2. Die vorsilurischen Gebilde der „Oberen Halbinsel von Michigan“ in Nord-Amerika.

Von Herrn Hermann Credner in Leipzig.

Hierzu Tafel VIII. bis XII.

Die Bergwerksdistricte von Keweenaw Point, Portage, Ontonagon und Marquette an der Südküste des Oberen Sees in Nord-Amerika sind isolirte Cultur-Oasen inmitten der Wildniss. Dichter Urwald trennt sie gegenseitig, mehrere hundert Miles von Sumpf und Gestrüppe dehnen sich nach Süden zu zwischen ihnen und den angebauten Gegenden von Wisconsin aus; im Norden begrenzt sie der See, an dessen canadischer Küste die vereinzelten Forts und Waarenhäuser der Hudson-Bay-Pelzcompagnie zerstreut liegen. Die Wasserstrassen auf dem „Grossen See“ nebst einer Strecke Eisenbahn, welche den Michigan-See mit dem Oberen See verbindet, sind die Verkehrsstrassen der Oberen Halbinsel von Michigan.

Abgesehen von den erwähnten Bergwerksdistricten und einigen schnell aufgeschossenen Hafenplätzen, welche durch den Export von Bauholz floriren, sowie einer Anzahl isolirter Sägemühlen und Eisenhohöfen ist die Obere Halbinsel von dichtem Nadel- und Laubwald, von kaum durchdringlichen Sümpfen und fast unübersteiglichen Barrikaden von durch Wirbelwinde umgeworfenen und über einander gethürmten Bäumen bedeckt. Letztgenannte Schauplätze der Zerstörung erreichen bei einer Breite von 10 bis 12 Miles eine Ausdehnung bis zu 60. Ueber ihnen hat das Feuer gewüthet, nur die schwarzen verkohlten Reste der Bäume zurückgelassen, die Decke von vegetabilischen Substanzen verzehrt und die Felsen weissgebrannt. Die Sümpfe, welche sich in den Thalsohlen ausdehnen, sind von einem verworrenen Gestrüpp von Lebensbaum überwuchert und umschliessen hier und da düstere Seeen und Tümpel von moorigem Wasser.

Die Oberfläche der Oberen Halbinsel ist hügelig bis bergig, wo härtere Gesteine zu Tage treten, felsig und pittoresk. Ihre bedeutendste Erhebung, die Gruppe der Huron Mountains, liegt in der Mitte der Südküste des Oberen Sees, nur wenig südlich von dieser, wo sie 1200′ über dem Spiegel des Sees, somit 1827′ über dem Meeresspiegel beträgt. Von hier aus senkt sich das Land in südsüdöstlicher Richtung langsam und wellig, nur von einzelnen Höhenzügen und isolirten Bergkuppen unterbrochen, nach dem Michigan-See.

Die grösseren Flüsse der Oberen Halbinsel haben deshalb fast sämmtlich eine südsüdöstliche Hauptrichtung und fliessen dem Michigan-See zu, während die in den Oberen See strömenden Gewässer zum grössten Theil unbedeutend sind, da die Wasserscheide zwischen ihnen und dem ersterwähnten Flusssysteme in unmittelbarer Nähe des Oberen Sees liegt. Sämmtliche Flüsse der Oberen Halbinsel sind jedoch der vielen reissenden Stromschnellen und grossartig schönen Wasserfälle wegen, zu welchen der felsige Untergrund sie zwingt, nur für leichte Canoes schiffbar und oft selbst für diese gefährlich genug.

Der Reichthum der Oberen Halbinsel an Seeen ist gross; so verschieden wie ihre Ausdehnung ist der Charakter ihrer Umgebung. In ihrer unberührten Naturschönheit bilden sie einen der Anziehungspunkte des Lebens im Urwalde.

Jene Gegenden werden ihres nordischen Klimas und ihrer geringen Fruchtbarkeit wegen nie einen hohen Rang unter den ackerbautreibenden Staaten Nord-Amerikas einnehmen; ihr Reichthum besteht in Bauholz, Eisen und Kupfer.

In diesen eben leicht skizzirten, zum Theil noch wenig besuchten Districten brachte ich den grössten Theil des Jahres 1867 und das Frühjahr 1868 zu.

Der Grund der verhältnissmässigen Magerkeit des während dieser längeren Zeit gesammelten Materials liegt in den Schwierigkeiten, welche der Bereisung jener unwegsamen Wildnisse entgegentreten und in der Grösse des zu durchwandernden Flächenraumes. Sümpfe und verbrannte Wälder machten es oft unmöglich, täglich mehr wie $1\frac{1}{2}$ bis 2 Miles einzudringen. Die sämmtlichen Lebensmittel mussten 100 und 120 Miles weit in Canoes und dann auf dem Rücken von Indianern herbeigeschafft werden, eine Transportweise, welche viel Zeitverlust

zur Folge hatte. Tiefer Humus, eine hohe Decke von gefallenen Blättern und stellenweise 150—200′ mächtige Diluvialbildungen bedecken den Untergrund, und dichter junger Baumwuchs verbirgt die über jene hervorragenden Felsköpfe. Ich bin eine Woche lang gewandert, ohne anstehendes Gestein zu finden. Um den Zusammenhang der isolirten, oft weit von einander liegenden Ausgehenden festzustellen, war die wiederholte Bereisung derselben Gegenden nothwendig. Die Heerschaaren der Musquitos und Sandfliegen bringen den Geduldigsten zur Verzweiflung und berauben den Reisenden der Thatkraft und des Interesses.

Wurde trotz aller Schwierigkeiten das Endziel unserer Expedition, die Untersuchung des eisenerzführenden Systems der Oberen Halbinsel erreicht, so ist dies vor Allem der Umsicht und der Energie des anfänglichen Leiters derselben, des Herrn R. Pumpelly, zuzuschreiben, dessen häufig in Anspruch genommenem, erfahrenen Rathe ich es schuldig bin, meinen Dank an dieser Stelle auszusprechen.

Die wenigen, sich auf die Geognosie der eisenerzführenden Gesteinsreihe der Oberen Halbinsel von Michigan beziehenden Veröffentlichungen sind älteren Datums. Foster and Whitney's Report on the geology of the Lake Superior Land District (1851) leistete meinen Untersuchungen wesentlichen Vorschub. Koch beschreibt zwar in seinen „Mineral-Regionen der Oberen Halbinsel von Michigan“ (1851) einzelne Kupfervorkommen specieller, geht aber weniger genau auf die Geognosie der Eisenregion ein, über welche zu jener Zeit noch wenig Beobachtungen existirten. In einer im Journal of Science and Arts 1865 erschienenen Abhandlung weist Dr. J. P. Kimball zuerst die Irrthümlichkeit der Annahme der oben erwähnten Autoren zurück, dass die Eisenerze des Oberen Sees feurigflüssigen Ursprungs und die Granitreihe, sowie die „Trappe und Grünsteine“ jüngeren Datums als das eisenerzführende System seien und diese durchbrochen hätten, und macht auf die Wahrscheinlichkeit der Aequivalenz dieser Gesteinsreihen mit der canadischen laurentischen und huronischen Formation aufmerksam.

Da die in dem nun folgenden Aufsatze niedergelegten Beobachtungen zum grössten Theile in bis dahin noch nicht oder nur oberflächlich untersuchten Gegenden gesammelt wor-

den sind, dürfte eine kritisirende Beleuchtung jener älteren Ansichten an dieser Stelle zwecklos sein. Ich werde mich desbalb auf eine rein sachliche Darstellung beschränken.

Die durch die Obere Halbinsel von Michigan gebildete Südküste des Lake Superior zerfällt ihrem geognostischen Baue nach in drei natürliche Bezirke, ein centrales Granit-, Gneiss- und krystallinisches Schiefer-Gebiet, an welches sich ein östlicher Flügel von silurischen Kalksteinen und Sandsteinen in Form einer der Streichungsrichtung dieser Schichten conformen, langgedehnten Landzunge anlegt, und einem westlichen, vorgebirgereichen Küstenstrich von Melaphyren, Dioriten, Conglomeraten und Sandsteinen. Letzter Bezirk ist als Kupferregion, erster als Eisenregion bekannt. Die Gesteine, welche diese, die Eisenregion, formen, sind das Object unserer Betrachtungen. Sie nehmen im Norden der Oberen Halbinsel, also in der Nähe der Küste des Lake Superior, ein 50 bis 60 Miles weites Areal ein, welches sich nach Süden zu bis zu 250 Mls. Breite ausdehnt und, freilich grösstentheils von Diluvium bedeckt, den Untergrund des ganzen nördlichen Wisconsin, also im Ganzen eines Flächenraumes von 15000 bis 18000 □Mls., bildet.

Diese Gesteinsarten gehören, wie bereits angedeutet, zwei geognostischen Systemen, der Gneiss-Granit- und der Kalkstein-Quarzit-Eisenstein-Formation an.

A. Die Gneiss-Granit-Formation.

Das Laurentische System.

Als Basis der geognostischen Formationen in der Umgebung des Oberen Sees ist eine mächtige Schichtenreihe von Gneissen der verschiedensten Art, sowie von Hornblendeschiefern, mit Stöcken und Lagern von Granit und Syenit zu betrachten. Auf ihr ruhen die nächst jüngeren, krystallinischen Schichten, und im Verein mit diesen bildeten sie die Ufer und den Meeresgrund des silurischen Oceanes. Vollständig werden jedoch jene Gneisse und Granite nicht von den jüngeren Gebilden bedeckt. Inselförmig erheben sie sich aus dem Gebiete

der letzteren in Form isolirter Centralpunkte, von welchen aus schmale Zonen — einstige Vorgebirge und Landzungen — in meist nordwestlicher Hauptrichtung, correspondirend dem Streichen der sie zusammensetzenden Schichtencomplexe, auslaufen. In dem sie bildenden festen Gesteine, dessen Oberfläche ausserdem durch die Wogen- und Eisbergeinwirkung der Diluvialzeit abgerundet und polirt wurde, konnten die auf ihm wachsenden Bäume keinen festen Halt gewinnen. Wirbelwinde brachten sie leicht zu Falle und thürmten sie zu Barrikaden auf. Diese wurden von Jägern und Trappern in Brand gesteckt. Das Feuer zehrte, so lange es Nahrung fand, so dass die darunter liegenden Gesteine blossgelegt wurden und heutzutage die Verbreitung der Gneiss-Granit-Zonen stets durch alte Waldbrände bezeichnet wird.

Das wichtigste, weil vorwaltende Glied dieser ältesten Gesteinsreihe ist Glimmer-Gneiss in allen seinen durch Abänderung des Gefüges oder Vorwalten des einen oder anderen Bestandtheiles bedingten Varietäten. Am gewöhnlichsten von diesen ist körnig-schuppiger und schiefriger Gneiss. Durch Uebergangsstufen von Gneiss-Granit ist er mit Zwischenlagern von Granit verbunden und geht auf der anderen Seite in Lagen von fast reinem Glimmer über. Strichweise wird der Glimmer durch Hornblende verdrängt, wodurch Hornblende-Gneiss entsteht. Neben diesem treten Hornblendeschiefer, welche fast allein aus parallel neben einander liegenden Hornblendenadeln und nur wenig feinen Quarz- und Feldspathkörnchen bestehen und parallel ihrer Grenzfläche spaltbar sind, in scharf begrenzten, oft nur drei bis vier, zuweilen aber auch einige hundert Fuss mächtigen Lagern zwischen dem Glimmer-Gneiss und ohne Uebergänge in diesen auf. Da, wo die Gesteine aller Vegetation entblösst sind, kann man diese Hornblendeschiefer meilenweit mit dem Auge verfolgen. Sie erscheinen dann so scharf wie schwarze Linien auf weissem Grunde und bewahren die vollständigste Parallelität zu einander.

Ausser durch Hornblende kann eine Stellvertretung des Glimmers im Gneisse durch glänzend grünen Chlorit stattfinden. Für die entstehenden Chlorit-Gneisse ist der Reichthum an Granat bezeichnend. Durch Zurücktreten des Orthoklases und Quarzes wird dieser Gneiss lagenweise zu Chloritschiefer. Zum Chlorit- und Hornblende-Gneiss stehen dann Chlorit-

Granit und Syenit in demselben Abhängigkeitsverhältniss wie der typische Granit zum Glimmer-Gneiss. Auch der Granit ist häufig und zwar stellenweise in überraschender Gleichmässigkeit gebettet.

Neben diesen der Gneiss-Reihe angehörigen Graniten treten solche von eruptivem Ursprung in Gestalt von den Gneiss durchsetzenden, seine regelmässigen Structurverhältnisse verwirrenden Stöcken nnd Zügen auf.

Die Mächtigkeit dieser Gesteinsfolge ist schwer zu bestimmen, da sie zweifellos mehrfach gefaltet ist, also sich wiederholt. An einem Platze war in einer Schichtenreihe von 10,000′ keine derartige Störung, im Gegentheile die grösste Regelmässigkeit im Fallen und Streichen bemerkbar.

Die Einförmigkeit dieser sich in jedem der vielen Gneiss-Granit-Gebiete wiederholenden Gesteinsreihe von Glimmer-, Hornblende- und Chlorit-Gneissen, welche durch Ueberhandnehmen des die schieferige Structur bedingenden Minerals in Glimmer-, Hornblende- und Chlorit-Schiefer, durch deren Zurücktreten und Verschwinden der Parallelstructur in typischen Granit, Syenit und Chlorit-Granit übergehen, — die Einförmigkeit dieser Gesteinsfolge wird an einzelnen Punkten von Bildungen unterbrochen, welche, obwohl nur lokaler Art, des Interesses nicht entbehren. Bei ihrer Schilderung berufe ich mich auf das Taf. IX., Fig. 1 gegebene Profil.

Die Grenze zwischen dem südlichen Theile der Oberen Halbinsel von Michigan und den nördlichen Districten von Wisconsin wird vom Menomonee-Fluss gebildet. Ungefähr 80 Miles oberhalb dessen Mündung in den Michigan-See verbindet er sich mit dem Sturgeon, welcher sich 5 Mls. oberhalb dieses Punktes in einer Reihe von Wasserfällen über zur Gneiss-Granit-Formation gehörige Gesteine stürzt (siehe die geognostische Karte auf Taf. VIII.). An den felsigen Thalgehängen ist das auf Taf. IX., Fig. 1 wiedergegebene Profil zu beobachten:

a. Mächtige Folge von feinkörnigem, glimmerreichen, grauen und grobkörnigem, glimmerarmen, feldspathreichen, röthlichen Gneiss mit einigen Lagen von Hornblende-Gneiss und Hornblendeschiefern.
b. Chlorit-Gneiss mit viel dunkelgrünem Chlorit; — strichweise verschwinden Orthoklas und Quarz fast

vollständig, so dass chloritische Schiefer entstehen.

c. Talk- (Protogin-) Gneiss, bestehend aus Lamellen von rothem Orthoklas und weissem Quarz mit Beschlägen von weingelbem oder hell gelblichgrünem Talk. Durch Vertretung des Talkes durch Chlorit geht er in

d. Chlorit-Gneiss und dieser bandweise durch Vorwalten des Chlorits in Chloritschiefer über.

e. Feinkörniger, vorwaltend aus röthlichem, körnigen Orthoklas bestehender Talkgneiss mit einzelnen grossen Orthoklaskrystallen. Die feinkörnige Masse umschliesst eine im Durchschnitt $\frac{1}{2}$ Fuss mächtige Ausscheidung von körnigem Magneteisenstein und Eisenglanzschuppen, welchen Schwefelkies und Kupferkies beigemengt sind.

f. Höchst feinkörniger Fleckschiefer, zusammengesetzt aus feinen Schüppchen von Talk und Glimmer und sehr kleinen Sand- und Feldspathkörnchen. In ihm treten vereinzelte linsenförmige Schmitze oder feine Bänder von reinem Orthoklas oder feinkörnigem Talk-Gneiss auf. Er ist dünnschieferig und zeigt auf seinen Schichtungsflächen deutliche Wellenfurchen. Er tritt in vier 8 bis 40′ mächtigen Zonen auf. Zwischen diesen liegen

g. drei 15 bis 30′ mächtige Betten von Conglomerat, bestehend aus einer sehr feinkörnigen, talkig-sandigen Grundmasse wie f., dicht angefüllt mit haselnuss- bis faustgrossen, eckigen oder abgerundeten Bruchstücken von Granit, Gneiss und Quarz, welche sich leicht aus ihrem Cemente herauslösen lassen. Die Schiefer sowohl, wie die Conglomerate stehen fast senkrecht oder fallen unter einem steilen Winkel nach Süd ein.

Auf sie folgt nach Beobachtungen, welche 1 Mle. weiter westlich angestellt wurden:

h. Gneiss-Granit und

i. feinkörniger Hornblendefels von dunkel schwarzgrüner Farbe mit vielen kleinen Schwefelkieseinsprenglingen.

Diese interessante Reihe von abwechselnden Gneissen, Conglomeraten und Schiefern ist überlagert von der vollständig

entwickelten, eisenerzführenden Schichtenfolge, wie sie weiter unten beschrieben werden wird.

In vieler Hinsicht, namentlich im Talk-Gehalte der Gneisse den oben skizzirten Gesteinen ähnlich ist eine Schichtenfolge, welche ungefähr 20 Mls. nördlich von der beschriebenen Lokalität inmitten von Sumpf und Dickicht zu Tage tritt. Ihre östlich und westlich streichende Schichtung fällt unter 85° nach Süden. Im Süden, also mit den jüngsten Gliedern beginnend, lassen sich folgende Bildungen nachweisen.

a. Talk- (Protogin-) Gneiss. Vorwaltende dunkel fleischrothe Orthoklaslamellen und weisse Quarzkörner liegen zwischen feinen Beschlägen von hellgrauem oder gelblichem Talk und etwas Chlorit so eingebettet, dass eine schwach flaserige Structur entsteht. Auf dem Querbruche ist dann nur Orthoklas und Quarz, auf dem Bruche parallel der Schichtung nur Talk und Chlorit sichtbar. Aufgeschlossen in 30′ Mächtigkeit.

b. Körnigschuppige chloritische Grundmasse, fleckenweise von thonigem Eisenoxyd blutroth gefärbt mit sehr vielen hirsekorn- bis handgrossen, abgerundeten und eckigen Quarzgeschieben. An der Oberfläche treten diese über die verwitterte Grundmasse hervor. Mächtigkeit 10′.

c. Dünnschieferige, dunkelgrüne, sandige Chloritschiefer, neben dem Quarzsand mit einzelnen runden, erbsengrossen Quarzkörnern. Mächtigkeit ungefähr 50′.

d. Hornblendefels aus wenig dunkelgrüner, kurzsäulenförmiger und verwirrt faseriger Hornblende und viel Chlorit bestehend, mit Aederchen und Flecken von kieseligem Rotheisenstein. Ungefähr 60′ mächtig.

e. Talk-Gneiss, feinkörnig, röthlichgrau.

Während der Zusammenhang der gegebenen Gesteinsreihe auf das Deutlichste zu beobachten war, ist ihre Fortsetzung nach Norden von Sumpf und dichtem Walde bedeckt. Der Streichungsrichtung der Schichten 3 Mls. weit nach Westen folgend, fand ich jedoch die jene unterteufenden Gebilde auf:

f. Flaseriger Chlorit-Gneiss mit zahlreichen discusförmigen Quarz- und Orthoklas-Lamellen, mit viel Chlorit. Mächtigkeit unbestimmt.

g. Chlorit-Talk-Gneiss; feinkörniges Gemenge von

rothem Orthoklas und weissem Quarz mit viel Chlorit und wenig Talk. Hier und da sind handgrosse und liniendicke blätterige Partien von arsengrünem Chlorit ausgeschieden. Mächtigkeit 2′.

h. Lage von grobflaserigem Chlorit-Gneiss. An Lamellen von rothem Orthoklas schmiegt sich arsengrüner Chlorit an. Beide Bestandtheile in gleichen Mengen. Mächtigkeit $\frac{1}{4}$′.

i. Schuppige Chlorit-Schiefer mit feinen Feldspath- und Quarzlagen, sämmtlich vielfach gebogen und geknickt. Der Chloritschiefer waltet bedeutend vor; in ihm treten vereinzelte Orthoklaskörner auf. Mächtigkeit 1′.

k. Linienstarke Lagen von weissem Quarz und arsengrünem Chlorit wechseln in der grössten Regelmässigkeit und dem vollständigen Parallelismus mit einander ab, welcher diese ganze Gesteinsreihe auszeichnet.

Die nächsten 100 Schritt sind von Vegetation bedeckt, der Zusammenhang von k. und l. daher verborgen.

l. Grobkrystallinisches Gemenge von dunkel fleischrothem Orthoklas, sehr wenig Quarz und wenigen Schüppchen von Chlorit, ohne gneissige Structur. Weiter nach Norden zu verliert sich der Chlorit vollständig, der Quarz fast gänzlich, so dass ein grob-, selten feinkrystallinisches, fleischrothes Orthoklas-Gestein entsteht, welches einen in 150 Schritt Mächtigkeit und 30 bis 50′ Höhe mauerartig aus der Krume hervorragenden Zug bildet.

Nördlich, also im Liegenden der oben beschriebenen Gneiss-Spielartenreihe, sind die Gesteine zum Theil durch Sumpf, zum Theil durch eine Decke von horizontal liegenden silurischen Potsdamsandsteinen für 650 Schritt bedeckt. Die dann beobachteten Schichten unterteufen jedoch ohne Zweifel jene, da sie ebenfalls, wenn auch steil, nach Süden zu einfallen, sowie durch den als einer ihrer Bestandtheile vorwaltenden Chlorit und Talk ihr Verwandtschaftsverhältniss zu jenen kundgeben.

m. Weisser bis graulichweisser, dichter, reiner, krystallinischer dolomitischer Kalkstein in dünnen, $\frac{1}{2}$

bis $1\frac{1}{2}$ Zoll starken Lagen. Auf den Schichtungsflächen mit feinen Lagen oder Beschlägen von grünlichgrauen oder silberweissen Talkschuppen. Sie werden unterteuft von:

n. dünnschieferigem, grünlichgrauen Kalk-Chloritschiefer. 30′ mächtig. Zwischen Flasern von Chlorit und etwas Talk liegen flache Körner und kleine Lamellen von fleischrothem, feinkörnigen Kalkstein. In dem unteren Horizonte der Schiefer sind in ihrer Haupterstreckung der Schichtung parallele Linsen und Schmitzen von Kalkstein eingebettet, welche sich nach dem Liegenden zu mehren und vergrössern, 1—2 Zoll mächtig werden und

o. eine 40′ mächtige Zone von dunkel fleischrothem, krystallinischen, dolomitischen Kalkstein bilden, zwischen dessen zollstarken Schichten Beschläge und dünne Lagen von Chlorit und Talk auftreten.

Dieselbe Abwechselung zwischen Zonen von Kalkstein mit Chlorit- und Talkbeschlägen und solchen von Talk-Chloritschiefern mit Kalksteinlamellen wiederholt sich weiter nach Norden zu noch zwei oder drei Mal.

Fassen wir die im Obigen wiedergegebenen Beobachtungen in einen gedrängten Rückblick zusammen, so erhalten wir folgende Charakteristik der ältesten Gesteinsreihe der Oberen Halbinsel von Michigan: sie besteht aus vorwaltenden Glimmergneissen in allen möglichen durch Wechsel der Structur und des Mischungsverhältnisses der Bestandtheile hervorgerufenen Abänderungen, aus in diesen lagenweise auftretenden Hornblendegneiss und Hornblendeschiefern, sowie Chloritgneiss und Chloritschiefern, vergesellschaftet mit Zonen von Granit, Syenit und Chloritgranit. Sie setzen ausgedehnte Gebiete allein zusammen, streichen mit auffallend grosser Regelmässigkeit von Osten nach Westen, stehen vorzugsweise senkrecht, sind hier und da geknickt und durch jüngere Granite durchbrochen und verworren.

Geringere Ausdehnung besitzen zwei Reihen von talk- und chlorithaltigen Gebilden, deren eine aus Talkgneiss, talkigen Fleckschiefern und Conglomeraten mit talkig sandiger Grundmasse besteht, während die andere von Talk-Chlorit-Schiefern mit Zonen von krystallinischem, dolomitischen Kalkstein, Chloritgneiss, chloritischem Hornblendefels, Chloritschiefern mit

Quarzgeschieben und flaserigem Talkgneiss zusammengesetzt wird. Zwischen den, den beschriebenen äquivalenten, laurentischen Gneissen Canadas treten drei Kalkstein-Zonen auf, deren oberster das *Eozoon Canadense* entstammt. In den laurentischen Kalksteinen der Oberen Halbinsel von Michigan ist es mir nicht geglückt, dasselbe aufzufinden.

B. Die eisenerzführende Formation.

Das Huronische System.

Wie vorher angedeutet, legt sich um die vorgebirgereiche Gneiss-Basis ein Schichtensystem von Quarziten, Kalkstein, Eisenstein und krystallinischen Schiefern. Dass dieses überall genau in derselben Weise entwickelt wäre, darf bei der Grösse des von ihm eingenommenen Flächenraumes nicht erwartet werden. Wir finden vielmehr zwei Entwickelungsreihen, eine nördliche in der Umgebung von Marquette und Negaunee sowie, aber bereits modificirt, am Smith Iron Mountain und eine südliche nahe der Grenze von Wisconsin.

1. Südliche Entwickelungsreihe.

(Menomonee Eisenregion.)

In den südlichen Districten der Oberen Halbinsel von Michigan nahe ihrer vom Menomonee gebildeten Grenze mit Wisconsin sind die vorher beschriebenen Gneisse von einer nur an einer Stelle durch doppelte Faltung in ihrer Regelmässigkeit gestörten Schichtenfolge überlagert, deren horizontale Verbreitung auf dem geognostischen Kärtchen auf Taf. VIII., deren Gliederung in den Profilen 2. und 3. auf Taf. IX. wiedergegeben ist.

Von den ältesten ausgehend lassen sich in der südlichen eisensteinführenden Gesteinsreihe folgende Glieder nachweisen:

a. Quarzit, dicht, glasig oder zuckerig, an der verwitterten Oberfläche oft sehr sandsteinähnlich. Weiss, grau, — gelblich oder röthlich gebändert; dickgebettet bis dünnschieferig, dann auf den Schichtungsflächen häufig mit gelblichen Glimmerbeschlägen. Hier und da porös, dann mit Schwefelkies- und Magneteisenstein-Einsprenglingen, Glimmerschuppen und wolkigen Flecken von

braunem Eisenoxyd. An einzelnen Punkten mit ausgezeichnet scharfen Wellenfurchen. Mächtigkeit bis 3000′.

b. Krystallinischer dolomitischer Kalkstein. Selten als reiner kohlensaurer Kalk, meist durch Kieselsäure, fast stets durch Magnesia verunreinigt. Er ist gelblich, fleischroth, grau oder schmutzig braun gefärbt oder weiss und in diesem Falle roth geflammt und geadert und roth oder grün gefleckt. Sein Gefüge wechselt zwischen krystallinisch grobkörnig und dicht, die Schichtung zwischen weitläuftiger Bettung und feiner Schieferung, ist aber stets scharf und regelmässig und wird durch einzelne dünne Lagen von thonigem Chloritschiefer und kieseligem Thonschiefer, sowie durch papierdünne bis fussmächtige Bänder von Quarz noch mehr hervorgehoben. Die Häufigkeit solcher Quarzzwischenlager spricht sich deutlichst in der Oberflächenbeschaffenheit der Kalksteingebiete aus, indem sie die Entstehung weit zu verfolgender, scharfer Rücken und Felsenriffe bedingte, während der quarzarme Kalkstein an seiner Oberfläche gerundete Contouren annahm.

Ausser Quarz und in seltenen Fällen Schwefelkies ist Tremolit das einzige Mineral, von welchem der dortige Kalkstein hier und da Einschlüsse enthält.

Am südlichen Ufer des Lake Antoine treten zwischen grauen, dichten, thonigen Kalksteinen einige Bänke eines Sandsteines von gerundeten Quarzkörnern, sowie eines Conglomerates von Quarzsand und flachen, eckigen Kalksteinbruchstücken zu Tage. Mächtigkeit bis zu 3500′.

c. Rotheisenstein. Dieser schwankt in seinem Eisengehalte von eisenschüssigem Quarzit und Eisenkiesel oder Thonschiefer mit Beschlägen von schuppigem Eisenglanze bis zu reinem, stahlgrauen, dichten oder körnigen Rotheisenstein, — ist dünnschieferig bis dickbettig, tritt aber gewöhnlich in zollstarken Lagen auf, von denen arme, kieselige mit eisenreicheren bandartig abwechseln. In einzelnen Zonen verlieren sich jedoch die Jaspislagen vollständig, so dass abbauwürdige bis zu 30′ mächtige Flötze von reichem Rotheisensteine entstehen. Sie sind frei von Phosphor und Schwefel, enthalten

aber fast durchgängig Spuren von Magneteisenstein. Stellenweise wird diese Beimengung so bedeutend, dass die Benutzung des Compasses unmöglich wird. Mächtigkeit der ganzen Gruppe 600 bis 1000′.

In wenigen Jahren wird sich auf dieser von mir über 25 Miles weit verfolgten Eisensteinzone eine ausgedehnte Eisenindustrie entwickeln und, durch die Nähe von Feuerungsmaterial liefernden Laubwaldungen begünstigt, ungeahnt grossartige Dimensionen annehmen.

Auch der den Kalkstein unterteufende Quarzit wird stellenweise in seinem obersten Horizonte von Eisenoxyd imprägnirt und durch dieses rothbraun gefärbt. An einzelnen Punkten scheint es sich sogar zu nutzbaren Erzlagerstätten zu concentriren.

d. Chloritschiefer mit Flecken und dünnen Schmitzen von rothem, eisenschüssigen Thon. In ihm eingelagert treten einige 3 bis 4′ mächtige Bänke von Quarzit mit einzelnen Schwefelkieswürfeln auf. Mächtigkeit wahrscheinlich 1000 bis 1500′.

e. Thonschiefer, hellgrau, dünngeschichtet und auf den Schichtungsflächen rostbraun beschlagen, — oder blauschwarz und sehr feinschieferig. Zwischen ihnen liegt eine 150′ mächtige Folge von Quarzitbänken, welche jedesmal durch eine dünne Lage von Thonschiefer getrennt werden. Der Quarzit ist sehr hart, körnig, blaugrau, umschliesst viel Schwefelkieseinsprenglinge und ist durchsetzt von Gängen von weissem, glasigen Quarz und rothem Orthoklas. Mächtigkeit 8500′.

f. Chloritschiefer, dunkelgrün, — oft thonig, dann schmutzig grünlichgrau, mit Flecken und dünnen Lagen von rothem eisenschüssigen Thone. Mächtigkeit 1200 bis 1400′. Im oberen Horizonte dieser Schichtenreihe treten von 10 bis mehrere hundert Fuss mächtige Einlagerungen von fein- bis grobkörnigem Diorit sowie von Aphanit auf. Sie bestehen vorwaltend aus dunkelgrüner Hornblende und weissem oder hellgrünen Oligoklas, wozu sich an manchen Punkten viel körnig-schuppiger Chlorit gesellt. Einsprenglinge von Schwefelkies und Magneteisenstein sind in ihnen häufig, Andeutung von plattenförmiger Absonderung ist gewöhnlich, quaderförmige Absonderung selten.

g. Feldspathreicher Talkschiefer, von hellgelber bis hellbrauner Farbe, bestehend aus lauter papierdünnen, welligen Lamellen von Orthoklas, auf den Schichtungsflächen mit feinen Beschlägen von hellgrauem Talke. 30′.

h. Talkschiefer von grünlichgrauer Farbe, smaragdgrün gefleckt, mit rundlichen Quarzkörnern. 30′. Mit liniendicken, flach lenticulären Lamellen von krystallinischem, dolomitischen Kalkstein.

i. Feldspathreicher Talkschiefer von fleischrother Farbe, bestehend aus papierdünnen Lamellen von dichtem Orthoklas mit vielen linsenförmigen Körnern von Quarz und kleinen Orthoklas-Individuen, beschlagen von hellgrauem Talk. 40′.

k. Feinkörnige, fast dichte, von Talkblättchen durchzogene Feldspath-Grundmasse mit einzelnen, kleinen, röthlichbraunen Orthoklas-Individuen und grauen Quarzkörnern. 50′.

Die unter g., h., i., k. angeführte Talkschieferreihe scheint nur geringe horizontale Ausdehnung zu besitzen und eine locale Bildung zu sein. In ihrer grössten Vollständigkeit ist sie am Grossen Bekuenesec-Fall (T. 39, R. 30 der Karte) aufgeschlossen, muss sich aber nach beiden Richtungen ihres Streichens auskeilen. Schon bei den ihr äquivalenten Bildungen, wie sie an den kleinen Bekuenesec-Fällen in 2 Mls. Entfernung von erstgenannter typischer Localität aufgeschlossen sind, wird ein Theil der Talkschieferzone von Chloritschiefern und einige 12′ mächtige Dioritbetten vertreten. Noch etwa 4 Mls. weiter östlich wurde zwischen den sub f. und l. beschriebenen Chloritschiefern und Dioriten ein nur wenige Fuss breiter Streifen eines körnig-schuppigen, vorwaltend aus Talk, sowie Orthoklaskörnern bestehenden Gesteines beobachtet, welches der Vertreter jener Talkschiefergruppe sein muss.

l. Dioritische Gesteinsreihe von 2300′ Mächtigkeit. Vorwaltend ein feinkörniges oder aphanitisches, seltener ein grobkrystallinisches Gemenge der Bestandtheile des Diorites, alle mit Schwefelkieseinsprenglingen, die Aphanite mit Schnüren von Kalkspath und Quarz.

m. Talkige Thonschiefer, grünlichgrau, sehr weich, wulstig, mit verschiedenen falschen Schieferungen und Klüftungen, und quarzige Talkschiefer, beide mit vielen Schnüren und

flachlinsenförmigen Einschlüssen von weissem Quarz und röthlichem Orthoklas. 1500′ mächtig. Sie repräsentiren das jüngste Glied der eisensteinführenden Schichtenreihe der Oberen Halbinsel von Michigan. Weiter südlich, im Norden Wisconsins, wo meist hoher Diluvialsand das Gestein verdeckt, scheint sich dieselbe Schichtenfolge zu wiederholen, nur mit nördlichem Einfallen, und würde dann den südlichen Flügel eines Bassins bilden, dessen Axe durch den südlichen Lauf des Menomonee-Flusses repräsentirt wird.

Geotectonische Verhältnisse. Das Studium der geotectonischen Verhältnisse der oben beschriebenen Schichtengruppe wird durch die dichte Vegetation, welche das ganze Land bedeckt, durch ausgedehnte Sümpfe und hohe Sandablagerungen sehr erschwert. Erst die künstlichen Aufschlüsse, welche der eindringenden Civilisation folgen, werden mehr Licht in jene werfen, als es durch die in folgenden Zeilen wiedergegebenen Beobachtungen geschehen kann.

Das unterste Glied der eisensteinführenden Gesteinsfolge, der Quarzit, ruht in discordanter Lage auf den Gneissen, und zwar in der Weise, dass das Streichen beider entweder verschieden oder zwar dasselbe ist, dass sie aber dann nach verschiedenen Richtungen oder unter verschiedenen Winkeln nach derselben Himmelsgegend einfallen. So fällt an manchen Punkten der Quarzit gegen den Granit ein.

Die einzelnen Glieder des eisenerzführenden Schichtencomplexes hingegen scheinen einander vollständig gleichförmig aufgelagert zu sein. Sie fallen fast stets, und zwar unter einem steilen Winkel, von den Rändern der Gneisszonen weg und bilden somit zwischen je zweien der letzteren Mulden.

In der Umgebung des Antoine- und Fumée-Sees (T. 40, R. 30 der geognostischen Karte und Profil Taf. IX., Fig. 4) ist die sich an den Gneiss anlehnende älteste Schichtengruppe doppelt muldenförmig gebogen, so dass sie in vier synklinalen Zonen zu Tage tritt. An der Bildung dieser zwei Mulden sind nur Quarzit, Kalkstein, Eisenstein und Chloritschiefer betheiligt. Ihre Schichten fallen steil nach der Axe der Mulden zu ein, welche durch eine Anzahl Seen und sich zwischen diesen ausdehnender Sümpfe angedeutet wird. Südlich von diesen Bassins wiederholt sich die ganze eisenführende Schichtenreihe

mit steilem südlichen Einfallen, um sich, wie erwähnt, in Wisconsin wieder in die Höhe zu biegen und so eine dritte Mulde zu bilden.

Eruptive Gesteine. Eruptive, die Eisensteingruppe durchbrechende Gesteine sind in den südlichen Districten nur an einem Punkte beobachtet worden. Am oberen Laufe des Sturgeon-Flusses durchsetzt ein 12′ mächtiger Granitgang gebänderte Eisenerze und Jaspis in rechtem Winkel auf deren Streichen (siehe Taf. IX., Fig. 5). Der fleischrothe Granit umfasst erbsen- bis eigrosse Partien von schuppigem Eisenglanz. Seine Grenzflächen nach dem Eisenstein zu sind wellig. Das Rotheisenerz selbst ist durchsetzt von vielen kleinen Sprüngen und Spalten, welche von Eisenglanzkrystallen ausgekleidet sind; ebensolche bedecken die Schichtungsflächen. Da krystallisirter Eisenglanz an anderen Punkten der Eisensteinzone nicht vorkommt, vielmehr nur auf die Nachbarschaft dieses Granitganges beschränkt ist, so ist der Schluss auf seinen genetischen Zusammenhang mit diesem ein natürlicher.

Lagerungsverhältnisse des Silurs auf dem Huronischen. In dem ganzen beschriebenen Districte treten die untersten silurischen Gebilde, Potsdam-Sandstein und dolomitischer („calciferous") Sandstein, sporadisch auf, indem sie bald die Kuppen der Hügel, bald Terrassen an deren Abhängen, bald isolirte kleinere Schollen auf Hochebenen bilden. Der Potsdam-Sandstein ist meist dickgebettet, liegt fast stets horizontal oder flachgeneigt auf den Schichtenköpfen des huronischen Systems und besteht aus von einem kieseligen Cemente zusammengehaltenen Quarzkörnern und ist dann sehr hart, oder nur aus Quarzkörnern oder Kryställchen ohne Bindemittel und zerfällt in diesem Falle an der Luft zu einem feinen Sand. Sobald zu dem quarzigen Bestandtheil feine Partikelchen von Rotheisenstein treten, erhält der Potsdam-Sandstein seine rothbraune, für ihn charakteristische Farbe. Wo er sich auf den Schichtenköpfen des Rotheisenerzes gebildet und abgelagert hat, umfasst er in seiner feinkörnigen Grundmasse scharfkantige, nuss- bis mehrere cubikfussgrosse Bruchstücke von Eisenstein und bildet dann ein grobes Conglomerat.

Die Spalten, welche sich von der Oberfläche der Rotheisenstein-Ausgehenden aus in die Tiefe erstrecken, hat der Potsdam-Sandstein ausgefüllt, so dass sie jetzt in Form von

sich zuweilen verzweigenden Sandstein- oder Conglomerat-Gängen die Schichten durchsetzen. Fig. 6 auf Taf. IX. giebt ein charakteristisches Beispiel dieser Decensions-Gänge.

Organische Reste scheinen in diesen Schollen von Potsdam-Sandstein selten zu sein. Nur an einer einzigen Stelle und zwar nur wenige Fuss oberhalb des Contaktes mit den Rotheisensteinschichtenköpfen fand ich Trilobiten-Bruchstücke in grösserer Häufigkeit. Durch die schön erhaltenen Kopf- und Schwanzstücke liessen sie sich als zu zwei Arten des Genus *Dikelocephalus* Owen gehörig, nämlich als als *D. Minnesotensis* und *D. Pepinensis* Owen bestimmen.

Zuweilen ist der Potsdam-Sandstein von der nächst höheren silurischen Schichtengruppe, dem dolomitischen Sandstein überlagert. Dieser ist, wie der Name sagt, ein feinkörniger Sandstein mit viel dolomitischem Cement, hat eine gelbliche oder graue Farbe, riecht beim Zerschlagen stark stinksteinartig und ist porös bis cavernös. Die kleinen Hohlräume sind von Dolomitspathkryställchen ausgekleidet. Dieser Sandstein umfasst eine grosse Menge von flachovalen bis runden Chalcedon-Concretionen mit hell oder dunkel gebänderter concentrischer Structur, vielleicht verkieselte Schwammkorallen. Bruchstücke von Trilobiten und Brachiopoden sind häufig, aber schlecht erhalten.

In Fig. 1, Taf. X. ist die discordante Ueberlagerung der vorsilurischen Gesteine durch silurische Schichten wiedergegeben. Die laurentischen Gneisse werden hier ungleichförmig von huronischem Quarzit und dieser wiederum discordant von Potsdam-Sandstein und dolomitischem Sandstein überlagert, welche letztere sich fast horizontal auf die Schichtenköpfe des von ihnen bedeckten Kalksteins und Eisensteins auflegen. Es treten somit an diesem Punkte Repräsentanten dreier geologischen Systeme, des laurentischen, des huronischen und des silurischen Systems in Contact und discordanter Ueberlagerung auf.

Eine andere interessante ungleichförmige Folge der huronischen Gesteine und des unteren Silurs lässt sich etwas westlich von der oben beschriebenen Localität beobachten (Fig. 2, Taf. X.). Hier bilden die Schichten des Potsdam-Sandsteins und des dolomitischen Sandsteins einen isolirten felsigen Rücken von ungefähr 500′ Höhe, an dessen östlichem Fusse kieseliger Rotheisenstein zu Tage tritt, auf welchen sich das Silur in,

wie gesagt, 500′ Mächtigkeit auflegt. Diluvialsand mit gewaltigen erratischen Blöcken von Granitgneiss, dolomitischem Kalkstein und Quarzit bedeckt den Gipfel und den östlichen Abhang dieses Berges. Der dolomitische Sandstein, welcher den oberen Theil desselben bildet, umschliesst zahlreiche Hohlräume, deren Wände von gestreiftem Chalcedon ausgekleidet sind. Die feinen concentrischen Lagen desselben sind vorwaltend dunkel korallroth gefärbt und äusserst zart hellroth und weiss gebändert. Diese Achatkugeln haben einen Durchmesser von 1 bis 3 Zoll und sind entweder völlig ausgefüllt oder enden nach innen glaskopfähnlich, lassen also einen Hohlraum offen, dessen Wandungen häufig von wasserhellen Quarzkrystallen incrustirt sind.

Auf den Taf. IX., Fig. 2, 3 und 4 dargestellten Profilen sind andere isolirte, silurische Partien, wie sie fast horizontal auf den Schichtenköpfen des Huronischen lagern, wiedergegeben.

Die Ausdehnung des untersten Silurs in dem beschriebenen südlichen Eisendistricte muss früher eine allgemeinere und die Decke von Potsdam-Sandstein, welcher jetzt nur in vereinzelten Partien auftritt, eine zusammenhängende gewesen sein. Es repräsentiren jene isolirten Schollen die Reste des westlichen sich auskeilenden Randes des Potsdam-Sandstein-Terrains, welches einige Meilen weiter südöstlich die huronischen Gesteine vollständig bedeckt, in grosser Mächtigkeit die ganze östliche Hälfte des Oberen Sees bildet und von der vollständigen Schichtenreihe der paläozoischen Systeme überlagert wird (siehe Karte). Aus nur lose zusammengehaltenen Sandkörnern bestehend, besassen diese Gesteine nur geringe Widerstandsfähigkeit und verschwanden da, wo sie weniger mächtig waren, im Laufe der Zeitalter unter dem Einflusse der lockernden Atmosphärilien und der waschenden Gewässer, besonders während der Eiszeit, welche selbst die härtesten Felsarten afficirte, bis auf einige geschützte Partien vollständig.

Rückblick. In wenig Worten lässt sich die eisensteinführende Gesteinsreihe, wie sie im südlichen Theile der Oberen Halbinsel von Michigan entwickelt ist, wie folgt charakterisiren: Eine ungefähr 20,000′ mächtige, gleichförmige Schichtenfolge von Quarzit, Kalkstein, Rotheisensteinen, Thon-, Chlorit- und Talkschiefern, die beiden letzteren mit Betten von Diorit,

überlagert die Gneissreihe ungleichförmig und wird wiederum ungleichförmig vom Silur überlagert. Dieser Schichtencomplex füllt den Zwischenraum zwischen den einzelnen Gneiss- und Granitzonen aus und bildet zwischen diesen langgestreckte Mulden. Organische Reste sind in dieser ganzen Gruppe nicht bekannt.

2. Nördliche Entwickelungsreihe.

A. Michigammi Iron Mountain (T. 44, R. 31 der Karte und Profil Taf. X., Fig. 4).

In durchschnittlich 20 Miles Entfernung und in nördlicher Richtung von den Punkten, welche als von der südlichen Entwickelungsreihe der eisensteinführenden Gruppe gebildet geschildert wurden, erhebt sich eine steile, isolirte Felskuppe ca. 250′ über die wellenförmige Hochebene. Es ist der „Michigammi Iron Mountain“; er besteht aus eisenschüssigen Quarziten und mehr oder weniger kieseligen, im Ganzen jedoch armen Rotheisensteinen (b). Beide sind dünn gebettet, streichen ziemlich genau von Osten nach Westen, fallen steil gegen Süden ein und werden überlagert von dünngeschichteten, weissen, gelblichen oder hellrothen, roth und grün gefleckten, krystallinischen, dolomitischen Kalksteinen (a). Im Norden, also im Liegenden der Eisenerzreihe, treten folgende Gesteine zu Tage:

c. Weiches, grünliches Serpentingestein.
d. Conglomerat von Jaspis- und Quarzbruchstücken in eisenschüssiger Quarzbasis.
e. Hell braunrothe, eisenschüssige Quarzitschiefer, bandartig abwechselnd mit dunklerem Jaspis.
f. Brauner, klüftiger, eisenschüssiger Thonschiefer.
g. dasselbe Serpentingestein wie c., angefüllt von kleinen scharfen Magneteisenkrystallen.

Die noch weiter nach Norden liegenden Schichten sind verdeckt.

Diese Gruppe von Magnesiten und kieseligem Rotheisenstein unterhalb der krystallinischen Kalksteine vermittelt den Uebergang von der südlichen Entwickelungsreihe nach der nördlichen. Das Ueberlagertsein der Eisenerze von Seiten der Kalksteine giebt uns einen desto wichtigeren Wink über den

geognostischen Horizont der nördlichen Eisensteinsreihe, als der zur Orientirung dienende Kalkstein noch weiter im Norden verschwindet. Die Michigammi-Eisensteingruppe ist also älter als der krystallinische Kalkstein und nimmt die Position des Quarzites der südlichen Districte ein. Neben letzterem treten im Liegenden des Kalksteins Magnesite auf, wie sie, wenn auch weniger als Serpentin, so doch als Chlorit- und Talkschiefer für die unteren Horizonte der eisensteinführenden Schichtenreihe des Nordens bezeichnend sind.

Am Michigammi-Eisenberge ist somit der nördliche Habitus des untersten Gliedes der den Gneiss auflagernden Reihe vertreten, mit anderen Worten kieseliger Eisenstein und Magnesitgestein nehmen hier bereits, wie im ganzen nördlichen Districte, die Stelle des Quarzites ein, über welchem an dieser Localität noch Kalkstein erscheint, wie er für die südliche Entwickelungsreihe bezeichnend ist, während er weiter im Norden ganz verschwindet.

B. Smith Iron Mountain (T. 46, R. 29 der Karte und Taf. X., Fig. 3 und 5).

Ziemlich im Mittelpunkte der Oberen Halbinsel von Michigan erhebt sich direct an den Ufern des Michigammi-Flusses zwischen glockenförmigen Gneiss- und Granithügeln ein steiler, ungefähr 200′ hoher Kamm. So weit das Auge reicht, treten die Gebirgsarten nackt zu Tage, Feuer hat sie ihrer vegetabilischen Bekleidung beraubt. Aus weiter Ferne erkennt man die Gneisse und Granite an ihrer röthlichen Farbe, nur jener Kamm, der Smith Iron Mountain, erscheint dunkel stahlgrau gefärbt und besteht aus mehr oder weniger kieseligem Rotheisenstein. Verlegt man die an verschiedenen Punkten dieses Eisenberges und der ihn umgebenden Hügel gemachten Beobachtungen in eine Ebene, so erhalten wir das Taf. X., Fig. 5 gegebene Profil und folgende Gesteinsreihe:

a. Gneiss-Granit von vorwaltendem fleischrothen Orthoklas, rauchgrauem Quarz und wenig Glimmer, mit Zwischenlagen von dünnblätterigem Glimmerschiefer.
b. Quarzit, grobkörnig, in 2 bis 3′ mächtigen Bänken. 250′.
c. Chloritschiefer mit vielen kleinen Magneteisenstein-Oktaëdern. 15′.
d. Quarzit, weiss, graubraun gebändert. 30′.

e. Chloritschiefer mit vielen Granaten. 35′.

f. Quarziger Chloritschiefer, bestehend aus feinschuppigem Chlorit und viel feinkörnigem Quarz; je nach dem Chloritgehalte weitläuftig hell oder dunkel graugrün bandartig gestreift; mit Pistazit- und Quarzschnüren.

g. Quarzit, hellgrau oder weiss mit scharf begrenzten zollbreiten Bändern von rothbraunem Eisenkiesel und feinen Streifen von kieseligem Rotheisenstein. 170′.

h. Diorit, mittelkörnig, dunkel schwarzgrüne Hornblende herrscht vor; mit Schwefelkieseinsprenglingen. Ein Lager von 120′ Mächtigkeit.

i. Ausgezeichnet scharf gebänderter Quarzit und Eisenkiesel mit Lagen von kieseligem Rotheisenstein.

k. Diorit wie h. 150′.

l. Bandartig abwechselnde Lagen von weissem oder graubraunem Quarzit, rothbraunem Eisenkiesel und unreinem kieseligen Rotheisenerze. Neben letzterem treten zollbreite Bänder von dunkeler Farbe auf, welche wiederum in 5 scharf geschiedene Zonen geschieden sind. Die erste dieser besteht aus tombakbrauner, metallisch glänzender, strahliger Hornblende, die zweite aus dichtem Magneteisenstein, die dritte aus sehr feinstrahliger, tombakbrauner Hornblende und Quarz, die vierte aus schwarzer säuliger Hornblende und die fünfte aus dichtem Magneteisenstein.

m. Diorit wie h. 180′ mächtig.

n. Bandartige, äusserst gleichmässige Folge von $\frac{1}{4}$ bis 1 Zoll dicken Lagen von reichem stahlgrauen Rotheisenstein und solchen von Quarz nnd blutrothem Jaspis; ca. 100′.

o. Eisensteinbreccia. Eckige bis fussgrosse Bruchstücke von Quarz-Jaspis, kieseligem und reichen Rotheisenstein liegen dicht neben einander in einer Grundmasse von schuppigem Eisenglanze und Quarz. 60′.

p. Stahlgrauer, feinkörniger, reicher Rotheisenstein mit Bändern von Jaspis. Zonenweise verschwinden letztere, so dass Striche von reinem, dünn gebetteten Rotheisenstein entstehen. 120 bis 150′.

Diese sämmtlichen, an Modificationen reichen Schichtencomplexe lassen sich in drei Gruppen zusammenfassen:

1) Quarzite mit Chloritschiefern.

2) Bandartig abwechselnde eisenschüssige Quarzite und kieselige Rotheisensteine mit Dioritlagern.
3) Rotheisensteine mit Bändern von Jaspis, sowie Eisensteinbreccia, welche zusammen eine Mächtigkeit von ungefähr 1500 bis 1800′ haben.

Die Unterschiede zwischen ihnen und der erst beschriebenen südlichen Entwickelungsreihe des eisensteinführenden Schichtencomplexes sind augenscheinlich. Die in letzterem eine so hervorstechende Rolle spielenden Kalksteine sind am Smith Iron Mountain nicht vertreten. Dahingegen erscheinen hier Chloritschiefer und Diorite bereits unter der Eisenerzgruppe, welche zugleich das jüngste Glied der in dem erwähnten nördlichen Bezirke entwickelten Gesteinsreihe repräsentirt. Tritt ferner weiter im Süden das Eisenerz erst in einem 6000′ über der Basis der Gesteinsreihe liegenden Horizonte auf, so hat es hier bereits mit 1800′ Höhe über der Grenze mit den Gneissen abgeschlossen. Bei dem im Smith-Mountain-Schichtencomplexe durchweg grossen Reichthum an Kieselsäure ist es deshalb wahrscheinlich, dass die Eisensteingruppe der letztgenannten Localität ein Aequivalent des Quarzites, des untersten Gliedes der betreffenden südlichen Entwickelungsreihe, ist; eine Annahme, welche durch die eben beschriebenen Aufschlüsse am Michigammi Mountain bedeutend unterstützt wird. Die jüngeren Glieder des eisenerzführenden Systems vom Quarzit aufwärts sind dann am Smith Mountain gar nicht zur Ablagerung gekommen, weil sich dieser schon über den Spiegel des Meeres erhoben hatte. Dass die Eisenerze des Smith Mountain bereits Küstenbildungen waren, beweist die grobe Eisensteinbreccia aus wenig gerollten, eckigen Bruckstücken. Nach ihrer vollständigen Erhebung über den Meeresspiegel konnten sich dort also keine Niederschläge mehr bilden, während in dem heutigen südlichen Eisendistricte die Schichtenreihe ungestört und vollständig abgesetzt wurde.

Geotektonische Verhältnisse. Das Studium der geotektonischen Verhältnisse des Smith-Mountain-Districtes wird ausser durch die völlige Entblösstheit von vegetabilischer Decke durch die von Eisbergen und Wogen bewirkte Abrundung und Polirung seiner ganzen Oberfläche erleichtert. Die den Smith'schen Eisenberg bildenden Schichten sind der südliche Endpunkt einer von drei Seiten von Granit und Gneiss

umgebenen, engen, sich von Norden nach Süden erstreckenden Schichtenzone (siehe Taf. X., Fig. 3), welche die Fortsetzung der eisensteinführenden Gebilde von Negaunee und Marquette zu sein scheint. Die Schichten des östlichen Flügels dieser engen Mulde streichen von Norden nach Süden, wenden sich dann in vollständigem Halbkreis, dessen Durchmesser ungefähr 3000′ beträgt, zuerst nach Westen und dann nach Norden. Dabei verändern sie ihr Einfallen von einem westlichen in ein nördliches und zuletzt ein östliches, fallen also nach einem Mittelpunkte zu. Die inneren Grenzen des Gneissbeckens entsprechen vollständig der Form der synklinalen Eisenstein-Schichtenzone. Das Streichen des Gneisses jedoch bleibt sich in seiner nordnordwestlichen Richtung gleich, so dass seine discordante Ueberlagerung durch die Quarzit-Eisenstein-Schichtenreihe an deren südlichem Wendepunkte ihr Maximum erreicht. Das Bett des Michigammi-Flusses giebt diese geotektonischen Verhältnisse genau wieder, indem es eine dem Inneren der Mulde entsprechende tiefe Bucht formt, unter welche die Eisensteinschichten mit steilem Winkel einschiessen.

C. Iron Ridge (T. 47, R. 30 der Karte und Fig. 6, Taf. X.)

Ziemlich 6 Miles weiter nach Nordwesten, südlich vom Michigammi-See, dessen Abfluss der Michigammi-Fluss bildet, erhebt sich in nördlicher Richtung ein Granitrücken von ca. 2 Miles Länge 250′ hoch über die Hochebene, welche einem 1000′ über der Meeresfläche liegenden Niveau angehört.

Dieser Granitzug, Iron Ridge genannt, repräsentirt eine jener ältesten Gesteinszonen, an welche sich die jüngere Schichtenreihe angelegt hat, und an deren Abhängen die einzelnen Glieder dieser letzteren zu Tage treten. An der Iron Ridge lässt sich folgendes Profil beobachten (s. Taf. X., Fig. 6):

a. Granit, hell fleischroth, bestehend aus gleichviel Orthoklas und Quarz, wenig Chloritschuppen und noch weniger Glimmer.
b. Quarzit, hell grünlichgrau mit Einschlüssen von Chlorittafeln.
c. Quarzitschiefer, körniger, sehr dünnschieferiger Quarzit und dünne Lagen von weissem Talk mit lenticulären Secretionen von weissem Quarz und einem grünen, ser-

pentinähnlichen Minerale, wodurch eine flaserige und wellige Structur erzeugt wird.

d. Quarzit in mächtigen Bänken, weiss, röthlich oder grünlich geflammt mit 3 bis 4′ langen Nestern von Chloritschiefer.

e. Abwechselnde dünne Lagen von weissem Quarzit, feinkörnigem Magneteisenstein und einem Gemisch von beiden mit vielen rothen Granaten und Partien von schuppigem Chlorit. Häufig umgiebt eine Kruste von Chlorit den Granat.

f. Dunkelgrüne Chloritschiefer, angefüllt von zollgrossen, rothen Granaten und über faustgrossen Partien von massigem, rothen Granat.

g. Lauchgrüne Chloritschiefer mit schmitzförmigen Einlagerungen von Quarz und Orthoklas.

Das Hangende dieser unter 60° von dem Granite abfallenden Schichten ist durch Sumpf verdeckt, erst in ungefähr 1500 Fuss Entfernung tritt Rotheisenstein zu Tage.

Diese Gesteinsreihe besteht somit aus einem ungefähr 1000 Fuss mächtigen Complexe von Quarziten und Chloritschiefern mit Granaten und Magneteisensteineinschlüssen, correspondirt somit mit der untersten Schichtengruppe am Smith- und Michigammi-Eisenberge, entfernt sich aber in ihrem petrographischen Charakter noch mehr als jene von dem des Quarzites im südlichen Districte. Die Zonen von gebändertem Jaspis, Quarz und kieseligem Rotheisenstein sind an der Iron Ridge verdeckt. Der obersten Gruppe von vorwaltendem Rotheisensteine, wie sie die felsigen Abfälle der „Smith- und Michigammi Iron Mountains“ bilden, entspricht in der Schichtenreihe der Iron Ridge das oben erwähnte isolirte Ausgehende von Rotheisenstein.

D) Der Bergwerksdistrict von Negaunee nahe Marquette.

Normale Gesteinsfolge. Der der Umgegend von Negaunee angehörige, eisenerzführende Schichtencomplex ähnelt in seinem petrographischen Verhalten, wie zu erwarten, dem der Gesteinsgruppe von Smith Mountain und Iron Ridge sehr. Mit ersterer hat er das Auftreten von Dioriten, mit letzterer die starke Entwickelung von Chloritschiefern, mit beiden den Reichthum an z. Th. eisenschüssigen Quarziten gemein.

Die Basis der auf Granit ruhenden Negaunee'r Schichtenreihe bildet zuunterst dünnschiefriger, über ihm liegend dickgebetteter Quarzit (Taf. XI., Fig. 5), an welchen sich quarzreiche, klüftige, dunkel graugrüne Chloritschiefer anschliessen. In dem untersten Horizonte des ersteren, des Quarzites, treten Streifen eines kieseligen Dolomites eingebettet auf, welche sich local erweitern und dann früher zum Kalkbrennen gebrochen wurden. Sowohl in ihrem geognostischen Horizonte, als ihrem mineralogischen Charakter nach, unterscheiden sie sich weit von den krystallinischen Kalksteinen des Südens. Die Chloritschiefer, welche, wie eben erwähnt, zwischen den Quarziten an der Basis der nördlichen Entwicklungsreihe des huronischen Systems auftreten, umfassen an einzelnen Punkten lenticuläre Secretionen von glasigem weissen Quarz mit bis eigrossen Einsprenglingen von Kupferkies oder von goldhaltigem Schwefelkies. Auch Schnüre von Bleiglanz, z. Th. direct im Chloritschiefer, z. Th. in Quarzausscheidungen, sind bekannt und bergmännisch aufgeschlossen worden.

Auf diese Quarzitreihe mit Dolomit- und Chloritschiefer-Zwischenlagerungen folgt, der Smith-Mountain-Gruppe ganz entsprechend, ein mächtiger Schichtencomplex von zuunterst weiss und braun gebändertem Quarzit, dann braunrothem Quarzit oder rothem Jaspis mit Bändern von kieseligem Rotheisenerz. In noch höheren Horizonten werden die Streifen von Quarz seltener und schmaler, die Eisenerzlagen weiter und reiner, und zuletzt verschwindet der Quarz in einer 50 bis 60 Fuss weiten Zone bis auf blutrothe Linien von Jaspis vollständig; dann entstehen die Rotheisensteinlagerstätten, wie sie in so grossartigem Maassstabe in den Gruben um Negaunee abgebaut werden. Unterbrochen wird diese Folge von an Eisengehalt mit der Höhe ihres geognostischen Horizontes zunehmenden Quarziten ähnlich wie am Smith's Eisenberge durch zwei Einlagerungen von Diorit, eine von ca. 1400, die andere von 4—500 Fuss Mächtigkeit, und einigen Betten von Chloritschiefern.

Jener Diorit hat den normalen petrographischen Charakter, ist dunkelgrün, stellenweise grau gefleckt und schwankt in seinem Gefüge zwischen grobkörnig und aphanitisch. Dass derselbe nicht, wie man früher glaubte, die huronische Reihe durchbrochen und gehoben hat, sondern regelmässige Lager

zwischen den eisenschüssigen Quarziten und Eisenkieseln bildet, also von letzteren z. Th. unterteuft wird, ist an verschiedenen Aufschlüssen, so an der Foster und der Ogden Mine, deren Profile Taf. XI., Fig. 1 u. 2 wiedergegeben sind und auf welche wir später zurückkommen werden, deutlichst zu beobachten.

Mineralogischer Charakter des Rotheisensteines. In gewissen Zonen der oberen Reihe von kieseligen Eisenerzen verschwinden die sonst mit Bändern von Rotheisenstein abwechselnden Lagen von Quarzit, wodurch, wie erwähnt, mächtige Lager reinen Rotheisenerzes entstehen. Solche Vorkommen repräsentiren dann eine charakteristische Felsart der huronischen Schichtenreihe von Michigan und zeichnen sich durch folgende mineralogische Eigenthümlichkeiten aus. Der Rotheisenstein ist:

1) körnig, dunkel stahlgrau mit feinen Quarzkörnchen, in mächtigen Bänken. Bei feinkörnigen Varietäten erkennt man mit der Lupe die einzelnen Eisenerzkörnchen als kleine Oktaëder; grobkörnige Varietäten werden aus allseitig ausgebildeten, bis $\frac{1}{4}$ Zoll grossen scharfen Oktaëdern gebildet, welche durch mehr oder weniger dichtes oder körniges Rotheisenstein-Cement zusammengehalten werden.

2) dicht, stahlgrau, mit schwach muscheligem Bruche, mit dünnen Lagen und feinen Adern von kirschrothem Jaspis. Strichweise liegen in dieser dichten Grundmasse äusserst scharfe, fast $\frac{1}{4}$ Zoll grosse Oktaëder. Manche dieser dichten Eisensteinvarietäten haben einen ausgezeichneten Moirée-Glanz, eine Folge des verschiedenen Kieselsäure-Gehaltes der einzelnen dünnen, gewundenen Lagen des Erzes. Der dichte Rotheisenstein umschliesst kopfgrosse Ausscheidungen von quadratzollgrossen, mit einander verwachsenen Eisenglanzschuppen, während traubiger Glaskopf die Wandungen von Drusenräumen überzieht. Im unteren Horizonte der Rotheisensteinzone umfasst die dichte Varietät strichweise sehr zahlreiche Bruchstücke von Quarz und gebändertem Jaspis, welche z. Th. scharfkantig, z. Th. abgerundet sind. Die Structur dieses Eisensteinconglomerates ist besonders deutlich an solchen Felsköpfen zu beobachten, welche von Eisbergen glatt polirt sind.

3) schieferig, in äusserst dünnen, auf den Schieferungsflächen stahlglänzenden, spiegelnden Lagen von sehr reinem

Eisenstein, z. Th. mit Körnchen von rothem Jaspis und kleinen Eisenerz-Oktaëdern. Die etwas kieseligen Varietäten zeigen dann und wann scharfe Wellenfurchen auf ihren Schichtungsflächen.

4) faserig, in fusslangen Strahlenbündeln, welche in die feinsten Nadeln spaltbar sind. Die reinste Varietät der Negaunee'r Eisenerze.

Die als Einschlüsse, vorwaltende oder ausschliessliche Bestandtheile der oben beschriebenen Varietäten erwähnten Oktaëder sind sämmtlich sehr scharf und allseitig ausgebildet, lassen sich aus dem Cemente von dichtem oder feinkörnigen Eisenerze herauslösen, haben ebene, stahlglänzende, spiegelnde Flächen und gleichen überhaupt in ihrem äusseren Habitus dem Magneteisenstein vollständig. Hier und da jedoch sind sie von einem abfärbenden, dünnen Ueberzuge von Rotheisenocker bedeckt, geben in allen Fällen ein kirschrothes Pulver und äussern nie den geringsten Einfluss auf die Magnetnadel.

Locale Modificationen der huronischen Gesteinsreihe. In einem schmalen Striche im Liegenden der Betten von Rotheisenstein-Varietäten, also in der Gruppe des gebänderten Quarzites, Jaspis und Eisenerzes, wird der Rotheisenstein von Brauneisenstein vertreten. Er bildet eine den Abbau lohnende Zone und wird in der Foster-Mine gewonnen. Die betreffenden, mehr oder weniger mächtigen Schichten werden gebildet von unregelmässigen, erbsen- bis nussgrossen Brauneisensteinpartien mit rauher Oberfläche, verbunden durch körnige Quarzmasse, und fallen unter 60 Grad unter den nördlich davon anstehenden Diorit ein (Taf. XI., Fig. 1). Gewisse unregelmässig gestaltete und regellos in dieser Schichtenreihe vertheilte Zonen bestehen aus einem ockerigen, cavernösen, reinen Brauneisenstein ohne Quarzbeimengung. Sein mulmiges, zerfressenes Aussehen, seine Cavernosität, sein Uebergang in den quarzigen Brauneisenstein machen es wahrscheinlich, dass er durch Auslaugung der Kieselsäure aus dem letzteren gebildet worden ist.

Das Dioritbett, welches diese Brauneisensteinzone überlagert, fällt wie die Schichten dieser letzteren gegen Norden ein, hebt sich aber bald wieder und formt dann im Verein mit den gebänderten Quarziten und den in diese eingelagerten Eisensteinen eine von Westen nach Osten streichende

Mulde. Correspondirend der Position der eben beschriebenen Brauneisensteine, also direct unterhalb des Diorites, tritt am nördlichen Flügel dieser Mulde (Taf. XI., Fig. 2) ein schieferig kieseliges Erz auf, welches das Aussehen eines dichten kieseligen Rotheisensteins hat, jedoch einen rothbraunen Strich giebt, stark magnetisch ist und ein Gemisch von Rotheisenstein und Magneteisenstein zu sein scheint. Diese Eigenthümlichkeit ist jedoch nur localer Art; denselben Schichten 200 Schritte folgend, ist die magnetische Einwirkung der Erze auf die Nadel vollständig verschwunden.

Im Liegenden dieser ungefähr 300 Fuss mächtigen Zone von kieseligem, mit Magneteisenstein gemengten Rotheisensteine wird das Eisenerz z. Th. von Manganerz verdrängt. Neben zahlreichen, durch den wechselnden Procentgehalt des Erzes an Mangan und Eisen bedingten Zwischenstufen treten Streifen eines reinen, dichten, schwarzen Psilomelans, mit kleineren Partien von Hausmannit gemengt, auf.

Während der untere Schichtencomplex der mit Quarzit gebänderten, kieseligen Rotheisensteine durch das oben beschriebene zonenweise Auftreten von Brauneisenstein und Manganerzen Mannichfaltigkeit erhält, so entstehen in der oberen Gruppe der Entwickelungsreihe, wie sie in der Jackson-Mine und deren Umgebung aufgeschlossen ist, durch das Auftreten von Chlorit- und Talkschiefern mit Magneteisenstein ober- und unterhalb der Rotheisensteine und von eisenschüssigen Thonschiefern und Serpentin zwischen mehr oder weniger kieseligem Rotheisenerze locale Modificationen. So wird die durch die Washington-Mine abgebaute Lagerstätte von z. Th. körnigem Rotheisensteine von folgendem Schichtencomplexe unterteuft (siehe Vaf. XI., Fig. 3):

a) Silberweisse Talkschiefer mit vielen Magneteisenstein-Oktaëdern, welche sich nach b) zu an Zahl und Grösse vermehren.
b) Körniger Magneteisenstein mit Streifen von Talkschiefern und Anflügen von Chloritschuppen. 3 Fuss.
c) Talkschiefer, wie a). 8 Fuss.
d) Magneteisenstein und in ihm bis kopfgrosse Partien von Kupferkies, gemengt mit Schuppen von Chlorit. 2 Fuss.

e) Weisse Talkschiefer mit vielen zoll- bis fusslangen lenticulären Massen von Magneteisenstein. 5 Fuss.
f) Dunkelgrüne Chloritschiefer, stellenweise mit Magneteisenerz- und Kupferkies-Einsprenglingen. 5 Fuss.
g) Magneteisenstein, hier und da mit Einsprenglingen von Magnet- und Kupferkies, sowie Schnüren von Chlorit. Nach dem Hangenden und Liegenden zu ist diese Erzlagerstätte durch allmälige Ueberhandnahme des Chlorits mit den Chloritschiefern verwachsen. 5 Fuss.
h) Chloritschiefer. 4 Fuss.
i) Schieferiger Rotheisenstein.

Hier treten also direct unterhalb des aus Magneteisenstein entstandenen, mit Quarz gemengten Rotheisensteins reine Magneteisensteine, z. Th. gemengt mit Schwefelmetallen zwischen Talk- und Chloritschiefern auf.

Auch in der Lake Superior, wie in der Cleveland-Mine liegt ein Bett von reichem Rotheisenstein unmittelbar auf Chloritschiefern auf und wird ohne stattfindende Uebergänge wiederum von eisenarmen Quarziten überlagert (Taf. XI., Fig. 6), während ganz in der Nähe ein Rotheisensteinlager unterhalb der Chloritschiefer auftritt und an einer anderen Stelle ein nur wenige Fuss mächtiges Bett von schieferigem Rotheisenstein flötzartig zwischen Chloritschiefern eingelagert ist. In allen diesen Fällen umfasst der Chloritschiefer eine grosse Anzahl kleiner stahlglänzender, wie Magneteisenstein aussehender Oktaëder, welche aber blutrothen Strich geben und keinen Einfluss auf die Magnetnadel äussern.

Die Vergesellschaftung von Serpentin, Thonschiefern und Rotheisenstein geht aus einem, Taf. XI., Fig. 4 wiedergegebenen Profile in der Jackson-Mine hervor: die Fläche läuft von Norden nach Süden; an ihrem nördlichen Ende ist ein chocoladebrauner, eisenschüssiger, klüftiger Thonschiefer (a) aufgeschlossen. Direct auf ihm und durch eine ebene Fläche begrenzt lagert ein 15 Fuss mächtiges Bett von körnigem Rotheisenerz (b), welches nach oben zu scharf von einer bis zu 18 Zoll mächtigen Lage von gelblichgrünem, sehr weichen Serpentin (c) abgeschnitten wird. Der nun folgende Rotheisenstein (d) ist nach unten mit dem Serpentin verwachsen und hat ein ausgezeichnet langfaseriges Gefüge. Er geht über

in fast dichtes, unregelmässig weitgeklüftetes Rotheisenerz (e). Dieses wird nach Süden zu scharf von einem dunkelgrünen, dünnschieferigen, quarzreichen Serpentin (f), der eine 3 Fuss mächtige Lage bildet, abgeschnitten, unter welcher gebänderter, aber vielfach geknickter, mit Jaspis abwechselnder, kieseliger Rotheisenstein auftritt.

Aehnliche lagenförmige Auftreten des Serpentins zwischen Rotheisenstein wurden in anderen Tagebauen beobachtet.

Entwickelungsprocess der Eisenerze. In der Eisenstein-Gruppe der Umgegend von Negaunee sind, wie ein Rückblick über die letzten Seiten lehrt, folgende Eisenerze vertreten:

1) Rotheisenstein, vorwaltend vor allen anderen Erzen, kieselig bis fast rein, faserig schieferig, körnig, dicht, mit viel Oktaëdern, hier und da mit Serpentinlagen; die benachbarten Chloritschiefer sind voll kleiner Oktaëder von Eisenoxyd.

2) Rotheisenstein und Magneteisenstein gemischt, bei Negaunee an einer einzigen Localität, während weiter südlich dem Rotheisenstein durchweg Spuren von Magneteisenstein beigemengt sind.

3) Magneteisenstein, rein oder mit Schwefelerzen, sowie mit Chloritschuppen gemischt.

4) Brauneisenstein, z. Th. mulmig und zerfressen.

Diese verschiedenen Erze repräsentiren verschiedene Stadien in dem Entwickelungsprocesse der Eisensteine von Michigan. Gehen wir bei Verfolgung desselben vom Rotheisenerz aus.

Das Rotheisenerz muss durch Oxydation aus dem Magneteisenstein hervorgegangen sein. Das grossartige Auftreten von Pseudomorphosen des erstgenannten Erzes nach Magneteisenstein ist dafür ein sprechender Beweis. Dass aber jene Oktaëder mit rothem Strich Pseudomorphosen und keinenfalls dimorphe Gestalten des Eisenoxyds sind, dafür spricht folgende Betrachtung. Einer der gewöhnlichsten und charakteristischen accessorischen Bestandtheile des Chloritschiefers ist oktaëdrischer Magneteisenstein. Auch die Chloritschiefer der Eisensteingruppe von Negaunee sind voll oktaëdrischer Kryställchen, welche völlig das Aussehen von Magneteisenstein haben, sich jedoch durch ihr rothes Pulver als die nächst höhere Oxydationsstufe des Eisens ausweisen. Ergiebt sich daraus nicht

der Schluss von selbst, dass die für den Cloritschiefer charakteristischen Oktaëder von Eisenoxydoxydul in Eisenoxyd umgewandelt worden sind? Bejaht man diese Frage, so muss man den direct neben jenen Chloritschiefern, z. B. in Form mächtiger Bänke auftretenden Oktaëdern von Eisenoxyd dieselbe Entstehungsweise zuschreiben.

Magneteisenstein hat sich also in Rotheisenstein umgewandelt. Den verschiedenen Stadien dieses Ueberganges entsprechen die Gemenge von beiden Erzen, wie sie fast durchweg in den südlichen Eisendistricten am Menomonee-Fluss, am charakteristischsten aber in der Ogden Lagerstätte bei Negaunee auftreten.

Das durch Oxydation des Magneteisensteins entstandene Eisenoxyd hat sich zum grössten Theil unverändert erhalten, nur local ist es, zweifellos erst in jüngeren Zeitaltern, durch Aufnahme von Wasser in Brauneisenstein übergegangen.

Die Frage nach dem Entwickelungsprocesse, aus welchem Brauneisenstein, Rotheisenstein, das Gemenge von Rotheisenstein und Magneteisenerz aus Magneteisenstein hervorgegangen, beantwortet sich somit ziemlich bestimmt. Hypothetischer ist die Geschichte des Magneteisensteins, bis zu welchem sich obengenannte Erze zurück verfolgen lassen. Thatsache jedoch ist es, dass die Eisenerze besonders in den südlichen Districten von einem mächtigen Systeme von Kalkstein und Dolomit unterlagert werden, dass Kalkstein- und Dolomitschmitze in den Talkschiefern oberhalb der Eisensteine auftreten. Kann nun nicht im huronischen Zeitalter mit demselben Rechte wie kohlensaurer Kalk und Magnesia auch kohlensaures Eisenoxydul in kohlensäurehaltigem Wasser aufgelöst gewesen und aus diesem niedergeschlagen worden sein? Dass organische Substanzen, welche die höhere Oxydation des Eisenoxyduls verhinderten, auch schon damals existirten, scheint kaum fraglich, wenn wir in Berücksichtigung ziehen, dass *Palaeotrochis major* und *minor* ganze Betten im Huron von Nord-Carolina bilden. Mithin waren die Bedingungen für die Bildung von Eisenspath-Flötzen bereits in dem huronischen Zeitalter vorhanden.

Die Möglichkeit der Entstehung von Magneteisenstein aus kohlensaurem Eisenoxydul ist ebenfalls dargethan (Bischof, II, 158). Mit dieser Umwandlung schliesst sich die Kette der

Entwickelungsphasen, welche die Eisenerze der Oberen Halbinsel von Michigan durchlaufen zu haben scheinen. Sphärosiderit wurde aus kohlensäurereichen Gewässern abgesetzt, durch eine theilweise Oxydation desselben entstand Magneteisenstein, durch weitere Aufnahme von Sauerstoff das Gemenge von Magneteisenstein und Rotheisenstein und endlich reiner Rotheisenstein; aus diesem sporadisch durch Zutritt von Wasser Brauneisenstein.

Die interessante Frage, wann dieser Entwickelungsprocess stattgefunden habe, dürfte durch die Thatsache eine Antwort erhalten, dass der das Eisenerz bedeckende Potsdam-Sandstein Rotheisenstein-Fragmente von Cubiklachtergrösse herab bis zum feinsten Körnchen umfasst; dass diese Bruchstücke alle genau denselben Habitus haben wie Handstücke, welche einer Tiefe von mehr als 50 Fuss entnommen sind, während der jene Einschlüsse umfassende Potsdam-Sandstein nicht die geringste Veränderung seines Charakters erfahren hat. Der Schluss ist somit ein natürlicher, dass die Oxydation des Sphärosiderites in Magneteisenstein und später in Rotheisenstein vor sich gegangen sein muss, ehe jene Fragmente von dem Muttergestein getrennt und vom Sande des Silur-Meeres umhüllt wurden, dass somit der Verwandlungsprocess der Eisenerze, bis auf die Entstehung von Brauneisenstein, bereits beendet war, als sich das huronische Festland wieder unter den Spiegel des silurischen Oceans senkte.

Geotektonische Verhältnisse. Ist auch die oben beschriebene Gesteinsreihe in grosser Vollständigkeit durch Aufschlüsse entblösst, so sind letztere doch auf einen verhältnissmässig zu kleinen Flächenraum beschränkt, um zu mehr als zu einem allgemeinen Bilde ihrer geotektonischen Verhältnisse und horizontalen Verbreitung genügendes Material zu liefern.

Von der Süd-Küste des Lake Superior aus, wo sie östlich von der Halbinsel Keweenaw Point halbkreisförmig in dessen Wasser hervortritt, ziehen sich zwei 30 bis 40 Miles breite Zonen von Gneiss, Granit und Syenit in westlicher Richtung in das Innere der „Oberen Halbinsel von Michigan.“ Das langgestreckte, durchschnittlich 10 Miles breite Becken zwischen ihnen ist von der eisenerzführenden Gesteinsreihe ausgefüllt. Ihre Schichten fallen, wie an den südlichen, be-

reits beschriebenen Punkten, von dem unterliegenden Gneiss, Granit und Syenit weg, der Längenaxe der entstehenden Mulde zu, welche mit einer von dem Hafenplatze Marquette in westlicher Richtung nach dem Michigammi-See gezogenen Linie zusammenfällt. Im Inneren dieser Hauptmulde tritt die auf den Rändern der Gneisszone aufliegende älteste Gruppe der eisenerzführenden Gesteinsreihe von Neuem wiederholt zu Tage und bildet so eine ganze Reihe synklinaler Schichtenzonen und Basins, deren aller Längenaxe parallel der der Hauptmulde ist. So formt dieselbe Eisensteinsschicht verschiedene Ausgehende, welche bergbaulich bearbeitet werden. In den grossen Tagebauen, in welchen dies geschieht, ist die beste Gelegenheit zur Beobachtung des muldenförmigen Baues jener Gegend gegeben. Allein in der südlichen, durch Bergbau aufgeschlossenen Hälfte der Gesammtzone der eisenerzführenden Schichten wiederholt sich die Muldenbildung dreimal und ist Taf. XI., Fig. 5 wiedergegeben, während kleinere an der Oberfläche nicht bemerkbare bogen- oder sattelförmige Biegungen durch fast jeden Grubenbau entblösst sind. Einige ausgezeichnete Beispiele für solche Structur sind Taf. XI., Fig. 6, u. Taf. XII., Fig. 1, 2 abgebildet und bedürfen keiner Erläuterung. Vielfach gewundene Biegungen und zickzackförmige Knickungen in sehr kleinem Maassstabe lassen sich an fast jedem Ausgehenden des mit rothem Jaspis gebänderten Rotheisensteins in ausgezeichneter Schärfe beobachten.

Jüngere eruptive Gesteine. Die felsigen, vorgebirgereichen Ufer des Oberen Sees unmittelbar nördlich von Marquette werden von kieselreichem und deshalb harten Chloritschiefer gebildet, welcher der untersten huronischen, also der Quarzit-Reihe angehört, und dessen scharfe Schichtung von Osten nach Westen streicht. Diese Chloritschiefer sind von einigen stock- und gangförmigen eruptiven Gesteinen durchsetzt, deren feine Verästelung in Folge der Politur der Gesteinsoberfläche durch Eisberge deutlich hervortritt.

Taf. XII., Fig. 3 giebt die Horizontalansicht eines kleinen, nur 30 Fuss langen und 20 Fuss mächtigen Stockes von schwarzgrünem, mittelkörnigen Diorit, welcher sich nach Westen zu in Form einer grossen Anzahl von 1 Zoll bis 1 Fuss mächtigen Trümern in das Nebengestein verzweigt. Diese Ausläufer folgen meist der Schichtung, springen jedoch häufig

in rechtem Winkel auf eine der nächsten Schichtungsflächen über und folgen dieser eine Strecke weit, um von Neuem auf eine andere überzusetzen. Diese Trümer lassen sich auf eine Entfernung von über 50 Fuss vom Stocke aus verfolgen.

Am äussersten Ende des Felsenriffes, auf welchem sich der Marquetter Leuchtthurm erhebt, sind die hellgrünen kieseligen Chloritschiefer von einer Anzahl von Gängen eines sehr feinkörnigen, hornblendereichen, fast schwarzen Diorites durchsetzt. Einige von ihnen folgen in ihrer allgemeinen Richtung dem Streichen der Schiefer, setzen aber von einer Schichtungsfläche auf eine andere, besonders deutlich ausgeprägte über, um auf dieser von Neuem auszulenken und wiederum abzuspringen (Taf. XII., Fig. 4). In ihrem Verlaufe verzweigen sie sich vielfach. Die einzelnen Trümer zeigen dieselbe Eigenthümlichkeit des Ueberspringens von einer Schichtungsfläche auf die andere.

Andere Dioritgänge durchsetzen den Chloritschiefer in rechtem Winkel und senden ebenfalls viele Abläufer aus, welche von einzelnen Schichtungsflächen abgelenkt werden, ehe sie ihrer alten Hauptrichtung wieder folgen.

Etwas nördlich von diesen Localitäten tritt aus den ältesten huronischen Quarziten und Chloritschiefern ein Syenitzug zu Tage, welcher vorwaltend aus dunkel lauchgrüner, säulenförmiger, büscheliger Hornblende besteht, während die Zwischenräume zwischen dieser von pfirsichblüthrothem Orthoklas ausgefüllt sind. Fleckenweise bildet auch der Orthoklas die Hauptmasse, in welcher Hornblendesäulen eingestreut liegen. Dieses Gestein umfasst an einzelnen Stellen zahlreiche, scharfkantige, faust- bis kubikfussgrosse Bruchstücke von Diorit, Aphanit, Quarzit, Chloritschiefer und Rotheisenstein, ist also jünger als die huronische Schichtenreihe.

Die oben beschriebenen sind die einzigen mir in der Marquetter Eisenregion bekannten Vorkommen von jüngeren eruptiven Gesteinen.

Wogen- und Eisberg-Einwirkung. Wie schon früher angedeutet, ist die Oberfläche der Gesteine des Negaunee'r Bergwerksdistrictes und der Umgegend von Marquette durch Wogen- und Eisbergeinwirkung abgerundet, polirt und dann wieder geritzt. Die härteren und dichteren Felsarten wie Quarzit, kieseliges Eisenerz und Aphanit besitzen selbst

auf den höchsten Bergkuppen der Umgegend eine so spiegelglatte Oberfläche, dass sie, wo sie nicht durch Vegetation bedeckt ist, das Gehen beschwerlich macht. Diese Polirung ist auf die nördlichen Abhänge und die Gipfel der Hügel und Kuppen beschränkt, während deren südliche Abfälle rauh und zackig geblieben sind. Ueber jene nördlichen Abhänge ziehen sich in südlicher Richtung bis zu 2 Fuss tiefe und 12 Fuss weite glatte Eisrinnen oft eine dicht neben der anderen (siehe Taf. XII., Fig. 5). In ihre Oberfläche oder, wo sie fehlen, in die polirte Oberfläche der abgerundeten Felskuppen sind, wie es scheint, vermittelst am Boden von Eisbergen angefrorener Gesteinsbruchstücke, so scharf wie mit Diamant, zwei Systeme von sich überall in ihrer Richtung gleichbleibenden Streifen eingeritzt, deren älteres nach Südwesten, deren jüngeres nach Süden streicht. Diluvialsand von schwankender Mächtigkeit mit erratischen Blöcken von verschiedener Grösse bedeckt die Oberfläche fast der ganzen Oberen Halbinsel von Michigan, also auch der Umgegend von Marquette und Negaunee.

Vorsilurische Wogeneinwirkung. Potsdam-Sandstein. Eine solche Abrundung und Polirung des Ausgehenden der Gesteine hat aber nicht nur während der Alluvialzeit, nein, auch bereits früher vor Ablagerung des silurischen Potsdam-Sandsteines stattgefunden. Als ein Beispiel dieser Wogeneinwirkung und der Contactverhältnisse des Silurs mit einem Gesteine der eisenerzführenden Reihe ist das auf Taf. XII., Fig. 6 abgebildete Profil instructiv. Etwa 2 Miles westlich von Marquette ragt direct an der Küste des Oberen Sees eine Klippe aus dem Alluvialsande, deren Kern aus weissem, zuckerigen Quarzite (*a*) besteht. Seine zollmächtigen, scharfen Betten stehen fast senkrecht. Seine einst zackigen Conturen sind von der, kleine Sandkörner tragenden Brandung abgerundet, ihre Oberfläche glattpolirt worden, ist aber von Potsdam-Sandstein bedeckt, welcher die Schluchten und Sättel zwischen den Quarzköpfen ausfüllt. Silurische Wogen haben also jene Felsen glatt geleckt! Die dünnen Schichten des Potsdam-Sandsteins würden horizontal liegen, wenn sie nicht, beim Austrockenen an Volumen verlierend, sich rings um die Klippe herum gesenkt hätten, so dass sie jetzt von dieser flach abfallen. Oestlich von diesem Punkte wird die ganze Südküste des Lake Superior von Potsdam-Sandstein ge-

formt, welcher von den jüngeren Gliedern des Silurs überlagert wird und im Verein mit diesen den östlichen, sich in Form einer Landzunge zwischen dem Oberen See und Michigan See ausdehnenden Flügel der Oberen Halbinsel von Michigan bildet.

Kurzes Resumé. Das auf den letzten Seiten über die nördliche Entwickelungsreihe der eisenführenden Gesteine Gesagte lässt sich übersichtlich wie folgt zusammenfassen:

In den südlichen Districten der Oberen Halbinsel von Michigan besteht das unterste Glied der eisenführenden Reihe aus Quarzit, welcher stellenweise etwas eisenschüssig sein mag. Nach Norden zu verändert dieser seinen Charakter in der Weise, dass sein im Süden nur sehr geringer Eisengehalt mit der Entfernung von dem südlichen Districte wächst, dass Chlorit- und Talkschiefer sowie Serpentin zonenweise in ihm auftreten, und dass er mit Dioritbetten wechsellagert. Zugleich müssen diese nördlichen Gebiete vor den südlichen über den Wasserspiegel gehoben worden sein, da wir die im Süden über dem Quarzit lagernde mächtige Schichtenfolge weder am Smith Mountain und der Iron Ridge, noch in der Umgebung von Negaunee repräsentirt finden. Der Michigammi Mountain hingegen bildet den Punkt, wo die Charaktere der nördlichen und südlichen Entwickelungsreihe noch vereint auftreten, wo über der einen nördlichen Charakter tragenden Gesteinsgruppe von Quarzit, kieseligem Rotheisenstein und Magnesiten der dem Süden eigenthümliche krystallinische Kalkstein lagert.

Am Smith Mountain und an der Iron Ridge sind nur noch weisse oder eisenschüssige Quarzite, Chloritschiefer, Diorit und als jüngstes Gebilde Rotheisenstein, Kalkstein hingegen gar nicht mehr repräsentirt.

In der Umgegend von Negaunee ist Quarzit, Jaspis und Rotheisenstein vorwiegend entwickelt, zwischen welchen Zonen von Chlorit- und Thonschiefer, diese mit Betten von Magneteisenstein, ferner Einlagerungen von Diorit auftreten. Der Rotheisenstein kann strichweise von Brauneisenstein und Manganerzen vertreten werden.

An allen Aufschlusspunkten der nördlichen Entwickelungsreihe also besteht diese aus einer Gruppe von Quarzit, Eisenkiesel, kieseligen und reinen Rotheisensteinen, Chloritschiefern und Dioriten. Als Resultat der in diesem Aufsatze niederge-

legten, die Gliederung der vorsilurischen Schichtenreihe betreffenden Beobachtungen lässt sich somit die weiter unten gegebene tabellarische Uebersicht aufstellen.

Aequivalenz mit canadischen Gesteinen. Die discordante Ueberlagerung der Gneisse, Granite und Syenite durch die gleichförmig aufeinanderfolgenden Quarzite, Kalksteine, Eisensteine und Schiefer im Verein mit der Verschiedenheit ihres petrographischen Habitus berechtigt uns zu einer der Classification der benachbarten canadischen vorsilurischen Schichtenreihe analogen Zweitheilung der eozoischen Gebilde*) der Oberen Halbinsel von Michigan.

In Canada fasst man die älteste Gesteinsgruppe, dort aus Granit, Gneiss-Granit, Glimmer-Gneiss, Hornblendeschiefern und Kalksteinen bestehend, unter dem Namen des laurentischen Systems zusammen, während die auf diesen ungleichförmig auflagernden und wiederum vom ältesten Silur in discordanter Lagerung bedeckten Quarzite, Jaspis, Kalksteine, Chlorit- und Thonschiefer mit Einlagerungen von Diorit als huronisches System bezeichnet werden.

Ist nun auch der factische Beweis der Aequivalenz der in diesem Aufsatze beschriebenen Schichtenreihe mit der canadischen nicht zu führen, so dürfte doch ihre Aehnlichkeit als augenscheinlich zu den ältesten Gebilden der Erdkruste gehörige Gesteine, ihre Zweitheilung in einen vorwaltend aus Gneiss und einen zumeist aus Quarzit, Kalkstein und Schiefern bestehenden jüngeren Complex, das Ueberlagertsein des letzteren durch untersilurische Schichten berechtigen, wie in Canada so hier die Gneiss-Granit-Reihe von Michigan als laurentisch, die sie überlagernde eisenerzführende Reihe als huronisch zu bezeichnen, wie es bereits in diesem Aufsatze und in der folgenden Tabelle geschehen ist:

---

*) Seit Entdeckung von organischen Resten in dem azoischen Systeme beginnt man in Nordamerika für diesen Namen den des eozoischen Systems zu substituiren, begreift also alle vorsilurischen Gebilde bis hinab zu den unteren Laurentischen unter dieser Benennung. Auf die „Gliederung der eozoischen Formationen Nord-Amerikas“ gedenke ich in einer späteren Arbeit zurückzukommen.

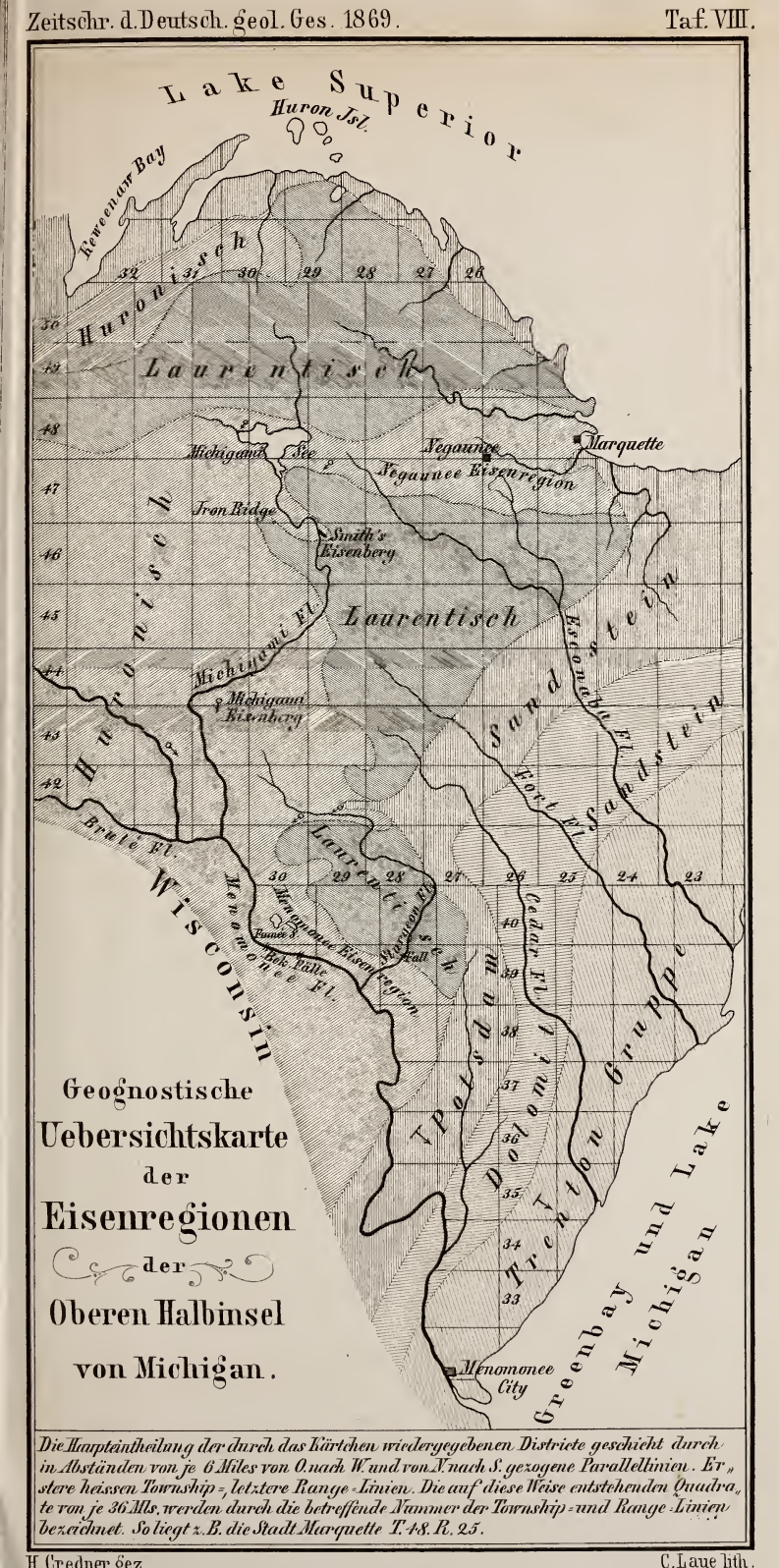
Tabellarische Uebersicht der vorsilurischen Schichtenreihe auf der Oberen Halbinsel von Michigan.

Huronisches System	1500 F.	Weiche oder quarzige und dann harte Talkschiefer mit vielen Schnüren und Einlagerungen von Quarz, Orthoklas und Laumonit.
	2300 F.	Diorit von mittlerem Korne bis aphanitisch.
	100 F.	Hellgrüne Talkschiefer mit Schmitzen von dolomit. Kalkstein, Orthoklas- und Quarzschiefer mit Talkbeschlägen, mit einigen wenig mächtigen Dioritbetten.
	1300 F.	Chloritschiefer mit Betten von Diorit.
	8500 F.	Dünnschieferige, dunkle Thonschiefer mit einzelnen Betten von hartem Quarzit.
	1200 F.	Chloritschiefer mit Lagen und Flecken von thonigem Rotheisenstein
	600 bis 1000 F.	Mehr oder weniger kieselige bis fast reine Rotheisensteine.
	2500 bis 3500 F.	Krystallinischer dolomitischer Kalkstein, in seinem oberen Horizonte mit Betten von Thonschiefern und Chloritschiefern, sowie vielen Lagen von Quarz; seltener mit Conglomeraten.
	2500 bis 3000 F.	Quarzit In seinem oberen Horizonte zuweilen stark eisenschüssig. Nördliche Entwickelungs-Reihe: Eisenkiesel und Rotheisenstein mit einzelnen Serpentinlagern. Talk- u. Chloritschiefer und Magneteisenstein. Diorite und mit kieseligem Eisenerz sowie Manganerzen gebänderte Quarzite. Quarzit nnd Chloritschiefer.
Laurentisches System		Gneiss mit Betten von Hornblendegneiss und Hornblendeschiefern, Strichen von Chloritgneiss und Zonen von Granit, Chloritgranit und Syenit. Kalktalkschiefer, kryst. Kalkstein, Talkgneiss, sandig talkige Fleckschiefer mit Conglomeraten.

September 1868.

Inhalt.

Einleitende Schilderung des Terrains; Literatur 516
A. Die Gneiss-Granit-Reihe (das laurentische System) . . 519
B. Die eisenerzführende Reihe (das huronische System) . 526
1) Südliche Entwickelungsreihe (Menomonee Eisenregion) . . 526
Gesteinsfolge 526
Geotectonische Verhältnisse 530
Eruptive Gesteine 531
Lagerungsverhältnisse des Silurs auf dem Huronischen 531
Rückblick 533
2) Nördliche Entwickelungsreihe 534
a. Michigammi Iron Mountain 534
b. Smith Iron Mountain 535
c. Iron Ridge 538
d. Bergwerksdistrict Negaunee 539
Normale Gesteinsfolge 539
Mineralogischer Charakter des Rotheisensteins . . . 541
Locale Modificationen der huronischen Reihe 542
Entwickelungsprocess der Eisenerze 545
Geotectonische Verhältnisse 547
Eruptiv-Gesteine 548
Wogen- und Eisbergeinwirkung 549
Vorsilurische Wogeneinwirkung und Potsdam-Sandstein 550
Vergleichender Rückblick 551
Aequivalenz mit canadischen Gesteinen 552
Tabellarische Uebersicht 553



Die Haupteintheilung der durch das Kärtchen wiedergegebenen Districte geschieht durch in Abständen von je 6 Miles von O nach W und von N nach S. gezogene Parallellinien. Erstere heissen Township-, letztere Range-Linien. Die auf diese Weise entstehenden Quadrate von je 36 Mls. werden durch die betreffende Nummer der Township- und Range-Linien bezeichnet. So liegt z. B. die Stadt Marquette T. 48. R. 25.

H. Credner gez. C. Laue lith.

Fig. 1

Profil am Sturgeon Flusse. T. 39. R. 28.

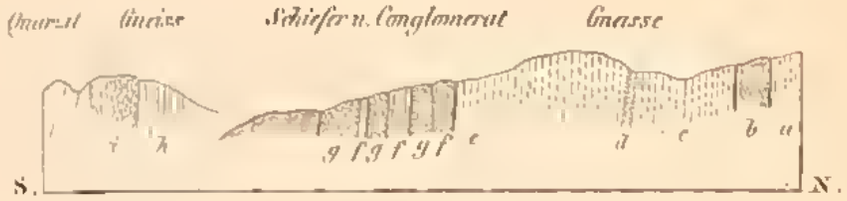


Fig. 4

Profil durch den Fumée und Antoine See.

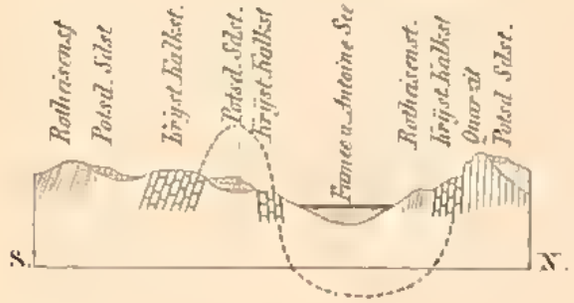


Fig. 2.

Die südliche Entwickelungsreihe des huronischen Systems T. 39. R. 29.

Fig. 5

Granit-Gang im Eisenstein.

Fig. 3

Südlicher Eisenberg T. 42. R. 29.

Fig. 6

Ausfüllung von Spalten im Eisenstein durch Potsdam-Conglomerat.

Laurentische, huronische und silurische Schichten in discordanter Ueberlagerung. T. 42. R. 29.

Fig 1

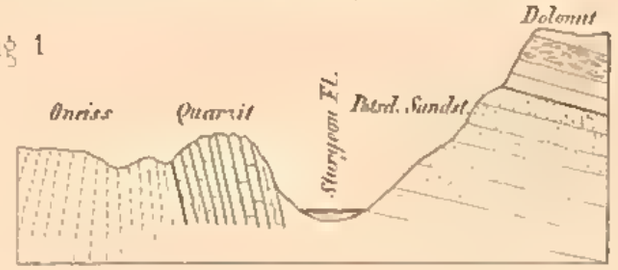
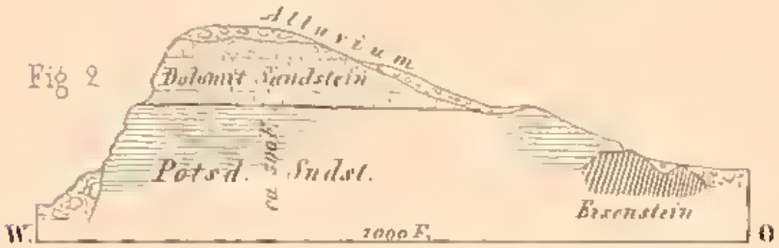
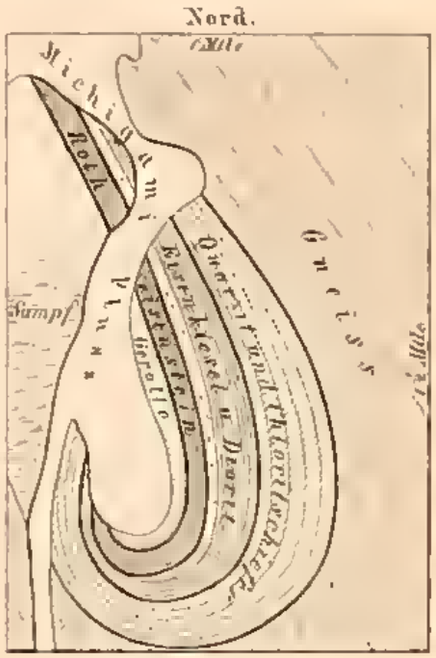


Fig 2



Unteres Silur, den huronischen Eisenstein überlagernd. 2 Mls. westlich von Lake Antoine. T. 40. R. 30.

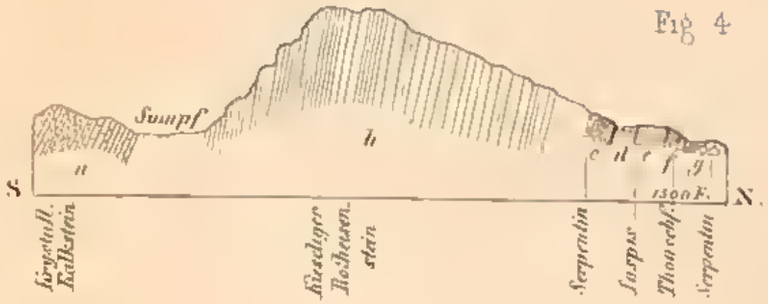
Fig 3



Smith's Eisenberg.

Michigami Eisenberg. T. 41. R. 31.

Fig 4



Iron Ridge. T. 47. R. 30.

Fig 6

Smith's Eisenberg. T. 46. R. 29.

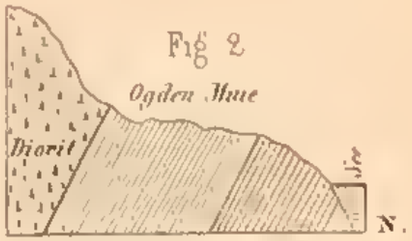
Fig 5

H. Credner gez. C. Laue lith.

Fig. 1

Brauneisenstein-Vorkommen
Foster Mine

Fig. 2



Gemisch von Magnet- u. Roth. Eisenstein.

Mangan. Erze

Magneteisensteinbetten zwischen Talk- und Chloritschiefern.

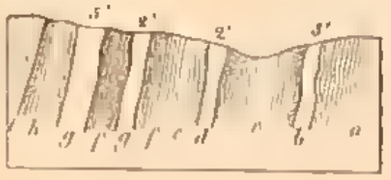


Fig. 3

Fig. 4

Jackson Mine.

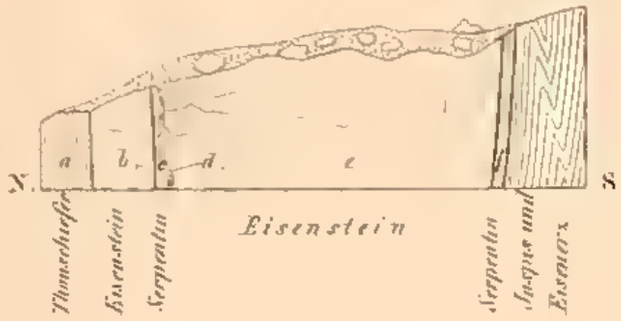


Fig. 6

Lake Superior Mine.

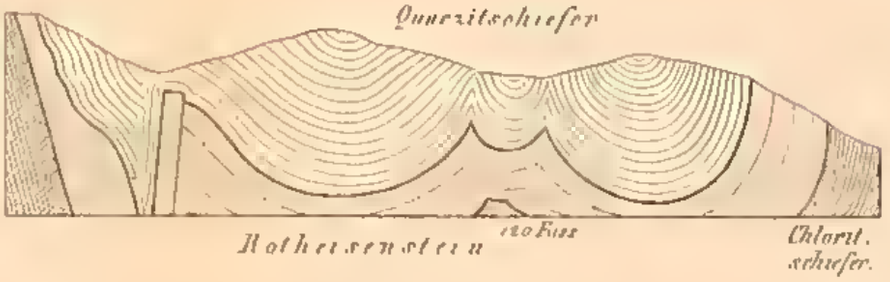


Fig. 5

Profil durch den Bergwerksdistrict Negaunee.

H. Credner gez.

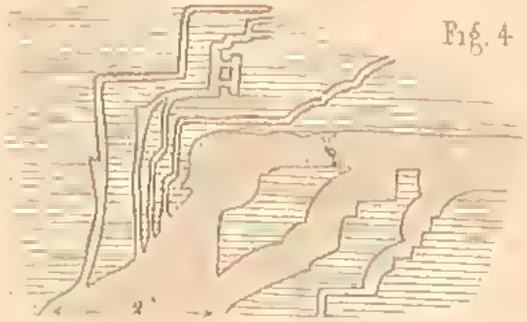
Sattel von Quarzitschiefer und Rotheisenstein.

Fig. 1

Chloritschiefer mit falscher Schieferung auf Rotheisenstein.

Fig. 2

Fig. 4



Diorit-Gang im kiesehigen Chloritschiefer Horizontal-Ansicht.

Fig. 5

Picknick-Island. Dioritische Felskuppe mit Eisrinnen

Fig. 6.

Silurischer Sandstein in discordanter Lagerung auf huronischem Quarzite.

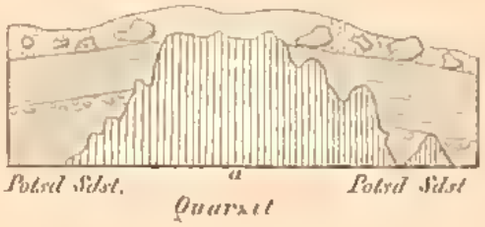


Fig. 3.

Dioritstock im kiesehigen Chloritschiefer bei Marquette. Horizontal-Ansicht

H. Credner gez. C. L. ... lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1868-1869

Band/Volume: 21

Autor(en)/Author(s): Credner Hermann

Artikel/Article: Die vorsilurischen Gebilde der „Oberen Halbinsel von Michigan" in Nord-Amerika. 516-554