Ueber die Kupferminen am Obnern See im Staate Michigan, Nordamerika.

VON ALB. MÜLLER.

(Sitzung vom 9. Januar 1856.)

In den letzten Jahren sind unserm Museum von verschiedenen Seiten her, namentlich von dem im Michigan-Staate angesiedelten Hrn. Dr. Dietrich, Felsarten und Mineralien, besonders Kupferstufen, aus dem Kupferdistrict am Obnern See in Nordamerika zugekommen. Da die Berichte über den Reichthum dieser erst seit wenigen Jahren im Aufschwung begriffenen Minen auch in Europa Aufsehen erregt haben, und da sie ein würdiges Seitenstück zu den Goldminen von Californien, zu den Bleigruben in Illinois und zu den Steinkohlenfeldern im Appalachischen Gebirge bilden, so möchte die Vorlegung der uns aus jenem berühmten Districte zugesandten Stufen, begleitet von den nöthigen Erläuterungen, nicht ganz unerwünscht erscheinen.

Das Vorkommen bedeutender Kupfermassen in jenen Gegenden war den Anwohnern und einzelnen Reisenden, namentlich französischen Jesuiten, die dort die ersten Niederlassungen gründeten, schon seit der Mitte des 17ten Jahrhunderts bekannt, und die Indianer hatten, wie man aus den vorgefundenen Ueberbleibseln von steinernen Hämmern und andern Geräthschaften, sowie aus alten Grubenbauen schliessen kann, schon in frühern Jahrhunderten Angriffe auf diese unterirdischen Schätze versucht. Dessenungeachtet ist noch kaum ein Jahrzehnt verflossen, seitdem jene reichen Minendistricte von Geologen genauer untersucht und von Spekulantem in Angriff genommen wurden. Der schwunghaftere technische Betrieb datirt eigentlich erst vom Jahre 1847 her, wo die Regierung, auf die Berichte der Staatsgeologen hin, an die Unternehmer Concessionen, sogenannte

„Permits“ zu ertheilen begann. Jene ausgedehnten Ländereien waren erst durch Verträge mit den Indianern in den Jahren 1836—43 von den Vereinigten Staaten successive erworben worden.

Die schon im Jahr 1840 von dem ausgezeichneten Staatsgeologen Douglas Houghton begonnene geognostische Untersuchung jener Gegenden wurde von Jackson, und später besonders von den beiden Staatsgeologen J. W. Foster und J. D. Whitney und ihren Assistenten, worunter unser Herr Desor von Neuchâtel, fortgesetzt, denen wir den ausführlichsten Bericht über die physische Beschaffenheit jener Länder verdanken. Dieses mit zahlreichen Zeichnungen und geologischen Karten ausgestattete Werk ist unter dem Titel „Report on the Geology and Topography of the Lake Superior Land-District“ 1850 in zwei Bänden in Washington erschienen und unserer Gesellschaft von der Smithsonian Institution mit ihren übrigen Schriften geschenkt worden. Es ist vorzugsweise dieses Werk, dem die nachfolgenden geognostischen Erläuterungen entnommen sind. Ausserdem besitzen wir noch kürzere Mittheilungen über jene Länder von verschiedenen deutschen und französischen Geologen, welche gleichfalls theilweise benützt worden sind.

Das Kupfer kommt in den Minen-Districten am Obern See fast nur im gediegenen Zustande vor, und zwar in dem sogenannten Trapp, einem meist dunkeln, grünlich- oder bräunlichgrauen, feinkörnigen, basaltähnlichen Gestein, das wesentlich aus einem innigen Gemenge von Labradorfeldspath, Augit und Magneteisen besteht. Das Gestein ist bald fein-, bald grobkörnig, wird oft durch Ausscheidung einzelner Labrador- oder Augitkrystalle porphyrartig und geht dann in Melaphyr oder Augitporphyr über. Das Gestein wird öfters blasig, die hohlen Blasenräume füllen sich mit Kalkspath, Grünerde, Chlorit, Quarz oder Achat, bisweilen auch mit verschiedenen zeolithischen Mineralien. Alle diese

Mineralien haben sich auch hin und wieder auf den Klüften und Gängen ausgeschieden. Die genannten Trappvarietäten finden sich sämtlich in unserm Gebiete vor, so namentlich auch der Trappmandelstein (wovon uns ein stattliches Stück zugekommen ist), der die reichsten Kupfergänge enthält und als das eigentliche metallführende Gestein zu betrachten ist. Diese Trappe haben allen Berichten zufolge die grösste Aehnlichkeit mit den Melaphyren von Oberstein, könnten desshalb eben so gut Melaphyre genannt werden, wir wollen jedoch bei der bereits eingeführten, freilich ungenauern, Bezeichnung „Trapp“ stehen bleiben.

Obgleich die Trappe häufig, und gerade auch die unseres Districtes an manchen Stellen, in äusserst regelmässige, bald fast horizontale, bald mehr oder weniger geneigte, Bänke geschichtet sind, ja sogar öfter mit sedimentären Conglomerat- und Sandsteinschichten wechsellagern, so unterliegt es doch keinem Zweifel, dass sie eben so gut wie die Basalte und Dolerite, wie die Trachyte und Augitporphyre, feurig-eruptiven Ursprunges sind, obgleich dieser, eben wegen ihrer sedimentären Beschaffenheit, von einigen Geologen in Zweifel gezogen worden ist. Fast alle Eruptivgesteine, selbst der Granit, kommen stellweise geschichtet vor oder auf eine sehr regelmässige Weise in mehr oder weniger horizontaler Richtung zerklüftet, die nicht von wirklicher Schichtung zu unterscheiden ist. Auch die mehrfache Wechsellagerung mit sedimentären Gesteinen lässt sich aus einer periodisch mehrfach wiederholten untermeerischen Surfusion oder durch das Eindringen des feurigflüssigen Eruptivgesteins zwischen die Bänke des bereits früher gebildeten sedimentären, unschwer erklären. Die geschichtete Beschaffenheit kommt den sedimentären Gesteinen eben so wenig ausschliesslich zu, als die ungeschichtete den eruptiven.

Die Trappgesteine sind im Allgemeinen in weit bedeu-

tendern Massen über die Erdoberfläche emporgestiegen, als die ihnen sonst in mancher Beziehung so ähnlichen Basalte. Während diese meist nur vereinzelt Hängel oder Kegel bilden, dehnen sich jene nicht selten zu ungeheuern Plateaus aus, welche Hunderte von Quadratmeilen bedecken, wie z. B. in Ostindien und auf Neuschottland, wo sie in gleicher Richtung streichen, wie die Hauptzüge unseres Kupferdistrictes. Beiläufig bemerkt, kommt in dem neuschottländischen Trapp auch gediegenes Kupfer vor; eben so, wie vorliegendes Handstück zeigt, in Prehnit eingewachsen, in den Melaphyren von Oberstein, jedoch lange nicht in so bedeutenden Massen, wie am Oberrn See. Immerhin ist die Analogie dieser Vorkommnisse bedeutungsvoll. Wie die Basalte, so zeigen auch die Trappe sehr häufig die durch Zusammenziehung während der Erhaltung entstandene; oft äusserst regelmässige, säulenförmige Absonderung, ein Vorkommen, das auch den Trappen unseres Kupferdistrictes nicht ganz fremd ist, obgleich lange nicht so ausgezeichnet, wie z. B. auf Irland und den schottischen Inseln.

Die Trappgesteine des Oberrn Sees liegen theils am nördlichen Ufer auf englischem Gebiet, in Canada, grösstentheils aber am südlichen Ufer auf amerikanischem Gebiet, im Staate Michigan, und nur diese amerikanischen haben sich bis jetzt für die Kupferexploitation ergiebig erwiesen.

Beim ersten Blick auf die geologische Karte machen sich zwei grosse Hauptzüge des Trappes bemerklich, die beide von O S O nach W S W streichen und sich zu einer Höhe von 400—600 Fuss über dem Spiegel des Oberrn Sees erheben, der seinerseits die Meeresfläche bloss um 627 Fuss überragt. Sie bilden also nur mässige Hängel. Der eine dieser Züge, der nördliche, bedeutend kleinere, taucht mitten aus dem Oberrn See hervor, und bildet die in übereinstimmender Richtung liegende, langgestreckte Königsinsel,

Isle Royale, deren Kupferminen bisher von geringerer Er giebigkeit gewesen sind. Der zweite weit bedeutendere Hauptzug taucht mit seinem nordöstlichen Ende gleichfalls aus dem Obern See hervor und bildet die grosse, weit in den See hinein sich erstreckende Landzunge, welche den Namen Kneweenaw Point trägt, und die ich schlechtweg die Landzunge nennen werde. Diese Landzunge wird durch den an ihrer Basis quer durchsetzenden Portage-See noch mehr vom Festland abgeschnitten. Der Trappzug setzt aber jenseits dieses Sees in gleicher WSW Richtung auf das Festland über und durch das weite Ontonagon-Gebiet bis über den Montreal-River hinaus in den am jenseitigen Ufer beginnenden Staat Wisconsin gegen Westen fort, nachdem er noch diesseits dieses Flusses einen starken nördlichen Abläufer, die gleichfalls kupferführenden Poreupine-Moun tains, entsandt hat. Dieser zweite Hauptzug erreicht von der äussersten östlichsten Spitze der Landzunge bis zum westlichen Grenzfluss, Montreal-River, eine Länge von über 700 engl. Meilen, bei einer durchschnittlichen Breite von 4–6 Meilen, während der Trappzug der Königsinsel bei einer Länge von ungefähr 250 engl. Meilen etwa 6 Meilen breit ist. Der ganze kupferführende Trappdistrict des Michigan-Staates nimmt demnach mit Einschluss der Porcu pine-Gebirge einen Flächeninhalt von über tausend engl. Quadratmeilen ein.

Diese beiden kupferführenden Trappzüge, so bedeutend auch ihre Ausdehnung ist, bilden doch nur Inseln in dem flachen, weit ausgedehnten Hügelland, aus wenig geneigten rothen silurischen Sandsteinschichten gebildet, das jene rings umgiebt. Diese Schichten sind durch die Eruption der Trappe auf beiden Seiten der Trappzüge in die Höhe ge richtet worden, so dass sie von denselben weg gegen die Ebene hin abfallen. Der continentale Hauptzug ist auf bei den Seiten von diesen Sandsteinen umgeben, derjenige der

Königsinsel nur auf der Südseite, indem der nördliche Abhang des Trappgesteines unmittelbar in den See taucht. Natürlich haben die Sandsteine im Contact mit den Trappen nicht nur Hebungen und andere mechanische Veränderungen, sondern auch mannigfaltige chemische Umwandlungen erlitten.

Die Conglomerate, welche die Trappe zu begleiten pflegen, fehlen auch in unserm District nicht. Sie bestehen aus abgerundeten Bruchstücken von rothem Porphyry, Quarz, metamorphosirten Schiefeln, Epidotgestein und Grünstein. Auf der Königsinsel bilden sie einen schmalen Gürtel, der die Sandsteine vom Südabhange des Trappzuges trennt, auf der Landzunge bilden sie umgekehrt den nördlichen Gürtel oder vielmehr wiederholte Schichten, die mit Trapp- und Sandsteinschichten wechsellagern. Die metallreichen Mandelsteine treten meistens an der Grenze zwischen Trapp und Conglomerat oder Sandstein auf. Am südlichen Abhang des continentalen Zuges sind nur an Einer Stelle Conglomerate gefunden worden, dagegen ist dieser südliche Abhang mit einem Gürtel von eisenschüssigen Chloritschiefeln begrenzt, welche sich an der Contactfläche zwischen Trapp und Sandstein gebildet haben.

Der von den Trappzügen ohne Zweifel in einer oder mehrern Längsspalten durchbrochene Sandstein führt keine Versteinerungen. Unsern Reporters zufolge gehört er den untersten Schichten des silurischen Systems an und ist auf ihrer Karte mit der Farbe des Potsdam-Sandsteines bezeichnet. Jules Marcou, der mit Jackson, dem Entdecker der Wirkungen des Schwefeläthers, im Jahr 1848 jene Gegenden bereiste, vergleicht diese rothen, oft auch bunten und mergeligen Sandsteine mit dem Bunten Sandstein und den Keupermergeln unserer Umgebungen, und stellt sie höher, nämlich zwischen Jura- und Steinkohlenformation. Dieser rothe Sandstein dehnt sich gegen Süden auf dem Fest-

land noch auf weite Strecken aus und wird allmählig von jüngern silurischen Schichten und noch mehr gegen Süden von devonischen Kalksteinen verdrängt, die sich bis zum Michigan-See erstrecken.

Ausser den beiden genannten Hauptzügen kommen noch südlich von der Landspitze auf dem Festland eine Menge kleinerer und grösserer vereinzelter Trappberge vor, welche zusammen eine Gruppe bilden und die krystallinischen oder metamorphischen Schiefer des azoischen Systems, d. h. der ältesten, versteinungslosen Sedimentschichten durchsetzen. Diese scheinen keinen erheblichen Kupfergehalt zu besitzen, da nichts von Minen erwähnt wird. Dagegen treten in diesem Trapp unregelmässige Quarz- und Kalkspathgänge auf, welche Bleiglanz, Eisenkies, Weissbleierz und Malachit, seltener Kupferkies, enthalten, von welchen Mineralien unserm Museum gleichfalls verschiedene Stücke aus diesem District zugekommen sind. Diese metamorphischen Schiefer, wozu besonders Glimmer-, Talk-, Hornblende- und Thonschiefer gehören, gewinnen im Osten der genannten azoischen Trappe eine sehr bedeutende Ausdehnung und werden von zwei mächtigen Granitmassivs durchsetzt, welche die umgebenden Schiefer metamorphosirt und zugleich zur Bildung von höchst bedeutenden Eisenerzlagerstätten Veranlassung gegeben haben.

Auch auf dem nördlichen (englischen) Ufer des Oberrn Sees treten bedeutende Trappmassen theils in den Schichten des silurischen, theils in denjenigen des azoischen Systems auf, die aber bis jetzt keinen erheblichen Metallreichtum gezeigt zu haben scheinen.

Das Kupfer findet sich in unserm Trappgebirge meist nur in gediegenem Zustand, überall fast chemisch rein und zwar sowohl auf eigentlichen, die Schichten quer durchsetzenden, Gängen, als auf sogenannten Lagergängen zwischen den einzelnen Trapp- und Conglomeratschichten, so-

wie auch unregelmässig im Trapp vertheilt. Die ganze Kupferregion am Oberrn See zerfällt in vier getrennte Minendistricte: die Gruben 1) auf Isle Royale, 2) in den Porcupine-Gebirgen, 3) im Ontonagon-Gebiet, und 4) auf der Landspitze Kneweenaw-Point, welche letztern die bedeutendsten sind.

Die eigentlichen Gänge, welche die Schichten also quer durchsetzen, finden sich auf der Landspitze, besonders auf der nördlichen Seite des Trappzuges, in grosser Zahl und streichen meistens von N W nach S O. Die bedeutendsten Minen sind in diesen angelegt, so die Cliff-Mine, die North-American, die Northwest-, die Northwestern-, die Copper-Falls-Mine und viele andere weniger ergiebige. Die im Trapp aufsetzenden Gänge setzen durch die Conglomerat- und Sandsteinschichten fort, werden aber in den beiden letztern auffallend schmaler und ärmer, während Quarz und Kalkspath ausschliesslich die Stelle des Kupfers einnehmen. Die reichsten Gänge befinden sich, wie bereits bemerkt, in dem Trappmandelstein. In dem ansehnlichen Stück, das unserm Museum zugekommen ist, finden sich in den Blasenräumen nicht weniger als drei, sowohl durch ihr äusseres Aussehen, als durch ihr Löthrohrverhalten unterscheidbare chloritische Mineralien, nämlich eigentlicher Chlorit (dunkelgrün, blätterig), Delessit (dunkelgrün, dicht, glänzend) und Grünerde (schön hellgrün, erdig). Manche Blasenräume sind mit einem einzigen Kalkspathindividuum ausgefüllt, eingebettet in einer dünnen Lage von Chlorit und Delessit. Hie und da sind die Kalkspathmandeln bereits zerfressen und die umgebenden Chloritblättchen dringen in das Innere derselben vor oder haben den Kalkspath in andern Mandeln bereits bis auf geringe Reste oder ganz verdrängt. Das Mineral, welches ich Delessit nenne, weil es dem unter diesem Namen von Naumann beschriebenen Mineral am nächsten steht, bildet die äusserste Auskleidung

sämmtlicher mit Kalkspath oder Chlorit gefüllter Blasenräume. Die Grünerde bildet besondere Mandeln. Die Grundmasse dieses Mandelsteins ist sehr feinkörnig, doch lassen sich unter einer starken Loupe die kleinen weisslichen Kryställchen wohl unterscheiden, die ohne Zweifel dem feldspathigen Gemengtheil entsprechen. Die Grundmasse erscheint im Ganzen genommen, wohl in Folge der bereits eingetretenen Zersetzung, resp. Oxydation der eisenhaltigen Bestandtheile, dunkel braunroth.

Gangkreuze, d. h. die Stellen, wo sich Gänge von verschiedenen Streichen oder verticale mit Lagergängen kreuzen, bewirken, wie man das auch in unsern europäischen Bergwerken als eine ziemlich allgemein gültige und nicht schwer erklärbare Regel beobachtet, eine Veredlung, d. h. Anreicherung, jedoch treten an diesen Stellen, statt des gediegenen Kupfers, gewöhnlich in der nun kalkspathigen Gangmasse mehr die Oxide und Salze des Kupfers, namentlich Kupferschwärze, Malachit und Kupferlasur auf. An den Stellen, wo die Gänge aus dem Trapp in die Conglomerate setzen, veredeln sie sich, und hält diese Veredlung nach beiden Seiten hin auf eine Strecke an. Die Mächtigkeit der Gänge wechselt zwischen einem Zoll und fünfzehn Fussen, sie wächst im Allgemeinen mit der Tiefe, ebenso ihr Reichthum. Ausser Quarz und Kalkspath kommen mit dem gediegenen Kupfer die oben erwähnten zeolithischen, wasserhaltigen, Silicate sehr häufig und reichlich als Ausfüllungen der Gänge vor, so Leonhardit, Datolith, Chabasit, Mesotyp, Apophyllit und Analzim, am verbreitetsten und massenhaftesten aber Laumontit und Prehnit, besonders dieser letztere, welcher an den beiden Sahlbändern der Gänge oft ganz regelmässige symmetrische Ansatzschichten bildet, die bisweilen mit Quarzschichten wechsellagern und in der freien Mitte des Ganges mit traubenförmiger Oberfläche auskrystallisirt sind. Wir haben zwei solcher Prehnitstücke,

vom Eagle-River auf der Landzunge, vor uns, das eine mit Quarz, von zahlreichen Kupferflitterchen durchschwärmt, das andere mit traubenförmiger Oberfläche und auf der Innenseite Hohlindrücke von Kalkspathscalenödem zeigend.

In der Tiefe tritt mit zunehmender Mächtigkeit des Ganges an die Stelle des Prehnites oder der andern Gangmineralien mehr und mehr das gediegene Kupfer, das zuletzt ausschliesslich die ganze Gangkluft erfüllt und Platten von 3 Zoll bis 3 Fuss Dicke und vielen Fussen Länge bildet. Die Grösse der auf diesen Gängen gefundenen Kupfermassen hat alle unsere bisherigen Erfahrungen weit übertraffen und die ganze mineralogische Welt in Erstaunen versetzt. Stücke von 100 bis 3000 Pfund reinen gediegenen Kupfers wurden wiederholt in verschiedenen der genannten Gruben erbeutet, auf der Grube Copper-Falls wurde ein Stück von 16,000 Pfund vollkommen reines Kupfer, und ebendasselbst sogar eine Kupfermasse von 24,000 Pfund gefunden. Der grösste Fund wurde jedoch auf der Cliff-Mine, der reichsten aller bisher ausgebeuteten, gemacht, wo im Jahr 1848 eine Masse von 160,000 Pfund den glücklichen Unternehmern in die Hände fiel. Uebrigens ist ein so gewaltiger Fund den Bergleuten nicht so erwünscht, als man wohl denken sollte, da die Herausschaffung solcher Kolosse mit enormen Schwierigkeiten verbunden ist. Dieses Stück hatte eine Länge von 30 Fuss und eine Dicke von durchschnittlich 5 Fuss. Natürlich war die Masse nicht an einem Stück herauszuschaffen, man musste sie in Blöcke von 10—14 Ctr. zerhauen (zersägen konnte man sie nicht), was keine leichte Arbeit war.

Weit häufiger kommt natürlich auch auf diesen Gängen das gediegene Kupfer in kleinen Massen, ja gewöhnlich nur in feinen Flitterchen, durch die genannten Gangmineralien, besonders durch Quarz, Kalkspath und Epidot zerstreut vor. Das Kupfer wird dann auf Pöchwerken von der anhängen-

den Gangmasse befreit und dieses sogenannte Stampfkupfer kommt die Unternehmer weit billiger zu stehen, als die Herausschaffung jener kolossalen Stücke.

Ausserdem hat auch das Kupfer von den Sahlbändern aus in kleinen Flitterchen das Nebengestein durchschwärmt oder sich in demselben ausgeschieden.

Auf die fast vollkommene chemische Reinheit des Kupfers in diesen Districten wurde schon oben aufmerksam gemacht, es enthält kaum $\frac{1}{20000}$ fremder Bestandtheile.

Dagegen findet sich in den meisten Gruben der Landzunge und des Ontonagon-Gebietes mit dem Kupfer theils ein-, theils aufgewachsen, in ästigen und zähnigen oder dendritischen Formen, immer aber vollkommen ausgeschieden, gediegenes Silber, gleichfalls von höchster Reinheit vor, meist, wie an dem vorliegenden Stück, in Begleitung eines chloritartigen Minerals. Die Menge des alljährlich in den Minen gewonnenen Silbers ist gar nicht unbeträchtlich. So wurde allein auf der Cliff-Mine schon im Jahre 1849 bloss durch Handscheidung (eine Arbeit, die Kinder verrichten) für 4000 Dollars Silber gewonnen. Auf der Grube Phönix, nördlich von der obigen, fand sich ein Stück von 6 Pfund. Auf Isle Royal wurde ein prachtvolles Stück in Prehnit eingewachsen gefunden. Das Silber kommt auch in einzelnen hexädrischen oder dodekädrischen Krystallen und Krystallgruppen, sowie in dendritischen Gestalten, in Kalkspath, Epidot, Laumontit eingewachsen vor, immer aber mit Kupfer. Im Trapp selbst findet sich kein gediegenes Silber.

Merkwürdig ist das äusserst seltene Vorkommen anderer Kupfererze, wie das von Oxyden, Carbonaten und Kiesen in diesen Minen. Auch in den andern obengenannten Districten treten Kupfer-Erze selten genug auf.

Auf der Königsinsel findet das Auftreten der Gänge

und ihre Erz- und Mineralführung durchaus in derselben Weise statt, wie auf der Landzunge.

Merklich verschieden jedoch von den beiden genannten Districten ist das Auftreten der Kupfergänge im Ontonagon-Gebiet, in welchem sich durch ihre Ergiebigkeit besonders die Minnesota-Mine, die Trapprock-, Ohio-, Ontonagon-Mine u. a. auszeichnen. Hier bildet körniger Epidot, oft innig mit Quarz und Kalkspath gemengt, weitaus die Hauptgangmasse, in welche das Kupfer, wie in den oben beschriebenen Gängen, fein eingesprengt erscheint. Auch von diesem Vorkommen besitzen wir verschiedene Proben, worunter ein sehr stattliches Stück: die Hauptmasse körniger Epidot, stellenweise durch allmähliche Uebergänge in Chlorit umgewandelt und von zahlreichen Kalkspathparthien durchzogen, und diese sowohl als der Epidot von Kupferflitterchen allenthalben durchschwärmt. Die andern Epidotstücke, von Isle Royale, enthalten kein Kupfer, sind aber von Quarz und Kalkspath ganz durchdrungen. Ueberhaupt scheint der Epidot in den Trappen des Ontonagon-Gebietes eine grosse Rolle zu spielen. Erst erscheint er nur sporadisch, allmählig aber wird der Trapp, indem der Epidot den Augit verdrängt, in ein anderes Gestein, den Epidosit, umgewandelt, der in den Poreupine-Moutains sogar ganze Berge bildet und auch anderwärts, so z. B. auf Elba bedeutende Felsmassen zusammensetzt. In diesem Gestein erscheint das Kupfer gleichfalls fein eingesprengt, oft so reichlich, dass man 20 % Metall daraus zieht, bisweilen kommt es auch in grössern Massen darin vor. Eine Ortschaft in der Nähe hat von diesem für den dortigen Bergbau so wichtigen Mineral den Namen Epidot erhalten. Auch auf Isle Royale kommen mächtige kupferführende Epidotgänge vor. Aus manchen Gängen wird Chlorit angeführt, vielleicht theilweise, wie an unserm Stück, durch Umwandlung aus Epidot entstanden.

Die zweite Art des Kupfervorkommens in den genannten Districten ist dasjenige auf sogenannten Lagergängen, d. h. solchen, welche mit den Trapp- und Conglomerat-schichten parallel laufen und als die krystallinischen Ausfüllungen der Schichtungsklüfte zu betrachten sind. Sie theilen desshalb mit jenen das Fallen und Streichen, und fallen z. B. auf der Landzunge und im Ontonagon-Gebiet $30-45^{\circ}$ nördlich ein. Diese den Schichten parallelen Klüftflächen sind oft ganz leer, öfter aber, ganz in derselben Weise, wie in den eigentlichen Gängen, und mit denselben Mineralmassen, mit Quarz, Kalkspath, Zeolithen und Epidot ausgefüllt. Die Quarzdrusen sind bisweilen durch Epidot schön grün gefärbt. Letzterer erscheint selten in deutlichen Krystallen, sondern er bildet körnig-krystallinische Massen und dringt auch von den Gängen aus in das Nebengestein ein. Mit dem Epidot und Quarz tritt auch das Kupfer (und mit diesem das Silber) bald in kleinen Flitterchen und Körnern, bald in Massen von mehren Tausenden von Pfunden ganz in der oben beschriebenen Weise auf. So wurde z. B. auf der Minnesota-Mine im Ontonagon-Gebiet auf einem dieser Lagergänge eine Masse von 70,000 Pfund gediegen Kupfer gefunden.

Auch auf Isle Royale kommen mit Kupfer imprägnirte Lagergänge im Trapp vor, doch von minderm Belang.

Die dritte Art des Vorkommens des Kupfers ist die in unregelmässig im Mandelsteintrapp zerstreuten kleinen Massen, in Aesten und Flitterchen, Nester bildend, oder in Blasenräumen angesiedelt.

Die meisten der bisher in Betrieb gesetzten Minen haben nur eine geringe Tiefe, von 20 bis 100 Fuss, selten mehr als 200 Fuss. Diese geringe Tiefe erleichtert die Förderung des werthvollen Metalles ungemein, und manche in andern Bergwerken so kostbaren Anstalten zur Förderung des Wassers und Wegschaffung der Erze und des

tauben Gesteins, sind hier äusserst einfach und oft ganz entbehrlich. An manchen Stellen geht das Kupfer zu Tage aus, begreiflich an der Oberfläche durch die Atmosphärien in Malachit verwandelt, dessen hellgrüne Farbe dem suchenden Bergmann die Nähe des gediegenen Metalles anzeigt. An mehrern von den Indianern angeschürften Stellen fand man gewaltige Kupfermassen, die bereits zum Theil vom Gestein befreit waren, zum Theil noch in dem Fels stacken. Ohne Zweifel war es den Indianern nicht gelungen, mit ihren steinern Hämmern einzelne Stücke von der zähen Kupfermasse abzutrennen, und so mussten sie den kostbaren Fund liegen lassen.

Eine vierte Art des Vorkommens des gediegenen Kupfers ist endlich diejenige in losen, frei liegenden Blöcken, theils im Bette der Flüsse, theils am Gestade des Sees, wo sie augenscheinlich nach Verwitterung des sie früher bergenden Muttergesteines durch die Gewalt der Wellen herausgespült wurden.

So einfach unter diesen aussergewöhnlich günstigen Verhältnissen der Bergbau ist, ebenso einfach sind auch die metallurgischen Prozesse des Kupfers. Manche Stücke kommen bereits fix und fertig zum Verbrauch unter dem Pochstempel hervor. Die kleinern, in den Gangarten eingesprengten Theilchen, werden durch Pochen und Schlämmen vom Gestein befreit und sind schon nach einmaligem Schmelzen, wodurch die noch anhängenden Mineralien abgeschlackt werden, zum Versandt fertig. Wie sehr die unmittelbare Nähe des Sees und die grosse Wasserstrasse durch das Seengebiet hindurch bis zum Niagarafall, also bis zum Gebiet der Eisenbahnen, den Transport und den Verkehr überhaupt erleichtern, bedarf keiner weitem Erörterung. Alle diese Umstände und noch manche andere werden dazu beitragen, um den Kupferminen am Obern See, auch wenn manche Gruben sich nicht als nachhaltig erzei-

gen sollten, noch auf lange einen steigenden Erfolg zu sichern und die Civilisation jener ausgedehnten Wildnisse zu beschleunigen.

Das gediegene Kupfer kommt in den genannten Districten nicht selten in stattlichen Krystallen bis zu einem Zoll Durchmesser vor, und zwar in sehr verschiedenartigen Formen und Combinationen, die dem regulären System angehören, namentlich wie gerade an dem vorliegenden unserm Museum zugekommenen Prachtstück in Oktaedern, Rhombendodecaedern und Pyramidenwürfeln, wozu noch an den meisten Krystallen ausser den Flächen des Würfels kleine untergeordnete Flächen eines Hexakisoktaeders treten. Die Kupferkrystalle dieser Gegend zeigen wie die an den meisten bekannten Fundorten gewöhnlich verzogene und verdrehte Gestalten, so dass man anfangs kaum irgend welche Symetrie und Regelmässigkeit entdeckt und es auch für den geübten Krystallographen einiger Ausdauer bedarf, um diese scheinbar unregelmässigen, complicirten Formen zu entziffern. An der vorliegenden Prachtstufe befinden sich auch schöne weisse Analzimkrystalle (in Leucitoedern), über welche sich die Kupferkrystalle abgelagert und welche in den letztern die schärfsten Abdrücke ihrer Form zurückgelassen haben.*) Ebenso befinden sich an unserer Stufe einzelne Bröckchen des bereits zersetzten Nebengesteins, des Trappes, welche durch die auf ihnen abgelagerten Analzimkry-

*) Während diese Bogen in Presse gehen, überbringt mir noch ein Arbeiter aus der Northwestern-Mine eine Anzahl sehr hübscher Gruppen von wohl ausgebildeten Kupferkrystallen, und zwar in folgenden Formen: 1) Octaeder rein. 2) Octaeder entkantet durch die Flächen des Granatoeders. 3) Octaeder enteckt durch die Hexaederflächen. 4) Combination des vorherrschenden Octaeders mit den Flächen des Hexaeders und Granatoeders. 5) Reines Granatoeder. Ferner verschiedene kleine Silberstufen, aus undeutlichen kleinen Silberkrystallen bestehend, die allenthalben von kleinen Kupfertheilchen durchzogen sind. Ferner Prehnit mit aufsitzendem Kalkspath, Quarz und gediegen Kupfer.

stalle mit der Kupfermasse verkittet sind. Auch haben sich hie und da kleine Gruppen von röthlichen, undeutlichen Quarzkryställchen angesiedelt.

Ganz ausgebildete Krystalle von Kupfer, oft von bedeutender Grösse, finden sich bisweilen ringsum eingewachsen in Krystallen von Prehuit, Datolith, Quarz oder Kalkspath, und besonders auch in den Analzimkrystallen, welche von den kleinen Kupferkrystallen in zierlichen dendritischen Gruppen durchschwärmt werden. Bald erscheint das Kupfer jenen Mineralien, z. B. dem Analzim und Kalkspath, einoder aufgewachsen, bald sitzen diese Mineralien auf dem Kupfer.

Wie schon bemerkt, kommt das Kupfer in diesen Districten fast nur in gediegenem, selten und spärlich im oxydirten und geschwefelten Zustand vor. Jedoch finden sich in den Conglomeraten der Grube Copper-Harbour, an der Nordküste der Landspitze, starke bis 14 Zoll mächtige Adern von schwarzem Kupferoxyd, das sehr rein ist und 60—70% Kupfer giebt. Stellenweise ist es von schönem himmelblauem Kieselkupfer (Chrysocolla) durchzogen. Von beiden Vorkommnissen besitzen wir sehr ansehnliche Stücke. Auch von den andern Oxyden und Carbonaten des Kupfers sind uns Handstücke zugekommen, sie scheinen meistens durch Wiederoxydation des Kupfers in der Nähe der Erdoberfläche, entstanden zu sein.

Schöne Achate, ganz ähnlich denen in den Melaphyren von Oberstein, werden in den Mandelsteinen von Achat-Harbour, an der Nordküste der Landzunge, gefunden. Merkwürdig ist das Vorkommen von Feldspath, der in nadel förmigen, stilbitähnlichen Krystallen auf mehrern Gängen angetroffen wurde, in Quarz eingeschlossen, oder auf Kalkspath und gediegen Kupfer aufgewachsen.*) Er ist analy-

*) Die muthmassliche Entstehung dieses secundären Feldspathes wird sich aus dem Nachfolgenden ergeben.

sirt worden. Auch das reichliche Vorkommen des Datolithes, besonders an der Südküste der Königsinsel, theils im dichten Zustande, theils in prachtvollen Krystalldrusen verdient Erwähnung. Das Mineral hat daselbst einer ganzen Landschaft den Namen gegeben und wird technisch, theils zur Verschmelzung des Kupfers, theils zur Boraxbereitung verwandt.

Besondere Eisenerze treten in unserm Trappgestein nicht auf, wenn man nicht die eisenreiche Grundmasse des Trappes selbst und die stark eisenhaltigen chloritischen Ausscheidungen derselben als solche bezeichnen will, aus welchen man an 12% Roheisen gewonnen hat. Natürlich wird dieser Eisengehalt, so massenhaft er auch ist, für den Bergbau nicht beachtet, da man viel reichere Eisenerze in der Nähe hat.

Es möchte gewagt erscheinen, nach diesem flüchtigen Ueberblick über das Thatsächliche jener merkwürdigen Vorkommnisse, bloss gestützt auf die genauere mineralogische Untersuchung der uns zugekommenen Handstücke, und auf die geognostischen Beschreibungen der oben genannten Naturforscher, eine Erklärung dieser Erscheinungen zu versuchen und insbesondere Andeutungen über die muthmassliche Entstehung dieser kolossalen Metallablagerungen zu geben. Die Mineralogie hat jedoch in den letzten Jahren, namentlich durch die Bemühungen von G. Bischoff, Blum, Haidinger, Volger u. A., in der Betrachtung der Mineralien in Bezug auf ihre Entstehungsgeschichte so erfreuliche Fortschritte gemacht, dass die Anwendung solcher Erklärungsversuche, auch auf ferner liegende Vorkommnisse, gerechtfertigt erscheinen möchte. Kann es sich auch einstweilen bloss um Muthmassungen handeln, so können auch diese

schon zu weiterm Forschen anregen, der Anlass hiezu ist jedenfalls hier lockend genug.

Wenn sich eine neue Theorie in der Wissenschaft Bahn bricht, so ziemt es wohl ihren Anhängern, dieselbe nicht bloss an den bisher gewonnenen Erfahrungen, sondern auch an den fortwährend neu erworbenen zu prüfen, um entweder neue Stützpunkte für diese Theorie zu gewinnen oder die Unhaltbarkeit der bereits aufgestellten darzutun. Wenn ich mir alle oben beschriebenen Thatsachen über das Vorkommen der Kupfer- und Mineralablagerungen in den Trappen am Obern See vergegenwärtige, und sie mit den von den genannten und andern Forschern erhaltenen Resultaten vergleiche, so befestigt sich in mir die gleich beim ersten Anblick der vorliegenden Stufen gewonnene Ueberzeugung, dass sowohl das Kupfer als die dasselbe begleitenden Gangmineralien auf nassem Wege, d. h. aus wässerigen Lösungen entstanden sind. Ja ich glaube, dass die von Gustav Bischoff mit so grossem Erfolg auf die Bahn gebrachten neuern Ansichten über die wässerige Entstehung und Umwandlung vieler Mineralien auch durch die Beobachtungen in den Kupferdistricten am Obern See ihre volle Bestätigung finden.

Aus diesem Grunde habe ich auch in der oben gegebenen Uebersicht manche, scheinbar unwichtige, Thatsache angeführt, weil sie über die Entstehungsgeschichte wichtige Fingerzeige giebt, die zu Gunsten dieser Theorie sprechen. Ich verweise desshalb auf diese Einzelheiten, die laut genug für sich reden.

Rufen wir uns desshalb zur Stütze dieser Theorie nur einige der oben angeführten Thatsachen in das Gedächtniss zurück: Das Vorkommen des gediegenen Kupfers auf Gängen, vollkommen entsprechend unsern europäischen Erzgängen, deren regelmässige auf beiden Sahlbändern übereinander gelagerte Erz- und Mineralabsätze von den neuern

Mineralogen fast allgemein für wässerige Bildungen erklärt werden, wenn sie auch die Dämpfe mit eine Rolle dabei spielen lassen. Die Auflagerung des Kupfers in Krystallen auf die so leicht schmelzbaren Krystalle der zeolithischen Mineralien oder das Vorkommen der zartesten dendritischen Bildungen des Kupfers im Innern der Letztern. Andererseits das Aufsitzen schwer schmelzbarer Mineralien, wie des Quarzes und Kalkspathes auf den Kupferkrystallen. Ueberhaupt das wechselseitige Ueber- und Durcheinanderwachsen von Mineralien, die in der Schmelzhitze gar nicht neben einander sich bilden können und die verschiedenste Schmelzbarkeit besitzen, ohne dass man von Schmelzungen das Geringste bemerkt. Das Vorkommen des Epidotes und Chlorites auf diesen Erzgängen, also zweier Mineralien, deren Entstehung auf nassem Wege Bischoff und Volger, besonders dieser letztere an denjenigen aus den Schweizer-Alpen, in überzeugender Weise dargethan haben. Dann die Durchdringung des Epidotes von Quarz und Kalkspath, die jedenfalls nur secundäre Ausscheidungen auf nassem Wege sein könnten, und die Verbreitung des Kupfers, oft in den feinsten, zahlreichsten Flitterchen durch diese ganze Masse, so dass z. B. dasselbe Kupferspäncchen aus dem Epidot in den Quarz oder Kalkspath setzt. Das Eindringen des fein zertheilten Kupfers, des Epidotes u. a. von den Sahlbändern in das Nebengestein. Vor allem aber das Zusammenvorkommen des gediegenen Kupfers und Silbers, beide in chemischer Reinheit, letzteres erstern auf- und eingewachsen und doch vollkommen geschieden, also zweier Metalle, die sonst in der Schmelzhitze so leicht Legirungen eingehen.

Solche Stellen werden zum Kreuz für die vulkanistischen Erklärer. Auch wäre die ungemein feine Zertheilung des gediegenen Kupfers in den genannten Gangmineralien, und namentlich in dem körnigen Epidot, wenn diese Stoffe

aus einer geschmolzenen Masse erstarrt wären, völlig unerklärlich, denn auch bei einer unvollkommenen Schmelzung (wenn diese überhaupt hier denkbar wäre) würden, wie in unsern Schmelzöfen, die kleinen zerstreuten Kupfertheilchen zu grössern Massen zusammengeschmolzen und wegen ihrer grössern specifischen Schwere mehr in die Tiefe gesunken sein, jedenfalls hätte eine so feine Vertheilung nicht stattfinden können.

Erklären wir aber die genannten Metall- und Mineralablagerungen als auf nassem Wege, aus wässerigen Auflösungen, ganz allmählig entstandene Ausscheidungen, so verschwinden die Schwierigkeiten, die sich bei der Annahme von der feurigflüssigen Entstehungsweise jener Ablagerungen, also bei der vulkanistischen Ansicht entgegenstellen, zum grössten Theile, und die meisten Erscheinungen erklären sich nach unsern jetzigen Erfahrungen auf eine weit befriedigendere Weise, wenn auch noch Manches dunkel bleiben mag. Es scheint mir überflüssig, die Anwendung unserer Theorie wieder rückwärts auf alle einzelnen bereits hervorgehobenen Punkte zu verfolgen, da sich die Folgerungen Jedem, der die neuern Untersuchungen in dieser Richtung kennt, leicht von selbst ergeben.

Wenn es nach den obigen Andeutungen sehr wahrscheinlich wird, dass das Kupfer nebst den bei brechenden Mineralien in diesen Gängen sich auf nassem Wege ausgeschieden hat, so entsteht nun die weit schwierigere Frage: Woher stammt dieses Kupfer? und hier gelangen wir, aus Mangel an Thatsachen, zu dem weit hypothetischen Theil unserer Schlüsse. Wir müssen uns einstweilen mit Vermuthungen begnügen und wie überall, so auch hier, uns von Analogien leiten lassen, indem wir entsprechende Vorkommnisse aus andern, uns besser bekannten, Gegenden in Betracht ziehen.

Alle Beobachter sind darin einig, dass die Kupfermas-

sen mit dem Trapp an die Erdoberfläche gelangt sind, denn in den umgebenden rothen Sandsteinen findet sich keine Spur von Kupfer. Gustav Bischoff hat in überzeugender Weise dargethan, dass die Lager und Gänge von Eisenerzen, namentlich von Roth- und Brauneisenstein, in vielen deutschen Porphyren, Graniten und ähnlichen Gesteinen, nichts als chemische Ausscheidungen aus dem ursprünglichen Eisengehalt der Mineralien dieser Gebirgsmassen, auf nassem Wege, sind, und dass es besonders kohlen-säurehaltige Gewässer waren, welche die Zersetzung und Auslaugung dieser Gesteine bewirkten. Ueberhaupt sind nach Bischoff die Erze und Mineralien der Erzgänge sowohl, als die Ausfüllungen der Klüfte und Blasenräume in plutonischen und vulkanischen Gebirgen, grösstentheils als auf nassem Wege entstandene Ausscheidungen aus dem Nebengestein zu betrachten, und die Zahl der Mineralogen, welche diese Ansicht theilen, ist im Zunehmen begriffen. Er hat ferner durch zahlreiche eigene und fremde Analysen nachgewiesen, dass manche Silicate plutonischer Gesteine, worunter auch Feldspathe, neben andern seltenern Oxyden auch einen kleinen Kupfergehalt besitzen, der wahrscheinlich in die chemische Mischung dieser Silicate eingegangen ist. Auch in Laven wurde ein kleiner, für das Auge nicht bemerkbarer Kupfergehalt, durch die Analyse entdeckt.

Wenden wir diese auf europäischem Boden gewonnenen Erfahrungen auf unser Trappgestein an, so dürfen wir wohl annehmen, dass die Gemengtheile des Trappes, insbesondere der augitische und feldspathige, gleichfalls einen kleinen Antheil von Kupferoxyd neben den übrigen in ihre Mischung eingehenden Oxyden enthielten, dürfen annehmen, dass diese ursprünglich kupferhaltigen Trappgesteine durch dieselben Agenzien, welche in unsern europäischen Gebirgen die Zersetzung der Gesteine bewirken, also namentlich durch kohlen-säurehaltige Gewässer später, nach ihrer Er-

starrung, gleichfalls zersetzt worden seien. Die in der Nähe vulkanischer Massen bedeutend erhöhte Temperatur musste sowohl direct als indirect durch die reichliche Entbindung von Kohlensäure aus der Tiefe, die Intensität dieser zersetzenden Wirkungen der Gewässer, und der chemischen Actionen überhaupt, verstärken. So wurden unter den auflöslichen Oxyden der Bestandtheile des Trappes auch das Kupfer, sei es als Silicat, sei es als Carbonat (diess möchte der gewöhnlichere Fall sein) ausgelaugt und mit den übrigen aufgelösten Stoffen in die Gangspalten eingeführt. Hier fand der Austausch der zusammengeführten Bestandtheile nach den chemischen Affinitäten und zuletzt die Ausscheidung in bestimmten krystallisirten Verbindungen statt. So sind ohne Zweifel die in den Gängen, Klüften und Blasenräumen abgelagerten Zeolithe, Chlorite, Quarze und Kalkspathe nichts als die durch die Zersetzung des Trappgesteines entstandenen Auslaugungsproducte. So weit der Vorrath von Kohlensäure reichte, wurden Carbonate gebildet und aus den zersetzten Silicaten die Kieselsäure als Quarz, Chalcedon u. s. w. ausgeschieden. War der Vorrath an freier Kohlensäure in den Gewässern zeitweise erschöpft, so konnten die Silicate als solche aufgelöst, der Feldspath qua Feldspath, oder mit Umtausch ihrer Bestandtheile und Aufnahme von Wasser, der feldspathige Gemengtheil in der Form der verschiedenen Zeolithe, der augitische in der des Epidotes und Chlorites, je nach der Beschaffenheit der jeweiligen Auflösung, ausgeschieden werden. Auch die kaolinartigen Massen, welche bei der Zersetzung der feldspathigen Bestandtheile durch die kohlen-sauren Gewässer entstehen mussten, fehlen nicht; die alkalischen Carbonate wurden ihrer leichten Löslichkeit wegen, wenn sie nicht wieder vor ihrem Austritt aus dem Gebirge durch abermalige Zersetzung zur Bildung zeolithischer Silicate verwendet wurden, weiter geführt. Der Eisengehalt des augi-

tischen Bestandtheils blieb, soweit er nicht zur Bildung der Chlorite und Epidote verwandt wurde, als Oxyd im Gestein zurück, daher die rothe Farbe unseres Trappmandelsteins.

Was die Reduction des wahrscheinlich als Carbonat und Silicat ausgelaugten und in die Gangspalten geführten Kupfergehaltes des Trappes anbetrifft, so geben uns zwar die bis jetzt vorliegenden Beobachtungen keine sichern Anhaltspunkte, um die Prozesse ausfindig zu machen, durch welche diese vollständige Reduction bewirkt worden ist. So viel ist jedoch jedem Chemiker bekannt, dass das Kupfer eines der am leichtesten reducirbaren Metalle, sowohl auf nassem, als auf trockenem Wege ist, und unsere Lehrbücher der Chemie geben bereits eine Reihe von Umständen an, unter denen das Kupfer aus seinen wässerigen Salzlösungen, theils als Oxyd, theils als Metall ausgefällt wird. Auf andere Fälle sind wir durch mineralogische und geognostische Beobachtungen aufmerksam gemacht worden, und viele Umstände, welche die Reduction dieses und anderer Metalle begünstigen, mögen noch gar nicht erforscht sein. Unter den für unsern gegebenen Fall wahrscheinlichsten Umständen dürfen wir zuerst an die Wirkung der in den Gewässern gelösten organischen Substanzen denken, welche sich allenthalben in der Mineralwelt als das kräftigste und verbreitetste Reductionsmittel erwiesen haben. Wir wissen, dass das metallische Eisen das Kupfer so leicht aus seinen Lösungen fällt. Wir können zwar das einstige Vorhandensein von Gediegen-Eisen in diesen Trappen nicht annehmen, wir dürfen aber vermuthen, dass das so sauerstoffbegierige Oxydul des Eisens, das bei der Zersetzung des augitischen Bestandtheils der Trappmassen frei wurde, sich, theilweise wenigstens, auf Kosten des Sauerstoffes des leicht reducirbaren Kupferoxydes oxydirt habe, und so theils den nothwendigen Bestandtheil des Epidotes und Chlorites geliefert hat, theils als vollkommen unlösliches

Eisenoxyd in der Trappmasse zurückgeblieben ist. In der That erscheint auch der Epidot auf vielen Gängen ganz von Kupferfitterchen durchzogen. Die leichte Oxydirbarkeit des Eisens, und die leichte Reducirbarkeit des Kupfers lassen die scharfe Trennung dieser beiden Metalle als natürliche Folge erscheinen. Der den ganzen südlichen Abhang des Trappzuges begrenzende Gürtel von eisenschüssigen Chloritmassen ist sicher keine zufällige Erscheinung, und möchte den vorzugsweise auf der entgegengesetzten Seite reichlich ausgeschiedenen Kupfermassen entsprechen. Ueberhaupt spielt der Chlorit, als Umwandlungsproduct von Pyroxen- und Amphibolgesteinen, indem er wieder die Umwandlung und Verdrängung von einer Reihe anderer Mineralien bewirkt, eine grosse Rolle in der unorganischen Natur, wie das namentlich aus den schönen Untersuchungen Volger's hervorgeht. Auch dürfen wir nicht vergessen, dass die Mehrzahl dieser Trapperuptionen in der Tiefe des Meeres sich ereignet haben mögen, und dass das Meerwasser mit seinen mannigfaltigen Salzen, namentlich Chlorüren und Sulfaten, während vielen Jahrtausenden jene Trappgesteine durchdringen, und in ähnlicher Weise, wie die kohlenstoffhaltigen Gewässer, eine Reihe von Zersetzungen und Umbildungen bewirken konnte. Wenn wir auch jetzt keine Chlorüre mehr in diesen Trappen vorfinden, so ist damit nicht gesagt, dass sie früher nicht da waren. Dasselbe gilt von vielleicht früher vorhanden gewesenen Schwefelverbindungen des Kupfers, die wir auch fast nicht mehr vorfinden. Es sind uns aus bekanntern Gegenden Fälle genug bekannt, in denen ein Mineral, z. B. Kalkspath, aus einem ganzen Gebirgsdistrict verschwunden ist und nur noch durch die erhalten gebliebenen Pseudomorphosen die Spuren seiner frühern Existenz hinterlassen hat. Es mögen manche Oxydations- und Reductionsprocesse in der unorganischen Natur vor sich gehen, die wir noch gar nicht kennen und

unter Umständen, wo wir sie nicht vermutheten. Als ich neulich in Framont in den Vogesen war, fand ich, dass in den leicht gerösteten kupferkieshaltigen Eisenkieshaufen, welche zur schnellen Vitriolisation dem Wind und Wetter ausgesetzt wurden, das Kupfer, mitten in diesem energischen Oxydationsprocess, sich metallisch ausgeschieden hatte, wobei wahrscheinlich das Eisenoxydul des eben entstandenen Vitriols dem sich bildenden Kupferoxyd wieder den Sauerstoff entrissen hatte. Es war diess ein fataler Umstand für die dortigen Chemiker, welche gerade darauf bedacht waren, einen für die Färberei dienlichen kupferhaltigen Eisenvitriol zu gewinnen.

Endlich können wir auch, so schwer sich das durch directe Beobachtung nachweisen lässt, mit grosser Wahrscheinlichkeit Zersetzungen, und insbesondere Ausscheidungen metallischen Kupfers, in grössern Massen, durch die Wirkung galvanischer Ströme *) annehmen, indem wir in diesen aus verschiedenartigen Schichten und Ablagerungen gebauten, von zahllosen Wasseradern durchtränkten, und von den verschiedensten chemischen Actionen angegriffenen Gebirgsmassen alle wesentlichen Bestandtheile einer Batterie oder einer Reihe von Batterien besitzen. Diese das Gebirg besonders in der Richtung der mit Wasser erfüllten Gangspalten durchziehenden galvanischen Ströme mussten die schon auf rein chemischem Wege eingeleiteten Zersetzungen und Reductionen beschleunigen, die Anziehung gleichartigen Stoffes aus grössern Entfernungen und so auch die massenhafte Ablagerung des reducirten Kupfers aus den durchziehenden Salzlösungen an einzelnen günstigen Oertlichkeiten bewirken. Die bereits ausgeschiedenen Kupfermassen mochten als Electroden für weitere Kupfer-

*) Es haben sich in jüngster Zeit bereits mehrere Stimmen zu Gunsten dieser Annahme erhoben.

ablagerungen dienen. Ohne Zweifel gingen diese galvanischen Zersetzungsprocesse sehr langsam, aus sehr verdünnten Lösungen vor sich, und dauerten ungemessene Zeiträume hindurch, bis die vollkommene, massenhafte Ausscheidung vollendet wär, wie wir sie gegenwärtig in dem Gebirge vor uns sehen. Daher die grosse Reinheit der ausgeschiedenen Kupfermassen, sowie der Silberparthien, welches letztere Metall wohl auch als Carbonat oder Silicat aus dem Trappgestein ausgelaugt und mit den andern Mineralstoffen in die Gänge zur Ausscheidung eingeführt wurde. Ueber das Vorkommen des Silbers, als Bestandtheil der Felsgesteine, fehlen uns leider, meines Wissens, genauere Untersuchungen, wie sie z. B. Gueymard in Bezug auf das Platin in den Alpen, Daubrée u. a. in Bezug auf Arsen, Antimon, Blei u. s. w. angestellt haben. Man wird aber ohne Zweifel auch das Silber finden, wenn man darnach sucht. Die Löslichkeit des Silbersilicates in alkalischen, die des Schwefelsilbers in schwefelwasserstoffhaltigen Gewässern wurde von Bischoff nachgewiesen. Ebenso hat derselbe gezeigt, dass die Silicate, Carbonate und Oxyde des Kupfers in Wasser löslich sind, wenn dieses Kohlensäure oder ammoniakalische Salze enthält. Es fehlte also in unserm Gebirge nicht an Lösungsmitteln für die genannten Metalle. Die galvanischen Ströme, welche unter andern auch die Reduction des Kupfers aus seinen Lösungen bewirkt hatten, mochten ihrerseits ihre Entstehung, theilweise wenigstens, dem umfassenden Oxydationsprocess verdanken, dem das Eisenoxydul des zersetzten augitischen Bestandtheils des Trappes erlegen sein musste, und der zugleich von den weitverbreiteten Epidot- und Chloritbildungen begleitet war, wie schon oben angegeben wurde.

Wir können im Allgemeinen sagen, dass alle diejenigen Substanzen, seien es nun feste, flüssige oder gasförmige, welche zum Sauerstoff eine grössere Verwandtschaft be-

sitzen, als das Kupfer in seinen Oxyden und Salzen — und es circuliren deren viele in einem Gebirge wie unser in Zersetzung begriffener Trapp — alle diese zur Reduction des Kupfers direct oder indirect beitragen mussten. Dass übrigens nicht alles Kupfer in dem Trappdistrict des Obern Sees reducirt wurde, beweisen die beträchtlichen Lager von Kupferoxyd-Silicat und von schwarzem Kupferoxyd auf Copper-Harbour und die geringern Massen in andern Minen, welche wahrscheinlich die unmittelbar abgelagerten oder durch einfache Zersetzung entstandenen Auslaugungsproducte des Kupfersilicatgehaltes aus den Bestandtheilen des Trappes waren.

Die kleinen Mengen von Malachit und Rothkupfererz, die sich hie und da in den Minen finden, sind augenscheinlich durch spätere Wiederoxydation des gediegenen Kupfers entstanden.

Ganz dieselben Ausscheidungen von gediegenem Kupfer und andern Mineralien, die wir in den Gängen antreffen, hatten auch in den kleinen Spalten und Blasenräumen des Trappgesteins stattgefunden, die ja nichts als Gangräume im Kleinen sind. Die Ausscheidung des Kupfers aus dem Trapp war an manchen Lokalitäten, so z. B. in derjenigen, aus welcher das vorliegende Stück Mandelstein stammt, so vollständig vollendet, dass man in der Grundmasse keine Spur von Kupfer findet, wohl aber solche in den mit Kalkspath und Chlorit erfüllten Blasenräumen.

Unter denjenigen, welche Beobachtungen über die Vorkommnisse am Obern See veröffentlicht haben, neigen sich bereits mehrere, so auch die am Eingang genannten Staatsgeologen, welche die Gegend am genauesten durchforscht haben, der Ansicht von der wässerigen Entstehung der vielerwähnten Metall- und Mineralablagerungen zu. Man hat mir die ungeheure Grösse und Reinheit dieser Kupfermassen entgegengehalten, die sich mit der Annahme einer

wässerigen Ausscheidung nicht vertrage. Die Grösse ist aber ein sehr relativer Begriff. Und kennen wir nicht auch aus unserer Nähe z. B. sehr bedeutende Eisen- und Manganerz- und Kalkspathablagerungen von verhältnissmässig grosser Reinheit, welche nach den neuern Ansichten auf nassem Wege entstanden sind. Bleibt auch nach unserer Theorie noch Manches dunkel, so wissen wir doch, dass in der mineralogischen Chemie Ein Umstand in Betracht zu ziehen ist, der bei der Bildung und Umwandlung der Mineralien in den Gebirgen mächtiger wirkt, als die stärksten Verwandtschaften, der aus den unscheinbarsten Processen endlich die grössten Wirkungen hervorgehen lässt: diess ist die Zeit, welche der Natur zu ihren Bildungen in ungemessener Fülle zu Gebote steht.

Geognostische Beobachtungen aus dem mittlern Baselbiet.

VON ALB. MÜLLER.

(Sitzung vom 5. März 1856.)

Bekanntlich hat schon vor fünfunddreissig Jahren Hr. Rathsherr P. Merian eine geognostische Beschreibung des Basler-Jura geliefert, worin nicht nur bereits alle wesentlichen Verhältnisse geschildert, sondern auch die Grundlage für alle seitherigen Studien über die jurassischen Formationen gegeben wurde. Meine Aufgabe kann daher, nach dieser wichtigen Hauptarbeit, nur darin bestehen, einzelne Lagerungs- und Reliefverhältnisse genauer zu untersuchen, als es in jener Beschreibung geschehen ist. Zu dieser Aufgabe, die ich mir gestellt, liefern die heutigen fragmentarischen Mittheilungen nur die ersten Anfänge der Lösung

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel](#)

Jahr/Year: 1857

Band/Volume: [1_1857](#)

Autor(en)/Author(s): Müller Albrecht

Artikel/Article: [Ueber die Kupferminen am Obern See im Staate Michigan, Nordamerika 411-438](#)