

**„Verslag omtrent een geologisch onderzoek van de  
gronden in de Betuwe in verband met waarne-  
mingen betreffende de doorkwelling der dijken ap-  
last van den Minister van Waterstaat,  
Handel en Nijverheid**

ingesteld door

**Dr. F. Seelheim.**“

---

Hierzu Taf. III. u. IV.

---

Aus dem vorstehenden Werke möchte ich unserem Verein Einiges mittheilen, das zunächst für die Gegend der Rheinmündungen in Holland, ferner für das gesammte Rheingebiet überhaupt und endlich für die Geologie im Allgemeinen, namentlich hinsichtlich der Bildung des Diluviums, Interesse hat.

Bekanntlich theilt sich der Rhein in Holland in zwei Arme, Waal und Niederrhein, von welchen letzterer weiter unten Lek genannt wird. Beide fließen wenig divergirend westwärts. Das Land zwischen diesen beiden Strömen wird im oberen und mittleren Theile Betuwe genannt. In der Mitte der Betuwe fließt die Lesige, ein schiffbarer Fluss, der bei hohem Wasserstande der Hauptströme ungemein anschwillt und überschwemmt, obgleich er in keiner sichtbaren Verbindung mit denselben steht. Die Lesige entsteht, wie ich ausführlich dargelegt habe, ganz aus dem Sickerwasser, welches aus den Strombetten unterhalb der wasserdichten Oberfläche der Betuwe durchquillt. Ich erwähne dieses nur, weil es ein Fall ist, der vielleicht einzig in seiner Art dasteht. Vom Niederrhein zweigt sich oberhalb Arnheim ein gegenwärtig Ysel genannter Arm ab, dessen Ursprung auf den Drusus-Graben zurückgeführt wird, und der bei Kampen in die Zuidersee fließt. Schliesslich

kommt noch der krumme Rhein in Betracht, welcher die Grenze zwischen Niederrhein und Lek bildet, bis Utrecht reicht und dann einen Zweig, die Vecht, nach der Zuidersee, einen anderen, den alten Rhein, nach der Nordsee entsendet. Das Delta zwischen krummem Rhein und Ysel will ich Veluwe nennen, obgleich sich diese Bezeichnung nicht ganz mit dem geographischen Begriffe dieses Namens deckt.

Die Oberfläche der Betuwe liegt auf der Linie Arnheim-Nymegen 9 bis 10 Meter + AP., neigt sich allmählich, bis sie in der Nähe von Gorinchem AP erreicht, während weiter westlich in der Gegend von Dortrecht das Terrain schon 1 Meter — AP liegt.

Die Veluwe besteht aus Hügelland, in welchem die grösste Höhe 107 m + AP beträgt; es bildet zwei breite Gabeläste, die sich im Ganzen genommen vom Rhein nach der Zuidersee abdachen, in der Mitte eine Niederung lassend, deren Fortsetzung der Boden der Zuidersee bildet. In der Niederung fliesst die Eem. Dieses Hügelland wird einerseits durch die Betuwe im steilen Abfall unterbrochen, erscheint aber schon wieder bei Nymwegen und zieht sich von da als ein breiter Streifen dem Rheine parallel, also auf der linken Seite, nach Deutschland hinein. Andererseits unterbricht das Yselthal den Höhenzug, der bei 's Heerenberg am rechten Rheinufer wiedererscheint, während weiter aufwärts das Terrain wieder niedriger liegt.

Die Betuwe ist durch 89 Bohrungen von 25 m abgeschlossen, die in drei Quer- und zwei Längsprofilen dargestellt sind, wegen deren auf das Original verwiesen werden muss; doch will ich später das Wesentlichste daraus hervorheben. Dagegen liegt hier bei ein aus vier Tiefbohrungen construirtes Profil: Goes — 217,7 m, Gorinchem — 182,5 m, Utrecht — 368,8 m, Amsterdam — 172,6 m, von denen die drei letzteren schon älteren Datums und durch P. Harting beschrieben sind. Auf dieses Profil möchte ich zunächst die Aufmerksamkeit lenken.

Die tertiären Bildungen sollen hier nur kurz erwähnt werden. Zu unterst finden wir den Rüpellehm (système rupélien supérieur Dumont's). Man hat dieses System unter

anderen bei Artselaar<sup>1)</sup> in Belgien in der Tiefe von 10,2 m erbohrt; bei Hoofdplaat in Zeeland fand ich es — 20 m<sup>2)</sup>, in Goes, wo es 124 m mächtig, — 93,1 m; sonst ist es in Niederland durch keine Bohrung erreicht. Dagegen findet es sich bei Ostende auf — 27,8 m. In Goes konnten 44 Schichten unterschieden werden. Es enthält etwas Glaukonit, einzelne in Schwefelkies versteinerte Diatomeen, aber ausser einigen Bruchstücken von *Ostrea gigantea* keine Conchilien. Der Rüpellehm dürfte wohl wesentlich ein Verwitterungsproduct der fossilfreien Schiefer Belgiens sein, das durch eine periodische Anschwemmung von langer Dauer hierher geführt ist.

Der Grünsand (*système distien D.*), welcher über dem Rüpellehm lagert, ist erbohrt: in Antwerpen, *place St. André* — 8,8 m, bei Hoofdplaat — 16,9 m, in Goes — 66,7 m, in Utrecht — 295 m. Er besteht fast zu gleichen Theilen aus Quarzsand und Glaukonit, den Steinkernen der Foraminiferen; doch nur selten findet man noch einzelne der kleinsten Exemplare mit der Kalkschale der Foraminiferen erhalten, die nach dem Befeuchten mit Salzsäure unter dem Mikroskop den feinen Bau des Steinkernes erkennen lassen; meistens ist der Kalk gänzlich daraus verschwunden. Die Falllinie weist auf die Kreideformation des nördlichen Frankreichs hin und dieser tertiäre Grünsand ist aller Wahrscheinlichkeit nach für ein Anschwemmungsproduct der Schelde zu halten; die grosse Gleichmässigkeit der Bildung lässt selbst vermuthen, dass die Anschwemmung auf einmal in Folge eines plötzlichen Durchbruchs stattgefunden hat. Insofern wäre hier für den Grünsand weit mehr als für den über ihm lagernden Muschelsand, dem *système scaldisien D.*, der letztere Name passend, da der Muschelsand eine Meeresbildung ist. Das *système scaldisien* ist erbohrt: in Goes — 45 m, in Gorinchem — 117,5 m, in Utrecht — 135 m, mehr charakteristisch am letzteren Orte nach Harting erst auf — 242 m. Dieser Sand, der noch

1) O. van Ertborn, Note sur les sondages de la province d'Anvers.

2) De grondboringen in Zeeland.

etwas glaukonitsisch ist, enthält bis zu einem Drittel des Volums Conchilien, wovon die grösseren Exemplare sämmtlich zerbrochen, die kleineren und nicht ausgewachsenen, die besonders zahlreich vorkommen, aber vielfach gut erhalten sind. Die sehr zahlreichen Species dieser pliocänen Fauna sollen hier nicht aufgezählt werden, nur über die Bedeutung derselben mögen einige Bemerkungen Platz finden. Zunächst wird man annehmen müssen, dass diese Conchilien am Orte im Meere gelebt haben; der gleichmässige Charakter der Fauna, der Erhaltungszustand der Individuen, machen das mehr als wahrscheinlich; doch sind sie mit angeschwemmtem Sande vermischt und darin begraben, derart, dass sich unter Utrecht ein Lager von 160 m Mächtigkeit bilden konnte. Nun ist die Fauna gänzlich verschieden von der jetzt an unsern Küsten und unter gleichem Breitegrade existirenden, also müssen die Lebensbedingungen sich hier geändert haben. Wenn auf einem so beschränkten Raume wie die drei oben genannten Bohrlöcher, dieselbe Muschel, z. B. die *Cyprina Islandica* heraufgebracht wird, so wird man sagen müssen, sie sei dort einheimisch gewesen. Dieselbe ist aber jetzt bei Grönland, Island, den Lofoten zu Hause und geht kaum bis zur Nordsee herunter, während sie fossil selbst bis südlich von den Alpen gefunden wird. Dies beweist klärlieh, dass das Klima hier seitdem milder geworden ist; denn wenn die Temperatur auch nicht die einzige Bedingung der Verbreitung einer Species ist, so ist sie doch sicher eine wesentliche, und man wird diese theils ausgestorbene, theils ausgewanderte Fauna wohl mit Recht eine boreale oder subarktische nennen dürfen.

Die bisher definirten Systeme bilden die Unterlage einer Formation, die sich sehr charakteristisch sowohl von den tertiären Bildungen, als auch von den sie theilweise überdeckenden Fluss- und Meeresalluvionen unterscheidet und, wie näher begründet werden soll, als Diluvium zu bezeichnen ist.

Wir finden das Diluvium in Goes von — 3,9 bis — 45 m, in Gorinchem — 9 bis 117,5 m, in Utrecht — 4,5 bis 135 m, in Amsterdam — 52,1 bis — 172,6 m, wo es

noch nicht durchbohrt ist. Unter der Betüwe in ihrer ganzen Erstreckung bildet es eine geneigte Oberfläche, die von  $-15$  m bis  $+8$  m von Westen nach Osten aufsteigt; in der Veltüwe bildet es das Hügelssystem, das bis  $+107$  m ansteigt und sich an den Rheinufern fortsetzt, und ist von einer älteren Bohrung von  $172$  m bei Zijst nicht durchdrungen.

Was nun diesem Gebilde, welches also von  $172,6$  m unter dem Meeresspiegel bis  $107$  m über demselben auftritt, einen gemeinschaftlichen Charakter verleiht, ist die Abwesenheit jeglichen Meeresbewohners, der zur Stelle gelebt haben kann. Man kann doch nicht annehmen, dass darin einstmals Meeresconchilien vorhanden waren, die aus irgend einem Grunde, etwa durch Auflösung, daraus verschwunden sind; man würde dann nicht begreifen, warum sie in den darunter und den darüber liegenden Schichten erhalten geblieben, noch weniger, warum der feine Kalkschlamm, der stellenweise darin vorkommt, nicht ebenfalls verschwunden wäre. Dazu kommt, dass wohl einige Süßwasser- resp. Land-Conchilien wie *Succinea*, *Paludina*, *Pisidium*, *Helix* u. a. in den unteren Schichten, ja selbst Knochenreste von Landsäugethieren gefunden sind. Nur in dem nach dem Meere aus gehenden Theile finden sich einige Nadeln von Seeschwämmen. Eine Betrachtung über den Inhalt und Aufbau des Diluviums wird uns, wie ich hoffe, eine klare Einsicht in die Entstehung dieses räthselhaften Gebildes gewähren. Die unterste Schicht, welche sich unter Utrecht auskeilt, unter Gorinchem  $52,2$  m und unter Goes, wo sie nur noch vom Alluvium bedeckt ist,  $45$  m mächtig ist, zeigt das gemeinschaftliche Merkmal eines Kalkgehaltes von etwa  $5$  Proc., während der Rest aus feinem, beinahe weissem Sande besteht. Sie enthält einige Feuersteine, einzelne Gerölle von Kieselschiefer und, ausser den schon erwähnten Süßwasserconchilien, Spuren von Bryozoën und Korallen<sup>1)</sup>. Alle diese Verhältnisse und namentlich die Lagerung beweisen augenscheinlich, dass die Schicht eine Maas-Anschwemmung ist. Die Maas, indem

---

1) Harting, De bodem onder Gorinchem.

sie durch die Limburger Kreideformation fließt, liefert auch gegenwärtig kalkhaltige Absätze, während diejenigen des Rheines im Allgemeinen kalkfrei sind. Im Süden jedoch bei Goes deutet ein geringer Glaukonitgehalt an, dass dort auch die Schelde zu ihrer Bildung beigetragen hat.

Von nun ab treten wir, uns aufwärts bewegend, in das kalkfreie Diluvium ein, und zwar zunächst in den Braunkohlensand, so benannt, weil dieser feine grauweiße, silberfarbige Glimmerschüppchen enthaltende Sand durchgängig mit kleinen Braunkohlenstückchen untermischt ist. Von Geröllen kommen wenige kantengerundete Quarze und schwarze Kieselschiefer vor, ferner einige Stückchen grauen trachytischen Feldspathes, mit rechtwinkligem Bruche; von Organismen, vom mumificirten Holze abgesehen, dagegen keine Spur. Das ganze Diluvium unter Amsterdam von — 55,8 bis — 172,6 m gehört hierher, ebenso von — 82,5 bis — 123 m unter Utrecht, während es bei Gorinchem auskeilt. In der oberen Betüwe ist es durch die 25 m tiefen Bohrungen noch eben erreicht, in der unteren Betüwe nicht mehr und in der Velüwe ist es gänzlich unbekannt. Wenn wir an dem Merkmal festhalten, dass die Rheinabsätze kalkfrei sind und auch die Lagerung in Betracht ziehen, dann dürfte dieser Sand ein Rheingebilde sein. Wir finden in der Braunkohlenformation am Siebengebirge solche Sande mit schwarzen Kieselschiefern, und wenn man annehmen will, dass ehemals in jener Formation viel mehr vorhanden war, so liesse sich die Herkunft allenfalls verstehen. Wie es jedoch möglich war, dass er eine Schicht von 172 m unter dem Meeresspiegel bilden konnte, ohne etwas, was an die See auch nur erinnert, aufzunehmen, ist ein Problem, dessen Betrachtung noch etwas aufgeschoben werden muss.

Ueber dem Braunkohlensande erstreckt sich eine nur wenig nach Nord und West geneigte Schicht eines grauen fetten Thones ohne Einschlüsse, die wir im Gegensatze zu den alluvialen durch einen beträchtlichen Gehalt organischer Stoffe ausgezeichneten Thonen, als Lehm unterscheiden wollen. Die Schicht ist unter Utrecht 16,2 m mächtig und verjüngt sich nach Amsterdam und Gorinchem;

in der Bettüwe findet sie sich noch bei Nymwegen, dagegen nicht im Innern der Bettüwe und, soweit bekannt, nicht in der Velüwe.

Das folgende Hauptglied bildet eine Sandart, die von den bisher genannten wieder ganz verschieden ist. Sie ist gelb bis röthlich und stellenweise grünlich gefärbt, enthält mehr oder weniger Glimmer, doch weder Kalk noch Organismen. Sie erscheint unter Gorinchem bei — 11,2 m gleich unter dem Alluvium und bildet dort eine Schicht von 31 m, die dem Lehme aufliegt. In der Bettüwe tritt sie nur ganz untergeordnet im oberen Theile auf, dagegen besteht das Hügelssystem der Velüwe seiner ganzen Hauptmasse nach aus dieser Sandart; doch ist sie hier schichtweise mit Geröllen durchsetzt, während solche sonst nur zerstreut und einzeln darin vorkommen. Wenn wir die Farbe dieses Sandes, den Gehalt an Glimmer und die Abwesenheit des Kalkes in Betracht ziehen, so werden wir zu deutlich auf die Buntsandsteinformation von Schwarzwald und Vogesen hingewiesen, um ihn nicht für eine Anschwemmung des Rheines zu halten; doch drängt sich wieder sofort die Frage auf, wie war es möglich, dass sich diese Süßwasseranschwemmung von 42 m unter AP bis 107 m über AP verbreiten konnte.

Schliesslich dehnt sich nun unter der ganzen Bettüwe der Länge und Breite nach eine Geröllschicht aus, die zur Hälfte bis  $\frac{2}{3}$  mit feinerem Detritus und Quarzsand untermischt ist; sie wird nur noch von ausgeschwemmtem Sande überdeckt, der sich nicht immer ganz scharf von den unreinen Sanden und Thonen des Alluviums abgrenzt.

Die Arten der Gerölle sollen einzeln aufgezählt werden, weil sie wegen ihrer Herkunft besonders wichtig sind. Sie sind, wenn es nicht besonders bemerkt wird, sowohl in der Bettüwe als in der Velüwe gefunden.

Quarze. 1. Vollkommen eirunde weisse Quarze mit gelblichen Adern; sie finden sich auch im Rheinthal bis Mainz und ebenso in der Nähe von Frankfurt bei Neu-Isenburg ziemlich zahlreich und stammen, wie mir Herr von Dechen auf meine Anfrage mittheilte, aus dem Mainzer Becken, wo sie die unterste Schicht bilden zwischen Kirn

und Daun. Es ist sehr charakteristisch, dass sie in der Vetüwe hoch über dem Meere und bis in die Nähe der Zuidersee vorkommen.

2. Abgerundete Quarze mit grünen Trümmern von Chloritschiefer aus der Gegend von Sonnenberg, Dotzheim u. a. am Taunus herührend; ebenso gelbe, röthliche und weisse Quarze aus der Grauwackenformation des Rheins; seltener wasserhelle oder gefärbte durchsichtige Quarze aus Gängen oder Blasenräumen ebendaher.

3. Hornsteine in grauen, braunen und grünen Varietäten rheinischen Ursprungs sind häufig. Chalcedonmandeln, Karneol, Onyx und andere Agate werden einzelne Male gefunden.

Feuersteine. Die eirunden, hell blaugrauen, oft bis zur Hälfte in eine scharf abgegrenzte Kieselmasse übergegangen, sind sehr charakteristisch; sie rühren von Herzogenrath her und sind wohl mehr dem Maas- als dem Rheingebiete zuzuzählen; ferner finden sich noch gelbe und schwarze Feuersteine aus der Limburger Kreide; ihr Durchmesser beträgt bis 6 cm.

Halbopal und Hyalith als Ueberzug kommen vereinzelt vor.

Von einem fleischrothen Feldspath sind nur zwei Stückchen von 3 bis 4 mm gefunden. Feldspathporphyr mit in röthlicher und graubrauner Grundmasse schwebenden Krystallen ist ebenfalls ziemlich selten. Man wird seinen Ursprung auf die Lahngegend zurückführen können.

Lava, vulkanische Schlacke und vulkanischer Tuff sind ziemlich häufig und ihr Ursprung aus dem Laacher- oder Eifelgebiet nicht zweifelhaft.

Bimstein in Körnchen von 2 bis 3 mm findet sich in der Betüwe in eine 2 m dicke Schicht von Geröllsand eingemengt; durch Einrühren in Wasser kommt er mit Stückchen Braunkohle an die Oberfläche; er kommt in gleicher Weise auch am Rhein, z. B. bei Düsseldorf, vor.

Basalte, Trachyte und Grünsteine kommen in mehreren Varietäten vor, häufig stark abgeschliffen und dann erst auf dem frischen Bruche zu erkennen; man kann sie nur als rheinisch bezeichnen. Kieselschiefer in gelben,

braunen, dunkelgrauen und schwarzen Varietäten sind ausserordentlich häufig vertreten und es genügt, die Lahn als Ort der Herkunft vorzugsweise anzuführen.

Quarzite und quarzige Sandsteine mit Quarzadern aus dem Grauwackengebiete finden sich in zahlloser Menge, und plattenförmige Buntsandsteine sowie auch die härteren Vogesensandsteine bilden keine Ausnahme.

Dasselbe gilt von den Grauwacken und Schiefern, die in unzähligen grünen, grauen und gelben, mehr oder weniger grob- und feinkörnigen bis zu den feinsten hellgrauen pelithischen Varietäten vorkommen.

Von Eisensteinen findet sich Sphärosiderit in Brocken, Roth-, Braun- und Magneteisenstein nur in feinen Körnern.

Auffallenderweise sind Kalksteine fast ganz abwesend; ein Stückchen eines mergeligen braunen Kalksteins gleich dem des braunen Jura im Breisgau fand sich in der Betüwe, und von der Velüwe gilt dasselbe. Es ist dies um so bemerkenswerther, weil östlich von dem Ysel und z. B. auf der Insel Urk in der Zuidersee Kalksteine einen Haupttheil des Gerölles ausmachen; auch an der Maas findet man hin und wieder schwarze Kalksteine; in dem abgegrenzten Gebiete unserer Betrachtung kann man aber die Seltenheit der Kalksteine als Kennzeichen des Rheindiluviums anmerken. Wie von Kalksteinen, ist die Betüwe und Velüwe von Petrefacten leer, wenn man nicht einzelne verloren vorkommende und unbestimmbare Bröckchen von Tertiärmuscheln dahin rechnen will, die vielleicht dem Mainzer Becken angehörten.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass in der Betüwe zwei 1 cm grosse Stückchen Granit mit röthlichem Feldspath und dunklem Glimmer gefunden sind; da solche auch im Rheinthal bei Coblenz vorgekommen sind, wird man sie für rheinischen resp. Schwarzwälder Ursprungs halten dürfen, denn irgend ein Gestein, das nicht im Rhein- und Maasgebiete zu Hause wäre, ist in der ganzen Betüwe nicht gefunden.

Ganz anders ist es in der Velüwe. Zwar sind auch dort die Geröllschichten innerhalb der Hügel durchaus von gleicher Art wie in der Betüwe, aber nicht so an der

Oberfläche. Es findet sich viel erratisches Gestein, selbst Granitblöcke von mehr als 1 m Durchmesser, doch ist der Ursprung der Geschiebe noch nicht genau bekannt. Sicher ist, dass es den Lek und Niederrhein nicht überschritten hat, und dass es vorzugsweise im nördlichen Theile der Veluwe vorkommt.

Nachdem hiermit das Wesentlichste über das Material hervorgehoben ist, müssen wir den Bau der Veluwe einer Betrachtung unterwerfen. Wie eingangs erwähnt, bildet sie zwei nach Norden abfallende und divergirende Höhenzüge, in denen sich eine Menge abgerundeter Hügel finden, die zum Theil eine auffallend regelmässige Form besitzen. Von diesen sind etwa fünfzig in die beiliegende Karte im Maassstabe von 1 : 600 000 genau eingezeichnet. Wie man sieht, haben sie gemeinsam das Streichen von WO. und SW. NO., ihre Kammlinie ist schnurgerade und horizontal, und im Querprofil bilden ihre Oberflächen regelmässige Wellenlinien. Wenn man diese meist nur von einer dünnen Haidedecke bekleideten Hügel manchmal ganz parallel hintereinander, wie bei Hoogdoeren, vor sich sieht, haben sie in ihrer einfachen Form und Grösse ordentlich etwas Imponirendes. Häufig zeigen sich vom Fusse solcher Hügel ab und diesen ganz parallel streichend kleinere Hügelwellen, die nordwärts immer flacher und breiter bis zu 10 m breit werden und dann verschwinden. Diese Furchen sind nicht vom Regen gezogen, denn wären sie es, so müssten sie von den Gehängen herablaufen, während sie horizontal liegen. Sollten vielleicht alle diese Hügel vom Winde geformte Dünen sein? Wir finden Ueberstäubungen in der That auch in der Veluwe; aber Dünen enthalten kein Gerölle, niemals ein Körnchen; sie haben nicht den ebenen Verlauf der Kammlinien und folgen nicht auf so weite Erstreckung hintereinander. Wir wollen diese Gebilde nun einmal im Innern betrachten; sie sind im Streichen und Fallen durchschnitten; wenn das auch selten vorkommt, so liegen doch einige Fälle vor; z. B. durch den Bau der Wasserleitung von Soesterberg nach Utrecht, auch sonst auf Durchstichen der Eisenbahnen. Beschaut man ein Profil in der Streichlinie, dann sieht man zuweilen

flaschenförmige Figuren, deren Hälse nach der Oberfläche ausgehen, manchmal einzeln, manchmal mit den Bächen so in einander laufend, dass sie Linien bilden, die wie Wellen mit scharfen Kämmen erscheinen; ihre Grösse beträgt 1 bis 2 m; auf den Conturen sieht man nicht den geringsten Unterschied des Kornes: sie sind durch Regenwasser gebildet, welches durch die dünne Haideschicht dringend, etwas Humus aufnimmt und den gelben eisenhaltigen Sand verfärbt. Man sieht daraus, welchen Einfluss Regenwasser auf diesen leicht durchdringbaren Sand hat; es kann sich nicht ansammeln und die Oberfläche erodiren, und deren stattlich geschwungene Flächen nicht stören.

Die Geröllschichten erscheinen wie horizontale Linien, handhoch bis  $\frac{1}{2}$  m mächtig; sieht man sie auf einer horizontal abgetragenen Fläche, dann gleichen sie von ferne weithin laufenden Wagenspuren. Ein ganz anderes Bild zeigt der Schnitt von N. nach S. in der Falllinie des Hügels. Als der Soesterberg durchschnitten war, zeigte sich im Innern eine Geröllschicht, auf der Südseite  $\frac{1}{2}$  m mächtig aus der Tiefe kommend, verjüngte sich allmählich, einen Winkel von ungefähr  $50^\circ$  mit der Horizontalen bildend, bog sich dann und setzte sich mit einer Neigung von wenigen Graden nordwärts fort und fiel dann plötzlich unter  $30^\circ$  mit dem Horizont nördlich ein, allmählich wieder  $\frac{1}{2}$  m mächtig werdend. Darunter und darüber war gelber Sand und das Gerölle rheinisch. Als ein Curiosum will ich noch bemerken, dass einmal auf einem Längenprofil sich eine Geröllschicht plötzlich auf ein paar Meter unterbrochen zeigte, in der Art, dass das Geröll unregelmässig in den Sand heruntergerutscht erschien; etwas Unbedeutendes giebt es hier nicht und vielleicht hat dort einstmals ein Eisblock gesessen.

Es ist wichtig, hier Einiges von den Versuchen, die im Original ausführlich beschrieben und durch Abbildungen erläutert worden sind, mitzutheilen, wodurch man die oben beschriebenen Erscheinungen in allen Einzelheiten im Kleinen nachbilden kann. Dazu dient ein aus Spiegelglas construirter Trog, welcher ungefähr 1 m lang,  $\frac{1}{2}$  m

hoch und nur  $\frac{1}{2}$  cm weit ist, durch welchen man einen Wasserstrom von gleichförmiger und wechselnder Geschwindigkeit führen kann. Füllt man den Trog mit Wasser und lässt darin vorsichtig ganz reinen, feinen und vorher ausgekochten Sand von gleicher Korngrösse fallen, so bildet er darin ein gleichschenkliges Dreieck mit scharfer Spitze, das uns einen vertikalen Querschnitt eines Prismas vorstellt. Der Böschungswinkel mit der Basis beträgt  $40^\circ$ . Fällt der Sand mit verschiedenen Geschwindigkeiten, so kann dieser Winkel in allen Graden kleiner, aber niemals grösser sein. Da der Reibungscoefficient des Sandes, wie durch anderweitige Versuche nachgewiesen,  $= 1$  ist, so müsste der Böschungswinkel theoretisch  $= 45^\circ$  sein, aber dann würde der Sand sich in einem labilen Gleichgewicht befinden, während der wirkliche Winkel eine gewisse Stabilität hat. Führt man nun einen gleichmässigen langsamen Strom durch den Trog, dann wird die Spitze des Dreiecks hinweggeschnitten, und die also immer länger werdende Schnittlinie ist dem Wasserspiegel parallel; der fortgeführte Sand fällt auf der vorderen Böschung nieder, dabei genau denselben Fallwinkel von  $40^\circ$  bildend, und die zwei durch die Schnittlinie entstandenen Ecken bleiben scharf. Verstärkt man nun den Strom, dann nimmt die ihm zugewandte Böschung ab, der fortgeführte Sand wird auf das Plateau hinaufgeworfen und bildet einen Hügel, der aber sofort wieder abgestutzt wird und nun in Form einer Terrasse über die Bank hinweggeführt wird, bis er an der Vorseite wieder niederfällt; der Fallwinkel der Terrasse bleibt während ihres Fortschreitens immer  $40^\circ$  und auch an der Stossseite sieht man eine Terrasse unter genau demselben Fallwinkel die Böschung hinaufklimmen, so dass eine der andren folgt. Wenn der Strom nicht zu schnell ist, bringt immer die nächstfolgende Terrasse die vorhergehende so lange zum Stillstand, bis sie dieselbe eingeholt hat, um dann zu einer grösseren vereinigt fortzuschreiten, wenn sie nicht abermals durch die folgende eingeholt wird. Die abnehmende Böschung wird während dieses Spieles steiler und erscheint ein wenig concav, bringt man aber den Strom zum Stillstand, dann fällt der Sand auf dieser

Seite wieder zurück und bildet wieder den ursprünglichen Winkel von  $40^{\circ}$ . Man kann die Terrassen nicht schärfer zeichnen, als sie sich in diesem Apparate bilden und ihre Regelmässigkeit wird nur von vielen natürlichen Terrassen erreicht, die sich eben auf dieselbe Weise und keineswegs durch ruckweise Hebung! — des Erdbodens, und auch nicht durch Erosion<sup>1)</sup> bilden.

Sehen wir nun, auf welche Weise sich Gerölle fortbewegt. Ein Stein wird auf einer harten und rauhen horizontalen Unterlage fortgerollt, wenn die Stromgeschwindigkeit — wie durch Versuchsreihen gefunden — das Achtzehn- bis Zwanzigfache seines mittleren Durchmessers beträgt; liegt er hingegen auf der Sandbank, dann ist dazu eine etwas grössere Geschwindigkeit erforderlich. Bei unzureichender Geschwindigkeit des Wassers sinkt er etwas ein, indem der Sand neben und unter ihm hinweggeführt wird, gelangt, während die Bank abnimmt und fortschreitet, bald auf die Böschung und erreicht endlich auf senkrechtem Wege den Boden. Das Verhalten in diesem Falle hat zur Folge, dass das Gerölle aus der Bank ausgeschieden und zum Haufen vereinigt durch die fortschreitende Bank zurückgelassen wird. Verstärken wir nun den Wasserstrom und bedienen uns in unserm Apparate statt der Gerölle, um nicht eines zu heftigen Stromes zu bedürfen, einer gröberen Sandsorte, dann wird der grobe Sand wie vorher gegen die Böschung hinauf über die Bank hinweggeführt und gelangt auf die Fallseite, die ganze Bank mit einer Schicht überdeckend; doch verschwinden hierbei die Terrassen, und die Bank bekommt eine wellenförmige Oberfläche. Wirft man endlich wieder von dem ersteren feinen Sande in den Strom, so bedeckt sich die gröbere Schicht wieder mit einer feineren. Der geendigte Versuch zeigt uns nun eine Bank, worin sich eine grobe Sand- resp. Geröllschicht befindet, deren steiler über  $40^{\circ}$  betragender, dem Strome zugewandter Böschungswinkel uns erkennen lässt, dass von dieser Seite der Strom gekommen ist. Diese

---

1) S. F. Löwl, Ueber den Terrassenbau der Alpenthäler. Peterm. Mitth. 28. 1882. IV.

Erscheinung ist es nun, welche das Profil des Soesterberges, wie oben angeführt, darbot und da die steile Böschung des Gerölles darin auf der Südseite lag, so folgt hieraus, dass der Soesterberg eine Bank ist, welche durch einen von Süden herkommenden Strom aufgeworfen ist. Die Gestalten dieser Diluvialbänke geben die Wellenformen wieder, welche das Wasser zeigte, welches sie erzeugte, denn das Bett und die Oberfläche eines Stromes suchen sich immer durch gegenseitige Einwirkung zu einander parallel zu stellen.

Aber ist dieses Resultat nicht völlig undenkbar? Der Rhein sollte einstmals eine solche Menge von Wasser und Detritus abgeführt haben, dass er die in einem breiten Meerbusen lebende Fauna nicht allein gänzlich begrub, sondern auch das Seewasser weit von seiner Mündung hinwegdrängte und eine 172 m tiefe See mit seinen Süßwasserabsätzen nicht nur erfüllte, sondern ein Delta, die Veltüwe bildete, deren Banksysteme bis 107 m über dem Meere gelegen sind? Woher kam das Wasser, wie hoch war sein Spiegel, wo waren seine Ufer, wie hoch musste der Seespiegel stehen? War der Wasserstand des diluvialen Rheins an seiner Mündung so ausserordentlich hoch, so müssen rheinaufwärts sich Beweise finden, dass er dort noch höher war. Solcher giebt es viele.

1. Der Rodderberg<sup>1)</sup> ist von dem diluvialen Rheine überfluthet; während der Ueberfluthung hat ein Ausbruch stattgefunden, denn die Auswürflinge schliessen selbst nahe dem Krater Schichten von Rheingeröllen ein und nach dem Ausbruche ist in dem Trichter des Kraters eine über 60 Fuss mächtige Lössschicht aus dem schlammigen Wasser abgesetzt. Der Wasserstand muss demnach höher gewesen sein als in dem Krater und die Höhe des letzteren ist 590 Fuss über dem Meere. Wollte man etwa annehmen, dass eine so gewaltige Wassermasse nicht nöthig gewesen sei, so wird man sich überzeugen, wenn man ihn von NW. besteigt, dass dieses nicht der Fall ist, sondern dass es ein von Auswürflingen gebildeter Schuttkegel ist.

---

1) S. v. Dechen, Geogn. Führer in das Siebengebirge.

2. Die Gerölle<sup>1)</sup>, welche aus gemischten rheinischen Gesteinen bestehen von wesentlich ganz gleicher Natur, wie die der Betüwe und Velüwe, verbreiten sich im Rheinthale nicht nur über viele Meilen weite Flächen als zusammenhängende Schichten, sondern finden sich auch in beträchtlichen Höhen bis gegen 500 Fuss über dem Meere. Am Siebengebirge sieht man schon von Bonn aus eine solche Schicht, die sich schwach in der Stromrichtung des Rheines neigt, 450 Fuss hoch über dem Rheine und ebenso auf der linken Seite z. B. am Kreuzberge.

Von Dechen sagt schon, „dass sie jede Beziehung zu einem Flusse verlieren und nur mit der Küstenbildung eines Meeres verglichen werden können“. Sicherlich, denn wie sollte der Rhein mit seiner heutigen Wassermenge sie haben herbeiführen können; vergleicht man sie aber mit der Küstenbildung eines Meeres, so ergiebt sich, dass sie keine Meeresbestandtheile, die an Ort und Stelle existirt haben können, dagegen aber Material vom Taunus, Mainzer Becken, Schwarzwald u. s. w. enthalten, mithin dass ein Strom sie nach dieser Küstengegend geführt haben muss, welcher jene Höhe und Ausdehnung hatte, welche ihrer Verbreitung entspricht.

3. Der Bimstein ist, wie man aus von Dechen's Karte ersieht, über einen fast elliptischen Bezirk zu beiden Seiten des Rheines verbreitet und findet sich in Höhen, die über 500 Fuss hinaufreichen, kranzweise um Basaltkuppen abgelagert, die davon selbst ganz frei geblieben sind. Ohne die Frage nach dem Ursprung des Bimsteins, ob er vom Laacher Gebiet oder aus einem unbekanntem Krater im Lahn- oder Wiedgebiet herrührt, hier zu erörtern, ist es doch einleuchtend, dass dieselbe unter dem Gesichtspunkte des hohen Wasserstandes in einem veränderten Lichte erscheint. Es lässt sich wohl verstehen, dass der diluviale Rhein, nachdem er das Becken von Neuwied passirt, sich in der Enge von Andernach bis Sinzig staute und Seitenströme aussandte, welche in dem Umkreise cirkulirten, der durch den Bimstein bezeichnet wird.

Da der Bimstein theilweise schwimmt, so würde sein höchstes Vorkommen zugleich den höchsten Wasserstand anzeigen, doch vermag ich dieses nicht anzugeben.

4. Der Berglöss verbreitet sich im Rheingebiet von Bonn bis Basel zu immer grösseren Höhen von 500 bis 1000 Fuss aufsteigend und weit in das Gebiet der Nebenflüsse; auch in der Eifel findet er sich am Scheidsberg. Sein Vorkommen beweist augenscheinlich einen hohen Wasserstand, denn wenn man eine Fläche durch die angegebenen Höhen legt, so bleiben alle darüber hervorragenden Höhen gänzlich davon frei; die vom Jura ab im Rheingebiet abnehmende Höhe seiner Verbreitung zeigt deutlich, dass es der Schlamm der mergeligen Kalksteine der Juraformation ist, der hinweggeführt wurde, als der Durchbruch des Jura erfolgte, denn jenseits des Jura in der Schweiz kommt der Löss nicht mehr vor. Grade in weiten Abständen von der Stromrinne des diluvialen Rheines, wo das Wasser etwas ruhiger war, konnte er sich absetzen und eine Schicht bilden, die alles einschliesst, was von Organismen, wie Landschnecken etc., in sein Gebiet fiel. Dasselbe gilt von dem Löss im Rhone- und Donaugebiete.

5. Hiermit sind wir bei dem grossen alpinen Binnensee, der die ganze Fläche von 6 Millionen Hectaren zwischen Alpen und Jura umfasste und durch Sartorius von Waltershausen<sup>1)</sup> beschrieben ist, angekommen. Wir finden an einem ganz isolirten Berge, dem Mt. Salève bei Genf, in einer Meereshöhe von 3914 Fuss d. i. 2760 Fuss über dem Genfer See, Protoginblöcke und das Mt. Blancgestein erstreckt sich bis zum Durchbruche der Rhone durch den Jura. Jene Höhe muss also der Spiegel des Binnensees gehabt haben, ehe er gewaltsam, wahrscheinlich in den Richtungen von Rhone, Rhein und Donau, zugleich durch seine Ufer brach, obgleich schmale Abwässerungen wohl schon vorher bestanden. Am Mt. Tendre ist die erratische Grenze 3300 Fuss, am Chasseron 3719 Fuss =

---

1) Die Klimate der Vorwelt.

1208 m über dem Meere und diese Grenze erhält sich in nahezu gleichem Niveau bis Solothurn am Rande des Jura.

Wenn wir uns vorstellen, dass ein Wasserbecken, zweimal so gross wie Niederland und 700 m tief, dessen Spiegel 1200 m über unsern Häuptern schwebt, sich plötzlich über das Rheinthal entleert, werden uns alle die angeführten Verhältnisse wie aus einem Gusse erscheinen und es wird nicht nöthig sein, sie durch zahllose Einzelheiten zu illustriren.

Dennoch haben wir hier nur einen kleinen Theil des Diluvialphänomens vor uns; es wäre nöthig auch die übrigen Flüsse Norddeutschlands einer ähnlichen Betrachtung zu unterwerfen; namentlich gilt dies von der Elbe, welche zur Zeit des Diluviums aus einem grossen Binnensee in Böhmen hervorbrach, wahrscheinlich in Folge des Absturzes der Gletscher von der südböhmischen Gneissplatte, und einen gewaltigen Höhenzug in nordwestlicher Richtung von der Lausitz bis zur Nordsee angeschwemmt hat, dessen mittleren Theil die Lüneburger Haide bildet; wir wollen dies jedoch unterlassen und uns nur noch überzeugen, dass untrügliche Anzeichen vorhanden sind, welche eine Höhe des Seespiegels von nahezu + 200 m beweisen. Namentlich Skandinavien gewährt hierfür reichliche Anhaltspunkte. Nach Erdmann<sup>1)</sup> ist der Glaciallehm in Schweden in weiter Ausdehnung über Schichten verbreitet, die in ihrer Lagerung nicht im mindesten gestört sind. Erdmann weist nach, dass dieser Lehm nicht, wie frühere Autoren gemeint haben, immer in einem gleichen Niveau von 500 bis 600 Fuss über dem Meere vorkommt, sondern mit demselben physikalischen Charakter z. B. im Thale der Viska und Ätra eine Höhe von 700 Fuss, bei Bräuningen im Westen des Wettermeers und zwischen Greuna, Ekesjö und Jönköping selbst von 800 Fuss erreicht. Wenn nun auch in hochgelegenen Thälern, aus denen dieser Lehm zum Theil hervorkam, die Grenze oberhalb 600 Fuss liegt, eben wie es mit dem Löss im oberen Rheinthal der Fall ist, so bildet doch die Hauptmasse einen geologischen

---

1) Exposé des formations quaternaires de la Suède. 1868.

Horizont in merklich gleichem Niveau von 500 bis 600 Fuss. Bemerkenswerth ist es aber, dass die Muschelbänke, welche sich im Lehme, namentlich an der Westküste Schwedens, finden und in denen echt arktische Formen wie *Astarte arctica*, *Yoldia arctica*, *Pecten isl. u. a.* auftreten, niemals in grösserer Höhe als 500 Fuss gefunden werden. Das Vorkommen der arktischen Fauna, die auch in aequivalenten Schichten in England und Schottland, im Norden von Russland, selbst in Canada und der Umgegend von New-York sich findet, beweist nicht nur, dass die arktische Zone in eine höhere Breite verschoben worden ist, sondern ihre Meereshöhe von 500 Fuss lässt auch einen Stand des Seespiegels erkennen, der wenigstens nicht niedriger gewesen sein kann. Was Norwegen betrifft, so finden wir in dem Werke von Kjerulf-Gurlt pag. 1—24 das Material, woraus die Höhe des Seespiegels über dem heutigen unläugbar hervorgeht. In den älteren hochliegenden Muschelbänken findet sich die arktische Fauna ganz übereinstimmend mit derjenigen Schwedens in der Höhe von 540 Fuss bei Sververud bei Eidsberg, 516 Fuss bei Nordby am Ödgeren See, 520 Fuss bei Auke in Röken (wo auch ein Wallfisch gefunden ist). Ferner bezeugen die alten Strandlinien, welche vollkommen parallel dem Seespiegel kilometerweit zu verfolgen sind und unter denen besonders die des Ilsvig bei Trondhjem in 516 Fuss Meereshöhe bemerkenswerth ist, eine entsprechende Höhe des Meeresspiegels. Kjerulf sagt: „Diese Betrachtungen über die wahrscheinlichen Wasserstände auf Grund der heutigen Lage der Muschelbänke und marinen Ablagerungen führen uns also zu einem wahrscheinlichen Niveau in der ungefähren Höhe von 600 Fuss. Dasselbe wird um so auffallender, als es sich auch in den Terrassen wiederfindet, nämlich in der obersten freiliegenden Terrasse.“

Wie sollte es wohl möglich sein, dass die Strandlinien vollkommen horizontal wären, wenn man sie auf eine noch dazu ruckweise Hebung des Gebirges zurückführen wollte, da sämmtliche älteren Hebungssysteme Norwegens die mannigfachsten Faltungen, Verwerfungen und Ueberkippungen zeigen. Immer erstaunlicher wird aber das Phänomen

wenn wir ihm selbst an jener Seite des Atlantischen Oceans in ganz ähnlicher Weise begegnen. So sind neuerdings in Canada 134 m über dem Meere Theile eines Wallfischskelets, nebst Seeterrassen und postpliocenen Seemuscheln 143 m hoch, gefunden<sup>1)</sup>.

Diese Anzeichen, welche ihre wahre Bedeutung als Marken eines hohen Wasserstandes in der augenfälligsten Weise bekunden, müssten uns ganz räthselhaft vorkommen, wenn sie nicht in so naher Beziehung zu einer andren Erscheinung ständen, die an und für sich betrachtet in nicht geringerem Grade unser Befremden erregt. Aber auch die Verbreitung des Eises während der Glacialperiode, wie sie sich zufolge den Thatsachen in neuerer Zeit immer offener herausgestellt hat, ist nur eine Bedingung zur Entstehung des Diluviums. Der Schlüssel zu einer naturgemässen Erklärung findet sich erst in einem dritten Phänomen, welches, indem es uns etwas ferner liegt, bisher nicht die ihm in dieser Hinsicht zukommende Beachtung gefunden hat, obgleich die grossartigen Spuren seiner Anwesenheit denen der Eiszeit und des Diluviums ebenbürtig zur Seite stehen.

Im Folgenden wollen wir darauf näher eingehen und zunächst versuchen, das Elementarereigniss, welches einem grossen Theile von Europa eine neue Gestalt geben sollte, im allgemeinen Umriss darzustellen, um es dann im Besondern für das Gebiet der Rheinmündungen nachzuweisen. Wenn wir das heutige Klima Europas mit dem der Eiszeit vergleichen, so finden wir, dass es in gewissem Sinne ein künstliches ist, indem der Golfstrom darauf einen Einfluss ausübt.

„Nach Maury<sup>2)</sup> ist die Wärmemenge, welche der Golfstrom an einem Wintertage über den Atlantischen Ocean verbreitet, genügend, die Luftsäule, welche auf Gross-Britannien und Frankreich ruht, vom Gefrierpunkte auf

---

1) J. W. Dawson, The Amer. Journ. of Science Nr. 147 p. 200. March 1883.

2) On the gulfstream and currents of the Sea. Southern literary messenger. July. 1844.

die gewöhnliche Sommertemperatur zu erwärmen. Ebenso ist die Wärmemenge, welche täglich dem Caraibischen Meere und dem Busen von Mexiko entzogen wird, gross genug, um ganze Gebirge von Eisen von  $0^{\circ}$  bis zu ihrem Schmelzpunkt zu erhitzen und einen Strom dieses Metalls, grösser, als die tägliche Wassermasse des Mississippi im flüssigen Zustande zu erhalten.“

Die Isotherme 0, welche Labrador, wo der Golfstrom keinen direkten Einfluss hat, nahe dem 50. Breitegrade durchschneidet, biegt sich plötzlich steil aufwärts, berührt den Süden Grönlands, den Norden Islands und zieht sich südlich der Bäreninsel um das Nordkap herum; wo aber das Nordland Schutz gewährt, fällt sie bis zum Bottnischen Meerbusen herab, geht über Archangel ostwärts, sinkt dann diesseits des Ural tief herab, um erst in Asien wieder den 50. Breitegrad zu berühren. Mit dem Klima der Eiszeit ist also das Bestehen des Golfstroms — und dies ist auch schon oft gesagt worden — wenigstens in seiner heutigen Ausdehnung nicht vereinbar. War also der Golfstrom in dem Maasse nicht vorhanden, so können wir die Atlantische Falte aus der Isotherme 0 herausziehen und sie würde etwa unter dem 50. Breitegrade durch Niederland und Norddeutschland laufen. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt jetzt zu Amsterdam  $9,5^{\circ}$  C.; das macht demnach einen Temperaturunterschied von beinahe  $10^{\circ}$  C. und einen Breitenunterschied bezüglich der Temperatur von etwa  $15^{\circ}$ .

Der Windstrom aber, welcher vom Aequator zum Pole geht, ist eine allgemeine Erscheinung, er kann auch ohne den Golfstrom bestehen, denn wenn auch beide einander wechselseitig beeinflussen, so hängt eine Seeströmung doch nicht von der Windrichtung allein, sondern auch von der Reliefform des Meeresbodens, den Verhältnissen der Schwere und von Einflüssen, die noch nicht näher erforscht sind, ab<sup>1)</sup>.

Der atlantische Windstrom umschliesst gegenwärtig in einem grossen elliptischen Umzuge den östlichen Theil von Nord-Amerika, den grössten Theil von Europa, und wendet sich, ohne den Ural zu berühren, in Russland

---

1) S. Petermann's Mitth. 1883 pag. 19.

südlich, um über Klein-Asien und Nordafrika zum Ocean zurückzukehren. Innerhalb der nördlichen Hälfte dieser grossen Ellipse ist das ganze Phänomen der untergegangenen Eiszeit eingeschlossen. Es ist bemerkenswerth, dass ausserhalb derselben, jenseits des Ural in Asien die Erscheinungen der Glacialzeit, so wenig wie die diluvialen und erratischen zu beobachten sind. Dies würde ganz unbegreiflich sein, wenn die Eiszeit eine kosmische Ursache gehabt hätte, im Gegentheil ist es sehr erklärlich, dass die Feuchtigkeit des atlantischen Windes, die sich heutzutage als Regen auf Europa niederschlägt, zur Eiszeit sich zu Schnee, Firn und Gletschereis verdichten musste. Vergleicht man eine Karte der Eiszeit z. B. von I. Quaglio mit der Karte des atlantischen Windes z. B. in Stieler's Atlas, so wird man finden, dass die zugehörigen Räume genügend auf einander passen.

Wir haben zwar keinen Maassstab für die Dauer der Glacialperiode, aber man kann annehmen, dass sich vielleicht durch Jahrtausende Eis genug angesammelt hatte, so dass ganz Skandinavien, ein Theil von Grossbritannien, der Norden Frankreichs vergletschert, dass alle Thäler Europas mehr oder weniger mit Firn und Gletschern gefüllt waren, ja dass selbst bei Rüdersdorf, Velpke und Danndorf, Dobitz-Dewitsch u. s. w. die Gletscher sich erhalten konnten, dass die Anhäufung des Eises im Norden unermesslich war und das Packeis vielleicht bis zur Nordsee herunterging. Herrschte im mittleren Norwegen das heutige Klima von Spitzbergen, so lässt sich verstehen, dass in dieser Breite eine arktische Fauna existiren konnte, die wir jetzt dort fossil finden, und dass die subarktische Fauna in unserem Scheldesystem hauste. Doch werden wir sehen, dass es nicht nöthig ist, eine Eisbedeckung in dem Sinne von Agassiz, die alle Vegetation und alles Leben ausschliessen würde oder ein perennirendes Inlandeis im Sinne Torells und seiner Folglinge anzunehmen, sondern dass sich die sogenannte allgemeine Grundmoräne oder der Geschiebelehm auch in etwas anderer Weise deuten lässt.

Es ist für unsern Zweck weniger wichtig, zu wissen,

wie lange die Eiszeit bestanden hat, als vielmehr während welcher Zeit sie zu Grunde gegangen ist. Wollte man etwa annehmen, dass zur Zeit der Glacialperiode der Golfstrom aus einer unbekanntenen Ursache plötzlich entstanden wäre, so würde zwar das Klima der Eiszeit in das heutige verwandelt und das Eis allmählich abgeschmolzen sein, aber es wäre nicht möglich, dass eine so allgemeine Ueberfluthung, die selbst das Niveau des Meeresspiegels um 200 m gehoben, stattgefunden hätte. Dies leuchtet auch ein, ohne es einer Berechnung zu unterwerfen. Wenn wir aber der Richtung des atlantischen Windes aufwärts folgen und wir treffen auf eine Erscheinung, welche vollkommen im Stande ist, eine so bedeutende Anschwellung des Seespiegels auch nur für eine verhältnissmässig kurze Zeit zu erklären, dann ist es mehr als wahrscheinlich, dass diese die wahre Ursache des plötzlichen Untergangs der Eiszeit ist. Wir finden in Central-Amerika auf einer 500 (engl.) Meilen langen Kette in ungleichen Intervallen 50 Vulkane der grössten Dimensionen, welche jetzt gänzlich erloschen sind. Diese Vulkankette setzt sich fort in Mexiko, wo nach Pieschel<sup>1)</sup> die folgenden vorhanden sind: Pic von Orizába 5345 m, Popocatepetl 5403 m, Cofre de Peróte 4090 m, de Malinche, Ixtaccihuatl 4786 m, Cerro de Ajusco 3675 m, Nevado de Toluco 4620 m, Pic von Tancitaro 3200 m, die Vulkane von Ahuacatlan, von Tepic, von Tuxtla 1560 m, Jorulla 1277 m, von Colima 2800 m; auch diese bis auf den Jorulla gänzlich erloschen. Der Oertlichkeit und dem Alter nach bilden diese Vulkane ein zusammenhängendes System und es hat nichts Unwahrscheinliches, wenn man annimmt, dass sie einst innerhalb eines kurzen Zeitraums einen gemeinschaftlichen Ausbruch gehabt haben, wobei sie vielleicht zu allererst entstanden sind, vielmehr würde es auffallend sein, wenn sie in weit auseinanderliegenden Zeiträumen gänzlich von einander unabhängig thätig gewesen wären.

Da die Ansichten über den Vulkanismus sich noch nicht geklärt haben, wird es erlaubt sein, auf eine Analogie

---

1) Die Vulkane in Mexiko. Zeitschr. f. allg. Erdk. Bd. 4. 5. 6.

aufmerksam zu machen, die darauf einiges Licht wirft. Wenn unsere Flüsse, die in Seeland bis 40 m tief sind, die sandigen Ufer erodiren, so dass der Sand in der Tiefe an einem Punkte hinweggeführt wird, so stürzt der Sand des Ufers von allen Seiten unter dem Fallwinkel von  $40^{\circ}$  nach diesem Punkte herab und es senkt sich ein Kegelsegment, welches oben als eine muschelförmige Versackung des Ufers erscheint und unter dem Namen Uferfall bekannt und sehr gefürchtet ist. Wenn der Fall sehr regelmässig ist und im reinen Sande geschieht, so ist der Krümmungsradius des Bogens, der den Fall begrenzt, da der theoretische Fallwinkel  $= 45^{\circ}$  ist, gleich der Tiefe, wo die Erosion stattfand. Hat der Sand, wie meistens der Fall, durch Thongehalt eine gewisse Cohäsion, so bleibt das Kegelsegment, obgleich nicht mehr unterstützt, stehen. Mit zunehmender Unterwaschung wächst dies nicht gestützte Kegelsegment, während die Cohäsion dieselbe bleibt und es kommt ein Zeitpunkt, wo es die letztere durch sein Gewicht überwindet und dann plötzlich herabstürzt und den Uferfall in seiner gefährlichsten Form darstellt. Die Form der Versackung erscheint dann mehr oder weniger unregelmässig, doch bleibt der bogenförmige Charakter meistens erhalten, auch dann noch, wenn die Erosion auf einer längeren Erstreckung stattfand. Innerhalb eines Falls bildet sich manchmal ein kleinerer secundärer Fall. Nun ist diese Erscheinung zwar verhältnissmässig unbedeutend und es beruht vielleicht auf einer Täuschung, dass man einmal momentan eine Flamme und starken Schwefelgeruch dabei beobachtet haben will, was vielleicht dem durch Reibung entflammten Schwefelwasserstoffgase zuzuschreiben wäre, welches in diesem Boden sehr viel vorkommt und durch die Wirkung des Seewassers auf die unterirdische Torfschicht entsteht; aber es ist gewiss, dass das sinkende Kegelsegment, resp. der Senkungskegel auch bei den Vulkanen eine Rolle spielt. Vulkane erscheinen im weiten Bogen, vielfach selbst fast cirkelförmig von einem solchen Senkungsthal umgeben, wenn es sich nicht durch Wasserbedeckung der Beobachtung entzieht. Festes Gestein verhält sich in dieser Hinsicht ähnlich wie der thonige Sand-

boden und wir wissen nicht, wie viele Meilen tief das Seewasser auf Bruchlinien ins Innere der Erde dringen und dort Jahrtausende lang Erosionen hervorbringen kann. Führt man über die Bucht von Bajae und sieht unter dem klaren Wasser die Ueberreste versunkener Gebäude und Strassen, während am Ufer die Vulkane der Phlegräischen Felder sich erheben, so wird es unmöglich sein, zwei so ausserordentliche Erscheinungen in unmittelbarer Nähe, nicht in Beziehung zu einander zu bringen; eine solche busenförmige Senkung kann als secundärer Uferfall betrachtet werden, während die Eruptionskegel innerhalb der Hauptsenkung liegen. Die Analogie mit dem Uferfall soll hier nur beiläufig erwähnt werden und den sich gegenüberstehenden vulkanischen Theorien nicht vorgreifen. Für unsern Zweck genügt es, dass die oben genannten Vulkane vorhanden sind und wir wollen einmal sehen, welchen Effect es auf die Eiszeit haben musste, wenn 62 Feuer-schlünde solcher Art, wie die Vulkane Centralamerikas ihre Thätigkeit begannen.

Bekanntlich bestehen die gasigen Aushauchungen der Vulkane hauptsächlich aus Wasserdampf; der Spannung desselben wird ja vorzugsweise die Kraft des Ausbruchs zugeschrieben. Der Wasserdampf musste nun von dem vom Aequator herkommenden Oberwinde erfasst werden und sich auf das östliche Amerika, den Atlantischen Ocean und das vom Schnee und Eise starrende Europa herabsenken. Die von den Vulkanen erzeugte Wärme kann durch den Transport eigentlich nicht verloren gehen, denn schlug auch unterwegs viel Regen nieder, die freiwerdenden Calorien mussten immer wieder zur Auflösung von Wasserdampf verwandt werden und der Luftstrom gesättigt über Europa hereinbrechen.

Wenn wir sehen, wie manchmal ein Regenschauer eine Schneedecke im Umsehen verschwinden und die Gewässer anschwellen lässt, wird man ermessen, was sich ereignen musste, wenn wochen- und monatelang unendlicher Regen herabgoss. Es ist nicht nöthig anzunehmen, dass die Temperatur des Luftstroms ausserordentlich war; wenn das Ereigniss im Sommer stattfand, und wir werden nachher

sehen, dass dafür noch ein besonderer Grund vorliegt, so genügt die mittlere Sommerwärme. Gletschereis befindet sich schon im Zustande des Schmelzens; auch wurde es sicher nicht plötzlich zu Wasser. Die Gletscher gingen bis an die See und schon die vulkanische Seewelle musste sie emporheben, durch die Schmelzwasser hob sich der Seespiegel und im Norden stürzten Eismassen, so gross wie Königreiche ins Meer und verdrängten  $\frac{9}{10}$  ihres Volums vom Seewasser. Man braucht nicht anzunehmen, dass der höchste Wasserstand lange angehalten habe, hätte er nur einen Tag, nur eine Stunde gewährt, es genügt, um die Eisfelder, beladen mit dem erraticen Gestein der Hochgebirge, womit die Meeresfläche buchstäblich bedeckt wurde, an hervorragenden Höhen anlanden zu lassen und indem sie gegen die Küste gedrängt wurden, Strandlinien in den Felsen einzuschleifen. War der Wasserstand unter dem 63. Breitengrade bei Drontheim = 200 m + AP und unter dem Aequator = 0, so beträgt das Gefälle pro Kilometer nur 2,8 cm d. i. nur  $\frac{1}{4}$  des Verhanges unserer Hauptströme, die eine Geschwindigkeit von 1 bis  $1\frac{1}{2}$  m pr. Secunde haben. Setzen wir aber auch die Abflussgeschwindigkeit in der Richtung nach dem Aequator =  $\frac{1}{2}$  m pr. Sec., dann zeigt eine einfache Berechnung, dass 162 Tage erforderlich waren, um wieder ins Niveau zu kommen. (Eine Wasserschicht von 200 m beträgt auf einem Globus von 1 m Durchmesser nur  $\frac{1}{60}$  mm, kaum einen Hauch.) Das Wasser konnte also nicht plötzlich wieder abfliessen; zudem wirkte der heftige Windstrom und die Kraft des aufkommenden Golfstroms entgegen. Wahrscheinlich hat der Arm des Golfstroms, der jetzt unser Klima mässigt, sich erst seit dieser Katastrophe ausgebildet; auch in der Sundastrasse ist nach dem Ereigniss von Krakatau eine starke Strömung entstanden. Die Fluthen, welche von den deutschen Mittelgebirgen herabkamen, begegneten dem Wasserschwall des Nordens in dem jetzigen Norddeutschen Tieflande, ehe sie westwärts abflossen, und noch heute liegt der Baltische Landrücken als Zeuge dieser gewaltigen Kenterung vor unseren Augen. Nach der hier entworfenen Auffassung darf man das Klima in Norddeutschland während

der Eiszeit ein boreales nennen, was nicht ausschliesst, dass die Thier- und Pflanzenwelt in reichem Maasse vertreten war. Wir finden im Diluvium Baumstämme der Coniferen, Ueberreste von Landsäugethieren, Seemuscheln<sup>1)</sup>, fossile Chonchylien<sup>2)</sup>, Sumpf- und Landschnecken; aber grade die Verschiedenartigkeit der Ueberreste verträgt sich sehr gut mit einer Katastrophe, und man mag diese Funde wegen ihres Vorkommens diluvial nennen, — eine spezifische Flora und Fauna, welche auf eine Diluvialperiode von langer Dauer schliessen lässt, kann es nach unsrer Vorstellungswiese nicht geben und sie ist auch nicht bekannt. Die Dauer des Diluviums, wodurch jene Organismen für immer in Europa vertilgt wurden, wird man auf ein halbes Jahr bemessen dürfen, wengleich sie bisher nach Jahrtausenden geschätzt wurde.

Wenn wir einen Blick auf unsere Haidelandschaften mit ihren welligen Formen werfen, die sich den einst in mächtigen Schwingungen dahinziehenden Fluthen anpassten, so erscheinen uns diese Gebilde so frisch und wohl erhalten, dass man glauben sollte, sie seien erst kürzlich von den Gewässern verlassen, und unwillkürlich drängt sich der Gedanke auf, dass die assyrische und hebräische Fluthsage sich auf die geologische Thatsache unserer Diluvialkatastrophe beziehen.

In Gen. VII. 12. lesen wir:

„Und kam ein Platzregen auf Erden, vierzig Tage und vierzig Nächte.

17. Und die Wasser wuchsen und hoben die Arche auf und trugen sie empor über der Erde.

20. Fünfzehn Ellen hoch ging das Gewässer über die Berge, die bedeckt wurden.

21. Da ging alles Fleisch unter, das sich regte auf Erden.

24. Und das Gewässer stand auf Erden hundert und fünfzig Tage.

---

1) Die diluviale Nordseefauna von Marienwerder. A. Jentzsch Jahrb. d. k. pr. geol. Landesanstalt.

2) Römer. Die Fauna der silur. Geschiebe von Sadewitz bei Öls.

VIII. 13: Im sechshundert und ersten Jahr des Alters Noah am ersten Tage des ersten Monats vertrocknete das Gewässer auf Erden.“

Treffender als in diesen Worten Mosis kann das Ereigniss schwerlich beschrieben werden; lebte Noah in Kleinasien oder Armenien, so befand er sich auf der Grenze des grossen elliptischen Windzuges, innerhalb dessen die Katastrophe ihre Kraft erschöpfte und also in der günstigsten Lage, um als homo diluvii testis davon Kunde zu tragen. Es ist sehr wohl möglich, dass in jener Gebirgslandschaft durch den damals mit Feuchtigkeit gesättigten Windstrom das grosse Drama noch zur Erscheinung kam, während der Hauptakt im Nordwesten Europas abgespielt wurde. Geschah es im sechshundert und ersten Jahr des Alters Noah, so sind seitdem, soweit man der hebräischen Zeitrechnung vertrauen kann, rund 5000 Jahre verflossen, und wir haben zum ersten Male einen festen Punkt, der als Grundlage zu einer absoluten geologischen Zeitrechnung dienen kann.

In Betreff der Chaldäischen Sage, die in einer Keilschrift in den Baufällen Ninivehs durch Layard entdeckt ist und wesentlich mit der Mosaischen Ueberlieferung übereinstimmt, aber nach den Gelehrten mehrere Jahrhunderte vor der Geburt Mosis datirt, verweise ich auf Suess<sup>1)</sup>. Doch sucht Suess die Sintfluth durch ein Erdbeben und eine vom persischen Golf her eingetretene Cyklone zu erklären.

Auffallend ist in den Texten die Angabe, dass der Herr Noah warnte; wenn man die symbolische Sprache auf ein Naturereigniss beziehen wollte, so könnte man glauben, dass ein Präludium stattgefunden, das vielleicht schon im Spätjahr eintrat, während durch den einfallenden Winter die Niederschläge sich als Schneemassen in Europa aufhäufte, um im folgenden Jahre die hervorbrechende Fluth noch zu verstärken. Es sprechen dafür verschiedene Gründe, doch wollen wir das Urtheil darüber aufschieben. Nur möchte ich noch bemerken, dass hier die Legende keineswegs als physikalische Thatsache hingestellt werden

---

1) Die Sintfluth, Sonderabdruck aus: Das Antlitz der Erde.

soll; in subjectiver Hinsicht kann sie jedoch nicht überzeugender sein; sie bestätigt, dass die Fluth durch starken Regen eingeleitet wurde, dass es eine Süßwasserfluth war, und dass sie schnell wie sie gekommen wieder verschwand und mögen nun Manche von unserer Erklärung sagen: „es ist nicht wahr“ oder „ach das ist ja bekannt“, so wird ihr doch keiner nachsagen können, dass sie mit der Bibel in Streit geräth.

Nachdem hiermit die allgemeine, leitende Idee entwickelt ist, wollen wir sie auf die Bildung des Systems der Rheinmündungen anwenden, um sie sodann an den Resultaten älterer und neuerer Forscher zu prüfen. Vor dem Diluvium war der Zustand ungefähr der folgende: Ganz Niederland mit Ausnahme von Limburg und einzelner Theile in Drenthe war offene See, die südöstlich einen von der Devonischen, Kreide- und Tertiärformation begrenzten Busen bildete, in welchen der Rhein und die Maas mündeten. Die Höhe des Seespiegels war der heutigen gleich. Der Meeresboden bildete eine geneigte Fläche, die durch die untere Grenze des Diluviums (siehe das Profil) bezeichnet ist. Das Klima ist durch den Lauf der Isotherme 0 schon definirt. (In Norddeutschland erhoben sich Theile der Trias, Kreide-, Wealden- und Tertiärformation als zum Theil vereiste Inseln. Fast sämtliche Hoch- und Nebenthäler Europas führten Firn und Gletscher und alle waren mit Moränen und Verwitterungsschutt seit ungemessenen Zeiten mehr oder weniger erfüllt. Die Golfe der Ostsee waren zwar zugefroren und mit Packeis, doch nicht durch wirkliche Gletscher geschlossen.)

Wir müssen nun drei Perioden des Diluviums unterscheiden, die wir die Ascension, die Culmination und die Descension nennen wollen; sie schliessen sich zwar einander an, bedürfen aber einer gesonderten Betrachtung. Als das Phänomen mit Sturm und Regen begann, schwollen die Flüsse an und der Rhein und die Maas begannen grosse Mengen von Detritus abzuführen. Da sich dieser in einen breiten Meerbusen ergoss, entstand darin nicht sogleich eine heftige Strömung, so dass das gröbere Geröll an den Flussmündungen liegen blieb, während der Sand sich in

die Breite vertheilte. Das Seewasser wurde gleich anfangs weit in die Nordsee verdrängt und die Muschelfauna im Sande begraben, wobei sich die litoralen mit den mehr pelagischen Arten vermischten. Anfangs hatten die Maasabsätze das Uebergewicht (s. Prof.), was vielleicht darin seinen Grund hat, dass die Ursache aus Westen kam und also die Maas früher traf, als den Rhein. Bald gewann aber die grössere Wassermasse des Rheins die Oberhand, drängte das Maaswasser zur Seite und lagerte in mächtiger Schicht den Braunkohlensand ab. Während der Seeboden sich erhöhte und die Neigung desselben geringer wurde, bildete sich mehr eine bestimmte Richtung der Strömung nach der Zuidersee aus, so dass zeitweilig die Maas wieder mehr Einfluss gewann (s. Prof.). Während die Richtung des Rheinstroms sich mehr und mehr begrenzte, entstand seitwärts desselben ein Zustand verhältnissmässiger Ruhe, so dass sich in der flachen Mulde Gorinchem, Utrecht, Amsterdam eine mächtige Thonschicht aus dem schlammigen Wasser ablagern konnte (s. Prof.), wodurch der Seeboden auf dieser Linie in ein nahezu gleiches etwas nach Amsterdam geneigtes Niveau von im Mittel 45 — AP gelangte. So weit erstreckt sich die erste oder Ascensionsperiode.

So gewaltig die erste Periode an und für sich war, bleibt sie doch weit hinter dem furchtbaren Ereigniss zurück, welches nun plötzlich eintrat. Während die Ursache aus Westen fortwirkte, war der Alpensee auf 1200 bis 1300 m Wasserhöhe angeschwollen und ergoss seine Fluthen durch den Gebirgsbruch des Jura als riesigen Katarrakt auf das Thal zwischen Schwarzwald und Vogesen, das seit lange mit den Sanden dieser psammitischen Gebirge angefüllt war.

Die Wassermasse war zu gross, um durch die enge Passage des rheinischen Schiefergebirges abfliessen zu können, ein Theil brach sich am Taunus und wendete sich über Frankfurt den Main hinauf, denn dort finden wir das rheinische Geröll, worin auch die Quarzeier des Mainzer Beckens nicht fehlen, in reichlichem Maasse. Die Main-Neckarbahn durchschneidet dies Diluvium in der Streichlinie.

Die Hauptmasse folgte der angewiesenen Rheinstrasse, unermessliche Sand- und Geröllmassen mitführend, die gewiss manchmal das ganze Thal ausfüllten, während der Löss sich über weite Flächen ergoss und, wo eine gewisse Ruhe des Wassers es zuliess, als einheitliche Schicht abgelagert wurde.

Die grössere Menge von Sand und Gerölle musste so natürlich nach Holland gelangen. Es bildeten sich die zu beiden Seiten des Rheins namentlich auf der linken Seite stark ausgeprägten diluvialen Höhenzüge heraus, zwischen denen sich, obgleich sie tief unter Wasser blieben, der Strom gleichsam wie zwischen Ufern dahinwälzte, Bank auf Bank vorwärts schiebend. In einem gewissen Zeitpunkte bildete sich nun in der Nähe von Arnheim eine grosse axiale oder Querbank, wodurch der Strom sich theilte und die beiden gabelförmigen Banksysteme der Veluwe anschwemmte. Manches Gerölle, welches während der ersten Periode an den Flussmündungen liegen geblieben war, z. B. die Feuersteine der Maas, wurde während dieses Prozesses zum Theil wieder aufgenommen und nach der Veluwe geführt, denn Maaswasser ist nicht über diese Gegend geflossen.

Wir müssen nun in Betracht ziehen, dass inzwischen auch der Seespiegel zur Culmination gelangt war. Die weiten Eisfelder, von denen die nordischen Küsten umsäumt und die Meerbusen geschlossen waren, hatten sich, nachdem sie mit dem Schutt der Hochgebirge vollgeladen, gelöst und waren ausgeschwärmt, so dass die See ganz damit übersäet wurde. Wegen des starken Stroms über die Veluwe konnten jedoch diese Transportschiffe nicht in das niederländische Gebiet einfahren und mussten vorläufig einige Zeit auf der Rhede kreuzen.

In der Folge, es sei nun, dass die Wasseranfuhr etwas nachliess oder auch, dass das Gefälle durch den hohen Seestand abnahm, staute sich der Rhein zum zweiten Mal und durchbrach zu beiden Seiten die lateralen Banksysteme. Der eine Arm ergoss sich in die Richtung der Ysel, der andere grössere über die Betuwe in ihrer ganzen Breite und riss die Bank zwischen Nymwegen und Rhenen hinweg.

so dass die steilen Ufer, welche wir von Arnheim bis Wageningen und bei Rhenen antreffen, stehen blieben, während das Material in die Richtung nach Gorinchem verschwemmt wurde. Dort erscheint in unserem Profil diese als Buntsand aufgeführte Anschwemmung als Durchschnitt eines dreiseitigen Prismas unmittelbar dem längst zur Ruhe gekommenen Thone der ersten Periode aufgelagert; sie ist auch auf der dorthin führenden Linie in der Betüwe erbahrt. Soweit erstreckt sich die zweite oder Culminationsperiode.

Sobald die zweite Theilung des diluvialen Rheins stattgefunden, hörte der Strom über die Velüwe gänzlich auf und es erfolgte die Invasion der erratischen Eisfelder. Dies setzt also eine entgegengesetzte Strömung voraus, denn die Fluth drang noch vom Norden her vor; es war zwar keine heftige Strömung, sondern ein langsames Treiben, denn das Terrain ist dadurch nicht mehr wesentlich umgelagert. Da der Seespiegel sich allmählig senkte, mussten die Eisfelder bald den Boden berühren, sich festsetzen und ihrer Fracht auf der Oberfläche oder in geringer Tiefe durch Abschmelzen entledigen. Diese erratischen Geschiebe zeigen häufig Schriffe und Aushöhlungen durch Gletscherwirkung, was wegen ihrer Herkunft vom Gebirge nicht auffallen kann. Während der allgemeine Wasserstand abnahm, beschleunigte sich noch einmal die Rhein- und Maasströmung und verbreitete über die ganze Betüwe und in dem Thal, welches unter Utrecht übrig geblieben war, die Geröllschicht, welche oben beschrieben wurde (s. Prof.), allmählig aber blieb die Geschwindigkeit selbst hinter derjenigen der heutigen Ströme zurück und endigte mit der Ablagerung einer feinen Sandschicht, die auch die Höhen der Velüwe umsäumt und dem allgemeinen Rückzuge des Wassers ihre Entstehung verdankt, so weit sie nicht durch spätere Verstäubung örtlich umgelagert worden ist.

Damit endigte diese grosse Erdkatastrophe, deren Spuren noch heute in fast erschreckender Klarheit und Handgreiflichkeit vor uns liegen.

Es bleibt noch übrig, den Standpunkt des Vorgetragenen zu den Forschungen zu bezeichnen, welche auf diesen Gegenstand Bezug haben.

Die erste wissenschaftliche Theorie von einer grossen Ueberschwemmung „der petridelaunischen Fluth“ wurde 1833 von N. G. Sefström<sup>1)</sup> entwickelt: diese Lehre hat nie Eingang gefunden und wurde, obgleich ihr etwas Wahres zum Grunde lag, im Keime erstickt durch Leopold von Buch. Sefström kannte noch keine Eiszeit und wollte die damals bekannten Erscheinungen durch eine grosse Fluth über die ganze Erde erklären, deren Ursache uns wohl für immer verborgen bleiben würde. Es ist nicht nöthig bei dieser Theorie zu verweilen.

Besser erging es der Drift-Theorie, welche vorzugsweise von Lyell am weitesten entwickelt wurde. Sie enthielt ebenfalls manches Wahre und erfreute sich lange Zeit des allgemeinen Beifalls. Lyell nahm an, dass Nord-europa von Meer bedeckt war und dass sich die Nordischen Blöcke dort verbreitet haben, in ähnlicher Weise wie es noch jetzt von Grönland aus stattfindet. Diese sogenannte Actualitätstheorie wurde aus verschiedenen Gründen wieder aufgegeben, denn 1) bestand Nordeuropa zu jener Periode zum grossen Theil aus Land. Wäre Norddeutschland ein Meer im Sinne Lyells gewesen, so müsste es Seemuscheln enthalten, was im Allgemeinen nicht, sondern nur örtlich der Fall ist, 2) sind die Geschiebe nicht in solcher Weise mit einander vermischt, wie es nach dieser Theorie vorausgesetzt werden müsste, 3) spricht das Vorkommen erraticer Blöcke in beträchtlicher Höhe über dem Meere gegen diese Annahme.

Die dritte Theorie ist die von der Glacialperiode, hauptsächlich von Agassiz begründet. Agassiz nahm an, dass die ganze nördliche Hemisphäre vom Pole bis zu der Breite der Alpen mit einer Eisschicht bedeckt war. In dieser Form litt sie an der Schwierigkeit, dass eine solche Eisbedeckung sich nicht auf eine terrestrische Ursache zurückführen liess und weder die Meteorologie noch selbst die Kosmographie Anhaltspunkte zu ihrer Begründung gewährte.

---

1) Untersuchungen über die auf Felsen Skandiaviens in bestimmter Richtung vorhandenen Furchen und deren Entstehung. Pogg. Ann. 533.

Die jetzt immer mehr zur Geltung gelangende Theorie, welche nach Torell benannt wird, führt im Wesentlichen auf die Annahme von Agassiz zurück, doch ist sie durch ungemein zahlreiche, wissenschaftlich begründete Thatsachen gestützt worden.

Die Theorie Torells gründet sich auf folgende Hauptpunkte. 1. Das Grönländische Inlandeis. Die Grönländforscher bis auf Nordenskiöld haben die allgemeine Eisbedeckung Grönlands bestätigt. Wenn man die Inlandeis-theorie auf Norddeutschland anwendet, ergiebt sich so-gleich eine Schwierigkeit. Das Grönländische Eis bewegt sich aus grosser Höhe allmähig abwärts nach der See; für Norddeutschland müsste man annehmen, dass der grosse nordische Gletscher sich gegen das Land hinaufgeschoben hätte, denn die Nord- und Ostsee war vor der Eiszeit, wie die darin vorkommenden Tertiärbildungen beweisen, schon vorhanden, sie sind älter als das Quartär. Dann haben die Gletscherforschungen gelehrt, dass ein Gletscher, von lokalen Stauungen abgesehen, sich nicht aufwärts schiebt, sondern dass er abwärts fliesst; so lange das Eis also nach einem tiefen Punkte gelangen kann, wird es nicht gegen das Gebirge aufsteigen und das Eis hätte sich immer dem Ocean zuwenden müssen, wenn man ihn nicht ebenfalls durch den Gletscher gefüllt annehmen will, was aber wieder die Glacialperiode von Agassiz wäre.

2. Die Gletscherschliffe und die Richtung der Schrammen. Herr F. Wahnschaffe<sup>1)</sup> hat kürzlich in einer Karte die Richtung der Schrammen übersichtlich durch Pfeile eingezeichnet und sagt schliesslich: „Sowohl die Schrammung als auch der Geschiebetransport deutet auf einen während eines Abschnittes der Eiszeit von Schweden aus nach Süd vor-rückenden und sich fächerförmig im norddeutschen Flach-lande ausbreitenden Eisstrom hin.“ Hierzu ist nur zu be-merken, dass Herr Wahnschaffe die Spitze der Pfeile alle nach einer Seite hin richtet, während es doch erwiesen ist, dass die Mehrzahl der Schrammen grade in umgekehrter Richtung einfallen, wie ich selbst an vielen gemessen habe.

---

1) Ueber Glacialerscheinungen bei Gommern unweit Magdeburg.

Ferner ist das südliche Auseinanderstrahlen der Richtungen nur dann wahr, wenn man sie willkürlich parallel mit sich selbst verschiebt und durch einen Punkt in Skandinavien legt oder wie Wahnschaffe der Uebersicht wegen in die Bussole einzeichnet. Andernfalls schießen die Pfeile weit am Ziel vorbei. Die Richtung der Schrammen dürfte demnach lediglich von lokaler Bedeutung sein. Die Erscheinung, dass die Gletscherschrammen sich oftmals kreuzen, erklärt sich leicht. Die älteren tieferen Schrammen kann man für eine Folge der Bewegung des Gletschers selbst halten, während die etwas abweichende und schwächere zweite Schrammung in Folge des Losrückens der Eismassen durch die Fluth entstanden sein kann, wobei sich ja ebenfalls noch Schrammung ergeben musste. Schon ein lokaler Gletscher ist im Stande, das Gestein nicht nur zu schrammen, sondern förmlich zu rasiren, wie vielmehr müsste ein nordischer Gletscher die erste Schrammung vernichtet haben, wenn er sich zum zweiten Male darüber ergossen hätte. Wenn man bei heutigen Gletschern eine doppelte Schrammung des Gesteins nicht wahrnimmt, obgleich es nicht so unerhört wäre, wenn es dennoch einmal vorkäme, so hat dies eben darin seinen Grund, dass sie keiner Diluvialfluth, welche sie aus ihren Betten gerissen haben würde, ausgesetzt gewesen sind. Es giebt übrigens noch eine dritte Art von Schrammen, nämlich auf Rutschflächen des Gesteins, welche ohne Vermittlung von Eis entstanden sind.

3. Die fächerförmige Verbreitung der Geschiebe von einem nordischen Centrum aus. Zum Theil entspricht dem schon die Configuration des Landes überhaupt, doch weicht die Vertheilung wesentlich von einer radialen ab und ist vielmehr durch Strömungen bedingt worden. Auch giebt es verschiedene Centra. Die Blöcke der Veluwe weisen mehr auf England als Centrum, wie Blöcke von fossilfreiem rothbraunem Quarzsandstein (old red) andeuten, aber durchaus nicht nach Skandinavien. Staring<sup>1)</sup> sagt: „Die absichtliche Vergleichung der niederländischen Gneisse und plutonischen Gesteine mit denen Norwegens durch die Herren Keilhau

---

1) Bodem van Nederland pag. 102.

und Hörbye in Christiania hat vollgültig gelehrt, dass kein einziges Stück von dorther gekommen ist.“ Das von F. Römer nachgewiesene Vorkommen von esthländischen Kalken mit *Pentamerus borealis* bei Groningen ist ein schöner Beweis, dass die Fluth schliesslich wie oben dargethan, nach Westen abgezogen ist. Für den nordischen Gletscher wäre das ein sonderbarer Hammelsprung.

4. Der Geschiebelehm, die sogenannte allgemeine Grundmoräne.

Man wird vier Arten unterscheiden müssen. a) Die lokalen Grundmoränen, wovon Manches erhalten geblieben ist, welche also der Eiszeit angehörten. b) Der Blocklehm; derselbe liegt zwar meist auf Sanddiluvium, wird aber von Gerölldiluvium überdeckt. Hierzu gehört z. B. der Blocklehm im rothen Kliff auf Sylt. Da er auf Diluvium liegt, ist er keine Grundmoräne, dies gilt als Regel, da er durch das Culminationsdiluvium, d. i. Granddiluvium, bedeckt wird, gehört er zur ersten Periode, denn es ist wahrscheinlich, dass sich Eisfelder mit Geschieben schon in dieser Periode weit über Norddeutschland verbreitet haben. c) Lehm ohne Geschiebe mit durch Druck und Schiebung gestörter Lagerung der Oberfläche. Er gehört der ersten Periode an und die Störungen sind durch aufstossende Eisfelder, wenn sie wellenförmig sind durch Wasserwellen, verursacht; er liegt ebenfalls auf Sanddiluvium, und kann als Aequivalent des Thones unter Utrecht betrachtet werden. d) Der obere Geschiebelehm und Geschiebemergel. Dieser liegt entweder an der Oberfläche oder wird vom Sanddiluvium der Descendenzperiode, manchmal auch von Alluvionen oder Ueberstäubungen bedeckt; er gehört der letzten Periode des Diluviums an.

Es sollen hier durchaus nicht die Verhältnisse in Deutschland beurtheilt, sondern nur in Analogie gestellt werden mit den Verhältnissen der Rheinmündungen, um zu zeigen, dass sich die Vorkommnisse durch das Diluvium gut erklären lassen, wenn man nur die Eiszeit, die drei Perioden des Diluviums und die erratischen Erscheinungen gehörig auseinandehält und dass sich nicht alles aus einer Ursache erklären lässt, am wenigsten durch die Hypothese

von dem nordischen Gletscher in Deutschland mit seiner Grundmoräne, dem Koloss auf thönernen Füßen.

Noch ergibt sich eine wichtige Regel: da die Fluth des Oceans allem Anscheine nach nicht über 200 m gestiegen ist, so kann es keinen nordischen Block in Deutschland geben, der über diesem Niveau liegt. Es finden sich zwar erratische Blöcke in Menge in grösserer Höhe, denn von den mitteldeutschen Gebirgen verbreitete sich das erratische Gestein ebenfalls über Norddeutschland; einen Rapakivi, einen Sparagmit, einen nordischen Dioritporphyr oder irgend einen Block, der über See gekommen, habe ich bis jetzt nicht finden können; wenn man einen solchen nachweisen könnte, würde er unsrer Auffassung einen schweren, ja tödtlichen Schlag versetzen. Die silurischen Kalksteine mit Petrefacten bei Sadewitz bei Öls liegen im Mittel 170 m hoch, wie auch Römer angiebt, und stehen in gar keiner Beziehung zu dem dortigen Diluvium, sie sind auf Eisfeldern angetrieben. Auch bei Rüdersdorf liegen die erratischen Blöcke von Rapakivi u. a. unter dem angegebenen Niveau.

Mit kleinem nordischen Geschiebe wäre es schon eher möglich, dass es in grösserer Höhe vorkäme, da es, wenn aus der ersten Periode stammend, durch den Culminationsstrom, der aus grosser Höhe z. B. aus dem böhmischen Binnensee unmittelbar nach dem rheinischen Durchbruche herabrauschte, aufgenommen und höher hinaufgetragen sein kann. Doch ist nicht alles nordisch, was dafür gehalten wird. Bei Lichtenstein in Sachsen fand ich 390 m hoch Feuersteindiluvium mit mancherlei granitischem Geschiebe, aber dies Gebiet liegt im Bereich der Hochfluth der Elbe und die hornsteinartigen Flinte stammen wahrscheinlich aus dem Plänermergel, der dort weit näher liegt, als die Ostsee. Ein nordisches Gestein konnte ich nicht auffinden.

In der neueren Litteratur findet sich, soweit mir bekannt, nur ein Berührungspunkt mit unserer Auffassung. G. Behrendt<sup>1)</sup> sagt: „Der Geschiebesand erscheint immer

---

1) Die Sande im nordischen Tieflande und die grosse diluviale Abschmelzperiode. Jahrb. der K. Pr. geol. Landesanstalt 1881.

deutlicher als der nothwendig sich bildende Rückstand einerseits des von den stürzenden und stark strömenden Schmelzwassern zerstörten, gewissermassen ohne directe Umlagerung ausgeschlammten Diluvialmergels (der Grundmoräne des Eises), andererseits des in der mächtigen Eiskecke enthaltenen Gesteinsmaterials und wurde in diesem doppelten Sinne bereits früher als Rückstands-, Rückzugs- oder Abschmelzungs-Moräne bezeichnet.“ Hier wird zum ersten Male den Schmelzwassern eine Rolle zugeschrieben. Doch steht, wie man sieht, Herr Behrendt auf dem Standpunkte der Inlandseistheorie. Die Veluwe z. B. ist weder eine Abschmelzungs-Moräne, noch ist sie ein ohne directe Umlagerung ausgeschlammter Diluvialmergel, überhaupt keine Moräne, sondern das Material besteht aus rheinländischen Sanden und Geröllen, die von nordischen erratischen Geschieben theilweise bedeckt sind.

Häufig zeigen die Diluvialhügel auf Durchschnitten ein entgegengesetztes Einfallen. Es sind die aufsteigenden und abfallenden Seiten, welche für Diluvialbänke so charakteristisch sind; man darf sie nicht für Schweife einer nordischen Grundmoräne halten. Auch durch Druck des Eises kann man dies Verhalten nicht erklären, denn feuchter auf einander gepackter Sand verschiebt sich nicht durch Druck. Füllt man eine weitmundige Flasche mit Wasser, hängt, an einem starken Eisendrathe befestigt, einen Quarzkrystall hinein, füllt darauf die Flasche mit reinem ausgekochten Sande bis in den Hals, giesst das überstehende Wasser ab und saugt, nachdem der Sand sich durch Aufklopfen der Flasche gesetzt hat, die letzte Schicht Wasser mit einer Pipette ab, so kann man mittels eines Hebels an dem Drahte ziehen mit einem Gewichte von mehreren Centnern, der Quarz wird sich nicht rühren, obgleich die Oberfläche des Sandes ganz frei liegt. Giesst man nun eine dünne Schicht Wasser auf den Sand, so kann man den Quarz mit einem Finger herausziehen.

Im letzteren Falle hat man nur die Sandschicht zu heben, welche sich über dem Querschnitte des Quarzes befindet. Im ersteren Falle breitet sich der Druck in Folge der capillären Wirkung nach allen Seiten aus und der

Sand verhält sich wie ein fester Körper; die Körner greifen wie Steine eines Gewölbes in einander und können zuletzt brechen, aber nicht weichen.

Ganz so verhält sich Sand gegen Druck von oben; es ist ja bekannt, dass am Seestrande, wenn die Ebbe eingetreten, und das Wasser in den Sand eingesogen ist, ein schwerer Wagen kaum eine Spur hinterlässt, während schon ein Spaziergänger einsinkt, wenn sich unter seinem Tritte die geringste Wasserschicht über den Sand erhebt. Auch auf die Weise des Vorkommens erraticcher Blöcke wirft dies Verhalten einiges Licht. Liegen sie an der Oberfläche einer Sandschicht, so sind sie von einer Scholle herabgefallen, nachdem schon das Wasser das Terrain verlassen hatte; sind sie tief eingesunken, so sind sie von einer treibenden Scholle herabgefallen, es sei denn dass sie später noch vom Sande überschwemmt wären. Bei Torf kommt ein Herauspressen durch Druck von oben vor und ist neuerdings von Wahnschaffe, früher schon durch Staring nachgewiesen, und gehört an den mit Deichen beschwerten Ufern in Holland nicht zu den seltenen Erscheinungen.

Vom Thone, wenn er zwischen Sandschichten liegt, ist ein solches Verhalten an den Ufern schon nicht bekannt; doch sah ich einmal einen Thongang in eine unterirdische Torfschicht hineingepresst, da der Thon durch die Berührung mit dem feuchten Torfe plastisch geworden war.

Es ist nicht der Zweck, hier die zahlreichen Einzelerscheinungen, welche das Diluvium darbietet, zu besprechen; auch sollen nicht die Ansichten Anderer widerlegt, sondern nur die unsrige dargelegt werden; dass sie fruchtbar ist, wird sich bald zeigen.

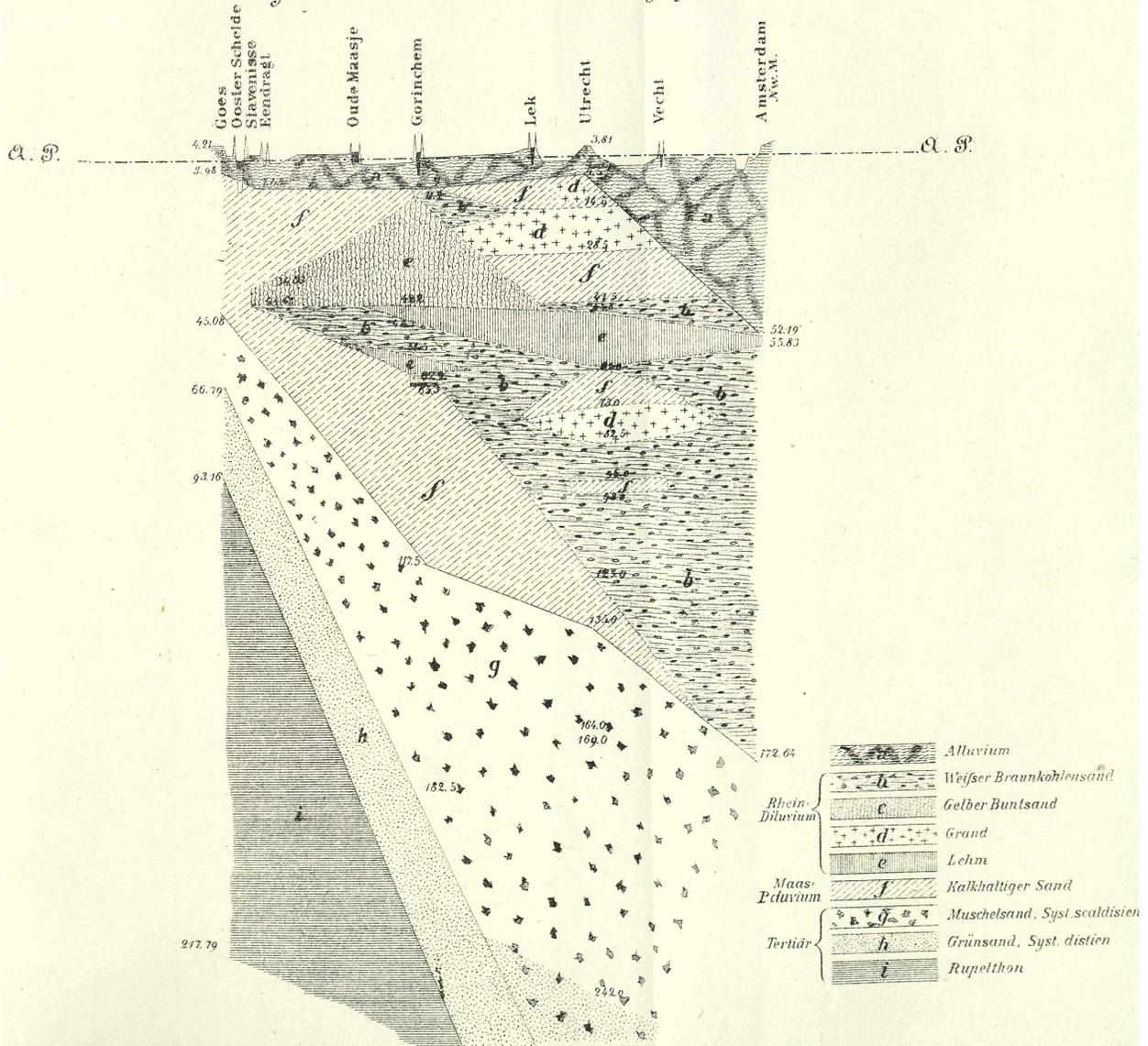
**F. Seelheim**  
in Utrecht.

---

# Längen-Profil

über

Goes, Gorinchem, Utrecht & Amsterdam  
auf die Fläche des nächsten Meridians projectirt.



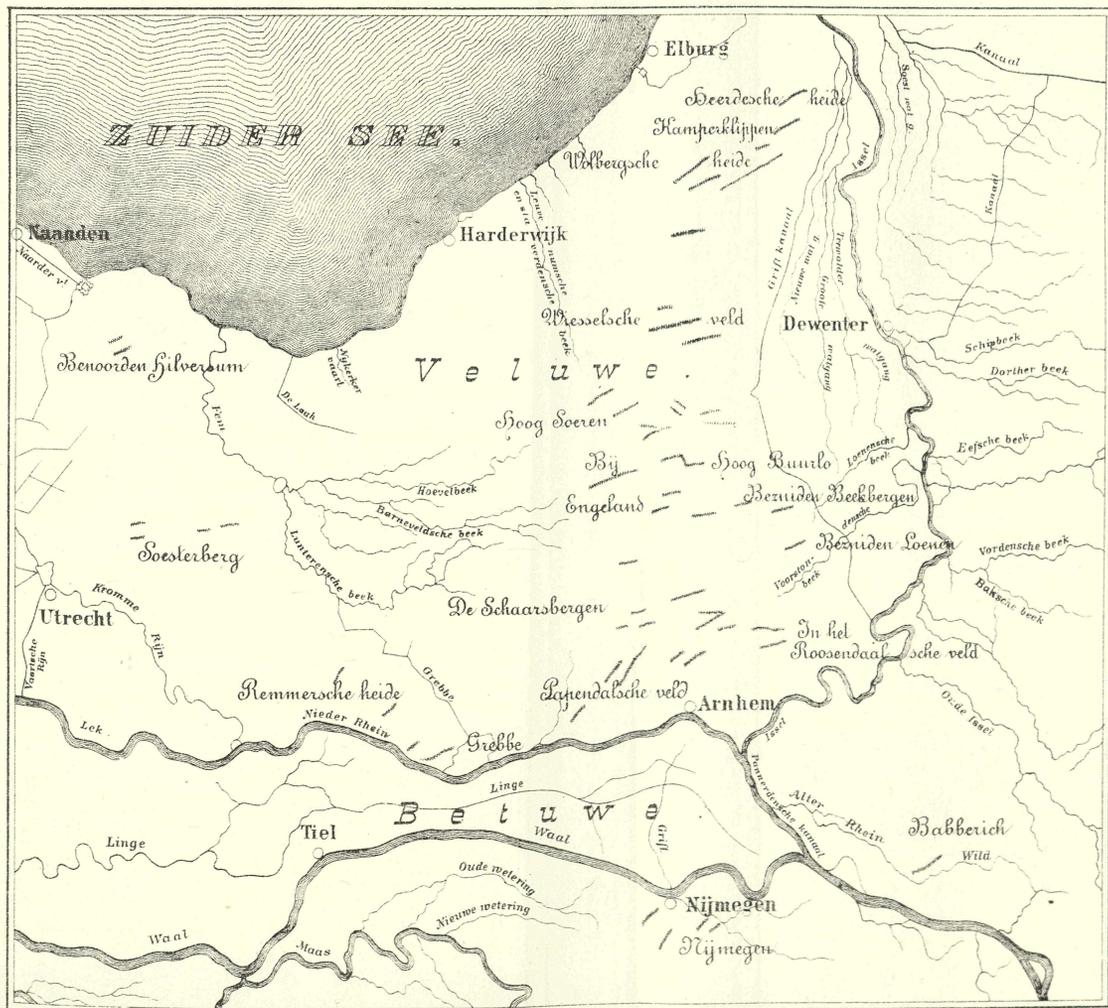
Längen-Maafstab 1: 200 000.

Höhen-Maafstab 1: 2000.

A. H. van der Boegh



# Grandbänke im Rhein-Diluvium.



# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande](#)

Jahr/Year: 1884

Band/Volume: [41](#)

Autor(en)/Author(s): Seelheim Ferdinand

Artikel/Article: [Verslag omtrent een geologisch onderzoek van de gronden in de Betuwe in verband](#)

met waarnemingen betreffende de doorkwelling der  
dijken op last van den Minister van Waterstaat, Handel  
en Nijverheid 143-180