

Die  
**geologische Bildung**  
der  
**norddeutschen Ebene.**

~~~~~  
Von

**Justus Roth.**

---

Berlin, 1870.

C. G. Lüderitz'sche Verlagsbuchhandlung.  
A. Charisius.

Veröffentlichung  
des Reichsgesetzes

vorhergehenden  
Gesetzes

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen wird vorbehalten.

1870

**W**er sich vom Meer aus, von der Nordsee her oder der Ostsee, den norddeutschen Küsten nähert, sieht sie im Gegensatz zu anderen Küsten derselben Meere flach ansteigen und findet hinter ihnen ein Flachland, das hie und da wellig, selbst hügelig wird oder von Bodenschwellen durchzogen ist. Erst weit im Innern des Landes steigen Gebirge auf. Die Natur hat an der ganzen norddeutschen Küste nichts gethan für große sichere Häfen, Kunst und Menschenhand müssen sie erst schaffen. Die größten norddeutschen Handelsplätze liegen nicht am Meer, sondern an den unteren Flußläufen. Ueberall, mit nur seltenen Ausnahmen wie in Rügen, besteht der Küstensaum, abgesehen von den nach Herstellung der jetzigen Bodenverhältnisse entstandenen neuesten Bildungen, dem Alluvium, aus geologisch jüngsten, vom Wasser abgesetzten diluvialen Ablagerungen. Auch in der norddeutschen Ebene selbst treten anstehend an nur wenigen Punkten und in geringen Massen ältere Bildungen auf. Die norddeutsche Ebene liefert, wie ihre geologisch und geographisch weit nach Ost und West reichenden Fortsetzungen, der geologischen Betrachtung ein einförmiges, anscheinend einfaches Bild. Einförmig, wenn man die Ablagerungen in Bezug auf ihre Gesteinsbeschaffenheit betrachtet. Sand, Thon, Lehm (unreiner sandiger Thon) und kalkhaltiger Lehm (Lehmmergel), in denen größere oder kleinere Bruchstücke älterer Gesteine eingebettet liegen, das ist die ganze Reihe. Wohl finden sich ähnliche Bildungen am Fuß jedes

größeren Gebirges; überall wird das anstehende Gestein derselben durch die Einwirkung des Wassers, der Atmosphäre und des Temperaturwechsels zerstört; überall werden die durch jene Vorgänge entstandenen lockeren Massen von Bach und Fluß in die nächste Ebene hinabgeführt; überall verrathen die mitherabgebrachten Gesteinsstücke die Abstammung aus dem nahen Gebirge — aber die Gesteinstrümmer der norddeutschen Ebene können nur zum verschwindend kleinsten Theil auf deutsche oder allgemeiner ausgedrückt auf südlich gelegene Ursprungsorte bezogen werden. Wäre nur Sand und Thon vorhanden, so könnte ein Schluß auf die Herkunft große Schwierigkeiten bieten; Sand und Thon, Reste zertrümmerter und zerstörter Gebirgsarten, haben oft, ähnlich den abgegriffenen Münzen, nicht Gepräge genug, ihre Geschichte zu erzählen. Die Gesteinstrümmer der norddeutschen Ebene sprechen mit Sicherheit ihre Herkunft aus: sie stammen aus dem Norden, aus Norwegen, Schweden, Finnland, den russischen Ostsee-Provinzen; einzelne auch aus Dänemark. Ist dort ihre Heimath, so wird auch für die Hauptmasse der Sande und der Thone dieselbe Abstammung höchst wahrscheinlich. Wie aber gelangten diese Massen dahin, wo wir sie finden? Wie konnten lockere Massen, der Sand, der Thon, die Ostsee und ihre Arme überschreiten, ohne sie auszufüllen? Welche Kraft war im Stande so viele und zum Theil so große Blöcke, bisweilen von vielen tausend Pfund Gewicht, fortzuschaffen und so weit fortzuschaffen? Und wenn diese Massen, die lockeren wie die festen, aus den angeführten nordischen Gegenden stammen, wie kommt es, daß dort Sand und Thon meist so sparsam verbreitet sind? Sparsam wenigstens im Vergleich mit der Mächtigkeit in der norddeutschen Ebene und deren Fortsetzungen. Auf diese Fragen bringt ein einziger Blick auf die Karte des nördlichen Europas. Die Antwort, welche die Geologie giebt, ist,

um es gleich an dieser Stelle auszusprechen, weder einfach noch durchaus vollständig. Aber sie ist fest begründet und ein Triumph der wissenschaftlichen Methode, welche, an die Gegenwart anknüpfend, die Vergangenheit begreifen lehrt. So erscheint das Heute nur als Ergebnis der früheren Zustände und selbst wieder nur als ein Durchgang für das Kommende. Gilt dieser Satz für politische, sociale, für alle geschichtlich gewordenen Zustände, so gilt er ebenso für geologische Dinge; bei diesen nur mit dem Unterschiede, daß die Zeiträume unendlich viel länger gefaßt werden müssen als die historischen, daß sie weit hinausreichen über das geschichtlich Beglaubigte und endlich, daß bei der Vielheit der Ursachen und der räumlichen Entfernung der in Beziehung tretenden Stellen die Verknüpfung eine viel schwierigere wird.

Von der rein geographischen Anschauung, die viel weiter verbreitet ist als die geologische, kommt man leicht dahin, die heutige Vertheilung von Land und Meer, von Gebirg und Ebene, die Form und die Höhenlage der einzelnen Landmassen, die Tiefe der Meere als etwas Feststehendes, ein für alle Mal Gegebenes, Unveränderliches zu betrachten. Die geologischen, jetzt vor sich gehenden oder aus historischen Zeiten berichteten Veränderungen, mögen sie bedingt sein durch das die Küsten benagende Meer und die langsame Wirkung der fließenden Gewässer, durch die Wirkung der Vulkane und Erdbeben oder durch noch andere Ursachen, sie alle zusammen gerechnet sind wenig geeignet diese Vorstellung zu erschüttern. Erst wenn man bis zu Höhen von 10,000 bis 16,000 Fuß<sup>1)</sup> zweifellos von Meeresthieren herührende Ueberreste findet, also bis zu so großen Höhen den früheren Meeresboden gehoben sieht<sup>2)</sup>, dann erst lernt man in die Vorstellung sich einleben, daß die feste Erdrinde in gewissem Sinne beweglich genannt werden muß, daß in Folge ihrer Ver-

schiebbarkeit alle jene Verhältnisse, weit entfernt beständig zu sein, im Laufe der geologischen Zeiten vielfach gewechselt haben. Liefern die eben mitgetheilten Angaben einen Maaßstab für die Höhe der möglichen und der vorhandenen Hebungen, welchen schwerer nachzuweisende Senkungen entsprechen, so geben viele Meilen lang sich erstreckende, jetzt im Binnenlande befindliche, durch Meeresschnecken sicher als alte Seeküsten bezeichnete Strandlinien und Terrassen den Beweis, wie weite Strecken gehoben worden sind. Weder die Höhe, bis zu welcher die Hebung reicht, noch die Größe des gehobenen oder gesenkten Gebietes erscheint der geologischen Beobachtung gegenüber als hinreichender Grund, die Thatsache zu bezweifeln. Freilich ist, verglichen mit der Summe der Erscheinungen der älteren Zeiten, die bei dem Erdbeben am 23. Januar 1855 bei Wellington, Nordinsel Neuseeland, plötzlich eingetretene, 12 Miles weit sichtbare Hebung der Küste, im Maximum um 9 Fuß, nur höchst unbedeutend zu nennen, aber sie unterrichtet uns, daß, wie auch mit anderen Beispielen sich leicht belegen läßt, die früher thätigen Kräfte noch jetzt fortwirken, wenngleich nur in sehr schwachem Maaße. Von welchen Kräften diese bald, wie in dem erwähnten Falle, plötzlich, bald langsamen, aber andauernden Wirkungen ausgehen und ausgingen — die Darlegung der darüber vorgebrachten, zahlreichen, sehr abweichenden Ansichten würde zu weit führen — als mächtig muß man beide anerkennen, und sicher haben diese Kräfte ihren Sitz in beträchtlicher Tiefe.

Ebenjowenig als die Vertheilung von Land und Meer, als die Höhenlage ist das mit beiden Bedingungen im engsten Wechselverhältniß stehende Klima eines Landstrichs, gemessen mit dem großen geologischen Maaßstab, etwas Feststehendes. Thier- und Pflanzengestalten, bewahrt in den Absätzen seit den ältesten Zeiten der Erde, zengen von einer allmählichen, freilich auf un-

gehener lange Zeiträume vertheilten Temperaturabnahme, welche von einer gewissen späteren Zeit ab nach den Polen hin rascher wächst. Stellen sich schon der Erklärung dieser Thatsache große Schwierigkeiten entgegen, welche namentlich die Ausgleichung des Einflusses der abnehmenden Eigenwärme der Erde durch den Zuschuß der von der Sonne gespendeten Wärme betreffen, so wird die Aufgabe noch schwerer, wenn Gründe beigebracht werden sollen für den Eintritt auffallend niedriger Temperaturen, wie sie in einem gewissen Zeitabschnitt nach der Tertiärzeit vorhanden gewesen sein müssen. Eine Fülle von Thatsachen weist darauf hin (s. A. Braun, Die Eiszeit der Erde, Heft 94 dieser Sammlung), daß eine solche lange andauernde Temperaturerniedrigung einen bedeutenden Theil der außerhalb der Tropen liegenden Länder betroffen hat, daß sogar an manchen Punkten diese Erscheinung zwei Mal und zwar in weit auseinander liegenden, durch mildere Temperatur ausgezeichneten Zeitabschnitten eintrat. Liegen auch bis jetzt für Australien und Südafrika keine Beweise vor, so sind sie für Europa, Asien, Nord- und Südamerika und Neuseeland in ausgezeichnete Weise geliefert. Rein örtliche Ursachen als Erklärung anzunehmen, wie vielfach versucht ist, verbietet die Ausdehnung des betroffenen Gebietes. Die für die Alpen etwa brauchbaren Voraussetzungen haben für den Himalaya und Neuseeland keine Geltung. Die Einführung kosmischer Ursachen hat bis jetzt volle Billigung von Seiten der Astronomen nicht gefunden. Aber trotz des Mangels einer die ganze Erscheinung erklärenden Hypothese muß die Geologie, eine Wissenschaft viel reicher an Thatsachen als an Erklärungen, den Schluß aus den wohlbegründeten Beobachtungen aufrecht halten, der Zukunft das Weitere anheimstellend. Für diese vorhistorischen Zeiten mit niedriger Temperatur, in denen Thier- und Pflanzenwelt merkwürdige und vielfache Verschiebungen und Veränderungen

gen erleiden, für diese Zeiten, in denen die Gletscher eine außerordentliche Ausdehnung und Wirksamkeit erreichen, hat zuerst Agassiz<sup>3)</sup> die Bezeichnung Gletscherperiode, Glacialperiode (*période glaciaire*) eingeführt. Später ist daneben die kürzere, etwas ungenauere, zuerst von Schimper gebrauchte Benennung Eiszeit aufgekommen.

Um eine Vorstellung von der geologischen Bildung der norddeutschen Ebene zu gewinnen, ist es nöthig auf die Beschaffenheit Nordeuropas in der Gletscherperiode einen Blick zu werfen.

Für diese Anschauungen dienen als Grundlage außer den älteren Arbeiten von Sefstroem, Böhlingk, Keilhau, Hörbye, Nilsson, Forchhammer namentlich die Aufsätze von Kjerulf, Sarä, Axel Erdmann, Lovén, Post, Nordenfkiöld, Lorell, von Helmersen. Eine reiche Literatur, in der ein großer Aufwand von Gedankenarbeit und Beobachtung niedergelegt ist, würdig sich anschließend an die früheren naturwissenschaftlichen Leistungen des Nordens.

Um diese Zeit sind der englische Kanal, die Belte, der Sund geschlossen, England ist mit dem Festlande, Südschweden mit dem dänischen Seeland verbunden, eine Verbindung zwischen Nord- und Ostsee nicht vorhanden. Die Ostsee hat weder die jetzige Gestalt noch die jetzige Ausdehnung, denn der baltische und der finnische Meerbusen entstanden erst später. Nördlich der Ålandsinseln ist Festland, und die russischen Ostseeprovinzen hängen mit Finnland zusammen. Dagegen steht, wahrscheinlich in der Linie des Onega- und Ladogasees und durch das Weiße Meer, die Ostsee mit dem arktischen Meer in Verbindung. In Folge derselben trug die Thierwelt der damaligen Ostsee einen arktischen, hochnordischen Charakter, wie denn die arktische Thierwelt überhaupt viel weiter südlich als jetzt, sowohl im Meer, speziell im

atlantischen Ocean und der Nordsee, als auch auf dem Lande, vorgebrungen war. Die heute von der Ostsee bedeckte Fläche war also großen Theils Festland und die Ostsee selbst ein Theil des arktischen Meeres. Der Golfstrom, wie er auch damals beschaffen sein mochte, konnte an seinem Nordende nicht den jetzigen Verlauf nehmen, nicht, wie jetzt, die nordischen Küsten treffen, nicht, wie jetzt, das Klima derselben mildern. Endlich hatte die skandinavische Halbinsel andere Umrisse als jetzt, sie war höher und größer, ebenso hatte Finnland eine andere Höhenlage. Eine Eisdecke, ähnlich der jetzt in Grönland vorhandenen, bedeckte das Land, fast das ganze Land war vergletschert. Je nach der Richtung des Gebirgsabfalles gleitete die Eismasse langsam nach außen zum Meer hinab, mit zäher unwiderstehlicher Gewalt, schweren Druck auf die Unterlage ühend. Bis zur Höhe von 5000 Fuß über dem Meere sind die skandinavischen Gebirge von den im Gletschereise eingeschlossenen Steinen geglättet, gefurcht, gestreift, gerigt, gerade so wie die Gletscher heute es noch überall bewirken. Die Richtung der Gletscherstreifung spricht die damalige Höhenlage und die Richtung des Gebirgsabfalles deutlich aus. Sie ist in den verschiedenen Theilen der skandinavischen Halbinsel eine verschiedene; die ganze Erscheinung geht von mehr als einem Mittelpunkt aus. Einer der Beweise gegen die frühere Annahme, nach welcher eine mit Steinen beladene Flut die Streifung bewirkt haben sollte, und gegen die Annahme, daß die Streifung von schwimmenden Eisbergen herrühre, die über das ins Meer versenkte Land sich hinschoben. Wäre das Letzte der Fall, so müßte die Streifung überall nahezu dieselbe Richtung haben. In den für die norddeutsche Ebene zunächst in Betracht kommenden Theilen, im südlichen Norwegen und Schweden, ist die Richtung der Streifung im Allgemeinen eine nord-südliche mit Abweichungen nach NO — SW und NW — SO, in Südfinnland

vorzugsweise eine NW — SDliche. Da die Richtung der Streifung am Nordende des baltischen Busens dieselbe von Nord nach Süd oder von Nordnordwest nach Südsüdost gerichtete ist wie am Meerespiegel zu beiden Seiten des Busens weiter südlich, da ferner im mittleren Finnland, also noch weiter nach Süden, bis über 860 Fuß reichende Höhen Streifung in derselben Richtung zeigen und zwar entgegengesetzt dem jetzigen Abfall, so erhebt sich die spätere Bildung des baltischen Busens fast zur Gewißheit und ebenso die spätere Bildung des finnischen Busens aus der identen Streifung seiner südlichen Küsten. Die größere Ausdehnung und Höhenlage der skandinavischen Halbinsel wird namentlich aus Gletscherstreifungen gefolgert, welche unter den Meerespiegel fortsetzen. Bis zu welcher Tiefe hinab, steht nicht fest. Man kennt Streifung bei Carlskrona bis zu 21 Fuß unter dem Meerespiegel; Axel Grdman schätzt jedoch die Tiefe, bis zu welcher sie hinabreicht, auf einige hundert Fuß. Nicht selten sieht man am Fels in der Richtung abweichende, also wiederholte Streifungen neben einander; die Richtung des Gletschereises war also im Laufe der Zeiten eine andere geworden. Sind die Furchen nach einem glücklichen Ausdruck von Brongniart die Radspuren, haben wir als Wagen das Gletschereis, so bleibt noch übrig von der Beschaffenheit und dem Schicksal der Ladung zu sprechen. Vorhergehen mag noch eine kurze Ueberschau der weiteren geologischen Veränderungen, welche die skandinavische Halbinsel erfahren hat.

Allmählich nahm die Berggletscherung ab; statt der zusammenhängenden Eisdecke bilden sich einzelne in die Thäler hinabsteigende Gletscher, welche die erwähnte zweite Streifung bewirkt haben mögen. Dann beginnt, ausgedehnt auf einen sehr langen Zeitraum, die Abschmelzung, endlich die Ueberleitung in den heutigen Zustand: die Gletscher ziehen sich auf die höchsten Theile

der Gebirge zurück, die heutigen klimatischen Verhältnisse treten allmählich ein. Noch während der Gletscherzeit hatte sich das Land gesenkt. In Norwegen sieht man vom Meeresspiegel ab bis zu 500—600 Fuß Meereshöhe Ablagerungen mit marinen Muscheln; man kennt bis zu 450 Fuß über dem Meer dem Fels ansitzende Schalen mariner Thiere; Bohrlöcher mariner Bohrmuscheln herab bis zu 150 Fuß Meereshöhe. Alle diese marinen Ablagerungen, z. Th. Muschelbänke, z. Th. Lehm und Sand mit Muscheln, liegen auf gestreiftem Gestein, sie sind also späterer Bildung als die Vergletscherung. Die Streifung ist die älteste Erscheinung der nordischen Glacialzeit. Bezeichnet durch die höchste Terrasse mit marinen Nesten betrug also in Norwegen das höchste Maaß der Senkung 500—600 Fuß. In Schweden finden sich Ablagerungen mit marinen Nesten bis zu 500 Fuß Meereshöhe. Nach Axel Erdmann reichte dort die in verschiedenen Gegenden ungleiche Senkung noch weiter, bis über 1000 Fuß. Bezeichnend ist der entschieden arktische Charakter der Thierwelt in den obersten ältesten Ablagerungen und die allmähliche Zunahme südlicherer, noch jetzt in der Nachbarschaft lebender Thierformen in den tiefer unten gelegenen, später gebildeten Ablagerungen. Als der Meeresspiegel nur noch 400 Fuß höher stand als jetzt, war in Norwegen der glaciale Zustand noch vorhanden, wenn gleich die Abschmelzung schon früher begonnen hatte. Von diesem Zeitabschnitt an, dem die postglacialen Ablagerungen angehören, nimmt der glaciale Zustand allmählich ab mit der weiteren Hebung des Landes, die schließlich zu dem jetzigen Niveau oder doch bis nahe zu diesem führt. Wie Kjerulf<sup>4)</sup> nachwies, war die Hebung des Landes in Norwegen eine ungleichförmige, von Stillständen unterbrochene, so daß für jetzt wenigstens eine Berechnung der Dauer der Hebungszeit vollständig unthunlich erscheint. Das für Norwegen Geltende wird auch für Schweden

anwendbar sein, von wo ähnliche Untersuchungen nicht vorliegen. Ebenso wenig läßt sich in irgend sicherer Weise eine Berechnung anstellen über die Dauer der nordischen Glacialzeit überhaupt oder über die Dauer der Senkung der nordeuropäischen Länder. Nur soviel ist klar, die Zeiträume, in denen Thier- und Pflanzenwelt so große Veränderungen erleiden konnten, dürfen nicht zu kurz bemessen werden. Die posttertiäre geologische Geschichte des nordischen Europas läßt sich kurz zusammenfassen als Vergletscherung, Senkung des Landes, ungleichmäßige postglaciale Hebung, welcher endlich die Jetztzeit folgt.

Während sich bei der Senkung des Landes eine Verbindung zwischen Nordsee und Ostsee hergestellt hatte, wird bei der später folgenden Hebung des Landes der frühere Zusammenhang zwischen Eismeer und Ostsee aufgehoben, die Ostsee behält ihre Verbindung mit der Nordsee und verliert den arktischen Charakter ihrer Thierwelt. In Schweden enthalten an der Westküste die zunächst nach der Gletscherzeit untermeerisch gebildeten Ablagerungen (die untersten postglacialen marinen Thone und Muschelbänke) die heutige Thierwelt der Nordsee neben einigen, jetzt nur weiter nördlich vorkommenden Formen, während an der Ostküste nur die heutige artenarme Thierwelt der Ostsee vertreten ist. Als letzte untermeerisch entstandene Bildung tritt noch postglacialer Sand auf. Die oberhalb des Meeresniveaus entstandenen glacialen, postglacialen und noch späteren Bildungen so wie die jüngsten marinen, durch die heutigen Wasserläufe bedingten Ablagerungen liegen der Betrachtung zu fern, um weitere Erörterung zu fordern.

Was konnten denn die Eismassen vom skandinavischen Gebirge herunter bringen? Woraus bestand die Ladung? Norwegen, soweit es hier in Betracht kommt, enthält Gesteine der krystallinischen Schiefer (Gneiß, Glimmerschiefer und Thonschiefer

mit den dazu gehörigen untergeordneten Gesteinen, von denen namentlich Kalk zu nennen sind), ferner Gesteine der ältesten Sedimentformationen<sup>5)</sup> (Silur und Devon) und die entsprechenden Eruptivgesteine, welche feurig flüssig die genannten Bildungen durchbrechen, namentlich Granit, Syenit, Porphyre, Diorit. Die ganze Reihe der dem Devon im Alter folgenden Sedimentformationen von der Kohle bis zur Kreideformation fehlt, ebenso fehlen die in diese Zeiten gehörigen Eruptivgesteine. Von Schweden gilt dasselbe, nur mit dem Unterschiede, daß das Devon fehlt, und daß im südlichen Theile des Landes Jura, Kreide, Tertiär und sparsam jüngere Eruptivgesteine vorhanden sind. Finnland besteht aus krystallinischen Schiefern und den entsprechenden Eruptivgesteinen, namentlich Granit. Die russischen Ostseeprovinzen werden der Hauptsache nach gebildet von silurischen und devonischen Ablagerungen, neben welchen Zechstein und Jura, aber keine Eruptivgesteine auftreten. Südlich vom finnischen Busen stehen krystallinische Schiefer nicht mehr an. In dem ganzen Gebiet fehlen demnach die Kohlenformation, das Rothliegende, der Buntsandstein, der Muschelkalk, der Keuper.

In Bezug auf Härte, Widerstandsfähigkeit gegen Druck und mechanische Einwirkung bieten die genannten Gesteine ebenso große Verschiedenheit als in Bezug auf mineralogische Zusammensetzung. Die krystallinischen Schiefer (bis auf die Kalk und einige hier nicht in Betracht kommende untergeordnete Gesteine) und die Eruptivgesteine sind krystallinische Gemenge aus mehreren Mineralien. Vorzugsweise werden sie alle (jüngere Eruptivgesteine als höchst sparsam sind nicht berücksichtigt) von Quarz, Feldspath und Glimmer gebildet, zu denen noch Hornblende und Augit hinzukommen. In allen diesen Gesteinen ist die relative Quantität der Hauptgemengtheile großem Wechsel unterworfen. Während Glimmer nur selten dem Gewicht nach die Hauptmasse

bildet, fehlt er gänzlich, fast nie; Quarz, oft dem Gewicht nach überwiegend, tritt in anderen Fällen mehr zurück oder fehlt endlich vollständig; die Menge des fast nie fehlenden Feldspathes schwankt in weiten Grenzen. Außer der mineralogischen Beschaffenheit kommt namentlich die Größe der Gemengtheile, das Korn, in Betracht. Es wechselt vom groben — die Gemengtheile können mehr als Fußgroß werden — bis zum feinkörnigen, dichten, so daß das bloße Auge die Gemengtheile nicht mehr erkennt. Endlich bedingt die Struktur verschiedene Grade der Zerförbarkeit. Massige Gesteine, deren Zusammenhang nach allen Richtungen derselbe ist, wie Granite, Porphyre u. s. w., leisten größeren Widerstand, als solche, deren Zusammenhalt nach gewissen Richtungen ein geringerer ist, wie es besonders bei den schiefrigen Gesteinen hervortritt. Bei den Hauptgemengtheilen Quarz, Feldspath, Glimmer ist die Härte, der Widerstand, welchen sie dem Eindringen eines anderen Körpers entgegen stellen, sehr ungleich. Die Härte des Quarzes und des Feldspathes ist viel größer als die des Glimmers und auch des Kalkes; beide werden von Quarz und Feldspath geritzt. Wenn also gleich große Trümmer dieser Mineralien in bewegtem Wasser neben einander vorhanden sind, so erhalten sich Quarz und Feldspath; Glimmer und Kalk werden endlich zermahlen. Die Zertrümmerung des Glimmers wird außerdem durch seine blättrige Bildung sehr befördert. Quarz und Feldspath liefern bei der Zertrümmerung und Zermahlung mehr oder weniger gerundete Körner, der Glimmer liefert dünne Blättchen. Aehnliches gilt für die Sedimentbildungen. Bestehen diese aus zerstückelten Theilen anderer früher gebildeten Gesteine, so wird von deren mineralogischer Beschaffenheit und der Widerstandsfähigkeit des Bindemittels die Festigkeit abhängen. Sandstein, aus verkitteten Quarzkörnern bestehend, liefert bei der Zertrümmerung endlich wieder Quarz-

förner, Kalkstein größere oder kleinere Kalkstücke und Kalkschlamm; Thon und unreine Thone, die durch frühere Einwirkungen in Thonschiefer umgeändert sein können, geben wieder ihren ursprünglichen Bestand, Thone und unreine Thone.

Durch mechanische Zertrümmerungen können demnach die Gesteine Nordeuropas Quarzförner (Sand), Feldspathförner, Glimmerblättchen, Kalkstücke, Thone und unreine Thone liefern. Aber neben der mechanischen Einwirkung geht noch eine andere, die chemische, einher. Für den Quarz darf sie fast gleich null angenommen werden. Anders verhält es sich bei den übrigen Mineralien. Wo die atmosphärischen oder die ihnen in dieser Beziehung gleich stehenden Wässer, wo Wasser, welches Sauerstoff und Kohlensäure gelöst hält, mit den Mineralien in Berührung tritt, findet Einwirkung auf die Mineralien statt. Dabei wird entweder das ganze Mineral oder ein Theil seines chemischen Bestandes gelöst und fortgeführt, während ein anderer Theil ungelöst zurückbleibt. Kohlensaurer Kalk (Kalk der Mineralogen) ist in Kohlensäure-haltigem Wasser löslich, in Lösung fortzuschaffbar und kann sich nach Wegnahme des Lösungsmittels wieder ausscheiden, wieder als kohlensaurer Kalk niederfallen. Die große Reihe der Thonerde-haltigen Mineralien, zu denen Feldspath, Glimmer, Hornblende, Augit gehören, gibt bei der Verwitterung — der durch Wasser, Sauerstoff, Kohlensäure geübten Einwirkung — einen Theil des chemischen Bestandes, namentlich Alkalien, Kalk und Eisen, ab, während die Thonerde mit Kieselsäure und Wasser chemisch zu mehr oder weniger reinem Thon verbunden als Rest zurückbleibt. Dieser, in Wasser unlöslich, kann weitere Ortsveränderung nur im Wasser aufgeschlämmt erfahren. Das ist der Ursprung aller Thone, der reinen wie der unreinen, mögen sie geologisch früheren oder späteren Alters sein. Sie sind kalk- oder eisenhaltig, wenn das

ursprüngliche Mineral von seinem Gehalt an Kalk und Eisen nur einen Theil einbüßte, so daß ein anderer Theil im Rest zurückblieb. So namentlich bei den Hornblendern und Augiten. Ebenso wenig wird der Alkaligehalt des ursprünglichen Minerals vollständig entfernt. Bei dem Absatz kann der Rest Kalk und Eisen aufnehmen, wenn das Wasser neben dem aufgeschlämmten Thon gelöseten Kalk oder Eisen enthielt und in unlöslicher Form niedergefallen ließ. Die Thone werden sandig, wenn zugleich Quarztheilchen vorhanden waren, welche sich dem Niederschlag beigemengten. Wenn schon auf das unverlezte Mineral die Verwitterung Einfluß übt, wie viel stärker wird er sein, wenn das Mineral fein zertheilt, fein zermahlen jener Einwirkung unterliegt! Besteht Gneiß, Granit, Porphyr u. s. w. aus den härteren Mineralien Quarz und Feldspath und dem weicheren Glimmer, gleitet über diese Gesteine eine schwere Eisdecke hin, welche Bruchstücke jener Gesteine einschließt, so wird das durch die Reibung erzeugte feine Gesteinsmehl außer Quarztheilchen fein zerriebenen Feldspath und Glimmer enthalten. Diese werden, vom Schmelzwasser des Eises, vom Bach, vom Fluß, endlich vom Meer aufgenommen, sehr bald in Thone mit wechselnden Beimengungen übergehen. Die größeren Gesteinsbruchstücke, an denen es auf dem Gletscher durch die Einwirkung der Atmosphäre auf den anstehenden Fels nie fehlt, werden ebenfalls mit fortgeführt, z. Th. zerkleinert, und so bringt der Gletscher Sand, Thone, größere und kleinere eckige oder durch die gegenseitige Quetschung gerundete Gesteinsbruchstücke herab. Nahm er seinen Weg über Kalk, so liefert er Kalkschlamm und Kalksteinstücke; ging er über Sandstein, so liefert er vorzugsweise Sand. Je nach der Härte der im Eise eingeschlossenen Gesteinsstücke ändert sich die Fähigkeit Glättung, Streifung und Rißung auf der Unterlage hervor zu bringen. Granit kann nur von Granit oder Gesteinen äh-

licher Härte gerisht werden, aber der weichere Kalkstein wird von Graniten und ähnlich harten Gesteinen gerisht. Und nicht bloß die Felsunterlage des Gletschers wird gestreift und gerisht; auch die kleineren Bruchstücke, welche im Eise eingeschlossen den Weg thalabwärts zurücklegen, zeigen Streifung und Rißung, Wirkungen der gegenseitigen Reibung während der langen Fahrt. Nun langt der Gletscher im Thal an, seine Bewegung hört auf, seine Enden schmelzen ab, die Endmoräne und die Seitenmoränen bleiben liegen, Anhäufungen aus allen den Steinen, welche das Gletschereis trug und einschloß. Das nächste Wachsthum des Gletschers nimmt mit diesen Moränen allen Sand und Schlamm auf, den unterdeß der Gletscherbach herabgeführt hat. Ist das Meer nahe, so wird von dem nachdringenden Eis Alles hineingeschoben, auf und mit den forttreibenden Eisfeldern weiter geführt, wohin Wind und Strömung steuern. Oder wenn die Küste steil ist, bricht, wie heute in Grönland, das Gletschereis ab und stürzt, beladen mit dem ganzen Material, das es auf seinem Wege thalabwärts in sich aufgenommen und das es trägt, mit dem Schutt, den eckigen und gerundeten Blöcken, dem Kies, dem Sand ins Meer und setzt seinen Weg als Eisberg oder Eisfeld fort. Wo diese stranden und schmelzen, bleibt das transportirte Material liegen bis das Wasser eine weitere Sichtung und Schlämmung vornimmt. Die im Eise eines strandenden Eisberges eingeschlossenen Steine können ebensowohl Streifung und Rißung der Unterlage hervorrufen als das Gletschereis selbst.

Das skandinavische Gletschereis hat die Gesteinstrümmer, die großen wie die kleinen, den Sand, den Thon dem skandinavischen Gebirge entnommen, an das Meer und über das Meer gebracht. Damit ist die Kraft gegeben, welche nicht bloß zer kleinert, sondern auch fortführt und bis ins Meer, wenn es nahe genug lag. Die geologischen Untersuchungen Skandinaviens haben

dort die Moränen und die den Gletscherprodukten ihren Ursprung verdankenden Bildungen auf das Genaueste nachgewiesen. Sie haben sogar höchst wahrscheinliche Schlüsse auf die geologische Beschaffenheit des zerstörten, z. Th. jetzt von der Ostsee bedeckten Landes erlaubt; so z. B. auf die ehemalige Ausdehnung des Eisens nördlich von Gesele und die frühere Ausdehnung der Kreidebildungen nach Halland hin, während sich diese jetzt nur im südlicher gelegenen Schonen finden.

Nimmt man an, wie es wohl erlaubt ist, daß der größte Theil der durch das Gletschereis herabgebrachten und fortgeschafften Massen von Gesteinen herrührt, deren ursprüngliche Mineralien Quarz, Feldspath, Glimmer oder Verwitterungs- und Zermahlungsprodukte derselben waren, so ist dennoch unmöglich das Mengenverhältniß der dadurch gebildeten Sande und Thone zu schätzen. Nur so viel steht fest, immer kommt auf eine gewisse Menge Sand eine gewisse Menge Thon. Ebensowenig läßt sich das Mengenverhältniß zwischen den fortgeführten zermahlenden Massen und den in Stücken erhaltenen bestimmen. Ueberall wird man den weicheren Glimmer und Kalk feiner vertheilt finden als die härteren Mineralien. Da außerdem eine Art des Glimmers, die dunkle, bei gleichem blättrigen Gefüge sehr viel leichter verwittert als die andere, die weiße, so erhält sich dunkler Glimmer bei Zerstörung und Verwitterung einer Glimmer führenden Gebirgsart überall viel sparsamer als der weiße. Im nordischen Diluvium findet sich daher auch weißer Glimmer sehr **viel reichlicher** als dunkler.

Viel weniger genau als über die Vorgänge in der skandinavischen Halbinsel während und nach der Eiszeit sind wir unterrichtet über die Vorgänge an den Südküsten des damaligen Meeres, über die Vorgänge in der jetzigen norddeutschen Ebene und deren Fortsetzungen. In der Ausdehnung des Diluvial-

gebietes<sup>6)</sup>, in den vielfachen Veränderungen und Umlagerungen, welche die Diluvialabsätze nach ihrer Bildung erfahren haben, endlich in der Bedeckung derselben mit noch jüngeren Gebilden, mit Alluvium, liegen die großen Schwierigkeiten. Zum vollen Verständniß des Ganzen würde die gleichmäßig genaue Kunde der einzelnen Theile gehören, welche zwar angestrebt, aber noch lange nicht erreicht ist. Von allen in Deutschland vorhandenen geologischen Formationen ist die des Diluviums, trotzdem sie für einen so bedeutenden Theil die Grundlage des Ackerbaues abgiebt, am wenigsten untersucht. Außerdem wird es sich noch darum handeln, die geologischen Ergebnisse mit den in Rußland, Dänemark, Holland, Belgien, Frankreich, England erlangten in Verbindung zu setzen, um die gesammte Erscheinung im nördlichen Europa zu übersehen.

Genau bekannt ist die Südgrenze des einstigen Diluvialmeeres. Sie wird oft durch große Geschiebe bezeichnet, welche man nach ihrem Vorkommen und ihrem Ursprunge nordische Findlinge, Wanderblöcke, erratiche Blöcke nennt. Wo die losen Massen, die Sande und Thone, durch das Meer selbst und durch spätere Einwirkungen fortgeführt sind, blieben als Reste des Diluviums oft die größeren Geschiebe allein übrig. Ihre Grenze bezeichnet ein großer, den Ural nirgend berührender, im Petschoralande östlich des Weißen Meeres beginnender Bogen, welcher sich durch Ostrußland südlich bis in die Gegend von Woronesch senkt und von da etwa bei Lublin vorüber nach Teschen fortsetzt. Von dort ab geht er mit vielfachen Vorsprüngen und Biegungen, oft in das höher gelegene Gebirge eindringend, an den Sudeten und am Riesengebirge entlang nach Görlitz, Dresden, Würzen, Sena, Erfurt, Langensalza, Halle a. S., Helmstedt, Hildesheim, Hameln, Paderborn, Dortmund, Essen, Kettwig in die Nähe des Rheins und ist auch noch am linken Rheinufer zu verfolgen. Im großen

Ganzen werden die Blöcke mit der Entfernung vom Ursprungsgebiet kleiner und seltener. Die Meereshöhe, bis zu welcher sie hinaufsteigen, ist ungleich. Sie überschreitet nicht die Höhe von 1200—1400 Fuß, sinkt aber an nahe gelegenen Punkten viel tiefer herab. Es läßt sich nachweisen, daß nach dem Absätze des Diluviums noch vielfache und ungleichmäßige Hebungen stattgefunden haben. Daß auch das Ursprungsgebiet während oder nach der Eiszeit Hebungen und Senkungen erfahren haben muß, sieht man z. B. aus dem Vorkommen einer bestimmten, leicht kenntlichen, wenig verbreiteten Granitvarietät, des sogenannten Kapakivi, welcher auch im norddeutschen Diluvium auftritt. Er steht nur in Finnland an und zwar in höchstens 700 Fuß Seehöhe, und doch liegen Blöcke daraus in mehr als 1000 Fuß Meereshöhe im südlichen Livland.

Da an der Südküste des Diluvialmeeres die Verwitterung und die Erosion, die zerstörende und wegschaffende Kraft des Wassers und der Atmosphäre, thätig waren wie heute, so mischten sich dort die an Ort und Stelle entstandenen Sedimentbildungen mit den vom Meer und vom Eise herangebrachten Diluvialabsätzen; die Grenze zwischen nordischem Diluvium und altem Gebirgsschutt ist keine scharfe. Außerdem bringen die heutigen Gewässer und die Erosion vom Gebirge Sand, Thone und Gesteinstrümmer herab, so daß dort mit den schon gemischten älteren Bildungen die recenten sich verbinden; die Flüsse graben ihr Bett hinein, Ueberschwemmungen streuen das Ganze noch weiter über die Fläche aus. In der Nähe des Gebirges oder auch in der Nähe anstehenden älteren Gesteins läßt sich eine deutliche Vorstellung vom nordischen Diluvium nicht erlangen. Zu diesem Zweck muß man sich dem jetzigen Meere nähern, aber auch hier die Absätze der heutigen Wasserläufe und deren Vermischung mit dem Diluvium beachten. Die Abgrenzung des

Diluviums gegen das ältere und jüngere Alluvium ist häufig eine nicht leichte Aufgabe.

Einem mächtigen Teppich gleich verhüllt das Diluvium in der norddeutschen Ebene seine Unterlage. Denkt man sich diesen Teppich abgehoben, die Diluvialdecke entfernt, so würde weder eine gleichmäßig und sanft nach dem Meere hin geneigte Fläche noch ein geognostisch einfaches Bild hervortreten. Die nächst-ältere geologische Formation, das Tertiär, aus Bildungen des Meeres und des süßen Wassers bestehend, ist an vielen Punkten nahe unter dem Diluvium gekannt, namentlich durch die Arbeiten auf Braunkohlen. Bohrlöcher, freilich nicht zahlreich genug, um volle Einsicht für das ganze Gebiet zu ermöglichen, lehren, daß die Mächtigkeit des Diluviums auf dreihundert Fuß und darüber steigen kann, aber sie zeigen auch, daß die Mächtigkeit nicht überall dieselbe ist. An den äußersten Grenzen sieht man die Diluvialdecke auf ein höchst geringfügiges Maaß zusammenschwinden, bis endlich als Merkmale des einst vorhandenen Diluviums nur noch die Geschiebe übrig bleiben. Auch an der Basis der Diluvialablagerungen hat Vermischung der Absätze stattgehabt. Die Tertiärbildungen sind aufgewühlt und mit den Diluvialabsätzen gemischt. Schon oft haben Braunkohlenstückchen, welche aus dem Tertiär verschwemmt im Diluvium liegen, die Hoffnungen auf Braunkohlenlager erregt und getäuscht. Man kann unter dem Diluvium der norddeutschen Ebene eine über die ganze Fläche zusammenhängende Tertiärablagerung nicht voraussetzen. Schon vor derselben bestanden Höhen, zusammengesetzt aus älteren Formationen, welche von den tertiären Gewässern nicht erreicht aus den Tertiärbildungen hervorragten. Nur annäherungsweise läßt sich eine Vorstellung gewinnen, wie das Land beschaffen war nach dem Absatz der Tertiär- und vor dem Absatz der Diluvialbildungen, da, wie erwähnt, außerdem nachher noch

Hebungen und Senkungen statt hatten. Ist es auch möglich, die geologische Karte von Deutschland unter dem Diluvium fortzusetzen, so werden doch erst weitere Untersuchungen erlauben, das Bild mit einiger Sicherheit zu geben. Nur soviel scheint aus dem allgemeinen geologischen Verhalten Nordeuropas und namentlich des nördlichen Deutschlands ziemlich sicher hervorzugehen, daß krystallinische Schiefer und Eruptivgesteine (Granit, Syenit, Porphyre) in sehr viel geringerem Maaße die Oberfläche bildeten als Sedimentbildungen, von denen wiederum wohl die jüngeren, Jura und Kreide, überwogen. Eine von der Insel Hochland im finnischen Meerbusen nach der Insel Bornholm in der Ostsee gezogene Linie bezeichnet höchst wahrscheinlich den Südrand der von Norden her sich erstreckenden krystallinischen Schiefer und der entsprechenden Eruptivgesteine. Südlich dieser Linie werden nach dem Abschlag des Tertiärs die genannten Gesteine erst jenseit des Diluvialmeeres anstehend gewesen sein. Daß nördlich dieser Linie Sedimentgesteine nicht fehlten, ist schon oben angeführt.

Die Zerstörung und Zertrümmerung der Sedimentgesteine konnte aus den Sandsteinen, thonigen Gebilden und Kalken Sand, Thone und Kalk liefern, aber schwerlich Feldspath und Glimmer in irgend erheblicher Menge. Noch heute bietet die Umgebung der Ostsee von Kolberg ab nach Westen durch Pommern, Mecklenburg, Holstein, Sütland über die dänischen Inseln hin anstehende Ablagerungen der Kreide sowie der Juraformationen, aus denen sich ein Zusammenhang mit der südschwedischen Kreide herstellen läßt, so daß man von einer baltischen Kreidezone reden kann, die ihre Fortsetzung in Nord-Hannover und Helgoland findet. Wo in diesem Gebiete die wesentlich kalkigen Kreidebildungen anstehen, sind sie ausgezeichnet durch zahlreiche Feuersteinknollen, durch zierliche Korallen, durch zahllose

kleine Polythalamien und Bryozoen. Die Juraablagerungen, in der norddeutschen Ebene, namentlich an den Odermündungen und im Kamminer Kreis, anstehend gekannt, treten weiter östlich wieder in Lithauen und Kurland an der Windau auf. Dazu mögen die Vorkommen der Insel Bornholm und von Schonen (Höganäs und Helsingborg) als Nordrand des baltischen Jura gerechnet werden.

Als vielfach ausgezackte Küste, an welcher der Hauptsache nach Sedimentgebilde anstanden, hat man sich den Südrand des Diluvialmeeres vorzustellen, einzelne Höhenpunkte als Inseln hervorstehend, den Boden dieses Meeres als gebildet von einer keineswegs ebenen Fläche und in dieser wieder der Hauptsache nach jüngere Sedimente vorhanden. Zu oberst das Tertiär, darunter Kreide und Jura. Alle diese Gebilde wurden einerseits vom Meere zerstört und zermahlen, andererseits lagerte sich darüber Alles das, was das Meer und das Eis vom Norden herabbrachten. So wenig wie heute am Meer waren die Abjäte überall dieselben. Wie jetzt das Meer an einer Stelle Sand, in der nächsten Bucht Schlick absetzt, an einem Punkt auf dem kiesigen Boden alle Muschelschalen zertrümmert, an anderen wenigstens die dickschaligen verschont, so auch damals. Wie jetzt noch fetter Thon im seichten Meer auf den Sandbänken der westlichen Küsten Holsteins als Marsch sich niederschlägt und weiter nördlich nur Sand; wie heute noch die Küste an der einen Stelle vom Meere zerstört immer weiter abbricht und an einer anderen Stelle die Häfen versanden, weil aus dem wenig bewegten Wasser das Aufgeschlämmte niedersinkt, — so geschah es auch an der Küste des Diluvialmeeres. Dazu kommt noch die Hebung des Landes, welche eine immer weitere Einschränkung des Meeres von Süden her bedingte und wahrscheinlich eine langsame und wie in Norwegen eine sprungweise vor sich gehende war. Nicht jeder

Punkt muß also ein Mal die Küste gebildet haben. Große Partien des Landes können, fiordähnliche Meeresarme zwischen sich lassend, als Halbinseln und Vorsprünge hervorgetreten sein, in welche Bäche mit Süßwassermuscheln (Paludinen u. s. w.) mündeten und auf welchen Landthiere sich tummelten. So erklärt es sich vielleicht, daß einerseits marine Muscheln, wenn auch nur an einzelnen Stellen und sparsam, im Diluvium sich finden, andererseits entweder allein oder zusammen mit marinen Muscheln Süßwassermuscheln vorkommen. Stücke des neu entstandenen Landes mochten auch wiederum Senkungen erfahren, so daß über den Ablagerungen mit Süßwassermuscheln aus dem Meere abgesetztes nordisches Diluvium wieder sich niederschlagen konnte. Bodenschwellen, ähnlich der mecklenburgischen und pommerschen Seeplatte, konnten eine Zeit lang als Festland hervorrage, in ihren Zwischenräumen dem Meer Eingang verstatten und endlich bei Senkung wieder mit marinen Absätzen bedeckt werden. Im weiteren Verlauf blieb bei fortgesetzter Hebung des Landes das Gehobene dem ferneren Angriff des Meeres entzogen, und endlich stellte sich nahezu die jetzige Küstenbildung ein. Nur nahezu, denn seit der Trockenlegung aus dem Diluvialmeer hat die Eroston, der Angriff durch das Meer, und der Absatz aus dem Meer nicht aufgehört, wie Dollart, Borkum, die holsteinischen Küsten, das Frische und Kurische Haff bezeugen.

Es ist eine sehr bemerkenswerthe Thatsache, daß bis jetzt aus dem norddeutschen Diluvium eigentlich arktische Molluskenformen nicht bekannt sind, wie man sie aus den schwedischen, norwegischen (und brittischen) Glacialbildungen kennt. Vielleicht erklärt sich dies Verhalten daraus, daß die untersten ältesten Diluvialablagerungen am wenigsten untersucht sind, da sie nur so sparsame Aufschlüsse darbieten. Die bis jetzt bekannte Molluskenfauna des norddeutschen Diluviums entspricht der der jetzi-

gen Nordsee und Ostsee. Von der übrigen organischen Welt ist die Pflanzenwelt sehr spärlich, die Thierwelt durch große See-  
thiere (Dolphin, Wal), reichlicher durch große Landthiere vertre-  
ten. Besonders ältere Funde sind mit Vorsicht aufzunehmen, da  
die Angaben oft Zweifel lassen, ob man es mit Diluvium oder  
Alluvium zu thun hat. Häufig sind Knochen und Zähne des  
ausgestorbenen Mammuth (*Elephas primigenius*) und seines  
gewöhnlichen Begleiters, des ebenfalls ausgestorbenen zweihörni-  
gen wollhaarigen Rhinoceros (*Rhinoceros tichorhinus*). Sel-  
tener finden sich Reste einer zweiten Rhinocerosart (*Rhinoceros  
leptorhinus*)?). Außerdem kennt man Reste ausgestorbener Arten  
von Pferd und Rind, ferner vom Hirsch, vom Bisamochsen (*Bu-  
balus moschatus*), vom Fieselraß (*Gulo europaeus*), von Nagel-  
thieren, darunter den Lemming (*Myodes lemmus*) und den Hals-  
bandlemming (*Myodes [Misothermus] torquatus*). Wird die  
arktische Natur durch den Bisamochsen und den Halsbandlem-  
ming<sup>8)</sup> — er ist arktischer als das Renthier — bezeichnet, so darf  
man wohl mit Owen annehmen, daß auch der Mammuth und  
das wollhaarige Rhinoceros ein kaltes Klima zu ertragen befähigt  
waren. Da auf die Ausbreitung der Lemminge die Ausbreitung  
und Vermehrung des Menschen nicht in der Weise einzuwirken  
vermag wie auf die der größeren Landthiere, so können bei den  
Lemmingen nur mächtige klimatische Veränderungen den Wechsel  
des Vaterlandes veranlaßt haben. So liefern auch die Thierreste  
des norddeutschen Diluviums Beweise für niedrige Temperaturen  
jener Zeit.

Für das norddeutsche Diluvium läßt sich trotz allen örtlichen  
Abweichungen folgende Ablagerungsreihe angeben: zu oberst Sand  
und Gerölle, Lehmmergel mit der Lehmede, darunter Sand und  
Lehmmergel wechsellagernd, darunter fast geschiebefreier Thon, un-  
ter welchem noch Sand folgt. Man erhält auf diese Weise drei

durch Sand getrennte thonreiche Ablagerungen. Bald fehlt eines dieser Glieder oder ist mächtiger als anderswo, oder reicher an Kies, Geröllen und Geschieben, so daß bald sandige, bald thonige Ablagerungen die Oberfläche und die unterste Schicht des Diluviums bilden. Bezeichnend ist für den Sand, dessen Quarzkörner in den einzelnen Schichten ungefähr gleiche Größe haben, der Gehalt an meist fleischrothem, also nicht mehr ganz frischem Feldspath, neben welchem oft, namentlich in dem feineren Sande, kleine Blättchen weißen Glimmers vorhanden sind, sowie ein nicht ganz unbedeutender Kalkgehalt. Schon oben ist angeführt, daß der Gehalt an Feldspath für den nordischen Ursprung spricht, da der Feldspath aus den Gesteinen, welche die Unterlage des Diluvialmeeres bildeten, nicht herkommen kann, und ein Herauffchaffen aus dem Süden um deswillen ganz unwahrscheinlich erscheint, weil die Gesteinstrümmer der südlichen Gebirge, welche den Feldspath und Quarz nothwendig begleiten müßten, fast absolut fehlen. Außer der wechselnden Menge von Feldspath und Glimmer finden sich im Sande Körner von Hornblenden und Augiten, Reste plutonischer Gesteine, und kleinere oder größere Kalkstückchen, zum Theil aus den Kalken der krystallinischen Schiefer, meist aus den zerstörten Sedimentgebilden, vorzugsweise Silur und Kreide, herrührend. Ein Theil des Kalkgehaltes rührt von ursprünglich gelösetem und dann wieder niedergeschlagenem Kalk her, welcher jetzt die Quarzkörner als feiner Ueberzug bedeckt. In manchen nördlicher gelegenen, der anstehenden baltischen Kreide näheren Strichen nimmt der Gehalt an kleinen Korallen, Polythalamien u. s. w. so sehr zu, daß die Bezeichnung Korallensand gerechtfertigt erscheint. Der oft dunkel, braun, blau oder schwarz gefärbte Thon zeigt beträchtlicheren, aber ebenfalls wechselnden Gehalt an kohlensaurem Kalk und hinterläßt beim Abschlämmen eine in weiten Grenzen schwankende Menge von Sand. Der

Kalkgehalt rührt von der Durchtränkung des Thones mit einer ursprünglichen Lösung von Kalk her. Im Lehmmergel nimmt der Sandgehalt zu; bezeichnend ist der Kalkgehalt, welcher einerseits dem Thon, andererseits den Kalkstein- und Kreidekörnern angehört. bisweilen auch den zahllosen Bruchstücken zierlicher Mooskorallen ähnlich wie im Korallensand.

Wo der Sand dem Einflusse der Atmosphärrillen ausgesetzt ist, wird bei der leichten Durchdringbarkeit für Wasser der Kalkgehalt bis auf große Tiefen ausgelaugt. Dieselbe Einwirkung erzeugt aus dem Lehmmergel durch endliche Entfernung des gesammten Kalkgehaltes die Lehmdecke. Lehm ist also nicht ein ursprünglicher, sondern ein erst in späterer Zeit veränderter Absatz. Das bei diesem Proceß oxydirte Eisen verleiht dem Lehm seine bezeichnende gelbliche Färbung. Der gelösete Kalk und das gelösete Eisen verkitten bei ihrem Niedergehen in die tieferen Partien nicht selten den Sand zu einem festen klingenden Kalksandstein und die Steintrümmer zu Knollen und Blöcken ganz jungen Conglomerates. Ein Theil des gelöseten Kalkes bleibt in den Spalten und Rissen des Lehmmergels als Kalkadern und Kalkstreifen zurück oder veranlaßt die Bildung von Mergelknaurn, von „Lehmpuppen“ und „Löbkindchen“. Der größte Theil des Kalkes wird jedoch in Lösung fortgeführt und findet sich in den jüngsten Absätzen, in den alluvialen und recenten Bildungen, als Wiesenmergel, als Kalk der Moore wieder, während das gelösete Eisen als Sumpferz oder Raseneisenstein auftritt. Außer diesen chemischen Einwirkungen sind noch die mechanischen von großer Bedeutung. Wo dem Meer oder dem bewegten Wasser überhaupt längere Zeit Zutritt zu den Thon- und Kalkhaltigen Ablagerungen verstattet war, konnte der Gehalt an Thon und Kalk großen Theils herausgespült resp. gelöset werden, so daß nur der schwerere Sand übrig blieb, die Gerölle und Geschiebe, der

„Grand“ und die erraticischen Blöcke, welche kleinere Ablagerungsmassen auf der Oberfläche bilden, aber auch näher der Unterlage des Diluviums nicht fehlen. Sind die Thone meist sehr arm an Geröllen und Geschieben, oft ganz frei davon, so enthalten die Sande und Lehmmergel dieselben oft sehr reichlich und von kolossaler Größe. Der Schwedenstein bei Lützen, der Granitblock, aus dessen einem Stück die große Schale vor dem Berliner Museum gefertigt wurde, der „große Stein“ (Gneiß) bei Groß-Tychow in der Nähe von Belgard, Pommern, sind bekannte Beispiele für große Blöcke. Der letztgenannte ist über der Erde 43 Fuß lang, 31 Fuß breit und ragt gegen Süden 14 Fuß über den Boden hervor, während er nach Norden allmählich unter denselben verläuft. Das Holtwider Ei (östlich der Straße von Coesfeld nach Ahaus), ein wohl 300 Centner schwerer Granitblock in 293 p. Fuß Seehöhe, zeigt, daß auch im Westen größere Blöcke nicht fehlen. Den Reichthum an Geschieben anlangend berichtet Boll, daß auf der Feldmark des Domanalgutes Neu-hof, Mecklenburg-Strelitz, die Gerölle, um den Acker möglichst zu reinigen, in große Haufen zusammengetragen wurden; solcher Steinhaufen waren 1900 vorhanden. Auf dem Klützer Ort wurden zu den Wasserbauten in der Trave ungefährl 30000 Kubikfuß Gerölle ausgebrochen, ohne daß dort eine wesentliche Verminderung zu spüren wäre. In einem der pommerschen Geröllstreifen, die das Land in der Richtung von Nordwest nach Südost durchziehen, bei Demmin wurde ein Gut etwa 1830 für 20000, dann für 28000 Thaler verkauft, bald darauf als der Boden von Geröllen gereinigt war, für 42000 und jetzt wird es auf wenigstens 80000 Thaler geschätzt. Nicht bloß große Blöcke aus krystallinischen Schiefeln und Eruptivgesteinen sind vorhanden, auch Kreideschollen von so bedeutender Ausdehnung kommen vor, daß längere Zeit Kalköfen von ihnen gespeiset wurden und sie für anste-

hend galten. Eine solche Scholle in der Wolfschlucht bei Finckenwalde unweit Stettin war 35 Fuß dick. Ein Kreidegeschiebe, in zwei getrennte anderthalb Fuß von einander liegende Stücke zerbrochen, im Hobbersdorfer Holz, Holstein, mißt 86 Fuß Länge, 80 Fuß Breite, wobei die größte Mächtigkeit 12 Fuß beträgt. Bestehen die größeren Blöcke meist aus krystallinischen Schiefen und plutonischen Gesteinen, so sind unter den kleineren Bruchstücken neben ihnen Silurkalk und Gesteine der Kreideformation, namentlich die harten schwer zerstörbaren Feuersteine, die häufigsten und verbreitetsten.

Bei der Länge des Transportes und den vielen Fährlichkeiten, denen die größeren Blöcke bei ihrem Transporte ausgesetzt waren, ehe sie an ihre jetzige Fundstätte gelangten, bedurfte es sehr glücklicher Umstände, wenn größere Blöcke weicherer Gesteine erhalten bleiben sollten; es sind nur die härteren, widerstandsfähigeren übrig. Wo sie der Einwirkung der Atmosphäre ausgesetzt sind, zeigen sie große Wetterbeständigkeit, und diese Eigenschaft macht sie so höchst geeignet als Pflaster und Chausséebaumaterial, als Baumaterial überhaupt. Neben dem vorwiegenden Granit und Gneiß fehlen die übrigen krystallinischen Schiefer nicht, ebenso sind Porphyre, Diorite, Gabbro nicht selten; bei manchen Varietäten läßt sich der Ort der Abstammung sicher und leicht angeben, aber bei manchen, vielleicht weil das Gebirge, aus dem sie stammten, zerstört ist, fehlen noch die genauen Daten.

Leichter ist es für die Sedimentgesteine, durch Gesteinsbeschaffenheit und Versteinerungen, den Ursprungsort festzustellen. Abgesehen von der Kreide und den zur Kreide gehörigen Feuersteinen stammt die Hauptmasse der deutschen Diluvialgeschiebe, soweit sie aus Sedimentgesteinen bestehen, aus dem südlichen Schweden und den russischen Ostseeprovinzen. Die überaus häufigen Silurkalk, durch das ganze norddeutsche Diluvium verbreit-

tet, stammen alle aus Schweden und den russischen Ostseeprovinzen. Kein Silurgeschiebe weist auf Norwegen oder Großbritannien hin. Sie sind so häufig, daß sie als „Esefalk“ gesammelt und gebrannt werden. Die russischen Kalke finden sich vorzugsweise in den östlich der Elbe gelegenen Gegenden. Die sparsam und fast nur östlich der Oder vorhandenen devonischen Gesteine gleichen den in Livland anstehenden, während die etwas reichlicheren, über den östlichen und nordöstlichen Theil der norddeutschen Ebene verbreiteten, aber kaum nach Westen hin die Elbe überschreitenden Juragesteine (Kalk und Sandstein) den an der Odermündung anstehenden gleichen. Zum Theil mögen sie den zerstörten Juraablagerungen angehören, welche, denen im Gouvernement Kowno entsprechend, die ehemalige Ostseegegend bedeckten. Die zahlreichen Kreidegeschiebe gleichen den noch jetzt um die Ostsee anstehenden früher (S. 22) erwähnten Ablagerungen. Aus ihnen stammen auch die zahlreichen Feuersteine, welche auf die Zerstörung mächtiger Kreidemassen schließen lassen. Die Geschiebe der Kreide gehen nach Osten nicht über Königsberg hinaus, an der kurischen Küste fehlen sie noch. Auch die Feuersteine werden in West- und Ostpreußen, wenigstens östlich der Weichsel, sehr viel sparsamer.<sup>9)</sup> Der Transport der Kreidegeschiebe geschah also, wie Ferdinand Noemer hervorhebt, aus dessen Arbeiten die Angaben über die Abstammung der Sedimentgeschiebe hauptsächlich entnommen sind, süd- und ostwärts, aber nicht nach Nordost. Die Gesteine der Tertiärformation sind als wenig fest nicht häufig und haben nur lokale Verbreitung, welche in größerem Maße nur dem aus dieser Formation stammenden Bernstein und den verkieselten Hölzern zukommt.

Uebersieht man die gesammte Vertheilung der nordischen Blöcke im nördlichen Europa, so stellt sich folgendes Ergebniß heraus. Von der Ostküste Englands bis tief in das Innere

Rußlands hinein sind sie gekannt, aber die Abstammung ist von Ost nach West hin eine verschiedene. In England und auf den Shetlandsinseln sind sie norwegischen Ursprungs, finnländische sind nicht vorhanden; in Dänemark finden sich norwegische und schwedische Blöcke; in Deutschland sind die Blöcke entschieden norwegischen Ursprungs sparsam und fehlen weiter östlich ganz, Sedimentgesteine (Silur) aus Norwegen sind gar nicht, schwedische und finnische Gesteine dagegen reichlich vorhanden. Die finnischen Blöcke nehmen nach Osten hin zu. In Preußen und Polen zwischen Niemen und Weichsel sind finnische Geschiebe häufig, westlich von Warschau nach Kalisch und Posen nehmen die finnischen Granitblöcke an Menge ab. In Rußland stammen die Blöcke aus plutonischem Gestein sämmtlich aus Finnland, aus Olonez und Archangel, ebenso sind die Geschiebe aus Sedimentgesteinen russischen Ursprungs.

Stellt man sich das Ausgangsgebiet als einen Kreisabschnitt vor, dessen Mittelpunkt nördlich von Stockholm liegt, so sind strahlenförmig die Blöcke verbreitet. Immer in südlicher Richtung, an der Westseite nach Westen (England), im Süden nach SW. durch Süd nach SO., im Osten vorzugsweise nach Osten, aber auch nach Südost und Südwest. Zu den Geschieben, welche den am meisten nach SW. gerichteten Weg zurückgelegt haben, gehören die von der Insel Gottland stammenden ober-silurischen Kalke, welche bei Groningen im Hondsrug, einem schmalen Sandrücken, in einer 2—4 Fuß mächtigen Lage (Steenbank) so aufeinander gehäuft vorkommen, daß zwischen ihnen kaum ein Zwischenraum bleibt. Ihr Vorkommen lehrt, daß zu einer gewissen Zeit Schleswig-Holstein untergetaucht gewesen sein muß und daß das dortige Land sich erst spät über die Oberfläche des Meeres gehoben hat. Es läßt sich folgern, daß die Hebung im Osten

des Landes begann und daß die westlichen Theile viel länger der Einwirkung des Meeres ausgesetzt blieben als die östlichen.

An vielen Punkten gelangt es, wobei man sich um Täuschungen zu verhüten an die vom Pflug unberührten Stellen halten muß, an den Geschieben Ritzung und Streifung nachzuweisen. Diese kann herrühren von den Grundmoränen des Gletschers, von dem Schub eines Eisfeldes über seine Unterlage hin oder von der Quetschung, welche die im Eise eingeschlossenen Steine aufeinander ausübten. Wasser mit Steinen beladen oder bloßes Wasser kann diese Ritzung nicht hervorrufen, Wasser bewirkt höchstens Abrundung.

Nach der Hebung des Landes gegen das Ende der Diluvialzeit bot es keinesweges eine Ebene dar, die mit einheitlicher Neigung gegen die Küste sich senkte. Vielmehr es waren Bodenschwellen, höher liegende Theile und Niederungen vorhanden. Die letzteren blieben noch mit Wasser bedeckt, aus welchem die Diluvialablagerungen, zum Theil insel- oder halbinselförmig hervorragten. Die Niederungen wurden mit feinkörnigem Sande bedeckt, der aus zerstörtem Diluvialsand herkommt, während der leichter aufschlammbare Thon weiter fortgeführt wurde. Der Sand enthält wohl noch Feldspathkörner, ein Zeugniß für seinen Ursprung, aber keinen Kalk und keinen Thon. Dieser Heidesand, so genannt nach der häufigen Bedeckung mit Heidekraut, die Verzweiflung des Landwirthes, das ältere Alluvium, verdankt seine Unfruchtbarkeit dem Mangel an Kalk und Thon, welche die den Pflanzen nöthigen feuerbeständigen Bestandtheile liefern. Kaum ein Stein, kaum ein Geschiebe ist darin zu finden, von festeren Massen Raseneisenstein, entstanden aus dem ausgelaugten Eisen, das beim Niederfallen aus der Lösung in der Form von Eisenorydhydrat den Sand verkittet. Torfmoore sind häufig. Die Unfruchtbarkeit des Heidesandes wird noch erhöht

durch die Aplerde (Orth, Fuchserde, Norr in Holstein), welche sich nahe unter der Oberfläche bildet. Eine feste, Wasser kaum durchlassende, für die Pflanzenwurzeln undurchdringliche Schicht, entstanden aus dem Humus des Heidekrautes, welcher in braunrother, in Säure nicht löslicher Form den Sand verkittet. Der Luft ausgesetzt zerfällt die Aplerde zu grauer Erde, indem sich der Humus in die gewöhnliche Form umsetzt. Der Heidesand umrändert die Ostsee und Nordsee; die Lüneburger, Holsteinische, Mecklenburgische Heideebene werden von ihm gebildet. Aber er liegt auch auf den Höhen, auf dem Plateau, über dem jetzigen Meerespiegel wie am Kurischen Haff, wenn nach Senkung des Landes diluviale Ablagerungen vom Wasser umgespült wurden und später Hebungen erfolgten. Seine Unterlage ist das ältere Diluvium und er selbst wird wieder von späteren jüngeren Alluvialbildungen überlagert. Dahin gehört der Dünenand, welcher so bedeutend an der Kurischen Nehrung, an der frischen Nehrung, an der schleswigischen Westküste entwickelt ist. Er entsteht überall wo auf einer weiten, ebenen, mit Sand bedeckten Fläche der Wind seine Kraft entwickeln kann bei Mangel an Pflanzen und Baumwuchs. Ferner gehört dahin das Meeresalluvium bald thonig (Schlick und Seemarsch) bald Sand, das Flußalluvium, der Kalktuff und der Wiesenmergel, der Torf, der Raseneisenstein.

Die Alluvialbildungen der norddeutschen Ebene enthalten noch Reste ausgestorbener Thierarten wie die des fossilen Pferdes, des Riesenhirsches (*Cervus megaceros*), fossiler Rinder wie *Bos urus* und *primigenius*. Die lebenden Thiere sind durch Hirsche, Reh, Glem, Reuthier und Biber vertreten, welche sich zum Theil in Gegenden finden, wo sie jetzt nicht anzutreffen sind. So erzählt auch der Inhalt des Alluviums die Geschichte eines langen Zeitraums, in welchem die Ueberleitung der diluvialen Zustände in die heutigen stattfand. Für die Pflanzenwelt lieferten

noch die Untersuchungen von Dr. Karl Müller in Halle einen interessanten Beitrag. Er fand dünne Moosschichten aus dem Heidesand von Sarkau auf der Kurischen Nehrung vorzugsweise aus einem Moose (*Hypnum turgescens* Schimper) zusammengesetzt, das jetzt nur in schwedischen Sümpfen (und am Königssee bei Berchtesgaden) gefunden wurde. Man darf wohl mit Berendt daraus auf einen allmählichen Uebergang zu wärmeren Temperaturen schließen.

Zum Schluß mag noch angedeutet werden, angedeutet weil ohne genaue Höhenarten kaum darzulegen, daß die Hauptströme der norddeutschen Ebene im Laufe der Zeiten eine Ablenkung nach Osten erfahren haben. Aus den Arbeiten von Leopold v. Buch, Fr. Hoffmann, Girard geht hervor, daß bei höherer Lage der Flußthäler, ehe sie sich bis zur jetzigen Tiefe in den lockeren Boden der Ebene eingeschnitten hatten, der Flußlauf ein anderer war. Der Unterlauf der Elbe ging durch das jetzige Aller- und Weserthal fort; die Oder wendete sich südlich von Frankfurt nicht wie jetzt gegen Norden, sondern nach Westen und bildete das Thal, in dem von Müllrose bis Spandau jetzt die Spree läuft; die Weichsel nahm ehemals ihren Lauf durch das Thal der Neße und Warthe in den jetzigen unteren Oderlauf. Berendt hat es höchst wahrscheinlich gemacht, daß die Wasser des unteren Niemens und seiner Nebenflüsse einst durch das heutige breite Inster- und Pregelthal zur Ostsee abfloßen und erst später sich den näheren Weg über Tilsit gebahnt haben.

Faßt man also zusammen die geologische Bildung der norddeutschen Ebene, so ergibt sich eine nach der Tertiärzeit erfolgte Ueberlagerung durch lose Massen — sandige und thonige Absätze mit Gesteinsbruchstücken —, welche wesentlich dem Norden entstammen; diluviale Bildungen auf dem allmählich sich hebenden und aus dem Meere auftauchenden Gebiet; darüber auf dem

von Senkungen und Hebungen vielfach betroffenen Boden ältere Alluvialabsätze, endlich jüngere Alluvialabsätze und recente Bildungen, welche theils durch die Flüsse von Süden her gebracht theils durch Auslaugung und chemische Niederschläge aus dem schon Vorhandenen gebildet wurden. Eine Reihe von Borgängen, deren lange, lange Zeitdauer durch die Veränderungen der Thier- und Pflanzenwelt bezeugt wird, deren Anfang weit zurückliegt jenseit der beglaubigten Geschichte, weit jenseit des Auftretens des Menschen, deren Fortsetzung wir heute noch vor sich gehen sehen. Ist auch der Boden der norddeutschen Ebene zu einem Theil ein Geschenk des nicht deutschen Nordens, so ist ein anderer, geologisch betrachtet, deutschem Boden entnommen.

### Anmerkungen.

1) E. von Buch, Monatsber. d. Berl. Akad. 1849. 119. „Herr Meyen hat mit preiswürdiger Hingebung in 13000 Fuß Höhe am Vulkan von Maypo über S. Yago de Chile viele organische Reste gesammelt. — Unter diesen Produkten ist keine Versteinerung häufiger als *Exogyra Couloni*.“

E. von Buch, Monatsber. d. Berl. Akad. 1852. 678. „Herr Francis de Castelnau erzählt, daß *Ammonites bifurcatus* Schloth. schon auf dem 15500 Fuß hohen Col de Yuda im schwarzen bituminösen Schiefer vorkomme.“

Crosnier (d'Archiac, Histoire des progrès de la Géologie VII. 2. 680. 1857) fand in Peru in mehr als 4800 Meter Höhe Kalke mit Versteinerungen von jurassischem Ansehen.

Nach Heer (Urwelt der Schweiz 1865. 254) kommen im westlichen Thibet Nummuliten bis zu 16500 Fuß über dem Meer vor.

In der Schweiz erreichen Nummuliten auf dem Gipfel des Bisertensstockes die Meereshöhe von 3426 Meter.

2) Da das Niveau aller mit einander in Verbindung stehenden Meere überall dasselbe ist, so kann sich die Tiefe des Meeres an irgend einer Stelle nicht ändern ohne das Niveau des Ganzen zu beeinflussen. Ein allgemeines Sinken des Meerespiegels könnte nur durch eine Verminderung der im Kreislaufe befindlichen Wassermenge bewirkt werden. Man hat wohl eine solche Verminderung durch Eindringen von Wasser in die Tiefen der Erde angenommen, aber dafür liegen keine Beweise vor, vielmehr erscheint aus vielen Gründen diese Ausnahme sehr wenig wahrscheinlich. Wird auch durch das Polareis, die Gletscher, möglicher Weise durch noch andere Ursachen wie

Vermehrung der Organismen, Zunahme der Sedimentbildungen u. s. w. eine gewisse Wassermenge dem Kreislauf entzogen, so sind alle diese Dinge unbedeutend und sicher zu unbedeutend, um durch Abnahme des Wassers ein allmähliches Sinken des Oceans nothwendig zu machen. Verändert sich die Höhenlage eines Landes, so muß es gestiegen sein. Da an nahe gelegenen Punkten ungleiches Steigen beobachtet ist, wie z. B. in Altenfiord, Finnmarken, wo die übereinander hinlaufenden Terrassenlinien ungleiche Abstände zeigen, so folgt: nicht Sinken des Meeres, sondern Hebung des Landes ist die Ursache des veränderten Niveaus. Die Tiefen der Meere haben sicher in geologischen Zeiten eben so gewechselt wie die Höhenlage und Gestalt der Länder.

3) Nach dem Bulletin de la Soc. géol. de France (2) 25. 685 hat Agassiz am 24. Juli 1837 bei der Versammlung der schweizer naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Neuchâtel zuerst die Bezeichnung „période glaciaire“ gebraucht, wenn auch in etwas anderem Sinne als in dem heute angenommenen.

4) Kjerulf, Zeitschr. d. deutsch. geolog. Ges. XXII. 1870. Ueber die Terrassen in Norwegen und deren Bedeutung für eine Zeitberechnung bis zur Eiszeit zurück.

5) E. Ferd. Roemer, Ueber die ältesten Formen des organischen Lebens auf der Erde. Heft 92 dieser Sammlung.

6) Die Bezeichnungen Diluvium, Diluvialzeit u. s. w. rühren aus der Zeit her, wo man die in Rede stehenden Ablagerungen, welche bei Werner noch „aufgeschwemmtes Gebirge“ heißen, der biblischen allgemeinen großen Flut (Sinfloed; in den älteren Ausgaben der Lutherischen Bibelübersetzung Sündflut, erst seit etwa 1630 Sündflut; ebräisch mabbâl, große Flut; in der Vulgata diluvium) zuschrieb. Im Anschlusse an die Bezeichnung Tertiärformation braucht man auch die Namen Posttertiär- oder Quartärformation, auf welche die Bildungen der Gegenwart folgen, die recente Formation. Für die beiden letzteren zusammen findet sich auch noch der Name Schwemmland.

7) Nach Beyrich (Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft. XII. 522) ist ein hinterster oberer Backenzahn vom *Rhinoceros leptorhinus* zu Nixdorf bei Berlin im Diluvium der norddeutschen Ebene gefunden.

8) Elf Grad N. dürften als Mitteltemperatur des wärmsten Monates die Südgrenze des *Misothermus torquatus* bestimmen. Er findet sich im Innern Sibiriens nur nördlich vom Polarkreis. Hensel, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. VII. 497. — Nach von der Mark (Verh. d. naturh. Vereins d. preuß. Rheinlande und Westphalens XV. 73) fand sich im Diluvium an der Eisenbahnbrücke bei Hamm ein fast vollständig erhaltenes halbes Geweih einer Renthiervarietät (*Cervus tarandus* L. var.).

9) Bei Grodno (Litauen) in der Nähe anstehender Kreide sind nach Berend die Feuersteine wieder häufig.