

6. Mittheilungen über das Glacialgebiet Nordamerikas.

I. Die Endmoränen von Wisconsin und Pennsylvanien.

Von Herrn FELIX WAHNSCHAFFE in Berlin.

Zu den hervorragendsten Erscheinungen des nordamerikanischen Glacialgebietes gehören die Endmoränen, welche vom atlantischen Ocean aus, südlich vom Cap Cod beginnend, in einem gewaltigen Zuge durch die nördlichen Gebiete der Vereinigten Staaten sich bis Dakota erstrecken und noch weit in die britischen Besitzungen hinein sich fortsetzen. Dieser von den nordamerikanischen Geologen in einzelnen Theilen genau untersuchte und in zahlreichen Arbeiten beschriebene Moränengürtel verläuft nur im Osten in einer einfachen, sich gleichmässig fortsetzenden Linie, weiterhin bildet er, nach CHAMBERLIN's Darstellung, besonders in seinem mittleren Theile grosse, nach Süden zu convexe Bogen, die sich bei ihrer Berührung zu einem gemeinsamen, meist nordwärts gerichteten Höhenzuge vereinigen. Die Untersuchungen der nordamerikanischen Geologen haben ergeben, dass die grosse Inlandeisdecke Nordamerikas während des Höhepunktes der zweiten Vereisung sich an ihrem Südrande in grosse, lappenförmige Zungen auflöste. Man hat dieselben gewöhnlich als Gletscher bezeichnet, doch dürften sie wohl richtiger den Namen Inlandeisungen führen, weil sie sich, wie wir nachher sehen werden, unter wesentlich anderen Verhältnissen als die heutigen Thalglletscher entfaltet. CHAMBERLIN¹⁾ unterscheidet in seiner wichtigen Abhandlung über die Endmoräne der zweiten Glacialepoche im Allgemeinen zwölf mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Moränenbogen, die z. Th. in schön geschwungenen Linien am Südrande des grossen Seengebietes sich hinziehen.

Da es mir nach der Rückkehr von der grossen Excursion nach dem Felsengebirge, welche sich an den fünften internationalen Geologencongress in Washington anschloss, darauf ankam, in kurzer

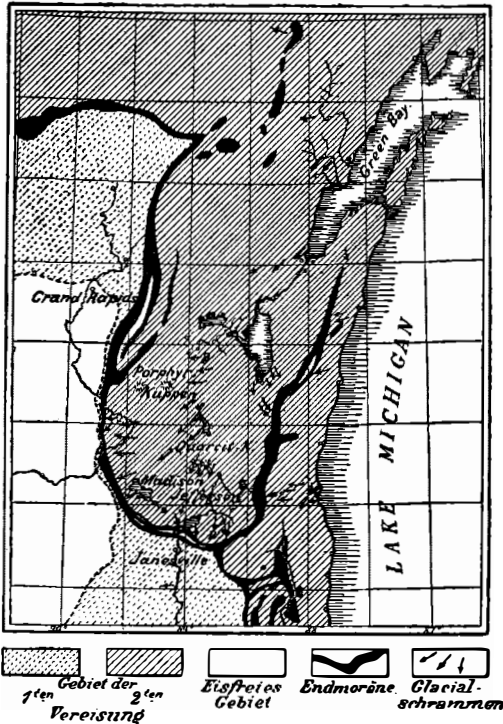
¹⁾ T. C. CHAMBERLIN. Preliminary Paper on the terminal moraine of the second glacial epoch. (III. Ann. Report of U. S. Geol. Survey 1881—1882.)

Zeit einen Ueberblick über die hauptsächlichsten Erscheinungen des nordamerikanischen Glacialgebietes zu gewinnen, so beschloss ich auf Rath der Herren CHAMBERLIN und SALISBURY das grossartig ausgebildete Endmoränengebiet in Wisconsin aufzusuchen, nachdem ich schon vor dem Congress ein Stück der interessanten Endmoräne in Pennsylvanien kennen gelernt hatte. Auf allen diesen Excursionen begleitete mich Herr SALISBURY, dem ich für seine Führung und Belehrung zu grossem Danke verpflichtet bin.

Figur 1.

GREEN BAY - EISZUNGE

mit ihrer Endmoräne n. T. C. Chamberlin.



(Im Kärtchen lies Quarzit statt Quarcit.)

CHAMBERLIN hat in der soeben erwähnten Schrift die Inlandeiszung, welche sich während der zweiten Vereisung in südsüdwestlicher Richtung von der den nordwestlichen Theil des Lake Michigan bildenden Green Bay aus nach der Südgrenze von Wisconsin erstreckte und an ihrer äussersten Grenze den Endmoränen-

zug beim Abschmelzen zurückliess. als „Green Bay Glacier“ bezeichnet. Diese verhältnissmässig kleine Eiszunge (siehe die beigefügte Skizze, Figur 1) lag zwischen der weit nach Süden zu vorgeschobenen Lake Michigan-Eiszunge im Osten und der weit nach Norden zurückweichenden des Chippewathales im Westen. Ihr Endmoränengürtel, welcher im Südwesten das sonst ganz von Glacialbildungen der ersten Vereisung umgebene „driftlose Gebiet“ erreicht, ist von CHAMBERLIN¹⁾ zuerst und am genauesten erforscht worden. Die Breite des von den Endmoränen der Green Bay-Eiszunge eingeschlossenen Gebietes übersteigt im Durchschnitt 100 km, während die Länge vom nördlichsten Punkte der Green Bay an gerechnet über 350 km beträgt.

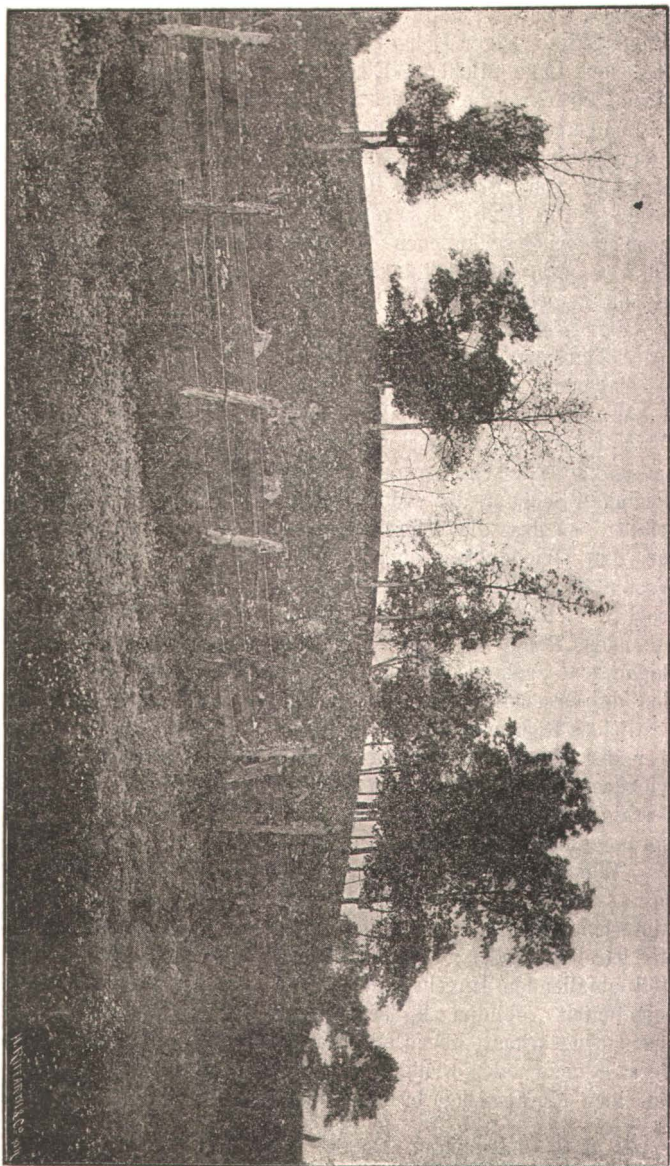
Der Felsuntergrund²⁾, auf dem die Bildungen der Eiszeit zur Ablagerung gelangt sind, besteht hier der Hauptsache nach aus paläozoischen Schichten, die von dem Niagarakalk bis zur archaischen Formation hinabreichen. Die im Westen fast söhligigen Schichten zeigen ein schwaches Einfallen nach Osten zu. Im Inneren des Gletscherbeckens sind die weichen Hudson River- oder Cincinnati-Schiefer der erodierenden Thätigkeit des Eises anheimgefallen, so dass die tieferen, untersilurischen Schichten den Boden der mit Glacialablagerungen bedeckten Wanne bilden. Nach Westen zu steigt die Oberfläche ganz allmählich, im Osten dagegen erheben sich die harten Niagarakalke zu einem scharf hervortretenden Rande von 60 — 120 m Höhe über dem Lake Michigan und senken sich von dort allmählich nach dem See hinab. Von der Green Bay aus zeigt der geglättete Felsgrund in südsüdwestlicher Richtung ein allmähliches Ansteigen bis zu der 90 m über der Wasserfläche dieser Bucht oder 270 m über dem Meere gelegenen Wasserscheide des Rock River. Von hier aus fällt das Terrain um 30 m bis zu dem Punkte, wo der Fluss die Endmoräne durchschneidet.

Was zunächst diese Endmoräne betrifft, so bildet sie in ihrem südlichen Theile einen topographisch aus dem Vor- und Hinterlande meist sehr deutlich hervortretenden Höhenzug, welcher aus parallelen oder auch unregelmässig zusammengefügtten, oft sehr steil abfallenden Hügeln und Rücken gebildet wird (vergleiche die beigefügten Abbildungen, Textfigur 2 und 3), die entweder dicht zusammengeschart liegen oder durch dazwischenliegendes, ebeneres Terrain mehr oder weniger weit von einander getrennt sind. Die einzelnen Moränenzüge besitzen eine Breite von einer bis 5 oder 6

¹⁾ T. C. CHAMBERLIN. On the extent and significance of the Wisconsin kettle moraine. 1878.

²⁾ Vergl. General geological map of Wisconsin 1881. Plate No. 1. (Wisconsin Geol. Survey.)

Figur 2.



F. Wahnschaffe phot. 1891.

Endmoräne südlich von Whitewater, Ws.
Vom Vorlande aus gesehen.

Figur 3.



F. Wahnschaffe phot. 1891.

Endmoränenlandschaft am Bass Lake, 5 engl. Meilen von Whitewater.

Die Rücken zeigen eine Grand-Bedeckung. — Links liegt eine kesselartige Einsenkung.

englischen Meilen, dehnen sich jedoch dort, wo sie sich in getrennte Gruppen auflösen, beispielsweise im westlichen Theile, wo die Endmoräne an Deutlichkeit verliert, über ein Gebiet von 20—30 Meilen Breite aus. Betrachtet man von einem höheren Punkte aus die Endmoränenlandschaft, so zeigt sie eine ausserordentlich unregelmässige und verworrene Oberflächengestalt, die namentlich dadurch hervorgerufen wird, dass zwischen den einzelnen Hügelrücken und Kuppen sich tiefe kesselartige Einsenkungen von rundlichem, elliptischem oder ganz unregelmässigem Umriss befinden, die zum Theil trocken, zum Theil mit Wasser erfüllt sind und als Kettle-holes bezeichnet werden.

Der Endmoränenzug besteht ausschliesslich aus Glacialbildungen und ist in seiner Oberflächenform nicht von dem älteren Gebirge des Untergrundes abhängig. Für die Zurechnung der Drifthanhäufungen¹⁾ zur Endmoräne ist für die amerikanischen Geologen weit mehr der topographische Charakter als die petrographische Zusammensetzung massgebend gewesen. Dieser Umstand hat SALISBURY²⁾ veranlasst, bei seiner ersten Bereisung des baltischen Höhenrückens, die er ganz unbeeinflusst von den Anschauungen und Forschungen der norddeutschen Geologen unternommen hatte, ausgedehnte, zum grössten Theile aus Geschiebelehm bestehende Gebiete von unregelmässig welliger Oberflächenform als Endmoränen zu betrachten, welche meist in vier Zügen sichtbar werden sollen. Derartige deutlich entwickelte Züge lassen sich jedoch, abgesehen von dem eigentlichen, schmalen Endmoränenzuge, nicht unterscheiden und die unregelmässig kuppigen Geschiebelehmflächen sind von der Mehrzahl der norddeutschen Geologen als Grundmoräne aufgefasst worden. Wir halten es nicht für zulässig, den gesammten baltischen Höhenrückens aus rein topographischen Gründen, wie SALISBURY wollte, als eine Endmoräne zu betrachten. Die topographische Methode zur Abgrenzung der Endmoränen ist nach meiner Ansicht nur da anwendbar, wo sich dieselben in scharf hervortretenden Zügen aus der umgebenden Landschaft abheben.

Von den nordamerikanischen Geologen werden als Endmoränen alle jene Bildungen bezeichnet, welche theils unter, theils vor dem Inlandeise in dessen Randgebiete zum Absatz gelangt sind. Die Endmoränenrücken bestehen vielfach aus Till, welcher völlig unserem norddeutschen Geschiebemergel ent-

¹⁾ Der in der nordamerikanischen Literatur sehr häufig angewandte Ausdruck „Drift“ bedeutet ursprünglich nur „transportirtes Material.“ In dem vom Inlandeise bedeckt gewesenen Gebiete sind darunter die Glacialablagerungen zu verstehen.

²⁾ R. D. SALISBURY, Terminal Moraines in North Germany (Americ. Journ. of Science, Vol. XXXV. 1888. 501—407).

spricht, aber sich innerhalb des Endmoränengebietes häufig durch einen bedeutend grösseren Reichthum an Blöcken auszeichnet als der Till des Hinterlandes. CHAMBERLIN fasst diese senkrecht zur Eisbewegung verlaufenden Rücken als Grundmoränenmaterial auf, welches unter dem Eise in seinem Randgebiete zu Runzeln und Falten zusammengeschoben wurde. Dabei fand unter der Mitwirkung subglacialer Wasser durch theilweise Fortführung der feineren Bestandtheile eine relative Anreicherung von gröberem Materiale statt. Es sind dies die „submarginal ridges of till. parallel with the ice border“, welche CHAMBERLIN in seiner dem internationalen Geologencongress in Washington unterbreiteten, sehr speciellen genetischen Gliederung der Pleistocänbildungen als dritte Klasse der unter dem Eise (at the base of the glaciers) entstandenen Bildungen angeführt hat.¹⁾ Er gliedert diese Rücken wieder in submarginal oder lodge moraines (Varietät der Endmoräne) und in locale Tillrücken, welche quer zur Eisbewegung liegen. Eine derartige lokale Endmoräne hatte ich Gelegenheit auf der von Madison aus zunächst nach Süden gerichteten Excursion nördlich vom Hauptmoränenzuge zwischen Lake View Post Office und Oregon zu beobachten. Es erhebt sich hier aus einer typischen, flach welligen Grundmoränenlandschaft ein zur Bewegungsrichtung des Eises quer stehender Geschiebemergelrücken, der von Wald gekrönt ist und sich durch eine unregelmässige, kleinstückig und kuppig ausgebildete Oberfläche, sowie durch einen grossen Blockreichthum auszeichnet. Wenn ich auch hier in nächster Nachbarschaft des Endmoränenzuges in Uebereinstimmung mit den amerikanischen Geologen diesen Kamm als eine lokale, unter dem Eise gebildete Endmoräne auffassen möchte, so glaube ich doch, dass die nordamerikanischen Fachgenossen darin zu weit gehen, wenn sie derartige, oft weit von der Endmoräne entfernte und senkrecht zur Eisbewegung stehende Rücken stets für lokale Endmoränen oder Rückzugsmoränen halten. Eine derartige Querrunzelung und Faltung der weichen Grundmoränenmasse kann meiner Ansicht nach unter dem Eise auch in den vom Rande entfernten Gebieten stattgefunden haben.

Sehr deutlich ist die innere Zusammensetzung in den scharf hervortretenden Kämmen des Hauptendmoränenzuges fünf engl. Meilen südlich von Whitewater zu beobachten, woselbst er von einer im Bau unvollendet gebliebenen Eisenbahnlinie durchquert

¹⁾ CHAMBERLIN unterscheidet in dieser Gliederung noch zwei andere Arten von Endmoränen, einmal dump moraines, welche als Geschiebегürtel ausgebildet sind und aus dem auf und in dem Eise transportirten Materiale stammen, und zweitens push moraines, welche durch die mechanische Thätigkeit der Eiskante zusammengeschoben wurden.

wird. In einem von CHAMBERLIN abgebildeten und von mir besuchten Einschnitte sieht man zu oberst einen grandigen, blockreichen Sand und darunter einen sehr blockreichen Till, welcher bis zu 20 m Tiefe aufgeschlossen ist. Der nach beiden Seiten hin steil abfallende Kamm erreicht eine Höhe von 79 m (über dem Lake Michigan) und darüber. Etwa einen halben Kilometer östlich von dieser Stelle erschien in einem anderen Eisenbahneinschnitt die Moräne in so fern anders ausgebildet, als die feinen lehmigen Theile ganz und gar ausgewaschen waren und die sandig-grandige, ungeschichtete Grundmasse die grösseren und kleineren Blöcke in regelloser Vertheilung zeigte. Viele der grösseren Blöcke, von denen einige einen Meter im Durchmesser besitzen, sind geschrammt und abgeschliffen, ein Beweis dafür, dass die Endmoränen hier aus ausgewaschenen Grundmoränen entstanden sind. Sehr häufig tragen die aus Geschiebelehm gebildeten Endmoränenhügel eine Decke von grobem Grand, oder sie bestehen ganz und gar aus diskordant gelagerten Grand- und Sandschichten, die dann meist an der Oberfläche eine Bedeckung von grossen Blöcken oder auch von kleineren durch Wassertransport gerundeten Geröllen zeigen. In letzterem Falle stimmen die Endmoränen völlig mit den parallel zum Eisrande verlaufenden Kames überein, die nach CHAMBERLIN in ausgedehntem Masse zur Bildung der Endmoräne beitragen.

Auf unserem Ausfluge kreuzten wir die Endmoräne bei Brooklyn und folgten ihrem Südrande zunächst bis zu der am Rock River gelegenen Stadt Janesville. Während wir schon zwischen den einzelnen Endmoränenzügen, namentlich dort, wo sie weiter von einander durch ebeneres Terrain getrennt sind, aus Grand bestehende Flächen beobachtet hatten, die von den amerikanischen Geologen als „overwash plains“ bezeichnet werden, so trat diese Erscheinung in grossartigster Entwicklung doch erst südlich von dem Endmoränenwalle hervor. In einem meist völlig ebenen, aus Grand bestehenden Gebiete bildet die Endmoräne einen weit am Horizonte zu verfolgenden Höhenzug, welcher, da er seiner unregelmässigen Oberfläche wegen nur schwer zu beackern ist, in der Regel von Wald bedeckt wird. Die Grandebenen bieten genau dieselben Erscheinungen dar, wie sie im norddeutschen Flachlande im Vorlande der uckermärkischen und hinterpommerschen Endmoräne beobachtet worden sind. Ihr Material ist sehr grob in der Nähe der Endmoräne und wird feiner und feiner, je weiter man sich von derselben entfernt. Offenbar sind diese Grande abgelagert worden durch die dem Eisrande entströmenden Schmelzwasser, welche das Schuttmateriale der Moränen umlagerten und ausbreiteten. Beim zeitweiligen Zurückweichen des Eisrandes

wurden die zwischen den einzelnen Moränenzügen liegenden Grandebenen gebildet.

Von hohem Interesse sind die tiefen Einschnitte, welche der nach Süden fließende Rock River in die vor der Endmoräne liegenden Bildungen in postglacialer Zeit gemacht hat. Das alte in die cambrischen Schichten in grosser Breite und Tiefe eingeschnittene Rock River-Thal wurde durch die vom Eisrande kommenden Schmelzwasser ganz und gar mit Glacialschotter erfüllt, in welchem sich der Fluss in postglacialer Zeit sein gegenwärtiges Bett ausgeschürft hat. Auf diese Weise sind an beiden Ufern Terrassen entstanden, welche bei Janesville etwa 23 m, bei Beloit ungefähr 15 m sich über dem Flusse erheben. Eine Bohrung in Janesville hat ergeben, dass die diluvialen Terrassenschotter bei 106,4 m noch nicht durchsunken wurden. Die Ablagerungszeit dieser Schotter ist dadurch zu bestimmen, dass dieselben erst am Südrande der Endmoräne, hinter derselben jedoch nirgends im Rock River-Thal zu beobachten sind. Sie gehören demnach der Zeit der zweiten Vereisung an. Bei der von Janesville in östlicher Richtung fortgesetzten Excursion kommt man zunächst über eine sehr ebene, aus Schotter gebildete Fläche, bis eine ganz schwach hervortretende und durch Trenton-Kalk gebildete Schwelle den ehemaligen Rand des Rock River-Thales anzeigt. Der Schotter ist sehr reich an Kalkstein, und diesem Umstande ist es wohl mit zuzuschreiben, dass der Boden sich hier unter Anwendung künstlicher Düngemittel vorzüglich zum Tabakbau eignet und eine ausgedehnte Tabakcultur veranlasst hat. Südlich von Whitewater überschritten wir den interessanten Punkt, wo die Endmoräne der Lake Michigan-Eiszunge mit derjenigen der Green Bay in einem scharfen Winkel zusammenstösst, und von hier aus zieht sich zuerst in nordöstlicher und sodann in nordnordöstlicher Hauptrichtung ein gewaltiger Endmoränenzug, welcher eine Länge von 170 englischen Meilen besitzt und östlich vom Südende der Green Bay endet. Dieser Endmoränenzug, welcher wegen seiner zahlreichen Kessel und kleinen Seen den Namen „Kettle Range“ führt, ist von CHAMBERLIN, weil er beiden Gletscherzungen gemeinsam ist, als „interlobate“ oder „intermediate moraine“ bezeichnet worden. In diesem Theile, wo die Eisbewegung der Green Bay- und Lake Michigan-Eiszunge von zwei entgegengesetzten Seiten nach der Endmoräne hin stattfand, wurde dieselbe zu besonders hohen und steilen Wällen zusammengeschoben, deren Höhe z. Th. über 79 m (über dem Lake Michigan) beträgt. In grossartigster Weise tritt dieser Endmoränenwall südlich von Palmyra hervor. Eine Eigenthümlichkeit, welche ich ebenfalls in dieser Gegend zu sehen Gelegenheit hatte, sind die so-

genannten „pitted plains“. Es sind dies zwischen den Endmoränen gelegene ebenere Flächen, welche mit zahllosen tieferen Einsenkungen versehen sind und in Norddeutschland zu fehlen scheinen.

Während in dem östlich benachbarten Gebiete der Lake Michigan-Eiszunge die von den Endmoränen umschlossene Gegend zum grössten Theile von dem See eingenommen wird und dadurch für die Erforschung unzugänglich ist, eignet sich das von der Endmoräne der Green Bay-Eiszunge umfasste Areal in ausgezeichneter Weise zur genaueren Untersuchung. Die hier auftretenden, vielfach sehr mächtigen Glacialablagerungen, obwohl ebenfalls aus geschichteten Sanden und Granden, sowie aus ungeschichtetem Till bestehend, zeigen doch eine wesentlich andere Oberflächenbeschaffenheit als die Endmoräne. Allerdings ist auch dieses Gebiet durch einen Reichthum an grösseren und kleineren Seen ausgezeichnet, so dass beispielsweise die Stadt Madison ganz von Seen eingeschlossen ist. Während hier sandige Bildungen vorherrschen, kommt man sehr bald in südlicher Richtung in ein Gebiet, in welchem eine typische, schwachwellige, aus Till bestehende Grundmoränenlandschaft vorhanden ist. Der kalkhaltige Till zeigt meist eine 0.6—0.9 m mächtige, aus sandigem Lehm bestehende Verwitterungsschicht. Drei Umstände sind es namentlich nach CHAMBERLIN's sorgfältigen Untersuchungen, die uns zeigen, in welcher Weise sich das Inlandeis hier vorgeschoben und wie es das Grundmoränenmaterial transportirt hat. Es macht sich in diesem Gebiete eine sehr deutliche lineare Anordnung bemerkbar, die theils in der Richtung der Seen, theils in den Oberflächenformen der Grundmoräne zum Ausdruck kommt. In der Gegend zwischen Hebron und Jefferson hatte ich Gelegenheit, eine sogenannte Drumlinlandschaft kennen zu lernen. Die Drumlins bestehen hier meist aus lahngestreckten Kuppen von Geschiebemergel, deren Längsaxe parallel mit der Richtung der Schrammen verläuft. Ihre Länge und Höhe ist sehr verschieden, jedoch sind sie nur selten über einen Kilometer lang. Sehr häufig kann man hier die Beobachtung machen, dass die den Endmoränen abgekehrte Seite einen steileren Abhang besitzt als die denselben zugekehrte. Oft sind die Rücken, namentlich an den Abhängen, mit grobem Grande bedeckt. Die einzelnen Drumlins sind durch dazwischen liegendes ebeneres Terrain, welches mehrfach von Sanden und Moorbildungen bedeckt ist, von einander getrennt. Was die Entstehung dieser eigenthümlichen Formen betrifft, so stellen sie aufgehäuftes Grundmoränenmaterial dar, welches in der Bewegungsrichtung des Eises gestreckt worden ist. CHAMBERLIN hat angenommen, dass vielfach Hervorragungen des älteren Gesteins die erste Veranlassung zur

Bildung dieser Hügel gegeben hätten, indem sich die Grundmoräne an ihnen staute. Untersuchungen von W. UPHAM¹⁾ in New Hampshire und Massachusetts haben jedoch ergeben, dass Durchschnitte der Drumlins keineswegs einen inneren festen Gesteinskern zeigen, sondern gewöhnlich ganz aus Till bestehen. Bei einer Excursion, die ich von Boston aus durch Boston Harbor nach Nantasket unternahm, sah ich eine grosse Zahl der von W. M. DAVIS²⁾ beschriebenen, meist als Inseln aus dem Meere aufragenden Drumlins, welche an der dem Meere zugekehrten Seite Steilabstürze besitzen, an denen man erkennen konnte, dass sie dort ausschliesslich aus Till bestehen. UPHAM hat südöstlich von Boston an Küstenprofilen beobachtet, dass in seltenen Fällen auch geschichtete Sande den Kern der Drumlins bilden können.

Eine nach Art der nordamerikanischen Drumlins entwickelte Grundmoränenlandschaft ist mir im norddeutschen Flachlande aus eigener Anschauung bisher nicht bekannt geworden. Ob die im südlichen Theile des von A. JENTZSCH geologisch aufgenommenen Blattes Mewe vorkommenden, in südöstlicher Richtung gestreckten Geschiebemergelrücken eine analoge Erscheinung darbieten, oder ob sie als Querrunzeln senkrecht zur Eisbewegung entstanden sind, lässt sich hier nicht entscheiden, da keine Schrammenbeobachtungen möglich sind. Wie dem aber auch sei, jedenfalls kennen wir im norddeutschen Flachlande keinen Gegensatz zwischen linear angeordneten Grundmoränenrücken und regellos aufgehäuften Endmoränenhügeln. Die Grundmoränenlandschaft zeigt auf dem baltischen Höhenrücken, wie dies schon aus den topographischen Karten 1 : 25 000 deutlich hervorgeht, stets eine ganz unregelmässige Oberflächenentwicklung, welche sowohl in der Form und Richtung der Hügel und Wellen als auch der dazwischen liegenden Moore und Pfuhe zum Ausdruck kommt. Uebrigens sind in Nordamerika die Drumlins nicht überall entwickelt. So fehlen sie z. B. nach W. UPHAM in dem ausgedehnten Glacialgebiete Minnesotas, welches von elf Endmoränenbogen oder Rückzugsmoränen durchzogen sein soll.

Die zweite Erscheinung, welche uns über die Bewegungsrichtung des Eises innerhalb des Green Bay-Gletschers Aufschluss giebt, ist der Geschiebetransport. Während die Geschiebe der Grundmoräne im Allgemeinen aus dem direkt anstehenden Gestein des Untergrundes stammen, sind andererseits auch zahlreiche kry-

¹⁾ W. UPHAM, The structure of drumlins (Proceed. of the Boston Society of Nat. Hist. Vol. XXIV. 1889).

²⁾ W. M. DAVIS. The distribution and origin of drumlins. (The American Journ. of Science. Vol. 28. No. 128. 1884.)

stallinische Geschiebe beigemengt, die der Hauptsache nach aus dem canadischen Hochlande abgeleitet werden müssen und einen Weg von mehr als 800 km zurückgelegt haben. Von besonderem Interesse sind jedoch im Gebiete der Green Bay-Eiszunge Kuppen von Granit, Quarzit und Quarzporphyr, welche die horizontalen paläozoischen Schichten durchragen und so charakteristische Gesteine aufweisen, dass, wenn man dieselben als Geschiebe findet, sie nur auf diese Fundpunkte des anstehenden Gesteins zurückzuführen sind. Diese Kuppen sind auf ihrer nördlichen Stossseite sehr schön abgerundet und mit Schrammen bedeckt, welche sich über die ganze Wölbung des Gipfels fortsetzen. Auf der Fahrt von Jefferson nach Madison durchkreuzten wir eine Till-Landschaft, in welcher häufig graue Quarzitgeschiebe zu beobachten waren, die von den nördlich gelegenen Quarzkuppen abstammten. Kometenschweifartig zieht sich von dort aus ein Streif von Geschieben in südsüdwestlicher Richtung und genau parallel mit den Glacialschrammen nach der Endmoräne zu. Es war bei einer Durchquerung dieses Zuges deutlich zu sehen, wie die Geschiebe in dem Randgebiete des Schweifes zuerst vereinzelt auftreten, dann häufiger und häufiger werden, bis sie sich allmählich wieder verlieren. Wir haben es hier mit derselben Erscheinung zu thun, welche die englischen Geologen als „Crag and Tail“ beschrieben haben und welche H. CREDNER¹⁾ im nördlichen Theile des Königreichs Sachsen nachgewiesen hat.

Einen ebenso directen Aufschluss über die Bewegungsrichtung des Inlandeises geben die auf dem anstehenden Gestein nach Abdeckung des Till an zahlreichen Punkten beobachteten Glacialschrammen. Ich sah dieselben beispielsweise in einer vortrefflichen Ausbildung auf den Schichtoberflächen des cambrischen Dolomites, welcher westlich von Madison den St. Peter-Sandstein concordant überlagert und durch den Steinbruchbetrieb aufgeschlossen worden ist. Eine einen Meter mächtige Tilldecke liegt hier auf dem glattgeschliffenen und in grossartigster Regelmässigkeit geschrammten Dolomit. Die Schrammen haben eine Richtung nach S 40° W, stehen also senkrecht zur Endmoräne. Ein Blick auf die Schrammenbeobachtungen innerhalb des ganzen Gebietes zeigt, dass die im mittleren Theile befindlichen Schrammen parallel der Hauptaxe der Green Bay-Eiszunge verlaufen, demnach nach Südsüdwest gerichtet sind. Von dieser Axe aus wenden sich die Schrammen im westlichen Theile des Lobus mehr und mehr nach Südwesten,

¹⁾ H. CREDNER, Ueber Glacialerscheinungen in Sachsen, nebst vergleichenden Vorbemerkungen über den Geschiebemergel. (Diese Zeitschrift XXXII. 1880. Siehe auch Taf. XXIV.)

bis sie in der Nähe der Endmoränen eine zu denselben fast senkrechte Richtung annehmen. Das umgekehrte Verhältniss findet auf der östlichen Seite statt. In gleicher Weise stellt sich die Eisbewegung in dem benachbarten Gebiete des Lake Michigan dar, so dass also östlich und westlich von der gemeinsamen Endmoräne die Schrammen in weiterer Entfernung in rechtem Winkel, in nächster Nähe fast geradlinig auf einander zulaufen. Aus allen diesen Erscheinungen geht hervor, dass die Bewegung dieser beiden Eiszungen, welche von der grossen Inlandeisdecke des Hinterlandes gespeist wurden, eine selbständige und von den kleineren Zügen des Untergrundes im Wesentlichen unabhängige war, was am besten daraus ersichtlich ist, dass die Wasserscheide des Rock River das Eis in seiner Bewegung nicht beeinflusste, und dass hier sowohl als auch über die Schwelle des Niagarakalkes im Osten hinweg eine Aufwärtsbewegung des Eises auf dem Felsuntergrunde stattfand. Die grossen Gletscherzungen Nordamerikas sind hinsichtlich ihrer Bewegungserscheinungen dem grönländischen Inlandeise zu vergleichen. Die Entfaltung der Eismassen war nicht gehindert oder bestimmt durch die Thalwände eines Hochgebirges, sondern sie stellte sich dar als ein aus der Eigenbewegung der Eismassen resultirendes Abfluthen von der Mitte aus radial nach den Seiten hin.

Nicht in allen Theilen Nordamerikas ist der Endmorängürtel in so schöner und regelmässiger Weise ausgebildet wie westlich vom Lake Michigan, sowie in Pennsylvanien und im südlichen Neu-England. Schon die Endmoräne der Lake Michigan-Eiszunge ist in den Staaten Illinois und Indiana nach CHAMBERLIN'S Mittheilungen bei Weitem schwächer und undeutlicher entwickelt; und auch die in Indiana und Ohio von ihm unterschiedenen fünf Specialbogen des Lake Erie-Gletschers sind nach WRIGHT'S Ansicht mit den obengenannten grossartigen Endmoränen in keiner Weise vergleichbar und lassen sich nur schwer in ein deutlich erkennbares System bringen.¹⁾

In trefflicher, wenngleich etwas anderer Weise als in Wisconsin, ist die Endmoräne in Pennsylvanien entwickelt, welche seiner Zeit von H. C. LEWIS²⁾ unter Beihülfe von G. F. WRIGHT erforscht und von Ersterem eingehend beschrieben worden ist. Diese Endmoräne bildet, auch im Zusammenhang mit ihrer östlichen Fortsetzung im südlichen Neu-England, keinen langgezogenen Lobus, sondern verläuft in einer nur wenig welligen Linie,

¹⁾ G. F. WRIGHT, *The Ice Age in North America*. New-York 1889, p. 179.

²⁾ H. C. LEWIS. *Report on the terminal moraine in Pennsylvania and Western New York*. (Second Geol. Survey of Pennsylvania, Harrisburg 1884.)

welche zuerst nach NW und sodann, scharf umbiegend, nach SW gerichtet ist. Sie tritt südlich von Belvidere genau unter demselben Breitengrad ($40^{\circ} 49'$) in den Staat Pennsylvanien ein, unter welchem sie denselben im Westen verlässt. Verbindet man diese beiden Punkte, sowie ihren nördlichsten Punkt durch gerade Linien, so erhält man ein nahezu rechtwinkeliges, nach Norden in den Staat New-York hineinreichendes Dreieck, dessen Katheten durch den Endmoränenzug gebildet werden. Die Entfernung von der Basis bis zur Spitze beträgt 100 englische Meilen, dagegen die Länge der Endmoräne gegen 400 Meilen. Sie setzt sich in einem einheitlichen zusammenhängenden Zuge über Thäler und Höhen fort, indem sie den Delaware River, das Lehigh Valley, den Susquehanna River und viele kleinere Flussthäler kreuzt und sich auf den Ausläufern der Alleghenys über 760 m (über dem Meere) erhebt. Sie bildet gerade Rücken und unregelmässige, beckenförmige Einsenkungen umschliessende Hügel, welche aus ungeschichtetem Glacialschutt bestehen und oft eine bedeutende Anhäufung von grossen Geschieben zeigen. Die durchschnittliche Breite beträgt ungefähr eine engl. Meile. Sowohl aus der von LEWIS gegebenen vortrefflichen Beschreibung, als auch aus den seinem Werke beigegebenen zahlreichen Lichtdruckbildern scheint mir hervorzugehen, dass die Endmoräne von Pennsylvanien sowohl hinsichtlich ihrer wallartigen Ausbildung, als auch ihrer Grössenverhältnisse eine unverkennbare Aehnlichkeit mit den Endmoränen des baltischen Höhenrückens im norddeutschen Flachlande besitzt.

Was das hinter der Endmoräne in Pennsylvanien befindliche Gebiet betrifft, so macht sich hier, wie LEWIS (l. c. p. 195 u. 196) hervorhebt, ein entschiedener Gegensatz im östlichen und westlichen Theile bemerkbar. In ersterem stieg das Inlandeis von einem höheren Niveau zu einer Gegend herab, in der zahlreiche scharfe Bergketten rechtwinkelig zu seinem Verlauf sich erhoben. Hier wurde die Grundmoräne vorzugsweise in den Thälern abgelagert. Im westlichen Theile dagegen stieg das Inlandeis aus der Einsenkung des Lake Erie auf ein welliges, nicht durch Bergketten unterbrochenes Hochland hinauf. Es wurde in Folge dessen bei der ungehinderten Bewegung des Eises nach Süden zu eine mächtige, zusammenhängende Decke von Till nördlich von der Endmoräne gebildet. Ich besuchte in Pennsylvanien den in Columbia County gelegenen Theil, welcher östlich von der Stadt Berwick vom Nordarme des Susquehanna River durchschnitten wird. Zu beiden Seiten dieses Flusses befinden sich Terrassen, welche nahe bei der am rechten Ufer gelegenen Stadt Berwick sich 18 m, weiter thalaufrwärts 23 m über den Fluss erheben. Sie ziehen sich bis an den Fuss der Endmoräne heran, indem ihr Material

bei der Annäherung an dieselbe allmählich gröber und gröber wird. Diese Terrassen, welche beiderseitig zwei deutliche Stufen über einander erkennen lassen, nehmen dieselbe Stellung ein wie die bereits beschriebene Janesville - Terrasse und wurden aufgeschüttet durch die von dem Eisrande kommenden Schmelzwasser. T. C. CHAMBERLIN¹⁾ hat auf das sehr schnelle Ansteigen der Terrasse im Susquehanna - Thal oberhalb Berwick als eine charakteristische Eigenschaft für solche Terrassen aufmerksam gemacht, die von Endmoränen ihren Ausgang nehmen. Nach seiner Auffassung gehört hier eine weit höher gelegene Terrasse, welche sich unmittelbar an die das Susquehanna - Thal einschliessenden Bergkuppen des älteren Gesteins anlehnt, die „base level plain“, der älteren Glacialepoche an. Die tiefe Erosionsschlucht des Susquehanna-Thales soll in der Interglacialzeit in das anstehende Gestein eingeschnitten und die Ausfüllung dieses Thales mit Schotter während der grössten Ausdehnung des Inlandeises in der letzten Glacialepoche vor sich gegangen sein. In diesen Glacialshottern hat sich der Fluss erst in postglacialer Zeit sein gegenwärtiges Bett eingegraben. Ganz entsprechende Verhältnisse finden sich in den Thälern des Ohio, Allegheny, Monongahela, Delaware und anderer Flüsse.

Sowohl auf dem rechten, namentlich aber auf dem linken Ufer des Susquehanna tritt die Endmoräne als ein scharf hervortretender Höhenzug auf, der eine unregelmässige Oberfläche darbietet und nördlich von Beach Haven, sowie östlich von Nescopec eine grosse Aehnlichkeit mit gewissen Theilen des uckermärkischen und hinterpommerschen Endmoränenzuges besitzt, da er einen zusammenhängenden Wall bildet, der sich 30 — 40 m über die Umgebung erhebt und fast ganz aus grobem Grand und grossen Blöcken zu bestehen scheint.

Wenn wir das Gesamtgebiet der nordamerikanischen Vereisung betrachten, so zeigt es sich, dass die Endmoräne keineswegs die äusserste Grenze der Eisbedeckung anzeigt, wie dies früher für Pennsylvanien und New Jersey angenommen worden ist. Die Glacialbildungen schieben sich, namentlich im westlichen Theile des Glacialgebietes, bis über den Missouri hinaus vor. Dieses vor der Endmoräne liegende Gebiet zeigt einen anderen Charakter als das hinter derselben befindliche. Die Oberflächenformen sind hier, da die Driftbildungen eine weit geringere Mächtigkeit besitzen, im Wesentlichen von dem anstehenden Gestein des Unter-

¹⁾ T. C. CHAMBERLIN. Some additional evidences bearing on the interval between the glacial epochs. (Bull. of the Geol. Soc. of America, Vol. 1, 1890.)

grundes abhängig. Ich habe dieses Randgebiet, welches nach Westen zu immer breiter wird, sowohl in Pennsylvanien als auch in Wisconsin gesehen. LEWIS und WRIGHT haben es „fringe“ genannt. CHAMBERLIN nennt es „attenuated till and boulder-border“. Der Endmoräne zunächst liegt auf dem vielfach geglätteten und geschrammten anstehenden Gestein, eine meist dünne, 1—2 m. mächtige Decke eines etwas dunkler gefärbten Tills welche an ihrem äussersten Rande nur noch vereinzelt Geschiebe und Gerölle aufweist. Die Mehrzahl der nordamerikanischen Geologen ist der Ansicht, dass dieser Till einer früheren Glacialperiode angehört und dass die Endmoränen die äusserste Grenze der zweiten Vereisung bezeichnen. Dies wird auch aus dem Umstande gefolgert, dass der Geschiebemergel ausserhalb der Endmoränen eine weit grössere Anzahl verwitterter Geschiebe zeigt und in Folge dessen eine mehr bräunliche Farbe erhalten hat. Auf die Unterschiede des vor und hinter der Endmoräne gelegen Tills in New Jersey und auf die Zugehörigkeit desselben einerseits zu den Bildungen der älteren, andererseits zu denjenigen der letzten Glacialepoche hat jüngst R. D. SALISBURY¹⁾ hingewiesen. Insofern haben also die nordamerikanischen Endmoränen eine andere Stellung als diejenigen des baltischen Höhenrückens, welche wir als Rückzugsmoränen auffassen müssen, gebildet zu einer Zeit, als bei dem bereits weit vorgeschrittenen Rückzuge der grossen Eisdecke das Abschmelzen und Vorrücken des Eises eine geraume Zeit hindurch sich gleich blieb. Nur dort, wo das Inlandeis sich innerhalb eines längeren Zeitraumes in diesem stationären Zustande befand, konnten in seinem Randgebiete grosse Endmoränenzüge aufgehäuft werden. Die weit grossartigere Entwicklung der hier geschilderten Endmoränen Nordamerikas gegenüber denjenigen des norddeutschen Flachlandes erklärt sich, abgesehen von der gewaltigen Ausdehnung der nordamerikanischen continentalen Eisdecke, vielleicht dadurch, dass das Inlandeis in den Vereinigten Staaten während des Höhepunktes der Vereisung in der zweiten Glacialperiode lange Zeit hindurch an der äussersten Grenze seiner Verbreitung stationär gewesen ist.

¹⁾ R. D. SALISBURY. Certain extra-morainic drift phenomena in New Jersey. Bull. of the Geol. Soc. of America, Vol. 3, 1892.)