©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Diluvialstudien

von

Dr. J. Martin,
Director des Grossherzoglichen Naturhistorischen Museums
in Oldenburg.

III.

Vergleichende Untersuchungen über das Diluvium im Westen der Weser.

2.

Gliederung des Diluviums.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Inhalt.

	Seite
Einleitung: Nomenclatur	7
Das Fluviatil	13
Das Hvitåglacial	16
Das Moränenglacial	26
Horizontalgliederung	42
Schluss: Zusammenfassung	49

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Einleitung.

Bei meinen Untersuchungen über „Alter und Gliederung des Diluviums im Herzogthum Oldenburg“ gelangte ich zu dem Ergebniss, es sei das Diluvium hier nur in seiner unteren Stufe vertreten, die ich in folgender Weise gegliedert und mit südschwedischen Glacialablagerungen parallelisirt habe: [1])

4. Oberer Hvitåsand oder Hvitådecksand . . . Schwemmsand.	mellersta hvitåsand z. Th.
3. Geröllsand und -lehm	rullstensgrus och -lera.
Geröllåsar	rullstensåsar,
Geröllhügel . . .	rullstenskullar,
Gerölldecksand . .	rullstensfält.
2. Grundmoräne . . .	undre bottenmorän.
Geschiebemergel od. -lehm	undre jökellera,
Geschiebesand und -grand	undre jökelgrus.
1. Unterer Hvitåsand . .	undre hvitåsand,
Unterer Hvitåthon . .	undre hvitålera.

Von diesen Gliedern repräsentiren das jüngste und älteste, wie in den Namen „Hvitåsand“ und „Hvitåthon“ ausgedrückt ist, die Sedimente der hvitåar (Gletscherbäche), [2]) wogegen in dem Geröllsand und -lehm die Innenmoräne und somit ebenso, wie in der Grundmoräne ein unmittelbares Absatzproduct des Inlandeises vorliegt.

Die Gesteine südlicher Herkunft, welche K. Martin [3]) aus den Dammer Bergen und anderen Gegenden des

[1]) **8.** p. 42. [2]) **8.** p. 17. [3]) **10, 11, 12.**

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Herzogthums erwähnt, habe ich bei der Eintheilung des oldenburgischen Diluviums unberücksichtigt gelassen, weil als selbstständige Bildung innerhalb der diluvialen Schichtenfolge sie hier nirgends von mir beobachtet wurden. Wollen wir dagegen das gesammte Diluvialgebiet im Westen der Weser einer vergleichenden Untersuchung unterwerfen, so müssen sie ebensowohl in den Kreis unserer Betrachtungen hineingezogen werden, wie das Diluvium nordischer Abstammung; denn je mehr wir uns dem Rhein nähern, um so mehr sehen wir jene fluviatilen Schotter in den Vordergrund treten, bis sie schliesslich so sehr dominiren, dass die Reliefverhältnisse im wesentlichen durch sie allein bedingt werden.

Die zunächst zu beantwortende Frage ist demnach, welche Stellung das Fluviatil zu den obigen glacialen Gliedern unseres Diluviums einnimmt. —

Die südlichen Gesteine, welche hier zu Lande vereinzelt vielerorts,[4]) ungemein häufig aber in den Dammer Bergen vorkommen, sind nach K. Martin an letzterer Localität sowohl im „unteren", als im „mittleren" und „oberen Diluvium" anzutreffen.[5]) Da nun aber, wie ich in der oben citirten Abhandlung dargelegt habe, das „untere Diluvium" K. Martin's die Grundmoräne, das „mittlere" und „obere" zusammen die Innenmoräne des Inlandeises repräsentiren,[6]) so erhellt aus der Anwesenheit südlichen Materials in diesen Gliedern,*) dass in praeglacialer Zeit ein Gesteinstransport von Süd nach Nord erfolgt ist; denn wenn im Innern einer solch mächtigen[7]) Moränenbildung, wie sie uns in den Dammer Bergen vorliegt, südliche Gesteine auftreten, so ist dies eine Erscheinung, welche in einem nur einmal vereist gewesenen Gebiet nicht anders sich verstehen lässt, als dass ein vor der

*) Ich selbst habe u. a. in dem Geschiebelehm der Osterdammer Bergmark und in dem Geröllsand bei Schemde südliche Gesteine in grossen Mengen angetroffen.

[4]) **11.** [5]) **12.** p. 319—320. [6]) **8.** p. 17 u. f. [7]) **8.** p. 23.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Vergletscherung abgelagertes Fluviatil von dem Inlandeis zerstört und der Moräne desselben einverleibt wurde.*)

An der Erdoberfläche trifft man nicht nur in den Dammer Bergen, sondern auch weiter nördlich Gesteine südlicher Herkunft gar nicht selten an. Ob aber wie in praeglacialer Zeit, so auch nach dem Rückzuge des Inlandeises Gesteine von Süd her Verbreitung fanden, geht aus diesem ihrem Auftreten an der Erdoberfläche nicht unmittelbar hervor; besteht hier doch die Möglichkeit, dass jene Findlinge ebenso, wie die im Innern einer Moräne vorkommenden südlichen Gesteine, von dem Inlandeis aus dem Untergrunde aufgenommen wurden, sie also trotz ihrer gegenwärtigen Lagerung praeglacialen Alters sein können.

Wenn dagegen das Liegende solcher Findlinge von einem glacialen Gliede gebildet wird, welchem südliche Gesteine nicht beigemischt sind, so darf aus jenem Lagerungsverhältniss ohne Bedenken abgeleitet werden, dass die Flüsse auch in postglacialer Zeit ihre Schotter unserem Diluvium zuführten.

K. Martin fand Jurageschiebe in abnehmender Häufigkeit von Süd nach Nord über das ganze Diluvialgebiet Oldenburgs verbreitet,[8]) so dass er hier keinen Punkt zu nennen weiss, dessen absolute Bezeichnung als nordisches Diluvium noch zulässig wäre.[9])

Im nördlichen Theil des Herzogthums Oldenburg habe ich nun an zahlreichen Aufschlüssen beobachtet, wie hier überall im Liegenden der Grundmoräne eine Hvitåformation in vollkommen reiner Ausbildungsweise entwickelt ist, und dementsprechend habe ich in der Grundmoräne ebenfalls niemals südliches Material wahrgenommen.

*) Die Mächtigkeit des Dammer Moränenglacials schliesst es aus, dass dieses seine Existenz einem erneuten, aber unbedeutenden Vorstosse des bereits auf dem Rückzuge befindlichen Inlandeises zu danken habe, in Folge dessen ein nach der Hauptvergletscherung abgelagertes Fluviatil der Moräne hätte beigemengt werden können.

[8]) **12.** p. 327. [9]) **11.** p. 58.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Jene Jurafindlinge, von denen nicht gesagt wird, unter welchen Verhältnissen sie angetroffen wurden, haben daher muthmasslich an der Erdoberfläche gelegen, indem wir nach dem Befund der Grundmoräne und des Liegenden derselben voraussetzen müssen, dass die Ablagerung des südlichen Materials erst nach dem Rückzuge des Inlandeises erfolgt sein kann.

Haben sonach südliche Geschiebe in postglacialer Zeit bis zum äussersten Norden unseres Landes Verbreitung gefunden, und ist aus ihrem Auftreten im Innern der Dammer Moräne zu folgern, dass die Flüsse ihre Schotter auch in praeglacialer Zeit nach Nord hin verschleppten, so können wir unserem Diluvium eine Gliederung in

Oberes Fluviatil,
Obere Hvitåformation,
Innenmoräne,
Grundmoräne,
Untere Hvitåformation,
Unteres Fluviatil

zu Grunde legen, indem wir von der Voraussetzung ausgehen, dass bei völlig gleichmässigem Vor- und Zurückgehen des Inlandeises und seiner Schmelzwasser die Ablagerung der fluviatilen Schotter zu Beginn der Eiszeit früher, am Schluss derselben später als die der Hvitåbildungen erfolgen musste.

Indessen eine bald verstärkte, bald verminderte Zufuhr neuer Eismassen, sowie Aenderungen in der Intensität des Abschmelzens mussten in dem gegenseitigen Lagerungsverhältniss obiger Glieder mannigfache Complicationen im Gefolge haben.

Oscillationen des Inlandeises konnten bewirken, dass mehrere Grund- oder Innenmoränen über einander zur Entwicklung gelangten, oder dass eine obere Hvitåbildung, bezw. ein oberes Fluviatil eine Moränenbedeckung erhielt.

Andererseits besteht zweifelsohne die Möglichkeit, dass zu Zeiten, wo der Eisrand in nächster Nähe lag, die

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Gletscherbäche gleichwohl vorübergehend so sehr reducirt waren, dass an Stellen, wo bei stärkerem Zufluss der Schmelzwasser Hvitåsedimente abgesetzt wurden, ein fluviatiles Gebilde entstehen konnte. —

Gestaltete sich das Lagerungsverhältniss der oben unterschiedenen Glieder in der Weise, dass die fluviatilen Schotter überall die älteste und jüngste Bildung unseres Diluviums ausmachten, so könnte man diese beiden Stufen als „Prae-", bezw. „Postglacial" bezeichnen, im Gegensatz zum „Glacial", worunter ich allgemein die Absatzproducte des Eises und der ihm entströmenden Schmelzwasser verstanden haben möchte. Indessen angesichts der Möglichkeit, dass Abweichungen von der normalen Aufeinanderfolge der Schichten stattfinden können, halte ich es für richtiger, die Ablagerungen der Flüsse hinsichtlich der Zeit ihrer Entstehung in ein „Früh-" und „Spätfluviatil" zu sondern, zumal diese Bezeichnungsweise den Vorzug hat, dass durch sie zugleich die Entstehungsart dieser Glieder zum Ausdruck gebracht wird.

Von den glacialen Gliedern seien die directen Absatzproducte des Inlandeises „Moränenglacial" benannt. Die beiden hierher gehörigen Stufen sollen ihrer Abstammung gemäss als „Sub-" und „Inglacial" oder „Grund-" und „Innenmoräne", nach der vorherrschenden Form der in ihnen enthaltenen Steine als „Geschiebe-" und „Geröllglacial" von einander unterschieden werden.

Im Gegensatz zu diesem Moränenglacial scheint mir für die Ablagerungen der Gletscherbäche, der „hvitåar" die Bezeichnung „Hvitåglacial" am Platze.

Wo eine Trennung der Sedimente der Schmelzwasserströme und der Flüsse nicht durchführbar ist, werde ich das Fluviatil und das Hvitåglacial als „Hvitåglacialfluviatil" zusammenfassen.

In analoger Weise, wie bei den rein fluviatilen Bildungen, können wir den Zeitpunkt der Entstehung der Hvitåsedimente, wie auch solcher Schichten, deren Existenz auf eine gemeinschaftliche Thätigkeit der Flüsse und

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Gletscherbäche zurückzuführen ist, dadurch bezeichnen, dass wir den Wörtern „Hvitåglacial" und „Hvitåglacialfluviatil" die Silben „Früh", bezw. „Spät" voraussetzen, je nachdem das betreffende Glied älter oder jünger ist, als das Moränenglacial.

„Interstadial" werde ich solche Fluss- und Hvitåsedimente nennen, welche gelegentlich einer Oscillation des Eisrandes entstanden sind.*)

Endlich sollen das Frühfluviatil und das Frühhvitåglacial einerseits und das Spätfluviatil und das Späthvitåglacial andererseits als „Frühdiluvial" und „Spätdiluvial" einander gegenüber gestellt werden.

Obwohl ich mir nicht verhehle, dass meine Ansichten betreffs der Gliederung des Diluviums mit denjenigen der niederländischen Geologen in mehrfacher Hinsicht in Widerspruch stehen, so halte ich es doch für zweckmässig, an dieser Stelle die Anschauungen anderer Forscher unberücksichtigt zu lassen, weil ein näheres Eingehen auf Einzelheiten nur auf Kosten der Uebersichtlichkeit der hier zu behandelnden Materie geschehen könnte. Um aber allen und jedem gerecht zu werden, so beabsichtige ich, diese und andere Streitfragen später im besonderen zu behandeln, während ich mich hier auf die Darstellung der allgemeinen Ergebnisse meiner Untersuchungen beschränke.

*) In der Abhandlung von Penck, Brückner und du Pasquier „Le système glaciaire des Alpes" findet der Ausdruck „interstadial" Anwendung auf die im alpinen Glacialgebiet nicht selten mit Moränen wechsellagernden Schotter, welche mit wiederholten kleineren Schwankungen des Gletscherendes in Verbindung gebracht werden.[10])

[10]) **17.** p. 351.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Das Fluviatil.

Wie zu Beginn der vorstehenden einleitenden Bemerkungen schon begründet wurde, sind die vereinzelten Juragescheibe im nördlichen Theil des Herzogthums Oldenburg vermuthlich nach dem Rückzuge des Inlandeises abgelagert, wogegen die im Innern des Dammer Moränenglacials in grossen Mengen aufgehäuften südlichen Gesteine als ein Frühfluviatil aufzufassen sind, das an secundärer, und zwar glacialer Lagerstätte sich befindet. Mit Rücksicht auf die nordost-südwestliche Stromrichtung des Inlandeises, welches dieses Fluviatil nach Art einer Localmoräne verschleppte, sind wir demnach zu der Annahme berechtigt, dass näher oder ferner der Dammer Berge das Frühfluviatil an ursprünglicher, fluviatiler Lagerstätte entwickelt ist.

Im benachbarten Hannover traf ich im Hümmling, den ich als eine Gruppe von Geröllåsar auffasse,[11]) an der Erdoberfläche Lydite neben zahlreichen weissen Quarzen an. Ob diese Gesteine auch im Innern des Moränenglacials vorkommen, oder ob sie lediglich auf dessen Oberfläche beschränkt sind, konnte ich nicht ermitteln, weil geeignete Aufschlüsse mir nicht zu Gesicht kamen. Es muss daher unentschieden bleiben, ob jene fluviatilen Ablagerungen der spät- oder frühdiluvialen Zeit angehören.

Jenseits der Ems ist das Fluviatil in nahezu reiner Ausbildungsweise am Nattenberg bei Emsbüren entwickelt, indem weisse Quarze, Lydite und Thoneisensteinconcretionen hier in Massen vorkommen, skandinavische Gesteine dagegen nur ganz vereinzelt von mir gefunden wurden.

Von hier bis zu den Verbreitungsgrenzen des Inlandeises im Westen und Süden sind die Diluvialhöhen fast

[11]) **9.** p. 24 u. f.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

ausnahmslos aus fluviatilen Sanden und Schottern aufgebaut. Nicht selten sind die Abhänge dieser Höhen mit einer Decke von Moränenglacial bekleidet, aus welcher das Fluviatil mit seinen höher gelegenen Theilen hervorragt. Die niederländischen Geologen sprechen daher diese Flusssedimente für frühfluviatile Bildungen an, ohne zu bedenken, dass ein derartiges Lagerungsverhältniss auch bei interstadialen Ablagerungen der spätdiluvialen Zeit vorkommen und in geringfügigen Oscillationen des auf dem Rückzuge befindlichen Inlandeises begündet sein kann. Ich meinestheils bin überzeugt, dass diese Anhäufungen südlichen Gesteinsmaterials zum wenigsten überwiegenden Theils erst am Schluss der Eiszeit entstanden sind, und zwar — anderer Gründe gar nicht zu gedenken — allein schon deshalb, weil mehrfach inmitten dieser Schotterlandschaft eine Grundmoräne von rein skandinavischem Charakter beobachtet worden ist, eine Erscheinung, die nicht zu verstehen wäre, falls das Inlandeis bei seinem Vorrücken Höhen zu passiren gehabt hätte, in denen südliche Gesteine massenhaft aufgehäuft liegen.

In ihrer Form und gegenseitigen Anordnung erinnern manche dieser Höhen, obwohl sie ganz oder doch vorwiegend aus südlichem Material aufgebaut sind, lebhaft an Geröllendmoränen und -åsar. In meiner Abhandlung „Das Haupteis ein baltischer Strom", wo es mir nur darauf ankam, die Stromrichtung des Eises zu ermitteln, habe ich geglaubt auf die Erörterung der Frage, welchen Ursachen diese Höhenrücken ihre eigenartige Gestaltung zu danken haben, verzichten zu dürfen, und auch hier kann ich mich dieser Aufgabe nicht näher zuwenden. Vorgreifend nur will ich bemerken, dass die Entstehung dieser Oberflächenformen nach meinem Dafürhalten am Schluss der Eiszeit vor sich gegangen ist. Indem nämlich zu Zeiten, wo das auf dem Rückzug befindliche Inlandeis vorübergehend zum Stillstand gelangt war, die Flüsse ihre Schotter vor dem Eisrand nach Art von Uferwällen an-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

häuften, entstanden Höhenzüge, in deren Verlauf, wie bei einer Endmoräne, die Form des Eissaums sich wiederspiegelt. Dadurch aber, dass mit dem Beginn einer jeden Rückzugsetappe die Schmelzwasser des Inlandeises zu gewaltigen Strömen anschwollen, wurden von diesen die während einer Stillstandsperiode vor dem Eisrand angehäuften Sedimente in Höhenrücken zerlegt, welche zufolge der Flussrichtung der Gletscherströme zu dem Eisrand eine mehr oder weniger senkrechte Stellung einnehmen.*)

Die Begründung dieser Ansicht mir vorbehaltend, werde ich in der Folge diese beiden Oberflächenformen, welche mit den echten Endmoränen und Åsar zwar in der Form und in der Lage zum Eissaum, nicht aber in genetischer Hinsicht Uebereinstimmung bekunden, „Pseudoendmoränen“ und „Pseudoåsar“ benennen.

Müssen wir die an der Erdoberfläche auftretenden Schotteransammlungen des mittleren Holland jedenfalls in der Hauptsache für spätfluviatile Gebilde in Anspruch nehmen, so ist andererseits das hier ebenfalls in grösserer Tiefe anzutreffende Fluviatil zweifellos frühdiluvialen Alters; denn da im nördlichen Theil der Niederlande unter frühglacialen Ablagerungen wiederholt Schichten erbohrt worden sind, welche ganz oder theilweise aus südlichem Gesteinsmaterial sich zusammensetzen, so dürfen wir das Frühfluviatil um so mehr weiter südlich erwarten.

Im Gegensatz zu dem südlich der Vecht belegenen Gebiet kommt nördlich von diesem Flusse das Fluviatil als höhengestaltender Factor kaum noch in Frage. Nach den bisherigen Beobachtungen ist es nur in Central-Drenthe in nennenswerther Weise an der Bildung der

*) Am auffallendsten kommt diese Erscheinung im östlichen Theil der Veluwe zur Geltung, dessen åsartige Höhenrücken ich als die Erosionsreste eines Schotterplateaus auffasse, welches die Flüsse vor einem der bogenförmigen Ausläufer des Inlandeises am Schluss der Eiszeit aufschütteten.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Oberflächenformen betheiligt. Ob aber diese Sedimente der spätdiluvialen Zeit angehören, oder ob in ihnen ein frühdiluviales Gebilde vorliegt, lässt sich mit Sicherheit nicht entscheiden. Lassen wir es daher unberücksichtigt, dass jene Ansammlungen südlicher Gesteine vielleicht am Schluss der Eiszeit entstanden sind, so scheint im übrigen das Spätfluviatil im nördlichen Holland ebenso, wie im nördlichen Oldenburg auf vereinzelt an der Erdoberfläche vorkommende Gesteine beschränkt zu sein.

Ihre Hauptverbreitung haben die Flusssedimente in Form von Schotter, Sand und Thon südlich des Rheins. Wegen des Fehlens eines Moränenglacials lässt sich hier eine Trennung des Fluviatils in ein früh- und spätdiluviales Glied nicht ermöglichen, doch nach den im Norden des Rheins bestehenden Verhältnissen dürfen wir annehmen, dass seine Bildung während der ganzen Dauer der Eiszeit von statten ging.

Das Hvitåglacial.

Die obere Hvitåformation, welche wir nur in der sandigen Facies kennen lernten, wurde nach der Form ihres Auftretens „Hvitådecksand", nach ihrer Entstehung „Schwemmsand" benannt, weil sie deckenförmig am Fuss der Geröllhügel, aus denen ihr Material zum überwiegenden Theil ausgeschwemmt ist, sich auszubreiten pflegt. Sie ist identisch mit dem „mosand" Schwedens und dem „Haidesand" des östlichen Norddeutschland.

Wie ich sie in Oldenburg in der Umgebung der Geröllhügel in den Aemtern Cloppenburg und Friesoythe antraf, so ist die Schwemmsandformation auch im Bereich der Geröllåsar des Hümmling, als deren Ausläufer jene Höhen zu betrachten sind, an der Oberflächengestaltung betheiligt, indem sie sich am Fuss und in den Thälern dieser Hügelgruppe ausbreitet.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Desgleichen ist in Holland überall in der Umgebung der Diluvialhöhen — mögen sie nun aus Moränenmaterial oder aus fluviatilen Schottern bestehen — ein „Sanddiluvium" entwickelt, dessen Material, wie namentlich aus einer von Schroeder van der Kolk angestellten Untersuchung erhellt, aus den Höhen ausgeschwemmt worden ist.[12])

Im Gegensatz zu dem Diluvium der an die Ostsee angrenzenden Gebiete, wo Thone als jüngstes Absatzproduct der Schmelzwasser des Inlandeises eine ausgedehnte Oberflächenverbreitung haben, hatte ich im Herzogthum Oldenburg die Anwesenheit oberen Hvitåthones nicht nachzuweisen vermocht; doch wurde die Möglichkeit seines Vorkommens zugegeben. Später bin ich ein einziges Mal dieser Facies begegnet.

Bei Hoykenkamp nämlich, unweit Delmenhorst sah ich oberen Hvitåthon die Ausfüllungsmasse eines Riesenkessels bilden, welcher $3^1/_2$ m Durchmesser besass und durch eine $^1/_3$ m starke Geröllsanddecke und eine 2 m mächtige Geschiebelehmbank in den unterlagernden Hvitåsand bis zu $^1/_2$ m unter die Unterkante der Grundmoräne hinabreichte. Der Thon zeichnete sich durch einen grossen Kalkgehalt aus und wies zudem die bei Hvitåthonen häufig wahrzunehmende parallelepipedische Zerklüftung auf. Abweichend aber von der bei Hvitåthonen herrschenden Regel verliefen die sehr deutlich erkennbaren Schichtflächen nicht horizontal, sondern im grossen ganzen parallel zu den Wandungen des Riesenkessels, so dass das Ganze wie aus einer grossen Anzahl von Schalen zusammengesetzt erschien. Erst weiter nach oben hin näherte sich die concentrisch-parallele Schichtung mehr und mehr einer plan-parallelen.

Abgesehen von diesem einen Vorkommen habe ich wie in Oldenburg, so auch in dem ganzen übrigen Diluvialgebiet im Westen der Weser für die Anwesenheit oberen Hvitåthones keine Anhaltspunkte gewinnen können, ein

[12]) **16.** p. 25.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Mangel, in welchem sich ein auffälliger Gegensatz zwischen unserem Diluvium und demjenigen der baltischen Länder kundgiebt. Erklärt habe ich bereits früher[13]) diese Abweichung dadurch, dass in dem letzteren Gebiet die Schmelzwasser des sich zurückziehenden Inlandeises feineres sowohl, wie gröberes Material auf dem Festlande abzulagern genöthigt waren, weil ihr Abfluss nach der Ostsee zeitweise dadurch verhindert war, dass in dieser das Eis sich länger hielt, als auf dem Lande, während sie hier im Bereich der Nordsee, wo der Rückzug des Eises gleichmässiger erfolgte, die feineren thonigen Bestandtheile ihrer Schlammmassen ins offene Meer hinausführen konnten und nur die gröberen sandigen ihrer schwereren Beweglichkeit zufolge auf dem Festlande hinterliessen. Dass an geschützter Lage, wie in einem Riesenkessel, thonige Hvitåsedimente auf dem Festlande auch hier entstehen konnten, liegt auf der Hand.

Dagegen gehören thonige Ablagerungen bei der unteren Hvitåformation hier ebensowenig zu den Seltenheiten, wie in anderen Diluvialgebieten der nordeuropäischen Tiefebene. Dieser Gegensatz zur oberen Hvitåformation könnte den Erklärungsversuch betreffs des Fehlens oberen Hvitåthones fraglich erscheinen lassen, weil kein Grund einzusehen ist, weshalb beim Herannahen des Inlandeises nicht ebenso, wie bei dem Rückzuge desselben den Schmelzwassern der Weg zum Meer sollte offen gestanden haben. Dies in Abrede stellen zu wollen, liegt mir auch durchaus fern; doch bei einem im Anwachsen begriffenen Inlandeis fliessen naturgemäss die Schmelzwasser weit spärlicher, als bei seinem Rückzuge, wo das rasche Abschmelzen ein gewaltiges Anschwellen und damit zugleich eine bedeutende Erhöhung des Transportvermögens der Gletscherströme im Gefolge haben muss. In der geringen Stromgeschwindigkeit der frühglacialen hvitåar gegenüber derjenigen der spätglacialen Schmelzwasser

[13]) 8. p. 40.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

des Eises ist es daher begründet, wenn im Gegensatz zu diesen, welche die leichteren Bestandtheile der in ihnen suspendirten Schlammmassen bis ins Meer hinauszuführen vermochten, jene genöthigt waren, das feinere Material ebenso, wie das gröbere auf dem Festlande abzulagern.

Allen Absatzproducten der Gletscherströme ist eine ausgezeichnete Schichtung gemein. Während aber bei den Thonen die Schichtflächen einen horizontalen Verlauf nehmen, pflegen sie bei den gröberen Hvitåsedimenten mehr oder weniger geneigt zu sein.

In einem Aufschluss, welchen ich neben dem Vareler Bahnhof antraf, war unter einer dünnen Decke von Geschiebelehm eine Folge verschiedenfarbiger glimmerhaltiger Thone und thoniger feinkörniger Sande blossgelegt, welche sämmtlich eine z. Th. überaus zarte Schichtung aufwiesen. Abgesehen von einer tiefer liegenden, etwa handbreiten Lage, in welcher die Schichten eine wellblechartige Fältelung aufwiesen, verliefen die Schichtflächen sämmtlich in vollkommen horizontaler Richtung.

Demgegenüber machte sich bei einem anderen, in der Nähe der Bahnstation Jaderberg beobachteten Profil, in welchem die untere Hvitåformation mir in der Gestalt von gröberem Sand und Kies entgegentrat, eine z. Th. sehr ausgeprägte Discordanz der Schichtung bemerkbar, und zwar zeigte es sich, dass im allgemeinen, je grösser das Korn, um so mehr die Schichtflächen geneigt waren. Soweit meine Erfahrungen reichen, ist den unteren Hvitåthonen, wo sie in ungestörter Lagerung sich befinden, durchgehends eine horizontale Schichtung eigen, und auch bei besonders feinen Sanden habe ich in der Lage der Schichtflächen nur selten bedeutende Abweichungen von der Horizontalen wahrgenommen, während in den gröberen Hvitåsanden und -kiesen sehr gewöhnlich die Bänke bald mehr, bald weniger stark discordant zu einander gelagert sind.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Sonach stehen offenbar im grossen ganzen bei einer Hvitåformation Grösse des Korns und des Einfallswinkels der Schichten in ursächlichem Zusammenhang. Wie die mehr oder minder bedeutende Korngrösse nämlich, so hängt auch der mehr oder minder starke Schichteneinfall von der grösseren oder geringeren Stromgeschwindigkeit der hvitåar ab, und da diese naturgemäss mit dem Wechsel der Jahreszeiten und mit der grösseren oder geringeren Zufuhr neuer Eismassen einer steten Aenderung unterworfen gewesen sein muss, so erklärt sich des ferneren, wenn in einer Hvitåformation das Material zu Bänken verschiedener Korngrösse gesichtet ist, die zu einander discordant gelagert sind.

An Stellen, wo die unteren Hvitåsedimente mit dem Moränenglacial in Berührung treten, ist die Schichtung vielfach gestört. Derartige Erscheinungen, welche man mit Recht der Einwirkung des vorrückenden Inlandeises beimisst, sind zu bekannt, als dass sie hier beschrieben zu werden brauchten.

Wie aber der Aufschluss am Vareler Bahnhof lehrte, können Schichtenstörungen auch in den tieferen Lagen einer Hvitåformation vorkommen, obschon die höher gelegenen Theile ihre ursprüngliche Lagerung bewahrt haben. Auch Erdmann hat in seinen „Sveriges qvartära bildningar“ das Profil einer Bank von glaciallera dargestellt,[14]) in welcher die mittleren Schichten stark verbogen sind, die oberen und unteren dagegen in horizontaler Lagerung sich befinden.

Schichtenstörungen, wie diese, sind wohl am besten so zu erklären, dass die von den Gletscherströmen mitgeführten Eisschollen den Untergrund streiften, wodurch in diesem Stauchungen hervorgerufen wurden.

Ein mehr oder weniger hoher Gehalt an kohlen-

[14]) **2.** Fig. 21. p. 134.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

saurem Kalk ist bei den unteren Hvitåthonen eine sehr gewöhnliche Erscheinung.*)

Weit verbreitet ferner ist in Oldenburg der „Schmink", ein im feuchten Zustande schwarzer, im trockenen Zustande grauer unterer Hvitåthon, der meist durch einen grossen Reichthum an kleinen Glimmerschüppchen ausgezeichnet ist. Identisch mit ihm ist der im nördlichen Holland ebenfalls häufig im Liegenden des Moränenglacials anzutreffende „potklei."

Durch die sandige Facies der unteren Hvitåformation sieht man häufig dünne rostfarbene Bänder eines thonhaltigen Sandes sich hinziehen. Zudem wechsellagert sie vielfach mit reinen Thonen.

Beide Erscheinungen habe ich nicht nur in Oldenburg wahrgenommen, sondern sie sind auch von anderer Seite in dem nördlichen Theile des niederländischen Diluviums wiederholt beobachtet und beschrieben worden. Im benachbarten Hannover habe ich im Hümmling, am Dortmund-Emskanal zwischen Hesselte und Lingen und in der Umgegend von Bentheim eine Reihe von Profilen kennen gelernt, wo unter der Grundmoräne die hier vorwiegend sandigen Absatzproducte der Gletscherbäche lagerten. Ein Auf-

*) In den „Mittheilungen aus dem agriculturchemischen Laboratorium in Göttingen" theilt der verstorbene Professor Wilh. Wicke[15]) das Ergebniss zweier Bodenanalysen mit, zu denen ihm die Erdproben von dem damaligen Director der Cloppenburger Ackerbauschule, Themann geliefert worden waren. Hiernach enthalten der „Mergel aus dem Stapelfeld-Nuttlen-Felde" und der „Mergel von Vahren" 10,54 bezw. 11,74 % $CaCO_3$. Nach meinen eigenen Beobachtungen ist bei den Ziegeleien zwischen Stapelfeld und Nutteln der Mergel im Gegensatz zu dem ihn überlagernden Geschiebelehm frei von Beimengungen grösserer Gesteinsbruchstücke, so dass er der unteren Hvitåformation beizuordnen ist. Im übrigen bin ich über die Mergellager südlich von Cloppenburg, welche hier nach Wicke mehrere Meilen weit in west-östlicher Richtung sich verfolgen lassen, nicht genügend unterrichtet, um sagen zu können, welcher Stufe des Glacials sie angehören.

[15]) **20.**

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

schluss bei Bentheim und mehrere im Hümmling zeigten die charakteristischen rostfarbenen Bänder inmitten eines nahezu horizontal geschichteten unteren Hvitåsandes, während am Dortmund-Emskanal sandhaltige Thone von blaugrauer Farbe mit reinem Sand wechsellagerten.

Das Hvitåglacial ist im allgemeinen durch seine grosse Armuth an Beimengungen gröberen Gesteinsmaterials gekennzeichnet; doch Ausnahmen von dieser Regel kommen vor. Ein sehr instructives Beispiel hierfür lieferte mir der Eisenbahneinschnitt auf dem Woppenkamp im Amte Varel.

Der Woppenkamp stellt einen flachen Sandhügel dar, welcher die Geschiebelehmdecke der dortigen Gegend durchragt. An seinem Lagerungsverhältniss zu der Grundmoräne, welche im Amte Varel die vorherrschende Oberflächenformation ausmacht, giebt sich der Sand als ein Absatzproduct der Schmelzwasser des herannahenden Eises zu erkennen. Als ein Hviåtglacial kennzeichnet ihn auch die geringe Discordanz der Schichtung, doch unterscheidet er sich von der Mehrzahl unserer Hvitåsedimente dadurch, dass Gesteinsbruchstücke ihm beigemengt sind, von denen einige annähernd Kopfgrösse erreichen. An einem dieser Blöcke, der etwa die Grösse einer Faust besass, nahm ich eine deutliche Schlifffläche wahr, doch liessen sich Schrammen auf dieser nicht erkennen. Im übrigen zeigte sich der Stein, wie die Mehrzahl der kleineren kantengerundet, wogegen andere Steine, und zwar namentlich die grösseren, nur wenig abgerollt waren. —

Während die kleineren Gesteinsfragmente sehr wohl von den Gletscherbächen selbst herbeigeschafft sein können, ist ein Wassertransport für die grösseren Blöcke nicht anzunehmen; denn wenn auch rasch fliessende Wassermassen die Kraft besitzen, Gesteinsblöcke beträchtlicher Grösse von der Stelle zu schaffen, so lässt doch in dem vorliegenden Falle die unbedeutende Neigung der Schichtflächen des Sandes darauf schliessen, dass den Schmelz-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

wassern des Eises eine zu geringe Stromgeschwindigkeit eigen war, um Blöcke von dem angegebenen Umfang mit sich fortführen zu können. Hinzu kommt, dass für diejenigen Blöcke, welche nur wenig kantengerundet sind, die Annahme eines Wassertransportes von vorneherein ausgeschlossen ist.

In Schweden werden in dem als „glaciallera" bekannten oberen Hvitåthon[16]) nicht selten vereinzelte grössere Blöcke angetroffen. Dass der Absatz dieser Steine gleichzeitig mit dem des Thones erfolgte, und dass nicht etwa jene später hingelangt und in das bereits fertig gebildete Thonlager eingesunken seien, folgert A. Erdmann aus der Erscheinung, dass sich die Thonschichten getreu allen Unebenheiten der Blöcke anschmiegen, indem sie, wie an einer Zeichnung erläutert wird, drunter und drüber ein fortlaufendes System von sattel- und muldenförmigen Biegungen bilden.[17]) Da einem langsam fliessenden Wasser, aus welchem ein thoniges Sediment sich absetzt, die Fähigkeit, aus eigener Kraft grössere Blöcke fortzuschaffen, nicht beigemessen werden darf, so kann das Transportmittel für letztere nur schwimmendes Eis gewesen sein. Wir dürfen uns zu dieser Schlussfolgerung um so mehr bekennen, als auf Island an einem der dortigen Gletscherströme die Beobachtung gemacht wurde, wie er aus einer Höhlung unter dem Gletscherrande hervorbrechend grosse und kleine Eisschollen mit sich führte.[18]) Hinzu kommt, dass nach Erdmann nicht nur vereinzelte Steine und Blöcke, sondern mitunter auch kleinere Partieen grundmoränenartiger Ablagerungen in der glaciallera angetroffen werden.[19]) Weil nämlich einerseits diese Einlagerungen ihres nesterweisen Auftretens wegen nicht wohl als ein unmittelbares Absatzproduct des Inlandeises angesehen werden können, und weil andererseits die Beschaffenheit des Materials, das nach Erdmann die Charaktere des krosstensgrus trägt, die Annahme verbietet, dass das Wasser als solches den Transport bewerkstelligt habe, so

[16]) **8.** p. 5. [17]) **2.** p. 135. [18]) **5.** p. 160. [19]) **2.** p. 135 u. 73—74.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

besteht für die Anwesenheit der fraglichen Ablagerungen keine weitere Erklärung, als dass sie mittelst Drift an ihre Lagerstätte gelangten.

Ich schlage daher vor, Gebilde der beschriebenen Art als „Driftablagerungen“ oder kürzer als „Drift“ zu bezeichnen; speciell möchte ich auf die Steine grösseren Umfangs, welche in einem Hvitåsediment angetroffen werden, entsprechend dem schwedischen „flyttblock“ die Benennung „Driftblock“ in Anwendung gebracht wissen, falls aus Gründen, wie den oben dargelegten, das Wasser ohne Zuhülfenahme von Eis sie nicht hat von der Stelle schaffen können.

Die auffällige Erscheinung, dass im Nordwesten des Herzogthums Oldenburg und im benachbarten Ostfriesland die zahlreichen kleinen Wasserläufe in nordost-südwestlicher oder umgekehrter Richtung fliessen, habe ich durch die Annahme zu erklären gesucht, dass der Geschiebelehm, welcher hier vielerorts an der Erdoberfläche wahrzunehmen ist, zu nordost-südwestlich streichenden åsähnlichen Terrainwellen geformt sei,[20]) und in der That habe ich mich späterhin an Einschnitten der Bahnlinie Bockhorn-Zetel von der Anwesenheit solcher Geschiebeåsar überzeugen können.

Wenn aber auch augenscheinlich der Geschiebeformation ein wesentlicher Antheil an der Oberflächengestaltung des nordwestlichen Oldenburg nicht abzusprechen ist, so würde es doch ein Fehlgriff sein, wollten wir in den Höhen dieser Gegend ausschliesslich Bildungen der Grundmoräne erblicken. So sahen wir das Innere des bei dem Vareler Bahnhof gelegenen Hügels, der an der Oberfläche aus Geschiebelehm besteht, aus den Sedimenten der Gletscherströme zusammengesetzt, und so lernten wir den Woppenkamp als eine flache sandige Anhöhe kennen, welche nur an den Flanken eine Geschiebelehmbedeckung trägt.

[20]) 9. p. 19 u. f.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

In einer Grundmoränenlandschaft ist demnach als höhengestaltender Factor ausser der Geschiebeformation das Frühhvitåglacial in Rechnung zu ziehen, insofern dieses in das Moränenglacial hineinragt oder auch durch dasselbe hindurchragt.

Solche hvitåglaciale Einragungen und Durchragungen scheinen im Bereich der Grundmoränenlandschaft des nordwestlichen Oldenburgs gar nichts seltenes zu sein, und da wir sehen werden, dass auch im nördlichen Theil der Niederlande die Grundmoräne in weiter Oberflächenverbreitung entwickelt ist, während dem Frühhvitåglacial der Hauptantheil an der Zusammensetzung des Untergrundes zufällt, so dürfen wir auch hier das Bestehen ähnlicher Verhältnisse erwarten.

Im mittleren Holland hält es schwer, auf Grund der vorliegenden Litteratur die unteren Hvitåsedimente von den oberen und von den fluviatilen Ablagerungen zu trennen, doch geht ihre Anwesenheit unzweifelhaft daraus hervor, dass Moränen hier vorkommen, welche ausschliesslich nordisches Material führen; denn in einem Gebiet, das so überaus reich ist an südlichen Gesteinen, lässt sich diese Erscheinung nicht anders erklären, als dass vor der Ankunft des Inlandeises die ihm vorauseilenden Gletscherströme mit ihren Sedimenten die frühfluviatilen Ablagerungen bedeckten, in Folge dessen das Eis mit letzteren nicht in Berührung kam.

Andeutungen des Vorkommens eines unteren Hvitåglacials erblicke ich auch darin, dass Bruchstücke skandinavischer Gesteine im Liegenden einer Grundmoräne von ausgesprochen nordischem Charakter angetroffen wurden oder auch in Fällen, wo das Moränenglacial fehlt, bis zu solcher Tiefe verfolgt werden konnten, dass die Annahme eines spätglacialen Transports dieser Findlinge sich von selbst verbietet. Zudem sind Bildungen beobachtet worden, welche mir mit dem „potklei“ des nördlichen Holland identisch zu sein scheinen.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Ob auch unter den Oberflächenformen zwischen Vecht und Rhein das Frühhvitåglacial vertreten ist, muss z. Z. unentschieden bleiben. Die Möglichkeit hierfür ist jedenfalls an solchen Stellen gegeben, wo das Spätfluviatil in den Hintergrund tritt.

In dem Fluviatil südlich des Rheins ist in der Nähe dieses Stromes mehrfach die Anwesenheit nordischer Gesteine festgestellt worden. Da das Inlandeis selbst den Rhein nicht überschritten zu haben scheint, so müssen wir annehmen, dass der Transport dieser erratischen Blöcke durch die Gletscherströme bewerkstelligt worden sei. In selbstständiger Ausbildungsweise ist das Hvitåglacial hier freilich nicht beobachtet worden, so dass nach den bisherigen Erfahrungen die Sedimente der Gletscherströme sich überall mit denen des Rheins und der Maas vermengt zu haben scheinen.

Das Moränenglacial.

Wie bei dem unteren Hvitåglacial, so habe ich auch bei den beiden Gliedern des Moränenglacial zwischen einer sandigen und lehmigen Facies unterschieden.

Die Innenmoräne lernten wir kennen als eine vorwiegend sandige Geröllformation. Gerölllehm war mir derzeit, als ich meine erste Abhandlung über das oldenburgische Diluvium erscheinen liess, nur von einer einzigen Stelle bekannt geworden, nämlich bei Damme, wo er als eine ca. 4 m mächtige Bund einem Geröllsand eingeschaltet war.[21])

Wie ich späterhin wahrgenommen habe, sind lehmige Bestandtheile der Innenmoräne dort, wo sie in Form einer nur dünnen Decke auftritt, gar nicht selten beigemengt, so dass man auf manche dieser Ablagerungen die Bezeichnung „lehmiger Gerölldecksand“ in Anwendung bringen kann.

[21]) 8. p. 27.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Hierzu jedoch muss bemerkt werden, dass in solchen lehmhaltigen Innenmoränen die Steine weniger abgerundet zu sein pflegen, als in den eigentlichen Geröllsanden. Eine Erklärung für diesen Gegensatz ist leicht gefunden. Es ist nämlich das Material der Innenmoräne ursprünglich von kantiger Beschaffenheit,[22]) und erst gelegentlich der Abschmelzung des Eises hat es eine mehr oder weniger deutlich ausgesprochene Geröllform erhalten, je nachdem es in grösserem oder geringerem Masse von den Schmelzwassern bearbeitet wurde. Daher kann es nicht überraschen, wenn in einer lehmführenden Innenmoräne die Steine ihre ursprünglich scharfen Kanten bewahrt haben, weil aus der Beimengung lehmiger Bestandtheile zu ersehen ist, dass in solchem Falle die Moräne jenem Einfluss nur wenig oder gar nicht ausgesetzt war. Doch steht die Menge der nicht ausgewaschenen inglacialen Bildungen hinter den vom Wasser aufbereiteten Moränen so sehr zurück, dass ich kein Bedenken trage, das Inglacial nach der vorherrschenden Form der in ihr enthaltenen Steine als Geröllglacial zu bezeichnen.

Dass die in Deckenform auftretenden Geröllsande in genetischer Hinsicht den zu Hügeln und åsartigen Höhenrücken aufgehäuften geröllführenden Sandmassen gleichwerthig sind, d. h. dass sie wie diese die Innenmoräne des Inlandeises repräsentiren, hatte ich s. Z. aus der Wahrnehmung abgeleitet, dass Zwischenformen bestehen, welche den Uebergang von der einen zu der anderen Bildung vermitteln.

Ist nämlich bei denjenigen Geröllsanden, welche eine nur dünne Decke bilden, das Material ungeschichtet und unsortirt, und ist dementgegen den höhenartig auftretenden Geröllsanden eine Sonderung nach der Korngrösse, sowie eine ausgezeichnete, meist discordante Schichtung eigen, so begegneten wir andererseits auch solchen Bildungen, welche sowohl ihrer Mächtigkeit nach, wie namentlich

[22]) **4.** p. 53.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

hinsichtlich ihres inneren Baues unverkennbar eine Zwischenstellung zwischen einem Geröllde cksand und einem Geröllhügel einnehmen.[23])

Ein Profil, das den Uebergang von der hügelförmigen zu der deckenförmigen Facies des Geröllsandes direct vor Augen führt, ist mir bislang nicht zu Gesicht gekommen; doch da an den Seitenabfällen der Dammer Berge der Geschiebelehm statt der åsartigen Sandanhäufungen eine mehr oder weniger dünne Decke von Geröllsand zu tragen pflegt, welcher weder geschichtet noch sortirt ist, so lässt sich erwarten, dass im Bereich dieser Hügelgruppe ein solcher Uebergang zwischen den beiden Grenzfacies der Innenmoräne besteht. Ihn an einem geeigneten Aufschluss zu beobachten, bietet sich vielleicht später Gelegenheit, wenn der geplante Bau der Dammer Bahn in Angriff genommen wird.

Liegt in der Dammer Berggruppe im Süden des Herzogthums Oldenburg ein Geröllås vor, der den gleichwerthigen Bildungen Schwedens in seiner Mächtigkeit nicht nachsteht, so habe ich dementgegen im nördlichen Oldenburg das Inglacial bislang nur in der deckenförmigen Facies beobachtet.

Eine Zwischenstellung zu diesen beiden extremen Bildungen nehmen die Geröllhügel ein, welche sich in den Aemtern Cloppenburg und Friesoythe aus der sandigen Ebene erheben.

Anscheinend ohne Zusammenhang unter einander, lassen sich diese Höhen gleichwohl zu Reihen gruppiren, welche einen annähernd nordost-südwestlichen Verlauf nehmen, um sich an die in derselben Richtung streichenden Höhenzüge des Hümmling anzuschliessen. Da sonach jene isolirten Geröllhügel als die Ausläufer des Hümmling zu betrachten sein würden, so zog ich die Schlussfolgerung, dass dieser selbst eine Gruppe parallel zu einander verlaufender Geröllåsar darstelle, eine Ver-

[23]) **8.** p. 20.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

muthung, die ich später, als ich dieses Hügelland besuchte, aufs beste bestätigt fand: es zeigte sich, dass der Hümmling in seiner südlichen Hälfte aus vier Hauptåsar besteht, an die sich im Norden mehrere Nebenåsar anschliessen.[24])

Hinsichtlich seiner Mächtigkeit jedoch bleibt dieses Inglacial hinter demjenigen der Dammer Berge erheblich zurück; denn während an letzterer Localität die bedeutendste Anhöhe sich bis zu 90 m über die im Südosten vorgelagerte Ebene erhebt, beträgt dort die grösste relative Höhe nur 30 m.

Weiter im Westen, auf holländischem Gebiet, sind Bildungen, wie diese, nicht beobachtet worden. Ueberhaupt ist in der niederländischen Diluviallitteratur das Wort „Innenmoräne" ein unbekannter Begriff. Trotzdem lässt sich nicht annehmen, dass auf holländischem Boden dieses Glied des Moränenglacials gänzlich fehle. Wenn man es übersehen hat, so mag dies dadurch verschuldet sein, dass das Inglacial hier, wie es nahe den Grenzen eines Inlandeises die Regel zu sein pflegt, nur noch in der deckenförmigen Facies vertreten ist, welche sich zufolge des Mangels einer Schichtung, wie auch in Folge der nicht seltenen Beimengung thoniger Bestandtheile von dem Subglacial nicht scharf sondert. Wie ich vermuthe und später begründen werde, ist das Inglacial in den Niederlanden unter denjenigen Bildungen vertreten, welche theils als „keizand", theils als „rolsteenzand" beschrieben und als die verwitterte, bezw. als die von den Schmelzwassern des Eises aufbereitete Grundmoräne aufgefasst werden.

In der Abhandlung „Das Haupteis ein baltischer Strom" habe ich für Höhenzüge, welche in ihrem inneren Bau den Geröllåsar gleichen, jedoch nach Lage ihrer Längsaxe den Endmoränen zugeordnet werden müssen, die Bezeichnung „Geröllendmoränen" in Vorschlag

[24]) **9.** p. 24 u. f.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

gebracht, und als Beispiele für diesen Typus nannte ich die Hügelrücken von Taucha und Dahlen im Königreich Sachsen, den Salpausselkä Finlands und die „raer“ des südlichen Norwegen.[25])

Im Gebiet westwärts der Weser sind mir derartige Bildungen nicht zu Gesicht gekommen, noch habe ich aus der Litteratur Anhaltspunkte für ihre Anwesenheit gewinnen können, doch muss mit der Möglichkeit ihres Vorkommens gerechnet werden. Im Herzogthum Oldenburg freilich scheinen sie zu fehlen, und auch in Holland dürfen wir sie südlich der Vecht, wie auch im westlichen Theil des Landes nördlich dieses Flusses nicht erwarten, weil die Geröllformation hier voraussichtlich zu unbedeutend entwickelt ist, um wohlausgeprägte Höhenzüge bilden zu können. Nicht ausgeschlossen indessen ist es, dass auf hannoverschem Gebiet in dem zwischen Oldenburg und Holland gelegenen Theil, welcher geologisch noch wenig erforscht ist, Geröllendmoränen ebenso vorhanden sind, wie sich die Existenz von Geröllåsar hier nachweisen liess.

Von dem Inglacial, welches sich dort wenigstens, wo es zu bedeutenderer Entwicklung gelangt ist, durch die gerollte Form seines Steinmaterials kennzeichnet, ist das Subglacial zunächst darin unterschieden, dass die in ihm enthaltenen Blöcke zwar kantengerundet, jedoch nicht gerollt sind. Zudem sind die Steine oft mit regellos verlaufenden Kritzen und Schrammen versehen, oder man bemerkt an ihnen geschrammte Schliffflächen, auf denen die Schrammen meist parallel zur längeren Diagonale des Blockes gerichtet sind.

Während ferner das Inglacial im allgemeinen an thonigen Beimengungen arm ist, pflegen diese bei dem Subglacial in den Vordergrund zu treten, und endlich ist der Mangel einer Schichtung, die bei mächtigeren Geröll-

[25]) **9.** p. 32.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

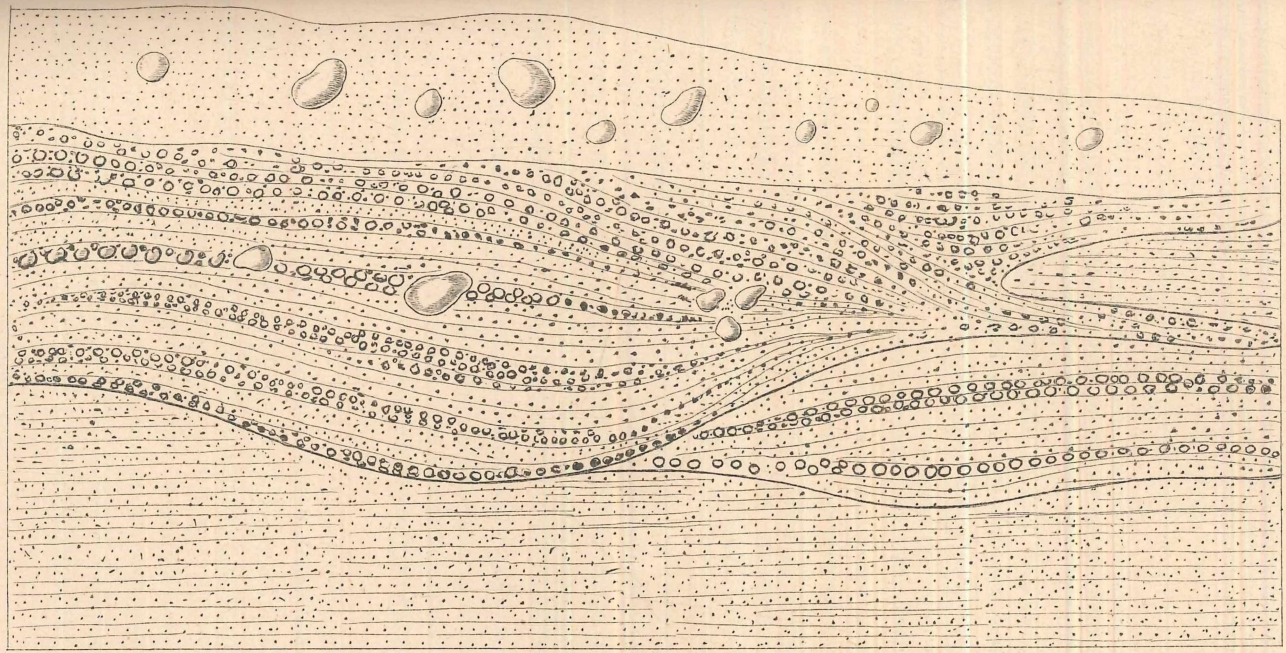
bildungen überaus klar und deutlich zum Ausdruck gelangt, für die Grundmoräne im grossen ganzen bezeichnend.

Doch kommen auch bei dem Geschiebeglacial Fälle vor, in denen über das thonige Element das sandig-kiesige überwiegt; und obschon in der Regel die Bestandtheile einer Grundmoräne, grosse Blöcke, kleine Steinchen, Kies, Sand und feinster Schlamm bunt durcheinander gewürfelt sind, so giebt es auch hiervon Ausnahmen, und zwar namentlich bei der sandig-kiesigen Facies der Grundmoräne.

Auf der Donnerschwee bei Oldenburg fand ich an mehreren Stellen unter einer dünnen Decke von Geröllsand als Hangendes von unterem Hvitåsand einen schön geschichteten steinführenden Kies von ca. 1—1½ m Mächtigkeit aufgeschlossen, der wegen des häufigen Vorkommens geschrammter Geschiebe unzweifelhaft dem Subglacial beizuordnen ist. In dem auf umstehender Seite dargestellten Profil ist die Schichtung eine ziemlich unregelmässige, indem kleinere und grössere Partieen verschiedener Korngrösse, die aber jede in sich aufs beste geschichtet sind, mit einander abwechseln. In einem anderen Falle, wo der Geschiebekies thonige Beimengungen enthielt, war die Schichtung zwar weniger deutlich, aber insofern regelmässiger, als sich die einzelnen Schichtflächen durch das ganze, über 30 m lange Profil verfolgen liessen, wobei sie nahezu horizontal verliefen und nur hie und da schwach wellig gebogen waren. In einem dritten der Donnerschweer Aufschlüsse traten solche Stauchungserscheinungen in besonders starkem Masse hervor, so dass die Schichten z. Th. völlig überkippt waren.

Dass auch die lehmige Facies der Grundmoräne unter Umständen geschichtet sein kann, beobachtete ich an einem der Hügel, welche in dem von dem Dortmund-Emskanal und der Ems gebildeten Winkel bei Hanckenfähre gelegen sind.

Der Hügel war, wie ich an einem frischen Einschnitt wahrnahm, abgesehen von einer dünnen Deckschicht eines



Geschichtete Grundmoräne
mit auflagernder Innenmoräne und unterlagerndem Hvitåsand.
Donnerschwee bei Oldenburg.

Massstab 1:30.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

steinführenden Sandes ganz aus einem Lehm aufgebaut, der sich durch die Führung geschrammter und mit Schliffflächen versehener Gesteinsblöcke als ein Geschiebelehm zu erkennen gab. Schon von weitem bemerkte ich in der oberen Hälfte eine deutliche Absonderung in Bänke, deren Begrenzungsflächen annähernd parallel zu den äusseren Conturen des Hügels verliefen, so dass dieser einen schalenförmigen Aufbau zur Schau trug. Bei näherem Zusehen gewahrte ich innerhalb dieser etwa 15 cm mächtigen Bänke noch eine zarte Schichtung. Jedoch verliefen die Schichten, deren Dicke nur 2 bis 5 mm betrug, nicht parallel zu den Absonderungsflächen der Bänke, sondern mehr horizontal. Zudem setzten sich diese Schichten auch dort eine Strecke noch fort, wo die Absonderung in Bänke bereits aufhörte. In den tieferen Theilen des Aufschlusses dagegen war Schichtung ebenfalls nicht mehr wahrzunehmen. —

Es ist eine vielumstrittene Frage, ob die Masse der Grundmoräne zwischen dem Eis und der Erdoberfläche fortbewegt worden sei, oder ob ihr Transport im Eise erfolgte. Meines Erachtens spricht das Vorkommen geschichteter Grundmoränen sehr zu Gunsten der letzteren Ansicht; denn falls das Material der subglacialen Ablagerungen unter dem Eise fortgewälzt wäre, so liesse sich nicht einsehen, in welcher Weise eine Schichtung, wie die in der obigen Abbildung dargestellte, hätte zustandekommen sollen. Wohl mag es möglich sein, dass durch die auflastenden Eismassen in der Grundmoräne eine Art Schichtenbildung bewerkstelligt wurde, bei welcher die Schichtflächen senkrecht zur Druckrichtung sich orientiren, und auf diese Art denke ich mir auch die Absonderung in Bänke entstanden, welche ich in dem Geschiebelehmhügel an der Ems wahrnahm. Dagegen trägt die Schichtung des Donnerschweer Geschiebekieses durchaus den Stempel des Ursprünglichen an sich und lässt sich daher nicht anders erklären, als dass der Absatz dieses Subglacials schichtenweise erfolgte.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Demgemäss folgere ich: die Grundmoräne entstand dadurch, dass in den peripheren Theilen des Eises, wo dieses an seiner Unterseite abzuschmelzen begann, die Innenmoräne nach und nach aus ihm sich loslöste und unter dem Eise nach Art eines Sedimentes sich anhäufte.

Die Umwandlung der Innenmoräne in eine Grundmoräne ging so lange vor sich, wie die Zufuhr neuer Eismassen den Schmelzverlust ausglich. Sobald aber dieser den Nachschub zu überwiegen begann, das Eis also sich zurückzog, gelangte der Rest der in ihm enthaltenen Schuttmassen unter dem Einfluss der nunmehr zu gewaltigen Strömen anwachsenden Schmelzwasser zur Ablagerung, so dass das ursprünglich scharfkantige Material abgerollt wurde und in Folge der wechselnden Stromgeschwindigkeit der Gletscherflüsse in geschichteten Bänken von verschiedener Neigung und Korngrösse auf der Grundmoräne sich absetzte.

Dass die Sande und Thone, welche im Herzogthum Oldenburg das Liegende des Subglacials bilden, fast durchweg der unteren Hvitåformation angehören, steht ausser Frage. Eine Ausnahme von dieser Regel, worauf ich bereits im ersten Theil meiner Diluvialstudien anspielte,[26]) bildet ein Aufschluss, den ich bei Nutzhorn in der Nähe der Eisenbahnstation Gruppenbühren antraf.

Beim Abgraben eines Sandhügels stiess man hier in 5 m Tiefe auf eine dicht gepackte Steinbank, welche sich kuppelförmig über einen stark discordant geschichteten Sandkern hinwölbte. Die Steine waren gerollt, viele hatten Kopfgrösse und darüber, einige massen sogar mehrere Kubikfuss. Die Mächtigkeit der Schicht schwankte zwischen $^1/_3$ und $^1/_2$ m. Zwei grössere Steine, ein Quarzit und ein Felsitporphyr, die beide einen Längendurchmesser von reichlich einem Fuss aufwiesen, hatten das

[26]) **8.** p. 38.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

glattpolirte Aussehen und die Form der sog. Kantengeschiebe; der Felsitporphyr war ausserdem mit der für diese Findlingsform so sehr charakteristischen narbigen Oberflächenbeschaffenheit versehen.

Das Hangende der Geröllschicht bestand aus discordant geschichtetem Sand von wechselnder Korngrösse. Diesem war an der Ostseite des Hügels in 1 m Tiefe ein steinführender ungeschichteter Lehm eingeschaltet, der sich von seinem Liegenden in einer wellenförmig verlaufenden Linie scharf abgrenzte, eine Maximalmächtigkeit von $1^1/_2$ m besass und nach Westen hin allmählich auskeilte. Die in dieser Lehmschicht enthaltenen Steine waren von vorwiegend kantiger Form; einige wiesen zudem Schrammung auf. —

Zur Deutung dieses Profils bieten uns die in der Geröllschicht gefundenen „Kantengeschiebe“ eine willkommene Handhabe.

Nachdem man lange Zeit darüber im Unklaren gewesen, welch äusseren Einflüssen diese Gebilde ihre Existenz zu danken haben, darf gegenwärtig wohl nicht mehr daran gezweifelt werden, dass die eigenartige Oberflächenbeschaffenheit und theils*) auch die Form dieser

*) Dass Flugsand im Stande ist, selbst das härteste Gestein abzuschleifen, wird heutzutage von keiner Seite mehr in Abrede gestellt, nur wird von einigen Forschern, u. a. von Steenstrup[27]) bestritten, dass durch diese Kraft an den Steinen Kanten erzeugt werden könnten; der genannte Forscher ist vielmehr der Ansicht, dass die Form der sog. Dreikanter auf ein Zerspringen der Steine beruhe. In der am 10. Mai 1894 abgehaltenen Sitzung der „Geologiska Föreningen“ wurden von De Geer „zusammengehörige Theile von zersprungenen und windgeschliffenen Steinen“ vorgezeigt, doch erinnert er daran, dass er auch solche windgeschliffene Steine beschrieben habe, deren Kanten nachweisbar durch Winderosion herausgebildet seien. Ob übrigens das formgestaltende Agens bei den „Kantengeschieben“ in der Einwirkung des Flugsandes oder in einer anderen Kraft gesucht werden muss, dies ist eine Frage, deren Entscheidung hier nicht von Belang ist. Meinem Zweck genügt es, an einigen jener Steine in der Geröllschicht die Spuren der Einwirkung von Flugsand erkannt zu haben.

[27]) 19.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Steine der schleifenden Wirkung des Flugsandes beizumessen ist. In der schwedischen Litteratur werden sie daher sehr bezeichnend als „vindnötta“ oder „sandslipade stenar“ angeführt.

Damit es nun zur Bildung von „wind-“ oder „sandgeschliffenen Steinen“ in der Geröllschicht kommen konnte, muss diese auf längere Zeit offen zu Tage gelegen haben.

Denken wir uns ihr Hangendes fort, so bietet uns die Geröllschicht mit ihrem Liegenden ein Bild dar, welches genau dem Profil des Handorfer Geröllsandes entspricht.[28]) Für beide Bildungen ist daher die gleiche Entstehung sehr wahrscheinlich, und da wir die Geröllsande der Dammer Berge als Innenmoräne erkannten, so würde demnach die Nutzhorner Geröllschicht mitsammt dem von ihr umschlossenen Sandkern ebenfalls dieser Moränenart beizurechnen sein. Ich stehe um so weniger an, mich zu dieser Auffassung zu bekennen, als wegen der abgerundeten Form der Steine eine Deutung der fraglichen Schicht als Grundmoräne mir nicht zulässig erscheint, und andererseits die dichte Packung der Steine und die Häufigkeit grösserer Blöcke uns erkennen lässt, dass eine Hvitåbildung ebenfalls hier nicht vorliegen kann. —

In der Lehmbank, welche wir am Ostabhang des Hügels antrafen, erkennen wir an dem Mangel einer Schichtung, an der Beschaffenheit der in ihr enthaltenen Steine und endlich an der Art und Weise, wie sie sich gegen ihr Liegendes abgrenzt, unschwer eine Grundmoräne. Die in ihrem Liegenden befindlichen Sande, welche das Hangende der soeben besprochenen Innenmoräne bilden, sind demnach abgelagert in einer Zeit, welche zwischen die Entstehung dieser beiden Moränen fällt.

Es würde indessen verfehlt sein, dies Zwischenglied für ein Interglacial anzusprechen; denn falls hier eine Bildung vorläge, deren Entstehung in der Zwischenzeit zweier Eisperioden vor sich gegangen wäre, so müsste ein

[28]) **8.** Fig. p. 19.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

interglaciales Glied in weiterer Verbreitung in unserem Diluvium nachzuweisen sein.

Da wir nun diese Vorbedingung nicht erfüllt sehen, so darf die Entstehung des fraglichen Gliedes nur auf eine geringfügige Oscillation des Eisrandes zurückgeführt werden, zumal die stark ausgesprochene Discordanz der Schichtung Zeugniss dafür ablegt, dass die Wasser, welche die Sandmassen ablagerten, eine bedeutende Stromgeschwindigkeit besassen, also aller Wahrscheinlichkeit nach hier nicht fern vom Eisrand flossen. —

Sonach würde die Entstehungsgeschichte des Nutzhorner Diluvialhügels in vier Abschnitte zerfallen:

Der erste derselben umfasst die Ablagerung der Innenmoräne als Folge eines Rückzuges des Inlandeises. In der nächstfolgenden Periode, während welcher der Eissaum nicht allzu fern gelegen haben kann, entstand ein interstadialer Hvitåsand. In den dritten Abschnitt, die Periode eines erneuten Vorstosses des Inlandeises, ist die Ablagerung der Grundmoräne zu verlegen, welche beim endgültigen Rückzuge des Eises, in der vierten Periode, noch von einer dünnen Geröllsanddecke überschüttet wurde.

Auf der Donnerschwee bei Oldenburg befindet sich seit längerem an der Westseite der Ohmsteder Chaussee, dort, wo der Weg nach Waterende abzweigt, eine tiefe Sandgrube, in welcher ich bei früherer Gelegenheit Geröllsdecksand, Geschiebekies und unteren Hvitåsand aufgeschlossen fand. Als ich die inzwischen weiter abgebaute Grube neuerdings wieder aufsuchte, traf ich hier auf einer Strecke von ungefähr 20 m Länge als Hangendes des Geschiebekieses Hvitåsand an, der seinerseits von Geschiebelehm überlagert war. Von den beiden Grundmoränen war die untere 1 m, die obere nur $^1/_2$ m mächtig, während das Zwischenglied im Maximum $1^3/_4$ m mass und nach W. und O. hin allmählich auskeilte. Ebenso ging der Geschiebelehm nach beiden Seiten hin unmerklich in

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

eine stetig dünner werdende Steinschicht über, die sich an den Endpunkten der unterlagernden linsenartigen Sandpartie mit dem Geschiebekies vereinigte. —

Nicht fern von dem soeben besprochenen Aufschluss, hinter der Füsilierkaserne findet sich die Grundmoräne wiederum in Form eines Geschiebekieses entwickelt, während einige Hundert Schritte weiter in der Nähe der Nadorster-Chaussee sie uns als Geschiebelehm entgegentritt. Dass nicht, wie ich anfangs zu glauben geneigt war, ein allmählicher Uebergang zwischen diesen beiden Facies besteht, vielmehr jede für sich ein von dem anderen unabhängiges Geschiebeglacial ausmacht, davon konnte ich mich überzeugen, als vor nunmehr zwei Jahren hinter dem Kugelfang das Kieslager abgebaut wurde. Bei dieser Gelegenheit nämlich wurde ein Profil blossgelegt, in welchem man beide Moränen auskeilen sah, so zwar, dass die lehmige Facies sich über die kiesige etwa 6 m weit hinwegschob. —

Ob nun die Erscheinung, dass auf der Donnerschwee an zwei Localitäten das Subglacial in je zwei übereinander liegenden Bänken zur Ausbildung gelangt ist, mit einem zeitweisen Rückgang des Inlandeises in Zusammenhang zu bringen ist, halte ich wegen ihrer engen Begrenzung für zweifelhaft; denn obschon zwei übereinander liegende Moränen nicht gleichaltrig sein können, so setzt doch ein solches Lagerungsverhältniss nicht unbedingt eine Oscillation des Eissaums voraus, sondern dasselbe kann sehr wohl auch dadurch zu Stande gekommen sein, dass während der Eisbedeckung, ohne dass diese selbst eine Unterbrechung erlitt, die Moränenbildung zeitweilig aussetzte. Die Anwesenheit eines hvitåglacialen Zwischengliedes, welche ich in dem einen der beiden Fälle festzustellen vermochte, würde alsdann der sedimentbildenden Thätigkeit subglacialer Schmelzwasser beizumessen sein.

Die niederländischen Forscher sind sich alle darin eins, dass Holland nur einer einmaligen Vereisung preis-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

gegeben war. Doch dies schliesst nicht aus, dass dort ebenso, wie in Oldenburg, wo nach meinen früheren Ausführungen gleichfalls nur eine einzige Eiszeit bestanden hat, an der ein oder anderen Localität mehrere Moränen übereinander vorkommen.

Ich erwähnte bereits, es sei die Anwesenheit eines Moränenglacials im Hangenden der fluviatilen Schotter des mittleren Hollands voraussichtlich auf Oscillationen des im Abschmelzen begriffenen Inlandeises zurückzuführen. Die mehrfach wahrzunehmende Erscheinung nämlich, dass die fluviatilen Schotter zwischen Vecht und Rhein zu endmoränenartigen Bildungen aufgehäuft sind, spricht dafür, dass das Inlandeis auf seinem Rückzuge wiederholt zum Stillstand gelangte. Indem zur Zeit einer solchen Stillstandsperiode in den peripheren Theilen des Inlandeises die Bildung einer Grundmoräne vor sich ging, wurden vor seinem Rande die Schottermassen, welche die von Süd herabkommenden Flüsse mit sich führten, zu Pseudoendmoränen aufgeschüttet. In Folge eines erneuten, wenn auch nur unbedeutenden Vorstosses des Inlandeises konnten diese Ablagerungen eine Moränenbedeckung erhalten, und so kann ein wiederholtes Hin- und Herschwanken des Eisrandes den Erfolg gehabt haben, dass die spätfluviatilen Sedimente mehrfach mit dem Moränenglacial wechsellagern.

Trifft es zu, dass die fluviatilen Schotter in den Höhen des mittleren Holland dort, wo sie von einer Grundmoräne bedeckt sind, als interstadiale Ablagerungen der spätdiluvialen Zeit gedeutet werden müssen, so werden wir auch in ihrem Liegenden hie und da ein Moränenglacial erwarten dürfen. Doch im Gegensatz zu jenen in ihrem Hangenden befindlichen Grundmoränen, in welchen naturgemäss südliche Gesteine den nordischen in oft überwiegender Zahl beigemengt sind, wird bei einer Moräne, welche das Liegende des Spätfluviatils bildet, in der Regel das skandinavische Element in den Vordergrund treten, ja unter Umständen den alleinherrschenden

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Bestandtheil ausmachen, falls das Inlandeis nur mit den Sedimenten seiner eigenen Schmelzwasser, nicht aber mit dem Frühfluviatil in Berührung gekommen war.

Eine Grundmoräne von rein nordischem Gepräge ist von Helland bei Maarn in 11 m Tiefe beobachtet worden.[29]) Die Entstehung des ihr auflagernden Sandes entfällt daher in den Endabschnitt der Eiszeit, auch wenn es sich zeigen sollte, dass die Amersfoortsche Pseudoendmoräne,[30]) in deren Bereich jenes Vorkommen gelegen ist, stellenweise eine Bedeckung von Moränenglacial trägt.

Schroeder van der Kolk erwähnt von Hilversum, einer Ortschaft, über die sich ebenfalls der genannte Höhenzug hinerstreckt, das Vorhandensein von zwei übereinander liegenden Geschiebelehmbänken, welche durch die Führung zahlreicher nordischer Gesteine ausgezeichnet sind.[31]) Da nähere Angaben über die Beschaffenheit des Profils nicht gemacht sind, so lässt sich nicht sagen, ob dies Lagerungsverhältniss als der Ausdruck einer Oscillation des Inlandeises aufzufassen ist, oder ob die Unterbrechung in der Bildung der Grundmoräne hier ähnlich, wie auf der Donnerschwee in Oldenburg stattgefunden haben kann, ohne dass der Eisrand seine Lage veränderte.

An der Bildung der Oberflächenformen unseres Diluviums ist das Subglacial in ganz analoger Weise betheiligt, wie das Inglacial, indem es wie dieses bald in Deckenform, bald in vereinzelten Hügeln, bald auch in Gestalt eines Ås oder einer Endmoräne uns entgegentritt.

Wie bei der Geröllformation zu unterscheiden ist

1) Geröldecke,
2) Geröllhügel,
3) Geröllås,
4) Geröllendmoräne,

[29]) **3.** p. 66. [30]) **9.** p. 58. [31]) **15.** p. 37 (7).

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

so lassen sich die Oberflächenformen der Geschiebeformation bezeichnen als

1) Geschiebedecke,
2) Geschiebehügel,
3) Geschiebeås,
4) Geschiebeendmoräne.

Von diesen vier Oberflächenformen schmiegt sich die deckenförmige den Unebenheiten des frühdiluvialen Untergrundes an, in der Weise, dass sie diesen entweder ganz überkleidet oder nur in seinen höher gelegenen Theilen freilässt. So entstehen Einragungen und Durchragungen, deren Kern in der Regel aus Frühhvitåglacial, seltener aus Frühfluviatil besteht.

Den von mir als „Geschiebehügel" bezeichneten Bildungen ist eine bestimmte Längenausdehnung nicht eigen, im Gegensatz zu den „Geschiebeåsar" und „Geschiebeendmoränen", von denen diese parallel, jene senkrecht zum Eisrand in die Länge gestreckt sind. —

In weiter Oberflächenverbreitung ist das Subglacial im nordwestlichen Theil von Oldenburg entwickelt. Hier konnte auch, wie schon erwähnt, die Anwesenheit von Geschiebeåsar nachgewiesen werden. Eine hvitåglaciale Einragung lernten wir in der Anhöhe neben dem Vareler Bahnhofe kennen, während als Beispiel einer hvitåglacialen Durchragung der Woppenkamp anzuführen ist.

In derselben Weise, wie im nordwestlichen Oldenburg ist das Subglacial im nördlichen Holland an der Reliefgestaltung betheiligt. Zu den Oberflächenformen, welchen wir dort begegneten, gesellt sich hier der Hondsrug als Repräsentant einer Geschiebeendmoräne.

Auch im mittleren Holland ist die Grundmoräne nicht selten in weiter Ausdehnung an der Erdoberfläche anzutreffen, und zwar meist in Deckenform; höhenbildend ist sie bei Markelo bekannt geworden.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Horizontalgliederung.

Ich kann meine Untersuchungen über die Gliederung des nordwestdeutschen und niederländischen Diluviums nicht abbrechen, ohne zu einer Frage Stellung genommen zu haben, welche von Seiten der holländischen Geologen wiederholt lebhaft erörtert worden ist — ich meine die Streitfrage, ob eine Horizontalgliederung des niederländischen und nordwestdeutschen Diluviums im Sinne Staring's durchführbar ist.

Bekanntlich hat dieser Forscher[32]) das Diluvium der Niederlande in horizontaler Richtung in drei Theile gesondert, indem er auf Grund der petrographischen Beschaffenheit nördlich der Vecht ein „skandinavisches Diluvium", südlich des Rheins ein „Rhein- und Maasdiluvium", und endlich zwischen Vecht und Rhein ein „gemengtes Diluvium" unterschied.

Gegen diese Horizontalgliederung sind indessen von K. Martin schwerwiegende Bedenken erhoben worden, die er in folgende Sätze zusammenfasst:[33])

„1) Innerhalb des Gebiets des gemengten Diluviums der Karte Staring's kommt sowohl Rheindiluvium, als auch eine alte Grundmoräne vor, die gleichzeitig mit dem skandinavischen Diluvium entstanden ist, beide bedeutend entwickelt."

„2) Ausserhalb des Gebiets des gemengten Diluviums der Karte Staring's sind ebenfalls Ablagerungen gemengter Art gefunden, und zwar sowohl nördlich, als auch südlich von den Grenzen, welche Staring für das gemengte Diluvium angegeben hat."

„3) Daraus erhellt, dass die Grenzen des gemengten Diluviums, wie die geologische Karte von Niederland sie darstellt, augenblicklich unbrauchbar geworden sind ..."*)

*) Der vollständige Satz lautet: „Daraus erhellt, dass die Grenzen des gemengten Diluviums, wie die geologische Karte von Niederland sie darstellt, augenblicklich unbrauchbar geworden sind, und ferner, dass der Ausdruck „gemengtes Diluvium" bei der vertikalen Eintei-

[32]) **18.** [33]) **13.** p. 31—32. — **29.** p. 5—6.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Im schroffen Gegensatz zu K. Martin steht J. Lorié.[34]) Zwar muss er zugeben, dass ein durchaus reines skandinavisches und ein durchaus reines Rhein- und Maasdiluvium nicht überall vorhanden sei, wo Staring es auf seiner Karte angegeben habe. Fasse man indessen die bekannten Thatsachen cum grano salis auf, so leuchte ein, dass

1) auf dem Gebiet von Staring's skandinavischem Diluvium südliche Gesteine vorkämen, doch nur sporadisch; dass

2) auf dem Gebiet von Staring's gemengtem Diluvium nordische Gesteine vorkämen, u. a. in einer Grundmoräne; und dass

3) auf dem Gebiet von Staring's Rhein- und Maasdiluvium hie und da nordische Gesteine vorkämen (nicht gerade sporadisch), jedoch in geschichteten Ablagerungen, nicht in einer Grundmoräne.

Lorié behält daher Staring's horizontale Eintheilung des niederländischen Diluviums „zum mindesten vorläufig" bei, nur motivirt er sie etwas anders. Wie er auf dem Natuur- en Geneeskundig Congres von 1887 dargelegt habe, kämen von den drei Abtheilungen, die er in vertikaler Richtung unterscheiden könne: „A. Praeglaciaal (gelaagd) Diluvium, B. Glaciaal gelaagd Diluvium und C. Glaciaal ongelaagd Diluvium" nur A und B vor in dem Gebiet des Rhein- und Maasdiluvium, dagegen alle drei in dem gemengten und in dem skandinavischen Diluvium, doch enthielten sie in dem ersten stets, in dem anderen nur ausnahmsweise südliche Gesteine.

Die Untersuchungen van Cappelle's und anderer haben

lung der Bodenarten fallen muss." Die Erkenntniss, dass das Gemengtsein eine Eigenschaft ist, welche verschiedenen Diluvialbildungen zukommt, bringt K. Martin zu der auch von mir vertretenen Ansicht, dass dieser Begriff als Eintheilungsprincip weder für die Horizontal-, noch für die Vertikalgliederung sich eignet, und nur insoweit lässt er den Ausdruck „gemengt" gelten, als damit die petrographische Beschaffenheit des ein oder anderen Gliedes der diluvialen Schichtenfolge bezeichnet wird.

[34]) **6.** p. 6.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

zu dem Ergebniss geführt, dass die fluviatilen Schotter über die Vecht hinaus, welche Staring als die nördliche Grenze seines gemengten Diluviums angiebt, bis nach dem Norden der Niederlande verschleppt worden sind.

Im Herzogthum Oldenburg fanden wir sie in den Dammer Bergen in ungeheuren Mengen vertreten. Weiter im Norden werden sie zwar mehr und mehr selten. „Aber," heisst es bei K. Martin, „vereinzelte Geschiebe verbreiteten sich weit über die jetzigen Flussläufe hinaus, so vor allen Dingen die devonischen Gesteine über Groningen bis nach Oldenburg hin; die Jurageschiebe bis zu den nördlichsten Punkten unseres Schwemmlandes u. s. w."[35])

Andererseits sind jenseits des Rheins, der Südgrenze des Staring'schen gemengten Diluviums, Gesteine nordischer Abkunft angetroffen worden.

Im Sinne Staring's müssten wir demnach das ganze Diluvium zwischen Weser und Rhein mit Einschluss des nördlichen Theils des Staring'schen Rhein- und Maasdiluviums als „gemengtes" bezeichnen.

Man könnte nun versucht sein, das Staring'sche gemengte Diluvium für die Horizontalgliederung bestehen zu lassen, nur aber seine Grenzen zu erweitern. Beachten wir jedoch, dass in dessen Bereich an vielen Stellen ein Diluvium südlicher Abstammung, an anderen wiederum ein skandinavisches in vollkommen reiner Ausbildungsweise entwickelt ist, so müssen wir uns gestehen, dass eine Dreitheilung unseres Diluviums im Sinne Staring's nicht durchführbar ist.

Trotzdem liegt es mir durchaus fern, dieserhalb von einer Horizontalgliederung des Diluviums gänzlich absehen zu wollen; vielmehr bin ich der Meinung, dass gerade auf Grund der Erscheinung, derentwegen das Staring'sche Eintheilungsprincip mir unhaltbar erscheint, eine Dreigliederung in horizontaler Richtung bei dem Diluvium im Westen der Weser möglich ist.

Durchwandern wir nämlich das Gebiet zwischen Vecht und Rhein, so begegnen wir hier zwar häufig einem

[35]) **11.** p. 57.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Diluvium, welches wegen seiner gleichzeitigen Führung von nordischen und südlichen Gesteinen die Bezeichnung „gemengtes Diluvium" verdient, doch nicht selten finden wir auch eine Grundmoräne entwickelt, in welcher das nordische Element den alleinherrschenden Bestandtheil ausmacht, und häufiger noch treffen wir Oberflächenformen an, welche ganz aus südlichem Material bestehen, so dass wir uns bald in das skandinavische, bald in das Rhein- und Maasdiluvium versetzt glauben.

Während sonach im „gemengten" Diluvium Oberflächenformen sich vorfinden, deren einige glacialen, andere fluviatilen Ursprungs sind, sehen wir im „skandinavischen" Diluvium — ausser in Central-Drenthe — nur erstere, im „Rhein- und Maasdiluvium" nur letztere vertreten. Dort nämlich sind es die Absatzproducte des Inlandeises und seiner Schmelzwasser, welche das Relief bedingen; das Fluviatil, das zwar in grösserer Tiefe sich einzustellen pflegt, tritt uns hier bodengestaltend an der Erdoberfläche nur noch in Central-Drenthe entgegen, woselbst nach van Cappelle[36]) ähnliche Verhältnisse bestehen, wie zwischen Vecht und Rhein. Dagegen ist südlich des Rheins das Glacial in selbstständiger Ausbildungsweise nicht entwickelt; denn wenn auch Gesteine nordischer Abstammung hier nicht fehlen, so sind sie doch stets den fluviatilen Ablagerungen, welche hier überall die herrschende Oberflächenform darstellen, in verschwindenden Mengen untermischt. Namentlich entbehrt dieses Gebiet eines Moränenglacials.*)

Nach den reliefgestaltenden Factoren können wir also das Diluvium der Niederlande in drei

*) Der Gegensatz zwischen dem Diluvium nördlich und demjenigen südlich des Rheins ist sonach von Lorié richtig erkannt worden. Unzutreffend dagegen ist die Behauptung, es kämen nördlich der Vecht, welche Lorié als Nordgrenze des „gemengten" Diluviums beibehält, südliche Gesteine nur sporadisch vor; vielmehr nehmen sie auch hier an der Zusammensetzung der tieferen Schichten einen nicht geringen Antheil, und in Central-Drenthe treten sie an der Erdoberfläche sogar in solchen Massen auf, dass das nordische Element stellenweise fast ganz zurückgedrängt ist.

[36]) **1.**

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Gebiete sondern, für die ich die Namen „glaciales", „glacial-fluviatiles" und „fluviatiles Diluvium" in Vorschlag bringe.

Als eine der am weitesten westlich gelegenen vom Eise hinterlassenen Ablagerung ist die von Lorié beschriebene Grundmoräne zwischen De Bilt und Soest[37]) zu nennen. Sie liegt im Bereich der „Amersfoort'schen Pseudoendmoräne", eines aus fluviatilen Schottern aufgebauten Höhenzuges, welcher sich von der Zuider See bis nach De Grebbe am Rhein erstreckt. Südlich der Grenze von Mittelholland ist bei Dingden zwischen Bocholt und Wesel die Anwesenheit einer Grundmoräne nachgewiesen worden.[38])

Wenn nun am rechten Ufer des Rheins in nicht allzugrosser Ferne von diesem ein Moränenglacial neben dem Fluviatil entwickelt ist, jenes dagegen — wie soeben bemerkt — jenseits dieses Stromes fehlt, so ist in dem Rhein die Grenze zwischen dem fluviatilen und dem glacial-fluviatilen Diluvium Hollands gegeben. Im Norden jedoch darf entgegen Staring und Lorié die Vecht nicht als Grenze zwischen dieser letzteren Facies und dem glacialen Diluvium angesehen werden, weil wir in Central-Drenthe ein Fluviatil neben einem glacialen Gliede des Diluviums sich an der Oberflächengestaltung betheiligen sahen. Eine nähere Begrenzung ist hier vor der Hand auf Grund der Litteratur nicht möglich. Auch in dem östlich von Holland gelegenen Gebiet muss von einer Festlegung der Nord-, wie auch der Südgrenze des glacial-fluviatilen Diluviums z. Z. abgesehen werden; auf Grund eigener Wahrnehmungen vermag ich nur zu sagen, dass dieses sich über Overijssel auf hannoversches Gebiet hinauserstreckt. Der Hümmling jedoch gehört bereits dem glacialen Diluvium an, weil er aus einer Gruppe von Geröllåsar besteht, und ebenso ist

[37]) **7.** p. 25. [38]) **7.** p. 51.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

dieser Facies das ganze Diluvialgebiet des Herzogthums Oldenburg beizuordnen.

Den in den Niederlanden bestehenden Verhältnissen zufolge, wie auch auf Grund des Vorkommens südlicher Gesteine in West-Hannover und im Herzogthum Oldenburg dürfen wir erwarten, dass wie dort südlich des Rheins, so auch im Bereich der Ems und Weser südlich der Eisgrenze ein fluviatiles Diluvium vorhanden ist, welches von dem glacialen Diluvium des Nordens durch eine glacial-fluviatile Zwischenzone getrennt ist.

Nach den Flussläufen, welche an der Bildung des fluviatilen Diluviums theilnahmen, würden bei diesem ausser dem Staring'schen „Rhein- und Maasdiluvium" ein „Ems-" und ein „Weserdiluvium" zu unterscheiden sein.

Wenn sonach für das fluviatile Diluvium Hollands die Staring'sche Nomenclatur als Bezeichnung einer Localfacies am Platze ist, so halte ich dementgegen die Namen „gemengtes" und „skandinavisches Diluvium" für durchaus ungeeignet, obwohl es auf den ersten Blick scheinen könnte, dass mit der von mir gewählten Bezeichnungsweise nichts anderes ausgedrückt sei. Indessen dass mein „glacial-fluviatiles" und „glaciales Diluvium" nicht identisch sind mit dem „gemengten" und „skandinavischen Diluvium" Staring's, dafür liefern uns den Beweis die Dammer Berge.

Von K. Martin ist diese Hügelgruppe mit Recht als ein „gemengtes Diluvium" beschrieben worden, weil südliche und nordische Gesteine hier nebeneinander vorkommen. Aus dem inneren Bau und aus der Streichungsrichtung des Ganzen sowohl, wie der einzelnen Höhen und Hügelreihen wurde dagegen von mir in den Dammer Bergen ein typischer Geröllås erkannt.

Meiner Deutung steht die Anwesenheit südlichen Materials in keiner Weise entgegen; denn diese lässt sich ungezwungen darauf zurückführen, dass ein Frühfluviatil von dem Inlandeis aufgenommen, fortgeschleppt und nach

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Art einer Localmoräne am Schluss der Eiszeit wieder abgelagert wurde.

Obschon sonach die Dammer Berge ein echt glaciales Gebilde darstellen, so verbietet dennoch ihre ausgesprochen gemengte Beschaffenheit, auf sie die Benennung „skandinavisches Diluvium" anzuwenden, sondern sie müssten — wie es ja auch seitens meines Bruders geschehen — vom Staring'schen Standpunkte aus als „gemengtes Diluvium" bezeichnet werden. Andererseits dürfen sie gleichwohl meiner Auffassung gemäss nicht für ein „glacial-fluviatiles Diluvium" angesehen werden; denn ich verstehe hierunter nicht eine Diluvialform, in welcher südliches und nordisches Material miteinander vermengt ist, sondern ein Diluvialgebiet, in welchem Oberflächenformen fluviatilen und glacialen Ursprungs nebeneinander vorkommen.

Es decken sich also weder die Begriffe „skandinavisches" und „glaciales Diluvium", noch „gemengtes" und „glacial-fluviatiles Diluvium". Da fernerhin das Rhein- und Maasdiluvium stellenweise mit skandinavischen Gesteinen untermengt ist, im gemengten Diluvium Staring's aber nicht nur gemengte, sondern auch Ablagerungen rein nordischer sowohl, wie rein südlicher Abstammung vorkommen, so müssen wir bekennen, dass eine Nomenclatur, welche auf petrographische Unterschiede sich gründet, für die Horizontalgliederung des Diluviums nicht glücklich gewählt ist.

Dagegen scheint mir das orographische Moment sehr wohl geeignet, unserem Zweck dienlich gemacht zu werden.

Von den drei Gebieten, welche ich aus diesem Gesichtspunkte im Diluvium westwärts der Weser glaube unterscheiden zu können, ist das fluviatile Diluvium ausserhalb des Bereichs des Inlandeises belegen. Zwar hat es noch insoweit unter dessen Einfluss gestanden, als die Schmelzwasserströme über die Grenzen des Eises hinaus nordische Gesteine verbreiteten und den vorgelagerten

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Flussschottern untermengten, jedoch ist das Material, welches auf diese Weise den fluviatilen Ablagerungen, der herrschenden Bodenform, zugeführt wurde, ein zu geringes, als dass es einen nennenswerthen Einfluss auf die Bodengestaltung auszuüben vermochte.

Demgegenüber ist das glaciale Diluvium durch solche Oberflächenformen charakterisirt, welche das Inlandeis theils selbst, theils mit Hülfe seiner Gletscherströme herausmodellirte, mag nun das Material zu ihrer Bildung ausschliesslich dem Norden entlehnt sein, oder sei es, dass neben skandinavischen Schuttmassen frühfluviatile Schotter und sonstige in der Nähe anstehende Formationen nach Art von Localmoränen hierfür Verwendung fanden.

Endlich als glacial-fluviatiles Diluvium fasse ich diejenige Zwischenzone auf, an deren Reliefgestaltung sich die Flüsse und das Inlandeis gemeinsam bethätigten. Es ist ein Gebiet, welches vor dem glacialen Diluvium dadurch ausgezeichnet ist, dass in ihm neben echten Moränenablagerungen ås- und endmoränenartige Ansammlungen fluviatiler Schotter sich vertreten finden, Bildungen, für welche ich die Bezeichnung „Pseudoås“ und „Pseudoendmoräne“ in Vorschlag gebracht habe.

Schluss.

Zum Schluss mögen die Ergebnisse der vorstehenden Untersuchung, zu denen ich theils auf Grund eigener Beobachtungen, theils durch eingehendes Litteraturstudium gelangt bin, in ihren Hauptpunkten kurz zusammengefasst werden.

Nach den Kräften, welche die Oberflächenformen schufen, sondere ich das Diluvium im Westen der Weser in drei Gebiete:

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

1. Glaciales Diluvium,
2. Glacial-fluviatiles Diluvium,
3. Fluviatiles Diluvium.

Von diesen drei Diluvialgebieten schiebt sich das glacial-fluviatile als eine vorläufig nur sehr unvollkommen zu begrenzende Zwischenzone zwischen das nördliche, glaciale und das südliche, fluviatile Diluvium ein. —

Der vertikalen Gliederung lege ich vom genetischen Standpunkt das Schema zu Grunde:

6. Spätfluviatil, } Späthvitåglacial-fluviatil,
5. Späthvitåglacial, } Spätdiluvial,
4. Inglacial, Innenmoräne oder Geröllglacial, } Moränenglacial,
3. Subglacial, Grundmoräne oder Geschiebeglacial, } Moränenglacial,
2. Frühhvitåglacial, } Frühhvitåglacial-fluviatil,
1. Frühfluviatil, } Frühdiluvial.

Nach der Korngrösse des Materials unterscheide ich Flussschotter, -sand und -thon, Hvitåsand und -thon, Geröllsand und -lehm, Geschiebekies, -sand und -lehm. —

Die Fluss- und Hvitåsedimente bezeichne ich als untere oder obere, je nachdem sie das Liegende oder das Hangende eines Moränenglacials bilden, welches bei ununterbrochener Eisbedeckung entstanden ist; interstadial dagegen nenne ich sie, wenn sie von einem Moränenglacial bedeckt sind, dessen Existenz auf einen zeitlich, wie räumlich beschränkten Vorstoss des Inlandeises zurückzuführen ist. —

Hinsichtlich der äusseren Gestaltung treten uns beide Glieder des Moränenglacials in Decken-, Hügel-, Ås- und Endmoränenform entgegen. Hiernach sondere ich das In- und Subglacial in

Gerölldecke, Geröllhügel, Geröllås und Geröllendmoräne, bezw. in

Geschiebedecke, Geschiebehügel, Geschiebeås und Geschiebeendmoräne. —

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Das Späthvitåglacial ist nur als Hvitådecksand entwickelt, wogegen bei dem Spätfluviatil die Hügelform in den Vordergrund tritt, welche nicht selten an die Åsar und Endmoränen des Inglacials erinnert. Im Gegensatz zu den echten Moränenrücken habe ich derartige aus fluviatilen Schottern aufgebaute Höhenzüge, je nachdem ihre Längsaxen parallel oder senkrecht zur Stromrichtung des Eises gestellt sind, Pseudoåsar und Pseudoendmoränen benannt. —

Für Flussablagerungen und Hvitåsedimente, welche in Höhenform auftreten, jedoch eine Decke von Moränenglacial tragen, wählte ich die Bezeichnungen Einragung und Durchragung, je nachdem sie ganz von der Moränendecke umhüllt sind oder aus dieser mit ihren höher gelegenen Theilen hervorragen.

Während ich die fluviatilen Einragungen und Durchragungen des glacial-fluviatilen Diluviums zum wenigsten in der Mehrzahl der Fälle als interstadiale Gebilde der spätdiluvialen Zeit glaube deuten zu müssen, ist dementgegen die Entstehung der Hvitåsande und -thone, welche im glacialen Diluvium in solcher Gestalt auftreten, jedenfalls nur mit geringen Ausnahmen in die frühdiluviale Epoche zu verlegen.

Möglicher Weise sind frühhvitåglaciale Ein- und Durchragungen auch im glacial-fluviatilen Diluvium vorhanden. Desgleichen mag in analoger Art das Frühfluviatil hier in untergeordnetem Masse an der Reliefgestaltung betheiligt sein, obschon sich zuverlässige Belege für diese Vermuthung zur Zeit nicht beibringen lassen. —

Von den in vertikaler Richtung zu unterscheidenden Gliedern ist im glacialen Diluvium das Spätfluviatil auf vereinzelte Findlinge beschränkt, welche auf das Bodenrelief keinen Einfluss haben. Die glacialen Glieder dagegen sind hier sämmtlich in grösserer oder geringerer Mächtigkeit zur Entfaltung gelangt, und zwar im Westen sowohl, wie im Osten, nur mit dem Unterschied, dass das Inglacial nach Westen hin an Mächtigkeit verliert. Auch

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

das Frühfluviatil ist vorhanden, nimmt jedoch im Gegensatz zu den glacialen Gliedern an der Oberflächengestaltung keinen Antheil.

Charakteristisch für das glacial-fluviatile Diluvium ist, dass neben glacialen Oberflächenformen Höhen vorhanden sind, welche aus fluviatilen Ablagerungen sich aufbauen und häufig zu Pseudoåsar und Pseudoendmoränen gestaltet sind. Die in der obigen Tabelle unterschiedenen Glieder scheinen hier sämmtlich vertreten zu sein, doch weicht ihre Reihenfolge von unserem Schema darin ab, dass das jüngste Glied durch den späthvitåglacialen Schwemmsand repräsentirt wird, aus welchem das Spätfluviatil mit seinen Höhen hervorragt. Für die Anwesenheit des Inglacials lässt sich allerdings aus der Litteratur ein durchaus sicherer Beweis nicht erbringen. Da indessen die Innenmoräne das Material zur Bildung der Grundmoräne hergiebt, diese aber im glacial-fluviatilen Diluvium in typischer Form ausgebildet ist, so zweifle ich nicht daran, dass in diesem Gebiet das fragliche Glied ebenfalls entwickelt ist, wenn auch voraussichtlich nur in Gestalt einer mässig starken Schicht.

Das fluviatile Diluvium endlich unterscheidet sich von dem glacial-fluviatilen dadurch, dass in ihm unter den bodengestaltenden Factoren das Moränenglacial in Wegfall kommt. In der Nähe der Eisgrenze deutet das zerstreute Vorkommen nordischer Gesteine auf die Anwesenheit von Hvitåsedimenten; doch in reiner Ausbildungsweise sind solche meines Wissens nicht beobachtet worden. Im übrigen ist das Bodenrelief an das Fluviatil geknüpft, von dem wir annehmen dürfen, dass seine Bildung während der ganzen Eiszeit vor sich ging. Eine Trennung der früh- und spätdiluvialen Bildungen ist wegen des Fehlens des Moränenglacials nicht durchführbar.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

In dem nachstehenden Litteraturnachweis sind nur diejenigen Schriften angeführt, deren Verfasser im Laufe der vorstehenden Abhandlung namhaft gemacht wurden. Ein ausführliches Verzeichniss der für die Gliederung des niederländischen Diluviums in Frage kommenden Werke behalte ich mir für den nächsten Theil meiner „vergleichenden Untersuchungen" vor, in welchem ich meine hier ausgesprochenen Ansichten betreffs des Diluviums der Niederlande näher zu begründen gedenke.

Oldenburg, Frühjahr 1896.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Litteratur.

1. Cappelle, H. van. — Sur les rapports du Diluvium entremêlé avec le Diluvium scandinave de Staring et sur un Diluvium entremêlé dans la Drenthe centrale (province de Hollande). Extr. d. Bull. d. l. soc. belge d. géol. V. 1891. Bruxelles 1891.
2. Erdmann, A. — Bidrag till kännedomen om Sveriges qvartära bildningar. Sver. Geol. Unders. Ser. C. No. 1. Stockholm 1868.
3. Helland, A. — Ueber die glacialen Bildungen der nordeuropäischen Ebene. Z. d. D. g. G. 1879. p. 63.
4. Holst, N. O. — Berättelse om en år 1880 i geologisk syfte företagen resa till Grönland. Sver. Geol. Unders. Ser. C. No. 81. Stockholm 1886.
5. Lehmann-Filhés, M. — Dr. Thoroddsens Reise im südöstlichen Island im Sommer 1894. Globus LXVIII. p. 159. Braunschweig 1895.
6. Lorié, J. — Eenige opmerkingen naar aanleiding van „Het eiland Urk, benevens eenige algemeene beschouwingen over de geologie van Nederland", door K. Martin. Overgedr. uit het Tijdschr. v. h. Kon. Nederl. Aardr. Genootsch. Verslagen en Aardrijkskundige Mededeelingen jaarg. 1889. Leiden 1889.
7. Lorié, J. — Contributions à la Géologie des Pays-Bas. II. III. Archives du musée Teyler. Série II. Vol. III. p. 1. Haarlem 1892.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

8. Martin, J. — Diluvialstudien. I. Alter und Gliederung des Diluviums im Herzogthum Oldenburg. Sep.-Abdr. aus dem IX. Jahresber. d. Naturw. Ver. zu Osnabrück. Osnabrück 1893.

9. Martin, J. — Diluvialstudien. II. Das Haupteis ein baltischer Strom. Sep.-Abdr. aus d. X. Jahresber. d. Naturw. Ver. zu Osnabrück. Osnabrück 1894.

10. Martin, K. — Silur-, Devon-, Trias-, Jura-, Kreide- und Tertiär-Geschiebe aus Oldenburg. Abh. d. nat. Ver. Bremen. V. p. 487. Bremen 1878.

11. Martin, K. — Niederländische und nordwestdeutsche Sedimentärgeschiebe, ihre Uebereinstimmung, gemeinschaftliche Herkunft und Petrefacten. Leiden 1878.

12. Martin, K. — Ueber das Vorkommen eines gemengten Diluviums und anstehenden Tertiärgebirges in den Dammer Bergen, im Süden Oldenburgs. Abh. d. nat. Ver. Bremen. VII. p. 311. Bremen 1882.

13. Martin, K. — Het eiland Urk, benevens eenige algemeene beschouwingen over de geologie van Nederland. Overgedr. uit het Tijdschr. v. h. Kon. Nederl. Aardr. Genootsch. Verslagen en Aardrijkskundige Mededeelingen jaarg. 1889. Leiden 1889.

14. Martin, K. — Een antwoord aan Dr. J. Lorié. Daselbst 1889.

15. Schroeder van der Kolk, J. L. C. — Verslag over eenige geologische onderzoekingen in den zomer van 1892 verricht. Verslagen der Zittingen van der Wis- en Natuurkundige Afdeeling der Kon. Akad. v. Wetensch. van 25 Juni 1892 tot 28 April 1893. p. 35. Amsterdam 1893. (No. 9 van de Mededeelingen omtrent de geologie van Nederland).

16. Schroeder van der Kolk, J. L. C. — Bijdrage tot de karteering onzer zandgronden, (I). Meded.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

omtr. d. Geol. v. Ned. No. 19. Verh. d. Kon. Akad. v. Wetensch. (Tweede Sectie). Deel IV. No. 4. Met een Kaart. Amsterdam 1895.

17. Sieger, Rob. — Die Glacialexkursion des sechsten internationalen Geologenkongresses 1894. Globus LXVI. p. 351. Braunschweig 1893.

18. Staring, W. C. H. — De bodem van Nederland. II. Haarlem 1860.

19. Steenstrup, K. J. V. — Ednu et Par Ord om Flyvesandets Indvirkning paa Rullstenenes Form. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. No. 146. Bd. XIV. H. 6. p. 493. Stockholm 1892.

20. Wicke, Wilh. — Mittheilungen aus dem agriculturchemischen Laboratorium in Göttingen. 37. Anwendung und Untersuchung zweier Mergel aus der Gegend von Cloppenburg (Grossherzogthum Oldenburg). Journal für Landwirthschaft. Neue Folge. I. Bd. 14. Jahrg. p. 525. Göttingen 1866.