ablösungen, welche nach  $21^h$  streichen und  $25—35^\circ$ , stellenweise sogar bis zu  $40^\circ$  nach Südwest einfallen. Diesen Richtungen entsprechen auch die Kiesimprägnationen, nach denen die Anreicherungen verlaufen. Die Mächtigkeit der Imprägnationszone ist nicht bekannt, da sowohl gegen das Hangend als gegen das Liegend die Gesteine über die herausgenommene Mächtigkeit von  $1—1\frac{1}{2}$  Meter noch immer Kiese enthalten.

Die Gesteine des Steinbruches besitzen körnige Structur, die einzelnen Bestandtheile haben mittlere Dimensionen. Zum Theil ist das Gemenge ein recht gleichförmiges, zum Theil sind Feldspath und gefärbte Bestandtheile je für sich in grösserer Anzahl beisammen, ohne dass diese Eigenthümlichkeit besonders auffallen würde. Für die technischen Zwecke unterscheidet man zwei Varietäten, eine lichte und eine dunkle. Hauptsächlich in der letzteren zeigt der gefärbte Bestandtheil im auffallenden Sonnenlicht neben der dunkelgrauen, fast schwarzen Hauptfarbe einen röthlichen Stich, nach dem sich die Gegenwart von Augit erkennen lässt.

Die mikroskopische Untersuchung lässt als Bestandtheile erkennen: Plagioklas und Augit, untergeordnet braune Hornblende, grüne Hornblende und Chlorit als Neubildungen, Magnesiaglimmer, Quarz, Apatit und Erz, wovon ein Theil sicher Titaneisen ist, ein anderer Magnetit sein dürfte. Sie zusammen bilden ein mehr hypidiomorph körniges Gemenge bei leistenförmiger Entwicklung des Feldspathes, und nur wenige Augitindividuen zeigen hie und da einen Anlauf zur Bildung von Krystallen. Die dunkle Varietät ist sehr quarzarm.

Der vielfach verzwilligte Feldspath ist prismatisch nach  $a$ , neben  $M$  und  $P$  sind  $T$  und  $l$  nur sehr selten vorhanden. Hiebei treten alle bekannten Erscheinungen betreffs der Zwillingslamellen in solchen Feldspathen auf, die wechselnde Breite, ihre Absätzigkeit u. s. w. Nebst dem herrschenden Albitgesetz der Verwachsung beobachtet man auch vereinzelt dessen Combination mit dem Periklingesetz. Sind schon die Grössenverhältnisse wenig geeignet, Spaltblättchen für optische Untersuchungen zu gewinnen, so tritt einer solchen noch der Umstand entgegen, dass die Krystalle vielfach von Neubildungen (Hornblende, Chlorit) durchwachsen sind, von denen auch der grünliche Stich der Feldspathe herrührt. Ein aufgefundenen grösserer Krystall liess Spaltblättchen parallel  $P$  gewinnen, die, einseitig angeschliffen, Auslöschungsdifferenzen der beiden Lamellensysteme von  $9—10^\circ$  gegeneinander ergaben. Es deutet dies auf Labradorit,

eine Diagnose, der auch das chemische Verhalten nicht widerspricht, indem die durch Behandlung des Gesteinspulvers mit heisser Salzsäure resultirende Lösung neben grossen Mengen Eisenoxyduloxyd reichlich Thonerde und Kalk enthält. Die Thonerde muss nahezu ganz, der Kalk zum Theil von durch Salzsäure zersetztem Feldspath herrühren.

Der Pyroxen, die Maximaldurchmesser der grössten Körner betragen 3—4 Milimeter, ist bräunlichgelb bis licht rosenroth, also schwach pleochroitisch. Hierbei zeigt er die Theilbarkeit des Diallag parallel (100). In nach dieser Richtung abgespaltenen Blättchen tritt oben die eine Axe aus. Faserige Structur fehlt ganz, nur einzelne Individuen enthalten staubförmige Interpositionen. Zwillingbildung nach (100) ist selten zu beobachten, sie tritt in Form eingeschalteter Lamellen auf. Häufig ist er in Umwandlung begriffen, es resultiren grüne Hornblende, eine serpentinartige Masse, etwas Chlorit und wenig Kalkcarbonat. Serpentin und Hornblende sind öfter in einer Pseudomorphose zu sehen, ersterer umgibt die erhaltenen Augitreste, letztere bildet den Aussenrand. Andere Pseudomorphosen bestehen ganz aus Hornblende, wobei ein schmalerer äusserer Rand aus intensiv grün gefärbten Stängelchen besteht, während das Innere aus einem wirren Aggregat lichter zusammen gesetzt wird, innerhalb welcher Erzausscheidungen nicht selten sind.

Ueber die braune Hornblende und den dunklen Magnesiaglimmer, welche in wenigen kleinen allotriomorphen Individuen erscheinen, ist kaum mehr zu bemerken, als dass sie ganz frisch sind, und bezüglich des spärlich auftretenden farblosen Quarzes, dass er sicher primär ist. Der Apatit bildet lange spiessige Nadeln, das Titaneisen ist durch seine zackigen, skelettartigen Bildungen charakterisirt.

Was die Reihenfolge der Ausscheidung der einzelnen Bestandtheile anbelangt, so sind Apatit und die Erze die ersten gewesen. Dann folgt scheinbar der Feldspath, der nicht selten von Diallag umschlossen wird, und der Magnesiaglimmer, Quarz und braune Hornblende füllen Zwischenräume aus.

Nach diesen Befunden erweist sich die vorliegende Mineralcombination als ein Gabbro, der hier in der Form eines mächtigen Ganges auftritt.<sup>1)</sup>

Eigenthümlich und interessant sind die erzführenden Gesteinspartien, wie sie durch den alten Einbau aufgeschlossen wurden.

Wo der Zubau aus dem Granit in das „dioritische Gestein“ eintritt und noch weiter im Liegenden des Ganges steht ein schwarzgraues dichtes Gestein an, das so splittrig bricht wie Hornstein und wenig Kies enthält. Unter dem Mikroskop zeigt es diabasähnliche Structur, be-

<sup>1)</sup> F. Wurm bezeichnet dieses Gestein mit anderen Vorkommen in seiner Mittheilung „Ueber die Grünsteine der Schluckenauer und Nixdorfer Gegend“, Sitzb. d. königl. böhm. Gesellsch. d. Wissensch. 1890, I., S. 130—136 als Diabas, und da ein Theil der Gesteine Olivin enthält, als Olivindiabase. Manche Pseudomorphosen in dem Gestein des Bruches am Schweiderich haben unstreitig grosse Aehnlichkeit mit dem Pilit Becke's, es ist demnach das Vorkommen von Olivin auch hier nicht ausgeschlossen.

steht aus zahlreichen Feldspathleisten, sehr viel grüner Hornblende, sehr wenig brauner solcher, vielen Magnesiaglimmerblättchen und gleichmässig vertheilten Erzkrystälchen, die Magnetit zu sein scheinen. Nicht selten begegnet man aber den oben beschriebenen Partien, die im Inneren aus licht grüner, öfter beinahe farbloser Hornblende mit Erzausscheidung und einer Randzone dunkelgrünen Amphibols bestehen, und endlich gelingt es auch, Augitreste zu finden. Es liegt also nur eine feinkörnige Ausbildung der Gabbros des Steinbruches vor, allerdings in den Mengenverhältnissen der einzelnen Bestandtheile etwas modificirt, was namentlich das stark vermehrte Auftreten des Magnesiaglimmers betrifft, und durch Umwandlung des Augites in Hornblende so verändert, dass die Zusammenghörigkeit nur durch die vergleichende Beobachtung erkannt werden kann. Apatit fehlt sicher, Quarz sehr wahrscheinlich, was um so auffallender ist, als nächstliegende Gesteinspartien, auf die unten zurückgekommen wird, denselben in reichlicher Menge enthalten.

Bei der weiteren Umwandlung dieser dichten Ausbildung wird der Feldspath ergriffen, mit dem gleichzeitig ein grosser Theil des Erzes verschwindet. An Stelle der Feldspathleisten treten Körnaggregat eines stark eisenhaltigen Carbonats, das seinen Kalk aus dem Feldspath, das Eisen, wenigstens zum Theil, aus den verschwundenen Erzen (Magnetit) haben muss. Kaolin und Quarz, als Neubildungen, treten in geringer Menge auf. Die braune Hornblende ist verschwunden, die grüne ist in Chlorit umgewandelt, der Magnesiaglimmer bleicht aus und das Titaneisen zeigt hier und da den Leukoxenrand. Die einstige Zusammensetzung des Gesteines wäre — ohne die vorhandenen Zwischenglieder — nicht mehr zu erkennen. Wie die Beschreibung zeigt, wären diese Gesteine wohl zu den Lamprophyren zu stellen. Eine nähere Untersuchung des Pyroxen und des Feldspathes ist nicht mehr möglich.

Weiter gegen Nordwesten sind dichte Ausbildungen kaum mehr zu finden; die hier in reichlicher Menge Magnet- und Kupferkies enthaltene Gesteine sind feinkörnig, dunkel grünlichgrau. Von Bestandtheilen erkennt man häufiger Hornblende, seltener Feldspath. Der letztgenannte tritt auch immer mehr zurück, braune Hornblende nimmt an Menge bedeutend zu, weniger der Magnesiaglimmer. Die Hauptmasse ist aber grüne Hornblende, die nach der Art vieler Pseudomorphosen und den selten vorhandenen Pyroxenresten, als von diesem abstammend, kenntlich ist. Die braune Hornblende ist frisch, der Feldspath häufig gut erhalten. Die weitgehendste Veränderung hat ab und zu der Magnesiaglimmer erlitten, an dessen Stelle Erzskelette (Titaneisen?) getreten sind. Magnet- und Kupferkies kommen häufig neben- und miteinander gemengt vor, es ist aber hier, was bei dem canadischen Vorkommen in einzelnen Fällen schon recht deutlich war, kein Zweifel, dass der nickelreiche Magnetkies nach dem Kupferkies zur Ausscheidung gelangte, denn der erstere wird vom letzteren öfter vollkommen umschlossen; so sitzen z. B. in einem nussgrossen Erzputzen vier rundliche und eine langgezogene Magnetkiespartie, die alle ringsum und jede für sich von Kupferkies ganz eingehüllt sind. Für die Erstarrungsfolge ist von der Voraussetzung ausgegangen,

dass zuerst die Silikate krystallisirten, während die Schwefelmetalle, von diesen umschlossen, noch flüssig blieben. Bei fortgesetzter Abkühlung musste sich nun das schwerer schmelzbare Schwefelmetall zuerst abscheiden und sich an der Peripherie des Hohlraumes ablagern, während das leichter schmelzbare zuletzt erstarrte und den mittleren Theil erfüllte. Ueber die Schmelzpunkte der beiden Verbindungen, Kupferkies und Magnetkies, kenne ich keine Untersuchungen, wenn sie aber auch nur um sehr wenig voneinander abliegen, so konnte die getrennte Abscheidung hier erfolgen, weil während der sehr langsamen Abkühlung Zeit zur Differenzirung vorhanden ist, und Bedingungen herrschten, die wir künstlich kaum nachzuahmen im Stande sein dürften. Grössere derbe Erzpartien sind selten, sie bilden schalige Blätter; ein solches beobachtetes Vorkommen besteht aus fast reinem Magnetkies und enthält dieser 7·08 Procent Nickel, 2·90 Procent Kupfer, 49·90 Procent Eisen und 0·53 Procent Gangart. Meist sind die Kiese mit den übrigen Gesteinsbestandtheilen bunt gemengt, es lässt sich hiebei nirgends eine zeitliche Reihenfolge der Ausscheidung um die Kiespartien wahrnehmen, bald grenzen an sie Pyroxen, Feldspath, braune Hornblende oder Glimmer, auch ohne structurelle Beeinflussung, es zeigt sich keine Spur radialer oder sonstiger gesetzmässiger Anordnung. Im allgemeinen sind aber die Silikate älter als die Kiese.

Die Erzführung ist keineswegs auf die beschriebenen Gesteine beschränkt, sondern zieht sich auch in den Granitit. Während die beschriebenen Gesteine unmittelbar am Contact keine besondere Beschaffenheit besitzen (die dichten Ausbildungen liegen nicht unmittelbar am Granitit), zeigt der Granitit structurelle Eigenthümlichkeiten. Da die Erzführung ziemlich weit in ihn eingedrungen ist — auf mehr als 1 Meter Entfernung vom Contact kommen noch Kiesfunken vor — und auch sonstige zu beschreibende Veränderungen vor sich gegangen sind, so ist eine weitgehende Erweichung des Granitit anzunehmen.

Der normale graue Granitit zeigt in der Nähe des Contactes ausgesprochene porphyrische Structur. Bis 1 Centimeter grosse Feldspathe, bis 0·75 Centimeter Durchmesser aufweisende Quarzkörner bilden die Einsprenglinge. Wie in dem „Rumburggranit“ (Jokély's<sup>1)</sup>), der Schweidrich gehört ja diesem Gebiete an, sind auch hier die Feldspathe Oligoklas und Orthoklas und der „dichroitähnliche“ Quarz erscheint in grosser Menge. Die mehr fleckenartig auftretende Grundmasse ist in frischen Stücken braun, in etwas zersetzten grüngrau.

Wie die Besichtigung der Dünnschliffe zeigt, sind die grösseren Quarze ausnahmslos abgerundet, sie bestehen nicht selten aus zwei und drei Individuen. Ihr Aussehen gleicht jenem, wie es für Porphyre so charakteristisch ist, tiefe Buchten greifen in die Körner ein. Augenscheinlich sind sie angeschmolzen und hat sich um sie, in Folge chemischer Corrosion, herum ein Kranz von Biotitblättchen gebildet.

<sup>1)</sup> Nach dem Vorgange B. Cotta's unterscheidet auch Jokély den Lausitz- und Rumburggranit, welch letzterer durch den „dichroitähnlichen“ Quarz charakterisirt ist. A. a. O., S. 890.

Je weiter ab vom Quarz, desto mehr gesellt sich diesem Feldspath und Quarz in kleinen Körnern hinzu, welche zusammen die „Grundmasse“ bilden. Magnetit ist regellos vertheilt. Flüssigkeitseinschlüsse treten in grosser Menge auf, seltener farblose lange, ungemein dünne Trichite, die oft in mehrere Stücke getheilt und gebogen sind.

Die grösseren Feldspathe zeigen in der Regel viele Zwillinglamellen und die meisten eine granophyrische Verwachsung mit Quarz. Ungestreifter Feldspath ist selten. Auch der Biotit ist hie und da mit Quarz in gleicher Weise verwachsen.

Durch die Veränderung des Granitits ist die eruptive Natur der so mächtigen Gabbroeinlagerung erwiesen. Das Gesteinsmagma hatte offenbar Schwefelmetalle enthalten, welche sich am Contact mit dem Granitit abgeschieden haben und auch in den letzteren eingedrungen sind.

Unter diesen Umständen war es von Interesse, das Gestein aus dem Bruche auf einen allfälligen Metallgehalt zu prüfen; es sollte sich zeigen, inwieweit sich die Metalle aus dem Magma in Form von Kiesen ausgeschieden, und ob ein Theil in Silikaten (Pyroxen) nachweisbar wäre.

Es wurden 30 Gramm des Gabbros sorgfältig mit der Loupe durchgesehen und als kiesfrei befunden. Nach möglichst feiner Zerpulverung wurde der Staub mit Wasser sechs Stunden auf dem Wasserbade behandelt. Der wässrige Auszug ergab einen Gehalt von 0.016 Procent Schwefelsäure, Eisenoxydul und Spuren von Kalk und Magnesia. Nickel oder Kupfer konnte mit den empfindlichsten Reactionen nicht erkannt werden. Es war also Eisenvitriol in geringen Mengen vorhanden, der wohl von zersetzten Kiesfunken herrührte. Nach sorgfältigstem Auswaschen erfolgte die Behandlung des Pulvers mit Salpetersäure auf dem Wasserbade durch fünf Stunden, um eventuell vorhandene Kiescinsprengungen, welche sich der Beobachtung durch die Loupe entzogen, zu zersetzen. Im Filtrat konnte nun wohl Schwefelsäure nicht nachgewiesen werden, auch Kupfer nicht, hingegen eine Spur Nickel. Dieses dürfte von zersetztem Kies herrühren und in Form eines basischen Salzes vorhanden gewesen sein, wodurch sich der Umstand erklären liesse, warum es in dem wässrigen Auszug nicht nachweisbar war. Die Schwefelsäuremenge wäre dann so gering, dass sie sich der Nachweisbarkeit entzieht. Auch äusserst geringe Spuren von Schwefelmetallen, die in Schwefelammonium löslich waren und wahrscheinlich auf Zinn und Antimon zurückzuführen sind, fanden sich neben Eisenoxyd und Thonerde in diesem Filtrat. Nun erfolgte die Aufschliessung des Rückstandes mit Flusssäure, welche vollständig vor sich ging. Nach der Zersetzung mit Schwefelsäure gab Schwefelwasserstoff in salzsaurer Lösung Spuren von Zinn und Antimon, welche beide sich hier unzweideutig nachweisen liessen. Kupfer konnte hier nicht entdeckt werden, hingegen eine Spur Nickel. Das Kupfer ist also vollständig als Kies ausgeschieden worden, das Nickel nahezu ganz, nur minimale Mengen des letzteren blieben in den Silikaten, wohl hauptsächlich im Pyroxen; es herrschen also ganz gleiche Verhältnisse, wie sie bereits bei dem Vorkommen aus der Gegend von Sudbury beobachtet wurden.

## Das Nickelvorkommen im Quecksilbererzbergbau bei Avala in Serbien.

In einer etwas undeutlichen Mittheilung über das Quecksilbererzwerk bei Ripan hat P. Ilić bemerkt, dass „daneben mächtige Nickellager“ vorhanden seien<sup>1)</sup>. Im Jahre 1891 hatte ich Gelegenheit, das Vorkommen, unter ausserordentlich liebenswürdiger Führung der Herren Professoren Klerics und Losanics und des Herrn Directors Franks, zu besuchen.

A. von Groddeck danken wir eine eingehende Wiedergabe seiner Detailuntersuchungen<sup>2)</sup>, die durch R. Hofmann eine Erweiterung fanden<sup>3)</sup>.

Es ist durchaus nicht meine Absicht, eine neuerliche Beschreibung des Vorkommens zu geben; es soll Einiges, das Nickel betreffend, mitgetheilt werden, und sei nur die Bemerkung erlaubt, dass der Bau unter dem „Schuplja Stena“ in einem Stock umgeht, was durch einen Circumvalationsstollen unbezweifelbar sichergestellt ist.

Das Nickelvorkommen dokumentirt sich durch fast reine Nickelsulfatausblühungen, welche in den offenen Strecken immer wieder erscheinen, wenn sie auch von Zeit zu Zeit abgekehrt werden.

Mit dem Zinnober finden sich in dem erzführenden Serpentinstock auch Pyrit, dieser ist aber nach freundlicher Mittheilung des Herrn Professors Dr. Losanics so gut wie nickelfrei.

Nach v. Groddeck's Untersuchungen ist das Muttergestein des Zinnobers ein umgewandeltes Olivin-Pyroxengestein, das sich als Harzburgit bezeichnen lässt. Zum Theil ist der Serpentin weiter umgewandelt, einerseits durch Kieselsäure, andererseits durch Braunspath verdrängt worden (a. a. O. S. 113 Fussnote, 118—119, 122). Der Serpentin enthält Nickel, was schon v. Groddeck vermuthete (a. a. O. S. 123), welches ursprünglich dem Harzburgit angehörte und bei dessen Umwandlung zu Serpentin — nach den oben dargelegten umfangreichen Erfahrungen — gewiss frei geworden ist. Darauf weist auch der von Losanics constatirte Nickelgehalt ockeriger Brauneisenerze (a. a. O. S. 115), welche wohl nichts anderes als bei der Zersetzung des Harzburgites abgeschiedene Produkte sind.

In den Verdrängungspseudomorphosen von Braunspath nach Serpentin fand v. Groddeck (a. a. O. S. 119) Millerit, und darf wohl angenommen werden, dass dieser secundärer Natur ist.

Wie v. Groddeck mit Recht bemerkt, waren in Avala die Umwandlungsvorgänge des Harzburgites in Serpentin u. s. w. eigenartige, von den gewöhnlichen verschieden, da sie sicher durch aufsteigende, kalihaltige Quellen bewirkt wurden (a. a. O. S. 123). Diese Quellen brachten auch das Schwefelquecksilber, und da wird

<sup>1)</sup> Oesterr. Zeitsch. für Berg- und Hüttenwesen, 38. Jahrg., 1890., S. 470.

<sup>2)</sup> Ueber das Vorkommen von Quecksilbererzen am Avala Berge. Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preussischen Staate. Band 33, 1886, S. 112—28.

<sup>3)</sup> Der Quecksilberbergbau Avala in Serbien. Oesterr. Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen 34. Jahrg., 1886., S. 318—324.

es wohl erklärlich, dass das in einem leicht zersetzbaaren Silicat gebundene Nickel, wenn es überhaupt zu dessen Bildung kam, als Schwefelnickel ausgeschieden war, da der Zinnober unter gewissen Umständen seinen Schwefel abgibt und metallisches Quecksilber frei wird, das sich in Avala häufig findet. Der Millerit zersetzt sich wieder und gibt zu den Ausblühungen von Nickelsulphat Veranlassung. Sein Vorkommen ist aber so selten, dass er nicht die einzige Quelle der in erheblichen Mengen auftretenden Efflorescenzen sein kann, ich möchte eine weitere in dem Nickelgehalt des Serpentin suchen. Es bedarf noch des Nachweises, in welcher Form das Nickel im Serpentin enthalten ist, ob es ein wasserhaltiges Silicat für sich bildet, das auf Haarrissen abgelagert ist, oder ob es im Serpentin selbst gebunden auftritt; aus beiden Formen kann es durch Schwefelsäure leicht ausgezogen werden. Die Schwefelsäure kann sowohl vom Schwefel des Zinnobers, mit grösserer Wahrscheinlichkeit aber von dem der vorhandenen Pyriteinsprengungen abgeleitet werden, welche in constanter Zersetzung begriffen sind, wie schon die erheblichen Temperatursteigungen in gewissen Strecken und Bauen beweisen. Die gleichen oder doch sehr ähnlichen Verhältnisse constatirte v. Groddeck für das Vorkommen von New Almaden in Californien (a. a. O. S. 124—125), so dass die Erscheinung nicht auf Avala allein beschränkt bleibt.

Wir haben es also hier mit äusserst interessanten Vorgängen zu thun, durch welche die beschriebenen zwei Erzbildungsarten gewissermassen combinirt werden. Das Nickel stammt aus dem ursprünglichen Olivingestein, bei dessen Zersetzung wird es frei und würde unter den gewöhnlichen Umständen Silicaterzbildungen ergeben. Durch die aufsteigenden Quellen von bestimmter Zusammensetzung wird einerseits das Chrom in einem glimmerartigen Mineral, dem Avalit, gebunden, wie wir das im Frankensteiner Revier vom Nickel sehen, das dort in die chloritartigen Minerale eintritt. Das Nickel wird hier z. Th. als Sulfid ausgefällt, das sich aber nicht dem Pyrit mechanisch beimengt<sup>1)</sup>, sondern für sich als Millerit im pseudomorphisirten Serpentin zum Absatz gelangt.

Solchem rückgebildeten Millerit gehören gewiss auch die Vorkommen im Kohlensandstein und im sogenannten Pholerit der Ruben-grube bei Neurode an, für welche schon Lasaulx den Nickelgehalt aus den Gabbros etc. abgeleitet hat<sup>2)</sup>.

Eine Bildung von Nickelsilikaterz aus sich zersetzenden Kiesen ist bisher nirgends beobachtet. Für die neucealedonischen Vorkommen ist die Entstehung durch Lateralsecretion wohl allgemein angenommen. In neuerer Zeit hat aber J. Garnier auf Grund seines Besuches des Sudburydistriktes geglaubt, seine Anschauung über die Bildung der neucealedonischen Erze modificiren zu sollen. Er nahm früher

<sup>1)</sup> Es ist eigenthümlich, dass das Nickel in den Pyrit nicht eintritt, während die Beziehungen des Polydymit Laspeyres (Beitrag zur Kenntniss der Nickelerze. Verhandl. d. naturh. Vereines d. preuss. Rheinlande u. Westf. 34. Jahrg., 1877, S. 29 u. f.) zum Pyrit ähnliche sind, wie die des Millerit zum Magnetkies.

<sup>2)</sup> Verhandlungen d. naturh. Vereins f. d. preuss. Rheinl. u. Westf. 43. Jahrg., 1886, S. 10. Siehe auch Römer. 53. Jahresh. der schles. Gesellsch. für vaterländische Cultur für das Jahr 1875. Breslau, 1876, S. 35 u. f.

an, dass das im Silikaterz enthaltene Nickel aus oxydischen Lösungen in Spalten und Poren der Magnesiasilikatgesteine niedergeschlagen wurde, sei nun das Nickel aus dem ursprünglichen Gestein ausgeschwitzt worden, oder aus Gängen von Sulfiden gekommen, welche in Sulphat umgewandelt worden seien. Das letztere ist unwahrscheinlich, weil sich doch die Schwefelsäure, an welche das Nickel gebunden war, in irgend einer Form finden müsste, wenn man schon zugeben wollte, das Nickel sei z. B. durch Magnesia, Eisen oder Kalk unter besonderen Umständen ausgefällt und an Kieselsäure gebunden worden.

Nun glaubt er (siehe oben citirte Abhandlung S. 8 u. 9), es habe in den bereits nickelhaltigen, noch flüssigen Magnesiasilikaten eine spätere, bestimmte Eruption stattgefunden, welche ein Nickelmineral emporbrachte.

Es sollte nicht unterlassen werden, diese neue Ansicht des ausgezeichneten Kenners der neucaledonischen Erzvorkommen hier anzuführen, ohne aber derselben beistimmen zu können, da bis jetzt keinerlei Beobachtungen vorliegen, durch welche diese Hypothese gestützt werden würde.

Nach unserer Ueberzeugung ist das Nickel dort, wo es bei der Bildung der Gesteine an Schwefel mangelte, in die Silikate, vorwiegend in die Olivine, eingetreten und später bei der Zersetzung zeitweilig frei und neuerlich an Kieselsäure gebunden worden. War bei der Gesteinsbildung durch Eruption oder durch andere Vorgänge Schwefel in genügender Menge vorhanden, so finden wir nahezu alles Nickel mit Schwefel in Kiesform, während die Silikate fast nickelfrei sind.

---

#### **Berichtigung zu Tafel VI:**

Die untere Kartenskizze (Erzdistrict von Sudbury), hätte statt: Fig. 1 die Bezeichnung: Fig. 2 erhalten sollen.

