

Werk

Titel: Geognostische und geographische Beobachtungen im Staate Minnesota

Autor: Kloos, J. H.

Ort: Berlin

Jahr: 1877

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1877_0012 | LOG_0039

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

und uns gezwungen sahen, zur Herstellung des Gesundheitszustandes einige Wochen in Brisbane an der Ostküste Australiens zu verweilen, bevor wir die Reise nach Auckland in Neu-Seeland fortsetzen konnten. Von hier kehrten wir nochmals in die Tropen zurück, um im handels-politischen Interesse die Fidji-, die Samoa- und Tonga-Inseln zu besuchen, und den ersten freundschaftlichen Verkehr mit dem Herrscher der letzteren Gruppe anzubahnen, mit dem nunmehr durch S. M. S. „Hertha“ auch ein Handelsvertrag abgeschlossen worden ist. Von den Samoa-Inseln aus traten wir dann am 28. December 1875 die Rückreise an, um durch die Magellan's-Strasse segelnd die Reise um die Erde zu vollenden.

XIII.

Geognostische und geographische Beobachtungen im Staate Minnesota.

Von J. H. Kloos.

Einleitung.

Die Beobachtungen, welche den Gegenstand dieser Abhandlung bilden, wurden in den Jahren 1866—1874 im Staate Minnesota, einem Gliede der nordamerikanischen Union, und zwar meistens beim Vermessen von Eisenbahnlagen, angestellt. Ein Theil davon wurde bereits in der „Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft“ vom Jahre 1871, sowie in dem „American Journal of Science and Arts“ von 1872 veröffentlicht. Seitdem hatte ich Gelegenheit, die wichtigsten Punkte von Neuem zu besuchen und durch Verarbeitung eines Theiles des gesammelten Materials meine im Felde gemachten Beobachtungen zu erweitern und zu vervollständigen. In den folgenden Blättern sind nun die Resultate dieser Beobachtungen übersichtlich zusammengestellt.

Bis zu dem Jahre 1852, als die geologische Landesuntersuchung, ausgeführt unter Leitung des Staatsgeologen David Dale Owen, veröffentlicht wurde, ist über den geognostischen Bau von diesem Theile des Nordwestens der Vereinigten Staaten wenig Nennenswerthes erschienen. Die ältesten Nachrichten über die Geologie Minnesota's sind enthalten in den Rapporten, die von 1820 bis 1836 über Expeditionen erschienen, welche von der Regierung der Vereinigten Staaten zur Erforschung der bis dahin noch wenig gekannten westlichen Territorien ausgerüstet wurden. Auf die geologischen Ver-

hältnisse wurde dabei nur untergeordnet Rücksicht genommen und die Bemerkungen von Schoolcraft und Featherstonhaugh, die in diesen Rapporten zu finden sind, haben jetzt nur noch historischen Werth *).

Owen erforschte mit seinen Assistenten Norwood, Shumard, Whittlesey und acht Andern, von 1847 bis 1850 die Staaten Wisconsin, Iowa und Minnesota. In seinem Rapporte an die Regierung giebt er eine sorgfältige Beschreibung des Landes in geologischer und geographischer Beziehung, unter Berücksichtigung der Fauna und Flora, sowie der technischen und landwirthschaftlichen Hilfsmittel. Der 638 Seiten starke Quartband**) enthält einen Schatz werthvoller und genauer Beobachtungen, auch über den nördlichen Theil des ungeheuren Districts, dessen Erforschung noch zu jetziger Zeit mit grossen Schwierigkeiten verknüpft ist.

Ein Mangel des Werkes ist dessen wenige Uebersichtlichkeit; durch die detaillirten Beschreibungen der vielen Flussthäler, unter Berücksichtigung der Topographie und Klimatologie, wird es schwer einen Ueberblick über die geologischen Verhältnisse zu erlangen. Mangelhaft sind namentlich die Beschreibung und Deutung der krystallinischen Gesteine Minnesota's, welche gerade in vielfacher Hinsicht ein hohes Interesse haben. Auch die paläontologischen Verhältnisse sind nicht eingehend behandelt und die Abbildungen der neuen, von Owen aufgestellten Species, sind sehr mangelhaft.

Im Jahre 1866 erschien in Cleveland eine kleinere Arbeit über Minnesota von Charles Whittlesey***), dem früheren Assistenten Owen's. Er beschränkt sich jedoch fast ausschliesslich auf die Umgebung des Obern-Sees und beschreibt die Verhältnisse daselbst besonders mit Rücksicht auf das Vorkommen von Kupfer und anderen Metallen.

Die Untersuchungen des vom Staate angestellten Geologen Henry Eames umfassen ebenfalls nur diejenigen Districte, wo Kupfer,

*) Vergl.: Narrative of an expedition to the source of the St. Peter River, Lake Winnipeck etc. performed in the year 1823 under the command of Stephen H. Long by Wm. H. Keating London 1825 Vol. I. chapt. VII, welcher Abschnitt, obgleich von dem Geognosten der Expedition geschrieben, jedoch nur vereinzelte geologische Beobachtungen enthält; ferner: Narrative journal of travels from Detroit Northwest through the Great Chain of American Lakes to the sources of the Mississippi River in the year 1820 by Henry R. Schoolcraft, mit durch den ganzen Text zerstreuten Bemerkungen über die anstehenden Gesteine und Gerölle; schliesslich: G. W. Featherstonhaugh. Report of a geological reconnoissance etc. 1835.

**) Report of a geological survey of Wisconsin, Iowa and Minnesota by authority of Congress by David Dale Owen. Philadelphia 1852.

***) A report of explorations in the mineral regions of Minnesota during the years 1849, 1859 and 1864.

Eisen und in geringen Quantitäten Gold gefunden werden, sämmtlich im nördlichen Theile des Staates*).

Einen wichtigen Beitrag zur geologischen Kenntniss des südwestlichen Minnesota's lieferte Professor Hall, ebenfalls in den Jahren 1866 und 1867**). Sein Hauptzweck war die Untersuchung des Vorkommens von Kohlen am Cottonwood River, einem der bedeutendsten Zuflüsse des St. Peter- oder Minnesota-Flusses.

Owen war mit seinen Assistenten nur an der Mündung des Cottonwood gewesen. Hall drang bedeutend weiter nach Westen vor und erreichte fast die berühmte Lokalität, woher die Indianer den „pipestone“ erhalten. Er zeigte, dass die daselbst auftretende Kohle einer jüngeren Formation angehört wie man bis dahin in dieser Gegend vermuthet hatte, und macht die frühere Verbreitung von cretaceischen Schichten in Minnesota wahrscheinlich. Ausserdem theilt er einige werthvolle Bemerkungen mit über die krystallinischen und metamorphischen Gesteine, die oberhalb des Cottonwood am Minnesota-Flusse auftreten.

Im Jahre 1872 wurde von Neuem ein Staatsgeologe für Minnesota ernannt, und sind von Herrn N. H. Winchell, dem Bruder des bekannten Geologen A. Winchell, bereits mehrere Berichte***) erschienen, welche neben allgemeinen Betrachtungen über die Beschaffenheit und Eintheilung der älteren Formationen auf dem amerikanischen Continente, sämmtlich den südlichen Theil des Staates zum Gegenstand haben. In Anschluss an Owen beschreibt er sehr ausführlich die Entwicklung der einzelnen Glieder des unteren Silurs und giebt viele lokale Profile, wie sie aus Brunnen und Bohrungen südlich vom Minnesota-Flusse hervorgegangen sind. Er beschreibt das Vorkommen von Braunkohle und führt dasselbe an den meisten Orten wohl mit Recht auf die Kreideformation zurück, es in Zweifel lassend, ob an einigen Stellen die schwachen, durchgängig unbauwürdigen Lager vielleicht der Tertiärformation zuzurechnen sind.

Ich schicke dem geognostischen Theile dieser Arbeit einige allgemeine Bemerkungen zur Orientirung über diejenigen Gegenden voran, worin ich Gelegenheit hatte, eigene Beobachtungen anzustellen.

*) Es erschienen von Eames: Report on the metalliferous region bordering on Lake Superior. St. Paul 1866; und Geological reconnoissance of the northern, middle and other Counties of Minnesota. St. Paul 1867. Beide sind mehr von technischer wie von geognostischer Bedeutung.

***) Notes upon the geology of some portions of Minnesota by James Hall, in den: Trans. Americ. Philos. Soc. Vol. XIII p. 329.

****) Annual Reports of the Board of Regents of the University of Minnesota to the Governor of the State — the geological and natural History Survey of Minnesota by N. H. Winchell, State Geologist for the year 1872 etc.

Der Staat Minnesota, im geographischen Centrum des Festlandes von Nord-Amerika, dehnt sich zwischen $43\frac{1}{2}^{\circ}$ und 49° nördlicher Breite und zwischen $89\frac{1}{2}^{\circ}$ und 97° westlicher Länge aus. Dieses Glied der amerikanischen Union grenzt südlich an Iowa, östlich an Wisconsin, nördlich an den Winnipeg-District von Britisch-Amerika und westlich an das Territorium Dakota. Die Oberfläche des Staates umfasst 84000 englische Quadrat-Meilen. Ein breiter, nach Osten vorspringender Keil schiebt sich zwischen den Obern-See und Rainy-Lake-River, der mit einer Anzahl kleinerer Süswasserseen die Grenze gegen Norden bildet. Dadurch erhält Minnesota am Lake Superior eine Küstenlinie von 160 Meilen*), und eine für den Handel mit den östlichen Staaten äusserst günstige Lage.

Für den Geographen hat Minnesota dadurch ein grosses Interesse, dass sich innerhalb seiner Grenzen das Quellengebiet der grossen Flüsse des amerikanischen Continents vorfindet. Es liegt im nördlichen, am wenigsten zugänglichen Theile des Staates. Auf jeder Karte von Minnesota findet man, nur wenige Meilen von einander entfernt, in einer absoluten Meereshöhe von 1660 bis 1680 englischen Fuss, zwei kleine Seen, bekannt als Ithasca- und Elbow-Lakes. In Lake Ithasca nimmt der Mississippi, in Elbow-Lake der rothe Fluss des Nordens (Red River of the North) seinen Ursprung. Ersterer fliesst bekanntlich in südlicher Richtung nach dem Golf von Mexico; der zweite wendet sich mit scharfer Biegung nach Norden, vereint sich im grossen Winnipeg-See mit den Gewässern des vom Felsengebirge kommenden Saskatchewan und ergiesst sich mit diesen durch den Nelson River in die Hudsons-Bay. Die St. Louis- und Rainy-Lake-Flüsse endlich bilden den Anfang des ausgedehnten Süswassersystems, das die Kette der grossen Seen umfasst und durch den St. Lorenz seine Gewässer nach dem atlantischen Ocean führt.

Es sind alle Anzeichen vorhanden, dass der rothe Fluss des Nordens in einer früheren, aber geologisch nicht gar zu sehr entfernten Zeit einen südlichen Lauf gehabt hat und sich durch den Bois de Sioux River, Lake Traverse, Bigstone Lake und den Minnesota- oder St. Peter-Fluss in den Mississippi ergoss. Der schmale Landstrich zwischen den letztgenannten Seen, deren Gewässer jetzt in entgegengesetzter Richtung abfliessen, ist äusserst flach und über dem Niveau beider nur um wenige Fuss erhaben. Es kommt im Frühjahr, wenn die Mündung des Nelson River im hohen Norden

*) Wo in dieser Arbeit von Meilen die Rede ist, müssen darunter englische „statutes miles“ verstanden werden, von denen 4,61 auf eine geographische Meile gehen.

durch beträchtliche Eismassen gesperrt wird, häufig vor, dass dieser Landstrich, sowie überhaupt ein grosser Theil der ungeheuren Prairie an der westlichen Grenze des Staates überschwemmt und dann ein einziger ausgedehnter See gebildet wird. Es ist sogar gelungen, ein flachgehendes Dampfboot aus dem St. Peter-Flusse über die überschwemmte Wasserscheide in den Red River zu bringen.

Zur Herbeiführung der oben angedeuteten Aenderung im Laufe eines Theiles der sich im westlichen Minnesota ansammelnden Gewässer ist es nur nöthig, eine unbeträchtliche Hebung des Landes im Norden anzunehmen oder vielmehr genügt die Voraussetzung, dass seit der Gletscher- oder Diluvialzeit (driftperiod) eine Senkung von nur wenigen Fuss daselbst eingetreten ist.

Zur Unterstützung dieser Annahme kann noch angeführt werden, dass alle Flüsse und Bäche, welche aus dem nördlichen Minnesota kommen und sich mit scharfer Biegung nach Westen in den Red River ergiessen, einen schnellen ungestümen Lauf haben, während der Bois de Sioux mit nördlichem Laufe ein sehr langsam fliessendes Wasser ist. Ebenso langsam fliesst der Red River selbst und unzählige sind die Krümmungen und Biegungen, welche beide Flüsse beschreiben. Es genügt ein geringer Druck von Norden her, um den Gewässern auf dieser völlig ebenen Grasflur eine gerade entgegengesetzte Richtung zu geben.

Das Diluvium in Minnesota.

Die einzigen Aufschlüsse über Alter und Zusammensetzung der Erdkruste geben in Minnesota die Gehänge des Mississippi-Thales und seiner Nebenflüsse; ausserdem die felsigen Ufer des Obern-Sees mit ihren vielen kurzen Wasserläufen und die kleineren Seen an der nördlichen Grenze des Staates. Sobald man die Flussthäler verlässt, findet man die älteren Formationen von mächtigen Gerölllagern, von Sand oder Lehmschichten, ohne organische Ueberreste bedeckt. Diese jüngeren Bildungen, welche eine fast ununterbrochene Decke bilden, sind Theile der „Driftformation“, des nordamerikanischen Diluviums. Ueber einen beträchtlichen Theil dieses Ländergebietes ruht dieses Diluvium unmittelbar auf den paläozoischen Schichten oder auf den ältesten krystallinischen Gesteinen und Schiefen. Es dehnt sich bekanntlich bis zu 40° nördlicher Breite aus. Selbst die Natur der diluvialen Ablagerungen lässt sich sehr häufig nur in einzelnen Wasserläufen ermitteln, indem man oft tagelang reisen kann, ohne nur einen Felsblock oder ein Gerölle zu erblicken.

Entweder dehnen sich unabsehbare Grasfluren (Prairien) nach allen Richtungen aus, ohne dass das Auge Baum oder Strauch

entdecken kann, oder ausgedehnte Waldungen, mit natürlichen Wiesen und blauen Seen abwechselnd, überdecken den Boden. Im nördlichen Theile des Staates stösst man ausserdem auf undurchdringliche Cedermoräste und Tamarackswamps (Sümpfe, die mit *Larix americana* dicht bewachsen sind und einen äusserst beweglichen Boden besitzen), wodurch eine Landreise daselbst nur im Winter möglich wird, wenn die Sümpfe gefroren sind.

Die Sand-, Gerölle-, Lehm- oder Mergellager haben eine solche Mächtigkeit, dass kleinere Wasserläufe, Bäche und Flüsse mit geringem Gefälle keine Aufschlüsse in älteren Bildungen bieten können. Im südlichen Minnesota sind durch die Eisenbahnen Einschnitte von 100 bis 180 Fuss Tiefe entstanden, deren Gehänge nichts wie ungeschichtete Massen ohne Spur von organischen Ueberresten zeigen*).

Das Diluvium bildet zum Theil ein hügliges, stark coupirtes Terrain, theilweise Plateaus, so eben wie die Oberfläche des ruhigen Meeres. Die Vertiefungen und Einsenkungen zwischen den Hügeln sind grösstentheils mit Wasser angefüllt, wodurch eine unzählbare Menge kleinerer und grösserer Seen entstehen. Die Ufer derselben fallen meistens sanft ab und zeigen in den Geröllen, welche sie zusammensetzen, die verschiedenartigsten krystallinischen Gesteine und Schiefer. Viele Sümpfe, sowohl im Urwalde wie auf der Prairie, sind ausgetrocknete Seen. Bei fortgesetzter Austrocknung bilden sie herrliche Weideplätze.

Die mit Wasser angefüllten Niederungen in der Oberfläche des Diluviums sind die Ueberreste eines einzigen ausgedehnten Süsswassersees. An vielen Stellen lässt sich der frühere Seegrund erkennen, bestehend aus Thon und Lehm mit den nämlichen Süsswassermuscheln (*Unio*, *Anodonta*, *Paludina*, *Lymnaea*, *Planorbis* u. s. w.), die noch jetzt in den Seen und Flüssen leben. Die südlichen Ufer dieses grossen Sees lagen unweit der Jowa-Grenze, wo man jetzt den höchsten Rücken des Plateaus antrifft. Bei Rochester und Mankato, Orten südlich vom Minnesota-Flusse, sind in den aus Thon bestehenden Hügeln, 20 bis 50 Fuss unter der Oberfläche und 940 Fuss über dem Wasserspiegel, Stämme und Aeste von verschiedenen Baumarten, namentlich von Eichen und Cedern, aufgefunden. Es waren die sumpfigen Ufer des alten Süsswasserbeckens.

Die Bildungen der diluvialen Zeitperiode bleiben sich über ihre ganze ungeheure Ausdehnung im grossen Ganzen ziemlich gleich. Namentlich ist dies der Fall mit den vorwiegend thonigen und mergeligen Ablagerungen, welche die tiefste Stelle des Diluviums einnehmen

*) Bei dem Dorfe Belle Plaine, südlich vom Minnesota River, hat man mit einem Bohrloche 216 Fuss diluviale Bildungen durchteuft.

und stets unmittelbar auf den älteren Formationen lagern. Es zeigt sich hier gewissermassen eine Analogie mit dem Diluviallehm und Mergel Deutschlands (in Oberschlesien, Pommern u. s. w). Zwar sind diese thonigen Bildungen nicht immer vorhanden, doch fehlen öfter noch die Sand- und Geröllmassen, welche in normaler Reihenfolge die thonigen Lager überdecken. Letztere erreichen dagegen oft eine Mächtigkeit von 100 bis 120 Fuss; sie sind nach unten hin meistens von bläulicher, in den oberen Regionen von gelblicher oder brauner Farbe und enthalten nirgendwo organische Ueberreste, dagegen sehr häufig kleine Kalksteingerölle und Schieferbruchstücke.

So fand ich in dem kalkreichen Lehm, der im westlichen Theile des Staates die Unterlage der Prairie bildet, überall kleine, abgerundete, hellfarbige Kalksteinstückchen. Schlägt man diese entzwei, so zeigen sie im Innern die Struktur eines zelligen, dolomitischen Kalkes von gelblichbrauner Farbe. Nur selten trifft man darin kleine abgerundete Bruchstücke von granitischen Gesteinen, während die Kalksteinstückchen stets weit überwiegen.

Die thonigen Ablagerungen (von den Einwohnern „hardpan“ genannt wegen ihrer Festigkeit und Härte) bilden durchweg die Unterlage der Prairien und Waldungen, sowie der sanft wellenförmigen, wasserreichen Hochebenen, während die Anhäufungen von Sand und Gerölle ein stark coupirtes Terrain mit vielen, manchmal recht hohen, Hügelzügen verursachen. Das Gerölle dieser späteren Bildungen zeichnet sich durch grosse Mannigfaltigkeit aus und besteht neben silurischem Kalkstein in mehr lokalen Anhäufungen aus den krystallinischen Gesteinen und Schiefen, die hoch im Norden anstehend zu finden sind. In den sandigen, stark hügeligen Regionen werden dann auch viele grosse erratische Blöcke angetroffen, die auf den weiten Grasfluren fehlen, dagegen in grosser Zahl an den Süsswasserseen aufgehäuft sind, welche die Vertiefungen des sandigen und steinigen Diluviums einnehmen.

Ueber den Ursprung dieser thonigen Bildungen, ohne Spur organischen Lebens, herrscht noch keine vollständige Klarheit. Sie werden jetzt wohl allgemein mit dem darüber gelagerten Sand, Kies und Gerölle für durch Gletscher transportirtes Material gehalten. In welcher Weise aber der Process vor sich gegangen ist, wodurch die feinen, thonigen Bestandtheile von den gröberen, kiesigen getrennt wurden, ist nicht wohl einzusehen. Im thonigen Diluvium finden sich auch diejenigen Seen, deren Wasser einen bittersalzigen Geschmack hat und zum Trinken untauglich ist. Sie sind auf den westlichen Theil des Staates, auf die eigentliche Prairiegegend beschränkt. Hier und namentlich nördlich vom St. Peter-Flusse ist auch die Erdoberfläche reich an Salzen, und meilenweit sieht man oft eine weisse, bitter schmeckende Salzkruste die Oberfläche bilden,

während alle Brunnen, selbst in beträchtlicher Tiefe, schlechtes Trinkwasser liefern.

Der obenbeschriebene hellfarbige Diluvialmergel mit kleinen Kalksteingeröllen, der die Unterlage der weiten Grasebenen am Red River bildet, besitzt im Innern des amerikanischen Continents eine grosse Ausdehnung. Er ist wahrscheinlich identisch mit der „Yellow Marl or Bluff Formation“, welche J. V. Hayden in seiner Abhandlung über die Geologie des oberen Missouri beschreibt und die an mehreren Stellen Knochen von Mastodon und Elephas, sowie Land-, und Süsswasserschnecken geliefert hat*).

Die ausgedehnten und mächtigen Thonlager, welche am Obern-See die Schichten der huronischen Formation und des unteren Silurs bedecken, werden von einigen Geologen als gleichalterig mit dem übrigen diluvialen Thon der nordwestlichen Staaten, dem „hardpan“ gehalten, z. B. von Winchell in seinen geologischen Rapporten. Andere dagegen schreiben dem mit kleinen Geröllen gemischten ungeschichteten hellfarbigen Thon (dem eigentlichen „hardpan“) ein jüngerer Alter zu wie den dunkelrothen, öfter deutlich geschichteten Thonlagern am Lake Superior**). Eine direkte An- oder Ueberlagerung habe ich nicht wahrnehmen können. Beide Bildungen ruhen grösstentheils auf den silurischen und huronischen Schichten und das steinige Diluvium überdeckt beide.

Das Lake Superior-Diluvium unterscheidet sich vom „hardpan“ durch eine sehr bezeichnende, tiefrothe Farbe und eine grössere Mächtigkeit. Ich habe am unteren Laufe des St. Louis River Einschnitte in diesem Thon gesehen von 500 Fuss Höhe. Er scheint ebenfalls völlig versteinungsleer zu sein, zeigt aber oft deutliche Schichtung und wechselt vielfach ab mit sandigen Schichten und Gerölllagern.

Die diluvialen Ablagerungen nehmen in Minnesota nach Süden hin an Mächtigkeit ab. Gegen die Grenze von Jowa zu wird der silurische Kalkstein nur von wenigen Fuss sandigen Bildungen überdeckt und sogar scheint es eine Region zu geben, wo der „drift“ vollständig fehlt, ohne etwa dessen südliche Grenze erreicht zu haben, da diese vielmehr in der Nähe des Ohio-Flusses zu suchen ist.

Dagegen erkennt man aus den Brunnen im mittleren Theile des Staates die grosse Entwickelung dieser posttertiären Bildungen.

Von einem Bohrloche, das vor wenigen Jahren an der Northern Pacific-Eisenbahn niedergebracht wurde, da wo diese den Red River überschreitet, erhielt ich nachfolgende Angabe der durchteuften Schichten:

*) Vergl. Hayden in den: Transactions of the Americ. Phil. Soc. Vol. XII. New Series p. 109.

***) On the freshwater glacial drift of the northwestern states by Ch. Whittlesey in den: Smithsonian Contributions June 1864 pag. 2.

3 Fuss	(engl.) schwarze Erde,
92 „	Lehm (Mergel?), verschiedentlich gefärbt, mit wenigen Kalksteingeröllen,
10 „	Kies (gravel),
115 „	Hardpan, fester Thon mit grobem Kies vermischt,
30 „	weicher Schieferthon (clayslate),
12 „	rother grober Sandstein (sieht dem Potsdam-Sandstein ähnlich)
<hr/>	
262 Fuss.	

Der Fluss selbst hat hier nur 45 Fuss in die Erdoberfläche eingeschnitten und die Ufer erreichen nirgendwo eine beträchtlich grössere Höhe. Es ist immerhin fraglich, ob die ganzen 260 Fuss dieser Schichtenreiche posttertiäre Bildungen sind; vielmehr wäre ich geneigt, den tiefsten Theil derselben, und namentlich die 30' Schieferthon, der cretaceischen Formation zuzurechnen, von deren Vorkommen in nicht gar zu grosser Entfernung von obigem Punkte noch im Nachstehenden ausführlich die Rede sein wird.

Die Plateaus von Minnesota haben eine Höhe von 800 bis 1200 Fuss über dem Meeresspiegel. Die Hügelreihen, welche in verschiedener Richtung durchsetzen und die Wasserscheiden zwischen den Flüssen und Flusssystemen bilden, erreichen an einigen Stellen die Höhe von 1600 bis 1700 Fuss. Dies ist jedoch so ziemlich die grösste Erhebung des Landes und eigentliche Bergrücken sind nicht vorhanden*). Der Uebergang zwischen den Niederungen und Wasserscheiden ist meist ein unmerkbarer und die Abstufung der Plateaus, mit Ausnahme der Ufer der grossen Flussthäler, findet ganz allmählig statt. Die höchste Wasserscheide liegt im nördlichen Theile des Staates und trennt die Gewässer, welche durch das Thal des Mississippi nach Süden fliessen, von denen, welche eine nördliche Richtung nach der Hudsons-Bay haben. Sie wird über ihre ganze Länge vom Diluvium gebildet; auch die übrigen Hügelreihen und grösseren Erhebungen der Oberfläche bestehen aus Kies und Gerölle, und es sind die Niederungen und Flussthäler, in denen man nach älteren Gliedern der Erdkruste suchen muss.

Die Schichten des unteren Silurs am oberen Mississippi.

Die Ufer des Mississippi mit den zunächst liegenden Hügelreihen bestehen aus Schichten, welche dem ältesten Zeitabschnitt der silurischen Formation angehören. Es sind Sandsteine und dolomitische Kalksteine, die dem Potsdam- und Calciferous-Sandstein,

*) Bei den Höhenangaben ist die Höhe des Wasserspiegels im Oberrhein-See bei niedrigem Wasserstand auf 600 Fuss angenommen. Die neueren Messungen ergeben eine mittlere Höhe desselben von 605 engl. Fuss. Der Wasserstand ist zu verschiedenen Zeiten verschieden gefunden und wechselt mit den Jahreszeiten.

sowie den Trentonkalken im Staate New York und in Canada entsprechen. Die Schichten liegen im Allgemeinen anscheinend horizontal; nur da, wo der Fluss den Sandstein ausgehöhlt und die Kalksteinschichten untergraben hat, sind letztere heruntergestürzt und haben manchmal auf weiten Strecken ein stärkeres Einfallen erhalten. Die genannten Schichten sind von der Mündung des Wisconsin River bis zu den St. Anthony-Wasserfällen, über eine Ausdehnung von 210 Meilen, aufgeschlossen.

Am Wisconsin-Flusse verschwinden die höheren Glieder des Silurs und es bleiben von da bis nach St. Paul, der Hauptstadt von Minnesota, die Aequivalente des Potsdam- und Calciferous-Sandstein die steten Begleiter. Die Schichten haben zuerst ein schwach südliches Einfallen, welches sie beibehalten bis nach Mountain-Island, in der Nähe des Städtchens Winona. Hier ist der höchste Punkt einer sattelartigen Erhebung und von jetzt an fallen die Schichten, obgleich eben so schwach und fast unmerkbar, nach Norden ein. Der untere oder Potsdam-Sandstein hat hier seine grösste Mächtigkeit von 400 bis 450 Fuss erreicht; er ist manchmal recht feinkörnig; einige Schichten dagegen haben mehr das Aussehen eines Conglomerates. Er ist im Allgemeinen lose und bröcklich, mit wenig kalkigem Bindemittel. Der darüber lagernde Dolomit, der bei Mountain-Island ungefähr 90 Fuss Mächtigkeit haben mag, ist hellfarbig, krystallinschcavernös und erinnert an den deutschen Zechsteindolomit. Er enthält viele Kalkspath- und Kieselausscheidungen und ist sehr arm an Versteinerungen.

Ich werde später Gelegenheit haben, bei Beschreibung der Schichten am St. Croix River, ausführlich auf den unteren Sandstein zurückzukommen. Owen hat denselben „lower silurian sandstone of the Upper Mississippi“ genannt, den Dolomit unterscheidet er als „lower magnesian limestone“. Die charakteristischen Petrefakten des Sandsteins sind Trilobiten, den Genera *Dikelocephalus* und *Conocephalus* angehörig, ausserdem Bivalven, Lingula und Obolus, welche in der Nähe des Ortes Taylors Falls einzelne Schichten gänzlich erfüllen. In Minnesota hält es schwer, in den bröcklichen Sandsteinen deutliche Bruchstücke von Trilobiten zu finden. Gestützt auf Beobachtungen in Wisconsin unterscheidet Owen sechs Trilobitenlager, die durch Schichten von 10 bis 150 Fuss Mächtigkeit von einander getrennt sein sollen, deren Existenz jedoch später von Hall in Zweifel gezogen worden ist. Im „magnesian limestone“ sind bis jetzt nur undeutliche, kaum erkennbare Abdrücke von Petrefakten gefunden. Es sind kleine Lingulae, Steinkerne von Einschälern, die *Euomphalus* und *Ophileta* verwandt sind, und Bruchstücke von ähnlichen Trilobiten wie im Sandstein. Das geologische Niveau des unteren Dolomits muss daher zur Zeit hauptsächlich aus seiner

Lage zwischen dem Potsdam-Sandstein und den Trenton-Schichten abgeleitet werden.

Bevor man die Mündung des St. Croix-Flusses erreicht, von wo an beide Ufer des Mississippi dem Staate Minnesota angehören, verschwindet der untere Sandstein, und die 200 bis 300 Fuss hohen Ufer bestehen gänzlich aus dem Dolomit, der die merkwürdigsten Auswaschungsformen zeigt und in seinen äusseren Contouren die mannigfaltigsten Abwechslungen darbietet. Die Hügel treten dann allmählig vom Wasser zurück und die Ufer verflachen sich. Bei Red Rock, 6 Meilen unterhalb St. Paul, sind die Hügel eine halbe Meile vom Flusse entfernt, während die Ufer sich nur wenige Fuss über dem Wasserspiegel erheben und eine fruchtbare, aber vielfachen Ueberschwemmungen ausgesetzte Ebene bilden. Dünne Platten des Dolomits sind noch zu beobachten; die Hügel bestehen jedoch schon aus den nächst höheren Gliedern des Silurs, den Aequivalenten des Trentons. Bei St. Paul sind diese an den Fluss herangetreten und bilden hier eine steile Felsenwand von 90 bis 100 Fuss Höhe. Von jetzt ab bleibt man in der Trentongruppe, bis oberhalb der Wasserfälle von St. Anthony, wo sämtliche Schichten unter einer mächtigen Diluvialdecke verschwinden.

Bei St. Paul zeigen die Ufer einen 65 Fuss mächtigen Sandstein, überdeckt von 15—25 Fuss Kalkstein, also gewissermassen eine Wiederholung der unteren Reihenfolge, nur in kleinerem Massstabe. Der Sandstein verdient jedoch kaum diesen Namen, indem ein Bindemittel vollständig fehlt und man in's Gestein wie in einen Sandhügel eingraben kann. Es ist eben nichts wie ein ungeheurer Haufen kaum zusammenhängender Quarzkörnchen, an einigen Stellen von seltener Reinheit und Durchsichtigkeit, weshalb der Sand schon von Owen's Assistenten Shumard zur Glasfabrikation empfohlen wurde. Die Wände dieses Sandes steigen blendend weiss aus dem Wasser empor und erreichen bei Fort Snelling, einer alten Befestigung gegen die Indianer an der Mündung des St. Peter-Flusses, ihre grösste Höhe von etwa 120 Fuss. Es ist mir nicht gelungen, in diesem Sande Versteinerungen aufzufinden, auch Owen und Winchell halten denselben für völlig versteinungsleer.

Es kommt dem Beobachter zuerst merkwürdig vor, dass ein so alter Sandstein, von Kalkschichten überlagert, so wenig Festigkeit besitzt, bis man den Schichtencomplex genauer betrachtet und zwischen Sand- und Kalkstein eine Mergelschicht entdeckt, durch welche die Zuführung eines kalkigen Bindemittels abgeschnitten sein muss. Schon im oberen Theile des Sandsteins lagern sich Mergelschnüre ein und erreichen unter den ersten Kalksteinschichten $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuss Mächtigkeit. Der Mergel hat eine schmutzig graublaue Farbe, braust stark mit Säuren, lässt sich trocken in länglich schaligen

Knoten abschlagen und wird unter Einwirkung von Wasser und Luft vollständig zu einem dicken Brei umgewandelt. Auch diese Schichten haben, so viel mir bekannt, noch keine Petrefakten geliefert.

Die Stadt St. Paul ist zum grössten Theil auf zwei Terrassen erbaut, von denen die untere aus dem St. Peter-Sandstein besteht, der durch nur wenige Fuss mächtige Kalksteinschichten überdeckt und gewissermassen festgehalten wird. Die obere Terrasse wird von der Hauptpartie des Trentons gebildet und darüber erhebt sich dann unmittelbar das Diluvium. Lang gestreckte Hügel, aus mächtigen Geröllen zusammengesetzt, die vorzugsweise aus zertrümmerten Kalksteinschichten bestehen, begrenzen die Stadt gegen Ost, Nord und Nordwest, während nach Süd und Südwest die Terrassen schroff abfallen. Vom jetzigen Flussbette sind diese durch einen Strich niedrigen, häufig überschwemmten Landes getrennt. Die unteren vielfach zerklüfteten und aus ihrer ursprünglichen Lage gebrachten Kalksteinplatten führen vorzugsweise *Strophomena alternata* Conrad. Die Klappen dieser grossen Muschel sind ähnlich wie in dem Cincinnati-Kalkstein in einzelnen Lagen massenhaft angehäuft und bedecken dann zu Hunderten die Schichtenflächen. Es sind dies die Producti, welche schon W. H. Keating, Geolog und Historiker der Long'schen Expedition in 1823, von Fort Snelling erwähnt*).

Ausserdem fanden sich in diesen untersten Schichten des Trentonkalksteins noch *Ctenodonta nasuta* Hall, übereinstimmend mit der Abbildung in Dana's Geology von 1864, sowie in den Geological Reports of Canada, franz. Ausgabe 1864, pag. 187 Fig. 166, *Bellerophon bilobatus* Sow. J. Hall Palaeontology of New York, Vol. I pl. 40 Fig. 3 und ein kleiner Schalenkrebs, wahrscheinlich *Leperditia fabulites*. Weiter flussaufwärts, bei Minneapolis, sammelte ich aus dieser nämlichen Schicht:

<i>Murchisonia bicincta</i> Hall . .	Pal. of N. Y. pl. 38 Fig. 5
<i>Pleurotomaria lenticularis</i> Conr.	„ „ „ „ „ 37 „ 6
<i>Subulites elongata</i> Conr.	„ „ „ „ „ 39 „ 5
	und Geol. Rep. of Canada, fr. Ausg. 1864 pag. 194 Fig. 179
<i>Orthoceras junceum</i> Hall	
<i>Orthis tricenaria</i> Conr. (auch bei St. Paul)	Geol. Rep. of Canada, fr. Ausg. 1864 pag. 176 Fig. 151.

Leider kommen die Petrefakten in dem sehr festen Gestein meistens nur als Steinkerne vor, und musste ich mit Ausnahme der *Strophomena alternata* die Bestimmung mit solchen vornehmen.

Am Fusse der oben erwähnten oberen Terrasse liegen mitten

*) Narrative of an expedition etc. under the command of Stephen H. Long pag. 319.

in der Stadt die Steinbrüche, welche das Baumaterial für St. Paul sowohl wie für mehrere andere Städte am Oberr-Mississippi liefern. Durch diese Brüche sind die nächstfolgenden dolomitischen Kalksteinschichten in 30—35 Fuss Mächtigkeit aufgeschlossen. Hier sind es feste, horizontale Bänke von bläulicher Farbe, hin und wieder dunkler gewölkt und durch ausgeschiedenen Kalkspath punktirt erscheinend. Petrefakten sind in diesem mittleren Theile des Trentons selten, mit Ausnahme von Abdrücken der Fucoiden (*Buthotrephis*), welche ich in mehreren Schichten beobachtete. Die Abdrücke stimmen am besten überein mit der Abbildung von *Buthotrephis* (*LicropHYCUS* Bill.) *succulens* Owen in Dana's Geology und in Hall's Pal. of New York Vol. I pl. 22 Fig. 2a. Einige grössere Formen mögen *Palaeophycus rugosus* Owen angehören, doch sind sie zu schlecht erhalten, um eine genaue Bestimmung zuzulassen. Ausser diesen Pflanzenresten fand ich bei meinen öfteren Besuchen dieser Steinbrüche nur noch Abdrücke von *Orthis tricenaria*, *Pleurotomaria* und *Lingula* sp.

Ueber dem blauen Kalkstein folgen 5 oder 6 Fuss thonige Mergelplatten von schmutzig gelber Farbe mit vielen, obgleich sehr schlecht erhaltenen Abdrücken von Petrefakten. *Strophomena* ist wieder eine häufige Erscheinung, ebenfalls *Orthis tricenaria* und *Murchisonia* sp. In Farbe und Beschaffenheit lassen sich die Mergelplatten kaum von den tiefsten, dem Sandstein unmittelbar überlagernden Schichten unterscheiden.

Die höchsten Schichten der Trentongruppe treten an den höher gelegenen Strassenabhängen der Stadt, welche bei meinem Aufenthalt daselbst noch wenig bebaut waren, unmittelbar unter den 60—70 Fuss hohen Geröll- und Sandanhäufungen hervor. Sie sind sehr reich an organischen Ueberresten, wenn auch die Formen nicht gerade mannigfaltig genannt werden können. Weiche, an der Luft zerfallende Mergelschiefer von schmutzig blauer Farbe wechseln mit dünnen, dichten, grobkrySTALLINISCHEN Kalksteinplatten ab. Der ganze Abhang ist von zerbröckeltem Mergel bedeckt, inmitten dessen dünne Kalksteinbruchstücke von ausgezeichnet krySTALLINISCHER Struktur umherliegen, welche förmlich von korallenähnlichen Bryozoën und kleinen Brachiopoden wimmeln. Die schönsten, zierlichsten Formen des paläozoischen Meeres liegen hier in unzähligen Exemplaren lose im Thon oder lassen sich ohne Mühe von der Oberfläche der Kalksteinbruchstücke ablösen. Bryozoën, Crinoïdenstiele, Kopf- und Schwanzschilder von Trilobiten mit kleinen Rhynchonellen, Terebrateln, Leptaena, *Orthis* und einzelnen Gastropoden bilden die Fauna.

Die nämlichen Petrefakten finden sich am jenseitigen Mississippi-Ufer; nur ist der Abhang stark bewaldet und sind hier die

oberen Schichten nicht aufgeschlossen. Man kann aber die Versteinerungen am Fusse der unteren Terrasse auflesen, indem jeder Regenguss dieselben in vielen Rinnsalen den Abhang hinunterschwemmt. An beiden Orten habe ich die nachstehenden Arten gemeinsam gefunden:

Stenopora (Chaetetes) fibrosa Goldf. spec.

Chaetetes lycoperdon Say.

Diese Bryozoen sind in Goldfuss Petrefakta Germ. Taf. 64 Fig. 9 und 10 als *Calamopora* abgebildet. Hall, Pal. of New York Vol. I pl. 24 Fig. 1 führt sowohl die verzweigte Form (*Ch. fibrosa*) als die halbkugelförmige (*Ch. lycoperdon*) als zu denselben Species gehörig auf, welche Ansicht ich nach den bei St. Paul gesammelten Exemplaren nur bestätigen kann. Die Cellenbildung ist bei beiden genau dieselbe, und Uebergänge beider Formen kommen häufig vor.

Petraia (Streptelasma) corniculum Hall. . . . (Pal. of New York pl. 25 Fig. 1)

Rhynchonella recurvirostra
Hall (" " " " " 33 " 5)

Rhynchonella increbescens
Hall (capax Conr.) . (" " " " " " " 13 a b c d p r s)
Geol. Rep. of Canada, fr. Ausg. 1864, Fig. 153

Dies ist die gewöhnlichste Brachiopode in den oberen Schichten. Die stark aufgeblasenen Varietäten dieser Species, wie sie bei Cincinnati und an anderen Lokalitäten des Trentons so häufig sind, habe ich jedoch nicht auffinden können, ebensowenig *Orthis lynx*, deren steter Begleiter in Ohio.

Strophomena deltoidea Conr. (Hall Pal. of N. Y. I pl. 31 Fig. 3)

" *sericea* Gow. (" " " " " " " 31 B " 2)

Orthis testudinaria Dalm. (Geol. Rapp. of Canada, fr. Ausg. 1864 S. 175 Fig. 144)

Chonetes lata.

Schizocrinus nodosus Hall . . (Pal. of New York I pl. 27)
Stielglieder in grosser Zahl

Leperditia spec.

Ptilodyctia spec.

Calymene senaria Conr. (*Blumenbachii*)

Iliaenus, Asaphus und *Phacops* Kopf- und Schwanzschilder.

Die Ueberreste von Trilobiten sind verhältnissmässig selten; es sind aber auch mehrere vollkommene Exemplare der *Calymene senaria* aufgefunden, wenn auch nicht annähernd so viele wie bei Cincinnati.

Sämmtliche Petrefakten werden von Logan aus den Trentonschichten Canada's, von Hall aus den gleichalterigen Bildungen in New York aufgeführt; auch sind die meisten wohl aus den Llandeilo flags Englands bekannt.

Hall*) erwähnt, dass man auch am Obern-Mississippi und an den St. Anthony-Wasserfällen die Unterabtheilungen der Trenton-Gruppe, wie sie im Osten der Vereinigten Staaten als Birdseye-Black River- und eigentlicher Trentonkalk entwickelt sind, und ihre eigenthümlichen Fossilien führen, unterscheiden kann. Was Minnesota betrifft, so muss dies wohl auf einen Irrthum beruhen, und es würde schwer halten, in dem Upper Magnesia limestone drei paläontologisch und petrographisch verschiedene Abtheilungen zu unterscheiden. Die Petrefakten weisen sämmtlich auf das Niveau des eigentlichen Trentonkalksteins und einige gehen wohl höher hinauf in die Hudson-Gruppe, finden sich jedoch nicht in tieferen Schichten der östlichen Staaten. Während die Mächtigkeit der Trenton-Gruppe in New York auf durchschnittlich 300 Fuss angegeben wird, beträgt die der über dem St. Peter-Sandstein vorkommenden, mit Mergelplatten wechsellagernden Kalksteinschichten, an verschiedenen Punkten in Minnesota nur 25 bis 50 Fuss.

Mit Sicherheit identificirt sind von den untersilurischen Schichten in den östlichen Staaten mit denen am Obern-Mississippi nur der Potsdam-Sandstein einerseits und der Trentonkalkstein andererseits. Die dazwischen liegenden, im Osten vorwiegend kalkigen Bildungen (Calcareous sandstone, Chacy-Birdseye- und Black River limestones) werden in Minnesota durch den unteren dolomitischen Kalkstein und den St. Peter-Sandstein vertreten, von denen ersterer bis jetzt nur undeutliche Steinkerne von Gasteropoden und Trilobiten geliefert hat, während der Sandstein sich als völlig versteinierungsleer erwies.

Im östlichen Theile von St. Paul erscheinen die flachliegenden Kalksteinschichten plötzlich abgebrochen, während der Sandstein gänzlich ausgewaschen ist. Ein sich bis zur nächsten Hügelreihe (Dayton's Bluff) erstreckender Raum von ungefähr einer Quadratmeile ist mit ungeheuren Schutthaufen angefüllt. Es ist ein Gemenge von Sand und Kalksteingeröllen, das von Wasserläufen vielfach zerrissen und durchschnitten wird. Auch an dem jenseitigen Ufer des Mississippi dehnen sich die nämlichen Bildungen bis an die silurischen Hügelreihen aus. Der Grösse und Menge der Gerölle nach zu urtheilen, müssen sich in früheren Zeiten die Gewässer von der die Stadt umgebenden Hochebene gewaltsam in diese Art Bucht ergossen haben und zwar bevor der Mississippi seinen Lauf durch die silurischen Schichten genommen hatte, da sonst die Fortsetzung am jenseitigen Ufer nicht zu erklären ist. Durch den tiefsten Theil dieser Schuttmassen laufen noch jetzt mit starkem Gefälle zwei Bäche, Phalen's Creek und Trout Brook. Dem Ersteren entlang windet sich die Eisenbahn nach dem Obern-See hinauf um das

*) Palaeontology of New York Vol. III pag. 12.

Niveau der Hochebene zu erreichen, während die St. Pauls Pacific-Bahn, von Westen kommend, den einzigen Zugang nach der Hauptstadt durch das Thal von Trout Brook fand und eine ungeheure Curve beschreiben muss, um ihren Bahnhof am Ufer des Flusses zu erreichen. Es wird dies ebenfalls der einzige Weg sein, den die grosse Northern Pacific-Bahn zu nehmen hat, um sich mit den Linien nach Chicago und New York zu verbinden, und der während der Wintermonate ihre einzige Communication mit dem Osten bilden wird.

Sechs Meilen oberhalb St. Paul ergiesst sich der aus den Seen an der Grenze Dakota's kommende Minnesota- oder St. Peter-Fluss in den Mississippi. An seinen Ufern treten wieder Potsdam-Sandstein und Unterer Dolomit auf. Die Ufer bleiben jedoch viel niedriger wie die des Mississippi und der untere Sandstein erreicht nur 30 bis 40 Fuss Mächtigkeit. Die höheren Glieder des Unter-Silurs haben in diesen Gegenden früher eine bedeutend grössere Ausdehnung gehabt, wie dies jetzt der Fall ist, was durch die leichte Zerstorbarkeit des St. Peter-Sandsteins sehr leicht einzusehen ist. Isolirte Partien dieser Schichten sind an vielen Stellen des südöstlichen Minnesota's nachgewiesen, und der feine Sand, der an den Ufern des St. Peter River eine grosse Ausdehnung hat, rührt von dem zerstörten Sandstein her.

Zwischen den Städten Minneapolis und St. Anthony, welche einander gegenüber liegen, bildet der Mississippi einen Wasserfall, der in ähnlicher Weise wie der Niagara, nur weit schneller wie dieser, in stetem Rückgange begriffen ist. Der weiche Sandstein ist der Einwirkung des strömenden Wassers unaufhaltsam ausgesetzt, er wird ausgewaschen, die überlagernden Kalksteinschichten zerbrechen in grossen Platten und stürzen ein. Dieses Verhältniss kann überall in der Nachbarschaft der Fälle beobachtet werden und wiederholt sich in kleinerem Massstabe bei jedem Bache, der sich in den Mississippi ergiesst, wodurch eine Anzahl reizender kleiner Wasserfälle gebildet wird. Inmitten des Flussbettes sind die Kalksteinplatten in wildem Durcheinander hinunter gestürzt. Die Fälle sind jetzt nur noch 20 Fuss hoch; als sie noch bei Fort Snelling waren, muss das Wasser wenigstens 140 Fuss tief gefallen sein. Man versucht jetzt durch die Anlage von Dämmen, Kanälen und Schleusen das Gefälle an Ort und Stelle zu erhalten, indem sowohl St. Anthony wie Minneapolis Fabrikstädte sind und das Bauholz aus dem nördlichen Theile des Staates hier in einer Anzahl Mühlen gesägt wird.

Der Trentonlimestone ist das jüngste Glied der silurischen Formation, welches ich mit Sicherheit an den Ufern des Mississippi aufgefunden habe. Im südlichen Minnesota scheinen auch noch die Aequivalente der Hudson- und Clintonbildungen vertreten zu sein. In einem amerikanischen pädagogischen Monatsblatte erwähnt W.

D. Hurlbut*) vom Ufer des Root-River 140 Fuss mächtige Thonschiefer und Schieferthone, welche dem Trentonkalke aufgelagert sind und wieder von 100 bis 150 Fuss starken Sandsteinschichten überdeckt werden. Ich habe bis jetzt noch nichts Näheres über diese Schichten erfahren können und da keine Petrefakten aus denselben erwähnt werden, bleibt ihre Stellung immerhin fraglich, obgleich es wahrscheinlich ist, das bei dem südlichen Einfallen der Schichten die jüngeren Glieder des Silurs, welche in Jowa bekannt sind, auch schon nördlich von der Grenze anstehen.

Die archäische Formation am Obern-Mississippi.

Von St. Anthony nördlich sind die älteren Bildungen über eine Ausdehnung von 60 Meilen vom Diluvium überdeckt und die Ufer des Mississippi zeigen keine Aufschlüsse**). Wenige Meilen unterhalb St. Cloud und Sauk Rapids erreicht man das Gebiet der krystallinischen Gesteine. Die Lagerungsverhältnisse der sedimentären Formationen in Hinsicht auf die daselbst auftretenden granitischen Gesteine sind leider nicht wahrzunehmen. Am weitesten südlich fanden sich granitische Gesteine am Sauk River, einem der bedeutendsten Zuflüsse des Mississippi in dortiger Gegend. Auch zwischen beiden Flüssen steigen mitten im Urwalde plötzlich niedrige Granitfelsen auf. An den Ufern des Mississippi selbst ist so weit südlich kein anstehender Granit vorhanden; der Zug krystallinischer Gesteine scheint deshalb von Nordnordost nach Südsüdwest zu verlaufen. Er bildet niedrige Hügelreihen und flach abgerundete Klippen, welche sich unmittelbar aus der sumpfigen Ebene erheben. Der Mississippi bleibt 20 Meilen in diesem Gebiete — nördlich davon wird eine gleich breite Zone krystallinischer Schiefer angetroffen.

Die massigen krystallinischen Gesteine vom Obern-Mississippi und vom Sauk River zeigen eine grosse Verschiedenheit in ihrer Ausbildung. Zunächst sind es Syenit-Granite (glimmerführende Amphibolgranite***), welche theils längere, abgerundete, sanft ansteigende Hügel, theils niedrige Felsen bilden. Vorwiegend in diesen Gesteinen ist ein bläulichweisser, durchscheinender Feldspath (Orthoklas), der dem Gestein seine bläuliche Farbe verleiht. Die Hornblende ist von dunkelgrüner Farbe und kommt in unregelmässig begrenzten Partien vor. An den Rändern sind diese von schwarzen Glimmerblättchen

*) Minnesota-Teacher Februar 1871.

**) Die Stellen, wo D. D. Owen, Report of a geol. Survey u. s. w. Plate 3 N. Section 7 zwischen Crow River und Sauk Rapids Granit und Schiefer verzeichnet, habe ich trotz eifrigen Suchens nicht auffinden können, dagegen viele grosse Gerölle und erratische Blöcke von krystallinischem Gestein, welche wohl früher für anstehend gehalten worden sind.

***) H. Rosenbush. Ueber granitische Gesteine in der Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. XXVIII Bd. 2. Heft S. 370 u. 371.

überdeckt, welche die Hornblende Partien öfter ringsum begrenzen und offenbar aus derselben entstanden sind. Selbständig tritt der Glimmer nicht gerade häufig auf; Quarz ist in sehr kleinen Körnchen überall zu erkennen; ebenfalls fehlt der Plagioklas nie. In kurzer Entfernung der stark bewaldeten, aus diesen Gesteinen bestehenden Hügeln ragen aus sumpfigen Wiesen niedrige Felskuppen hervor, welche aus Syenit bestehen. Der Feldspath ist röthlicher Orthoklas mit mehr Hornblende; Quarz und Glimmer sind sehr spärlich vertreten, letzterer tritt stets in Verbindung mit der Hornblende auf.

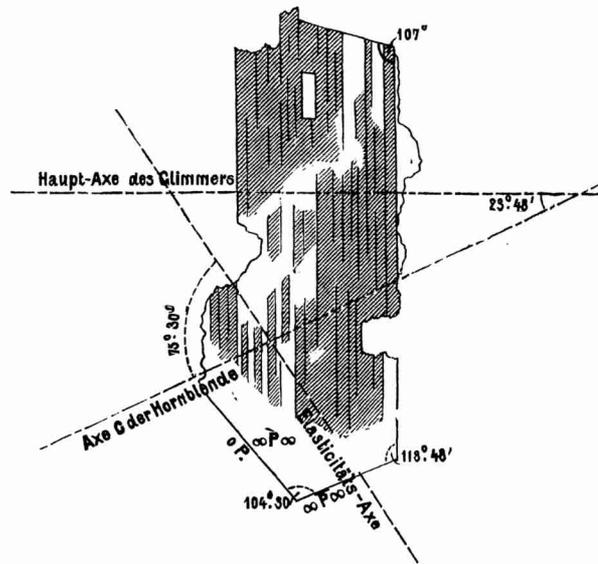
Ein sehr schöner Syenit-Granit bildet die Felsenriffe an der Mündung des Sauk-Flusses, welche hier die Stromschnellen, die sogenannten Sauk Rapids, verursachen. Es ist ein buntes Gestein, in dem manchmal blauer, manchmal rother Feldspath überwiegt. Es enthält stets zweierlei Feldspathe — neben rothem und blauem Orthoklas, in bedeutender Menge grünen Plagioklas mit ausgezeichnete Streifung; schwarze Hornblende, wenig Glimmer und Quarz. Die Hornblende ist stellenweise in fussgrossen Partien ausgeschieden. Drei schmale, parallele Gänge eines dunkeln, feinkörnigen Gesteins setzen senkrecht mit scharfer Begrenzung durch den Syenit und sind auch am jenseitigen Ufer zu verfolgen. Hier wird das Nebengestein jedoch merkwürdigerweise nicht von Syenit gebildet, sondern von einem äusserst harten Granitporphyr mit grossen Feldspathkrystallen, dessen Art des Auftretens im Syenit nicht weiter zu ermitteln war. Unter der Lupe löst sich die Grundmasse des schwarzen Ganggesteins schon in ein Gemenge eines Feldspathes und eines augitischen Minerals auf: porphyrtartig sind sehr schöne feingestreifte Feldspathleisten ausgeschieden. Die mikroskopische und chemische Untersuchung hat die Zugehörigkeit dieses Gesteins zu den Melaphyren dargethan*).

Sechs Meilen weiter nördlich, bei dem kleinen Orte Watab (früher ein bedeutender Punkt für den Handel mit den Indianern) treten wieder andere Gesteine auf. Die Hügel werden hier höher und ausgedehnter, zu gleicher Zeit aber auch stärker bewaldet und die Aufschlüsse undeutlicher. Die von Watab mitgebrachten Gesteine bestehen aus Quarz- und Augit führendem Diorit neben Syenitgranit und mehreren hornblendefreien Granitvarietäten. Leider sind die Aufschlüsse hier zu mangelhaft, um auf die Beziehungen dieser

*) In Leonhard's Jahrbuch 1877 Heft 1, 2 u. 3 sind die mikroskopischen und chemischen Verhältnisse der von mir aus Minnesota mitgebrachten massigen krystallinischen Gesteine, deren Untersuchung mein hoch verehrter Lehrer Hr. Professor Streng in Giessen, schon vor längerer Zeit die Güte hatte zu übernehmen, ausführlich besprochen und in Verbindung mit den Lagerungsverhältnissen, insoweit dieselben zu ermitteln waren, erörtert, weshalb ich hier nicht näher auf dieselben eingehe.

Gesteine unter einander schliessen zu können. Nur erhält man an Ort und Stelle den Eindruck, dass die granitischen Gesteine gangförmig in den Quarzdioriten auftreten und diesen eine grössere Verbreitung wie ersteren zukommt.

Ein feinkörniges Gestein von Watab, welches in der auf S. 22. Anm. erwähnten Abhandlung in Leonhard's Jahrbuch nicht mit aufgenommen ist, vielfach von Feldspathschnüren durchsetzt wird und schon unter der Lupe viel farblosen Feldspath und fettglänzenden Quarz mit einem schwärzlichen Mineral (Hornblende?) und wenig tombakbraunen Glimmerblätchen zeigt, ergab mikroskopisch folgende Verhältnisse. In einer wasserhellen, nur stellenweise getrübbten Grundmasse liegen grüne und braune Krystalloide. Beide sind stark pleochroitisch — die grünen werden gras- bis gelbgrün und zeigen wenig Absorption, die braunen spielen in dunkelbraunen bis hellgelbbraunen Farben mit starker Lichtabsorption. Die regelmässig sechsseitigen Durchschnitte letzteren Minerals bleiben bei gekreuzten Nicols vollständig dunkel; die rechteckigen Querschnitte polarisiren lebhaft und zeigen lamellare Absonderung. Das grüne Mineral hat die Spaltbarkeit der Hornblende, das braune ist Glimmer. Hornblende und Glimmer sind öfter verwachsen, was bei der verschiedenen Farbe sehr deutlich hervortritt.



Die schattirten Partien sind Glimmer-Lamellen. Die Zahlen und Zeichen beziehen sich auf die Hornblende.

Meistens liegt der Glimmer an den Rändern der Hornblende-partien und umgibt dieselben mehr oder weniger regelmässig. In einem Falle war eine sehr hübsche Verwachsung einer 0,8 mm langen und 0,3 mm breiten Hornblende mit Glimmerlamellen zu sehen, wie sie vorstehende Figur darstellt. Durch Winkelmessungen und die Lage der Auslöschungsrichtung lässt sich constatiren, dass die Hauptaxe des Glimmers mit der Axe C der Hornblende hier einen Winkel von ca. 23° bildet.

Die helle Grundmasse löst sich im polarisirten Licht auf in deutlich individuell ausgebildeten Feldspath und in Quarz, lebhaft polarisirend und wie das Bindemittel zwischen den Feldspathen bildend. Letztere sind meistens Zwillinge, theilweise trübe, theils pellucid; einige gestreift, andere nicht. Manchmal zeigt von zwei oder drei in Zwillingstellung stehenden Individuen, das eine Streifung, die anderen polarisiren einheitlich. Orthoklas ist entschieden vorherrschend. Quarz und Feldspath sind durchspickt von langen nadelförmigen Mikrolithen, die sämmtlich farblos und pellucid sind und das Ansehen von Apatitnadeln haben. Diese Nadeln, deren ungeheure Menge auffällt, durchsetzen ebenfalls die Hornblende- und Glimmerkrystalle. Sie zeigen bei starker Vergrösserung deutliche Polarisation, sind vielfach zerbrochen und dann meistens schwach eingeschnürt.

Das Gestein wird von Feldspathadern durchsetzt, welche vorzugsweise aus trübem Orthoklas bestehen, jedoch ebenfalls einzelne Plagioklase und unregelmässig begrenzte Quarzkörner aufweisen. Merkwürdigerweise fehlen hier die Apatitnadeln. Ausserdem lieferte das mikroskopische Bild nur noch einzelne winzige rothbraune trübe Durchschnitte, die doppelt brechend sind und Titanit sein mögen. Ausserdem ist Schwefelkies eingesprengt.

Dieses Gestein ist nach alledem ein sehr feinkörniger magnesia-glimmerführender Amphibolgranit mit mehr Hornblende, wie die übrigen granitischen Gesteine vom oberen Mississippi sonst aufweisen.

Ausserdem giebt es bei Watab auch Melaphyre, welche zu den Syenitgraniten und Dioriten dieselbe Stellung einnehmen dürften, wie bei Sauk Rapids. Nur ist hier das Terrain schwieriger zu durchforschen und die starke Bewaldung, welche nur einzelne Aufschlusspunkte gewährte, machte es unmöglich, bei der beschränkten Zeit, welche ich diesem Punkte widmen konnte, ein gangförmiges Auftreten, wie es bei Sauk Rapids deutlich blossgelegt ist, direkt nachzuweisen. Die von Watab mitgebrachten Melaphyre sind sehr hart und dicht, unter der Lupe von durchaus felsitischem Ansehen, und erst das Mikroskop hat den triklinen Feldspath, den grünlichen, zum Theil schon umgewandelten Augit, sowie Magneteisen nachgewiesen.

Man hat in den letzten Jahren an mehreren Stellen des oben beschriebenen Zuges krystallinischer Gesteine Steinbrüche eröffnet und fängt jetzt ziemlich allgemein an, sie zu grösseren Bauten zu verwenden, was bis dahin nur mit dem blauen Kalkstein von St. Paul und St. Anthony der Fall war. Das schöne Gebäude des Steueramtes in St. Paul ist theilweise aus dem Syenit-Granit erbaut, den ich oben aus der Nachbarschaft von St. Cloud beschrieben habe. Bei Sauk Rapids ist der bunte Syenit zum Bau eines Dammes und zu Brückenpfeilern verwendet worden. Weiter nördlich eröffnete man einen Steinbruch in einem schönen, grobkörnigen, weissen Granit. Der weit überwiegende Orthoklas ist sehr frisch und hat eine blendend weisse Farbe. Ihm an Menge zunächst ist der Quarz in graugefärbten Körnern, dann schwarzer Glimmer. Dieses Gestein ist als weisser Granit von Watab bekannt und wird, sobald die Eisenbahn, welche auch jetzt noch nicht weiter wie Sauk Rapids geht, weiter fortgeführt sein wird, vielfach nach Chicago und St. Louis zu grösseren Bauten verschifft werden.

Im ganzen Mississippi-Thale, von New-Orleans bis nach St. Cloud, treten keine krystallinischen Gesteine auf, und hat man bis jetzt nur Kalk- und Sandstein, theilweise von recht untergeordneter Qualität, als Baumaterial benutzt. Die Gewinnung der krystallinischen Gesteine vom obern Mississippi verspricht in der Zukunft für Minnesota ein bedeutender Industriezweig zu werden, um so mehr, weil sie eine schöne Politur annehmen und daher auch eine monumentale Anwendung finden können.

Nördlich von Watab liefern die Ufer des Mississippi über eine Entfernung von 20 Meilen wieder keinerlei Aufschlüsse. Bei dem Dorfe Little Falls, welches 27 Meilen von der Mündung des Sauk River entfernt ist, nimmt der Fluss seinen Weg durch eine breite Zone von Glimmerschiefern und krystallinischen Thonschiefern, die zum Theil als gute Dachschiefer ausgebildet sind. Die steil aufgerichteten Schichten fallen 65 bis 72° nach Nordwesten ein, wogegen die Schieferung ein entgegengesetztes Einfallen von 70 bis 80° hat*).

Das Hangende des Schiefercomplexes besteht aus Dachschiefer, das Liegende aus den jetzt näher zu beschreibenden Glimmerschiefern, dazwischen liegen glimmerreiche Thonschiefer. Da die südlich vom Orte vorherrschenden Schiefer durch die feine Vertheilung der Glimmerblättchen das Aussehen eines feinkörnigen grauen Gneiss haben, und es von grosser Wichtigkeit war, zur Vergleichung mit anderen archaischen Gegenden die Anwesenheit oder das Fehlen

*) Diese Neigung der Schieferung ist von Owen l. c. S. 166 als das Einfallen der Schichten angegeben. Die Schichten-Klüfte waren jedoch deutlich wahrzunehmen und ausserdem noch durch parallele Bänder von milchweissem Quarz bezeichnet.

dieses Gesteins am Mississippi zu constatiren, liess ich von dem Glimmerschiefer zwei Schliche anfertigen, einen Schliff parallel mit und einen senkrecht zu der Schieferung. Unter dem Mikroskope zeigen sich im ersten Schliff in einer farblosen, pelluciden Grundmasse die Glimmerblättchen vorwiegend mit sechsseitigen Umrissen von dunkelbrauner Farbe. Diese bleiben bei gekreuzten Nicols dunkel; während die unregelmässig vier- und rechteckigen länglichen Querschnitte hellere Farbe, starken Pleochroismus und deutliche lamellare Zusammensetzung zeigen. Im zweiten Schliff liegen die grösseren länglichen, gestreiften Glimmerdurchschnitte in mehr oder weniger parallelen Zügen, zwischen denen noch eine viel grössere Zahl äusserst winzige Glimmerlamellen sichtbar sind, welche ihrer Kleinheit wegen farblos erscheinen und keinen Pleochroismus mehr wahrnehmen lassen. Blättchen parallel *oP.*, die zwischen gekreuzten Nicols dunkel bleiben, sind auch noch, obgleich spärlicher, vorhanden.

Die Grundmasse löst sich im polarisirten Licht und namentlich bei gekreuzten Nicols in lauter regelmässig-polyedrische, an einander gereihete Quarzdurchschnitte von gleicher Grösse auf. Das Bild ist am besten mit einem Mosaikboden zu vergleichen, und ist es recht interessant, dass beide Schliche in dieser Beziehung vollkommen dasselbe Bild liefern, wodurch so recht dargethan wird, dass das schiefrige Gefüge einzig und allein durch die Lage der Glimmerblättchen bedingt wird.

Die Quarzdurchschnitte sind verhältnissmässig arm an Hohlräumen, während ich Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle bei 475 facher Vergrösserung nur ganz vereinzelt auffinden konnte.

Ausser Quarz und Glimmer enthüllt das Mikroskop in diesem Schiefer nur noch Magneteisen-Körnchen, während von Feldspath keine Spur aufzufinden ist, eben so wenig wie von Apatit. Das Fehlen des Feldspathes zeigt daher, dass wir es hier mit einem echten Glimmerschiefer zu thun haben, obgleich das Gestein von mir früher als ein Gneiss ähnliches aufgefasst und erwähnt wurde*). Die grosse Rolle, welche der Gneiss sonst sowohl in Amerika wie in Europa in der archaischen Formationsgruppe spielt, macht das Fehlen desselben am obern Mississippi recht auffällig und lässt vermuthen, dass er später noch unter der Diluvialdecke wird aufgefunden werden.

In Verbindung mit diesem Glimmerschiefer und wahrscheinlich lagerförmig, treten die an vorerwähnter Stelle ausführlich beschriebenen diallaghaltigen Dioriten auf, welche dort als Augitdiorit bezeichnet worden sind.

*) Vergl. Leonhard's Jahrbuch 1877 p. 36. Ueber die krystallinischen Gesteine von Minnesota in Nord-Amerika. Von A. Streng und J. H. Kloos.

Der Diorit steigt südlich vom Dorfe in niedrigen, schroffen Felsen unmittelbar an Mississippi-Ufer empor. Am Fusse derselben mündet ein Bach, und dessen Bett hinaufgehend, stösst man alsbald wieder auf Diorite, welche noch mehr Diallag enthalten, und viel feinkörniger sind. Die beiden Stellen, wo diese Gesteine zu Tage treten, sind durch niedrigen sumpfigen Boden getrennt, aber nur wenige hundert Schritte von einander entfernt, weshalb ein Zusammenhang ohne Trennung durch Schiefer wahrscheinlich ist. Auch sind in Handstücken Uebergänge zu beobachten, indem in beiden Gesteinen die charakteristischen von Hornblende umrandeten Diallagkrystalle auftreten.

Den krystallinischen, glimmerreichen Thonschiefern sind kleine linsenförmige Partien eines grobkrystallinischen, hornblendereichen Gesteins eingelagert, welches ebenfalls durch die chemischen und mikroskopischen Untersuchungen sich als Quarzdiorit herausgestellt hat. Sie liegen parallel der Schieferung, welche sich ihren Contouren anschmiegt, messen von wenigen Zoll bis über zwei Fuss und führen namentlich nach dem Rande hin kleine Granaten in grosser Anzahl, während das Innere einen Hohlraum darstellt, dessen Wände oft von Quarzkryställchen bekleidet sind*).

Nördlich von Little Falls verschwinden die Gesteinsschichten wieder unter der sandigen Prairie; bald werden die Ufer stark bewaldet und liefern keinerlei geologischen Aufschlüsse. Erst 90 Meilen weiter nördlich, an den Pokegama-Wasserfällen, ist wieder anstehendes Gestein zu beobachten. Es sind dies Bänke eines grobkörnigen Sandsteins oder Quarzits, dessen Alter bis jetzt nicht ermittelt worden ist.

Die krystallinischen Gesteine des Sauk-Thales.

Der Sauk River, im Vorhergehenden schon öfter erwähnt, durchschneidet den Zug krystallinischer Gesteine, von denen wir oben diejenigen kennen lernten, welche an seiner Mündung auftreten, von West nach Ost. Vom Mississippi ausgehend, erreicht man die ersten Aufschlüsse $3\frac{1}{2}$ Meilen westlich; es sind wieder niedrige Felsen eines rothen Magnesiaglimmer und Amphibol führenden Granites. Man bleibt jetzt 25 Meilen zwischen langgezogenen stark bewaldeten Rücken, welche aus granitischen Gesteinen bestehen. Die Zwischenräume werden vom Diluvium angefüllt, welches eine Reihenfolge von sandigen Prairien hat entstehen lassen. Die besten Aufschlüsse findet man bei den Dörfern Rockville, wo ein sehr grobkörniger Granit eine grosse Verbreitung hat, und Cold Spring,

*) Ueber die krystallinischen Gesteine von Minnesota von A. Streng und J. H. Kloos, in: Leonhard's Jahrbuch 1877 p. 36.

wo sich zu diesem eine feinkörnige, porphyrtartige Varietät gesellt. Der grobkörnige Granit, verschieden von irgend einem am Mississippi auftretenden, bildet bis zu Richmond das herrschende Gestein; wo er nicht anstehend zu beobachten ist, giebt er sich doch in den Bächen und an den Abhängen durch einen groben Gruss zu erkennen, der aus grossen Orthoklaskrystallen, Quarzbruchstücken und stark aufgelöstem Glimmer besteht. Bei Richmond trifft man wieder auf dunkle feinkörnige augitführende Diorite, deren chemische Zusammensetzung, mikroskopische Verhältnisse und Lagerung in der vorerwähnten Abhandlung ausführlich besprochen sind*).

Westlich von Richmond lassen sich die Gesteine nicht mehr verfolgen. Das Dorf liegt an der Grenze der unabschbaren westlichen Prairien, wo man alle geologischen Untersuchungen aufgeben muss. Nur an einem Punkte, beim Dorfe Sauk Centre 43 Meilen westlich vom Mississippi, wird eine wellenförmige Anschwellung der Erdoberfläche durch einen flachen Rücken krystallinischer Gesteine gebildet. Ein kleiner von den deutschen Bauern zur Gewinnung der Steine für die Fundamente ihrer Häuser angelegter Bruch hat zwei verschiedene Gesteine blossgelegt: einen Granit der zum ersten Male eine etwas gneissartige Struktur besitzt und einen quarzführenden Diorit. Der ganze Aufschluss ist nur 60 bis 70 Fuss breit und verschwindet nach allen Richtungen unter der wellenförmigen Grasflur.

Es ist unzweifelbar, dass die krystallinischen Gesteine vom Mississippi und Sauk River der laurentischen Formationsgruppe angehören und dass die oben beschriebenen Vorkommnisse nur vereinzelte Beobachtungspunkte bilden in einem breiten Zuge dieser Formation, welcher Minnesota von Nord nach Süd durchsetzt. Der Zusammenhang mit dem ausgedehnteren Auftreten von laurentischen Gesteinen im Norden des Staates ist allerdings bis jetzt erst Vermuthung und wird dies auch wohl noch längere Zeit bleiben. Ob die krystallinischen Schiefer bei Little Falls ebenfalls zu den laurentischen Gesteinen zu rechnen sind oder bereits das Huron repräsentiren, muss vorläufig ebenfalls dahingestellt bleiben. Von den laurentischen Bildungen, wie diese in Canada und Michigan, nördlich und südlich von den grossen Seen, entwickelt sind, unterscheidet sich das Vorkommen am Mississippi namentlich durch das Fehlen von Gneiss und krystallinischen Kalksteinen, obgleich das Vorhandensein letzterer in dortiger Gegend angedeutet ist durch grosse Gerölle, welche ich namentlich nördlich vom Sauk River angetroffen habe. Auch mit der huronischen Gesteinsgruppe, wie dieselbe nörd-

*) Leonhard's Jahrbuch. 1877. S. 37 und 118. Vergl. auch meinen Aufsatz in Silliman's Journal. 1872. pag. 18—20.

lich von Lake Huron auf canadischem Boden entwickelt ist, stimmt der Schiefercomplex bei Little Falls nicht überein, indem die mächtigen Conglomerate fehlen, die in den geologischen Rapporten von Canada erwähnt werden*). Auch besitzt das Huron im östlichen Minnesota, wie wir unten sehen werden, eine verschiedene Entwicklung, welche mehr mit den Schichten gleichen Alters in Wisconsin und Michigan übereinstimmt.

In südlicher Richtung ist der laurentische Zug erst wieder am St. Peter River, in einer Entfernung von 70 Meilen, anzutreffen. Owen beschreibt von dort, zwischen der Mündung des Cottonwood-Flusses und der des Redwood, über eine Ausdehnung von 45 Meilen granitische und syenitische Gesteine. Diese sind in neuerer Zeit ausführlicher von N. H. Winchell in seinem zweiten Rapport beschrieben worden. An einigen Stellen scheinen sie eine gneissartige Struktur anzunehmen und in Hornblendeschiefer überzugehen**). Die Aehnlichkeit des Granites mit dem bei St. Cloud hebt er an mehreren Stellen hervor. In der Nähe von Granite-Falls und Patterson Rapids am St. Peter-Flusse wird der Granit von „trap“ und Grünsteingängen durchsetzt, welche über eine Entfernung einer halben Meile verfolgt werden können***).

Die Gegend zwischen den Sauk- und St. Peter-Flüssen liefert keine Aufschlüsse. Sie besteht theils aus dichtem Urwalde, theils aus hügeliger Prairie und ist ungeheuer reich an Seen. Der Zusammenhang der krystallinischen Gesteine nördlich und südlich wird noch wahrscheinlicher, wenn man die Terrainverhältnisse in's Auge fasst. Während das erste Plateau am Mississippi, östlich von dem vermeintlichen laurentischen Zuge, eine absolute Höhe über dem Meeresspiegel von 750 bis 800 Fuss hat und im Westen die Red-Riverprairien durchschnittlich in einer Höhe von 825 Fuss liegen, beträgt die Erhebung über dem Meeresspiegel der Hochebene im Streichen des Granitzuges, wie die Vermessungen für die St. Pauls Pacific-Eisenbahn dargethan haben, 1100 bis 1250 Fuss.

Whittlesey und Norwood, die Assistenten Owens, von ihm mehr speciell mit der Untersuchung des Innern Minnesota's betraut, haben ebenfalls das Vorhandensein eines Zuges krystallinischer Gesteine angenommen, der quer durch Minnesota geht und vom Mississippi sowie von mehreren seiner Zuflüsse durchschnitten wird. Winchell

*) Im Rapporte von 1864 der canadischen geologischen Commission werden vom Flusse Thessalon, nördlich vom Huron-See, an der Basis des huronischen Systems, Chloritschiefer erwähnt, welche mit Dioriten wechsellagern und daher mit dem Mississippi-Vorkommen grössere Analogie darzubieten scheinen.

**) Auch Professor Hall hat den gneissartigen Charakter dieser Gesteine hervorgehoben.

***) Second annual report on the geological and natural history Survey of Minnesota p. 160 ff.

ist auch damit einverstanden und hat auf seiner allerdings höchst hypothetischen Karte eine breite Zone granitischer und metamorphischer Gesteine in Zusammenhang mit dem nördlichen Theile des Staates verzeichnet.

Soweit, wie unsere jetzige Kenntniss der geologischen Beschaffenheit Minnesota's sich erstreckt, kann man daher nur sagen, dass alle Andeutungen über die Existenz einer Erhebung der laurentischen Formation im Innern des Staates vorhanden sind; dass dieselbe jedoch nur an den Ufern der grösseren Flüsse aufgeschlossen ist und fast über ihre ganze Erstreckung durch ein stark entwickeltes Diluvium überdeckt und vorläufig den geognostischen Beobachtungen entzogen wird. Auch vom Huron lässt sich das Vorhandensein an beiden Seiten der massigen krystallinischen Gesteine bis jetzt nur vermuthen. Sowie einerseits die Schiefer von Little Falls dazu vielleicht zu rechnen sind, so betrachtet Professor Hall die metamorphischen Sandsteine und rothen Quarzite, welche im südwestlichen Minnesota eine grosse Verbreitung haben und daselbst die Pipestone- oder Catlinite-Schichten enthalten, als ein Aequivalent des Hurons aus der Nachbarschaft des Oberen-Sees.

Dasselbe gilt ebenfalls von der ganzen Reihenfolge des Silurs, welche Winchell (sogar mit devonischen Schichten) auf seiner Karte in schönster Ordnung westlich von der granitischen und metamorphischen Zone verzeichnet*). Wie Winchell selbst dazu bemerkt**), beruht diese Annahme einzig und allein darauf, dass Professor Hind, von der canadischen geologischen Aufnahme, auf seiner Karte der englischen Besitzungen nördlich von Minnesota, ebenfalls die verschiedenen Abtheilungen des Silurs und Devons in Streifen von Nord nach Süd dem Red River entlang gezeichnet hat und dass diese bis an den 49. Breitengrad, die Grenze mit den Verein. Staaten von Nordamerika gehen***).

Aber auch hier sind dieselben ideal, denn der südliche Theil des Winnipeg-Distriktes ist wie das nordwestliche-Minnesota von einer mächtigen Diluvialdecke überdeckt und die tiefsten Brunnen gehen höchstens bis in die Schieferthone der Kreideformation. Meines Wissens ist nirgendwo am Red River, soweit dieser im Gebiete der Vereinigten Staaten fliesst, anstehendes älteres Gestein vorhanden und dasselbe gilt für eine Erstreckung von wenigstens 60 Meilen weiter nördlich. Allerdings erwähnt Owen, dass er am oberen Laufe des Red Rivers einen Kalkstein mit untersilurischen Petrefakten zwei

*) Die Karte erschien als „Preliminary geological Map of Minnesota“ mit seinem ersten Rapporte.

**) S. 94 und 109 des ersten Rapports.

***) Der Rapport von Professor H. Y. Hind über die Assiniboine und Saskatchewan-Distrikte von Englisch-Amerika erschien in 1859.

bis drei Fuss über dem Niveau des Wassers anstehend gefunden hat. Ich habe jedoch vergebens nach dieser Stelle gesucht und bin stark geneigt zu glauben, dass der amerikanische Geolog ein Kalksteingeschiebe mit Petrefakten der Trentonformation für anstehendes Gestein gehalten hat. Das Auftreten einer grossen Mächtigkeit von Geschiebediluvium in der betreffenden Gegend (Ausläufer der später zu erwähnenden Leaf Hills) macht dies sehr wahrscheinlich*). Sollten spätere Beobachtungen die Richtigkeit von Owen's Angaben bestätigen, so wäre allerdings dadurch für unsere Ansichten über den Bau der Erdkruste in diesem schwer untersuchbaren Theile Nord-Amerika's ein grosser Anhaltspunkt gewonnen.

Die cretaceische Formation im Sauk-Thale.

Bei dem Dorfe Richmond am Sauk River, wo die granitischen und dioritischen Gesteine der laurentischen Zone unter den diluvialen Ablagerungen gänzlich verschwinden, hat der Fluss 30 Fuss tief in die Prairie eingeschnitten. In den steilen Ufern fand ich Gesteinsschichten, wie ich sie bis jetzt in Minnesota nicht angetroffen und die mich sofort vermuthen liessen, dass man es hier mit Ablagerungen einer jüngeren Formation zu thun habe. Es sind plastische Thone von vorherrschend dunkelblauer Farbe mit einzelnen blendend weissen und gelben Streifen. Unter diesen dunklen Thonen tritt ein Kaolinlager mit Bruchstücken von zersetztem Granit hervor und wenige Fuss über dem Lager bemerkt man einen Streifen einer sehr unreinen Braunkohle. Die Schichten liegen scheinbar horizontal; nur das Kaolinlager hat ganz unregelmässige Umriss und macht von vornherein den Eindruck einer mantelförmigen Umhüllung des darunterliegenden Gesteins, welches jedenfalls Granit ist, indem dieser in kurzer Entfernung zu Tage ausgeht**).

Die Abhänge des Flusses geben nur mangelhaften Aufschluss über das Alter dieser Bildungen. Trotz eifrigen und langen Suchens lieferte mir der plastische Thon ausser einigen winzigen Bruchstücken von Muschelschalen nur einen einzigen kleinen Zahn von *Corax*

*) Diese Angabe Owen's findet sich auf S. 173 seines Report of a geological Survey u. s. w. Der Beschreibung nach läge die Stelle ungefähr 50 Meilen (dem Fluss entlang gemessen) von Otter Tail Lake und daher 10 bis 12 Meilen oberhalb Breckinridge, dem Endpunkte der St. Pauls Pacific-Eisenbahn.

Auf seiner Karte ist die Stelle wenigstens 15 Meilen weiter flussabwärts angegeben.

***) Winchell fand später an mehreren Stellen am St. Peter-Flusse, dass ein Kaolinlager zwischen den granitischen Gesteinen und den Schieferthonen und sandigen Bildungen auftritt, die auch hier vermuthlich cretaceisch sind. Second annual Report 1874 p. 163 u. s. w. Meine Beobachtungen über die Kreideformation in Minnesota wurden zuerst Januar 1872 in Dana und Silliman's Journal of Science etc. veröffentlicht.

oder *Galeus*, der für die Altersbestimmung der Schichten nicht wohl benutzt werden kann.

Wenige Schritte von dieser Fundstelle wurde kurz vor meiner Anwesenheit ein Schacht abgeteuft und darin ein Bohrloch weitergeführt, in der Hoffnung Kohlen zu finden, die seit einigen Jahren in dieser Gegend vermuthet wurden. Durch diese, allerdings in mangelhafter Weise ausgeführten bergmännischen Arbeiten sowie durch Brunnen in der Nachbarschaft sind nun Schieferthone mit Abdrücken und Ueberresten von Petrefakten zu Tage gefördert, die auf's deutlichste beweisen, dass die Bildungen, welche hier unmittelbar auf dem Granit lagern, der cretaceischen Formation und zwar der Benton-Gruppe oder No. 2 in der Schichtenreihe des Missouri-Kreidebeckens entsprechen, wie diese von Meek und Hayden eingetheilt wurde*). Nicht bloss sind es die identischen Zweischaler, Cephalopoden, Fischzähne und Schuppen, sondern auch die nämlichen Thone und Schieferthone, welche an beiden entfernten Punkten vorkommen und eine genaue Parallelisirung möglich machen. Vorherrschend sind dunkle, plastische Thone, die mit schwachen Schieferlagen, mit unreiner Braunkohle und thonigem Eisenstein wechsellagern. Die Plasticität und dunkelblaue bis bleigrauer Farbe dieser Thone ist so charakteristisch für die Benton-Gruppe, dass sie leicht von den sandigen und mergeligen Bildungen, sowie von den thonig-kalkigen Schichten der übrigen Glieder der Missouri-Kreide zu unterscheiden ist**).

Das obenerwähnte Bohrloch wurde leider hinunter gebracht von Leuten, denen alle geologischen Kenntnisse abgehen und die weder ein Bohrregister gehalten hatten, noch richtige Angaben über die Natur der durchteuften Schichten zu geben im Stande waren. Ich musste mir daher mit dem Material helfen, welches um den Schacht angehäuft war.

Der erste Versuch auf Kohlen war schon vor mehreren Jahren von einem Bauer angestellt worden, der die schwache Lage Braunkohle im Flussufer aufgefunden hatte. Er trieb eine Strecke etwa 60 Fuss lang in das südliche Ufer; ein plötzliches Steigen des Wassers füllte jedoch seinen Stolln an und er gab hierauf den Versuch auf. Der nämliche Bauer fand Kohle drei Meilen nördlich von Richmond mitten im Urwalde und grub drei oder vier Löcher, um

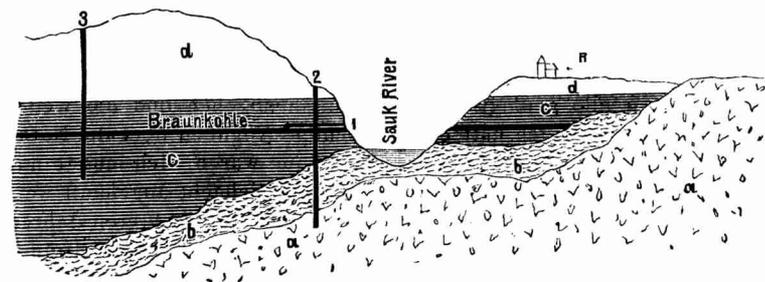
*) Meek and Hayden, Palaeontological Report of Lieutenant Warren's Expedition to The Upper Missouri.

F. V. Hayden: On the geology & natural history of the Upper Missouri, in den Trans. Americ. phil. Soc. Vol. XII. New series part 1.

***) Es könnte nur die Fort-Pierre-Gruppe damit verwechselt werden, welche einen höheren Horizont einnimmt und ebenfalls stellenweise dunkelgefärbte plastische Thone enthält, jedoch reicht nach Hayden & Meek der *Inoceramus problematicus* = *In. labiatus* Schloth., die häufigste Muschel bei Richmond, nicht bis in diese Schichten hinauf.

das vermeintliche Flötz ausfindig zu machen; auch diese musste er jedoch alsbald durch die sich ansammelnden Wasser aufgeben. Die Sache blieb seitdem unbeachtet, bis in 1870 einige Kaufleute in St. Cloud das Land in und um Richmond zum Zweck der Kohlen-gewinnung pachteten. Es wurden alsdann in der Nähe des früheren Versuchsortes einige kurze Schächte niedergebracht.

Mit dem Versuchsorte soll damals ein Kohlenschmitz von vier Zoll Mächtigkeit verfolgt worden sein; die Braunkohle blieb jedoch sehr unrein und bestand wohl zum grössten Theile aus bituminösem Schieferthon, den man auch jetzt noch in der Firste des Stollns anstehend sieht. Das Einfallen betrug über die ganze Länge von 60 Fuss, vier Fuss, woraus für den Schichtencomplex eine schwach geneigte Lage von ungefähr 4° und zwar mit südlichem Einfallen hervorgehen würde. An den Schachtöffnungen fand sich blauer, weisser und gelber plastischer Thon mit wenig Gerölle und viel Schieferthon. Der Schieferthon enthält hier massenhaft Schuppen von Cycloidfischen, ausserdem viele Bruchstücke von Inoceramen und Ostreen, aber leider nicht ein einziges, ganzes, specifisch bestimmbares Exemplar. Das nachstehende Profil zeigt das Vorkommen der cretaceischen Schichten bei Richmond.



- a. Granit,
- b. Kaolin,
- c. c. plastischer Thon und Schieferthon mit einem schwachen Lager unreiner Braunkohle,
- d. d. Diluvium,
- 1. Der obenerwähnte kleine Versuchsstolln,
- 2. Schacht und Bohrloch von 112 Fuss Tiefe, womit der Granit erreicht wurde. Das Loch ist 8 Fuss tief in den Granit heruntergebracht und der Bohrer brachte kleine Stückchen Feldspath, Quarz und Schwefelkies mit hinauf, anscheinend von einem ähnlichen Pegmatit herrührend, wie ich denselben ebenfalls als Gänge in den granitischen Gesteinen der Nachbarschaft aufgefunden habe.

3. Schacht und Bohrloch von 180 Fuss Tiefe, womit der Granit nicht erreicht wurde.

Bemerkenswerth ist noch, dass sich in einem alten Schurf in der Nähe des Stollns kleine Mengen eines sehr reinen Petroleums angesammelt hatten und dass auch das Wasser eines Baches in der Nachbarschaft etwas Petroleum mit sich führt.

Nachdem ich erfahren, dass man beim Graben von Brunnen auf mehreren Bauernhöfen südlich von Richmond Petrefakten gefunden hatte, setzte ich meine Untersuchungen in der Richtung fort. An der Oberfläche ist nichts mehr von den leicht kenntlichen Thonen und Schieferthonen zu sehen; das Terrain ist sehr hügelig, stark bewaldet und das sandige Diluvium stellenweise recht bedeutend entwickelt. Zwei Meilen südlich vom Dorfe kam ich an einen Bauernhof, wo ein Brunnen in hohem Maasse die Verwunderung der ganzen Gegend wach gerufen hatte. Der Brunnen war 30 Fuss tief gegraben und dann noch zehn Fuss tiefer mittelst Bohrens fortgesetzt. In 8 Fuss Tiefe unter der Erdoberfläche war der dunkle plastische Thon angetroffen, der allmählig in Schieferthon mit vielen grossen Muscheln überging. Das Wasser dieses Brunnens roch stark nach Schwefelwasserstoff; der Geruch verlor sich aber, nachdem es einige Zeit an der Luft gestanden hatte und es wurde dann auch als Trinkwasser benutzt. An Ort und Stelle konnte ich nur kleine Bruchstücke von Muscheln erhalten, indem der Schieferthon gänzlich zerfallen und die Schalen zerbrochen waren. Ueber die Zugehörigkeit dieser Bruchstücke zu *Inoceramus* konnten aber keine Zweifel obwalten. Der Brunnen wurde bald nachher etwas tiefer niedergebracht (immer in der Hoffnung, auf ein Kohlenflötz zu stossen) und der Eigenthümer sandte mir dann einige gute Exemplare der dabei zu Tage geförderten organischen Ueberreste.

Ausser den nämlichen Fischschuppen wie im Sauk River waren die Schalen eines grossen *Inoceramus*, theilweise mit wohl erhaltenem Perlmutterglanze, vorwiegend. Professor Meek in Washington hatte die Güte, dieselben zu bestimmen und erklärte sie für den *Inoceramus problematicus* der amerikanischen Geologen, hinzufügend, dass diese Muschel identisch ist mit dem *Inoceramus pseudomytiloides*, den Dr. Schiel im zweiten Band der Pacific Railroad Reports auf Tafel 3 Fig. 8 abgebildet hat*). Ausserdem erhielt ich Bruchstücke und Abdrücke von *Ammonites percarinatus* Hayden & Meek (bekannt aus den Bentonthonen am Missouri), wahrscheinlich übereinstimmend mit *A. Woolgari* Mant, und einen *Scaphites*, den Professor Meek für seinen *Scaphites larvaeformis* oder eine eng damit verwandte

*) Vermuthlich ist dieser *Inoceramus* identisch mit *In. mytiloides* Mant. und *Inoc. labiatus* Schloth. Goldfuss, Petrefakta Germaniae II T. 118 Fig. 4.

Form erklärte und der von *Scaphites aequalis* Sow. kaum zu unterscheiden sein dürfte*).

Nach den obigen Petrefakten würden die Thon- und Schiefer-Schichten am Sauk River dem Lower Chalk England's, dem mittleren Pläner Sachsens und dem unteren Turon Frankreichs entsprechen.

Nach den letzten Berichten, welche mir zugegangen sind, hatte man noch 40 Fuss tiefer, obgleich vergebens nach Kohlen weitergebohrt, und war der Brunnen daher im Ganzen bis in eine Tiefe von 80 Fuss niedergebracht. Das folgende Schema zeigt die Natur und Mächtigkeit der durchteuften Schichten:

- 8 Fuss Kies und Sand.
- 30 „ dunkelblauer plastischer Thon, hin und wieder mit Neigung zur Schieferbildung.
- Viele Schalen von *Inoceramus problematicus* und Gypskrystalle.
- 8 „ harter sandiger Thon und Schieferthon von hellerer Farbe, mit Schwefelkies, Glimmerblättchen und vielen Schuppen von Cycloid-Fischen. Steinkerne von *Inoceramus*. In 40 Fuss Tiefe ein Streifen Braunkohle.
- 10 „ der nämliche Thon mit mehr Schieferthonlagen von 3 bis 4 Zoll Stärke. Viele grosse Exemplare von *In. problematicus*, sowie *Scaphites* und *Ammonites*. Die Schalen besitzen noch theilweise ihre Farbe und ihren Glanz. In 50' Tiefe eine zweite dünne Lage Braunkohle.
- 15 „ dunkelblauer plastischer Thon ohne Schiefer, die Farbe noch dunkler wie die obigen 30 Fuss und stellenweise fast schwarz. In 65' Tiefe musste eine harte Bank von gräulich schwarzer Farbe durchbohrt werden.
- 10 „ Thon mit dünnen Schnüren und Lagen von Schwefelkies.

Der Brunnen war ungefähr in 30 Fuss Höhe über dem Niveau des Sauk River angesetzt und lag daher in derselben Höhe wie die Prairien bei Richmond, was auf eine sehr flache Lage der Schichten schliessen lässt. In einer sumpfigen Wiese, die bei hohem Wasserstand mit dem Flusse in Verbindung steht, traf ich den nämlichen, unverkennbaren plastischen Thon an der Oberfläche an. Die Lokalität, wo sich obige Petrefakten vorgefunden haben, liegt zwei Meilen genau südlich von Richmond auf einem Bauernhof, der

*) Da ich die Petrefakten und Abbildungen der bald zerfallenden Bruchstücke dem verehrten Professor Meek in Washington zur Bestimmung übersandt, ist es mir nicht möglich gewesen, später Vergleichen mit europäischen Formen anzustellen, doch genügen obige Bestimmungen der Petrefakten durch einen so gründlichen Kenner der cretaceischen Formation im Innern von Nordamerika, um den Horizont der Minnesota-Schichten und ihre vollkommene Identität mit der Benton-Gruppe am Missouri festzustellen.

einem Deutschen Namens Sieverding gehört. Die Formation erreicht hier wahrscheinlich schon eine bedeutend grössere Mächtigkeit.

Ausser in der unmittelbaren Umgebung von Richmond, habe ich den blauen plastischen Thon noch angetroffen am Ufer von White Bear Lake in Pope County bei Glenwood, einem Dorfe, welches 42 Meilen westlich von Richmond liegt und 75 Meilen in gerader Linie vom Mississippi entfernt ist*). Hier kommt der Thon unter einer nahezu 200 Fuss mächtigen diluvialen Decke zu Tage aus. Diese Stelle ist daher der einzige positive Beweis, den ich für eine Fortsetzung der cretaceischen Schichten nach Westen anführen kann, obgleich ich eine solche Fortsetzung, wie weiter unten ausgeführt werden wird, nicht bezweifle und mich sogar anzunehmen berechtigt glaube, dass die Schichten mit dem Missouri-Kreidebecken in Verbindung stehen.

Aus dem südlichen Theile des Staates hatte Professor Hall vor zehn Jahren unreine und unabbauwürdige Braunkohlenlager beschrieben, die in Verbindung mit zerreiblichen Sandsteinen und sandigen Thonen auftreten. In diesen Schichten kommen Blätter von dicotyledonen Pflanzen vor, die auf eine Aequivalent-Bildung mit der unteren oder Dakotah-Gruppe der Missouri-Kreide hinweisen. Sie ruhen dort auf rothen Quarziten, welche Hall, wie oben erwähnt, zu der Huronformation rechnet. Aus Nobles-County, an der Grenze von Jowa, sind schon vor mehreren Jahren Fragmente von Baculiten nach St. Paul gekommen, welche in der Sammlung der naturwissenschaftlichen Gesellschaft aufbewahrt werden und angeblich in Thonschichten, mehrere Fuss unter der Oberfläche, gefunden worden sind. In den letzten Jahren hat N. H. Winchell die als cretaceisch aufgefassten Schichten am oberen Laufe des St. Peter River im südlichen Minnesota genauer beschrieben**). Leider hat er ausser spärlichen Resten von Blättern keine Petrefakten aufgefunden, und es kann daher das Alter der hier über den silurischen Schichten auftretenden Sande, Thone und mergeligen Bildungen bis jetzt nur muthmasslich angegeben werden. Abgesehen davon, dass ohne Hülfe von Petrefakten, es schwer zu entscheiden sein dürfte, ob nicht ein Theil dieser jüngeren Absätze diluvial sind, so kann man durch das häufige Auftreten von unreiner Braunkohle ebenso wohl veranlasst werden, ihnen ein tertiäres Alter zuzuschreiben und sie

*) White Bear Lake ist einer der schönsten Seen Minnesota's. Der Wasserspiegel liegt über 150 Fuss tiefer wie die umgebende Prairie. Die Ufer sind steil und wie gewöhnlich mit grossen Geröllen übersät, welche aus dem sandigen Diluvium herrühren. Wenige Fuss über dem Wasserspiegel streicht der blaue plastische Thon zu Tage aus an einer Stelle, wo eine Quelle aus dem Abhang hervorsprudelt, deren klares Wasser zwischen dem gelben sandigen Lehm und dem blauen Thon sich angesammelt haben muss.

***) First and second reports on the geological and natural history survey 1873. 1874.

aufzufassen als gleichalterige Bildungen mit der von Hayden und Meek beschriebenen „Great lignite formation of the Missouri“. Auch hierüber muss es späteren Forschungen überlassen bleiben, mehr Licht zu verbreiten.

Obgleich alle diese Lokalität 300 Meilen vom Missouri entfernt sind, so bietet die oberflächliche Beschaffenheit der zwischenliegenden Gegend (des östlichen Theiles vom Territorium Dakota und des westlichen Minnesota's) keine Schwierigkeiten, welche sich der Annahme eines Zusammenhangs der oben beschriebenen cretaceischen Schichten und der vielleicht noch jüngeren Braunkohle führenden Sande mit der Kreide- und Tertiärformation des Missouri hindernd in den Weg stellen. Es giebt in diesen Breitengraden zwischen dem Zuge der laurentischen Gesteine im Innern Minnesota's und den obigen Formationen am Missouri keine Erhebungen älterer Schichten. Die einzigen niedrigen Hügelreihen, die Leaf Hills in Minnesota und die Coteaux des Prairies in Dakota, sind nichts wie ungeheure Anhäufungen vom sandigen und steinigem Diluvium. Die Leaf Hills, eine hufeisenförmige Aneinanderreihung von langgezogenen Hügeln zwischen dem Red River und den Zuflüssen des Mississippi habe ich selbst an mehreren Stellen durchkreuzt, um einen geeigneten Uebergang für eine Eisenbahnlinie nach den englischen Besitzungen zu suchen. Nirgendwo, selbst nicht in den tiefsten Einschnitten, lassen sich anstehende Schichten beobachten.

Der südliche Abhang der Hügel ist sehr steil, während sie sich nach Norden ganz allmählig verflachen. Das stark coupirte Terrain hat eine Breite von etwa 6 bis 10 Meilen und besteht aus langen parallelen Rücken, die durch kleinere Querrücken verbunden sind. Grosse und kleine Gerölle allerlei krystallinischer und sedimentärer Gesteine liegen wild durch einander und erratische Blöcke von bedeutender Grösse sind sehr häufig.

Die Coteaux in Dakota kenne ich zwar nicht aus eigener Anschauung, doch habe ich bei jeder Gelegenheit über dieses Terrain von Ingenieuren und Feldmessern Erkundigungen einzuholen gesucht. Allgemein hat man mir versichert, dass wenigstens zwischen den 45. und 47. Breitengraden, warum es sich handeln würde, keine anstehende Gesteinsschichten irgend welcher Art in den Wasserläufen und Abhängen dieser Hügel angetroffen werden. Das Ganze scheint wie die Leaf Hills aus ungeschichtetem steinigem und sandigem Material zu bestehen.

Unter dieser Voraussetzung haben beide Terrainerhebungen einen späteren Ursprung wie die Ablagerungen der Kreidezeit und waren nicht vorhanden zur Zeit als dieses sonst fast vollkommen ebene Hochplateau den Boden des Kreidemeers bildete. Es ist daher um so weniger die Annahme von mehreren cretaceischen

Becken nothwendig und sogar wegen der völligen Identität der aufgefundenen Petrefakten unwahrscheinlich. Die verschiedenen Abtheilungen der cretaceischen Formation am Missouri zeigen da, wo sie ihre grösste Entwicklung erreichen, eine Mächtigkeit von fast zweitausend Fuss und es ist auch deshalb wahrscheinlich, dass in der Kreidezeit ein grosses Meer das Innere des nordamerikanischen Continents überdeckt hat.

Auf den Karten, welche den Arbeiten von Hayden und Meek beigegeben sind, ist die östliche Grenze des Missouri-Kreidemeeres nicht angegeben und Professor Meek hat mir versichert, dass dieselbe gänzlich unbestimmt sei. Die Formation verschwindet nach Osten hin unter der mächtigen diluvialen Decke.

Soviel mir bekannt, war bis jetzt über die Ausdehnung des Missouri-Kreidebeckens in östlicher Richtung nichts ermittelt worden. Es scheint mir nun nach alledem aus den obigen Mittheilungen und Betrachtungen die Annahme gestattet zu sein, dass die beschriebenen Schichten am Sauk River bei Richmond einen Theil der östlichen Küstenabsätze des Missouri-Kreidemeeres gebildet haben, obgleich es mir fern liegt, den Zusammenhang als eine sicher ermittelte Thatsache hinstellen zu wollen.

Das untere Silur und die huronischen Melaphyre des St. Croix-Thales.

Dieselben Schwierigkeiten, welche sich westlich vom Mississippi-Thale der geologischen Forschung entgegen stellen, begleiten uns auf unserem Wege durch den Staat östlich von diesem grossen Flusse, bis wir das Thal des St. Croix erreichen. Dieser Fluss nimmt seinen Ursprung in der Nähe der westlichen Bucht des Obern-Sees und fliesst südlich dem Mississippi zu, mit dem er sich vereint, nachdem er über eine Entfernung von 90 Meilen die Grenze zwischen Minnesota und Wisconsin gebildet hat. Der ganzen Länge nach sind die Ufer von dichtem Urwalde bedeckt und herrschen im Allgemeinen Tannenwälder mit leichtem sandigem Boden vor, während westlich vom Mississippi der Wald aus Laubholz, aus Eichen, Eschen, Ahorn, Linden, Nussbäumen u. s. w. besteht, die auf einem schweren, thonigen Boden wachsen. Nur am unteren Laufe des St. Croix dehnen sich sandige Prairien aus, die mit kleinen Wäldchen von Krüppeleichen (*burroak*) abwechselnd, sich bis nach St. Paul fortsetzen.

Sobald man die Ufer des Mississippi einerseits und die des St. Croix andererseits verlässt, hört die Möglichkeit jeder geognostischen Wahrnehmung an der Oberfläche auf. Schon früher habe ich angedeutet, dass das erste Plateau am Mississippi 750 bis 800 Fuss über dem Meeresspiegel erhaben ist. In dieser mittleren Meeres-

höhe bleibt der Reisende, wenn er sich von St. Paul aus östlich nach dem St. Croix-Flusse wendet. Man fährt stundenlang über eine wellenförmige Prairie und kommt an mehreren grösseren Seen vorüber, wo das sandige und steinige Diluvium mit grossen erratischen Blöcken alle älteren Schichten verdeckt. Plötzlich dehnt sich dann das breite, tief eingeschnittene Thal vor dem Beobachter aus und bietet einen überraschenden Anblick dar. Mit der grössten Regelmässigkeit liegen mehrere Terrassen über einander, die sich an der Wisconsin-Seite in der nämlichen Höhe mit Leichtigkeit verfolgen lassen und stufenweise den Abhang bis zur Thalsohle bilden.

Die oberen Terrassen sind in den diluvialen Bildungen ausgewaschen; die tieferen liegen theilweise in dem unteren silurischen Dolomit, theilweise in dem Potsdam- oder St. Croix-Sandstein, der früher noch als ein besonderes, älteres Glied des unteren Silurs von den amerikanischen Geologen unterschieden wurde. Am oberen St. Croix kommen dazu die mächtigen Ausbrüche von Melaphyr und Melaphyrporphyr, welche die Basis des silurischen Systems in der Umgebung des Obern-Sees bilden und worauf ich noch Gelegenheit haben werde, im Verlauf dieser Arbeit ausführlicher zurückzukommen.

Die silurischen Schichten liegen im St.-Croix Thale nahezu horizontal, haben aber im Allgemeinen ein schwach südliches Einfallen, das sich erst in grösseren Entfernungen durch das Auftreten verschiedener Schichten in regelmässiger Reihenfolge kund giebt. Die grösste Mächtigkeit des Potsdam-Sandsteins über dem Wasserspiegel beträgt 170 Fuss; auch der untere Dolomit wird über 100 Fuss mächtig. Die meisten Trilobiten und anderen organischen Ueberreste des Potsdam-Sandsteins haben sich in diesem Thale, jedoch an der Wisconsin-Seite, wo überhaupt die besten Aufschlüsse sind, gefunden und sind durch die Arbeiten von Owen und James Hall schon seit längerer Zeit bekannt. Ich werde nur die Verhältnisse mehr speciell beschreiben, wie ich sie bei den Orten Taylors- und St. Croix-Falls, 45 Meilen oberhalb der Vereinigung des Flusses mit dem Mississippi, vorfand. Kurz bevor man diese Orte, welche den Mittelpunkt für den dortigen Holzhandel bilden, erreicht, nehmen die Ufer einen total verschiedenen Charakter an von dem, was man sonst sowohl am St. Croix wie am Oberen-Mississippi sieht. Das Thal verengt sich plötzlich; statt der regelmässigen Contoure des Sandsteins und des Dolomites mit ihren charakteristischen Auswaschungsformen, steigen an beiden Seiten schroffe, zackige Felsen auf, die hart an das Wasser herantreten. Man fährt in die bekannten, höchst malerischen Felsenhallen oder „Dalles“ des St. Croix. Es ist jedoch kein zusammenhängendes Massiv krystallinischer Gesteine, welches der Fluss hier durchbrochen hat, vielmehr wechseln

die senkrecht zerklüfteten Höhenzüge derselben mit geschichteten Gesteinen ab und sind es hier nur die Ausläufer der archaischen Formation, welche den nördlichen Theil des Nachbarstaates Wisconsin bildet. An dieser Stelle finden sich auf der früher angeführten Owenschen Karte von 1851 vier parallele Gänge „Traprocks“ verzeichnet, die von Südwest nach Nordost den Potsdam-Sandstein durchsetzen und vom Flusse quer durchbrochen sind. Diese Auffassung rührt davon her, dass Owen dem krystallinischen Gestein ein jüngerer Alter zuschrieb wie dem untersilurischen Sandstein.

Auf einer geologischen Karte von Wisconsin, herausgegeben im J. 1869 durch F. A. Lapham und in Milwaukee erschienen, findet sich statt dieser vier Gänge ein einziger Zug „Trap“, der sich von dem südwestlichen Zipfel der granitischen und metamorphischen Gesteine Wisconsin abzweigt. Diese Auffassung ist die richtige, denn wie wir alsbald sehen werden, ist das krystallinische Gestein am St. Croix älter wie der silurische Sandstein. Dergleichen Züge von dem, was die amerikanischen Geologen „Traprocks“ nennen, finden sich häufig inmitten und am Rande der archaischen Bildungen in Wisconsin, namentlich in Verbindung mit Quarziten und Conglomeraten, welche huronischen Alters sind.

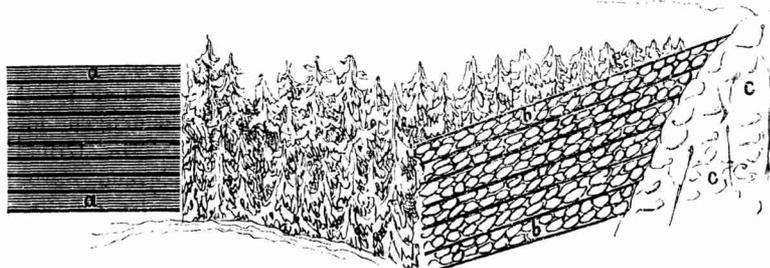
Owen hat das Gestein vom St. Croix als „porphyritic trap“ aufgeführt und es mit dem norwegischen Porphyr verglichen, der an der Westseite des Christiana-Fjord bei Bogstadt auftritt*). Auch ich hielt es ursprünglich für einen Porphyrit oder quarzfreien Porphyr, unter welchen Namen ich es zuerst im Jahre 1871 auführte. Nun hat aber Professor Streng sowohl in der Grundmasse dieses Gesteins als in den porphyrtartig ausgeschiedenen Krystallen neben dem Plagioklas nur Augit und dessen Zersetzungsproducte (Chlorit oder Viridit und Epidot) mit sehr wenig Orthoklas gefunden, weshalb das Gestein auch entschieden viel basischer ist wie die Porphyrite und deshalb eher zu den Melaphyren gerechnet werden muss**). Der Charakter dieses Gesteins bleibt sich im Ganzen ziemlich gleich, nur sind an einigen Stellen porphyrtartige Ausscheidungen und mandelartige Ausfüllungen häufiger wie an anderen. Die Grundmasse ist krypto-krystallinisch und hat eine dunkelgrüne Farbe; unter der Lupe unterscheidet man darin dunkelbraune bis schwarze gestreifte Feldspathe und ein durchsichtiges gelblichgrünes Mineral, welches sich als Epidot herausgestellt hat und wahrscheinlich aus dem Augit hervorgegangen ist. Statt zu den Melaphyren könnte man vielleicht das Gestein vom St. Croix mit gleichem Rechte zu dem

*) Owen's Geological survey pag. 164.

***) Ueber die krystallinischen Gesteine von Minnesota von A. Streng und J. H. Kloos in: Leonhards Jahrbuch 1877 S. 49—51.

Diabas stellen, indem die mikroskopische Untersuchung sowohl die Bestandtheile des Diabases als die eigenthümlichen in diesem vorherrschenden Umwandlungen nachgewiesen hat und sowohl Olivin wie amorphe Grundmasse vollständig fehlen. Diabase sind ausserdem in der Huronzeit südlich vom Obern-See, in Wisconsin und Michigan, eine häufige Erscheinung.

Interessant sind die Lagerungsverhältnisse der geschichteten Gesteine zwischen den Höhenzügen dieses melaphyr- oder diabasartigen Gesteins. Owen hatte angenommen, dass der Sandstein vom „Trap“ durchbrochen ist und dessen Schichten durch denselben abgeschnitten worden sind, dabei jedoch weder ihre horizontale Lage, noch ihre Textur und Beschaffenheit geändert haben. Ich kam dieser Ansicht nicht beistimmen und glaube die Verhältnisse bei Taylors Falls dahin deuten zu müssen, dass das krystallinische Gestein älter ist wie das geschichtete. Am rechten Ufer lassen sich die Sandsteinschichten über eine beträchtliche Entfernung in horizontaler Lage unmittelbar über dem Melaphyr beobachten. Die untersten Schichten sind recht grobkörnig, manchmal hell, manchmal durch Eisen dunkel gefärbt. Bis unmittelbar über dem krystallinischen Gestein finden sich Schalen von *Lingula* und *Obolus* in recht beträchtlicher Zahl und die versteinersführende Schicht zeigt nicht die geringste Einwirkung eines späteren Ausbruchs von Eruptivgesteinen. Die unteren grobkörnigen Schichten des Potsdam-Sandsteins bilden die erste Flussterrasse auf der Minnesota-Seite, auf welcher Terrasse das Städtchen Taylors Falls erbaut ist, und die nämliche ganz unzweideutige Ueberlagerung der ungestörten Schichten lässt sich dem ganzen Ufer entlang verfolgen.



a a Sandstein — b b Conglomerat — c c Melaphyr.

(Die Entfernung zwischen a und b ist viel grösser zu denken wie in der Figur angegeben.)

Entfernt man sich vom Ufer und steigt in irgend einen Wasserlauf, oder auch quer durch den Ort gehend, zu der zweiten Terrasse empor, so ist von geschichtetem Gestein nichts mehr zu entdecken und der Melaphyr erhebt sich bis unter die diluvialen Bildungen.

Der zweiten Terrasse entlang gehend und überall nach geschichteten Gesteinen forschend, war ich überrascht auf ein äusserst grobes Conglomerat von abgerundeten Geröllen des hier überall anstehenden Melaphyrs zu stossen, welches sich von der Oberfläche der Terrasse in schräger Richtung flussabwärts hinzieht und schliesslich bis zu dem Niveau des Wassers hinabsteigt.

Hier kann man nun auch, wie ich versucht habe in vorstehender Figur darzuthun, deutlich beobachten wie das Conglomerat gegen den Sandstein einfällt und obgleich die Art der Ueberlagerung durch die Vegetation der Beobachtung entzogen ist, so unterliegt es keinem Zweifel, dass hier die untersten grobkörnigen Schichten des Potsdams das Conglomerat in discordanter Stellung überlagern müssen.

Zu diesem merkwürdigen Gestein, dessen Auftreten keinen Zweifel über das höhere Alter des Melaphyrs zulässt, hat dieser selbst das Material geliefert. Gerölle- und Bindemittel bestehen gänzlich aus Melaphyr, dessen Zugehörigkeit zu dem oben beschriebenen sogleich in die Augen fällt. Bindemittel ist überhaupt wenig vorhanden; die Gerölle, welche meist von mittlerer Grösse sind, treten unmittelbar mit einander in Berührung und wittern sehr leicht heraus, wie dies am Wege, der dem Abhang entlang führt, überall beobachtet werden kann. Doch ist das Gestein sehr fest und deutlich geschichtet.

Am gegenüberliegenden Ufer, auf der Wisconsin-Seite, wird die erste Terrasse durch mehrere niedrige Querrücken unterbrochen. Diese Querrücken bestehen aus dem Melaphyr, der hier vorwiegend porphyrtartig entwickelt ist; die Vertiefungen zwischen den Rücken sind mit den geschichteten Gesteinen ausgefüllt. Die Schichten in den einzelnen kleinen Mulden fallen unter schwacher Neigung von dem krystallinischen Gestein gleichmässig nach der Mitte zu ein, ohne dass sie in irgend einer Weise Störungen oder Einwirkungen durch den Melaphyr zeigen. Doch sind die Schichten in den einzelnen Mulden auffällig verschieden. In einer derselben fand ich dünne, hellfarbige, plattenartig abgesonderte Schichten anstehen, die wie dünngeschichteter Kalkstein erscheinen. Sie lassen sich in dünne Schalen leicht noch weiter zerspalten, haben einen flachmuschligen Bruch und zerfallen an der Luft zu einem blendendweissen Pulver*). Da mit Salzsäure selbst bei Erwärmung kein Aufbrausen bemerkbar ist, so habe ich das Gestein schon früher als dolomitischen Mergelschiefer beschrieben. Weiter flussaufwärts kommt man

*) Eine Stufe dieses Mergelschiefers, die sehr reich an kleinen Schwefelkiesknöllchen ist, zerfällt nach längerem Aufbewahren fast vollständig unter Bildung von Gypsnadeln.

nach Ueberschreitung eines zweiten Melaphyrrückens an dunkle, durch Eisen gefärbte Schichten eines sandigen Kalksteins, der ebenfalls zu dünnen Platten spaltet, aber mit Säuren aufbraust. Diese dunklen Platten sind vorzugsweise reich an *Lingula* mit wohl erhaltener Schale.

Wir haben hier daher grobkörnigen Sandstein; dolomitischen, nicht aufbrauchenden Mergel und dunklen sandigen Kalk, welche verschiedenen Gesteine in dem nämlichen Niveau, in kurzen Entfernungen, nur durch schmale Melaphyrrücken getrennt, vorkommen; sämtlich führen sie die identischen Muschel-Schalen, die namentlich in den dunkeln Kalkplatten die Schichtenflächen in ungeheurer Anzahl überdecken. Diese verschiedenartige Zusammensetzung der Schichten, ohne dass eine Aufeinanderlagerung angenommen werden kann, ist etwas schwierig zu erklären. Am meisten Wahrscheinlichkeit scheint mir die Annahme zu haben, dass wir uns hier am Ufer des silurischen Meeres befinden und dass von den hohen Melaphyrrücken, welcher dasselbe bildete, die Gewässer in die einzelnen Buchten etwas verschiedenes Material führten, welches daselbst zur Ablagerung kam. Diese Erklärung entspricht wenigstens am meisten den Verhältnissen und stimmt überein mit der Thatsache, dass der Melaphyr entschieden älter ist und die Unterlage des Potsdam-Sandsteins bildet.

Am Lake-Superior ist es eine häufige Erscheinung, dass basische, melaphyrartige Gesteine (Trap) die Unterlage des Potsdam Sandsteins bilden. Schon Whittlesey erwähnt dergleiche Stellen, so am südlichen Ufer bei Keweenaw-Point in Wisconsin und an vielen Orten der Nordküste. Ohne Zweifel giebt es aber auch Melaphyre vom Alter des Potsdam-Sandsteins, welche den Schichten desselben zwischenlagert sind und die Störungen in der Lagerung verursacht haben. Es scheint der Ausbruch dieser basischen Gesteine am Ende der Huronzeit oder der archaischen Periode angefangen und sich durch den ersten Zeitabschnitt des Silurs fortgesetzt zu haben. Die von Owen erwähnten Einschlüsse des Sandsteins im Melaphyr habe ich trotz des eifrigsten Suchens nicht auffinden können.

Ausser *Lingula*- und vielleicht Obolusschalen fand ich in diesen silurischen Schichten nur noch erbsengrosse Kopfschilder von Trilobiten (*Conocephalus* cf. *minutus*). Von *Lingula* liegt eine lange, spitzschnabelige Form neben und durcheinander mit einer viel kürzeren und breiteren. Exemplare der ersteren erreichen bis 15 Millim. Länge. Man meint auf den ersten Blick die bekannten *Lingula antiqua* und *Lingula prima* zu erkennen, jedoch in bedeutend grösseren Exemplaren, wie man diese sonst zu sehen gewohnt ist. Auch giebt die Art des Zusammenvorkommens sofort der Vermuthung Raum, dass man es mit den beiden verschiedengeformten Klappen einer

und derselben Species zu thun hat. Die grosse spitzschnäblige Form hat Owen als *Lingula pinnaformis* beschrieben. Seine Abbildung lässt sich jedoch nicht von der *Lingula acuminata* Conrad*) unterscheiden und in der Beschreibung hebt er die Unterschiede von früher beschriebenen Formen aus dem ältesten Silur nicht hervor. James Hall erkannte später die Species *Lingula pinnaformis* Owen an, bemerkte aber zugleich, dass die Muskeleindrücke aller dieser Klappen, soweit er dieselben beobachten konnte, von echten *Lingulae* eine genügende Verschiedenheit zeigen, um die Form vom St. Croix-River zu einer besonderen Gattung zu erheben, der er den Namen *Lingulepis* gab**). Zu gleicher Zeit führt er die kürzere und breitere Form auf *Lingulepis* zurück, es aber in Zweifel lassend ob hier eine oder zwei Species vorliegen. Owen erwähnt von dieser Lokalität noch *Lingula ampla* und *Orbicula prima*, beide von ihm benannt, sowie *Lingula antiqua* und *prima* (?).

Was nun das Vorkommen aller dieser Species bei St. Croix-Falls betrifft, so beruhen diese Angaben gewiss, wie dies von *Lingula ampla* schon Hall bemerkt***), theilweise auf Verwechslungen und irrthümliche Bestimmungen. Owen's Abbildungen sind zu schlecht um Vergleichen mit anderen Lokalitäten zu gestatten und gesteht sogar Hall, dem ein grosses Material von St. Croix-Falls zur Verfügung stand, dass er die Owen'schen Species nicht ermitteln könne.

Das Material, welches mir jetzt zu Gebote steht, reicht leider nicht aus zu einer gründlichen Bearbeitung der Fauna dieser ältesten silurischen Schichten, und muss ich mit einer solchen warten bis ich wieder Gelegenheit haben werde die Lokalität zu besuchen. Neben der *Lingulepis pinnaformis* Owen ist vielleicht noch eine *Obolus* zu erkennen, welche namentlich in dem an Schwefelkies reichen Mergelschiefer, aber auch in den Kalksteinplatten mit *Lingulepis* zusammen vorkommt. Dieselbe sieht äusserlich der *Obolus Apollinis* Eichw. aus Russland sehr ähnlich, ist nur im Allgemeinen grösser und erreicht bis zu 11^{mm} Länge und Breite. Die dünnen Klappen sind unregelmässig concentrisch gestreift und zeigen nach Wegnahme der äusseren Schale, namentlich nach dem Stirnrand hin, auch eine feine longitudinale Streifung. Die grösste Breite

*) Aus dem Potsdam-Sandstein von Canada cf. Geolog. Report of Canada, fr. Ausg. 1864. S. 109.

***) Siehe Contribution to palaeontology in the Sixteenth annual Report of the Regents of the University of New-York, Appendix D. p. 129. Albany 1863. Diese Abhandlung des amerik. Paläontologen kam mir leider erst lange nach meinem Besuch dieser Lokalität in die Hände.

****) L. c. pag. 125.

liegt etwas unterhalb der Mitte, die Seitenränder convergiren nach dem Schnabel und bilden dort einen Winkel von etwa 50° . Nur an einem Exemplar war es möglich, die Muskeleindrücke blosszulegen; dieselben stimmen nicht ganz mit der Zeichnung von *O. Apollinis*, wie Davidson diese giebt, indem die Adductoren statt in schräger Richtung abwärts nach der Mitte hin zu convergiren, in einer geraden Linie verlaufen und senkrecht auf der Axe der Muschel stehen. Auch mit den kleinen *Obolella*-Species aus den cambrischen Schichten Englands, haben die Muskeleindrücke nur entfernte Aehnlichkeit; ebensowenig stimmen sie mit echten *Lingulas* und mit der Abbildung von *Lingulepis*. Es wäre jedoch gewagt auf dieses eine Exemplar hin eine neue Species zu begründen und ziehe ich es vor die Frage über die Zugehörigkeit derjenigen St. Croix-Brachiopoden, welche nicht zu *Lingulepis pinnaformis* gehören, noch nicht zu entscheiden*).

Die Oberen Huronischen Schiefer am St. Louis-River.

Ein dritter Fluss, der im mittlern Minnesota das Interesse des Geologen in hohem Maasse in Anspruch nimmt, ist der bereits in der Einleitung erwähnte St. Louis-River. Auch er liefert für eine grosse Erstreckung die einzige Möglichkeit, um einen Blick in die geognostischen Verhältnisse thun zu können. Noch mehr wie am St. Croix und am oberen Mississippi wird hier alle Forschung durch ungeheure Waldungen und ausgedehnte Sümpfe erschwert. Man erreicht den St. Louis-Fluss jetzt am leichtesten mit der Bahn, welche im Jahre 1869 zwischen St. Paul und dem Oberen-See vollendet wurde. Diese Bahn folgt in einiger Entfernung dem Laufe des St. Croix und steigt allmählig von 700 Fuss Meereshöhe bei St. Paul bis zu 1170 Fuss empor. Hier überschreitet sie die Wasserscheide zwischen den Zuflüssen des Mississippi und denen, welche sich in nördlicher Richtung in Lake-Superior ergiessen. Dieser Punkt ist 120 Meilen von St. Paul und 35 Meilen von der westlichen Bucht des grossen Sees entfernt.

Ausser einigen Einschnitten im Trenton-Kalkstein in der unmittelbaren Nähe St. Pauls liefert die Gegend an der Superior-Bahn leider keine Aufschlüsse bis man die Wasserscheide erreicht

*) Obgleich das sich noch in meinem Besitz befindliche Material nicht ausreicht hat, um über die Zugehörigkeit der St. Croix-River Linguliden sicher zu entscheiden, so hat doch das aus anderen Gegenden vorhandene reiche Material der Göttinger Sammlung, welches mein hochverehrter Lehrer, Professor v. Seebach, mir mit der grössten Bereitwilligkeit zur Verfügung stellte, viel dazu beigetragen um früher gefasste irrtümliche Ansichten zu beseitigen, weshalb ich nicht unterlassen darf Professor v. Seebach hier für diese sowohl, wie für seine mir sonst so bereitwillig geleistete Hülfe und Belehrung, öffentlich meinen Dank auszusprechen.

hat. Ausgedehnte Waldungen, zum grössten Theile aus Nadelholz bestehend, dehnen sich an beiden Seiten aus. Das Terrain ist flach und sumpfig, die Bäche und Wasserläufe sind wenig tief in das Plateau eingeschnitten. In den Cedermorästen, durch welche die Bahn sich einen Weg geschaffen, ragen auf der Höhe der Wasserscheide die ersten Felsen empor. Es sind steil aufgerichtete dunkle Schiefer, deren Schichtenköpfe sich nur wenige Fuss über den Morast erheben. Erst da wo die Eisenbahngesellschaft eine hohe Brücke über den Fluss gebaut hat, in der Nähe des neuen Ortes Thompson, hat man Gelegenheit, diese Schiefer genauer zu studiren. Hier hat das Wasser die steil aufgerichteten Schichten durchbrochen und bildet über denselben eine lange Reihe von Fällen und Stromschnellen, die in wenigen Meilen ein Gefälle von 370 Fuss haben und bekannt sind als „Rapids of the St. Louis-River“.

Besonders schön sind durch die Bahnarbeiten die Schiefer aufgeschlossen an dem Vereinigungspunkte der Superior-Eisenbahn mit der Northern Pacific. Man kann hier die Streichungsrichtung über eine Entfernung einer halben Meile ununterbrochen verfolgen und sowohl das Einfallen der Schichten wie das der Schieferung mit Sicherheit feststellen. Die Streichungsrichtung geht fast genau von Ost nach West, während das Einfallen zwischen 30° und 50° nach Süden wechselt. Schichten eines krystallinischen Thonschiefers wechseln in höchst regelmässiger Weise ab, mit einem Gestein, das auf den ersten Blick an manchen deutschen Grauwackeschiefer erinnert, wie man diesen häufig in der Kulmgrauwacke des Oberharzes antrifft. Dieses nur versteckt schiefrige Gestein bin ich jetzt geneigt nach der mikroskopischen Untersuchung als Hornschiefer zu bezeichnen.

Das Ausgehende der Thonschiefer ist zackig und schroff, während die zwischenliegenden Schichten, welche im Gegensatz zu dem als Dachschiefer mehrfach ausgebeuteten Thonschiefer als höchst unvollkommen schiefrig bezeichnet werden müssen, abgerundet und mehr oder weniger vertieft sind, dermassen, dass wenn man senkrecht auf die Streichungsrichtung den Schiefercomplex überschreitet, der Thonschiefer die Sattel, der Hornschiefer die Mulden bildet. Die Mächtigkeit der einzelnen Lagen ist wechselnd: an der Eisenbahn mass ich mehrere Thonschieferlagen zu 25—30 Fuss, während die dazwischen liegenden Hornschiefer im Allgemeinen etwas weniger mächtig sein dürften. An anderen Stellen dagegen ist die Mächtigkeit bedeutend grösser und sind weiter im Liegenden sogar grosse Steinbrüche zur Gewinnung von Dachschiefer angelegt. Die transversale Schieferung, welche diese bedingt, setzt durch sämtliche Thonschieferschichten durch und zeigt bei wechselndem Einfallen derselben eine constante Richtung von 75° und 77° nach

Süd. Klüfte, mit Quarz, Kalkspath und Feldspath ausgefüllt, sind in dem ganzen Schichtencomplex eine häufige Erscheinung.

Lange Zeit unsicher, wohin das jetzt als Hornschiefer bezeichnete Gestein zu stellen war, gab mir erst die mikroskopische Untersuchung darüber näheren Aufschluss. Eine genaue Beschreibung desselben wird deshalb nöthig sein. Die Farbe kann als ein hellgrünliches Grau bezeichnet werden. Das Gestein erscheint dem nackten Auge völlig dicht, jedoch mit vielen hellglänzenden weissen winzigen Punkten, welche sich unter der Lupe als äusserst kleine Quarz- und Feldspathkryställchen oder Körnchen herausstellen, die in einer felsitischen Grundmasse von splittrigem Bruche liegen. Unter dem Mikroskope erscheint ein regelloses Haufwerk von Quarzkörnchen und Feldspathkrystalloiden, das nach allen Richtungen von einer schmutziggroenlichen körnigen Substanz durchzogen wird, wodurch das Ganze das Ansehen eines unregelmässigen Masch- oder Netzwerkes erhält. Der Quarz ist in Menge vorherrschend; die Feldspathe sind durchgängig gestreift.

Da wo die grüne färbende Substanz in etwas grösserer Menge zwischen den Quarz- und Feldspathkryställchen steckt, kann man deutlich beobachten, dass dieselbe keinen Pleochroismus zeigt und zwischen gekreuzten Nicols bei Drehung des Präparates vollständig dunkel bleibt. Bei starker Vergrösserung löst sie sich auf in grünliche schlauchartige Körperchen, in Schüppchen, Häutchen und in noch kleinere, kurze, anscheinend farblose Mikrolithe, die jedoch bei Drehung der Mikrometerschraube auch stets grün werden und daher Durchschnitte von Lämpchen sind, die in verschiedenen Schichten des Präparats liegen. Wo die schlauchartigen, wie mit grünem Pigment gefüllten Körperchen zwischen benachbarten Quarz und Feldspathen liegen, lassen sie eine unter sich parallele Lagerung wahrnehmen und sind rechtwinklig auf die Kanten der Krystalle gerichtet. Sie dringen auch in den Quarz und Feldspath ein und erfüllen letzteren manchmal gänzlich, während der Quarz stets ziemlich rein erscheint und nicht viele Hohlräume und dunkel umrandete Bläschen aufzuweisen hat. Auch vermochte ich nur selten bewegliche Libellen zu entdecken. Jedoch gab sich der Quarz hinlänglich durch seine Klarheit, glatte Oberfläche und lebhaftige Polarisation zu erkennen. Magneteisen erscheint in kleinen, vereinzelt Häufchen, die sich bei der stärksten Vergrösserung nur an den Rändern in kleine Körnchen auflösen. Die ähnlich geformten Gebilden von schmutzig brauner Farbe rühren augenscheinlich von zersetztem Magneteisen her.

Wir haben hier daher ein unvollkommen schiefriiges, kryptokrystallinisches Gestein, das aus Quarz, Plagioklas, einem grünlichen chloritartigen Mineral und Magneteisen besteht, mit krystallinischen

Thonschiefern regelmässig wechsellagert und in seiner Zusammensetzung und Beschaffenheit übereinstimmt mit dem Hornschiefer, wie dieser vor kurzer Zeit von R. Credner aus der älteren Schieferformation Sachsens beschrieben worden ist*) und früher Felsitschiefer genannt zu werden pflegte. Dieses Gestein scheint sowohl von Norwood als von Eames für Grünstein gehalten worden zu sein. Seine regelmässige Wechsellagerung mit dem Dachschiefer in wenig mächtigen Lagen, aber in einem sehr mächtigen und weit ausgedehnten Schiefercomplex, spricht jedoch entschieden gegen die Annahme, dass wir es hier mit einem massigen Gestein zu thun haben.

Zur Vergleichung mit diesem Hornschiefer unterzog ich auch den Dachschiefer einer eingehenden mikroskopischen Prüfung. Zunächst sei das Bild beschrieben, welches ein Schliff parallel der Schieferung lieferte. Erst bei starker Vergrösserung löst sich das äusserst feinkörnige Schiefergestein auf und zwar in genau die nämliche grünliche Substanz, welche im Hornschiefer die Quarz- und Feldspathkrystalle gewissermassen verkittet. Nur nimmt sie im Dachschiefer einen bedeutend grösseren Antheil an der Zusammensetzung und man erblickt ausserdem nur verhältnissmässig wenige grössere Querschnitte von abweichender Beschaffenheit, welche aber erst im polarisirten Licht deutlicher hervortreten.

Die blassgrüne Substanz ist durchaus nicht säulenförmig oder faserig, sondern entschieden schuppig, chloritisch ausgebildet; man erkennt genau dieselben Schüppchen und Häutchen wie im Hornschiefer und sieht wie die Schüppchen einander theilweise bedecken und übereinander greifen. Auf polarisirtes Licht zeigen sie keine Einwirkung, sondern bleiben bei Drehung des Präparates zwischen gekreuzten Nicols dunkel. Der grösseren Durchschnitte giebt es zweierlei: helle, wenig gefärbte und dunkle. Von den hellfarbigen geben sich einige deutlich als Glimmerblättchen kund. Sie polarisiren sehr lebhaft, haben eine ganz unregelmässige Gestalt und sind meistens zerfrant, öfter auch geknickt und an den Rändern umgebogen. Sie sind jedenfalls als klastische Gemengtheile zu betrachten. Es können jedoch nicht alle dieser fast oder ganz farblosen Durchschnitte zum Glimmer gerechnet werden, vielmehr scheint ein Theil davon Quarz zu sein. Die dunklen Querschnitte sind manchmal fast rechtwinklig, manchmal in Rhomben ausgebildet, öfter auch ganz unregelmässig gestaltet. Ihre Farbe erscheint im polarisirten Licht hellgelb, jedoch sind sie meistens von einer schwarzen undurchsichtigen Substanz erfüllt, wodurch sie öfter das Ansehen eines opaken Gemengtheils erhalten. Im auffallenden Licht er-

*) Vergleiche G. R. Credner, das Grünschiefersystem von Hainichen im Kgr. Sachsen, in der Z. f. d. ges. Naturwiss. 1876. B. XLVII. S. 25 ff.

scheinen sie im dunklen Felde mit mattgelber Farbe: ihre Grösse erreicht ganz vereinzelt $0,1^{mm}$, die meisten bleiben jedoch unter $0,01^{mm}$ im grössten Querschnitte. Die Vermuthung liegt nahe, diese Körperchen für Epidot zu halten.

Ausser diesen grösseren Durchschnitten erkennt man nun aber bei etwa 400facher Vergrösserung noch viel zahlreichere, kleinere, nadelförmige Gebilde, die bei gekreuzten Nicols in der dunkeln chloritischen Grundmasse wie helle leuchtende kurze Fädchen erscheinen. Bei Drehung des Schliffes werden sie hell und dunkel, zeigen auch matte Farben; ganz vereinzelt erreichen sie eine Länge von $0,5^{mm}$. bei grosser Dünne; gewöhnlich aber sind sie nicht über $0,005^{mm}$. lang und dann in Verhältniss zu ihrer Länge etwas breiter. Magneteisen ist in grösseren staubartigen Anhäufungen zu beobachten. Nur mit grosser Mühe und nach vielen misslungenen Versuchen gelang es auch von diesem Dachschiefer einen Schliff senkrecht zur Schieferung von hinreichender Dünne und Durchsichtigkeit zu erhalten, um die einzelnen Gemengtheile unterscheiden zu können. Es zeigte sich nun zunächst, dass im Gegensatz zu dem oben untersuchten Glimmerschiefer, die Schieferstruktur nicht durch die Lage eines einzigen Bestandtheiles (dort des Glimmers) bedingt wurde, dass im Gegentheil alle Gemengtheile eine gestreckte Lage haben. Dabei erscheint zugleich eine netzförmige Struktur, indem die farblosen, pelluciden Bestandtheile in parallelen linsenförmigen Partien von der grünen chloritischen Substanz umhüllt werden. Diese erscheint nun in Querschliff zwischen gekreuzten Nicols verschieden vom Bilde, welches der Längsschliff gewährte. Es macht sich nämlich eine Polarisation bemerkbar und zu gleicher Zeit eine lamellare oder faserige Structur der Blättchen parallel der Schieferung. Am deutlichsten zeigt sich diese, wenn die Richtung der Schieferung mit den Nicolhauptsnitten einen Winkel von 45° macht, während wenn sie mit einem der Hauptschnitte zusammenfällt, die grünen Schüppchen vollständig dunkel erscheinen. Dünne Splitter des Dachschiefers sind vor dem Löthrohre zu einem dunkelgrünen Glase schmelzbar; der Hornschiefer dagegen ist in den dünnsten Splintern nur an den Kanten abrundbar; nach dem Glühen wurden die blassgrünen, an den Kanten durchscheinenden Splitter desselben braungrün und undurchsichtig. Salzsäure hatte sogar bei Erwärmung keine Einwirkung auf die Schliffe des Dachschiefers; auch Schwefelsäure griff das Pulver nicht merkbar an.

Nach alledem unterscheidet sich der Hornschiefer von dem mit ihm wechsellagernden Dachschiefer durch den grossen Gehalt an Quarz und Feldspath, während letzterer mehr chloritische Bestandtheile und Mikrolithe enthält, deren Zugehörigkeit zweifelhaft blieb.

Halbwegs zwischen Thompson und Fond du Lac, einem kleinen Orte am St. Louis River, bis zu welchem Punkte der Fluss schiffbar ist, wird das oben beschriebene Schichtensystem in discordanter Lagerung von Sandsteinschichten des Untersilurs überdeckt. Bekanntlich bildet der Obere-See ein Becken in diesen Schichten und wiederholen sich die nämlichen Verhältnisse an der ganzen Südküste*). Ueberall liegt der Potsdam-Sandstein in ungestörter Lagerung auf den Schichtenköpfen der mächtigen Thon-, Chlorit-, Talk-schiefer und Quarzite, welche die huronische Formation zusammensetzen. Obgleich ich in den Sandsteinschichten am St. Louis River keine organischen Ueberreste gefunden habe, so gehören dieselben unzweifelhaft dem Potsdam-Sandstein an und kann man aus Analogie mit den sich über eine so grosse Erstreckung wiederholenden Lagerungsverhältnissen am Lake Superior mit grosser Wahrscheinlichkeit den Schluss ziehen, dass unsere Dach- und Hornschiefer den huronischen Schichten zugezählt werden müssen.

Eine lokale Störung der Lagerungsverhältnisse liegt am St. Louis River nicht vor. Die Schichtenstellung der alten Schiefer ist eine ähnliche, wie man diese überall im Gebiete der archaischen Schiefer wahrzunehmen Gelegenheit hat. Auch gelang es mir nicht in der Nähe krystallinische Gesteine aufzufinden, deren Einfluss Norwood früher die Schichtenstellung zugeschrieben hat, ohne dass es auch ihm gelungen wäre, davon den direkten Nachweis zu liefern. Ich zweifle nicht daran, dass weitere Untersuchungen für diesen Theil Minnesota's eine gleiche Ausbildung des huronischen Systems nachweisen werden, wie dieselbe für das nördliche Michigan bereits ausführlich beschrieben worden ist.

Der St. Louis-Fluss kommt aus dem hohen Norden des Staates, aus der Region der Granite, Gneisse und krystallinischen Schiefer des Vermillion-Sees. In deren Nähe sind schon seit einigen Jahren ausgedehnte Eisen-Erzlager bekannt geworden. Ich sah in St. Paul aus der Gegend südlich vom Vermillion-See sehr werthvolle Rotheisenstein- und Magneteisenerze. Die kurze Beschreibung dieses Vorkommens, welche wir in dem bereits in der Einleitung erwähnten Rapporte des früheren Staatsgeologen Eames finden, stimmt mit derjenigen aus dem nördlichen Michigan überein, die wir Credner verdanken. Wahrscheinlich bilden hier wie dort diese mit Serpentin, Jaspis und Eisenkiesel auftretenden Eisenerzlager einen Theil des unteren Hurons, welches dann wieder in discordanter Lagerung die laurentischen Bildungen überdeckt.

*) Vergleiche die obenerwähnte geologische Karte von Wisconsin und H. Credner's: Vorsilurische Gebilde der „Oberen Halbinsel von Michigan“ in der Z. d. d. G. 1869. S. 531 und 550.

Der silurische Melaphyr und Gabbro am Obern-See.

Die schon bei der Besprechung des Diluviums erwähnten kolossalen Thonmassen, welche sich am Obern-See durch ihre vorherrschend rothe Farbe auszeichnen, entziehen am unteren Laufe des St. Louis River die älteren Formationen dem Auge des Beobachters. Diese jedenfalls sehr jungen Bildungen, welche noch nie organische Ueberreste geliefert haben, steigen bis zu 600 und 700 Fuss über die Wasseroberfläche empor. Sie sind es, welche nicht gestatteten die Beziehungen nachzuweisen zwischen den Schichten des Untersilurs und den krystallinischen Gesteinen, welche an der westlichen Bucht des Obern-Sees die Küste zusammensetzen.

Am Endpunkte der Superior-Bahn, an den steilen Gehängen, wo erst vor wenigen Jahren die neue Stadt Duluth entstanden ist, sind diese Gesteine an einigen Punkten schön aufgeschlossen. Sie bilden bereits die linken Ufer der St. Louis-Bay und der Bay of Superior. Erstere ist eine Erweiterung der Flussmündung; letztere bildet einen durch schmale Landstreifen abgetrennten Theil des Sees, einen durch seine geschützte Lage sehr gesuchten Hafen.

Die Configuration des westlichen Endes vom Obern-See ist eine höchst merkwürdige. Schmale Landzungen zweigen sich, einander parallel, vom Ufer ab und begegnen in ähulicher Weise vorgestreckten Landstreifen des jenseitigen Ufers in Wisconsin. Sie lassen schmale Oeffnungen, Zutritte zu den innerem Gewässern, zwischen sich offen. Der äusserste dieser Streifen, der „Minnesota-point“ ist 6 Meilen lang und hat dabei eine mittlere Breite von nur 600 Fuss. Er besteht aus grobem Gerölle (*shingle*) und erhebt sich nur wenige Fuss über die Wasseroberfläche. Das Gerölle hat eine längliche, abgeplattete Gestalt und besteht vorwiegend aus den Melaphyren und Mandelsteinen mit kleineren und grösseren Kalkspathgeoden, welche man in der unmittelbaren Nähe anstehend findet.

Corner's Point in Wisconsin und Rice's Point in Minnesota trennen die St. Louis Bay von der Bay of Superior. Zwischen beiden ist ein Kanal von 50 Fuss Tiefe vorhanden, wodurch die Gewässer des St. Louis Flusses sich in den See ergiessen. Superior-Bay hat ihre grösste Tiefe am Minnesota-Ufer. In Wisconsin mussten die Einwohner noch mehrere hundert Fuss in die Bay hinausbauen, um 9 Fuss Wasser zu finden, während an der Minnesota-Seite das Wasser 15—18 Fuss Tiefe hat. Eine Strasse in Duluth zieht sich jetzt dem Minnesota-Point entlang; die Eisenbahngesellschaft hat denselben nahe an seinem Abzweigungspunkte vom Festlande durchschnitten und eine künstliche, durch starke Strombrecher geschützte Einfahrt hergestellt. Der natürliche Zutritt, 6 Meilen

weiter südlich, ist vielfach Versandungen ausgesetzt und wird von den Einwohnern Wisconsins und namentlich der Stadt Superior, welche dem neuen Orte Duluth Concurrenz macht, fortwährend an der Verbesserung dieser Einfahrt gearbeitet.

An den Abhängen der Stadt Duluth und zur Zeit meines Besuches durch den Strassenbau an einigen Stellen von der Ackererde und dem rothen Thon entblösst, treten nun im wesentlichen zwei total verschiedene krystallinische Gesteine auf. Das erste derselben, welches namentlich am Bahnhofe sehr schön aufgeschlossen war, hatte ich bereits in meinen ersten Notizen über Minnesota als einem Gabbro oder Hypersthenit ähnliches angegeben. Durch die Untersuchungen von Prof. Streng hat es sich nun auch in Wirklichkeit als einen Gabbro herausgestellt, der vorwiegend labradorischen Plagioklas mit ebensoviel Hornblende wie Diallag enthält, weshalb er es als einen Hornblende-Gabbro aufgeführt hat. Auffallend ist bei diesem Gestein der ungeheure Reichthum an Feldspath und die grosse Armuth an anderen Bestandtheilen, die ausser dem titanhaltigen Magneteisen überhaupt nur schwer zwischen den Feldspathkrystallen aufzufinden sind und sich erst im Dünnschliff mit der nöthigen Klarheit unterscheiden lassen. Die ausgezeichnete Zwillingsstreifung, die deutlich ausgeprägten Spaltungsrichtungen, der Glanz und schöne Farbenschiller, sowie die aus der Analyse des Gesteins gemachten Schlussfolgerungen deuten auf die Labradornatur dieses Feldspathes.

Die eigenthümliche Ausbildung dieses Gesteins giebt der Vermuthung Raum, dass dessen Auftreten ein gangartiges ist, wogegen aber die ziemlich grosse Ausdehnung spricht, welche es an den Gehängen des St. Louis-Rivers einnimmt. Leider war es nicht möglich, die Contactverhältnisse mit den anderen Gesteinen wahrzunehmen. Von dem letzten Auftreten der untersilurischen Schichten ist es mehrere Meilen entfernt und nach dem Obern See hier wird es durch dichten Urwald der Beobachtung entzogen.

Dieses Gestein hat unter der unrichtigen Bezeichnung Duluth-Granite in neuerer Zeit eine nicht unbedeutende Anwendung zu monumentalen Bauten gefunden, indem es eine sehr hübsche Politur annimmt.

In kurzer Entfernung des Gabbros bildet ein schöner porphyrisch ausgebildeter Melaphyr die ersten felsigen Partien am Ufer des Obern-Sees. Im Gegensatz zu dem früher beschriebenen, ganz ähnlich zusammengesetzten grünen Gestein, welches am St. Croix-River die Unterlage des Potsdam-Sandsteins bildet, hat es eine vorherrschend braune Farbe und grössere Neigung zur Bildung von Mandelsteinen. Letztere sind deshalb am westlichen Ufer des Sees sehr verbreitet und gehen allmählig in das dichte Gestein über.

Schon unter der Lupe erkennt man, dass die vorherrschende braune trübe Färbung durch eine tiefgehende Zersetzung der einzelnen Bestandtheile verursacht wird und die Untersuchung eines Dünnschliffes zeigt namentlich den Feldspath von einer körnigen Substanz imprägnirt, welche auch bei den stärksten Vergrößerungen nicht weiter bestimmbar ist. Das Vorhandensein des Epidots, welches Mineral sowohl vielfach auf Klüften ausgeschieden ist und dann in Verbindung mit Kalkspath, Laumontit und einer mulmigen eisen- und manganreichen Substanz auftritt, als die Grundmasse des Melaphyrs imprägnirt, deutet ebenfalls auf die Umwandlungen, welche die ursprünglichen Bestandtheile erlitten haben.

Nur an einer Stelle fand sich ein kleiner Bruch, wo das Gestein anscheinend frischer anstehend ist und eine dunkelgrüne bis schwarze Farbe zeigt. Es tritt hier in Verbindung mit dichtem, nicht porphyritisch ausgebildetem Melaphyr auf; dagegen war der unmittelbare Uebergang in den braunen epidotreichen Melaphyrporphyry, der eine viel grössere Verbreitung hat, nicht nachweisbar.

In den Mandelsteinen, worin der braune Malaphyr an mehreren Stellen unmerkbar übergeht, ist nun die Grundmasse in der Zersetzung noch bedeutend weiter vorgeschritten. Die länglichen Blasenräume sind mit Quarz, Kalkspath, einem chloritähnlichen Mineral und der oben erwähnten dunklen mulmigen Substanz ausgefüllt. Ausserdem setzen längere Spalten durch, welche mehrere Zoll Mächtigkeit erreichen und von grossblättrigem Kalkspath, Laumontit und Epidot erfüllt sind. Von einer Ausfüllung der Mandeln und Spalten mit Kupfer oder Kupfersalzen, wie es an der Nord- und Südküste des Obern Sees in den trappartigen Gesteinen des Hurons und des unteren Silurs stattfindet, war bei Duluth keine Spur zu entdecken.

Obgleich sich allerdings nicht mit Sicherheit angeben lässt, welche Stellung der Melaphyr und Gabbro von Duluth zu den geschichteten Gesteinen einnehmen, so scheint mir doch die Reihenfolge, worin die oben beschriebenen Bildungen am St. Louis River auftreten, den Schluss zu gestatten, dass die Küste an der westlichen Bucht des grossen Sees aus Einlagerungen in dem Potsdam-Sandstein und vielleicht auch aus gangförmigen Durchsetzungen desselben bestehen. Aus den Beschreibungen von Owen, Whittlesey und anderen wissen wir, dass trappartige Gesteine, d. h. Melaphyre, an der Nordküste von Lake Superior eine grosse Rolle spielen und dass diese theils in paralleler Stellung mit den Schichten des Potsdam-Sandsteins, theils als entschiedene Gänge auftreten.

Der nördlichen Küste entlang läuft ein Bergrücken, der aus krystallinischen Schiefen und anderen archaischen Gesteinen besteht. Er erreicht vier bis sechs Meilen landeinwärts seine grösste Erhebung von 600 bis 1000 Fuss über dem Wasserspiegel. Vom

Kamme dieses Bergrückens fällt das Terrain allmählig nach dem Oberr-See hin ab und lagern sich hier die silurischen Schichten mit südlichem Einfallen an. Eine Anzahl Flüsse nehmen auf dem Berg Rücken ihren Ursprung, winden sich mit starkem Gefälle durch die verschiedenen massigen und geschichteten Gesteine und gewähren vielfache Aufschlüsse in den öfter sehr complicirten Lagerungsverhältnissen. Einige haben als vielversprechend für den Kupferbergbau eine gewisse Berühmtheit erlangt und werden noch immer von vielen Leuten als kupferreich angesehen. Dies gilt namentlich vom French- und Knife-River-Distrikte, welcher noch zu Minnesota gehört.

Auf ganz ähnliche Durchsetzungen der Schichten deuten die oben erwähnten Landzungen, welche wie die Nehrungen vor den norddeutschen Flussmündungen, sich vor der Mündung des St. Louis Rivers erstrecken, hier aber total verschiedenen Ursachen ihren Ursprung verdanken.

Whittlesey hat den Satz aufgestellt, dass die trappartigen Gesteine, welche gediegen Kupfer führen, vom Alter des Potsdam-Sandsteins sind und diejenigen, welche Schwefelungen enthalten, der huronischen Formation angehören*). Ausserdem sollen die kupferführenden Gänge taub werden, wenn sie vom „Trap“ in den Sandstein übergehen. Was den ersten Theil dieses Satzes anbelangt, der wenn begründet, für den Kupferbergbau am Oberr-See von grosser Bedeutung sein würde, so glaube ich demselben eine allgemeine Gültigkeit absprechen zu müssen. Der diabasartige Melaphyr des St. Croix-Rivers, der älter ist wie der Potsdam-Sandstein, wird vielfach von Gängen durchsetzt, worin allerdings hin und wieder Schwefelungen vorkommen. Stets aber fand ich neben denselben auch gediegenes Kupfer in zarten Blättchen und Anflügen, oder in Fäden, dünnen Plättchen, sogar in draht- und knopfförmigen Partien**).

Andererseits führte ein Ganggestein aus dem Gebiete des Potsdam-Sandsteins vom Knife River-Distrikt, etwa 30 Meilen östlich von Duluth, ausser Schwefelkies nur Schwefelkupfer in zarten Anflügen ohne Spur von gediegen Kupfer.

An den meisten Orten, wo huronische oder silurische Melaphyre auftreten, hat man Andeutungen eines Kupfergehaltes der Spaltenausfüllungen gefunden. Auf der Oberfläche der Melaphyrfelsen am St. Croix-River sieht man öfter Feldspathschnüre von wenigen Zoll Mächtigkeit, die sich nach der Tiefe hin erweitern. So hatte eine dergleiche Schnur, die sich an der Oberfläche mehrere hundert Fuss weit verfolgen liess, in 20 Fuss Tiefe bereits eine Mächtigkeit von

*) Whittlesey's Report of 1866. pag. 5.

***) Vergleiche J. Kloos, geol. Notizen aus Minnesota in der Z. d. deutschen geolog. Ges. 1871 S. 445.

2 $\frac{1}{2}$ Fuss gezeigt. Die Proben aus dieser Tiefe bestanden aus einem stark zersetzten feldspath- und kalkreichen Gestein, von gediegen Kupfer und Schwefelungen durchzogen, jedoch nur in zarten Anflügen und in nicht hinreichender Menge, um grössere Versuchsarbeiten zu veranlassen.

Die grösseren Massen von gediegen Kupfer, welche bis jetzt in Minnesota hin und wieder in losen Stücken gefunden wurden, stammen aus den Geröllanhäufungen des Diluviums. Sie sind mir aus den Flussbetten des St. Croix- und Kettle Rivers, sowie aus dem östlichen Theile der Stadt St. Paul bekannt geworden. Da ähnliche Kupfergerölln sich noch viel weiter südlich, sogar in der „driftformation“ des Staates Ohio vorgefunden haben, so wird man wohl berechtigt sein, deren Ursprung in der Umgebung des Obern-Sees zu suchen und ist es gewiss zu bedauern, wie es allerdings noch öfter geschieht, wenn dergleiche Findlinge Hoffnungen auf einen Kupferreichthum der Gegend erwecken.

Eine kurze Zusammenfassung der gewonnenen Resultate möge die oben mitgetheilten Beobachtungen schliessen und zu gleicher Zeit eine gedrängte Uebersicht unserer jetzigen Kenntnisse der geognostischen Verhältnisse Minnesota's geben.

Mit Sicherheit nachgewiesen sind bis jetzt innerhalb der Grenzen dieses Staates: die archäische Formationsgruppe, die Schichten des unteren Silurs und des mittleren cretaceischen Zeitalters. Im Süden des Staates kommen dazu vielleicht noch obersilurische Schichten, die sich jedoch bald auskeilen und bis jetzt keine charakteristischen Petrefakten geliefert haben.

Die archäische Gruppe ist im mittleren Theile des Staates namentlich durch massige krystallinische Gesteine vertreten, die hauptsächlich aus hornblendefreien und hornblendeführenden Graniten (Syenitgraniten), Dioriten, (Augitdioriten), sowie aus melaphyrartigen Gesteinen bestehen. Daran reihen sich krystallinische Schiefer, namentlich Glimmerschiefer, Hornschiefer und chloritische Schiefer, die gewöhnlich als Dachschiefer ausgebildet sind, wogegen Gneiss auffälliger Weise fehlt oder wenigstens sehr zurücktritt. Im Norden haben die krystallinisch massigen und schiefrigen Gesteine eine bedeutend grössere Verbreitung und lässt sich dort die Entwicklungsreihe der laurentischen und huronischen Systeme analog den bekannten Verhältnissen in Canada, Michigan und Wisconsin nachweisen. Die archäischen Schiefer sind durch seitlichen Druck über grosse Areale in ähnlicher Weise aufgerichtet, wie dies überall an den Rändern der laurentischen Massiven wahrgenommen wird. Auf den Schichtenköpfen der jüngeren huronischen, vorwiegend chloritischen

Schiefer oder auf den diabasartigen Melaphyren, die demselben Zeitraume angehören, lagern in horizontaler Stellung die silurischen Sandsteinschichten. Letztere haben eine sehr grosse Verbreitung und schliessen sich unmittelbar den gleichalterigen Schichten Wisconsin's an. Sie werden in ähnlicher Weise wie dort und im westlichen Canada von Melaphyren durchsetzt; auch haben sich Melaphyrströme über dieselben ergossen und wechsellagern jetzt damit, während sie selbst wieder von kupferführenden Gängen durchsetzt werden. Als muthmassliche Einlagerung in dem Potsdam-Sandstein kommt dazu bei Duluth noch der Hornblendegabbro.

Eine kaum geringere Verbreitung wie der Potsdam-Sandstein hat das nächstfolgende Glied des Silurs, der untere Dolomit des Mississippi's; er ist der stete Begleiter des Sandsteins. Weit geringere Bedeutung dagegen haben die jüngeren Schichten, indem die zerreibliche Natur des St. Peter-Sandsteins bewirkte, dass sowohl dieser wie die darüber lagernden schwachen Schichten des Trenton-Kalksteins über grossen Flächenräumen im Innern des Staates verschwunden sind und jetzt in mehreren, von einander getrennten Gebieten auftreten. Die silurischen Schichten liegen überall anscheinend horizontal, haben aber ein schwaches Einfallen, welches im Süden des Staates ein südliches, über Mountain-Lake hinaus dagegen nach Norden gerichtet ist.

Vom Silur an fehlen sämtliche Formationen bis zur cretaceischen Zeit, wenigstens konnten dieselben bis jetzt nicht nachgewiesen werden. Es scheint daher, dass dieser mittlere Theil des nord-amerikanischen Continents während dieses ganzen ungeheuren Zeitraumes über der Meeresoberfläche erhaben war. Es lassen sich dann auch in den weiten Thälern des Mississippi und St. Peter-Flusses grossartige Erosionserscheinungen nachweisen und das bei St. Paul an beiden Ufern des Flusses in einer beträchtlichen Mächtigkeit aufgehäufte Geröllelager von fast nur silurischem Kalkstein beweist, wie sehr die Schichten zerstört worden sind.

Erst in der cretaceischen Zeit war der westliche Theil des Staates wieder vom Meere bedeckt und bildete derselbe einen Theil des grossen Kreidemeeres, dessen Ablagerungen in der vollkommensten Weise am Missouri studirt werden können. Die östliche Küste dieses grossen Salzwasserbeckens lag innerhalb des jetzigen Stromgebietes des Mississippi. Ob tertiäre Bildungen vorhanden gewesen und später durch Erosion bis auf kleine Reste wieder verschwunden sind, ist unsicher. Die vorwiegend thonigen und sandigen cretaceischen Bildungen wenigstens unterlagen wieder in grossartiger Weise der Erosion.

Diluviale Bildungen sind in grosser Mächtigkeit vertreten und überdecken den südlichen und mittleren Theil des Staates, eine Er-