

Über die geschichteten Bildungen in den norddeutschen Endmoränen.

Von

Privatdozent Dr. Th. H. Wegner,
Münster i. Westf.

Im Herbst 1901/02 lernte ich unter der Führung von Wahnschaffe die Endmoränen der Uckermark kennen. Bei der Begehung dieser Endmoränenzüge erinnerte ich mich ähnlicher Rücken in Westfalen, aus der Nähe von Emsdetten. Traten die heimatlichen Wälle und Kuppen auch nicht in der das Gelände beherrschenden Form, wie in der Uckermark auf, fehlte dort insbesondere die für jene so charakteristische Geschiebepackung, so war in der Stellung und in dem unvermittelten Auftreten dieser meist langgezogenen Rücken aus einer petrographisch abweichenden Umgebung doch so viel Ähnlichkeit, daß mir für sie eine gleiche Entstehung am Rande des Inlandeises während eines längeren Stillstandes desselben schon damals wahrscheinlich schien. Diese Vermutung wurde zur Gewißheit, als ich im Winter 1902/03 bei der Verfolgung dieser Wälle nach N fand, daß sie einen für Endmoränen typischen Bogen bilden. Ich erinnerte mich einer Mitteilung bei von der Marck¹⁾ über einen Kiesrücken bei Münster. Ich verfolgte auch diesen im Januar 1903 und fand hier ganz ähnliche Wälle wiederum in Bogenform vor, und dieser Bogen lag in der Fortsetzung des ersteren.

1) Verhandlungen des Naturhist. Vereins d. preuß. Rheinlande und Westfalens, Jg. XV, S. 29.

Der zunächst sehr abweichend erscheinende innere Bau dieser ausschließlich aus geschichteten Sanden und Granden und seltener aus Kiesen bestehenden Züge machte ein eingehenderes Studium der Literatur und der noch fast völlig unbekannten übrigen westfälischen Diluvialbildungen erforderlich. In folgendem gebe ich die Ergebnisse des Literaturstudiums, die Studien über das westfälische Diluvium werden im Laufe dieses Jahres folgen¹⁾.

Begriff der Endmoräne in der norddeutschen Literatur.

Nachdem im Jahre 1875 ein großes nordeuropäisches Binneneis für die Erklärung der deutschen Diluvialbildungen durch Torell herangezogen war, wurden alsbald durch Berendt, Remelé und Busse, die schon viel früher von Boll und Klöden beschriebenen Geschiebewälle der Umgebung von Liepe und Joachimsthal als Endmoränen gedeutet. Berendt wies insbesondere in seiner Arbeit über die südliche baltische Endmoräne von Joachimsthal²⁾ das Vorhandensein von Endmoränen nach. Er charakterisierte damals seinen „Uckermärker Geschiebewall“ als einen aus mehr oder weniger gerundeten Hügeln sich zusammensetzenden, wallartig fortlaufenden Höhenkamm, der aus einer Steinpackung besteht, dem sowohl Geschiebemergel, wie geschichtete Bildungen nur untergeordnet eingelagert oder seitlich an- bzw. nebengelagert sind. Das Hauptcharakteristikum für Endmoränen ist demnach zunächst das wall- und rückenartige Auftreten von Blockpackungen. Aber schon bald darauf lehrten

1) Die vorliegende Arbeit bildet den ersten Teil der bei der philosophischen Fakultät der Universität Münster im Winter 1906/07 eingereichten Habilitationsschrift über das glaziale Diluvium Westfalens. Die Verzögerung der Drucklegung derselben wurde durch die Vertretung des Herrn Professors Busz und eine längere Reise hervorgerufen.

2) Jahrb. d. Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1887 S. 301.

Berendt und Wahnschaffe¹⁾ eine zweite Ausbildungsart kennen. „Die Bezeichnung südliche baltische Endmoräne anstatt Geschiebewall erscheint notwendig, um einmal diese Ablagerung in ihrer geologischen Bedeutung als etwas sicher Erkanntes zu kennzeichnen, und zweitens, weil ihre Ausbildungsform sich nicht in den verschiedenen Teilen völlig gleich bleibt, so daß das Vorkommen als Geschiebewall nur die eine, wenn auch bis jetzt hauptsächlichste Art ihrer Entwicklung darstellt. Diese andere Ausbildungsform gibt sich als eine mehr ausgebreitete Geschiebebeschüttung auf dem Geschiebemergel zu erkennen und beschränkt sich auf die Stellen, wo entweder eine Verbreitung der Moräne auf das Doppelte und Dreifache stattfindet, oder wo die Moräne ausläuft.“ Wie aus vielen späteren Endmoränenbeschreibungen hervorgeht, ist auch diese zweite Ausbildungsart weit verbreitet.

Remelé wies sodann 1885 in einer Arbeit über den Choriner Endmoränenbogen nach, daß die Blockpackung des Paarsteiner Bogens geschichteten Bildungen aufgesetzt ist, eine Beobachtung, die für dieses Gebiet von Schröder bei der Kartierung desselben bestätigt wurde.

Schröder sagte daraufhin²⁾, daß „die Blockpackung zwar ein charakteristischer, aber nicht ständiger Begleiter der Endmoränen, daß sie kein Leitfossil für diese ist“. In treffender Weise definierte er die Endmoräne als ein „Gebilde, das sich am Rande eines Gletschers infolge des Stillstandes desselben wall- und zugartig anordnet“. Schröder betonte als das Hauptcharakteristikum der Endmoräne „das orographische Hervortreten und die zugartige Anordnung der Aufschüttung und Stauung“. (S. LXIV).

Einige Jahre früher³⁾ hatte derselbe Autor bereits

1) Ergebnisse eines geologischen Ausfluges durch die Uckermark und Mecklenburg-Strelitz. Jahrb. d. Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1887, S. 365.

2) Ebd. f. 1892 S. LXII.

3) Ebd. f. 1888 S. 166.

einen weiteren Typus der Endmoränen, die Staumoränen, bekannt gegeben, über die in einem folgenden Abschnitt näheres berichtet wird, Bildungen, die der Aufpressung, dem Druck des Eises ihre Entstehung verdanken, bei denen ein aus geschichteten, gestörten Ablagerungen bestehender Kern vorliegt, der hier und da eine Haube von Blockpackung trägt.

Weitere Mitteilungen über den Aufbau von Endmoränen gab Geinitz¹⁾. „Die Endmoränen sind fast ausnahmslos ausgezeichnet durch einen hervorragenden Reichtum an Blöcken und Geschieben. Ihr Boden ist meist als ein lehmiger Kies zu bezeichnen, selten ist aber der ganze Rücken oder Hügel aus diesem durchspülten Moränenkies zusammengesetzt, sondern meist macht sich ein anders gestalteter Kern bemerkbar, aus Kies oder bisweilen auch wohl feineren Sanden oder auch wohl Ton bestehend. Die Sedimente des Kernes sind grob- oder feingeschichtet, zeigen diskordante Parallelstruktur und öfters Wechsellagerungen von grobem Kies, feinerem Sand und auch tonigem Sand (Schluff). Ihre Schichten sind entweder der Hügelkontur folgend, eine Art Übergußschichtung zeigend, oder sie erscheinen nach einer Richtung steil aufgerichtet oder zeigen Stauchungs- und Quetschungserscheinungen“.

Gagel-Müller bestätigten nach dem Befund bei ihren Aufnahmen in Ostpreußen²⁾ die Definition Schröders hinsichtlich der Blockpackung, betonten im Gegensatz zu jenem Autor aber gleichzeitig, daß die Endmoränen häufig gar nicht aus der übrigen Diluviallandschaft heraustreten. Aber nach ihnen ist dann immer noch die von Schröder bereits in seiner Definition der Endmoräne betonte, zugartige Anordnung der Aufschüttung zu erkennen.

Auf Grund ihrer auf Kartierung beruhenden Untersuchung der ostpreußischen Bildungen stellen Gagel und

1) Die Endmoränen Mecklenburgs, Rostock 1894.

2) Jahrb. d. Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1898 S. 251.

Müller sich die Entstehung der ostpreußischen Endmoränen so vor, daß diese ihrer ganzen Höhe nach aufgeschüttet wurden. „Es ist nichts weniger als wahrscheinlich, daß das diese Wälle zusammensetzende Material ganz oder auch nur zum größten Teil älter als die Grundmoräne sein sollte“.

Gottsche spricht dann 1897 noch einmal¹⁾ die Ansicht aus, daß die Blockpackung und Bestreuung das eigentlichste Merkmal der Endmoräne sei.

Nachdem Schröder in den Durchragungen der nördlichen Uckermark Endmoränen beschrieben hatte, die nach seiner Deutung der Aufpressung des Eises ihr orographisches Auftreten verdanken, wurden in der Folgezeit die unter den Blockpackungen und auch als alleinige Vertreter derselben sich einstellenden sandigen und grandigen Bildungen von den meisten Autoren als Staumoränen bezeichnet.

In der norddeutschen Literatur hat man im allgemeinen zwischen zwei Endmorärentypen, zwischen den durch Blockpackung und Steinbestreuung, seltener durch geschichtete Materialien, ausgezeichneten Aufschüttungsendmoränen und den durch häufige Störungerscheinungen zu meist geschichteter Bildungen, seltener Blockpackung charakterisierten Stauendmoränen zu unterscheiden. Außer diesen beiden Ausbildungsarten finden sich Mitteilungen über ausschließlich aus Geschiebemergel bestehende Endmoränen nur ganz vereinzelt. Während für diese drei Typen die innere Struktur das unterscheidende Merkmal abgab, ist ein weiterer Typus auf Grund des die Moräne zusammensetzenden Materiales für Westdeutschland von Martin aufgestellt und von ihm als Pseudoendmoränen bezeichnet worden. Es sind danach in der norddeutschen Literatur bisher folgende vier Typen von Endmoränen bekannt geworden:

1) Die Endmoränen und das marine Diluvium Schleswig-Holsteins, Mitt. der Geogr. Gesellschaft in Hamburg, Bd. XIII.

1. Aufschüttungsendmoränen, charakterisiert durch Blockpackung, Geschiebebestreuung z. T. mit geschichteten Bildungen.
2. Geschiebemergelendmoränen, charakterisiert durch das Vorherrschen des Geschiebemergels.
3. Stauendmoränen, charakterisiert durch mehr oder weniger stark gestörte, geschichtete Bildungen, die als Bedeckung in manchen Fällen Blockpackung tragen.
4. Pseudoendmoränen, charakterisiert durch das gemengte Vorkommen nordischen und „südlichen“ Materiales¹⁾.

I. Geschichtete Bildungen in den norddeutschen Endmoränen.

Endmoränen sind bereits aus allen Teilen Deutschlands bekannt geworden. Blockpackung, Geschiebebeschüttung und das eigentümliche orographische Auftreten waren je nach dem Stande der Forschung die Richtschnur, nach der ihr Vorhandensein festgestellt wurde. Da zunächst die Blockpackung das „Leitfossil“ der Endmoränen bildete, und man sich vielfach mit deren Feststellung begnügte, wurde leider über die sonstigen Ablagerungen, die an dem Aufbau der Wälle teilnehmen nur zu häufig nichts Näheres bekannt oder doch gelegentlich nur eine kurze Notiz über diese gegeben. Ich habe in folgendem aus der Literatur über norddeutsche Endmoränen die Mitteilungen über geschichtete Bildungen in denselben zusammengestellt. Lediglich aus dem Grunde, diese Zusammenstellung übersichtlich zu gestalten, ist auf der von Keilhack gegebenen Basis bei der Angabe dieser

1) Über die Berechtigung der Martinschen Stauendmoränen findet sich näheres in der Arbeit über die westfälische Endmoräne.

Literatur der Versuch gemacht, die Endmoränen nach einzelnen Eiszeiten und innerhalb dieser wiederum nach einzelnen Stillstandperioden zusammenzustellen.

A. Endmoränen der Hauptvereisung.

Endmoränen der Hauptvereisung sind außer den in ihrem Aufbau nicht genügend bekannt gewordenen Zügen in Holland und Hannover bisher nur aus dem Königreich Sachsen, aus dem Vorlande des Harzes und aus dem Regierungsbezirk Minden beschrieben worden.

Im Winter 1902 habe ich, wie ich bereits einleitend erwähnte, in Westfalen zwei lange Grandzüge aufgefunden, die beide bogenförmig verlaufen. Der eine derselben beginnt bei dem hannoverschen Eisenbahnknotenpunkt Salzbergen und setzt sich von hier aus über Ohne, Neuenkirchen bis westlich Emsdetten fort. Der zweite schließt sich nach einer längeren Unterbrechung südlich an und ist von Kinderhaus über Münster, Hilstrup, Albersloh bis östlich Sendenhorst zu verfolgen. Diese Rücken setzen sich völlig aus geschichteten Sanden, Granden und seltener aus Kiesen zusammen; sehr selten nehmen in den oberen Teilen am Aufbau kleine Geschiebeanhäufungen teil.

Die Ablagerung der Materialien muß, wie viele Profile ergeben, durch Flüsse vor sich gegangen sein, die aus dem Innern der nach O bzw. NO offenen Bögen ihren Lauf nahmen. Eine ausführliche Beschreibung dieser Endmoräne werde ich in einigen Wochen in Druck geben¹⁾

In einem Anhang seiner Arbeit über den baltischen Höhenrücken in Holstein hat Struck²⁾ Endmoränenreste aus der Umgebung Hamelns und Rintelns beschrieben:

1) Vergl. Führer zu der 2. Hauptversammlung des Niederrheinischen geologischen Vereins, Berichte d. Nied. geol. Ver. Bonn 1908.

2) Der baltische Höhenrücken in Holstein, Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft und des naturhist. Museums in Lübeck 1904 S. 88.

„Die Hügel erweisen sich genau so, wie holsteinsche Endmoränen aus Schichten von feineren und gröberen, fluvio-glazialen Sedimenten, aus Spatsanden- und Granden, die letzteren stellenweise in mächtige Blockpackungen übergehend, aufgebaut“. Über die Struktur eines Hügels bei dem Dorfe Eisbergen sagt derselbe Verfasser: „Bänderartige, verschieden mächtige Schichten von fluvioglazialen Sedimenten verschiedenster Beschaffenheit, von feinstem Spatsande bis zum gröbsten Grande, in dem hier und da für eine größere Erstreckung gewaltige Blockpackungen von überkopfgroßen Blöcken bis Felsen nordischer und einheimischer Herkunft entwickelt sind, daneben an einigen Stellen auch bänderartige Lagen von Diluvialton folgen im allgemeinen der Neigung, mit der der Hügel sich zur Sohle des Wesertales hinabsenkt“.

Nach diesen Mitteilungen liegen demnach in diesen Hügeln Bildungen vor, die denen von Münster ähnlich sind¹⁾. Zu erwähnen ist noch eine Mitteilung Vogels daß er in der Nähe von Nienburg an der Weser strichweise Geschiebeanhäufungen²⁾, vorfand, die ihm, wenn sie auch nicht wallartig auftraten, sehr an den Endmoränenzug der Uckermark erinnerten³⁾.

Endmoränen der ersten Vereisung sind sodann jene, die G. Müller 1896⁴⁾ beschrieben hat, und die danach sich als ein Querriegel durch das Leinetal bei Freden hinziehen⁵⁾.

1) Vergl. Spethmann, Glaziale Stillstandslagen im Gebiet der mittleren Weser. Lübeck 1908. — Dücker, Diluv. Aufschlüsse im Wesergebirge, Verh. d. Naturhist. Ver., Bonn 1884.

2) Zeitschrift der Deutschen geolog. Gesellschaft 1896 Protokoll S. 992.

3) Inzwischen von Spethmann untersucht, nach dem der Schnereener Bogen vorwiegend aus gerolltem Material zusammengesetzt ist. „Ton- und Grandstreifen sind in sandige Produkte eingefügt.“ Demnach auch hier Schichtung.

4) Zeitschrift der Deutschen geolog. Gesellschaft, Protokoll S. 431.

5) Müller erwähnt ähnliche Bildungen von Hohenbüchen

In diesem Rücken liegt nach Müller zu unterst ein sehr gleichkörniger Spatsand, in dem Mergelsandbänkchen eingelagert sind. Diese bis zu 20 Meter aufgeschlossenen Sande werden diskordant von geschichteten Kiesen oder Geschiebemergel überlagert. Der Geschiebemergel und die geschichteten Kiese sind miteinander verzahnt. Aufpressungen können nach den Mitteilungen Müllers nicht vorhanden sein, und Müller selbst betrachtet diese Sand- und Kiesmassen als aufgeschüttet.

Die in der Umgebung von Leipzig auftretenden diluvialen Hügel werden nach den Untersuchungen Credners¹⁾ aus geschichteten und ungeschichteten Ablagerungen aufgebaut. Die ersteren bestehen aus Sanden und groben Granden, die häufig eine ausgezeichnete Schichtung aufweisen, alsdann horizontal liegen oder flachkuppenförmigen Aufbau zeigen, während die ungeschichteten Ablagerungen ein chaotisches Haufwerk rein nordischen Materials bilden, das in seinen Dimensionen vom groben Sandkorn bis zu überkopf-seltener ebm-großen Blöcken schwankt und dicht aufeinander gepackt ist. Diese Hügel werden in mehreren Aufschlüssen (Sandberg nach Credner und Rückmarsdorf nach Sauer) von Grundmoräne unterlagert. Auch sind nach Sauer³⁾ Geschiebelehmfitzen in diesen Ablagerungen weit

am Hils zwischen Hörsum und Everode und zwischen Grafelde und Wrisbergholzen. Weiterhin deutet Müller den Grandrücken am nördlichen Harzrande, der sich am Nordabhang des Langenberges anlehnend von Oker nach Harlingerode hinzieht, sowie die diluviale Anhöhe nördlich Harzburg und den Försterberg bei Grauhof als Endmoräne.

1) Über Glazialerscheinungen in Sachsen usw., Zeitschrift der Deutschen geolog. Gesellschaft 1880 S. 588—94.

2) Erläuterungen zu Blatt Rückmarsdorf.

3) Das Fehlen typischer Blockpackungen sowie die Breite der Rücken und die wenig charakteristische Form derselben sind wohl die Ursache, daß diese sächsischen Ablagerungen zunächst nicht als Endmoräne in die Literatur eingeführt sind. Credner bezeichnet diese Hügel in seiner ersten Arbeit als

verbreitet. Über die Beziehungen der geschichteten und ungeschichteten Bildungen zueinander sind keine Mitteilungen gemacht. Aus dem Bericht Credners und den Erläuterungen zu den einzelnen geologischen Meßtischblättern geht hervor, daß die geschichteten Bildungen bei weitem überwiegen.

B. Endmoränen der letzten Vereisung.

1. Stillstandslage.

Stappenbeck¹⁾ hat vor kurzem eine Geröllendmoräne beschrieben, die südlich der Elbe im Wendlande zwischen der Jeetze und Ilmenau eine Reihe von Hügeln und Hügelgruppen bildet. Diese Erhebungen sind aus geschichteten, selten horizontal, meist aber diskordant gelagerten Sanden aufgebaut, die von einem ungeschichteten Grandmantel umlagert werden. Das Liegende der Sande ist zumeist Geschiebemergel, der sich manchmal auch am Aufbau der einzelnen Hügel beteiligt. Bereits früher hatte Wahnschaffe diese Hügel als eine Endmoräne angesprochen. Stappenbeck erklärt die Entstehung der Hügel dadurch, daß die vom Eise kommenden Flüsse den mittransportierten Schutt vor dem Eisrande zu Hügeln auftürmten. Diese Hügel und Kuppen selbst können nach meiner Auffassung aber nicht als schuttkegelartige Gebilde vor den Austrittsstellen der aus dem Eise kommenden Flüsse, sondern nur als Erosionsgebilde betrachtet werden, wie jedes der von Stappenbeck mitgeteilten Profile zeigt.

Stappenbeck bringt diese Hügel in Beziehung zu

„Kames“, in einer späteren, der geologischen Einleitung zu dem Werk „Leipzig und seine Bauten“ (S. 18) als endmoränenartige Rücktrittsgebilde, während dieselben in der zweiten Auflage von Sektion Brandis-Boosdorf von Siegert „Rückzugsmoränen“ genannt werden.

1) Monatsberichte der Deutschen geologischen Gesellschaft 1905 Nr. 2 S. 52.

dem Junkerberg auf Blatt Lüderitz, der von Gruner¹⁾ bereits zu den Endmoränen von Liepe und Chorin in Parallele gestellt wird. „Dieser Höhenzug kennzeichnet sich in den meisten seiner Aufschlußpunkte als echter Spatsand, zeigt vollkommene Schichtung, Wechselagerung mit Grand und gewöhnlich Mangel an Geschieben. An manchen Punkten werden in unterem Sand in kurzen Abständen übereinander kleine Ton- und Mergelbänkchen angetroffen.“ An einzelnen Stellen tritt Blockpackung auf und zwar zeigt dieselbe nach dem Autor in einer 1,2 m mächtigen Schicht eine sattelförmige Anordnung. Das dargestellte Profil (Fig. 1) berechtigt aber in keiner Weise zu dem Schluß, daß hier ein Zusammenschub zu einem Sattel stattgefunden hat, es scheint mindestens ebenso wahrscheinlich, daß in diesem Profil der Querschnitt eines Flußbettes vorliegt. Ein weiteres Profil zeigt Wechselagerung von Sanden, Geschiebemergel und Granden.

In einer Nachschrift zu seiner Arbeit über die letzten Stillstandslagen usw. (S. 150) gibt Keilhack eine Notiz über ein Beschüttungsgebiet am nördlichen Rande des Fläming wenige Kilometer von dem Glogau-Baruther-Tal, das nach Osten zu mit Hügeln in Verbindung steht, welche durch die stark gestörten Lagerungsverhältnisse in ihrem Kern an Staumoränen und Durchragungszüge erinnerten. Drei weitere Endmoränenstücke im Fläming erwähnt von Lindström²⁾, von denen eine Blockpackung besitzt, während über den Bau der anderen nichts bekannt geworden ist.

Weitere Stücke dieser Stillstandslage sind nicht festgestellt worden.

2. Die zweite Stillstandslage.

Aus der Provinz Schleswig-Holstein sind mehrere dem Anscheine nach hierhin gehörende Endmoränenstücke

1) Erläuterungen zu Blatt Lüderitz, Gradabt. 43, Nr. 27 S. 21.

2) Neuere Beobachtungen aus dem Fläming und seinem süd-w. gel. Vorlande, Zeitschrift der Deutschen geolog. Gesellschaft 1904 S. 99.

durch Struck von Ricklingen bei Neumünster, Winsen und Kattendorf bei Kaltenkirchen und von Hamfelde beschrieben worden. Über die Struktur dieser Teile wurde aber nichts bekannt.

Die in Mecklenburg auftretende Fortsetzung dieses von Geinitz¹⁾ als „südliche Außenmoräne“ beschriebenen Endmoränenzuges ist vielfach verwischt. Dort jedoch, wo typische Endmoränenlandschaft, wie z. B. in den Marnitzer und Runerbergen auftritt, setzen sich wallartige Rücken aus ab und zu blockreichem Kies und Sand zusammen, die hier und da von einem blockreichen Deckkies überlagert werden. Von Garwitz und Raduhn wird sodann Deckkies auf geschichteten Granden angegeben.

Über Endmoränen zwischen Elbe und Oder ist bisher wenig bekannt geworden. Solger beschrieb Staumoränen vom Teltowkanal südlich Berlin²⁾. Da der Arbeit drei von den vier Textfiguren fehlen, ist es nicht möglich, über den Aufbau Klarheit zu erhalten. Wahnschaffe³⁾ hat 1906 über großartige Störungserscheinungen südlich von Fürstenwalde berichtet. Der Kern der Erhebungen besteht aus miozänen Braunkohlenbildungen, die zu Sätteln und Mulden zusammen geschoben sind. Diese werden von gleichmäßig gestörten diluvialen Kiesen überlagert. Außerdem sind Aufschüttungen von grobem Blockmaterial vorhanden.

Die Fortsetzung dieser Stillstandslage liegt in Posen und ist durch Berendt und Keilhack⁴⁾ durch teilweise gemeinsam ausgeführte Untersuchungen bekannt geworden. Kuppen von ziemlich grobem Grand bzw. Kies mit zahl-

1) Die Endmoränen Mecklenburgs, Rostock 1894, S. 31.

2) Über Staumoränen am Teltowkanal, Zeitschrift der Deutschen geolog. Gesellschaft 1905, Protokoll S. 121.

3) Glaziale Schichtenstörungen im Tertiär und Diluvium bei Freienwalde a. d. O. und bei Fürstenwalde. Ebd. 1906. Protokoll S. 242.

4) Berendt, Vier weitere Teilstücke der Endmoräne, Jahrb. d. Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1894. — Berendt und Keilhack, Endmoränen der Provinz Posen. Ebd. f. 1891, S. 235.

losen eingemengten, großen und kleinen Blöcken setzen die beiden Bögen, die sich von Storchnest nach Pleschen an der russischen Grenze ziehen, zusammen. Von Dolzig werden zwei durch Steinreichtum ausgezeichnete Geschieberücken erwähnt. Bei Storchnest besteht die Endmoräne sodann „zum größten Teil aus Aufpressungen älterer Diluvialschichten“, während nach den Ausführungen der beiden Autoren weiter westlich bei Buckwick eine typische Stau-moräne mit einem Kern von geschichteten Bildungen und einem Geschiebemergelmantel entwickelt zu sein scheint. Eine Stauchung des geschichteten Kernes wird nicht erwähnt, während jedoch eine Aufpressung älterer Schichten, insbesondere des Tertiärs, in nächster Nähe der Endmoräne bei Lissa und Pleschen zu beobachten ist.

Über den Aufbau der Fortsetzung dieses Lissa-Pleschener Zuges nach Russisch-Polen, die durch Siemiradzki¹⁾ auf 150 km festgelegt ist, wurde nichts bekannt.

3. Die dritte Stillstandslage.

Die Resultate seiner Untersuchungen über den Bau der südlichen Hauptendmoräne im Holsteinschen und Lauenburgischen hat Struck²⁾ in folgender Weise zusammengefaßt:

„Hinsichtlich der inneren Ausbildung scheint sich dieselbe von anderen, namentlich von den von Gottsche in Schleswig-Holstein nachgewiesenen insofern zu unterscheiden, als die Blockpackungen verhältnismäßig häufig (in 20 von 40 Fällen) nicht nur von fluvioglazialen Sedimenten von verschiedener Mächtigkeit, sondern auch von Geschiebemergel bedeckt waren.“ „Außer Blockpackungen nehmen aber, wie die innere Zusammensetzung der Endmoränenkuppen des Zuges lehrt, hier

1) Protokoll der Zeitschrift der Deutschen geolog. Gesellschaft S. 538.

2) Der Verlauf der nördlichen und südlichen Hauptendmoräne in der weiteren Umgebung Lübecks, Mitt. d. Geograph. Gesellschaft und des naturhist. Museums in Lübeck 1902 S. 1.

selbst ebenso wie in Preußen und Mecklenburg die mannigfachsten Derivate des oberen Geschiebemergels, geschichtete und ungeschichtete Sande, Mergelsande und Tone an ihrem Aufbau teil.“

Ausschließliche Blockpackung wird ebenso wie alleinige fluvioglaziale Ablagerung von Struck nur in einigen wenigen Fällen erwähnt. Häufiger überlagern fluvioglaziale Bildungen die Geschiebepackung, schieben sich zwischen diese ein und gehen horizontal in dieselben über. Die aus der Teilstrecke Mollhagen-Hoishübel mitgeteilten Profile lassen mehrfach erkennen, daß ein Kern von diskordant gelagerten Sanden von einer Geschiebepackung bedeckt wird. Aus zwei Aufschlüssen der Strecke Breitenfelde-Mollhagen (S. 8) werden gleiche Profile mitgeteilt. In horizontalen Bändern abgelagerte, feine Spatsande, die in Packungen übergehen, werden vom Bothkämper-See berichtet. Eine Staumoräne wird von Tarbeck ¹⁾ angegeben. Von größtem Interesse sind sodann Beobachtungen Strucks in dem schon erwähnten Teilstücke Mollhagen-Hoishübel. Hier zeigten nämlich in einem Teile dieses Doppelbogens die geschichteten Bildungen und die Blockpackungen bedeutende Stauchungen mit steil aufgerichteter Schichtenstellung, während mehrere Meter davon entfernt Kern- und Steinpackung ohne jegliche Störung waren. (Abrensborg S. 20). Mithin liegt hier ein deutlicher Beweis dafür vor, daß die Stauchungen nur durch lokale Vorschübe des Eises hervorgerufen sind, und nicht diese geschichteten Bildungen insgesamt vor sich aufpreßten.

Von dem Teilstück Hoisbüttel-Vincier gibt Struck an, daß am Aufbau dieses Zuges sich Blockpackung im Verein mit fluvioglazialen Bildungen im wesentlichen beteiligen, daß sich Stauchungserscheinungen aber nur in geringem Grade bemerkbar machen.

In den mitgeteilten, etwa 40 Aufschlüssen des 210 km

1) Struck, Baltischer Höhenrücken in Holstein S. 15.

langen mecklenburgischen Teiles (die südliche Hauptendmoräne bei Geinitz¹⁾) waren fast in allen Teilen aus Sanden, Granden und Kiesen, seltener aus Ton bestehende Kerne, die mehrfach Schichtung aufweisen und nur vereinzelt von einer Blockpackung, meist von einem sehr blockreichen Deckkies überlagert werden, zu beobachten. Derartige Kerne mit geschichtetem Sand- oder Kiesmaterial werden angegeben von Leizen-Käselin, Käselin, Denzien, Gnevsdorf, Bantin, Segrahner-Berg und Schönwolde. Die Schichtung ist als parallel diskordant oder als horizontal bezeichnet. Letztere fand sich bei Benzin, am Galgenberg in der Schweriner Schweiz und bei Valluhn überall in den Kiesgruben vor. Pressungserscheinungen werden nur in einem einzigen Falle von Groß-Ragahn angegeben, wo „Blockkies bzw. lehmige Steinpackung auf teilweise gestauchten Schichten von Grand und Kies lagert“. Die nur „teilweise“ auftretende, als „gestaucht“ bezeichnete Störung zeigt, daß hier nicht ein Wall zusammengeschoben ist. Ebenso tut eine Angabe über die Endmoräne südlich vom Schaalsee dar, daß eine Schichtenstauchung nicht vorhanden ist.

Es geht danach aus den Mitteilungen von Geinitz sehr deutlich hervor, daß die den Kern bildenden Sande und Grande Aufschüttungs- und nicht Aufpressungsformen des Eises sind.

Über den Bau der durch Steingewinnung zerstörten Fortsetzung zwischen Havel und Oder sind wenige Mitteilungen vorhanden. (Eine Bearbeitung derselben hat P. G. Krause²⁾ in Aussicht gestellt.) Fast ausschließlich setzen sich die Rücken aus bald steinfreien, bald steinarmen Sanden, seltener aus Kies und Geschiebemergelenlagerungen zusammen. Die Endmoräne setzt sich dann östlich der

1) Endmoränen Mecklenburgs S. 19.

2) Einige Bemerkungen zur Geologie der Umgebung von Eberswalde und zur Eolithenfrage, Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft 1906, M. S. 202.

Oder nach Keilhack über Drossen, Zielenzig, Schwiebus und von dort nach Wittkowo und Mielschienen bei Posen fort.

Über den Bau dieser Posener Endmoräne von Drossen-Zielenzig-Lagow machte Berendt¹⁾ folgende Mitteilungen: „Ein breiter, in mehrere parallele, flache Wellen gegliederter Rücken bietet sich den Blicken dar. Es ist eine nicht zu Steinkuppen ausgebildete oder zu einem Walle angehäuften, sondern auf dem plateauartigen Rücken einer Staumoräne ausgebreiteten Steinschüttung einer Endmoräne“ (a. a. O. 225). Eine Mitteilung über beobachtete Stauung liegt aber ebensowenig wie bei den weiterhin als Staumoränen bezeichneten Bildungen vor. Der Ausdruck „Staumoräne“ ist anscheinend lediglich auf die Neigung jener Zeit, geschichtete Bildungen in dem Endmoränenzuge ohne weiteres als Stauungsprodukte zu erklären, zurückzuführen.

Von dem nördlichen Paralleldoppellücken bei Schermeißel wird nur Blockpackung erwähnt. Bei den wenig tiefen Aufschlüssen (es werden nur zwei und zwar von $1\frac{1}{2}$ m und von 2 m Tiefe angegeben) ist es aber nicht ausgeschlossen, daß auch hier ein anders gestalteter Kern vorliegt.

Ein weiteres Stück, das nach Keilhack zu diesem Zuge gehört, findet sich im Züllichau-Schwiebuser Kreis zwischen Schwiebus und Bomst²⁾.

Am Wach- und Kabelberg befinden sich hier Kies- und Sandgruben. „Unter den Blockpackungen wird zahlreichen Aufschlüssen im uckermärkischen Moränenzuge entsprechend, gewöhnlicher Diluvialsand sichtbar“. Das östlichste Stück dieser Endmoräne auf deutschem Boden wird von Berendt und Keilhack³⁾

1) Vier weitere Teilstücke der großen südbaltischen Endmoräne, 2. Gegend von Zielenzig, Jahrb. d. Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1894 S. 221.

2) Berendt, Die beiderseitige Fortsetzung der südlichen baltischen Endmoräne, Jahrb. d. Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1889 S. 110.

3) Endmoränen in der Provinz Posen. Ebd. 1894 S. 248.

als Posen-Wittkower Endmoräne bezeichnet, und ist nach diesen beiden Autoren zum großen Teil als Staumoräne ausgebildet. Aber auch hier dürfte das oben Gesagte gelten. Denn es heißt: „Ein Aufschluß bei Wittkowitz zeigte einen Sandkern des Hügels bekleidet mit Geschiebemergel und beschüttet mit zahllosen kleinen Geschieben“. Blockpackung von 2—3 m über steinfreiem Sand wurde bei Malschewo beobachtet.

4. Die vierte Stillstandslage.

Der Verlauf dieser großen südbaltischen Endmoräne ist im allgemeinen von der dänischen bis zur russischen Grenze festgelegt. In Schleswig-Holstein hat Gottsche¹⁾ dieselbe von der nördlichen Landesgrenze bis zur Trave verfolgt. Gottsche legte bei Aufsuchung der Endmoräne die Konstatierung von Blockpackungen zugrunde. In 28 Fällen hat er unter der Endmoräne Sandablagerungen wahrgenommen. Dabei traf er nach seiner Tabelle (S. 48) in fünf Aufschlüssen Sande unbestimmten Alters und einmal Decksand unter Blockpackung an. In allen anderen Fällen wurde Korallensand unter den Blockpackungen beobachtet. Gottsche hielt damals die Korallensande für ein Produkt der Hauptvereisung und konnte danach ihr Auftreten in der Endmoräne nur durch Aufpressung erklären. War aber einmal bereits aus den Angaben Gottsches, nämlich aus dem 5mal beobachteten Vorkommen von Blockpackungen innerhalb der Korallensande (S. 49) der Schluß berechtigt, daß dieselben auch Ausschlempprodukte der Grundmoräne der letzten Vereisung sind, so ist inzwischen diese Tatsache durch Struck ausgesprochen, der in fluvioglazialen, die Blockpackungen einer Endmoränenkuppe überlagernden geschichteten Spatsanden Bryozoen in solcher Menge beobachtete, daß dieser Sand nicht von dem typischen Korallensande, dem Ausschlempprodukt

1) Die Endmoränen und das marine Diluvium Schleswig-Holsteins 1894.

der Grundmoräne der Hauptvereisung zu unterscheiden war. Dieselbe Bestimmung wurde von Gagel¹⁾ gemacht.

Über die Art der Schichtung dieser Sande hat Gottsche keine Mitteilungen gemacht, nur das auf Tafel 7 seiner Abhandlung gegebene Profil durch eine Endmoränenkuppe zeigt, daß bei Flensburg nur wenig geneigte, fast horizontale Sande den Kern des Hügels bilden.

Wenn daher aus den Angaben Gottsches nur wenige positive Anhaltspunkte zur Stütze meiner Auffassung gewonnen werden können -- von 356 Aufschlüssen zeigten nur 28, also etwa $\frac{1}{13}$ Sande unter der Blockpackung --, so enthalten sie einmal keinen Gegensatz zu derselben, und sodann ist zu erwägen, daß diese sämtlichen Aufschlüsse nur dem technischen Bedürfnis nach einem brauchbaren Gesteinsmaterial ihren Ursprung verdanken, daß sie infolgedessen immer nur -- und das ist auch von allen übrigen Endmoränenaufschlüssen zu betonen -- einen sehr beschränkten Einblick in den Aufbau der Endmoräne gewähren.

Und ferner ist zu beachten, daß bei einer näheren Begehung eines Teiles der von Gottsche untersuchten Endmoränenrücken, wie sie Struck südlich und westlich von Kiel vorgenommen hat, das Resultat ein weit günstigeres geworden ist (vgl. folgenden Abschnitt).

Die Endmoränen Holsteins hat Struck in seiner bereits erwähnten Arbeit und sodann sehr ausführlich in einer weiteren über den baltischen Höhenrücken behandelt. Die Endmoräne ist ausgezeichnet durch die Bildung zahlreicher Staffeln und Parallelzüge, deren Rücken und Kuppen einen mannigfachen Bau zeigen. Vorwaltend sind nach den mitgeteilten Aufschlüssen ohne Zweifel die fluvioglazialen Ablagerungen. Nach den Ausführungen von Struck²⁾ ist

1) Über eine diluviale Süßwasserfauna bei Tarbeck in Holstein, Jahrb. d. Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1901 S. 293.

2) A. a. O. S. 27 Taf. IV.

das Profil von Neudorf am kleinen Eutiner See als typisch zu bezeichnen. „Die 6—8 m hohen Grubenwände zeigen sich aus bänderartigen, den Konturen der Schwelle folgenden schwach nach Süden geneigten, verschieden mächtigen Schichten feinerer und gröberer fluvioglazialer Sedimente, die an der Südwand von einer wenig mächtigen Bändertonschicht durchsetzt sind, zusammengesetzt. Blockpackung findet man verschiedentlich in diesen Schichten. Sie entsteht dadurch, daß sich die Schichten des gröberen Materiales für längere und kürzere Ausdehnung dicht aneinander legen“. Diese Wechsellagerung von Blockpackung und geschichteten Bildungen ist in Holstein sehr häufig, wie aus den weiteren Mitteilungen hervorgeht (Poppenmühle S. 26, Eutiner See S. 31, Malente S. 32, Plön S. 37, Maltwitz S. 42, Marienhof S. 49, Lütjenburg S. 54, Wentorf S. 55 u. a.). Dagegen sind Blockpackungen in Form einer Bedeckung des inneren Kernes nicht häufig (Staffel Bungsdorf-Lütjenburg).

Selten werden Staumoränen erwähnt (Pariner Berg S. 23, Eutin S. 29, Mariendorf S. 49, Hornheimer Riegel S. 57 und Tafel 7, sowie Lensahn S. 70).

Aus den Mitteilungen Strucks geht aber zur Genüge hervor, daß an eine eigentliche Aufpressung der geschichteten Wälle nicht gedacht werden kann. Mehrfach wird ausdrücklich hervorgehoben, daß die Sandschichten sich in ungestörter Lagerung vorfanden (2. Staffel des Bogens Steinklippen-Bungsberg S. 36 und 37; ferner horizontal geschichtete Bryozoensande von Wentorf S. 55, und ebenso von Wentorf S. 71, Taf. 8). Beweisend ist hierfür ferner die Beobachtung Strucks, daß bei Mariendorf (S. 49) die Sande und Grande nur zum Teil gestaucht sind, eine Beobachtung, die auch am Selenter See (S. 66) gemacht wurde, wo grandige und Blockpackungsschichten an einer Stelle horizontal lagen, während sie an einer andern lotrecht aufgerichtet waren. „Hinsichtlich ihrer inneren Ausbildungsweise lassen Aufschlüsse bei Kirchnübel, sowie bei Schwonau erkennen, daß außer der

aufschüttenden auch die aufstauende Kraft des Gletschers zur Geltung gekommen ist“.

Am Friedrichsberg im Hornheimer Riegel zeigt sich ein Kern aufgestauchten, steinfreien Tones, der von bis 5 Meter mächtigen, diskordant-parallel struierten Bryozoen-sanden und Granden, die teilweise Packungen von überfaustgroßen Blöcken umschließen, bedeckt wird, und die teils horizontal, teils diskordant gelagerte Schichten mantelförmig umgeben.

In Mecklenburg wurden feinere Materialien, Sand und Kies, meistens als Kern des Endmoränenzuges beobachtet, dessen Oberfläche sehr häufig mit mächtigen Blöcken besät ist und vielfach auch Blockpackung enthält. Dagegen werden Überlagerungen von Blocklehm z. B. Peckatel nur selten erwähnt, während der Strelitzer Berg bei Klein-Vielen und ein Rücken bei Steinhagen nur aus Geschiebelehm zusammengesetzt sind. Mehrfach (Wittenhagen, Wendorf, Langhagen, Eickhof, Groß-Görnow, Laase, Mankmos, Babst, Poischendorf, Goldeberg, Rolofshagen) konnte eine Schichtung des Kernes beobachtet werden.

Ebenso wurden Stauchungen dieses Kernes verschiedentlich, so z. B. bei Freiberg(?), Rehberg, Eickelberg-Klein-Görnow, Glambeck, Babst, Marnow, Pohnstorf und Klützer Ort erwähnt. Aber wie Struck in Holstein, so hat auch Geinitz in der Gegend von Poischendorf (S. 15) beobachtet, daß der aus Kies und Sand bestehende Kern bisweilen in gestauchter Stellung ist. Geinitz erwähnt aus dem Kamm zwischen Babst und Neu-Babst einfach geschichtete und gestauchte Ablagerungen auch dieses Endmoränenteiles. Aus den Geinitzschen Beobachtungen geht mit Gewißheit hervor, daß in den mecklenburgischen Endmoränenwällen das Vorkommen eines geschichteten Kernes ganz normal ist. Zudem zeigt dieser Kern mehrfach keine Störung. Bemerkt sei noch, daß Stauchungen eines Kernes von Geinitz mit einer einzigen Ausnahme nur von solchen Punkten erwähnt

sind, in denen Sande unmittelbar von Blocklehm überlagert werden.

Berendt¹⁾ erwähnt aus dem Karwitzer Bogen des uckermärker Endmoränenteiles nur Steinpackung. Der Grund liegt aber offenbar nicht in dem Fehlen von geschichteten Bildungen, sondern darin, daß damals sehr wenig Wert auf die Zusammensetzung gelegt wurde, wie das die späteren Untersuchungen von Geinitz²⁾ deutlich zeigen, der in dem auch von Berendt beschriebenen Teil, wo dieser nur Blockpackungen mitteilt, folgendermaßen berichtet (S. 4): „Mehrfach läßt sich der Kern der Moräne und der Untergrund der ganzen Landschaft als geschichtete Sande und Kiese, zum Teil auch Bänderton beobachten.“

Nachdem bereits Berendt 1885³⁾ festgestellt hatte, daß in dem Joachimsthaler Bogen feine Spatsande über den Blockpackungen vorkommen, und derselbe Autor einige Jahre später gefunden hatte, daß geschichtete Bildungen den Blockpackungen untergeordnet eingelagert sind, findet sich dann bei Beschreibung der Posener Bildungen die gelegentliche Mitteilung, daß auch unter der Steinpackung geschichtete Bildungen häufig vorkommen. „Darunter (sc. unter der Steinpackung) wird, zahlreichen Aufschlüssen im uckermärkischen Endmoränenzuge entsprechend, gewöhnlicher Diluvialsand sichtbar“⁴⁾.

Im Paarsteiner Bogen wurde die Überlagerung der Sande durch Blockpackung von Remelé zuerst festgestellt. Remelé zeigte 1885⁵⁾, daß einmal ausgedehnte, geschichtete Bildungen in den Blockpackungen vorkommen, und daß diese ferner auch den Untergrund der Geschiebelager bilden. Remelé teilte diese wichtige

1) Jahrb. d. Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1887.

2) Endmoränen Mecklenburgs 1894.

3) Zeitschrift der Deutschen geolog. Gesellschaft S. 804.

4) Jahrb. d. Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1888 S. 116.

5) Zeitschrift der Deutschen geolog. Gesellschaft 1885 S. 1014.

Beobachtung bereits damals von zwei Stellen, dem Steinberg und Schufutsberge bei Liepe, mit.

Bei der späteren kartographischen Aufnahme wurde diese Beobachtung durch Schröder bestätigt, „daß das untere Diluvium die Erhebung, auf welcher die Blockpackung meistens gelagert ist, mitmacht, und daß an manchen Punkten die unterdiluvialen Sande und Tonmergel durch die oberdiluvialen Bildungen hindurchstoßen“. 1897 teilte Schröder sodann ein Profil durch den Paarsteiner Bogen mit ¹⁾, das durch die Wiedergabe von Wahnschaffe ²⁾ weiter bekannt geworden ist. Ein Kern von Granden und Sanden wird einseitig von einem Geschiebemergel, und beide werden sodann von der Blockpackung bedeckt. Ich möchte hier noch eine Mitteilung Wahnschaffes anschließen, daß nämlich in dem großen Endmoränenzuge „Stellen vorkommen, wo die Beschüttung mit großen Geschieben nur eine oberflächliche ist, und die vorhandenen wallartigen Erhebungen in ihrem Kern nicht eine Steinpackung besitzen, wie bei Joachimsthal, sondern aus geschichteten Sanden und Granden bestehen“. Ein solcher Punkt findet sich nach ihm im ersten Endmoränenwall bei Alt-Kölpin. Während dort auf dem Kamm große Blöcke dicht nebeneinander liegen, sieht man in dem Wegeeinschnitte, welcher den Wall durchquert, feine untere Diluvialsande hervortreten, in denen keine Blöcke vorhanden sind. „In gleicher Weise bestehen die parallelen Kämme westlich von Berkholz in der Zerwelineralte, wie man an einigen Wegeeinschnitten sehen kann, aus feinen geschichteten Sanden, während nur die Kämme mit großen Blöcken besetzt sind“ ³⁾].

Die 150 km lange Fortsetzung in der Neumark im

1) Mitteilungen über seine Aufnahmen der Blätter Groß-Ziethen, Stolpe, Hohenfinow und Oderberg, Jahrb. d. Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1892 S. LIX.

2) Oberflächengestaltung Norddeutschlands, 2. Aufl. S. 142.

3) Ebd. 1902 S. 148.

Osten der Oder ist durch Keilhack¹⁾ von Zehden bis nach Dramburg in Hinterpommern verfolgt worden. Über den inneren Bau hat Keilhack in seiner Arbeit über den baltischen Höhenrücken²⁾ einige nähere Angaben gemacht. Die Unterlage der Geschiebepackung und Geschiebebeschüttung bildet danach bei Soldin und südlich Nörenberg „unterer“ Sand. „Diese Gebiete entsprechen auf das Genaueste den von Schröder beschriebenen uckermärkischen Durchragungszügen.“

Krusch³⁾ bestätigt die Mitteilungen durch die Ergebnisse seiner Kartierung der Blätter Wartenberg und Rosenthal. Beim Gut Babin zeigte ein Aufschluß unter dünner Decke von oberem Sand und einer Blockpackung von 1—1½ m „feine emporgepreßte unterdiluviale Sande“.

In Hinterpommern und Westpreußen liegen nach den Untersuchungen von Maas⁴⁾ typische Endmoränen mit Bestreuungs- und Beschüttungsgebieten und flachen, aus Sand und Grand bestehenden Rücken vor. Blockpackungen werden häufig erwähnt. Beobachtet wurde mehrfach (Küddowtal, Schaarungsgebiet des Zipnower und Buschen-Bogen), daß der Geschiebemergel unter die Blockpackungen und Grande der Endmoräne streicht. Östlich von den Jastrower Bergen ist der Boden der Moräne ein sandiger Grand oder steiniger Sand. Maas hält diesen Bogen daher nicht mehr für eine selbständige Endmoräne, sondern für den grandigen Außenrand der Grundmoränenlandschaft(?). Maas erwähnt sodann häufig Durchragungszüge, die sich z. B. in größerer Zahl bei Liebenau (S. 108) finden und von Maas als mit Grundmoräne über-

1) Die baltische Endmoräne in der Neumark und im südlichen Hinterpommern, Jahrb. d. Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1893 S. 180—186.

2) Nachtrag S. 214.

3) Jahrb. d. preuß. geol. Landesanstalt f. 1898 S. CLXXIV.

4) Über Endmoränen in Westpreußen und in den angrenzenden Gebieten, Jahrb. d. Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1900 S. 93.

kleidete obere Sande aufgefaßt werden. Staumoränen werden von Liskau am Westrande der Tuchelerheide, von Bruchow, Klein-Mangelmühl und Tuchel (S. 108/9) erwähnt. Die gestauchten Schichten spricht Maas als unterdiluvial an, ohne aber Belege hierfür zu bringen. Weitere „Durchragungen“ erwähnt Maas von Zielonka, Schlochau und ferner von Kulm. In dem Profil von der Chaussee Tuchel-Bialowicz wird eine echte Staumoräne erwähnt¹⁾.

Durch Gagel-Müller²⁾ ist der innere Bau der in den Kreisen Ortelsburg und Neidenburg in Ostpreußen auftretenden und bereits kartierten Endmoräne dargestellt. Die für die Endmoränen der Uckermark so charakteristischen Geschiebewälle sind hier häufiger nicht vorhanden, ja, die Endmoräne tritt vielfach topographisch gar nicht aus der übrigen Diluviallandschaft hervor. Das Normalprofil ist hier:

Geschiebebedeckung
Grand
Spatsand
Geschiebelehm.

Auch Geschiebemergel­einlagerungen statt des Grandes sind mehrfach beobachtet worden. Die beiden Autoren verwahren sich z. B. bei Besprechung der Höhen am Gillauer See gegen die Annahme, daß diese Sandanhäufungen auf Druckwirkungen des rückwärts liegenden Eises zurückzuführen sind, da die in einer Reihe von Aufschlüssen zu beobachtende horizontale Lagerung der Sande diese Deutung ausschließt.

Bei Narthen finden sich mehrere Durchragungen von Tonmergel in zusammengepreßten und aufgepreßten Schichten. Aber auch dieser Tonmergel ist oberdiluvialen Alters.

1) Jahrb. d. Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1896, Berlin S. 250.

2) Keilhack zieht die Fortsetzung der großen uckermärkischen Moräne durch Hinterpommern. In dieser Anordnung folge ich der Ansicht von Maas, obgleich mir jene Keilhacks wahrscheinlicher erscheint.

Auf Grund ihrer Untersuchungen der ostpreußischen Bildungen stellen Gagel und Müller sich die Entstehung der ostpreußischen Endmoränen so vor, daß diese in ihrer ganzen Höhe aufgeschüttet wurden. „Es ist nichts weniger als wahrscheinlich, daß das diese Wälle zusammensetzende Material ganz oder auch nur zum größten Teil älter als die Grundmoräne sein soll.“

Zu ähnlichen Resultaten führten im allgemeinen auch die übrigen in Ostpreußen studierten Endmoränen. Die von Michael¹⁾ verfolgten Teile der großen Endmoräne südlich von der soeben beschriebenen äußern sich lediglich als Aufschüttungen von Sanden und Granden mit großen Mengen von Blöcken und Blockpackung. Die zugartige Anordnung der Kuppen und Rücken tritt in dem Landschaftsbilde deutlich hervor.

In der unmittelbaren Fortsetzung wies Gagel²⁾ ebenfalls die Auflagerung von Blockpackungen bzw. Steinbeschüttungen und insbesondere Sand- und Grandablagerungen auf Geschiebemergel nach. An vielen Stellen wurden hier auch kleine Durchragungen unterdiluvialer Tonmergel festgestellt.

Östlich von dem Endmoränenzuge in den Kreisen Ortelsburg und Neidenburg sind durch Kaunhowen und L. Schulte³⁾ von Blatt Babienten Endmoränenstücke mitgeteilt, die im mittleren Teile als Staumoränen aufgefaßt wurden: „Die unteren Sande sind zu mächtigen Wällen emporgepreßt und mit Geschieben aller Größen beschüttet.“

Von Blatt Kruglanken machte Gagel⁴⁾ 1899 ein

1) Jahrbuch der Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1902 S. 76.

2) Bericht über die Aufnahmearbeiten auf den Blättern Renschwerder und Muschacken. Jahrb. d. Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1897 S. LXVII.

3) Bericht über die wissenschaftlichen Ergebnisse der Aufnahme der Blätter Babienten, Schwentainen und Liebenburg. Jahrb. der Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1896 S. XCVI.

4) Bericht über die Aufnahmearbeiten auf den Blättern

weiteres Stück Endmoräne bekannt, das hier zum Teil aus Geschiebepackung, zum Teil aus aufgeschütteten Geschiebesanden besteht. Die aus letzterem zusammengesetzten Gebilde treten in einem langen, scharf aus dem Terrain hervortretenden Zug auf und „erinnern in ihrer äußeren Form z. T. frappant an Durchragungszüge, sind aber dem ringsum liegenden Geschiebemergel aufgesetzt, was durch einen tiefen günstigen Aufschluß nachgewiesen werden konnte“. Die Fortsetzung findet sich nach Krause¹⁾ auf Blatt Sensburg, an deren Aufbau hauptsächlich der obere Sand beteiligt ist. Krause fand weiterhin²⁾ mehrfach auf Blatt Kutten Endmoränenteile. Ein südliches Stück besteht aus einer „Sandmoräne“, während ein weiter zurückliegendes „sich im wesentlichen aus Aufschüttungsformen zusammensetzt, denen sich einzelne Grandkuppen und noch spärlichere Partien von Blockpackungen zugesellen. Mehrfach wurden auch aus Sand und Kies bestehende Rücken, selten hingegen Blockpackung beobachtet. Sehr eingehende Mitteilungen über den Bau der Fortsetzung machte Gagel³⁾. Es liegen in dem untersuchten Gebiet mehrere Züge vor, in denen Geschiebepackungen nur einen „Bruchteil“ der Bildungen ausmachen, ab und zu auch Geschiebemergelrücken auftreten. Von Boyen erwähnt Gagel aufgepreßte und nachweisbar oberdiluviale Sande, anderseits aber auch aufgepreßte unterdiluviale Tone von demselben Gebiet und Sande von Grunden und dem Widminer See.

Angerburg und Kruglanken. Jahrb. d. Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1899 S. LXXIV.

1) Bericht über die Ergebnisse der Aufnahme auf Blatt Sensburg und Cabienen f. 1899 S. LXXXIV.

2) Bericht über die Ergebnisse der Aufnahme auf Blatt Kutten. Jahrbuch der Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1900. LXXI.

3) Bericht über die Aufnahmearbeiten auf den Blättern Lötzen, Steinort und Kruglanken. Jahrb. d. Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1898 S. CCLIX.

5. Die fünfte Stillstandslage.

Teile dieser 5. Endmoräne sind durch Geinitz, Berendt, Schröder und Keilhack bekannt geworden. In Mecklenburg ist dieser Zug noch nicht genügend erforscht, während in der Uckermark der Verlauf desselben zwischen Fürstenwerder, Gerswalde und bei Angermünde allerdings feststeht, Mitteilungen über den inneren Bau aber fehlen.

In der neumärkischen Fortsetzung fand Krusch¹⁾ verschiedenartige Verhältnisse. Während im nördlichen Teile die Berge „fast durchweg aus unterdiluvialen Tonen und Sanden“, seltener aus Blockpackung bestehen, wird die Endmoräne im mittleren Teile von mächtigen Ablagerungen oberen Sandes und dann im S von einem Kern „unterdiluvialer“ Sande gebildet, die von 1 m Blockpackung und einer „dünnen oberen Sand- und Grandschicht“ bedeckt sind. Hervorgehoben sei die Mitteilung, daß die Sandbedeckung des mittleren Teiles bei dem Forsthaus Klein-Pentzig dünner wird, so daß zahlreiche Kuppen oberen Mergels durch sie hindurchstoßen.

In Hinterpommern sind nach Keilhack Beschüttungsgebiete und Blockpackungen die Regel, Durchragungszonen und Züge im Sinne Schröders treten sehr zurück. Als instruktives Beispiel führt Keilhack eine lange schmale Bergkette bei Wurchow an, einen Durchragungszug, über dessen innere Struktur keine Mitteilungen vorliegen, und der auf seinem Rücken mächtige Beschüttungen aus Geschiebesand und an vielen Stellen echte Endmoränen trägt.

Von sehr großem Interesse ist das Bütower Profil, wo Geschiebesand von Sand und dieser von Grundmoräne unterlagert wird. Es liegt hier nach Keilhack keine Durchragung, sondern eine Aufschüttung vor.

1) Bericht über das wissenschaftl. Ergebnis der geolog. Aufnahmen auf Blatt Zachow 1895. Jahrb. d. Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1895 S. CV.

„Wäre nicht der bis tief in die sehr steinige Grundmoräne niedergehende Aufschluß, so könnte man sich durch die sehr schöne Schichtung des Sandes verleiten lassen, an eine Durchragung zu denken, während doch tatsächlich eine Aufschüttung auf eben gelagerter Grundmoräne vorliegt. Den Beweis einer Auflagerung oder Durchragung mit Hilfe von Bohrungen beizubringen ist wegen der in der Regel sehr starken Überraschung mit Schwierigkeiten verbunden¹⁾.“

Über den weiteren Verlauf der Endmoräne in Westpreußen hat Maas²⁾ einiges mitgeteilt. In dem südlich von Preußisch-Graudenz liegenden sehr stark gekrümmten Bogen ist die Endmoräne als sehr schmale Staumoräne ausgebildet. Im Osten der Weichsel zieht sie sich meist in Gestalt eines oder mehrerer paralleler Züge von „Staumoränen und Durchragungen“, nur hier und dort durch stärkere Bestreuungen und Blockpackungen bezeichnet, durch die Gegend von Riesenburg, Freystadt und Loßen.

6. Die sechste Stillstandslage.

Nördlich von der Boitzenburg-Angermünder Endmoräne ist von Michael³⁾ auf Blatt Passow eine weitere Stillstandslage, die „Schönermarker Endmoräne“ festgestellt worden. „Meist steil aufgerichtete Mergelsande, Grande, Kiese, vermischt mit Bänken gröberen Gerölles wechsellagern miteinander. Die Schichten fallen auf der

1) Der balt Höhenrücken in Hinterpommern und Westpreußen. Jahrbuch der Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1889 S. 149.

2) Bericht über die Aufnahmearbeiten auf den Blättern Uchtdorf und Willenbruch. Jahrb. der Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1897 S. LII.

3) Michael, Wissenschaftlicher Bericht zu Blatt Schwowchow und Beyersdorf. Jahrb. der Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1897 S. LVII. — Bericht über die Aufnahmearbeiten auf den Blättern Willenbruch, Schwowchow und Beyersdorf. Jahrb. der Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1896 S. LXXI.

Südseite steil konkordant mit der Böschung ein, auf der Nordseite schneidet sie der anlagernde Geschiebemergel ab. Darüber tritt an einigen Stellen richtige Blockpackung auf. Die Struktur ist derjenigen der von Schröder beschriebenen Durchragungszüge vollkommen gleich.“

Die Fortsetzung des kleinen Endmoränenstückes darf wohl, wie Michael und Gagel meinen, in den Endmoränen von Fiddichow, Beyersdorf und Lippehne vermutet werden.

Gagel¹⁾ schildert die Stratigraphie des westlichen Teiles folgendermaßen. „Aufschüttung und Erosion sind hier in stetem Wechsel an dem Aufbau der Gegend beteiligt gewesen, die bedeckt ist von oberen Sanden, welche in ihrer Mächtigkeit die stärksten Schwankungen aufweisen, bald nur als ein dünner Schleier über unterdiluvialen Bildungen liegen, bald zu mächtigen Hügeln anschwellen, unter denen man bei günstigen Aufschlüssen tief am Grunde den oberen Geschiebemergel nachweisen kann. In sehr großer Verbreitung, aber immer nur ganz geringer Ausdehnung stoßen durch diese oberen Sande zahlreiche Kuppen von oberem Geschiebemergel, „unterdiluvialen Tonmergel und unteren Sanden durch“.

An dieses von Gagel beschriebene Stück schließt sich östlich die scharf markierte Beyersdorfer Endmoräne an. Bis 10 m mächtige Blockpackung ist mit Geschiebemergel „auf das Innigste und Regelloseste verknüpft“. Unter der Blockpackung liegt Sand, unter dem ab und zu wieder Blockpackung auftritt. Auf Blatt Wildenbruch sind „die Endmoränen geologisch als Durchragungen unterer Sande, durch Stauchungen des Untergrundes hervorgerufen“²⁾. Aber auch Neuaufschüttungen sind hier zu vermuten.

1) Jahrb. der Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1900 S. 137.

2) Bericht über die Aufnahmearbeiten auf Blatt Passow und Blatt Angermünde. Jahrb. der Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1895 S. XCV.

7. Die siebente Stillstandslage.

Als südliche Zwischenendmoräne hat Elbert¹⁾ Stillstandsbildungen aus Vorpommern beschrieben, die sich in mehreren Teilstrecken von Gnoien über Demmin, Klempenow, Friedland nach Pasewalk hinziehen. Elbert beschreibt aus diesem Teile Beschüttungen von Staumoränen: „Neben einer Akkumulation müssen aber auch pressende Kräfte des inneren Teiles am Aufbau der Endmoräne beteiligt gewesen sein, da außer Bestreuungsgebieten nicht nur Durchragungen älterer Sande, sondern auch Aufpressungen und Stauchungen innerhalb der jungglazialen Geröllsand- und Geschiebekiesablagerungen vorkommen.“ Einen Beweis für das Alter der „älteren Sande“ bringt Elbert nicht. Jedenfalls liegen aber nach den Ausführungen Elberts in diesem Zuge vielfach geschichtete Bildungen vor, die nicht durch Aufpressung rückenbildend auftreten (Jatznik S. 243, Galenbeck S. 244, Bassow S. 245, Löwitz S. 246, Demmin S. 250), sondern die durch Aufschüttung entstanden sind.

Diese Rücken setzen sich in der Uckermark fort. In mehreren Arbeiten hat Schröder²⁾ als Durchragungen bogenförmig verlaufende Hügelkuppen und Rücken aus der nördlichen Uckermark östlich Prenzlau-Pasewalk mitgeteilt, die aus Sand, Grand und Geröllen bestehen, während die bis auf das allgemeine Oberflächenniveau niedergehenden Senken meistens zwischen ihnen mit Geschiebemergel erfüllt sind, der sich manchmal auch lappen-

1) Die Entwicklung des Bodenreliefs von Vorpommern und Rügen. Greifswald 1904 und 1906.

2) Über Durchragungszüge und Zonen in der Uckermark und in Ostpreußen, Jahrb. der Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1888 S. 166, und Endmoräne in der nördlichen Uckermark und Vorpommern, Zeitschrift der Deutschen geol. Gesellschaft 1894 S. 293, ferner Beushausen, Mitteilung über Aufnahmen auf den Blättern Gramzow, Penkun, Greifenhagen, Jahrb. der Kgl. preuß. geol. Landesanstalt f. 1890, LXXXVII.

förmig auf die Höhen hinaufzieht. Der aus Sanden und vorwiegend aus Granden bestehende innere Kern dieser an der Basis selten mehr als 100 m, meistens aber schmäleren Wälle, die häufig auf längere Erstreckung verschwinden oder in einzelnen Segmenten staffelförmig oder kulissenartig hintereinander liegen, ist geschichtet. „Ferner werden die Durchragungen als von der oberflächlichsten Bildung von großen Blöcken überlagert, die manchmal in solcher Zahl und Dichtigkeit auftreten, wie sie mir an der Joachimsthal-Lieper Endmoräne nur an wenigen Punkten bekannt ist.“ Die Schichtung des Kernes ist, wie die Mitteilungen und Profile Schröders zeigen, vielfach stark gestört. Auf der von Schröder¹⁾ gegebenen Karte kann man zunächst zwei Bögen einer Endmoräne unterscheiden, die über Kleptow, Grenz, Wollin, Sommersdorf, Petershagen, Redekow, Nadrense verlaufen und sich südlich Penkun scharen²⁾. Dieser Verlauf der „Durchragung“ läßt eine andere Deutung als am Eisrand gebildete Produkte nicht zu. Dieser und der weitere Verlauf, der auf der Übersichtskarte, die den Erläuterungen der einzelnen Blätter beiliegt, zu verfolgen ist, erstreckt sich parallel der Boitzenburger Endmoräne.

Die von Carmzow nach Grenz verlaufenden Durchragungen aber, und ebenso jene von Schönfeld am östlichen Ufer der Randow, streichen senkrecht zu den anderen, ohne daß an ihrer Abzweigung von der vorhin genannten Endmoräne eine Ausbuchtung dieser vorliegt, die andeuten könnte, daß eine intensive Lappenbildung vorlag.

Bei einer Begehung dieses Zuges im Herbst 1908 fand ich in diesem Zuge zwei Aufschlüsse mit Störungen, von denen der größere nördlich von Carmzow die stärkste Störung zeigte, die ich im Diluvium gesehen habe.

1) Zeitschrift d. Deutschen geolog. Ges. 1894 S. 293.

2) Die Durchragungszone Pasewalk-Brüssow liegt nördlich hiervon, und die hier genannten Rücken sind wohl als eine südliche Etappe anzusehen, da östlich und westlich keine ähnlichen Bildungen beschrieben sind.

Schröder spricht weiterhin die diesen parallel laufenden Züge von Berkholz-Menkin, von Ramin und dann den Zug von Battin als eine weiter zurückliegende Stillstandslagenbildung an. Das ist aber wenig wahrscheinlich, denn zwischen diesen liegen sehr große Lücken, und sie selbst liegen parallel zueinander, so daß man infolge der Lage weit eher an Äsar denken wird.

Als Bildung vor dem Eisrande betrachte ich nur die beiden vorhin in ihrem Verlauf genannten Bögen und lasse nur für diese die Erklärung Schröders gelten; die Entstehung der oben genannten übrigen „Durchragungen“ als Eisrandbildung erscheint mir zweifelhaft.

Im Herbst dieses Jahres 1908 besuchte ich sodann die „Durchragungen“ östlich der Linie Pasewalk-Prenzlau. Die Hauptaufschlüsse von Schröder waren bis auf den von Zerrenthin stark verfallen. An der Chaussee Pasewalk-Rollwitz waren in der ersten flachen Grube Schichten auf 3—4 m aufgeschlossen, die horizontal lagen und nicht die geringste Störung zeigten, während zwei andere kleine Aufschlüsse unbedeutende Störungen aber gleichzeitig als hangendste Schicht Grundmoräne aufwiesen. Stärkere Störungen ebenfalls unter Gegenwart von Endmoräne treten dann östlich Gut Rollwitz und Neu-Züsedom Vorwerk auf. Starke Aufrichtungen waren bei Zerrenthin in dem alten, schon von Schröder erwähnten Aufschluß auch jetzt vorhanden. Von hier aus nach Rossow standen in einer kleinen, fast völlig abgetragenen Kuppe Kiese und Gerölle an, deren horizontale bis wenig geneigte Schichtung keine Störung erkennen ließ. Eine Störung wurde weiterhin nicht beobachtet in einem Aufschluß zwischen Rossow und Caselow. Am Kreuzungspunkt der Straße Grimme-Brüssow mit der neuen Eisenbahn wurde wiederum starke Störung beobachtet, die unter einseitigem Auftreten eines mächtigen Geschiebemergels bis zur Saigerstellung von geschichteten Bildungen und einer dünnen Geschiebemergelbank sich zeigte. An der Windmühle östlich Brüssow zeigte sich eine sehr intensive Feinfältelung des Sandes

unter einer Grundmoräne. Bestimmt war weiterhin eine Störung in einem größeren Aufschluß einer Kuppe zwischen Friedrichshoff und Neuenfeld, wo periklinal die schön geschichteten Kiese und Gerölle einfielen, nicht vorhanden.

Es ergibt sich aber, die Richtigkeit der obigen Ausführungen vorausgesetzt, die Tatsache, daß die von Schröder mitgeteilten Hauptstörungen nicht in der bogenförmig verlaufenden Durchragung auftreten, sondern in den senkrecht dazu liegenden, nach meiner Ansicht als Asar zu betrachtenden Rücken.

Aus der Umgebung von Kleptow liegt keine Beschreibung vor. Von der Strecke Grenz-Wollin (S. 184) wird keine Störung erwähnt und ebenso nicht von dem Durchragungswall Grünz. In dem einzigen Aufschluß bei Grenz auf dem Windmühlenberg stehen in einer flachen Grube ungestörte Schichten an. Eine Saigerstellung von Kiesen und Geröllen findet sich dann bei Ludwigslust unweit eines neuen, in der Karte noch nicht vermerkten größeren Kreideaufschlusses, die von später abgesetzten, normal und zwar wenig geneigten Kies- und Geröllschichten überlagert werden. In einem zweiten Aufschluß wird Geschiebemergel von Lehm und Blockpackung und diese werden von geschichteten, fast horizontalen, aber anscheinend leicht gefalteten Sanden überlagert.

8. Weitere Stillstandslagen in Pommern.

Aus Vorpommern hat Elbert weitere Stillstandslagen bekannt gegeben. In der „mittleren Randmoräne“, die von Marlow über Rakow, Pustow, Berendorf nach Wolgast verläuft, liegen ebenfalls geschichtete Ablagerungen vor, die zum Teil als ungestört angegeben werden. Außerdem werden auch Aufpressungen mitteldiluvialer Sande und Tone angegeben, aber auch hier fehlt der Nachweis dieses Alters.

Die von demselben Autor (a. a. O. S. 208) beschriebenen Geröllendmoränen entsprechen dem westfälischen Typus geschichteter Bildungen mit dem Unterschiede, daß

in Vorpommern teilweise Stauchungen beobachtet wurden. Elbert führt diese auf zwei Perioden der Akkumulation, Bildung eines Geröllsandrückens durch die Schmelzwasser und nach einem Vorrücken des Eisrandes folgende erneute Aufschüttung zurück.

Elbert unterscheidet weiterhin Staumoränen im Sinne Schröders: Er beschreibt eine Staumoräne zwischen Grimmen und Berkow, in der ein Geschiebelehmücken vorliegt, unter dem mitteldiluviale Tone usw. liegen. Der Beweis für das mitteldiluviale Alter dieser Schichten ist aber nicht erbracht, und auch die sich aufdrängende Vermutung nicht widerlegt, wie Elbert es bei einer dritten Staumoräne zwischen Barth und Velgast (S. 227) selbst wahrscheinlich macht, daß die „unterdiluvialen“ Schichten infolge ihrer völligen Überdeckung mit Geschiebemergel schon vor der letzten Vereisung höhenbildend auftraten.

II. Das Alter und die Entstehung der geschichteten Bildungen in den Endmoränen.

Daß an dem Aufbau der Endmoränen Norddeutschlands fluvioglaziale Bildungen einen sehr bedeutenden Anteil nehmen, ja vielleicht eine ebenso bedeutende Rolle haben, als die Blockpackungen, haben die vorstehenden Mitteilungen gezeigt. Geschichtete Ablagerungen bilden ab und zu die Rücken allein oder doch in vielen Fällen den Kern der Endmoränenwälle, die dann oberflächlich Blockpackung tragen. Wie bei diesen letzteren Über- und Zwischenlagerung von geschichteten Bildungen keine seltene Erscheinung sind, so findet sich auch ab und zu in diesem Kern (vgl. z. B. Gagel-Müller S. 255) eine Blockpackung, die allerdings den überlagernden Blockpackungen an Wert und Ausdehnung nie gleich steht. Das Profil des großen Endmoränenwalles der Uckermark, das, wenn man von dem sehr mächtigen Blockmantel absieht, mehr oder weniger

deutlich auch für die übrigen Endmoränenteile und -züge paßt, darf als Normalprofil der norddeutschen Endmoräne bezeichnet werden. Die Bildung des Kernes konnte in zweierlei Weise vorsich gehen: der Kern kann der Aufschüttung des Eises oder aber der Aufpressung des Vorlandes seine Entstehung verdanken. Beide Erklärungen haben unter den verschiedenen Entdeckern einzelner Endmoränenteile für das untersuchte Gebiet ihre Verteidiger, wobei die der letzteren aber bedeutend überwiegen. Die eine Richtung hält danach die in den Endmoränen als Kern auftretenden Bildungen für oberdiluvial, die anderen schreiben ihnen unterdiluviales Alter zu¹⁾. H. Schröder ist der Vorkämpfer der Ansicht von dem unterdiluvialen Alter der geschichteten Bildung. Er faßt seine Auffassung in der erwähnten Arbeit über Durchragungszüge (S. 197) folgendermaßen zusammen:

„Die Ablagerungen können nur älter sein als die Ablagerungen der Grundmoräne und sind zum großen Teil beim Vordringen der zweiten Vereisung aus der Grundmoräne ausgewaschen, zum kleineren Teil können daran auch interglaziale und sogar altglaziale Schichten beteiligt sein, da wir in dem Durchragungszuge bei Grünz mächtige untere Diluvialmergel als Kern finden.“ Und dann S. 198: „Das wallartige Emportreten der Durchragungszone Friedland-Pasewalk-Brüssow-Sonnenberg kann nur durch Stauung und Aufpressung und zwar beim Rückzug der zweiten Vergletscherung während einer längeren Periode des Stillstandes veranlaßt sein.“

Die Altersbestimmung Schröders basiert, wie oben angegeben wurde, auf der Beobachtung, daß der im Hinter-

1) Als unterdiluvial wird gemeinhin alles bezeichnet, was unter dem oberen Geschiebemergel liegt, man vergleiche hierüber die Ausführungen von Schröder a. a. O. 1888 S. 203.

lande des Endmoränenbogens liegende obere Geschiebemergel sich auf den geschichteten Kern auflegt. „Der Geschiebemergel steht in direkter Verbindung mit der die Grundmoränenlandschaft bekleidenden Grundmoräne; derselbe ist ebenso wie die Geschiebebedeckung oberdiluvial. — Das Material des Kernes ist in keiner Weise unterscheidbar von dem sonst im Liegenden des Geschiebemergels auftretenden; dasselbe ist unterdiluvial“ (a. a. O. S. 198).

Ich erinnere zunächst daran, daß dieselbe Altersbestimmung, die hier mit jenem inneren Kern vorgenommen wird, im Beginne des Endmoränenstudiums auch die Blockpackung betroffen hat. Berendt machte die Beobachtung, daß der obere Geschiebemergel sich in einer oder mehreren Lagen über die Blockpackung legte. Erst viel später wurde dann das oberdiluviale Alter der Blockpackung durch Berendt, Remelé und H. Schröder anerkannt. In den letzten 1½ Jahrzehnten sind wiederholt Stimmen laut geworden, die sich gegen die Auffassung Schröders wandten. Ich habe bereits hervorgehoben, daß Geinitz sich für eine Aufschüttung des in Mecklenburg beobachteten Kernes aussprach, und daß Gagel-Müller in ihrem ostpreußischen Gebiet das Alter der Kernsande als oberdiluvial bezeichneten. „Stellenweise legt sich der Geschiebemergel an und auf diese Sande, die nach Berendt als unterdiluvial bezeichnet werden müßten. Ein nicht seltener Fall ist auch der, daß die Grundmoräne mit den Sanden und Granden der Endmoräne fingerartig verschränkt ist, wodurch die Gleichaltrigkeit ganz evident wird“ (S. 274).

Nun habe ich im ersten Abschnitt gezeigt, daß in den Bildungen verschiedener Stillstandslagen und bei diesen in den verschiedensten Gebieten als ganz normale Erscheinung ein geschichteter Kern vorliegt, und daß die Entstehung dieser Kerne nach den Angaben der beschreibenden Autoren vielfach nicht durch Aufpressung herbei-

geführt sein kann, daß bei anderen aber die erwähnte Aufpressung einer Nachprüfung bedarf. Mir scheint es danach, daß sich diese Kerne bei einer Stillstandslage des Eises durch Aufschüttung gebildet haben, ohne daß ich aber eine Aufpressung des Untergrundes insbesondere bei tonigen Materialien in Abrede stellen will. Ich werde vielmehr einen Beweis für zweifellose Zusammenpressung älterer Schichten vor dem Eise in der Arbeit über die westfälische Endmoräne bringen. Wahnschaffe berichtet (a. a. O. 1906), daß in den Rauener Bergen stark gestörte Tertiärschichten mit einer geringen Bedeckung fluvioglazialer Ablagerungen vorliegen. Wie Wahnschaffe auf einer Exkursion im Herbst 1908 hervorhob, liegen die am stärksten gestörten Miozänbildungen am Nordabhang der Rauener Berge.

Die Tertiärschichten gehen dann wenig südlich bereits in eine ruhige horizontale Lagerung über. Von einer Aufpressung kann man meines Ermessens in diesem Gebiet nicht sprechen, wohl aber von einer Zusammenpressung von Schichten, die in einer vielleicht tektonisch bedingten Terrainkante dem vordringenden Eis Widerstand entgegensetzten. Daß südlich von Fürstenwalde tektonische Störungen und zwar Verwerfungen vorhanden sind, sprachen Zache und von Koenen aus.

Ältere diluviale und tertiäre Schichten in Endmoränen liegen ferner nach mündlichen Mitteilungen Solgers bei Muskau in der Lausitz und nach einer Angabe Gagels bei Blankenese (Hamburg) vor.

Völlig ausschlaggebend kann für die Altersbestimmung nun ohne Zweifel nur das Lagerungsverhältnis des im Vorlande liegenden Geschiebemergels zu diesem geschichteten Kern sein. Aber diese Lagerung ist nur sehr selten zu beobachten, ja wird in den meisten Fällen ohne tiefe Bohrungen gar nicht festzustellen sein, da die Grundmoräne des Vorlandes zumeist von dem Sandr bedeckt wird. So hat Schröder z. B. in dem Durchragungszug Grünz im Verein mit

Beushausen einen Geschiebemergel in einem Hohlwege aufgeschlossen gefunden, über dessen Alter keine positiven Angaben gemacht werden können. Schröder hält ihn dann seiner sonstigen Auffassung entsprechend für unteren Geschiebemergel. Das ist aber nur eine Annahme. Wie man hier zu urteilen pflegt, zeigt die bereits S. 218 erwähnte Bemerkung Keilhacks bei Anführung des Profils von Bütow, wo Sand und Geschiebesand auf Grundmoräne liegen. Keilhack erwähnt, daß hier keine Durchragung, sondern nur eine Aufschüttung vorliege, und fügt dann hinzu: „Wäre nicht der bis tief in die sehr steinige Grundmoräne niedergehende Aufschluß, so könnte man sich durch die schöne Schichtung des Sandes verleiten lassen, an eine Durchragung zu denken, während doch tatsächlich eine Aufschüttung auf eben gelagerter Grundmoräne vorliegt“ (S. 183). Weitere Unterlagerungen des Vorlandsgeschiebemergels unter die Endmoränenwälle sind durch die Spezialuntersuchungen Müller-Gagels aus Ostpreußen, durch H. Credner und Sauer aus der Umgebung von Leipzig, durch Stappenbeck aus der Altmark bekannt geworden, zum großen Teil also gerade aus solchen Gebieten mitgeteilt, wo eine eingehende Spezialuntersuchung stattgefunden hat, während die übrigen Endmoränenteile im großen und ganzen nur in ihrem allgemeinen Verlaufe festgelegt sind.

Schröder hat niemals horizontale Lagerung beobachtet, völlig horizontale Lagerung ist bei fluviatilen Ablagerungen aber nicht häufig.

„Der Geschiebemergel ist häufig in die unteren diluvialen Sande eingepreßt, ja in einzelnen Aufschlüssen wurde eine Wechsellagerung von Geschiebemergel und geschichteten Bildungen gefunden, die jedoch nur eine scheinbare ist.“ Daß hier eine andere Auffassung möglich ist, zeigt die erwähnte Deutung des fingerförmigen Eingreifens der Grundmoräne in die geschichteten Bildungen. (Ostpreußen 1892, S. 296)

Ein anderer Weg zur Beurteilung der Schröderschen

Auffassung scheint mir sodann in dem Material des Kernes und in der Stärke der Stauchung gegeben. Betrachtet man die bei Eintreten einer Stillstandsperiode vorliegenden Verhältnisse, so ergibt sich, daß bei einem erneuten, kurzen Vordringen die am Fuß des Eises liegenden Schichten zusammengeschoben werden können. Tritt dieses aber ein, so kommt nur oder doch vorzugsweise, wenn keine Aufschüttung stattgefunden hat, der unmittelbar an den Eisrand herantretende Geschiebemergel in Frage, dieser müßte daher in allen Profilen eine wenn nicht vorherrschende, so doch bedeutende Rolle spielen. Denn wenn auch wie hier in Westfalen der Geschiebemergel unmittelbar vor dem Eisrande weggewaschen und durch eine Rille in den älteren Schichten, die dort in den lockeren Ablagerungen noch dazu wahrscheinlich viel tiefer ausgeschlagen würde, ersetzt worden wäre, so würde das vorrückende Eis über diese Rille hinwegtreten und erst beim Ansteigen der Rille am entgegengesetzten Ufer nach zahlreichen Beobachtungen wenigstens in bedeutendem Maße Erosion ausüben können, müßte dann aber auch dort wieder Geschiebemergel aufpressen.

Die Aufpressung des Walles würde ferner bedingen, daß die Schichten immer gestört sein müßten. Schröder bildet aber nun selbst (Taf. 3, Fig. 1) einen Aufschluß ab, den man als ein ganz normales Flußprofil deuten wird, während aus demselben Aufschluß, aber mehr nach Norden, eine sehr kräftige Störung erwähnt wird. Druck, so ist meine Meinung, hat hier die dem Eisrande zunächst widerstehenden Teile des aufgeschütteten Hügels gestört, während die weiter südwärts liegenden Ablagerungen durchaus keine Störung erlitten haben ¹⁾. Ganz ähnliche Verhältnisse beobachtete ich im Jahre 1905 bei einem Besuche der Hüenberge im Colbitzower Durchragungszuge. Während in dem

1) Daß das Eis hier tatsächlich einen Vorstoß gemacht hat, wird dadurch erwiesen, das Geschiebemergel den ganzen Kern überkleidet (S. 188).

nördlich liegenden Teil dieser Berge, insbesondere bei Gut Brüggemann nur sehr stark gestörte Schichten zu beobachten waren, sah ich in der Verlängerung dieses Hügels östlich von Rossow nur an einer Stelle der Ostwand Schichten, die vielleicht ein wenig gestört waren, während bei einem zweiten, etwa 60 m langen Profil derselben Grube und westlich von jenem ersten die Sande und Grande fast horizontal lagen und erst an dem Ende desselben ein wenig, aber in ungestörter Lagerung, anstiegen. Diese hier eintretende Neigung war aber nicht auf Störung zurückzuführen, sondern stellte, wie die gleichzeitig auftretenden Geröllagen zeigten, vielmehr eine ganz normale Lagerung eines Flußprofilschenkels dar. Daß auch im Pasewalker Durchragungszug Aufschlüsse mit gestörten und ungestörten Schichten örtlich nahe beieinander liegen, erwähnte ich bereits von der Höhe zwischen Pasewalk und Rollwitz, während ungestörte Schichten bei Caselow-Grimme, bei Neuenfeld und bei Grenz beobachtet wurden.

Betrachtet man ferner die westliche, von Elbert aus Vorpommern beschriebene Fortsetzung, so ergibt sich auch hier die Tatsache, daß neben stark gestörten Schichten völlig ungestörte mehrfach vorliegen, daß für das Alter der stark gepreßten Schichten auch hier kein Beweis erbracht worden ist.

Daß bei den übrigen Endmoränenzügen und der Blockpackung ein geschichteter Kern vorliegt, daß dieser geschichtete Kern seine Entstehung in vielen Fällen nachweisbar nur der Aufschüttung verdankt, wurde in dem ersten speziellen Teil bereits häufig hervorgehoben.

Die in endmoränenartigen Wällen auftretenden geschichteten Bildungen sind daher im allgemeinen nicht aufgepreßt und nicht als unterdiluvial zu bezeichnen, sondern unmittelbare Ablagerungen der aus dem Eise während der betreffenden Stillstandsperiode kommenden

Gletscherflüsse, die in manchen Fällen durch Oszillationen des Eises Pressungen erlitten haben.

Erwägt man das aus dem Literaturstudium hervorgegangene Ergebnis, daß geschichtete, nicht aufgepreßte Bildungen entweder allein oder aber meistens unter einer Haube von Blockpackung auftreten, so liegt die Frage sehr nahe, ob dieser scharfe und so allgemeine Unterschied in der Korngröße nicht auf zwei Perioden wechselnder Schmelzwasserzuflüsse zurückgeführt werden muß.

Ein neuer Stillstand des Eises wurde offenbar durch verringerte Abschmelzung herbeigeführt. War dann das Eis stationär geworden, so strömten nur kleine Gletscherbäche aus dem Eisrande hervor, die den zurückliegenden Eispartien vorwiegend die feineren Bestandteile, die tonigen Massen, die Sande, Grande und nur in ganz geringem Maße auch Gerölle entführten. Alle diese Materialien wurden vor dem Eisrande zu einem Walle geschichteter Bildungen abgesetzt. Dieser konnten durch kleinere Oszillationen Störungen erleiden.

Beim Eintreten einer neuen Abschmelzperiode wurden die feineren Bestandteile, Tone, Sande und Grande meistens weiter fortgeführt und bildeten im Vorlande der eigentlichen Endmoräne die Sandr; nur das gröbste, nicht transportierbare, aber in verstärktem Maße herbeigeführte Material blieb unmittelbar vor dem Eisrande liegen und türmte sich zu dem Geschiebewall auf. Nach der Form und Struktur scheint hier besonders auch Oberflächenwasser tätig gewesen zu sein, während bei den Sandendmoränen die Schmelzwasser aus Gletschertoren und aus fast ebenerdigen Nischen hervorkamen. Bei diesem stärkeren Abschmelzen wich der Eisrand ein wenig zurück, und so liegt jetzt das Blockmaterial dieser zweiten Periode

auf dem Kern und auf dem sich einseitig darüber legenden Geschiebemergel.

Während der ganzen Zeit des Stillstandes konnten geringfügige Oszillationen des Eises in den Ablagerungen Stauchungen hervorrufen, die aber nur in den geschichteten Bildungen nachweisbar sind, in den schichtungslosen Blockpackungen dagegen nicht zum Ausdruck kommen konnten.

Die Gebilde aus der ersten Periode der Stillstandslage sind breite, gerundete Rücken und Kuppen mit dazwischen liegenden breiten Abflusssenen. Diese Rücken können durch Oszillation des Eisrandes zu schmälern Wällen mit steilerem Anstieg zusammengepreßt sein. Das Produkt der zweiten Periode sind Blockpackungen und Geschiebebeschüttungen und sodann auch die Sande, die beide zusammen den Rücken der ersten Zeit entsprechen. Die starkströmenden Gletscherwasser dieser Periode, die insbesondere von der Oberfläche abstürzten, bedingten die charakteristischen Formen des Geschiebewalles mit kaum erklimmbaren Böschungen der einzelnen Wälle und Kuppen, neben und zwischen denen tiefe Kessel, Sölle und Schluchten liegen. Diese bedeutenden und heftigen Gletscherwasser bedingten ferner die schluchtartigen Auswaschungsbecken des Vorlandes.

Endmoränen, die, wie in Westfalen, sich fast ausschließlich aus geschichteten Materialien zusammensetzen, bei denen die Blockpackung fast ganz fehlt, sind dadurch zustande gekommen, daß bei einer neuen Rückzugsepoche keine bedeutenden Wassermassen austraten, daß der Eisschwund vielleicht durch Verdunstung herbeigeführt wurde. Hier in Westfalen ist die Ursache vielleicht auch darin zu suchen, daß der aus dem Eis ausschmelzende Teutoburgerwaldkamm eine Ablenkung der Gletscherwässer aus dem weiteren Hinterlande verursachte.

Die Bildung der „Staumoränen“ konnte in zweifacher

Weise vor sich gehen. Neben Schröder¹⁾ hat insbesondere Wahnschaffe²⁾ sich hierüber ausgesprochen. Einmal kann der Boden von dem vorrückenden Eis aufgepflügt und wallartig zusammengepreßt, und sodann kann durch die einseitige Belastung des stationären Eisrandes eine wallartige Aufpressung des Untergrundes bewirkt werden.

Ein Aufquellen der vor dem Eisrand liegenden Schichten durch die Belastung des Eises ist bisher an rezenten Gletschern und Binneneisbedeckungen nicht beobachtet worden. Dagegen konnte bei Halden und Eisenbahndämmen wiederholt beobachtet werden, daß auf Torf aufgeschüttete Bodenmassen seitlich ausweichen und am Fuße in dem Untergrund kleine wallartige Schwellen bildeten. Aber diese Feststellungen können nicht zum Beweis herangezogen werden, weil es sich hier um außerordentlich leicht bewegbare Massen handelt. Betreffs der von Wahnschaffe an einer Halde in Rüdersdorf gemachten Beobachtung (s. Anm. 2 S. 577) ist zu bemerken, daß die kragenartige Umstülpung des Torfes am Fuße der Aufschüttung nur zum geringsten Teil auf eine Belastung beruhen kann, die Aufstülpung muß hervorgerufen sein durch das Vorwärtsrücken des Haldenfußes infolge innerer oder randlicher Sackungen des Materiales, einer Erscheinung, die dem bewegenden Eise entspricht.

Schröder hat eine Anzahl Notizen zusammengestellt, bei denen von einem Druck des Eises bei rezenten Gletschern die Rede ist.

Die erste derselben, das Urteil Steenstrups: „Ich habe oft gesehen, daß ein Gletscher Druck ausüben kann, indem er Moränenmassen vor sich herschiebt“, kann für

1) 1888 a. a. O

2) Über einige glaziale Druckerscheinungen im norddeutschen Diluvium, Zeitschrift der Deutschen geol. Ges. 1882 S. 562, und Glaziale Schichtenstörungen im Tertiär und Diluvium von Freienwalde a. O. und bei Fürstenwalde. Ebd. 1906 S. 243. Prot.

die Schrödersche Auffassung des aufgetriebenen Vorlandes kein Beleg sein, indem hier nicht von einer Bildung von Wällen durch das Vordringen des Eises, sondern nur von einer Bewegung schon vorhandener Moränenmassen gesprochen wird. Derartige Beobachtungen sind mehrfach gemacht worden. Das gleiche bemerkte Hoyard, wie Penck¹⁾ mitteilt, am Rhonegletscher, der seine Endmoräne schob, beobachtete ferner Tyndall am Morteratschgletscher im Engadin, der einen kleinen Hügel vor sich hertrieb. Schröder zitiert dann ferner Agassiz²⁾: „Außer aus dem Oberflächenmaterial bildet sich die Endmoräne aus allen beweglichen Massen, welche er beim Vorrücken über den Felsgrund vor sich herschiebt und aus dem Trümmerschutt, welcher zwischen dem Gletscher und dem Boden, auf dem er ruht, sich befindet.“ Aber scheint diese nicht näher belegte Anschauung schon mit einer anderen Mitteilung desselben Autors in Widerspruch zu stehen, daß nämlich bei Gletschern, die in stetem Rückzuge begriffen sind, sich jedes Jahr eine neue Endmoräne bildet, wodurch dann eine Menge konzentrischer Endmoränenwälle entstehen, so werden diese ältesten Anschauungen über die Entstehung der Endmoränen um so mehr noch durch die späteren gründlichen Untersuchungen Heims widerlegt, so daß sie für die Anschauung Schröders keine Verwertung mehr finden können.

Heim³⁾ faßt seine Beobachtungen und Literaturstudien dahin zusammen, daß „der vorrückende Gletscher im engeren Tal manchmal seine ganze Moräne vor sich herwälzt, im weiteren dagegen nur die oberen Teile auseinanderstößt, sie einigermaßen ausebnet und dann über die etwas ausgeglichene Moräne hinwegschreitet“. Nach einer anderen Mitteilung desselben Autors (Brief Heims bei Credner⁴⁾) wälzen die Gletscher „nur selten und nur

1) Vergletscherung der deutschen Alpen S. 119.

2) Untersuchungen über die Gletscher, Solothurn 1841, S. 114.

3) Handbuch der Gletscherkunde, Stuttgart 1885, S. 378.

4) Zeitschrift der Deutschen geolog. Gesellschaft 1880 S. 76.

in ganz engem Tal gleich unterhalb einer Erweiterung den Geschiebeuntergrund auf“. Und in der zuerst erwähnten Arbeit Heims heißt es dann weiterhin (S. 379): „Es sind nur die besonders stark im Wege stehenden lockeren Massen, welche vom Gletscher geschoben werden.“ Eine große Anzahl Beobachtungen, die von ihm selbst, von Charpentier und von Escher angestellt wurden, führt Heim hierfür an. Heim berichtet dann vom Glacier de Zigionorove in Wallis und dem Glacier du Trient (Mont Blanc), daß diese beiden Gletscher eine ältere Moräne vor sich herschoben. „Ebenso treibt auch der jetzt vorrückende Fornogletscher auf einer kurzen Strecke, die ihm besonderen Widerstand leistet, allen Schutt und zwar teils als Grundmoräne, meist aber Schuttkegel der Gehänge zu lockeren, wulstartig oben aufreißenden, kleinen Endmoränen auf“. Eine Aufschürfung des Geschiebeuntergrundes wurde dann noch dadurch bewirkt, daß nur teilweise in das untere Eis eingefrorene Blöcke den Untergrund aufpflügten und vor sich Material aufwarfen. Zu dieser Art von Störungen gehören auch die von H. Credner am Buarbrä in Norwegen beobachteten, durch große vor dem Eisrande liegenden Blöcke bewirkten Zusammenpressungen, Faltungen, Berstungen und Überkippen der Rasendecke¹⁾. Am Brigsdal-, Aabrekke- und Buarbrärgletscher beobachtete Penck²⁾ kleine bis höchstens 4 Meter hohe Wälle, die aus zusammengeschobener Rasendecke, z. T. untermengt mit großen Steinblöcken und Baumstämmen, z. T. aus Geschiebelehm bestehen. Diese umgeben das Ende des Gletschers wie eine Stirn moräne, umschließen dasselbe aber nicht vollständig, sondern sind nur stellenweise deutlich ausgeprägt.

Ich betone hier, ebenso wie bereits bei der Mitteilung der Ansicht Steenstrups, daß Heim nur

1) Zeitschrift der Deutschen geolog. Gesellschaft 1880 S.75.

2) Die Gletscher Norwegens. Mitt. d. Ges. für Erdkunde. Berlin 1879. Separat. S. 11.

von einer Fortbewegung schon vorhandener Endmoränen usw. spricht und bis auf jeden einzelnen Fall der Zusammenpressung von Schichten in einem engen Tal, den er im Brief an Credner erwähnt, eine Zusammenpressung des Vorlandes nie beobachtet hat, ja diese letztere Erscheinung offenbar als etwas sehr Nebensächliches in seinem Handbuch gar nicht wieder erwähnt. Die Regel ist nach ihm, daß der vorrückende Gletscher selbst lockeren Geschiebegrund ganz unverändert läßt.

Charpentier will nun wiederholt beobachtet haben, daß ein Gletscher beim Vorrücken die vor ihm lagernden Schichten aufwühle. Eine Regel ist das nach ihm bei solchen Gletschern, die in engen Tälern vorrücken. Er sagt jedoch ausdrücklich (ich zitiere Penck, Vergletscherung der deutschen Alpen, S. 382), daß der Gletscher, wenn er sich auf flachem Lande ausbreiten könne, aufhöre, den Boden aufzuschürfen und zusammenzuschieben und nur dieses kommt bei den norddeutschen Verhältnissen in Betracht. Gleichlautende Beobachtungen gibt Mousson in seinen „Gletschern der Jetztzeit“ S. 56.

Auch Desor¹⁾ kennt keine Staumoränen. Nach ihm entstehen die Endmoränen aus den Grund- und Obermoränen.

Beobachtungen über rezente Bildungen von Staumoränen liegen gewiß vor. Aber es sind immer nur ganz bestimmte Ursachen, die zu einer Aufpressung des Vorlandes führen, wie Credner bereits angibt. Die Zusammenpressung des Vorlandes ist nur in engen Tälern und nur dort möglich, wo sich besondere Hindernisse dem Eis in Form von Unregelmäßigkeiten des Bodens oder des flachen Ansteigens des Untergrundes entgegenstellen.

In folgendem möchte ich nun die Beobachtungen und die Ansichten einiger anderer Autoren zusammenstellen

1) Gebirgsbau der Alpen. Wiesbaden 1865.

und möchte zunächst das Urteil Pencks, des besten Kenners der glazialen Ablagerungen der Alpen wiedergeben, das ebenfalls von Schröder herangezogen wird. „Betrachtet man die von Penck gegebenen Profile auf S. 119 und 136, so glaubt man Querschnitte aus den uckermärkischen Durchtragungszügen vor sich zu haben“ (Schröder 1888 S. 197).

Wie sind nun aber diese alpinen Endmoränen entstanden?

„In sehr vielen Fällen ist das Material der Endmoräne kaum zu unterscheiden von dem der Grundmoräne. Sie besteht aus demselben zähen, blauen Tone, aus denselben gekritzten Geschieben, welche im ersteren wirr und regellos verteilt sind. Es sind dann fast ausschließlich die orographischen Verhältnisse der Ablagerung, welche dieselbe als Endmoräne charakterisieren, allerdings sind in solchen Anhäufungen geschichtete Einlagerungen meist häufiger als in normalen Grundmoränen“

„Von ganz abweichender Beschaffenheit ist nun ein anderer extremer Typus der oberbayrischen Endmoränen. In diesem Falle bestehen die letzteren nämlich fast ausschließlich aus geschichtetem Gerölle und Sand, welche unter einem Winkel von $10-20^{\circ}$ von dem Gletschergebiet nach außen abfallen. Gekritzte Geschiebe mangeln fast nirgends, ebensowenig Einlagerungen feinen Sandes und von Bänderton.“ „So zusammengesetzte Moränenwälle sind wohl auf folgendem Wege entstanden: Die durch das Eis unablässig herbeigeführte Grundmoräne wurde nahe dem Gletscherrande eine Bente der Gletscherwasser, welche dieselbe auswuschen und in Gestalt von Geröll, Kies, Sand und Schlamm mit sich forttransportierten. Am Ende des Gletschers lagerten sie das grobe Material in Gestalt eines flachen Schuttkegels ab; solches geschah auf große Strecken, und dadurch wurde am Gletscherrande ein Wall aufgeschüttet, der uns heute als Endmoräne vorliegt.“ Der bei weitem häufigste Fall ist nun eine Kombination dieser beiden Typen: „Selten nur fehlen Schichtenstörungen in

den Endmoränen. Die in ihnen auftretenden kiesigen und sandigen Partien sind häufig zusammengeschoben und gefaltet. Bisweilen ist sogar die ganze Ablagerung zusammengeschoben“. Ich habe diese interessanten Ausführungen Pencks hier wörtlich angeführt, weil Schröder sie bei der Begründung seiner Staumoränen verwertet. Die Ausführungen Pencks zeigen aber, daß Wälle aus geschichteten Ablagerungen sich vor dem Eisrande aufbauen, und daß diese Wälle dann von dem Eis zu Rücken mit antiklinalem Aufbau zusammengeschoben werden. Sie zeigen aber nicht, daß orographisch gar nicht oder doch nur wenig hervortretende Bildungen zu Wällen zusammengeschoben werden.

Ich selbst lege übrigens keinen besonderen Wert auf einen Vergleich der Strukturverhältnisse alpiner und norddeutscher Endmoränen, weil diese in Tälern entstanden sind und hier anderen Verhältnissen unterworfen waren als jene des diluvialen Binneneises. Ich habe sie nur angeführt, weil Schröder sie als Stütze seiner Anschauung verwertet, und weil es mir scheint, daß dieses auch bei den alpinen Verhältnissen nicht zutrifft.

Über die Endmoränenbildungen Grönlands sind nur wenige Mitteilungen bekannt geworden. Dies hat seine Ursache darin, daß das Binneneis in vielen Fällen bis ins Meer hineingeht. Es scheint hier, wenn man nach den wenigen wirklichen Mitteilungen bereits verallgemeinern darf, vielfach das fluviatile Element zu fehlen, indem hier die Verminderung des Eises nur durch Verdunstung, nicht aber durch Abschmelzung vor sich geht. Daraus erklären sich auch wohl nur die folgenden Angaben.

Heim erwähnt¹⁾, daß die Endmoränen des Grönländischen Binneneises fast ganz aus ausgestoßenen Grundmoränen bestehen. Hervorzuheben ist hierbei eine Notiz Heims, die allerdings nicht ganz klar ist, daß die Moräne

1) Handbuch der Gletscherkunde S. 358.

auf einem Untergrunde liegt, der eine Art Gletscherdelta ist, d. h. aus von Bächen des Gletschers im Meer angespültem Moränenmaterial besteht.

Nach Drygalski¹⁾ entstehen die Endmoränen Grönlands folgendermaßen: „Die durch Temperaturverhältnisse sowohl, wie durch die geringe Dicke der Randsohle erklärbaren, aufwärts gerichteten Kräfte heben den Schutt vom Boden hervor und bauen die Endmoräne über die Höhe des Eises hinaus, während dort, wo der Eisrand an steilen Felsen vorbeizieht, eine vollständige Ablenkung der gegen das Land gerichteten Bewegung erfolgt, welche die Moränenhäufung verhindert.“ In Grönland fehlt es nach Drygalski an geschichtetem, lockerem Erdreich und an sichtbaren, fluvioglazialen Bildungen unter der Moräne. Drygalski hebt sodann noch besonders hervor, daß Stau-
moränen im Sinne Schröders nicht beobachtet sind.

Schröder schreibt dem vorrückenden Eis eine bedeutende Erosion zu. Wenn aber das Eis bei den kleinen Oszillationen eines Stillstandes bereits so allgemein und in so bedeutendem Maße Wälle auftürmen kann, dann dürfen wir diese besonders an der äußersten Verbreitungsgrenze des Eises erwarten. Die Lage des Eisrandes der ersten Vereisung ist nun sicher bekannt, aber nirgendwo sind derartige Staugebilde weder in Sachsen noch in Westfalen gefunden. Und hier in Westfalen ist noch besonders auf diese Tatsache hinzuweisen, weil das Eis bei seinem Anstieg auf den Haarstrang und auf das Ardeygebirge wirklichen Widerstand zu überwinden hatte.

In den deutschen Diluvialarbeiten hat sich über die Entstehung der Endmoränen Geinitz geäußert²⁾. „Wenn die Eismasse immerfort neues Schuttmateriel mitbringt, dasselbe aber nicht weiter führen kann, weil ihr vorderer

1) Grönlandexpedition S. 529.

2) Die Endmoränen Mecklenburgs. Rostock 1894. S. 1. Vergl. d. Ansicht Elberts über die Entwicklungsgeschichte der Endmoräne a. a. O. S. 230—240.

Rand an einer bestimmten Stelle durch Abschmelzen vernichtet wird, so muß hier an diesem Vorderende der mitgeführte Schutt abgesetzt werden und sich eine Anhäufung von Moräne, Sand und Schlamm bilden, die, wie ein Schuttwall, die Südgrenze der Eisdecke umsäumt. Die Schmelzwässer haben mit eine hervorragende Rolle bei der Entstehung der Endmoränen, ebenso wie der ganzen Glazialbildungen, gespielt. Auf und unter dem Eise, sowie vor demselben vorhanden, schlemmten sie das Moränenmaterial aus und setzten es, je nach ihrer oft wechselnden Flußgeschwindigkeit, in Form von Kiesen und Gnitten, Sanden und Tonen ab.“ (S. 2.)

Die Entstehung der Endmoränen hat man sich nach meiner Ansicht in folgender Weise vorzustellen:

Die norddeutschen Endmoränen sind zu meist ein Auswaschungsprodukt des Eises oder sind in seltenen Fällen durch das Hervorquellen der Grundmoräne unter dem Eisrand her entstanden. Gletscherflüsse führten einmal Material verschiedenster Korngröße aus den zurückliegenden Teilen des Eises heraus und schichteten in vielen Fällen auch das unter dem Eis hervorgeschobene und das aus der Steinwand herausgebröckelte Material; diese Bildungen stellen den **Kern der Endmoräne** dar. Die durch die erneute Abschmelzung des Eises bedingte vermehrte Zuführung von Wassermassen, die insbesondere von dem Eise herabfielen, bedingte die **Ausbildung der Blockpackung und der Sandr.** Beide können durch die Oszillationen des Eisrandes Störungen erlitten haben. In wenigen Fällen bei ganz besonderen Verhältnissen ist älteres Gebirge vom Eise zu Erhebungen zusammengeschoben und bildet dann **Aufpressungsmoränen**. Man hat nach der Art der Entstehung zu unterscheiden:

I. Geschiebemergel-Endmoränen, ganz oder

doch zum größeren Teil aus Geschiebemergel, seltener mit Zwischenlagerungen geschichteter Bildungen.

II. Aufschüttungs-Endmoränen mit geschichtetem Kern und vielfach mit einer Haube von Blockpackung, in seltenen Fällen Blockpackung allein oder Steinbeschüttung. Kern z. T. Gestänge (Staumoränen d. L. z. T.).

III. Aufpressungs-Endmoränen (Staumoränen z. T.). Durch Aufpressung älteren Gebirges (Diluvium-Tertiär) entstanden, mit geschichteten Bildungen oder mit Blockpackung verknüpft.
