

Landesbibliothek Oldenburg

Digitalisierung von Drucken

Heimatkunde des Herzogtums Oldenburg

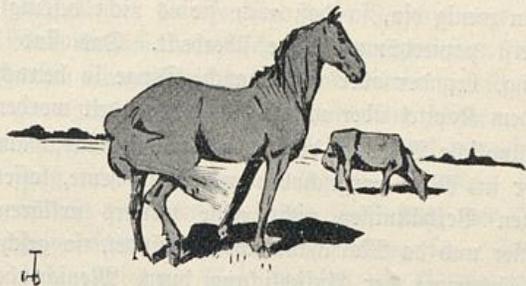
Schwecke, W.

Bremen, 1913

Die Entstehung unserer Marsch und der Moore im Weserdelta.

urn:nbn:de:gbv:45:1-3814

und bei denen sogar ein wiederholter Wechsel von Niederungs- und Hochmoor übereinander vorkommt. Zu ihrem Verständniß ist es nötig, zunächst die Entstehungsgeschichte der Marsch zu behandeln.



Die Entstehung unserer Marsch und der Moore im Weserdelta.

Das Wort Marsch wird in unserem Lande verschieden angewendet. An der mittleren Hunte nennt man die jetzt in Rieselwiesen umgewandelte, ursprünglich sandig-sumpfige Niederung beiderseits des Flusses Marsch. Sodann — und das ist der allgemein gebräuchliche Sinn — bezeichnet man den vorwiegend tonigen Boden am Unterlauf der Flüsse und am Meere, der von Natur eine große Fruchtbarkeit besitzt, als die Marsch im Gegensatz zu Geest und Moor, den von Natur weniger fruchtbaren Gebieten. Wir fassen hier den Begriff Marsch im letzteren Sinne und fragen uns zunächst, unter welchen Bedingungen eine solche Marsch entsteht. Das wird uns am ersten klar, wenn wir weiter fragen: Warum hat die deutsche Nordseeküste einen Marschsaum, die deutsche Ostseeküste nicht, obwohl beide durch die Vereisung ursprünglich ähnlich gestaltet wurden? Die Antwort wird lauten müssen: Weil an der Nordseeküste die Flutwelle zweimal täglich gegen die Küste drängt und bei ihrer steten Wiederkehr eine dünne Sand- und Schlacklage nach der andern auf dem sich allmählich abdachenden Boden ablagert, während die Ostsee wegen ihrer engen und seichten Verbindungen mit dem Weltmeere nur ganz unbedeutende Gezeiten hat.

Die Sedimentation an der Nordseeküste ist am stärksten im Brackwassergebiet der Flußmündungen infolge elektrolytischer Vorgänge bei der Mischung von Süß- und Salzwasser, die noch nicht genügend erforscht sind, und infolge des Absterbens vieler im Meerwasser schwebender Kleinlebewesen, sobald sie in Wasser von zu geringem Salzgehalt geraten. Es sind besonders die feinsten

Sand- und Tontheilchen, vermischt mit organischen Stoffen der verschiedensten Art, die auf solche Weise bei der Bewegungspause zwischen den Gezeiten zu Boden sinken, von der Flutwelle bis an die Hochwassergrenze geschoben werden und hier in geschützter Lage liegen bleiben, weil beim Eintritt der Ebbe die Bewegung im Wasser so schwach ist, daß die meist noch von Strandpflanzen und Unebenheiten der Strandzone festgehaltenen Schlacktheilchen nicht wieder mit fortgerissen werden. Bis zur nächsten Flut trocknet dieses Schlackhäutchen schon ein wenig ein, so daß auch sie es nicht beseitigt, sondern mit einer neuen, meist papierdünnen Lage überdeckt. Das sind die Grundzüge der Marschbildung, bei der aber noch manche Dinge in betracht kommen, die z. T. schon in dem Kapitel über unsere Küste behandelt worden sind*).

Die ursprüngliche Bildung der ausgedehnten Marschsäume, die früher sogar noch weiter ins Meer vorgeschoben waren als heute, lassen sich aber aus den gegenwärtigen Verhältnissen nicht ohne weiteres erklären; denn wenn auch jetzt noch hier und da Marschanwuchs stattfindet, so geschieht dies meist mit künstlicher Förderung der Aufschlickung durch Menschenhand, und ohne Frage würde heute das Meer viel mehr Land zerstören als neu schaffen, wenn nicht die Deiche die einmal gewonnene Marsch schützten.

Ich glaube nun auf Grund der annähernd 700 Probebaggerungen und Bohrungen der Kaiserlichen Werft in Wilhelmshaven und vieler sonstiger Aufschlüsse, die mir in den letzten 9 Jahren aus unsern Marsch- und Moor-gegenden bekannt wurden, einen brauchbaren Beitrag zur Klärung der Marschbildungsfrage liefern zu können.

Zum Verständnis der Gliederung unseres Alluviums ist es aber nötig, zu wissen, was für die jüngeren quartären Ablagerungen an der Ostsee bereits feststeht. Die Geologen sind dort in der glücklichen Lage, das Alter der Schichten an den tierischen Einschlüssen leicht zu erkennen, weil die Ostsee abwechselnd Salz- und Süß- oder Brackwassermeer war. Geinitz sagt hierüber in einer Programmschrift**): „Nach der quartären Eisbedeckung hat das Ostseebecken mit seiner Landumgebung wechselnde Senkungen und Hebungen erlitten, deren Beträge in Kurven, den Isobasen, darstellbar sind. In der ersten Phase, der „Yoldiazeit“, war eine offene Verbindung mit der Nordsee über das mittlere Schweden und andererseits mit dem Eismeer vorhanden; in der Ostsee lebte eine kleine arktische Muschel, *Yoldia arctica*. Darauf verursachte eine Hebung eine fast vollkommene Abschnürung und verwandelte die Ostsee in einen großen Binnensee, den sog. „Anschlusssee“***) mit Süßwasserfauna; als weitere Phase ist die „Litorinazeit“†), die Zeit einer neuen Senkung, wodurch die Ostsee wieder, wenn auch nur in geringerem Maße,

*) Vgl. auch meine von der Deutschen Landwirtsch.-Gesellsch. herausgegebene Broschüre „Die Entstehung der Seemarschen“, Berlin, P. Parey, 1911, der mit gütiger Erlaubnis der Herausgeber mehrere hier verwendete Abbildungen entnommen sind.

***) „Mecklenburg vor 3000 Jahren.“

***) In der Ostsee lebte damals die kleine Süßwasserschnecke *Ancylus lacustris*.

†) Die Strandschnecke *Litorina litorea* wanderte aus der Nordsee in die Ostsee ein.

in Verbindung mit der Nordsee trat und die heutige Nordseefauna erhielt. Als Schluß ist die bekannte gegenwärtige Hebung der schwedischen Küste zu nennen, die nach Süden geringer wird; ob auch an der deutschen Küste diese Hebung eintrat oder die Senkung noch andauert, ist aus den Pegel- und Niveaumessungen nicht sicher. Wenn hier jetzt überhaupt eine Bewegung stattfindet, so ist sie von ganz geringem Betrag und nach geologischen Gründen wahrscheinlich eine Senkung."

Im Küstenlande der Nordsee sind diese Verschiebungen zwischen Meeresspiegel und Landoberfläche viel schwerer nachzuweisen, weil die Nordsee während der ganzen Quartärzeit in freier Verbindung mit dem Ozean stand und ihre Ablagerungen deshalb immer gleichartig blieben. Schuch, der die Senkungsfrage verschiedentlich erörtert hat (s. Literaturverzeichnis), schreibt in seiner Abhandlung über die Harlebucht 1911: „Man findet bei einigen Geologen die Ansicht vertreten, daß die Entstehung der Meereshuchten der Nordsee eine Folgeerscheinung säkularer Senkung sei. Diese Annahme hat sich jedoch als irrig erwiesen. Wohl hat sich das Küstengebiet seit dem Rückzuge des Inlandeises um mindestens 20 m gesenkt, wie wir u. a. aus der Tatsache ersehen, daß altalluviale Wälder und Moore jetzt in dieser Tiefe unter Schlick und Sand begraben liegen. Diese Senkung (die sog. „Litorinensenkung“) ist jedoch seit vielen Jahrhunderten bereits zum Stillstand gekommen, sicher seit Beginn unserer Zeitrechnung, wahrscheinlich aber noch weit länger. Die säkulare Senkung kann also nicht die Ursache für die Entstehung der Meereshuchten sein, da diese ja erst in der Folgezeit vor sich ging.“ — Er führt diese großen Meereseinbrüche auf „Sackung“ der Moor- und Marschböden zurück, die in den „diluvialen Mündungstrichtern“ der Flüsse ihre größte Mächtigkeit erreichen, hier deshalb am stärksten zusammensinken mußten und so dem Meere Einfallspforten eröffneten. Ich gebe die Mitwirkung dieses Faktors bei den Meereseinbrüchen unumwunden zu, glaube aber nicht, daß damit der periodische Wechsel in der Art der Ablagerungen erklärt wird, der sich aus untenstehenden Profilen ergibt, einer kleinen Auswahl aus der großen Zahl, die mir die erwähnten Marinebaggerungen und Bohrungen, die Probe-Bohrungen für den Bahnbau Varel—Kodenkirchen, die Sumpfgasbohrungen in der Moormarsch, Brunnenbauten u. dgl. lieferten. In meinem Aufsatz über „Neuzeitliche Senkungsercheinungen an unserer Nordseeküste“*), für den mir nur ein kleiner Teil dieser Aufschlüsse als Grundlage zur Verfügung stand, hatte ich die gesamte Senkung als einen einheitlichen Vorgang betrachtet. Die Fortsetzung meiner Untersuchungen ergab, daß dies ein Irrtum war, daß vielmehr auch an unserer Küste in Übereinstimmung mit der Ostseeküste Senkungen mit Hebungen abgewechselt haben, und zwar scheint es mir — ich spreche dies noch mit allem Vorbehalt aus —, daß alle an der Ostsee beobachteten Phasen auch hier nachzuweisen sind. Eine Gegenüberstellung von Aufschlüssen in See, auf dem Watt und auf dem Festlande möge dies zeigen, indem ich die Schichten einzuordnen suche:

*) Jahrbuch f. d. Gesch. des Herz. Oldenb. XVI, 1908.



| Baggerung (175) *) am Nordrande der Fabelle nördlich von Wangeroog | | Bohrung (31) *) auf dem Steert der Mellumplate zwischen Weser- und Fabelle | |
|--|--|--|--|
| 1 m unter NN. | Meerespiegel | | Wattshöhe ÷ 0 m (NN.) |
| — 11,5 m | Meeresgrund. Mittelfeiner grauer Sand mit Muscheln. | Jungalluviale Schichten. | Wattsand und Schlud mit Torfgrus und Muscheln. |
| — 17,5 m | Grauer Schichtenton, | | |
| | übergehend in gelblich- grauen sandigen bis kiesigen Ton mit Muscheln. Dieser z. T. erhärtert, durch Eisen- hydroxyd verkittet. | Ablagerungen der Litorina- senkung. | — 17,5 m Feiner blaugrauer Sand, blauer Schlud und grauer, steifer Ton, Muschel-, Holz- und Torfgrus. |
| — 19,5 m | Sehr dichter schwarzer Niederungstorf mit Phragmitesbändern. | Ablagerungen der Volbia- senkung, in der Anschlusszeit über den Meerespiegel erhoben und durch die Ein- wirkung der Luft teils brauneisen- steinartig er- härtert. | — 19,0 m Grauer größerer Sand mit viel Muschelgrus und grauen durch- wurzelten Tonstücken. |
| — 19,8 m | | | — 21,3 m Das Wasser der Spül- bohrung wird ganz braun! Grober grau- brauner Sand, wenig Muschelgrus, fast keine Pflanzenreste. |
| | | | — 23 m Graubrauner Sand mit wenig grauen und brau- nen Tonstücken, einige weich, andere hart, ge- schichtet. Muschelreste. |
| | | | — 25 m Feiner graubrauner Sand mit vielen dunkelgrauen harten Tonstücken. einige durchwurzelt. Viel schwarzes Pflanzengrus. |
| | | | — 26 m Wasser dunkelbraun. Ganz harter, fester grauer Ton mit Spuren von Schichtung |
| — 20,5 m | Verzweigte Baumwur- zeln mit Ortsteinkruste in Geschiebeton mit Sandstein, Kies zc. | Postglazial. | — 27 m Ventilbohrerprobe: Brauner Ortstein, Grenze des Diluviums. |

*) Die Nummern beziehen sich auf die Bagger- und Bohrregister, die nebst den Proben im Strombau-Bureau in Wilhelmshaven eingesehen werden können; die Register stehen jedem Interessenten auch bei mir zur Verfügung.

Ein ähnliches Ergebnis lieferten über 20 Baggerungen nördlich von Wangeroog und die meisten Bohrungen auf Wangeroog, Minser Oldoog und Mellum. Fast immer trat in der Tiefe von 17 m abwärts beim Spülbohren eine auffällige Braunfärbung des Wassers ein; es folgten dann meist noch mehrere Meter mächtige Meeresablagerungen, die aber durch Eisenkonkretionen verrietten, daß sie später lange Zeit dem verwitternden Einfluß der Luft ausgesetzt, also über Wasser gehoben worden waren. Hier draußen, in der Breite von Minser Oldoog und Mellum, hatten wir also schon zur Yoldiazeit, die sich an die Eiszeit anschließt, Meeresstrand, wie die Muscheln im braunen Sand und Ton beweisen. Aber während der Anchlusszeit hob sich die Küste wieder und das Festland wuchs wieder weit ins Meer hinaus, von schmalen, tief eingeschnittenen Flußarmen durchzogen. Die Ufer und das Bett eines solchen trafen wir bei unseren Baggerungen (Nr. 432, 446, 447) nördlich von der Blauen Balje an. Die tiefreichende Verwitterung bei obigem Bohrprofil zeigt, daß die Hebung ziemlich bedeutend (etwa 6 m nach diesem Profil) gewesen sein muß. Der Beginn der Litorinasenkung gibt sich kund in der Bohrung wie in der Baggerung durch den grauen Ton über den braunen Schichten bei ca. 18 m Tiefe, der nach unten in Vegetationsschichten, nach oben in Schlick und Schlicksand übergeht. Jüngere Niveauveränderungen sind hier nicht mehr nachzuweisen, wohl aber in den weiter unten folgenden Aufschlüssen:

Baggerung (186)

im Priel nordwestlich von der Voslapplate, nordöstlich von Hooftiel.

| | | |
|-----------|--|--|
| —10,5 m*) | Meeresgrund. | |
| | Schlicksand mit wenig Muscheln. | |
| — 11,5 m | | } Schichten der Litorinasenkung. |
| | Feinsandiger grauer Meeres-ton. | |
| — 12,0 m | Grauer Brackwasserton, die oberen Schichten weich, ohne Pflanzen, die unteren mit Schilf. | |
| — 13,5 m | Hellbrauner Schilftorf mit gut erhaltenen Pflanzen, darunter einige Meerbinsen (<i>Scirpus maritimus</i>). Der Torf wird nach unten dichter und schwärzer. | } Flußuferschichten aus der Anschlusszeit. |
| — 14,0 m | Durchwurzelter toniger Sand. | |
| — 14,5 m | | |
| — 15,0 m | Kiefiger gelblicher Sand. | |

*) Die Mächtigkeit der einzelnen Schichten kann bei den Baggerungen nur annähernd angegeben werden.

Dieses Profil, das etwa 20 km südlicher liegt als die Baggerungen bei der Jadeplate, zeigt den Übergang von der Anschlusshebung zur Litorinaseenkung besonders schön. Wir haben hier während der Anschlusszeit ein Flußufer



(vielleicht von dem Flüsschen, das bei der Blauen Balge festgestellt wurde?) mit Reitwuchs. Die beginnende Senkung läßt das Brackwasser höher im Flußlaufe empordringen, und infolgedessen mischt sich die Meerbinse mit ihren schwarzen Wurzelknollen zwischen die verkümmerten Schilfrohrbestände, bis nach und nach alles von Schlamm und Sand überdeckt wird.

Wir finden hier keine Muschelablagerungen aus der Zeit der Yoldiasenkung mehr, auch nicht auf dem Hohen Weg, nur von Minser Oldoog und Mellum nordwärts. Bis dahin scheint also gegen Ende der Yoldiasenkung das Land noch erhalten geblieben zu sein; aber es war in den niedrigen Lagen gänzlich zu einem Sumpfe geworden. Das beweisen zahlreiche Aufschlüsse in der Innenjade, im Zadebusen und weiter landeinwärts. Davon einige Proben:

| Baggerung (87) südlich vom Feuer Schiff Geniusbant | | | Bohrung (18) auf dem Solthörner Watt, östlich von nebenstehender Baggerung | | |
|---|---|--|---|---|--|
| — 12 m | Meeresgrund. Schlicksand. | | Watthöhe — 0,5 m | Blauer Schlicksand. | |
| — 13 m | Viele schwarzgraue und braungraue Klumpen von einer harten verkitteten Sandmasse mit kleinen Herzmuscheln und Schiffsabdrücken, dazwischen eine gelbe, aschenartige Schicht und eine schuttartige schwarze Masse, enthaltend Holzreste und eine Haselnuß. Einige Klumpen mit Vivianit. | Vegetationsschichten an einem Stufufer aus der Mischzeit und dem Beginn der Storinagesit. | | | |
| | | | Ablagerungen einer Senkung in geschichtlicher Zeit. | — 3,5 m | Blauer, etwas sandiger, aber weicher Schlick. |
| | | | Prähistorischer Marschboden. | — 5,5 m | Fester grauer Kleiboden mit Pflanzenresten und einigen Muscheln. |
| | | | Ablagerungen der Vitorinasenkung in einem Flußarm, der wahrscheinlich durch Westbutjadingen lief. | — 9 m | Grauer Ton mit etwas mehr Sand. |
| | | | In der Anchyloszeit gehobene Schichten der Yoldiasenkung. | — 14,5 m | Dunkelgrauer Ton mit größerem Sand. |
| — 16 m | | | — 16,2 m | Braungrauer sandiger Ton mit Torfspuren. | |
| | | | — 17,5 m | | |
| | | | — 19,1 m | Dunkelgrauer toniger Geröllkies. Grober weißer Sand mit Geröll. | |

Das merkwürdige Ergebnis der Baggerung (87) veranlaßte mich zu einer Nachprüfung. Ich ließ Ankerkette ausstecken, so daß der Bagger bei

Ebbe 35 m weiter nordwärts trieb. Doch erhielten wir nur schliefigen Feinsand und bei 18 m Geschiebeton. Dann wurde der Bagger südwestlich von der ersten Liegestelle verankert, und nun gab es von 13 bis 19 m Raseneisenstein, Schilfstorf und blauen sandigen Ton mit weißen Flecken, die an der Luft blau wurden, also aus phosphorsaurem Eisen (Vivianit) bestanden. Die drei Proben, in Verbindung mit den übrigen Baggerergebnissen bei der Geniusbank, beweisen, daß längs deren Südwestrandes eine alte Flußrinne mit schilfbedecktem Ufer verläuft. Das rechte Ufer war ein Diluvialrücken mit Geschiebeton und Sand, reich an Baumwuchs, darunter Eichen, Haseln und Linden. Viele Proben des dort ausgebagerten Holzes sind im Strombaubureau aufbewahrt. Die Holzarten aber lassen auf die Ancyluszeit schließen. Auch der Schilfstorf des Flußufers bedeckte sich mit Holzwuchs. Waldbrände, die nach zahlreichen Proben gerade während der Ancyluszeit häufig gewesen sein müssen, brachten Asche und Kohle. Stark eisenhaltiges Wasser sickerte aus dem Hochufer über den Niederungstorf, führte Feinsand und Ton mit, und das Schilfrohr trieb seine jungen Sprossen durch die schlammige braune Schicht, bis diese in einer Trockenperiode zu Raseneisenstein erhärtete. Mittlerweile hatte aber schon die Litorinasenkung eingesetzt; das Meerwasser drang in den



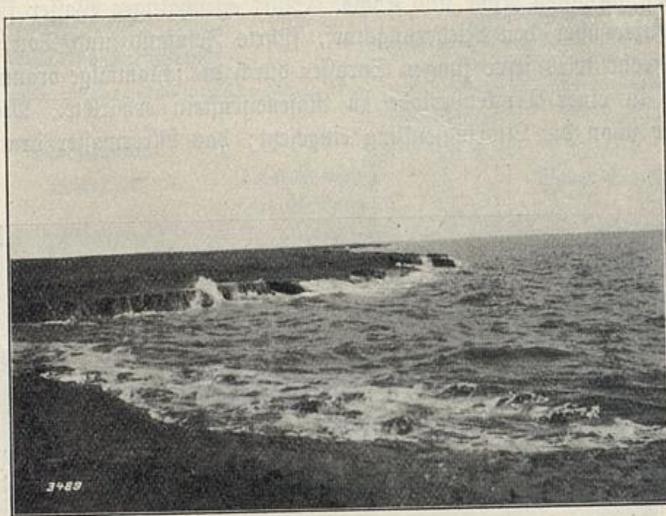
Aus: Schütte, Die Entstehung der Seemarschen.

**Westliches Abbruchufer des Oberahneschen Feldes mit
zwei dünnen Moorschichten.**

Flüssen empor, staute sie auf und brachte viel Sand und Schlamm zur Ablagerung; ja, die Sturmfluten führten schon die kleinen Herzmuscheln des Brackwassers herbei und die Wellen schleuderten sie auf das Ufer, wo sie mit in die eisenhaltigen Schichten eingefittet wurden und so der Verwitterung

entgingen. — So möchte das merkwürdige Profil obiger Baggerungen zu erklären sein, zu dem wir kein Seitenstück fanden.

Die danebenstehende Bohrung zeigt nur in den untersten Schichten Proben der Anchlusszeit, darüber Litorinaschichten bis etwa — 7 m aufwärts, dann aber bis — 5,5 m festen Kleiboden mit Pflanzenwuchs, der beweist, daß das Litorinawatt hier vorübergehend zu Insel- oder Festlandsboden wurde. Was noch folgt bis — 0,5 m Watthöhe, sind Schlick- und Sandschichten, die auf der unzerstörten, sich senkenden Bodenoberfläche bis heute zur Ablagerung kamen, meist vermutlich in derselben Periode, wo der Jadebusen entstand. Höchstwahrscheinlich hat sich noch in geschichtlicher Zeit das Land von Eckwardhörn bis zur Geniusbank hin erstreckt, wie viele Kultursunde längs der dort verlaufenden 10 m-Tiefenlinie bekunden. Der hier stark eingeengte Tidestrom hat aber den Marschboden weggespült und all die Ziegelsteine, Dachziegel,



Aus: Schütte, Die Entstehung der Seemarschen.

Nordostufer des Oberahneschen Feldes bei Hochwasser.

Gefäßscherben, Knochen usw. tief versenkt, so daß aus der Fundtiefe keinerlei Schlüsse zu ziehen sind.

Die klarsten Beweise für einen zweimaligen Wechsel zwischen Anwachsen des Landes und Vordringen des Meeres gaben die Bodenausschlüsse bei Wilhelmshaven und unsere Bohrungen auf dem Oberahneschen Felde. In der Nähe der ältesten Hafeneinfahrt von Wilhelmshaven war bei den neuen Hafenbauten monatelang ein etwa 8 m tiefer Bodenausschluß zu sehen, den ich mehrmals genau untersucht habe. Was wir dort in der Ausschachtung im Großen sahen, bestätigte aufs Schönste die Ergebnisse zweier Tiefbohrungen auf der einzig übrig gebliebenen von den vielen früheren Marschinseln des Jadebusens, dem Oberahneschen Felde, die mir anfangs durch die tiefgehenden Meeresablagerungen eine Überraschung bereitet hatten.

| Ausfachtung bei der alten Einfahrt in Wilhelmshaven, sog. Inseldurchstich | | Bohrung auf dem Oberahneschen Felde (20) | |
|---|--|--|--|
| Bodenoberfläche etwa NN. + 2,0 m | Aufgeschütteter Boden. | Bodenoberfläche NN. + 2,1 m | Graubrauner und grauer sandiger Ton (Klei), stark eisenstreifig, voll Pflanzenreste. |
| etwa + 0,5 m | Vom Meere abgelagerter sandiger Klei. | + 0,3 m | Pflugfurchen. |
| - 0,7 m | Schilftorf, Darg. | ÷ 0,0 m | Dargartige humose Schicht, Klei mit Reitwurzelsüßden. |
| - 1,0 m | Blauer Klei mit Wurzelsüßden vom Reit. | - 0,40 m | Schilftorf, stellenweise mit Birkenholz und -Rinde. |
| - 1,25 m | Blauer Klei mit Wurzeln vom Reit. | - 0,50 m | Graublauer sandiger Klei mit Reitwurzeln. |
| - 2,5 m | Wattmuscheln (<i>Scrobicularia</i>), die lebend im Schlick gesteckt hatten. Geschichteter Seesand, später von Reitwurzeln durchwachsen; stellenweise Wellenrippen mit zerriebenen Schiff in den Wellentälern. | - 2,3 m | Bis soweit sind die Schichten bei Niedrigwasser am Strande zu sehen. Geschichteter sandiger blauer Ton mit Schilfwurzeln. |
| - 4,0 m | Seesand mit Muschelresten, aber ohne Reitwurzeln. | - 4,0 m | Feiner grauer Sand und Ton mit fein zerriebenen Muscheln und Schilfresten. |
| - 6,0 m | Sehr muschelreicher Sand. | - 12,0 m | Dasselbe, aber mit Kies und Muschelsüßden und ganzen Muscheln (<i>Mytilus</i> und <i>Tellina</i>). |
| | Noch tiefer schlackiger Seesand. | - 15,0 m | Feinsand und Ton mit Kiesel- und Feuersteingeröll bis zu Haselnußgröße, Braunkohlestückchen, Kies mit ganz kleinen Wattmuscheln (<i>Scrobicularia</i>), dann grauer Feinsand mit schwarzem Pflanzengrus. |
| | Soweit waren die Schichten zu sehen, da das Wasser ausgepumpt war. Bevor dies geschah, hatte ein Bagger den Boden ausgehoben, und es war eine Spundwand geschlagen worden. An dieser fand ein Taucher in angeblich 13 m Tiefe eine feste Tonsschicht mit Schilfwuchs, so fest, daß er ein saustgroßes Stück durchbohren und mit einem Bindfaden an seinen Gürtel hängen konnte, ohne daß es beim Arbeiten und Heraufsteigen zerbrach. In noch größerer Tiefe war Diluvialsand. | - 16,0 m | Kiegsand mit Muschel-, Braunkohle- und Torfstückchen, dann Klei mit Wattschnecken (<i>Hydrobia</i>). |
| | | - 18,0 m | Fester brauner Schilftorf mit Tonsschichten, das Wasser braunfärbend; dann Kies. |
| | | - 20,0 m | Feiner grauer Sand mit zerriebener Braunkohle, zuletzt mit Braunkohlestückchen. |
| | | - 27,9 m | |

Prähistor. Hebung

Ancylushebung



Eine Bohrung auf dem Oberahneschen Felde (19), 100 m westlich von der Soeben im Profil wiedergegebenen, durchteufte dieselben Schichten, traf aber den unteren festen braunen Ton mit Schilf 4 bis 5 m tiefer an. Nachdem dieser durchstoßen war, wirbelte viel Sumpfgas auf, geradeso wie in den Sumpfgasbohrungen bei Strückhausen, und gleich darauf fand das Wasser der Druckpumpe unterirdischen Abzug, wahrscheinlich im groben Kies des alten Flußbettes, von dem obige Bohrung eine 4 bis 5 m höher liegende Uferstelle getroffen haben muß. Es ist dies dasselbe Flußufer, das bei Baggerung 87 angeschnitten wurde. Noch höhere Uferpartien wurden aufgeschlossen durch die Baggerungen in der Ahne beim Flügeldeich von Eckwarderhörn, wo an einer Stelle (241) bei -18 m die Grundmoräne bloßlag, an andern bei $-12,5$ m Schilf- und Erlbruchtorf auf humosem Sande ruhte. Wir haben also ein Flußbett vor uns, dessen Nordostufer auf ein paar hundert Meter von 12 bis 24 m absinkt, das aber bis zu dieser Tiefe während der Ancylushebung austrocknete, wie die feste Tonschicht mit Schilf in Bohrung 19 beweist. Die Fortsetzung der tiefen Rinne werden wir in dem tiefen Fahrwasser nordöstlich von Wilhelmshaven zu suchen haben, wo die Karte „Meer und Küste bei Wangeroog“ 24 und 19 m unter Kartennull verzeichnet. Unsere



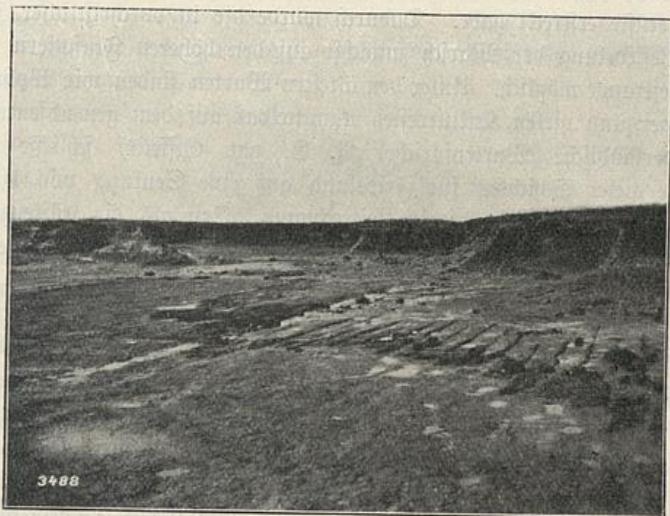
Aus: Schütte, Die Entstehung der Seemarschen.

Moor mit Baumstümpfen im Jadebusen bei Arngast.

Baggerungen und Bohrungen über jene Gegend hinaus stehen aber nicht dicht genug, um den weiteren Verlauf des Flusses angeben zu können. Auch ist nicht sicher, ob das westliche Ufer, das die feste Tonschicht mit Schilf bei za. -13 m in Wilhelmshaven bezeichnet, demselben Flußlauf angehört oder ob ein Flußarm durch den westlichen Teil des erst später entstandenen Jadebusens lief und sich nördlich von Wilhelmshaven in den größeren ergoß.

Sicher ist nur, daß mitten im Jadebusen an der Westkante des Vareler Fahrwassers bei -16 m noch Grundmoräne vorhanden ist, die im Würdeleher Sand und bei Arngast bis etwa Normalnull ansteigt, und daß wieder südlich davon zwischen Dangast und Kleinarngast tiefgehende Torf- und Kleischichten einen jüngeren, verschlammten und vermoorten Flußarm andeuten.

Das interessanteste Ergebnis der obigen Bodenausschlüsse ist aber der Beweis, daß schon die Litorinasenkung in dieser Gegend einen Jadebusen schuf, da ja die Schichten von -13 bzw. 18 und 22 m bis etwa -4 m aufwärts fast reine Meeresablagerungen sind, nur unter dem Oberahneschen Felde unten mit diluvialen Material durchmischt, das wahrscheinlich aus den höheren Uferlagen ausgewaschen wurde. Von -4 bis $-0,7$ bzw. $+0,3$ m aber zeigt



Aus: Schütte, Die Entstehung der Seemarschen.

Altes Pflugland auf dem Oberahneschen Felde, durch Abbruch der Insel wieder bloßgelegt.

sich eine allmähliche Ausfüßung des Wassers, bis der Litorina-Jadebusen in Festland umgewandelt war. Dieses Festland, wahrscheinlich in vor- oder frühgeschichtlicher Zeit entstanden, reicht bis ins späte Mittelalter hinein. Ihm gehören die Pflugfurchen an, die sich unter dem Gilande hindurchziehen und bei jedem Abbruch neu am Strande zum Vorschein kommen. Ihm gehören die Brunnen und die vielen Kulturreste an, von denen von Alten unserm Museum Proben überwies, ferner die vielen Spuren menschlicher Ansiedelungen auf dem Watt bei Sehestedt, bei Arngast und endlich die vielen alten Ziegelsteine, Menschen- und Tierknochen, Gefäßscherben usw., die wir fast in jeder Baggerung längs des alten Flußufers vom Oberahneschen Felde bis zur Geniusbank fanden. Hier werden wir die teils historisch beglaubigten, teils sagenhaften Ortschaften Aldeßen, Darkhusen und Anelham zu suchen haben,

im westlichen Jadebusen Hoven, Dauens und Bordum, im südlichen Zipfel Zadeleh und Würdeleh, von denen allen uns sichere Angaben über die Lage fehlen. Jenes Festland aber wurde von 1219 an teils ein Raub des Meeres, teils in Inseln zerklüftet, bis nach 1511 auch diese nach und nach verschwanden, so daß jetzt nur ein kleiner grüner Fleck von der Geestinsel Arngast und das Marscheiland des Oberahneschen Feldes von seiner früheren Existenz zeugen.

Die ausgedehnte Landbildung in vor- oder frühgeschichtlicher Zeit kann m. E. kaum ohne Annahme einer neuen Hebung nach der Litorinazeit erklärt werden, und das Studium der Wurten in unsern Marschen wie in den Niederlanden und Schleswig-Holstein brachte mich zu der Anschauung, daß diese Hebung, die mit der jüngsten Hebung Nordschwedens im Zusammenhang stehen könnte, sich ebenso wie die Litorinasenkung auf die ganze deutsch-niederländische Küste erstreckt habe. Dadurch wurde die in vorchristlicher Zeit einsetzende Besiedelung der Marsch zunächst auf den höheren Flußufeln und am hohen Seestrande möglich. Unter den ältesten Wurten finden wir Wohnschichten mit Dünger und vielen Kulturresten unmittelbar auf dem gewachsenen Boden. Der niederländische Wurtenforscher A. G. van Giffen*) schließt aus der Höhenlage dieser Schichten für Friesland auf eine Senkung von 10 cm im Jahrhundert seit Beginn unserer Zeitrechnung. Erst als die Küstenerstörung infolge erneuter Senkung wieder einsetzte, wurden nach und nach die Wurten aufgeworfen und endlich Deiche gebaut.

Die vielen Erdarbeiten bei den neuen Hafengebäuden der Marine sowie beim Bahnbau vom Hafengelände nach Sande gaben so reichliche Aufschlüsse der oberen Bodenschichten, daß über deren Aufbau leicht eine Übersicht zu gewinnen war. Durch das freundliche Entgegenkommen der Werkbeamten war es mir möglich, ein genaues Nivellement von etwa 40 untersuchten Punkten in den neuen Bahngräben zwischen Altenhof und Sande zu erlangen. Sie liegen im Sandersalzengroden, der 1643 und 1644 eingedeicht wurde, aber auch schon vor 1511 in einer Bedeichung gelegen hatte. Hier ist deshalb eine ziemlich genaue Altersbestimmung der oberen Schichten möglich; alle jüngeren Meeresablagerungen, in denen eine deutliche Schichtung zu erkennen ist, müssen aus der Zeit zwischen den beiden Eindeichungen stammen; denn was spätere Überflutungen bei Deichbrüchen an Schlick gebracht haben, das wird durch die Bebauung und die Beweidung des Landes bald wieder in seiner Schichtung gestört.

Als Grenze zwischen der älteren Marsch und den seit 1511 abgelagerten Meereschichten ist hier fast durchgehend eine deutlich in der Grabenwand sich abhebende Muschellage vorhanden. Stellenweise treten mehrere solche auf. In dieser Muschelschicht lagen mehrfach alte große Ziegelsteine und in einer kleinen Mulde ein Pferde skelett, das nach seiner Lage als Kadaver eingeschwemmt sein mußte und offenbar samt den Muscheln, die es umgaben, durch eine Sturmflut hierher gelangt war. Das Weitere mag ein Durchschnittsprofil zeigen, das die mittleren Tiefen aus den etwa 40 vermessenen Profilen angibt.

*) van Giffen, Die Fauna der Wurten. Leiden, 1913 (Dissertation).

| | | | |
|---|--------|---|--|
| + | 0,33 m | Bodenoberfläche. | |
| | | Eisenschüssiger Klei mit Pflanzenwuchs. Meeresablagerung. | } Ablagerungen zwischen 1511 und 1643. |
| - | 0,23 m | Muschelschicht. | |
| | | Brackwasserton mit Pflanzenwuchs. | } Ablagerungen vor 1511. |
| - | 0,66 m | Oberkante des Torfes. | |

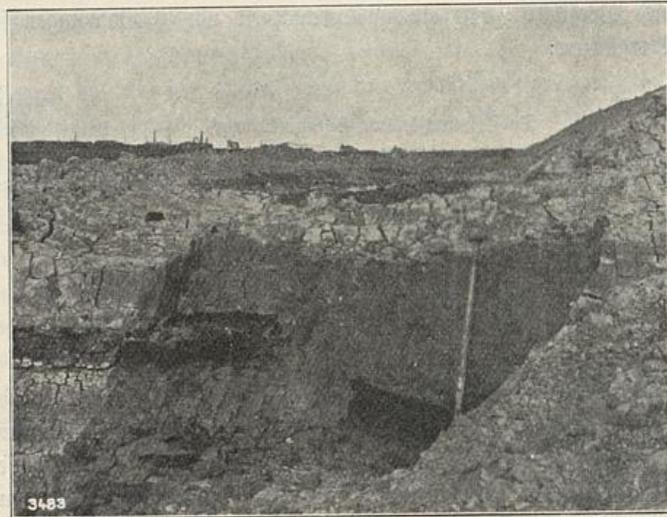
Dieses Profil ist aus einem Durchschnitt von 6 Bohrungen folgendermaßen zu ergänzen:

| | | | |
|---|--------|---|--------------------------|
| - | 0,66 m | Torf (hauptsächlich Phragmitestorf). | } Prähistorische Hebung. |
| - | 1,7 m | Blauer Klei mit Reit, Süß- und Brackwasserablagerung. | |
| - | 4,2 m | | } Litorinaseenkung. |
| | | Humoser brauner Sand. | |
| - | 4,4 m | | |
| | | Braungrauer Sand. | |

Es darf nach allem, was wir über die Sander Groden wissen, wohl nicht bezweifelt werden, daß die Kleischichten von der Muschellage aufwärts erst nach dem großen Jadedeinbruch von 1511 abgelagert sind. Ich habe diese Gegend schon in zwei Arbeiten im Jahrbuch für die Landesgeschichte (XVI u. XVIII) besprochen und dort nachgewiesen, daß die jüngste Senkung sich auch auf das Diluvium erstreckt, das hier den Kern einiger Burten bildet und hier und da dicht unter die Marschoberfläche oder darüber emporsteigt, und ich meine, es gibt sich hier ganz entschieden eine Beteiligung der Senkung an den großen Sturmflutperioden des 13. bis 18. Jahrhunderts zu erkennen. Von den Geodäten und den meisten deutschen Geologen wird bestritten, daß eine solche Senkung jetzt noch im Gange sei, während mehrere niederländische Forscher auch für die Gegenwart noch mit ihr rechnen. Es ist zu hoffen, daß die vermehrten und verschärften Pegelbeobachtungen, zu denen die hohe Sturmflut vom 13. März 1906 und der erneute Streit über die Senkungsfrage Anlaß gaben, neben weiteren Bodenstudien uns in einigen Jahrzehnten eine sichere Antwort auf die für unser Land so überaus wichtige Frage gestatten: Sinkt unsere Küste noch, oder hat die Senkung aufgehört?

Die Litorinaseenkung, die im östlichen Teile von Wilhelmshaven und beim Oberahneschen Felde so tiefgehende Meeresedimente zurückließ, hat in der Sander Gegend nur Brackwassertone abgelagert, die sich wahrscheinlich erst bei beginnender Hebung in vorchristlicher Zeit mit üppigem Schilfwuchs bedeckten, so daß zuletzt ein ausgedehntes Niedermoor entstand. Dieses befand sich beim Eintritt erneuter Senkung im Übergangsstadium zum Hochmoor, von dem wir im Süden des Salzengrodens reichliche Proben unter 1,5 bis 2 m Klei finden. Östlich von Mariensiel dagegen sind davon nur

noch spärliche Reste erhalten, aber man sieht hier in dem Trockenausgrab der Bagger vielfach losgerissene und vertriebene Schollen. Die Funde von Altens auf dem Banter Watt sowie Hausgrundrisse und Brunnenreste auf dem Sehestedter Watt und Spuren menschlicher Tätigkeit in den tieferen Schichten des Delfshaufer Moores, die geologisch jenen überschlickten Mooren entsprechen, beweisen, daß nach dem Ende der Litorinasekung, wahrscheinlich während einer vorgeschichtlichen Hebung, das Niedermoor stellenweise von



Aus: Schütte, Die Entstehung der Seemarschen.

Aufschluß am Ems-Zadefkanal bei Mariensiel.

Torfschicht im Klei, durch einen früheren Meereseinbruch durchbrochen und teils versenkt.

Menschen besiedelt war. Dieselbe Beobachtung hat D. Wildvang in den Emsmarschen gemacht*).

Eine sehr wertvolle Ergänzung der Aufschlüsse in der See und in ihrer nächsten Nähe bilden die bei den Vorarbeiten zum Bahnbau Barel-Rodenkirchen niedergebrachten zahlreichen Bohrungen. Sie geben ein Querprofil der ganzen Marsch- und Moorsenke zwischen dem Barel-er See-Strande und der Weser bei Rodenkirchen, und obwohl sie nicht geologisch überwacht und ausgewertet worden sind, glaube ich sie heranziehen zu dürfen, nachdem ich die Bohrregister studiert und die Bohrproben, soweit sie aufgehoben worden sind, damit verglichen habe. Es sind in der Hauptlinie 217 und auf Nebenlinien 127 Punkte, meist in 100 m Abstand voneinander, an denen durchweg bis auf den Sand oder wenigstens bis auf sicher tragfähigen Untergrund gebohrt wurde. Zwischen Schweiburg und Schwei wurden 16 Bohrungen etwa 15 m tief niedergebracht, ebenso eine am Lockfleth, die übrigen weniger tief. Geologisch wichtig ist nun zunächst, daß auf der ganzen Strecke von

*) Dodo Wildvang, Eine prähistorische Katastrophe.

Rodenkircherwarp bis zum Bahnhof Jade auf dem Sande eine dünne Moorschicht oder moorige Schicht mit Holz lagert, die von Ost nach West allmählich ansteigt. Zwischen Rodenkircherwarp und Rodenkirchen, im Querschnitt der alten Stadländer Insel*), die Dr. Karl Tanzen in einer Sonderabhandlung beschrieben hat, fehlt diese Moorschicht, ebenso im Westen unter der dünnen Marschdecke bei Hohenberge, aber schon am Knappdeich, 3 km östlich von der Bahn Oldenburg-Barel, findet sie sich, 30 cm mächtig, in ca. 6 m Tiefe unter NN., ebenso mächtig und fast in gleicher Tiefe an der Jade bei Alt-Wapelerziel. Ob sie zwischen den beiden genannten Punkten vorhanden ist, geht aus den untiefen Bohrungen nicht hervor. Von 2 km weiter östlich an aber wurde sie fast überall angetroffen, anfangs in gleicher Tiefe; dann sinkt sie, immer 20—30 cm mächtig, bis Schweieraltendeich auf ca. 10 m, hebt sich vor Schwei rasch bis auf etwa 7 m und sinkt von da bis jenseit Schweierfeld wieder langsam bis 10 m. Dann wird sie plötzlich 1,5—2,5 m mächtig bis zu dem Tief, das den Lauf des alten Lockfleths bezeichnet und teilt östlich von diesem, auf 7,5 m ansteigend, an der Grenze der alten Stadländer Marsch aus.

Vorstehende Übersicht gründet sich auf das Hauptbohrregister unter Berücksichtigung der etwas wechselnden Oberflächenhöhe. Es ist dabei zu bemerken, daß einzelne spätere Bohrungen, von denen ich die Proben mit den Registern vergleichen konnte, nicht überall eine eigentliche Moorschicht in der Tiefe antrafen, sondern statt ihrer mehrfach moorigen festen Klei mit Reiterresten oder Wurzeln verzeichnen. Nach den Proben ist es eine ähnliche Schicht, wie sie auf der Grenze zwischen Postglazialsand und Alluvium in den Aufschlüssen des Oberahneschen Feldes und des Inseldurchstiches in Wilhelmshaven sich fand. Auch nach der Höhenlage kann sie ihr entsprechen, und weiter aufwärts haben wir dieselbe Schicht in den Sumpfgasbohrungen bei Strüchhausen in etwa 10 m Tiefe. Wir werden also nicht fehl gehen, wenn wir in jener festen moorigen Schicht das verschlammte und vermoorte Bett eines Weserarmes aus der Joldiazeit erblicken, das durch die Anhebung bis auf eine schmale Rinne in der Gegend des späteren Lockfleths, wo ja die moorige Schicht mächtiger wird und tiefer geht, trocken gelegt wurde. Eine fast ebenso tiefe vermoorte Rinne zeigen die Bohrungen zwischen Kirchdorf Schwei und der Achtermerschen Brake an; an ihrer tiefsten Stelle wird der ältere Sand erst bei 14,25 m erreicht, und hier setzt die untere Moorschicht aus. Die Bohrungen auf der Haupt- und den Nebenlinien lassen aber einen Zweifel zu, ob dieses Flußbett nur ein von Südosten kommender, gebogener Weserarm war, oder ob sich mit ihm ein von Westen kommender Fluß, der späteren Wapel entsprechend, in der Gegend der Achtermerschen Brake oder nördlicher vereinigte. Leider sind die Bohrungen weiter westlich nicht tief genug geführt worden, um über den ursprünglichen Verlauf der Jade und der Wapel Auskunft zu geben.

*) K. Tanzen, Über die Bodenverhältnisse der alten Stadländer Marsch. 1912. Inaugural-Dissertation.



Nun haben wir aber noch die höher gelegenen Bodenschichten in den Bohrprofilen zu betrachten.

Über dem altalluvialen oder postglazialen Sande und der Ancyclusmoorschicht, soweit sie vorhanden ist, lagert von Hohenberge bis fast zum Bahnhof Diekmannshausen überall tragfähiger Klei bis zur Oberfläche. Von da an sind die Profile nicht mehr so einfach. Ich setze einige zum Vergleich neben einander.

| Bahnhof Diekmannshausen | | Bahnhof Schweiburg | | Südwestlich von der Schweier Kirche | |
|---|---|--------------------|---|-------------------------------------|--|
| Oberfläche bei allen drei Bohrungen annähernd = NN. | | | | | |
| 0 m | Tragfähiger Kleiboden. Meeresablagerung. | 0 m | Fester Kleiboden. | 0 m | Fester, schwarzer Moorboden. |
| — 0,8 m | Fester Moorboden, Reitwuchs, unten Holz, bes. Birken. | — 0,3 m | Reittorf, unten Baumwuchs, Birken u. Erlen. | — 0,7 m | „Weißer“ Moorboden. |
| — 1,6 m | Tragfähiger Kleiboden, oben mit Reit durchsetzt. | — 1,0 m | Kleiboden, graublau, schmierig, mit Reit. | — 2,0 m | Sehr weicher graublauer Klei, schlammig, Reitreste. |
| — 6,1 m | Fester Moorboden. | — 5,6 m | Moorboden, trocken und dicht. | — 7,0 m | Trockener Moorboden. |
| — 6,3 m | Humoser Sand. | — 7,4 m | Mooriger, rötlicher Sand. | — 7,2 m | Fester, grauer Klei, fettig. |
| | | — 10,0 m | Grauer Sand; starker Wasserandrang. | — 9,0 m | Feiner, weißer Sand, allmählich gröber, starker Wasserandrang. |
| | | — 13,25 m | Bläulicher Sand. | — 15,0 m | Kies, reich an Steinen. |
| | | — 13,4 m | Scharfer Kies. | | |
| | | — 15,0 m | | — 15,2 m | |

Die drei Profile stimmen darin überein, daß etwa 5 m über der Ancyclusmoorschicht, wie ich die untere kurz bezeichnen möchte, eine zweite Moorschicht vorhanden ist, die unten mit Birken und Erlen durchsetzt ist. Diese Bäume wurzeln tief in dem darunter liegenden blauen Marschklei, aber auch das Schilfrohr, aus dem sich das obere Moor hauptsächlich zusammensetzt, sendet seine Wurzelstöcke und Wurzeln tief in den liegenden Süß- und Brackwasserton. Vergleicht man diese Bohrungen mit den Aufschlüssen von Wilhelmshaven und dem Oberahneschen Felde sowie im Sander Salzengroden, so ergibt sich die wesentliche Übereinstimmung der oberen Moor- und Kleilagen in Höhenlage und Beschaffenheit. Wir werden also auch hier die mittlere Kleilage der Litorinajentung, die darauf gewachsene Schilftorfschicht der vor-

oder frühgeschichtlichen Hebung und den Klei über dem jüngeren Moor der jüngsten Senkung zuschreiben dürfen. Neben dieser Übereinstimmung aber zeigen die drei Profile, untereinander und mit den nördlicheren Aufschlüssen verglichen, beachtenswerte Unterschiede: Während in der westlichsten der Bohrungen lauter tragfähiger Boden vorhanden ist, ist der Litorinaklei (die mittlere, graublau Kleimasse) in den beiden andern sehr weich, so daß sich der Bohrer leicht durchdrücken läßt, in der östlichsten Bohrung sogar schlammartig, während die oberflächlichen und die tieferen Schichten fest sind. Der weiche, nicht tragfähige Klei reicht nach Angabe der Bohrregister von Stat. 67 (d. i. nördlich von Jaderaußendeich) bis Stat. 167 (d. i. bei Schweierfeld), also gerade 10 km weit. Während er im östlichen und westlichen Teil dieser Strecke allmählich auskeilt und von etwa 3 m festem Klei unterlagert wird, ist er in der Mitte, in der Gegend der Achtermeerschen Brake, bis über 5 m mächtig und reicht bis unmittelbar auf die ältere Moorschicht hinab. Er fehlt ganz in der Gegend des Lockfleths und der Jade. Ich ziehe aus diesen Bodenverhältnissen den Schluß, daß während der Litorinasenkung das Meer durch den gegen das Ende der Ancylushebung westlich von Schwei verlaufenden Weserarm aufwärts drang und gleichzeitig mit den Sand- und Muschelschichten bei Wilhelmshaven und dem Oberahneschen Felde hier im oberen Bereich der Tiden anfangs sandigen, an Holz- und Torfresten reichen, später weicheren Schlick ablagerte, bei fortschreitender Senkung immer weiter die Ufer überflutend, bis im Schutze der vorgelagerten Diluvialhöhen von Hohenberge, Arngast und Jadeloh ein weites, von dem bedeutend verbreiterten westlichsten Weserarm und den Abwässern der nordoldenburgischen Geest mit Süßwasser gespeistes Brackwasserhaff entstand. Ob in den unteren Tonschichten hier noch Seemuscheln vorkommen, habe ich nicht ermitteln können. Nur bei Sehestedt förderte ein Brunnenbau mit dem unteren Ton Herzmuscheln und Riesmuscheln zu Tage. Die Meeressädiomeen aber sind in diesen Litorinaschichten bis Strüchhausen und bis zum Großenmeerer Staatsmoor hinauf verbreitet. Bis soweit mindestens muß also das Meerwasser zu Zeiten vorgebrungen sein.

Das Lockfleth scheint zu Beginn der Litorinasenkung nicht als Fluß vorhanden gewesen zu sein, soweit die Bohrregister einen Schluß zulassen. Sie verzeichnen hier über einer bis 2,5 m mächtigen älteren Moorschicht lauter festen Klei bis etwa — 3 m aufwärts. Die einzige Bohrung, von der ich die Proben untersuchen konnte, verriet zwar nichts von der mächtigen Ancylusmoorschicht, aber sie wies auch keine Spuren eines verschlammenden Flußbettes unterhalb — 3 m auf, sondern nur die festen Schichten einer höheren Uferzone, die nicht dauernd von Wasser bedeckt war. Es scheint also während der Litorinazeit von jenem Flußbett bei Schwei aus eine allmähliche Überschlückung der niederen Ufer nach Osten und nach Westen weithin stattgefunden zu haben.

Der Salzgehalt des Wassers war gegen Ende der Litorinasenkung so gering, daß von den Uferzonen her ein üppiger Schilfwuchs immer weiter ins Flußbett vordringen und bei Beginn der vorchristlichen Hebung ausgedehnte



Niederungsmoore bilden konnte. Für eine ziemlich rasche Hebung spricht besonders der Umstand, daß gerade die unteren Schichten des jüngeren Moores (s. obige 3 Profile) viel Baumwuchs, besonders Birken und Erlen, enthalten, die auf den schlammigen Tonsschichten nicht hätten wachsen können, wenn nicht der Grundwasserstand infolge einer allgemeinen Hebung des Küstengebietes stark gesunken wäre. Schon Salsfeld*) macht darauf aufmerksam, daß im Weserdelta zwischen der untern Kleischicht und dem Hochmoore Reste von früherem, mächtigem Waldwuchs mit Andeutungen vom Dasein des Menschen**) liegen, daß aber das Weserdelta damals über dem Niveau der Flut gelegen haben muß und daß erst durch eine spätere Senkung der Untergrund von Teilen des Moores unter Fluthöhe geraten ist. — Sehr lange — im geologischen Sinne — kann diese Hebung aber nicht angedauert haben; denn es fand weder eine tiefgehende Erhärtung des Tonbodens wie bei der Anschlushebung noch eine starke Eisenausscheidung statt; nur die Bildung von Schwefelkies, der unter dem Schilfmoor hier und da gefunden wird, könnte vielleicht auf diese Periode zurückgeführt werden. Ihre Zeitdauer genügte aber, wie schon oben ausgeführt wurde, um den Menschen zur Besiedelung der den Fluten aufsteigenden fruchtbaren Gründe zu veranlassen, die er dann auch nicht aufgeben wollte, als eine ihm unbekannt Macht das eroberte Gebiet langsam wieder unter den Wasserspiegel hinabzusinken drohte.

Diese jüngste Senkung, die uns den historischen Jadedeusen brachte, hat die großen Niederungsmoore im Weserdelta, wie auch unsere obigen Bohrprofile zeigen, mit 0,5 bis 3 m See- und Brackwasserschlick überdeckt und das Meer vom Jadedeusen her durch mehrere Arme mit der Weser in Verbindung gesetzt. Von diesen kennen wir die Heete und Ahne an der Südgrenze Butjadingens, das Lockfleth mit der Wester-Ahne als Westgrenze Stadlands und die Jade-Line, die bei Elsfleth von der Hauptweser abzweigte, aber um 1500, bald nach ihrer Vereinigung zu einem Verbindungsarm, bei Salzendiech durchdämmt wurde.

Von dem Eisenbahnprofil Barel—Rodenkirchen werden nur das Jade- und das Lockflethbett gekreuzt, das Jadedbett etwas nördlich von Alt-Wapelerfiel, an einer Stelle, die jedenfalls keine ungestörte Schichtenfolge aufweist, wenigstens in den Probebohrungen für die Eisenbahnbrücke nichts von der oberen Moorschicht verrät, die sich unter dem jüngsten Klei ganz am Jadedbett aufwärts zieht. Dieses Moor wird hier, wo das Meer nach 1511 am weitesten nach Süden vordrang, von den Fluten zum großen Teil weggeschwemmt sein, haben sie doch noch in der Nähe von Jaderberg die Öltjenbrake als Moorscholle ausgehoben.

Teilweise erhalten geblieben ist das Niederungsmoor unter dem Lockflethbett westlich von Rodenkirchewurp, wo die Bohrregister es von Stat. 173—188 beispielsweise in Tiefe von 1,5—2,0; 1,7—2,4; 2,2—2,7 m unter NN.

*) Salsfeld, Die Hochmoore auf dem früheren Weserdelta. Zeitschr. der Gesellsch. f. Erdk. Berlin 1881.

**) z. B. im Delfshaufer Moor (Der Verf.).

angeben. Ich selbst habe dort frische Aufschlüsse in den Eisenbahngräben gesehen und mit dem Spaten in der Grabensohle einen Aushub bis auf jenes Moor gemacht. Es scheinen von diesem jüngeren Moor nur die unteren Schichten, die aus wenig verrotzten Reitlagen bestehen, erhalten geblieben zu sein; die höheren Schichten wird das Wasser abgehoben haben. An ihre Stelle ist blaugrauer Brackwasserton getreten. Die oberen Schichten aber zeigen direkte Einwirkung des Meerwassers; denn 60 cm unter der Oberfläche liegt in einer knickartigen Erde eine etwa 10 cm mächtige Sturmflutschicht mit Herz- und Miesmuscheln und Strandschnecken, vermischt mit zusammengespülten Stengel- und Wurzelresten von Strandpflanzen mit Krusten von Eisenoxyd, genau wie man solches am Strande des Oberahneschen Feldes findet. Die untersuchte Stelle liegt etwa 500 m westlich von dem alten West-Deiche des Stadlandes und etwa 100 m östlich von der Eisenbahnbrücke über das Lockfleth. Die Muschelschicht fiel sanft nach diesem hin ab und verlor sich nach Osten hin in den oberen Bodenschichten. Sie wird einen sanften Uferabhang des Stadländer Außengrodens hinter dem Rodenkircher Oberdeich nach der Westerahne zu darstellen. 1 Kilometer nördlich von hier wurde bald nach 1514 der erste Ahnezuschlag gelegt. Jene Sturmflutschicht könnte aus der Zeit 1396/1423 stammen, als die alte Pfarrkirche von Strückhausen im Wasser verging.*) Nach der Durchdeichung wird von Süden her durch das noch offen bleibende Lockfleth, das bei der Harrierbrake in die Weser fiel, eine rasche Aufschlickung erfolgt sein, die die 60 cm Klei über der Muschelschicht brachte. An der Grenze der Neuzeit war also hier, wo schon in der Anchlusszeit eine Flußrinne bestanden hatte, wiederum eine Verbindung der Weser mit dem Jadebusen vorhanden. Das darf wohl als geschichtlich und geologisch feststehend betrachtet werden.

Gehen wir nun im alten Weserdelta weiter aufwärts, so bieten die Bohrungen auf Sumpfgas in Strückhausen und Umgegend und die Arbeiten mit der Kleihebemaschine in der Gegend von Menghausen wertvolle tiefere Bodenaufschlüsse, über die ich aus eigener Anschauung berichten kann. Ich stelle wieder zwei Profile nebeneinander, von denen das eine auf dem Grundstück des Molkereidirektors Büsing in Strückhausen, unweit des Bahnhofes, das andere auf den Gründen des Anbauers H. Janßen im Großenmeerer Staatsmoor zwischen der neuen Kolonie Rüdershausen und Südmenghausen liegt. Die Verbindungslinie der beiden Punkte, 5 km lang, verläuft ONO—WSW durch die Strückhauser Wildbahn.

*) Sello, Der Jadebusen. Barel 1903.



| Strückhausen | | Großenmeerer Staatsmoor | |
|--------------|--|-------------------------|---|
| NN. ÷ 0 m | Gartenerde, dann Moos- und Schilfstorf. | NN. + 2 m | Jüngerer Moostorf. |
| - 3,0 m | Blauer, weicher Ton mit Reitwurzelsködern, nach unten dichter werdend. | - 2 m | Schilfstorf. Klei mit Reit. |
| - 9,50 m | Bäher Ton, völlig undurchlässig. | - 2,60 m | Klei mit Reitwurzeln, grau. |
| - 10,50 m | Moorige Schicht mit Schilf und Holz. | - 4 m | Blauer Klei. |
| - 10,75 m | Ton wie vorhin, undurchlässig. | - 5,50 m | Klei mit Sandschichten. Brackwasserablagerungen. |
| - 11 m | Moorige Schicht wie vorhin. | - 6 m | Sehr festes schwarzes Moor mit Sand, Holzreste. |
| - 11,25 m | Torfschicht mit Sand. | - 6,50 m | Darunter humoser Sand. |
| - 11,50 m | Feiner humoser Sand. | | |
| - 12 m | Grober Sand. | | |
| - 12,50 m | Sand mit Braunkohle. | | |
| - 13,50 m | Grober Sand und Kies. | | |
| - 15 m | Grober Kies, Kiesel- und Feuersteingeröll. | | |
| - 17 m | | | |

Nach Angabe der Arbeiter soll der Sanduntergrund nach Westen ansteigen, und dort sollen in ihm mächtige Eichen wurzeln. Wir haben dort wahrscheinlich eine Fortsetzung des linken Postglazialuferes der Weser von Moorriem her, das in der Anchlusszeit mit Wald bedeckt war. Die Weser wird sich damals in mehrere Arme geteilt haben, von denen der eine im Strückhauser Profil getroffen wurde, und zwar sind hier die Schichten von etwa 9 m abwärts bis 11,5 m als in der Anschlusszeit gehobene Sedimente des sich verschmälernden Flusses zu betrachten.

Ein anderer Anschlussarm der Weser kreuzt vermutlich südlich vom Bahnhof Oldenbrok den nach Oldendorf führenden Weg. Dort tritt nämlich in dem 2,70 m tief ausgehobenen Zuggraben unter dem Moor ein ganz fester Klei zu Tage, der sich in westöstlicher Richtung als Rücken fortsetzt und sich schon durch die höhere Lage des Moores bemerkbar macht. Ich untersuchte den Klei mit dem Handbohrer und erhielt folgendes Profil:

Bohrung 600 m südlich vom Bahnhof Oldenbrof.
(Die Grabensohle liegt auf \div 0.)

| | | |
|------------|---|--|
| \div 0 m | Sandiger, blaugrauer Klei mit Wollgraswurzeln, vivianitfleckig. | } Der Ton ist so fest, daß man nur mit Mühe bohren und die geschlossenen Bohrerne herausziehen kann. |
| - 1,8 m | Ein Knochenstück mit Vivianit. Sehr steifer Klei mit Reitresten, überall durchwachsen. | |
| - 4,3 m | Birkenholz. Klei grau und braun gemischt, Spuren von Glimmer. | |
| - 5,3 m | Brauner, sehr humoser Ton, etwas weicher. | |
| - 6,0 m | | |
| | | |

Es muß hier ein altes Hochufer eines Flusses sein, nach der Bodenbeschaffenheit der unteren Hälfte wahrscheinlich aus der Anchlusszeit. Die unterste Schicht stimmt in der Höhenlage etwa mit den Anschlusschichten der Kleiaushebung im Großenmeerer Staatsmoor überein. Die oberen müssen von Aufschlickungen aus der Litorinazeit herrühren. Die Festigkeit des Bodens deutet auf eine relativ hohe Lage hin; jedoch berechtigt die eine Bohrung nicht zu weiteren Schlüssen.

Zum Vergleiche sei hier noch das Ergebnis einer zweiten Handbohrung im Oldenbrofer Moor südöstlich von der Meinerschen Torfstreuafabrik an der Bahnstrecke Oldenbrof-Strückhausen aufgeführt.

Abstand von der vorigen Bohrung 2 km,
vom Bahnhof Strückhausen 1,5 km.

| | |
|----------------------------|---|
| Oberfläche etwa + 3,0 m | Lofteres Moor, Moos-, Heide- und Wollgrasstorf. |
| - 0,5 m | Sehr weicher, mooriger Klei. |
| - 1,0 m | Niederungsmoor mit Schilf, Binjen zc. |
| - 1,5 m | Klei mit Reitwurzelsfäden. |
| - 2,2 m | Bläulicher Klei mit Birkenstamm. |
| - 2,5 m | Bläulicher Klei, fester werdend. |
| - 3,0 m | Fetter grauer Klei. |

Hier haben wir von unten bis — 1,5 m aufwärts Litorinaablagerungen in dem Strückhauser Weserarm, nämlich Brackwasserton mit aus tieferen Schichten aufragendem Holz, nach oben gegen Ende der Senkung Übergang zu Niedermoor; darüber wieder Klei, der der jüngeren Senkungsperiode angehört, aber wahrscheinlich nur bei Sturmfluten eingeschwemmt ist, während das lockere Hochmoor auftrieb, ohne verschwemmt zu werden, ein Vorgang, der beim Außendeichsmoor in Sehestedt regelmäßig bei hohen Fluten eintritt. Die Hochmoorbildung wird hier während der vorchristlichen Hebung eingesetzt haben; das Oldenbrocker Moor ist also wahrscheinlich nicht viel über 2000 Jahre alt; es besteht fast ganz aus jüngerem Moostorf. Daher die vielen Torfstreu-fabriken jener Gegend, die bei genügend tiefer Entwässerung das Moor bis in die untersten Schichten zu Torfstreu verarbeiten könnten.

Die letzte Handbohrung nahm ich an der angegebenen Stelle vor, weil hier um 1850 ein großer Moorrutsch stattgefunden hat, ein Ereignis, das in dieser fast ganz ebenen Gegend unerklärlich erscheinen muß, wenn nicht die Untergrundsverhältnisse das Rätsel lösen. Herr Frels, ein Landwirt aus der Nachbarschaft, der mir mit Auskunft und Arbeitshilfe beistand, wußte aus dem Munde älterer Leute, daß nach heftigen nächtlichen Regengüssen eine Moorfläche von vielleicht $\frac{1}{2}$ qkm oder mehr sich nordostwärts nach der Strückhauser Seite verschoben habe, so daß an der Bruchstelle tiefe Spalten entstanden, die sich mit grauschlichem Wasser füllten, und Landgrenzen verrückt wurden. Nun hängt zwar heute das Hochmoor nach Strückhausen hin, wo es durch Torfgraben erniedrigt ist, etwas ab, im ganzen vielleicht um 3 m; und das wird wohl, wenn auch in geringerem Maße, vor 50 Jahren auch schon so gewesen sein; aber das Emporstiegen des schlüchigen Wassers in den Spalten und in benachbarten Gräben spricht dafür, daß der Abrutsch auf einer Schicht sehr weichen Kleis erfolgte, und das wird die Kleischicht zwischen — 0,5 und — 1 m gewesen sein, die schon bei ihrer Ablagerung den Zusammenhang zwischen Hoch- und Niedermoor unterbrach.

Fragen wir nun, wie weit sind die charakteristischen Schichten nach dem Geestrande hin zu verfolgen, so treffen wir zunächst eine Grenze des Litorina-tones im Delfshäuser Moor, wo er am linken Ufer der Rasteder Bäte noch von — 3 bis — 4,25 m reicht und auf weißem Sande liegt, 200 m westlich davon aber unter dem bis — 4 m abwärts reichenden Hochmoore schon fehlt. Nur eine Niedermoor-schicht mit etwas Klei mitten zwischen zwei Hochmoorlagen deutet eine Überflutungsperiode während der Litorinazeit an, die eine Unterbrechung der Hochmoorbildung bewirkte. Letztere setzte aber in der vorchristlichen Hebungsperiode von neuem ein, und das zweite, jüngere Hochmoor wurde dann in historischer Zeit während der jüngsten Senkung von der Tade aus mit Schlick überdeckt, der an der Hahner Bäte weit aufwärts geht, nach Delfshausen hin sich aber schon verliert. In der eingeschalteten Schilfstorf-schicht mit Klei wurde eine Pyritnolle und bearbeitetes Holz gefunden, angeblich auch ein Brunnen. Das Moor scheint also nach dem Aufhören der Litorinasenkung vorübergehend besiedelt gewesen zu sein, bevor es als Hochmoor

weiter wuchs. Die Überschlückung des letzteren während der historischen Senkung hörte erst mit der Eindeichung 1529 auf. Aber diese junge Kleidecke ist bei Delfshausen schon völlig entfaltt.

Am Salzendeich, durch dessen Anlage um 1500 die Verbindung zwischen Jade und Liene unterbrochen wurde, stellte ich durch Handbohrung folgendes Profil zweimal fest:

| | | |
|---------|--|----------------------|
| ÷ 0 m | | |
| — 0,8 m | Knick, stark eisenhaltiger Klei. | Historische Senkung. |
| — 3,0 m | Hochmoor, nach unten in Schilfstorf, dieser in schmierigen, mit Reit durchsetzten Klei übergehend. | |
| — 4,5 m | Trockenes Hochmoor mit Birkenholz; dieses wurzelt im humosen Sande, der nach unten gelb wird. Viel Sumpfgas. | Anchlushebung. |
| ? | | |

An der Oberströmischen Seite von Großenmeer sind nach Angabe eines Brunnenbauers, der hier vier Gasbrunnen anlegte, etwa 4 m Moor über Schwemmsand vorhanden; die Brunnen stehen 16, 18 und 20 m tief im Kies, der sandsteinharte Krusten enthält. 4 km südlich von dort an der Moorseiter Chaussee wurde bei einem Hausbau nachstehende Schichtenfolge ermittelt:

| | | |
|----------|---|---|
| ÷ 0 m | Niederungsmoor. | } Vielleicht ist hier Hochmoor abgegraben oder weggetrieben während der Jade-Liener-Verbindung. |
| — 0,30 m | Schmieriger blauschwarzer Klei voll Reitwurzelsstücke. | |
| — 0,70 m | Schwarzes Moor mit Birkenholz; oben mit Binsen-, Reit- und Graswuchs. | } Anchluschichten mit Übergang zu Litorinajenschichten. |
| — 3,10 m | Humoser Sand? | |

Die Bodenschichten von — 0,30 bis etwa — 0,70 m sind wahrscheinlich Ablagerungen aus der Litorinazeit; es scheinen Uferpartien mit überschlicktem Moor zu sein, wie bei Delfshausen, und so deutet alles darauf hin, daß schon während der Litorinazeit das alte Anchlushochufer der Weser bei Großenmeer, welches auch im hochgelegenen Schwemmsand der Gasbrunnen an der Oberströmischen Seite seine Nähe verrät, weit überflutet und das vom Geestrande her weit vordringende Waldmoor der Anchluszeit mit Schlick überdeckt wurde. Die prähistorische Hebung brachte neuen Moorbuchs, der endlich im späten Mittelalter bei Salzendeich von der Weser wie von der Jade her durch

die jüngste Senkung abermals mit Klei überlagert wurde. Dieser Klei füllt die ganze Senke um Großenmeer aus, die ja noch auf älteren Karten als Meer dargestellt ist; die Moorseiter Chaussée bildet etwa die Westgrenze desselben. Bei Salzendeich sieht man noch deutlich das Bett des Verbindungsarmes zwischen Tade und Lüne etwa in der Breite eines Sieltiefes, und zwar mit kleibedeckten Moorufeln. Es wird nach der Mächtigkeit des Kleis über dem Moor etwas weniger tief als das Lockflethbett gewesen sein, so daß nur flachbodige Schiffe durchfahren konnten. Aber sogar die Rasteder Båke und die ihr zufließende Hålsbåke scheinen in jener Zeit weit hinauf mit kleinen Schiffen befahren worden zu sein; sonst wüßte ich es mir nicht zu erklären, wie ein 1,30 m langer eiserner Schiffsanker, der am 7. Februar 1896 auf einer Wiese im Stroth bei Barghorn $\frac{1}{2}$ m tief gefunden wurde, dorthin hätte gelangen können.

Das Spweger Moor, sowohl der unkultivierte, vom Heideich umschlossene Hauptteil als auch die kultivierten Randstreifen bis nach Moorriem hin, scheint ganz auf Sanduntergrund zu ruhen. Geht eine Flußrinne von Süden nach Norden hindurch, wie ich oben vermutete, so wird sie nicht mehr zur Litorinazeit bestanden haben, sonst müßte der Litorinatton von der Tade her weiter heraufgedrungen sein. In den teils von mir selbst ausgeführten, teils mir durch andere bekannt gewordenen Aufschlüssen: bei den Tümpeln östlich von der Kolonie Spwegermoor (lockeres Moor bis — 3 m), am Moordeich bei Bornhorst (ebenso), Paradies (ebenso bis — 2,5 m), Moordorf (dichteres Moor bis — 3 m), Bardenfleth (Moor bis — 5, stellenweise bis — 6 m) ist nirgends die untere Kleischicht vorhanden, jedoch kommt in den der Hunte und Weser näher liegenden Profilen mitten im Moor eine Waldschicht mit Eichen, Erlen, Kiefern und Haseln (in Bardenfleth sehr viele Haselnüsse) vor, die auf eine Unterbrechung der Moorbildung zur Zeit der prähistorischen Hebung zu deuten sein wird.

Etwas östlich von der Altenhuntoorf-Neuenbrocker Chaussée beginnt schon der Klei der jüngsten Senkung, in historischer Zeit wahrscheinlich von einem Weserarme hier abgelagert, der die Fortsetzung der Dollen bildete. Bis weit in die Marsch hinaus sieht man hier in den Gräben unter dem Klei starke Eichen- und Kiefernstämme liegen, die im Moor wurzeln. Sie gehören wohl auch der etwa meterdicken, ziemlich scharf abgegrenzten Waldschicht an, die wir soeben als Leitschicht der letzten Hebung betrachteten. Auf dem Moorrande wird sich dieser Wald als Bruchwald noch bis weit in die Senkungszeit erhalten haben, wie die Ortsnamen auf „Brok“ andeuten, und Reste davon sind noch heute vorhanden.

Ein großer Eichen- und Haselwald kam zu Tage, als zu Anfang der 90er Jahre die Hunte Schleife bei Lichtenberg durchstochen wurde. Ganze Lagen von Haselnüssen und Eicheln bedeckten den Waldboden; dazwischen fanden sich Hirsch- und Rehgeweihe und angeblich Kulturreste, von denen ich aber nichts sicheres ermitteln konnte. Die Bäume wurzelten im Sande, der von Huntebrück bis hier in geringer Tiefe (— 4 bis 5 m) erreicht wird. Der

durchstochene Lichtenberger Groden wird zu einer größeren Weserinsel gehört haben, die einen Teil der Lechterseite von Stedingen und den Süden der Gemeinde Elsfleth umfaßte. Hier finden wir nämlich im Fuße alter Burten (Wehrder rechts und links von der Hunte, nördlicher Oberrege, Wattenstraße bei Lienen, südlich von der Hunte Bettingbühen, Verne usw.) vor- und frühgeschichtliche Kulturreste. Der Sanduntergrund ist wahrscheinlich eine Fortsetzung des Diluvialrückens, der den jetzigen Weserlauf von Begejack bis Elsfleth so weit nach Westen drängt. Dieser wird sich erst nach der Anchlusszeit durch den niederen Teil des Diluvialrückens durchgewaschen haben, so daß zwischen ihm und der „Ollen“ Weser jene Insel entstand. Er hat zeitweilig sogar von Rehum her an Neuenkirchen vorbei einen noch östlicheren Verlauf gehabt oder einen Arm nach Nordnordost entsendet, dessen linkes Hochufer sich in einem + 4 m hohen Sandrücken mitten in der Marsch bei Ushwarden und dessen rechtes Ufer sich in dem + 14 m hohen schnurgeraden Steilrande bei Uthlede deutlich erkennen läßt.

Dieses Bendeln der Unterweser nach Osten und Westen wird während der Litorinasekung, die erst nach und nach das Weserdelta zu einem tief eindringenden Meerbusen aufweitete, die Regel gebildet haben. Indem ihre Arme in Seebalgen ausmündeten, die sich hin und her verlegten, bedeckten sie den Wald- und Moorboden der Anschlusszeit, soweit er nicht von den Wellen abgetragen wurde, mit mächtigen Lagen von Brackwasserschlick, der sich z. B. noch 4 m tief unter dem St. Veitshügel bei Altenesch findet, weiter draußen mit Schlicksand und schufsen so den tiefgründigen Kleiboden der älteren und den sandigen tieferen Untergrund der neueren Marsch. Während der jüngsten Senkung zeigte die Weser ein gleiches Bestreben, aber nun machte schon Menschenhand dem Wasser die Herrschaft streitig, dämpfte bei günstiger Zeit die schwächeren Arme und verhalf so dem östlichen Weserlauf, der vielleicht erst jetzt nach der Lune- und Geestejenke durchbrach und um die scharfe Ecke bei Blegen herum seinen Ausgang nach der Nordsee fand, zur Alleinherrschaft.

Wäre der Mensch als geologischer Faktor ausgeschaltet, so würde die Marsch heute bis Stedingen hinauf wie zur Litorinazeit ein Brackwasserhaff mit vielen Inseln und Sandbänken sein, zwischen denen die Weserarme in veränderlichen seichten Betten in tragem Laufe bald das süße Oberwasser seewärts, bald die mit ihm vermischte Meeresflut landeinwärts führten und die großen Sinkstoffmassen, die die Gezeiten und der Wellenschlag am zurückweichenden Strande aufwühlten, mit den vom Flußwasser herbeigeführten vermischt, über die sinkende Marsch und das Niedermoor breiteten, die inneren Gebietsteile auf Kosten der äußeren bis zum Niveau der heutigen Flußinseln und Außengroden erhöhend. Dieser Vorgang hatte wahrscheinlich bereits begonnen, als die Römer unsere Küste kennen lernten und beschrieben, und er dauerte an, bis die allgemeine Eindeichung ihn auf den äußersten Küstenrand beschränkte. Seitdem ist die eingedeichte Marsch nur noch bei Deichbrüchen um ein Kleines aufgeschlickt; teils infolge der allgemeinen Senkung, die freilich nach dem Urteil der deutschen Geodäten zum Stillstande gekommen ist, teils



durch das Zusammen sinken des austrocknenden Bodens, liegt sie jetzt meist unter Mittelhochwasser (s. d. Querschnitt Fever=Zedderwarden S. 90), kleine Gebiete sogar unter Normalnull.

Das Alter unseres Alluviums. Die älteren Ablagerungen lassen nur eine relative Altersbestimmung zu, die durch ihre Aufeinanderfolge bedingt ist. Die Dauer der Eiszeit wird von den Geologen ganz verschieden geschätzt, ebenso das Gesamtalter des Alluviums. Wenn wir in unsere Übersicht Zahlen einstellen, so sollen diese keineswegs Anspruch auf Genauigkeit erheben, sondern nur einen gewissen Anhalt bieten, um was für Zeiträume und Höhenunterschiede es sich handeln mag. Je näher die geologischen Vorgänge der Gegenwart liegen, desto mehr Möglichkeiten haben wir, einen Maßstab anzulegen, besonders seit der Mensch an der Gestaltung des Heimatbodens mitwirkt. Aber auch da ist die Beurteilung der Zeit außerordentlich schwierig, und alle Zahlen dürfen nur mit Vorbehalt genannt werden.

Wir sprachen schon von der Wichtigkeit der Moorfunde. Ein Beispiel mag auch hier zeigen, wie wichtig es manchmal für die geologische Beurteilung ist, wenn organische Einschlüsse und Kulturreste in den Bodenausschlüssen genau beachtet und sorgsam untersucht werden, und wie die verschiedenen Zweige der Naturforschung mit der Altertumsforschung Hand in Hand arbeiten müssen, um zu einigermaßen sicheren Ergebnissen zu gelangen.

Ende Oktober 1908 wurde in Holßel, am Geestrande des Landes Wursten, wie F. Plettke im XIII. Jahresbericht der Männer vom Morgenstern berichtet, beim Sandgraben eine Abfallgrube aufgedeckt, in der sich neben ein paar Tongefäßen, vielen Scherben und anderen Resten menschlicher Gebrauchsgegenstände Schalen von Mies-, Herz-, Platt- und Pfeffermuscheln und Strandschnecken (*Litorina litorea*) fanden, deren Inhalt offenbar verspeist worden war. Plettke schickte die Kulturreste an G. Sarauw in Kopenhagen, und dieser Forscher gelangte zu dem Ergebnis, daß die Funde der Zeit von 800—500 v. Chr., also der jüngeren Bronzezeit angehörten. Nun liegt zwar Holßel von der nächsten Fundstätte der Muscheln im jetzigen Watt 10—12 km entfernt; aber unter dem Dargboden der alten Wurster Marsch sind dieselben Muscheln im Klei enthalten, der nach unserer obigen Einteilung der Litorinazeit angehört. Daß die Muscheln der Abfallgrube aus der Litorinazeit stammen, wird auch dadurch wahrscheinlich, daß unter ihnen die Sandklaffmuschel (*Mya arenaria*) fehlt, die nach Angabe von G. Sarauw erst nach Beginn unserer Zeitrechnung in die Ostsee und nach Ausweis unserer Baggerergebnisse erst während der jüngsten Senkung bei uns eingewandert ist.

Dürfen wir somit annehmen, daß die Muscheln der Holßeler Abfallgrube auf dem Litorinawatt in der Nähe der Fundstelle (wo jetzt die alte Wurster Marsch ist) gesammelt wurden, und zwar gegen Ende der Bronzezeit, so ist weiter der Schluß erlaubt, daß dieses etwa mit dem Ende der Litorinasenkung zusammenfällt und daß die prähistorische Hebung etwa um 500 v. Chr. einsetzte; denn kaum 1 m über den Muschelschichten beginnt in der südlichen

Wurster Marsch der muschelfreie Boden zunächst mit Meerbinsenwuchs, dann mit Schilfrohr und Schilfstorf.

Ein weiterer Fund im Lande Wursten im Zusammenhang mit der niederländischen Wurtenforschung gestattet vielleicht einen Schluß auf die Zeit der jüngsten Senkung. Bei Dingen wurde vor mehreren Jahren von Dr. F. Bohls im Marschboden ein Urnenfriedhof aufgedeckt, der u. a. ein schönes Gefäß aus römischer roter Siegelerde, außerdem einige Baumsärge enthielt. Die Urnen stammen nach sachkundiger Schätzung aus dem vierten Jahrhundert nach Chr.; die Baumsärge mögen etwa 400 Jahre jünger sein. Der Friedhof liegt in der Nähe eines Sieltiefs, das vor der Eindeichung eine Küstenbalge gewesen sein wird. An dessen hohem Ufer ist die Dorfwurt Dingen errichtet und ganz in der Nähe der wenig erhöhte Friedhof angelegt. Aber auch die Dorfwurt wird, soweit sie künstlich aufgeworfen war, zur Zeit der Benutzung des Friedhofes noch geringe Höhe gehabt haben; wenigstens ist aus den Niederlanden bekannt, daß die oberen 3 bis 4 m Klei der meisten Wurten, die wenig oder keinen Mist, Knochen und dergleichen enthalten, erst zwischen dem 6. und 12. Jahrhundert aufgebracht worden sind. Jedenfalls muß der Marschboden zur Zeit der Anlage der Wurt und des Friedhofes noch erheblich höher als heute gelegen haben, denn 5 bis 6 m unter der Dingener Wurtoberfläche, etwas unter Normalnull, ist noch schwarze, humusreiche Erde mit Kulturresten vorhanden, ähnlich in Blegen, Tossens, Sinzwürden und in den abgegrabenen holländischen Terpen, und setzen wir nach der Altersbestimmung der Urnen die Zeit der ersten Besiedelung des Hochufers der Dingener Balge ins dritte nachchristliche Jahrhundert, so kann um die Zeit die Senkung noch keinen hohen Betrag erreicht haben. Andererseits berichten schon im ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung die Römer, daß die Chauken auf Wurten wohnen, daß sie zum Brennen „lutum“ (d. i. vermutlich vom Wasser bloßgespülter Torf) mit den Händen sammeln, daß die römischen Flotten nächtlicherweise durch schwimmende Wälder (auf losgerissenen Moorschollen?) erschreckt wurden, und daraus läßt sich wohl schließen, daß die Küstenerstörung infolge erneuter Senkung bereits begonnen hatte. Sie bestände demnach, rund gerechnet, etwa seit Christi Geburt, machte sich in den ersten Jahrhunderten jedoch weniger bemerkbar als etwa seit der Karolingerzeit und erreichte ihr Maximum mit der Entstehung der großen Meerbusen seit dem 12. Jahrhundert, die wohl besonders eine direkte Folge der immer mehr fortschreitenden Zertrümmerung des während der Hebung fast geschlossenen Strandwalles der Düneninseln war.

In nachstehender Tabelle sei versucht, das ganze Problem der Niveauveränderungen unseres Küstengebiets in gedrängter Übersicht zusammenzufassen:



Versuch einer Gliederung des Alluviums unserer Heimat.

| Geologischer Abchnitt | Betrug der Senkung (-), der Hebung (+) | Begründung vorstehender Zahlen | Zeitdauer | Begründung der Zeitangaben | Allgemeine Charakteristik der Perioden | Bemerkungen |
|-----------------------|---|---|--|--|--|---|
| Historische Senkung | Mindestens - 3 m | Die Wohnschichten in den Wurtsohlen liegen jetzt auf + 0 und tiefer. Sie müssen bei der Besiedelung der Marsch mindestens über mittlerer Sturmfluthöhe, also mindestens + 3 m hoch gelegen haben. | Etwa von Christi Geburt bis in die letzten Jahrhunderte. | Im ersten nachchristlichen Jahrhundert sah Plinius Burten, die denen der kleinsten Halligen ähnlich waren. Damals hatte also wahrscheinlich die Küstensenkung schon begonnen. Sie würde ohne künstlichen Uferschutz heute noch fortgeschreiten. | Ernte Einbrüche der See in die langsam sinkende Marsch. Zertrümmerung der Dünetetten am Strande. Übersiedlung der alten Marsch und der Niederungsmoore. Zeitweise Verflutung der Hochmoore im Sturmflutbereich. Die Marschbewohner mußten höhere Burten und Deiche errichten, um sich gegen die See zu behaupten. Entstehung tiefer Meeresbuchten durch Aufweitung der Flußmündungen. Pendeln der Mündungsarme nach West und Ost, wobei durch Deichbauten stellenweise wieder Land gewonnen wurde. An anderen Stellen ging viel Marschland mit menschlichen Wohnstätten verloren. Von diesen Reste auf dem Watt. | In Skandinavien von Stockholm nordwärts trat diese Senkung nicht ein, sondern die Hebung dauerte an. Während dieser Periode wanderte die Sandflaumen (Mya arenaria) in unsern Wattenmeer ein. |
| | | | | | | |
| Prähistorische Hebung | Mindestens + 2 m | Die obersten Schichten des Vitorinatones unter den Mooren des Weserbeltas sind Meeresablagerungen. In den untersten Moorschichten ist aber üppiger Baumwuchs vorhanden, der im Vitorinatet wuchert. Diese Schichten müssen von höchstens - 0 auf mindestens + 2 m gehoben worden sein. | Etwa vor 500 vor Christi Geburt. | Gegen Ende der Bronzezeit (800-500 v. Chr.) reichte nach Ausweis einer Abfallgrube am Wurster Seestrand das Vitorinat Watt noch bis nahe an diesen heran. Die erste Besiedelung der Marsch geschah nach Ausweis der Wurtfunde in der letzten Hälfte des ersten Jahrtausends vor Chr. | Das Vitorinat Watt mit seinen Inseln hob sich soweit über den Meeresspiegel, daß diese den Menschen einigermaßen sichere Wohnstätten boten, von denen aus sie ihre Schafe, später auch Rinder etc. auf den weiten Marschflächen weiden konnten. Die Flußbetten schoben sich wieder weiter gegen die See vor. Zwischen den Flußmündungen warfen Wellen und Wind den Sand des Strandwalles zu hohen Dünen auf, die eine fast geschlossene Kehrung bildeten. Die Niederungen an den Flüssen füllten sich mit Bruchwaldtorf, teils auch mit Hochmoor. | Diese geringe Hebung, die von J. Lortie (Zeitschrift van het Koninkl. Nederl. Aardrijksk. Genootsch. 2e Ser. de XXIX. 1912, Hft. 4, S. 441) 1890 auch für die Niederlande vermutet wurde, scheint ein schwacher Ausläufer der skandinavischen (nordbaltischen) zu sein. |
| Vitorinat Senkung | Mindestens - 16 m | Die höchstgelegenen Anchluss- Vegetationschichten bei der Geniusbank liegen jetzt auf - 12 m. Sie müssen, da darunter bei - 18 m noch durch Oxidation erhärteter Boden ist, auf mindestens + 5 m gelegen haben. Die gesamte Senkung beträgt also mindestens 17 m, die kommen bis auf 1 m (- 3 + 2) auf die Vitorinat Senkung. | Etwa von 7000 bis 500 vor Christi Geburt. | Die Untergrenze nach G. Andersson und J. Stoller. | Die Anschlusslücke tauchte allmählich unter den Meeresspiegel; die aufgestauten Flüsse verschlammten, verstopften sich und suchten sich neue Betten. Die immer höher aufwärts dringende Flutwelle lagerte die durch die Küstensenkung stark vermehrten Einflüsse über den Niederungsmooren und dem Bruchwald ab und verwandelte alles Land bis an das höhere Diluvium in ein Schludwatt. Nur die Hochmoore, soweit sie nicht zerstört wurden, und einige Fluß- und Genadeinseln erhielten sich über dem Meeresspiegel. Meeresstrand zuletzt mindestens bis zum jetzigen inneren Jadedeusen vorgedrungen. | Bei Lübeck beträgt die Vitorinat Senkung nach J. Friedrich (Die Vitorinat- u. Praetorinatbildungen unter dem Fribwall bei Travemünde, Lübeck 1912) etwa 20 m. |
| Anchlusshebung | Mindestens + 7 m | In der Nähe von Wangeroog wurden über Vegetationschichten Schludlande mit Seemuscheln erhoben, die bis zu einer Mächtigkeit von 8 m durch Eisenhydroxyd gebräunt waren. Die obersten Schichten können bei ihrer Ablagerung nicht über + 1 m gelegen haben, müssen aber später so hoch gehoben worden sein, daß die untersten auf etwa - 0 lagen, da sonst keine Oxidation erfolgt wäre. Die obersten Schichten wären also von + 1 auf + 8 m gekommen. | Etwa von 13000 bis 7000 vor Christi Geburt. | Nach Andersson und Stoller (Zeitschrift d. Deutschen Geol. Gesellschaft, Band 62, Jahrg. 1910, Heft 2, S. 175.) | Das Watt aus der Joldiazeit hob sich z. T. über den Meeresspiegel. Die verschlammten breiten Flußläufe schrumpften zu schmalen, aber tieferen Rinnen zusammen, die ihre Einflüsse weiter ins Meer hinausführten und das Flußdelta fernwärts vorbauten. Die alten Flußniederungen wurden von Niederungsmooren ausgefüllt, die sich bald in Bruchwald verwandelten. In diesem trat neben Kiefer und Birke schon Eiche und Hahel auf. Der Meeresstrand lag gegen Ende der Hebung nördlich von der Jadedeplate. | Die Anschlusshebung schuf wahrscheinlich eine Landbrücke von Norddeutschland nach Südschweden. Während der Anschlusszeit war die Küster am Strande häufig. |
| Joldia Senkung | Seit Ende der Eiszeit mindestens - 14 m | Nördlich von Wangeroog wurde noch Waldboden auf Grundmoräne in 20 m Tiefe gefunden. Er muß auf mindestens + 4 m gelegen haben. 24 m Senkung würden auch etwa die Tiefenlage der Doggerbank erklären, wenn sie in der Eiszeit Küstenland der Nordsee war. Von diesen käme auf die Joldia Senkung allein 24 - (16 - 7 + 3 - 2) = 14 m. | Seit Abschmelzen des Glets, 26000 bis 13000 vor Christi. | Nach Andersson und Stoller. | Das Festland erstreckte sich nach dem Abschmelzen des Glets noch weit in die Nordsee hinaus. Der Boden trug Birken- und Kiefernwald, der infolge der Senkung vielfach verjüngte und unter Flachmoor begraben wurde. Dieses wurde später im Binnenlande zu Hochmoor, an der Küste vom Meere überflutet und teils abgetragen, teils mit muschelreichem Sand und Ton überdeckt. Gegen Ende der Periode lag der Meeresstrand etwa in der Gegend von Minjer Odoog und Mellum. | |

Das Sumpfgas in unseren Marschen. Seit einigen Jahren wird die Molkerei Strückhausen mit Sumpfgas beleuchtet, das stets in genügender Menge beim Pumpen des Kondensatorwassers kostenlos gewonnen wird. Molkereidirektor Büsing, der dies neue Beleuchtungsmittel für das Oldenburger Land entdeckt und zuerst verwendet hat, hat auch bei seiner Privatwohnung eine Anzahl Brunnen bohren lassen, in denen das Gas mit dem selbsttätig bis etwas über Maisfeldhöhe aufquellenden Wasser heraufkommt, von kleineren Kesseln aufgefangen und durch Röhren nach einem größeren Gasometer geleitet wird, aus dem es eine Röhrenleitung zu den Verwendungsstellen im Hause führt. Dort dient es zur Beleuchtung aller Räume und zur Speisung eines Gasherdes und eines Gasofens.

Herr Büsing hat auch das Gas auf seine Zusammensetzung und seinen Heizwert untersuchen lassen. Das Ergebnis war folgendes: Spezifisches Gewicht 0,691. Zusammensetzung: 70,8% Methan (leichter Kohlenwasserstoff), 10% Kohlenensäure, 1,05% schwere Kohlenwasserstoffe, 3,2% Sauerstoff, 1,05% Kohlenoxyd, 13,9% Stickstoff. — Der obere Heizwert des Gases betrug bei 0 Grad und 760 mm Druck 7390 Kalorien, ist also erheblich höher als der des Steinkohlengases.

Eine zweite Analyse ergab 76,7% Methan, 1,9% Sauerstoff, 10,7% Kohlenensäure und 10,7% Stickstoff.

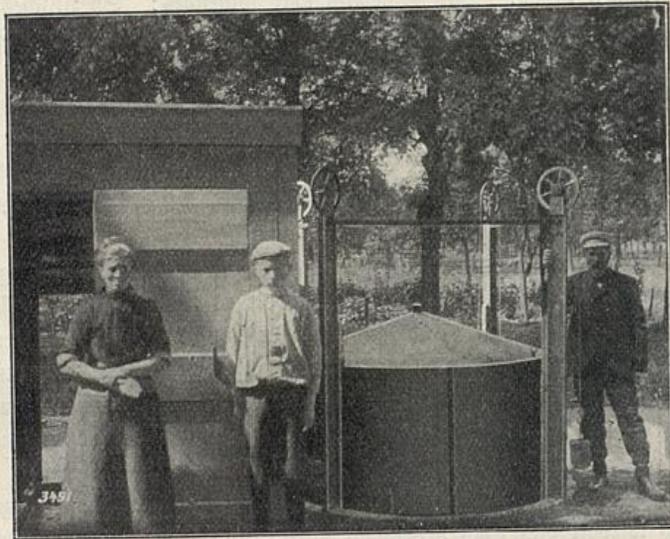
Als man mit diesen Anlagen begann, da war die kritische Frage: Wird der Gaszustrom beständig bleiben, oder handelt es sich um einen beschränkten örtlichen Vorrat in der Erde, der sich bald erschöpft? — Die bisherige Erfahrung spricht dafür, daß das Gas dauernd fast in gleicher Menge ausströmt. Damit ist aber nicht gesagt, daß die Gasproduktion der Brunnen immer gleich groß ist. Es hat sich vielmehr herausgestellt, daß die Gasmenge im umgekehrten Verhältnis zur Höhe des Luftdruckes, des Barometerstandes, steht. Herrscht unruhiges, stürmisches Wetter, wie es die barometrischen Minima mitzubringen pflegen, so wirbelt das Gas bedeutend stärker auf als bei barometrischem Hochstande, bei heiterem, sonnigem Wetter oder Frost. Worin dieser Zusammenhang eigentlich besteht, das ist wohl noch nicht ganz erklärt. Ist es nur der geringere Luftdruck, der das Entweichen des Gases aus dem Wasser, dem es nur mechanisch beigemischt ist, erleichtert? Oder wirkt etwa auch der höhere Wasserstand an der Küste und in den Flüssen, den die Stürme bewirken, rückstauend auf das Grundwasser und damit fördernd auf die Gasproduktion ein?

Es ist überhaupt noch manches rätselhaft in bezug auf das Sumpfgas. Wir wissen noch nicht einmal, woher es stammt. Unzweifelhaft ist es aus organischen Stoffen im Boden entstanden, wie es sich noch stets überall in Mooren und Sümpfen bildet. Man braucht nur irgendwo die tieferen Moorschichten oder den Schlammgrund eines Dümpels anzubohren, so wirbelt das Methan in großen Blasen auf; aber nach kurzer Zeit hört es in solchem Falle auf. Bei dem Sumpfgasbrunnen aber fließt es mit dem Wasser beständig aus. Wo hat sich das Grundwasser in solchem Maße mit Kohlenwasserstoff

sättigen können? Da muß man zunächst die durchteuften Schichten kennen. Als Beispiel diene das Bohrprofil von Strückhausen S. 204.

Bis zu der Kiesschicht bei ca. 17 m werden die meisten Gasbrunnen hinabgetrieben, weil hier sich der stärkste Wasserdruck und damit das meiste Gas findet.

Daß das Sumpfgas nicht in der Kiesschicht selbst entstanden sein kann, ist klar. Die wenigen Braunkohlebrocken in etwa 13 m Tiefe können auch nicht solche Gasmengen erzeugt haben; eher schon der Darg in Tiefe von 10,5—11,5 m. Den oberen Moorschichten in der Nähe der Oberfläche können sie nicht entstammen, denn von hier können sie nicht in die Tiefe dringen, weil der undurchlässige Ton sie hindert. Überhaupt ist ein Aufwärtssteigen des Gases wahrscheinlicher als ein Abwärtsdringen. Dann müßten wir



Aus: Schütte, Die Entstehung der Seemarschen.

Sumpfgasanlage in Nordholland.

aber unter dem Kiese noch Schichten vermuten, in denen organische Stoffe sich massenhaft zerlegen. Sind solche vorhanden? Wir wissen es nicht. Bis ca. 30 m hat Büfing immer noch Sand und Kies gefunden.

Das Beispiel Büfings wurde vielfach nachgeahmt. Erfolgreiche Bohrungen auf Sumpfgas haben stattgefunden, soweit mir bekannt geworden ist, an folgenden Orten: Strückhausen, Neustadt, Hammelwardermoor, Barghorn b. Großenmeer, Oldenbrok-Niederort, Seefeld der Außendeich Kortendorf b. Schwei, Dedesdorf und Uterlande, auch in Ovelgönne und Brake; aber in den beiden letztgenannten Orten stieg das gasführende Wasser nicht über die Bodenoberfläche. — Soweit meine Erfahrung reicht, liegen alle diese Punkte an der Stelle alter Weserarme, und das gasführende Wasser entstammt den postglazialen oder altalluvialen Schichten ihrer Betten. Außerhalb derselben, z. B. in Meerfirchen,

Vardenfleth und Paradies haben Probebohrungen keinen oder ungenügenden Erfolg gehabt. Ebenso scheinen mir die Sumpfgasbrunnen in Holland, wo man sie schon länger kennt, an das Prä- und Postglazialbett des Rheins gebunden zu sein.

Die Dünen des Alluviums. Eine kurze Betrachtung wollen wir zum Schluß noch dem Wandern des windbewegten Sandes widmen, das auch während der Alluvialzeit nie ganz aufgehört hat, obwohl es wahrscheinlich nie wieder das Maß der Postglazialzeit erreicht haben wird.

Die Untersuchung der Hochmoore ergibt, daß wir während des Alluviums zwei langandauernde feuchte Perioden hatten, die den älteren und den jüngeren Moostorf entstehen ließen. Es ist klar, daß während dieser Zeiten vermehrter Luftfeuchtigkeit und Niederschlagsmenge der Flugand mehr zur Ruhe gekommen sein muß, da der Boden selbst in den höheren Lagen feucht genug war, um wenigstens eine Heidevegetation zu ernähren, die den Sand fesselte. Ein Heideteppich auf Sandboden aber erzeugt bald eine Decke von Rohhumus, und darunter entsteht mit der Zeit Bleisand und Ortstein oder wenigstens Orterde. Dadurch wird die Dünenoberfläche sehr fest und widersteht, auch wenn die Vegetation später durch Dürre zugrunde geht, noch lange den Angriffen des Windes. Aus diesem Grunde wird der Sand der postglazialen Dünen, nachdem er einmal durch die dichte Humusdecke an den Ort gebannt war, auch in der Trockenperiode, die den Grenztorf schuf, nicht wieder seine volle Beweglichkeit erlangt haben. Wohl aber — und das gilt auch für die Perioden größerer Feuchtigkeit, die durch die größeren Wassermengen auch größere Sandtrift in den Flüssen bewirkten — häufte der Wind die von den Flüssen und dem Meere angeschwemmten Sandmassen teils zu neuen Dünen auf, teils über die alten Dünen, bis auch diese Flugandhügel durch die Vegetation der jüngeren Feuchtigkeitsperiode in Bänden geschlagen wurden. So erklärt es sich, daß wir in den Dsenbergen und andern Binnendünen oft zwei oder sogar drei Rohhumusschichten in Abständen übereinander finden. Könnte man diese durch ganze Dünengruppen verfolgen, so würde sich die Form der älteren Dünen und damit die Hauptwindrichtung, der sie ihre Entstehung verdanken, leicht ermitteln lassen. Aber das hat mir nur in Ausnahmefällen, von denen ich oben einen erwähnte, gelingen wollen.

Anders ist es bei den jüngsten Dünenformen im Binnenlande wie auf den Gestadeinseln. Bei denen kann kein Zweifel obwalten, daß sie ihre Form vorherrschenden Westwinden verdanken, denn im allgemeinen ist der Westabfall sanft, der Ostabfall steil. Überdies ist der Flugand von den Dünengruppen aus vielfach nach Osten hin als flache Decke über vorgelagertes Moor ausgebreitet worden, z. B. von den Dsenbergen übers Bümmersteder, vom Korsorsberg, der freilich als Ganzes keine Düne ist, übers Lungeler Moor.

Diese Sandwanderung hat bis in die allerjüngste Zeit angehalten, bis ihr im letzten Jahrhundert durch Anpflanzung von Kiefern u. dergl. durch Menschenhand im Binnenlande fast überall ein Ende bereitet wurde. Am Seestrande, wo die Kiefer nicht gedeiht, benutzt man zu gleichem Zwecke den



Sandhafer, den blauen Helm und die Strandquecke oder man errichtet Fangzäune aus Reifig, ohne jedoch den Flugand, der durch die Brandungswellen immer neue Zufuhr erhält, ganz bannen zu können. Wir besitzen an unserm Seeuftrande überhaupt keine Dünen, die älter als höchstens ein paar hundert Jahre sind, da die ganzen Inseln in Wanderung begriffen sind oder wenigstens bis vor kurzem waren. Am westlichen Festlandsuftrande von Holland aber sind die inneren Dünenketten erheblich älter als die äußeren.

Sehen wir nun von den Stranddünen ab, bei denen das Meer und die Hebungen und Senkungen der Küste neben dem Winde eine bedeutende Rolle spielen, so könnte uns bei den Binnendünen die große Beweglichkeit in den letzten Jahrhunderten zu dem Schlusse verleiten, daß hier wieder eine Periode größerer Trockenheit im Spiele wäre. Das würde aber ebenso wenig berechtigt sein, wie die Annahme, daß der Heidewuchs auf der jetzigen Mooroberfläche von trocknerem Klima herrührte. Beide Erscheinungen sind wohl allein auf Eingriffe des Menschen zurückzuführen, die Trockenheit des Moores auf künstliche Entwässerung, die vermehrte Sandwanderung in der geologischen Neuzeit hauptsächlich auf Schafhaltung. Wo Schmucktrieb stattfindet — und gerade die Dünengegenden waren früher und sind zum Teil noch jetzt das ureigenste Gebiet der Heidschmuck —, da wird nicht bloß der Pflanzenwuchs verbissen und dadurch die Austrocknung des Bodens befördert, sondern auch durch die weit wandernden Tiere Spur neben Spur durch die Pflanzendecke getreten, sodaß der Wind sich des Sandes bemächtigen kann. Es ist kein Zufall, daß die wenigen breiten Triften, durch die noch heute täglich Schmuckherden vom und zum Stall getrieben werden, zugleich Flugandtriften sind, während verlassene Schmuckwege jetzt grünen Rasen haben.

Findet aber der Wind erst einmal eine Bresche vor im Rohhumuspauzer des Sandes, dann frißt er sich langsam, aber sicher tiefer ein. Dadurch verschafft er dem Frost Zutritt in größere Tiefe; die schwarze Orterde wird aufgelockert, und auch mit ihr räumt der Wind auf. So entsteht in der alten Düne mit der Zeit ein Windriß, vor dem sich im Windschutz jener eine junge Düne aus grauem, humusreichem Sande anhäuft. Mit der Erweiterung des Windriffes, der nun schon bis in den lockeren reinen Sand unter der Vegetationsschicht der alten Düne eindringt, vergrößert sich die junge Düne durch Anlagerung von Sand an ihre Flanken, sodaß sie Sichelform erhält, gleichzeitig aber an Höhe zunimmt. Übersteigt diese den Bereich des Windschutzes, so kann auch in ihr wieder ein Windriß entstehen, und so bilden sich alte und neue Dünenformen von großer Mannigfaltigkeit, die oftmals durch erneute Vegetation auf irgend einer Entwicklungsstufe erstarren und dann dem Beschauer zu raten aufgeben, wie die Formen zustande gekommen sein mögen.

Auch Kesselbildungen kommen vor, und in solchen Dünenkesseln sammelt sich Wasser an und läßt eine Sumpfs- oder Moorflora aufwachsen, besonders wenn noch alte Humusschichten im Boden stecken, die kein Sickerwasser durchlassen, während vielleicht an der Außenseite der sie umschließenden Dünen

der Wind den Sand bis zu größerer Tiefe ausweht und der Boden so durchlässig und trocken ist, daß nicht einmal die genügsame Kiefer auf ihm gedeiht.

Wo Windriffe eine alte Düne von mehreren Seiten zugleich angreifen, wie es in den dem Westwinde frei zugänglichen Teilen der Dünengruppen nicht selten ist, da entstehen sog. Kupfen, d. s. Dünenreste mit Steilkanten, oft sogar säulenförmig, die oben noch alte Vegetationsschichten als Schutzhaube tragen, während der lockere Sand des Fußes mehr und mehr hinweggeführt wird.

So geht Zerstörung und Aufbau im Reiche des Flugandes bei uns Hand in Hand, und was sich im ungebändigten Sande der großen Wüsten leicht in Formengruppen ordnen läßt als Resultante regelmäßig wirkender Kräfte, das widersteht hier solcher Einordnung, weil der Pflanzenwuchs die Entstehung reiner Formen hindert.

Schlußwort.

Bei meinem vorstehenden Versuch, die Geschichte des Heimatbodens dem Verständnis der Heimatgenossen zu erschließen, konnte ich nicht in allen Fragen auf einem Grunde weiter bauen, der von Vorgängern schon sicher gelegt war. Mögen meine Nachfolger die von mir gegebenen Grundlagen nachprüfen, Irrtümer berichtigen und Angefangenes bessern und weiterführen. Möge aber mancher an dieser Arbeit Freude finden und durch sie angeregt werden, seinen Heimatboden als etwas Gewordenes zu betrachten und zu studieren!

Literatur.

1. E. Kayser, Lehrbuch der Geologie. 2 Bände. F. Enke, Stuttgart 1908.
2. J. Walther, Lehrbuch der Geologie von Deutschland. Quelle & Meyer, Leipzig 1910.
3. — Vorschule der Geologie. 2. Auflage 1906.
4. E. Weinschenk, Petrographisches Vademekum.
5. E. Geinitz, Die Eiszeit (Wissenschaft, Bd. 16). 1906.
6. Martin, Diluvialstudien I—III. Jahresber. des Naturw. Vereins zu Osnabrück 1894—1898.
7. — , Diluvialstudien IV—VII. Abhandl. des Naturw. Vereins, Bremen 1898.
8. — , Über den Einfluß der Eiszeit auf die Entstehung der Bodenarten und des Reliefs unserer Heimat. Bericht des Oldenb. Ver. f. Altertumsf. u. Landesgesch. 10.
9. — , Das Studium der erratischen Gesteine im Dienste der Glazialforschung. Ebenda Bd. 14.
10. F. Wahnschaffe, Die Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. 3. Auflage 1909.
11. C. A. Weber, Das Augstumalmoor. P. Parey, Berlin 1902.
12. — , Über die Moore, mit besonderer Berücksichtigung der zwischen Unterweser und Unterelbe liegenden. Jahresber. der Männer vom Morgenstern. 3. Gesteinmünde 1900.
13. H. Potonié, Die Entstehung der Steinkohle. Berlin 1910.
14. J. Stoller, Die Beziehungen der nordwestdeutschen Moore zum nachzeitlichen Klima. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gesellsch., Bd. 62, Berlin 1910.
15. F. Schucht, Beitrag zur Geologie der Wesermarschen. Zeitschr. für Naturw., Bd. 76, Stuttgart 1903.

