

Bisherige Ergebnisse der botanischen Moorforschung zur Frage der Küstensenkung an der deutschen Nordsee,

nach Untersuchungen von P. Brinkmann, O. Ernst, F. Overbeck,
H. Schmitz und E. Schubert zusammengestellt von
Fritz Overbeck.

(Mit 2 Figuren und Tafel II.)

Seit unser Altmeister der Marschengeologie, H. Schütte, wieder und wieder auf die noch gegenwärtig anhaltende starke Senkungsbewegung an der deutschen Nordseeküste hinwies, ist eine umfangreiche Literatur über diesen Gegenstand herangewachsen. — Schütte hatte nicht nur das Bestehen einer gegenwärtigen Senkung erkannt, vor deren bedrohlichem Charakter für Deiche und Marschen er warnte. Das langjährige Studium seines heimatlichen Bodens hatte ihm auch gezeigt, daß die tonig-sandigen Ablagerungen der Marsch samt ihren vielfach eingeschalteten Vegetationsschichten keineswegs als das Produkt nur einer einzigen einheitlichen Senkung aufgefaßt werden können, daß es vielmehr mehrere Senkungs- und Hebungsperioden waren, die in ihrem Wechselspiel den oft recht komplizierten Aufbau des Marschkörpers geschaffen haben. In seiner Arbeit vom Jahre 1931 über den Aufbau des Weser-Jade-Alluviums (12) vertritt Schütte vier Senkungs- und drei Hebungsperioden.

Der Lehre Schüttes ist mehrfach widersprochen worden, und zwar sowohl, was das von Schütte vertretene rasche Tempo der jüngsten Senkung betrifft, wie in Bezug auf die eingeschalteten Hebungen. Ich verweise vor allem auf die Arbeit von Scharf (8), der für die Marsch von Oldenburg und Ostfriesland alle Hebungsperioden ablehnt und das Bild einer ununterbrochen und gleichmäßig sinkenden Küste zeichnet. — Im Gegensatz dazu — und in Uebereinstimmung mit Schütte — kamen mein Mitarbeiter Schmitz und ich auf Grund unserer moorbotanischen Untersuchungen zu der Ueberzeugung, daß bei Annahme einer gleichmäßig fortdauernden

Senkung die Entwicklung im Weser-Jade-Gebiet einfach nicht zu verstehen sei. Und obgleich unser Arbeitsprogramm, das wir im Jahre 1928 in Angriff nahmen, nicht eigentlich dem Senkungsproblem galt, sondern die Erforschung der nacheiszeitlichen Moor- und Waldgeschichte zum Ziele hatte, wurden wir zwangsläufig doch mehr und mehr zu einer Auseinandersetzung mit der von geologischer Seite so heiß umstrittenen Frage der „Küstensenkung“ gedrängt.

Es war ja selbstverständlich, daß in einem Gebiet, in dem sich im Laufe der Postglazialzeit Strandverschiebungen von großem Ausmaß vollzogen hatten, deren Auswirkungen auch einen tiefgreifenden Einfluß auf die Gestaltung der Vegetation genommen haben mußten: Die Verschiebungen des Wirkungsbereichs von Salz- und Süßwasser, die Veränderungen des Grundwasserstandes zur Bodenoberfläche, die Ablagerung von Meeres- und Flußmarsch, die Zunahme oder Abnahme der Ozeanität des Klimas — alle diese mit den Küstenverlagerungen verbundenen Umstände mußten in solchem Maße mitbestimmend für die Geschichte der Vegetation gewesen sein, daß in unserem Arbeitsprogramm von vornherein eine starke Interessenbindung an das Problem der Küstensenkung bestand. Das galt aber nicht nur in dem Sinne, als die Kenntnis der Strandverschiebungen und ihrer Auswirkungen manchen Kausalzusammenhang im Gesamtbild der Vegetationsgeschichte aufdecken mußte, — das galt auch insofern, als umgekehrt von der moor- und vegetationsgeschichtlichen Forschung wiederum eine Vertiefung der Einsicht in den historischen Ablauf der Küstenbewegungen erwartet werden durfte.

Die Basis, auf die Schütte seine Anschauungen vom Werdegang der Marsch gründen konnte, gewann er im wesentlichen durch ein sorgsames Studium der in den Marschkörper eingeschalteten Moor- und andersartigen Vegetationsschichten. Schütte ging hier denselben Weg, auf dem auch eine Förderung der Probleme durch den Botaniker erhofft werden durfte.

Unsere Aufgabe war dabei eine zweifache: Erstens waren die Lebensbedingungen zu rekonstruieren, unter denen die Vegetation der heute etwa von marinen Ablagerungen bedeckten Torfschichten entstanden ist. Und zweitens war eine Altersbestimmung dieser Vegetationsschichten vorzunehmen. Und diese ist von besonderer Bedeutung. Denn wenn ein klarer Einblick in den Ablauf der Strandverschiebungen, vor allem in die Frage nach den Senkungsbeträgen und Geschwindigkeiten, sich immer wieder als außerordentlich schwierig erwiesen hat, so ist daran zum sehr wesentlichen Teil der Mangel an Datierungen bestimmter Horizonte schuld. Ebenso wird ein regionaler Vergleich der Bewegungen innerhalb eines größeren räumlichen Gebietes erst auf Grund ausreichender Datierungen ermöglicht. Nachdem wir heute durch pollenanalytische Unter-

suchungen im küstennahen Teil Nordwestdeutschlands das nötige Erfahrungsmaterial über den Gang der Waldgeschichte gewonnen haben, darf, nach dem Vorgang skandinavischer Forscher, auch in unserm Gebiet dem „Pollenspektrum“ die Bedeutung eines Leitfossils zur Datierung der fraglichen Vegetationsschichten zugesprochen werden.

Daß die zur Datierung heranzuziehenden Merkmale dabei oft nur in grober Annäherung das Erfassen eines Zeitabschnittes ermöglichen, braucht kaum gesagt zu werden. Wir haben die kennzeichnenden Entwicklungsabschnitte unserer Pollendiagramme nur in das Gesamtbild der mitteleuropäischen Waldgeschichte einrücken und von dieser Warte aus einen Anschluß an die schwedische Geochronologie vornehmen können. Daß dabei wesentliche Differenzen zwischen unserm Gebiet und Südschweden bestehen, ist allerdings nicht anzunehmen. Für einzelne Phasen der Waldentwicklung ist auch für unser Gebiet bereits durch Verknüpfung mit archäologischen Datierungen die Richtigkeit der Parallelisierung erwiesen (Schubert 9).

Seit der Veröffentlichung von Overbeck und Schmitz (7) erschien die Arbeit von Schubert (9) über das Gebiet an der Oste und Niederelbe, und ferner arbeiteten meine Schüler Brinkmann (1) am Jadebusen und Ernst (5) in Nordfriesland. Die Untersuchungen der beiden letzteren Autoren werden demnächst erscheinen. In all den genannten Arbeiten mußten die das Senkungsproblem berührenden Fragen zum großen Teil im Rahmen speziell moorkundlicher und vegetationsgeschichtlicher Untersuchungen behandelt werden, die dem Interesse des Geologen ferner liegen. Umsomehr erschien es angebracht, die die Küstensenkung betreffenden Ergebnisse dieser Untersuchungen aus dem Frankfurter Botanischen Institut einmal gesondert zusammenzustellen. Es mußte dabei, dem Charakter dieses kurzen Berichtes entsprechend, von einer Diskussion der umfangreichen geologischen Literatur abgesehen werden. Dieserhalb sei vor allem auf die zusammenfassende und ein ausführliches Literaturverzeichnis enthaltende Arbeit von Dienemann und Scharf (2) hingewiesen.

I. Die Moorlager auf dem Boden der Nordsee.

Ehe wir auf die Verhältnisse in unserem Küstengebiet eingehen, sei zuvor auf die zahlreichen Moorlager hingewiesen, die heute auf dem Grunde der Nordsee liegen, und von denen die Fischdampfer mit ihren Netzen je und je wieder Torfstücke an die Oberfläche fördern. Wir verdanken Marineoberbaurat Krüger und Schütte (11) eine kartenmäßige Darstellung der auf diese Weise

bisher bekannt gewordenen submarinen Moore, aus denen erhellt, daß zu ihrer Bildungszeit die Küstenlinie mindestens noch nördlich der Doggerbank und Jütlandbank gelegen haben muß. (Eine ausführliche zusammenfassende Besprechung der Doggerbankfunde gibt Schütte 11.) — Was den Charakter dieser Torfe betrifft, so handelt es sich nach den Analysen von Cl. Reid (1909), I. W. Stather (1912) und Whitehead (1920) um Flachmoorbildungen. In diesen Torfen wurden reichliche Reste von *Betula alba* nachgewiesen, ferner wurden *Betula nana*, *Salix aurita* und *Salix repens* gefunden. Besonders wichtig ist, daß durch den Fund einiger Haselnüsse auch das Vorkommen von *Corylus* als eines schon wärmebedürftigeren Baumes belegt ist. — Ferner liegen von den Torfen der Doggerbank einige Pollenanalysen von Erdtman (3) vor. Zum Teil enthalten die Pollenspektren lediglich Kiefer und Birke, zum Teil ist außerdem die Hasel mit einigen Prozenten vorhanden. In einem Falle werden sogar 20⁰/₀ *Corylus*spollen erreicht. Eiche und Ulme dagegen sind im Durchschnitt von 13 Moorproben nur mit 0.5⁰/₀ vertreten. — Diese Analysen bestätigen das obige Bild. Insgesamt läßt sich von den Torfen der Doggerbank sagen, daß keine der untersuchten Proben jünger ist, als es dem Beginn der Ausbreitung wärmeliebender Bäume entspricht. Die Hasel ist zwar schon eingetroffen, Eiche und Ulme künden sich in Spuren an, — Linde und Erle fehlen aber noch ganz. — Man kann (nach Erdtman) dieses Stadium der Entwicklung etwa auf 8000 bis 7000 v. Chr. veranschlagen. Ob aber um die gleiche Zeit bereits die Ueberflutung der gesamten Doggerbankmoore durch das Meer erfolgt ist, kann natürlich noch nicht als erwiesen gelten. Wir kennen vorerst den terminus post quem, denn es bleibt durchaus die Möglichkeit bestehen, daß die jüngsten auf der Doggerbank gebildeten Torfe noch garnicht erfaßt worden sind. Die meisten bekannten Moore der Doggerbank liegen um 40 m Wassertiefe. In ihrem südlichen Teil erhebt sich die Doggerbank bis — 13 m NN.

II. Welche botanischen Datierungen liegen für den Beginn der Marschablagerungen im Alluvium des Jade-Weser-Gebietes vor?

Anders als auf der Doggerbank liegen die Dinge im Gebiet der Weser- und Jademarsch. Auch hier ist das Meer bekanntlich über ausgedehnte, dem Diluvialboden aufliegende Moore hinweggeschritten, doch geschah das zu einer wesentlich späteren Zeit. Als die ersten marinen Sedimente sich über diese Torflager breiteten, waren seit der Bildung der genannten Doggerbanktorfe schon mindestens

1000 Jahre vergangen. — Es seien zunächst die einzelnen analysierten Moorproben angeführt und ihre genauere Datierung später in zusammenfassender Darstellung besprochen.

1. Baggerproben aus der Außenweser und der Jade.

Vom Alter der basalen Torfe im Mündungsgebiet der Weser und Jade geben zunächst eine Anzahl von Proben Kunde, die bei Baggerarbeiten zur Erhaltung oder Vertiefung der Fahrwasser hochgebracht wurden. Es kann berichtet werden über:

a) 7 Baggerproben mit 15 Pollenspektren aus dem neuen Fahrwasser der Außenweser, etwa zwischen Brinkamahof und Wremen. Die Torfe wurden in den Jahren 1928 und 1929 gehoben und befanden sich, zweifellos in ursprünglicher Lagerung, in einer Tiefenlage von — 13 m bis — 15 m NN. (Die genauen Fundumstände und Analysen siehe bei Overbeck und Schmitz 7.)

b) 6 Baggerproben mit 6 Pollenspektren aus der dritten Einfahrt von Wilhelmshaven. Tiefenlage etwa — 15 m NN. (Overbeck und Schmitz 7.)

c) 16 Baggerproben mit 16 Pollenspektren aus dem Raum zwischen Wilhelmshaven, Minser Fahrwasser ö. Wangeroog und dem Hoheweg-Leuchtturm. Die Tiefenlage wechselt zwischen — 10 m und — 19 m NN¹⁾. (Untersucht von Erdtman 4.)

Die von mir untersuchten Proben von der Außenweser (a) und von der dritten Einfahrt in Wilhelmshaven (b) bestanden teils aus Schilftorf, teils aus Bruchwaldtorf, und die Pollenanalyse ergab, daß sie sämtlich in einer Zeit gebildet wurden, in der an wärme liebenden Bäumen neben der Hasel auch schon Eiche, Linde, Ulme und Erle kräftig vertreten waren. Von der Buche dagegen ist noch keine Spur zu finden. — Die Analysen von Erdtman (c) fügen sich insofern ganz in das Bild ein, als auch unter ihnen kein einziges Pollenspektrum über den ersten (buchenfreien) Teil der postglazialen Wärmezeit hinausgreift. — Erdtman führt zwar für eine Anzahl von Proben an, daß sie „atlantisch oder jünger“ sein mögen. Diese Datierung muß indessen berichtigt werden: Nach unseren nunmehr umfangreichen Erfahrungen ist schon in der zweiten Hälfte der atlantischen Zeit die Buche fast regelmäßig und nach dem

¹⁾ Die Tiefenlage wird von Erdtman „in Metern unter dem durchschnittlichen Niedrigwasserniveau“ angegeben. Bei einem Mittelniedrigwasser bei ca. — 2 m NN ergeben sich die obigen auf NN bezogenen Werte. In meiner Publikation von 1931 habe ich hinter die Erdtman'schen Zahlen versehentlich ohne Korrektur „NN“ gesetzt.

Atlantikum regelmäßig vertreten. In den Erdtmanschen Analysen ist aber ebenso wie in den unseren noch kein einziges Pollenkorn der Buche verzeichnet. Danach sind die Torfe sicher nicht jünger als frühatlantisch. — Auf die Datierungsfrage wird später noch zurückgegriffen werden.

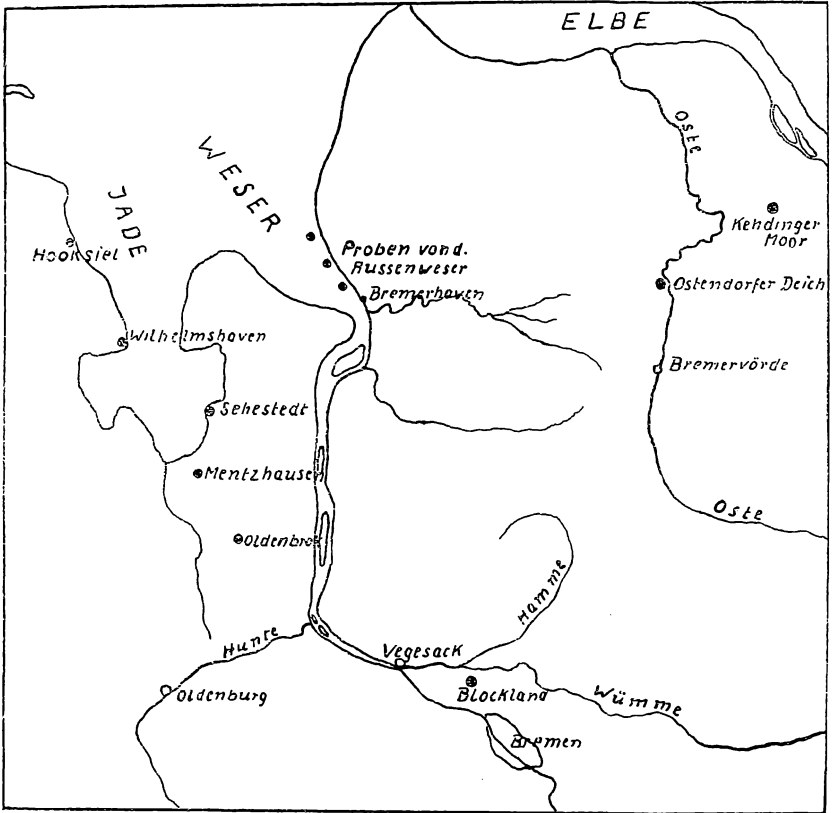


Fig. 1. Uebersicht über die Lage der besprochenen Untersuchungsstellen.

2. Der Basistorf in vollständigen Marschprofilen.

Wichtiger als die Analysen der Baggertorfe, bei denen die Beurteilung der Lagerungsverhältnisse einer gewissen Unsicherheit nicht

entbehrt, sind die Untersuchungsergebnisse an solchen Torfen, die in vollständig erbohrten Marschprofilen über dem diluvialen Untergrund erfaßt wurden. Vor einer allgemeinen Besprechung seien zunächst die in Frage kommenden Profile angeführt.

a) Am Westrand des Jadebusens liegen Pollenanalysen aus einem Bohrprofil auf dem Maihauser Groden bei Hooksiel vor (Overbeck und Schmitz 7). Hier liegen über dem Diluvium Torfschichten, die bei etwa — 11 m NN beginnen und bis etwa — 13 m NN hinabreichen. In der 2 m mächtigen Torfbank folgen von unten nach oben sehr alte präboreale Muddebildungen (im Pollenspektrum nur Birke, Kiefer und Weide), dann eine frühwärmezeitliche Mudde (Erscheinen von Hasel, Eiche, Linde, Erle) und ferner ein tonig-sandiger Schilftorf. Das Pollenspektrum im oberen Teil des Schilftorfs zeigt bereits 42% Hasel, 56% Erle, 8% Eiche und 0.7% Ulme an. Hier herrscht schon das vollentwickelte Waldbild des ersten Teils der Wärmezeit, das ganz mit den jüngsten Proben der Baggertorfe übereinstimmt. Aber weiter reicht auch die Moorentwicklung bei Hooksiel nicht. An der Oberkante des Schilftorfs machen sich, wie die Diatomeenanalysen von Brockmann bestätigen, alle Anzeichen der marinen Ueberflutung bemerkbar, durch die dann mächtige tonige Ablagerungen über das alte Flachmoor gebreitet worden sind.

b) Ebenfalls vom Westrand des Jadebusens stammt eine Altersbestimmung von Schmitz (Overbeck und Schmitz 7): Beim Marineobservatorium in Wilhelmshaven wurde 1929 in einer Tiefe von etwa — 9 m NN ein schilfreicher Bruchwaldtorf angetroffen, dessen Liegendes der diluviale Sand war, und dessen Hangendes von in Brackwasser entstandenem schilfreichen Ton gebildet wurde. Die Pollenanalyse ergab, daß auch hier der Torf im buchenfreien Teil der Wärmezeit entstanden ist.

c und d) Vom Ost- und Südostrand des Jadebusens liegen Altersbestimmungen auf Grund der Untersuchungen von Brinkmann (1) vor. Brinkmann führte in den Mooren von Sehestedt und Mentzhausen Bohrungen aus, die zunächst den anstehenden Hochmoortorf, dann Waldtorf, dann Schilftorf durchsanken; weiterhin folgten mächtige marine Sedimente und schließlich wieder im Süßwasserbereich gebildete Vegetationsschichten. Der Aufbau zweier Profile gestaltet sich im einzelnen folgendermaßen:

**e) Außendeichsmoor bei
Sehestedt.**

- n) 0—180 cm: Meist schwach zersetzter Sphagnumtorf.
- m) 180—330 cm: Stärker zersetzter Sphagnumtorf.
- l) 330—350 cm: Birken-Kiefern-Uebergangswaldtorf.
- k) 350—380 cm: Bruchwaldtorf.
- i) 380—430 cm: Phragmitestorf, nach unten in Darg übergehend.
- h) 430—825 cm: Klei.
- g) 825—850 cm: Darg.
- f) 850—1150 cm: Klei.
- e) 1150—1240 cm: Darg.
- d) 1240—1300 cm: Klei.
- c) 1300—1325 cm: Darg.
- b) 1325—1350 cm: Muddig zersetzter Torf.
- a) 1350—? cm: Flußsand.

d) Moor bei Mentzhausen.

- h) 0—150 cm: Sphagnumtorf von wechselndem Zersetzungsgrad.
- g) 150—160 cm: Radizellentorf.
- f) 160—180 cm: Bruchwaldtorf.
- e) 180—250 cm: Schilftorf, nach unten in Darg übergehend.
- d) 250—900 cm: Klei.
- c) 900—940 cm: Sphagnum-Eriophorumtorf.
- b) 940—1050 cm: Bruchwaldtorf.
- a) 1050—1300 cm: Mudde (Grob-Detritus-Gyttja).

Bei dem Sehestedter Profil zeigen sowohl der basale Flußsand (a) wie der muddig zersetzte Torf (b) im Pollenspektrum ein früh-wärmezeitliches Waldbild. Von der Buche ist noch kein einziger Pollen vorhanden. Die Oberkante des Torfes (b) liegt etwa bei — 9.25 m NN, und der darüber befindliche, bereits im Brackwasser entstandene Schilftorf oder Darg (c) vermittelt dann den Uebergang zu mächtigen marinen Ablagerungen. Den weiteren Verlauf des Profils lassen wir einstweilen außer acht.

Das Profil von Mentzhausen ist ungefähr 10 km südlich von der vorigen Bohrstelle entnommen. In der 250 cm mächtigen Mudde (a) (*sublitorale Grobdetritus-Gyttja*) sind zunächst präboreale Bildungen angetroffen worden. Die Entwicklung führt dann weiter über einen 110 cm mächtigen Bruchwaldtorf (b) zu regelrechtem Hochmoor (c). Der Hochmoortorf, dessen Oberkante bei etwa — 7 m NN liegt, erreicht eine Mächtigkeit von 40 cm. Unmittelbar darüber beginnen die marinen Sedimente (d). — Im obersten Pollenspektrum des Hochmoortorfs erreicht die Hasel 43%, die Erle 62%, der Eichenmischwald 23%. Die Buche fehlt.

e) Weiter landeinwärts, etwa 7 km südöstlich von der vorigen Stelle, wurden Untersuchungen im Oldenbroker Moor vorgenommen (Overbeck und Schmitz 7). Ich analysierte hier zwei Profile von folgendem Aufbau:

Oldenbroker Moor Profil I.

- g) 0—155 cm: Jüng. Sphagnumtorf.
- f) 155—245 cm: Ält. Sphagnumtorf.
- e) 245—275 cm: Phragmitestorf.
- d) 275—325 cm: Darg.
- c) 350—525 cm: Klei, locker von Schilf durchwachsen.
- b) 540—560 cm: Phragmitestorf.
- a) 570—610 cm: Bruchwaldtorf, an der Oberkante Ansatz zur Hochmoorbildung.

Oldenbroker Moor Profil II.

- g) 0—130 cm: Jüng. Sphagnumtorf.
- f) 130—290 cm: Ält. Sphagnumtorf.
- e) 310—335 cm: Carex-Phragmitestorf.
- d) 360—550 cm: Klei, von Phragmites locker durchwachsen.
- c) 565 cm: Carex-torf.
- b) 590—675 cm: Phragmitestorf.
- a) 700 cm: Humoser Sand.

Die Oberkante des Bruchwaldtorfs (a) im Profil I liegt ungefähr bei — 4.6 m NN, während der noch im Süßwasser entstandene basale Seggentorf (c) im Profil II seine Oberkante bei etwa — 4.8 m NN hat. — In beiden Profilen machen sich die ersten Anzeichen brackischer Bildungen wiederum im ersten noch buchenfreien Teil der Wärmezeit bemerkbar.

Ueberblicken wir nun zusammenfassend die Befunde an Bagger-torfen und an den angeführten Marschprofilen und versuchen, den Beginn der Marschbildung näher zu datieren. — Dabei ist auf die Möglichkeit hinzuweisen, daß bei Beginn der Ueberflutung die Torflager etwa mehr oder weniger einer Abtragung anheimgefallen sein könnten. Daß solch ein Ausräumen von Moorbildungen tatsächlich in erheblichem Umfang vorgekommen ist, kann garnicht bezweifelt werden. Darauf hat auch Schütte mehrfach aufmerksam gemacht, und er betont, daß deshalb keineswegs von jedem Marschprofil die Erhaltung aller ursprünglich entstandenen Vegetationsschichten erwartet werden darf. — Sind nun etwa die oberen Teile eines Torflagers abgetragen, so muß natürlich zwischen dem stehengebliebenen Torf und der Unterkante des überlagernden Sediments ein zeitlicher Sprung bestehen. Wenn vollständig erschlossene Bohrprofile vorliegen, so daß die Pollenanalyse auch die den Torf bedeckenden Ablagerungen erfassen kann, so wird solch ein Hiatus, sofern er einigermaßen beträchtlich ist und in eine Periode auffallender Veränderungen im Waldbild fällt, im Pollendiagramm auch zu erkennen sein. Freilich ist von Fall zu Fall auch in Erwägung zu ziehen, daß bei einer Aufarbeitung von Torfschichten durch Ueberflutung deren Pollenmaterial in den zum Absatz gelangenden Klei geraten kann. Die dann entstehenden Mischspektren werden unter Umständen eine Beurteilung der Sachlage schwierig oder unmöglich machen. Wie weit mit marinen Sedimenten das Material aus aufgearbeiteten Torflagern zum Absatz kommen kann, erörtert Ernst (5) des näheren. Im übrigen sei bezüglich der Frage der Torfzerstörung auf die Ausführungen von Brinkmann (1) und Schwarz

(13, 14) verwiesen. Für die hier in Rede stehenden Profile aber kann gesagt werden, daß wir keine Hinweise auf einen größeren zeitlichen Sprung zwischen Abschluß des Torfwachstums und dem hangenden Sediment gefunden haben. — Bei den Baggertorfen entziehen sich die Verhältnisse natürlich der näheren Beurteilung.

Die analysierten Torfe haben hinsichtlich ihrer Tiefenlage einen ziemlich großen Spielraum. Die Lage ihrer Oberkante, beziehungsweise die Lage des Kontakts zwischen Süßwasserbildungen und Brackwasser oder Salzwasserbildungen staffelt sich folgendermaßen:

1. Baggerproben aus der Jade und Weser (Erdtman) etwa — 10 bis — 19 m NN
2. Baggerproben von der Außenweser (Overbeck) etwa — 13 bis — 15 m NN
3. Baggerproben von Wilhelmshaven (Overbeck) etwa — 15 m NN
4. Maihauser Groden b. Hooksiel (Overbeck) etwa — 11 m NN
5. Moor bei Sehestedt (Brinkmann) etwa — 9.25 m NN
6. Observatorium Wilhelmshaven (Schmitz) etwa — 9 m NN
7. Moor bei Mentzhausen (Brinkmann) etwa — 7 m NN
8. Oldenbroker Moor I (Overbeck) etwa — 4.6 m NN
9. Oldenbroker Moor II (Overbeck) etwa — 4.8 m NN

Nur einige der von Erdtman analysierten Baggerproben zeigen präboreale Pollenspektren. Sonst wurde, wie wir sahen, die Oberkante bei diesen Torfen gebildet, nachdem die Ausbreitung wärme liebender Bäume bereits erfolgt war, und ehe die Buche bei uns einwanderte. Um hier im Einzelnen den Zeitpunkt der Ueberflutung näher einzuengen, kann die Pollenanalyse aber nur mit großer Vorsicht angewandt werden. Denn von dem Zeitpunkt an, an dem Hasel, Eiche und Erle bei uns eine stärkere Vertretung erreicht haben, bis zu dem Abschnitt, in dem die Buche regelmäßig, wenn auch nur in wenigen Prozenten, vorhanden ist, verändern sich die Pollenspektren nicht so gesetzmäßig, als daß sich durch sie weitere zeitliche Unterteilungen mit Sicherheit charakterisieren ließen. Der Zeitraum, für den diese Unsicherheit gilt, erstreckt sich von etwa 6000 bis mindestens 4000 v. Chr., d. h. von der Mitte des Boreals bis mindestens zur Mitte des Atlantikums. Immerhin sind in den vorliegenden Fällen gewisse Kriterien vorhanden, die für einzelne

Proben eine nähere Datierung erlauben. — Das gilt zunächst für Mentzhausen. Hier wurde als Abschluß der basalen Süßwasser-Vegetationsschichten ein etwa 40 cm mächtiger Sphagnumtorf angetroffen. In der Tatsache, daß sich hier bereits seit längerer Zeit Hochmoor entwickeln konnte, werden wir den Hinweis auf das schon maritimere Klima der beginnenden atlantischen Zeit sehen dürfen. Danach wird die Oberkante des Sphagnumtorfs mit Brinkmann auf etwa 5000 v. Chr. anzusetzen sein.

Hochmoortorf, allerdings nur andeutungsweise (an der Oberkante von a, Profil I), wurde auch bei Oldenbrok erbohrt. Es wird auch dieser Torf nicht vor der Wende vom Boreal zum Atlantikum, d. h. zwischen 6000 und 5000 v. Chr., gebildet worden sein.

Im Gegensatz dazu fehlt bei den in tieferen Lagen und weiter seewärts angetroffenen Moorproben der Hochmoortorf vollkommen. Das ist in Anbetracht der ziemlich großen Zahl von Proben wohl kaum als Zufall anzusehen, würde aber natürlich noch nicht den Schluß rechtfertigen, daß diese Proben deswegen älter sind, als die von Oldenbrok und Mentzhausen. Trotzdem ist letzteres wahrscheinlich, denn schon wegen der stark differierenden Tiefenlagen und des größeren oder geringeren Abstands von der heutigen Küste kann das Aufhören des Moorwachstums infolge der Ueberschlickung nicht in allen Fällen gleichzeitig eingetreten sein¹⁾.

Pollenanalytisch gibt sich ein höheres, nämlich präboreales Alter an einigen durch Erdtman untersuchten Proben zu erkennen, auf die schon oben verwiesen wurde. (Vielleicht liegt Abtragung jüngerer Torfbildungen durch Anschneiden seitens einer Flußrinne vor, vielleicht wurden auch im Baggermaterial die jüngeren Proben nicht erfaßt. Diese Torfe stammen vom Minsener Fahrwasser östlich von Wangeroog (etwa — 16 m NN) und von einem Fundplatz südöstlich der Geniusbank (etwa — 12 m NN). Da aber viele andere, auch in größerer Tiefe gefundene Proben bedeutend jünger sind, spielen jene präborealen Proben für die Datierung der allgemeinen Kleiablagerung im Gebiet der Außenjade und Weser keine Rolle.

Bedeutsamer ist der Umstand, daß die Baggerproben von der Außenweser vor Brinkamahof bis Wremen, die vielleicht alle, bestimmt aber teilweise, einem größeren zusammenhängenden Moorkomplex entstammen, im Pollenspektrum Züge aufweisen, die für ein höheres Alter sprechen, als das der entscheidenden Spektren von Mentzhausen und Oldenbrok. Der hohe Wert der Kiefer (im Mittel 35.2%), die relativ gute Vertretung der Linde (im Mittel 3.5%) und die noch niedrigen Prozente der Eiche (im Mittel 5.4%) machen die Einord-

¹⁾ Andererseits ist es natürlich auch nicht zulässig, nur aus verschiedener Tiefenlage in jedem Fall auf ungleiches Alter zu schließen.

nung dieser Proben in den Anfang der Eichenmischwaldzeit sehr wahrscheinlich. Wir können hier den Beginn der Ueberflutung auf etwa 6000 v. Chr. ansetzen. —

Die Baggerproben von Wilhelmshaven scheinen demgegenüber wiederum etwas jünger zu sein.

Fassen wir zusammen: Es liegen eine ganze Reihe von Einzeldatierungen vor, die sich alle zu einem einheitlichen Gesamtbild zusammenfügen. Nach diesem hat die allgemeine Kleiablagerung im Gebiet der Jade und Weser zwischen 6000 und 5000 v. Chr., d. h. um die Wende vom Boreal zum Atlantikum begonnen. Dabei sind die weiter landeinwärts gelegenen Moore (Oldenbrok, Mentzhausen) im frühen Atlantikum, die weiter seewärts gelegenen schon im späten Boreal in den Bereich der Ueberflutung eingerückt.

III. Die Kleibildung im Bremer Blockland.

Das „Blockland“ bei Bremen, heute ein weites, etwa 5000 ha großes Grasland, dessen Bodendecke durch Klei gebildet wird, liegt zwischen dem Dünenzug der Weser und der großen Wümmie. Die Entfernung von Bremerhaven bis zum Blockland beträgt etwa 45 km, und es ist von Interesse, wie die Senkungsbewegung, die im Unterweser-Jadegebiet seit 6000 bis 5000 v. Chr. zur Marschbildung führte, sich so weit landeinwärts ausgewirkt hat.

Die Kleidecke ist im Blockland nur 30—70 cm stark und begräbt unter sich in ihrer ganzen Erstreckung Flachmoor- und Bruchwaldtorfe, die im westlichen Teilgebiet bis 4 m und mehr mächtig werden. Nach Osten nimmt die Torfmächtigkeit meist ab. Wie ich nun an vier erbohrten Profilen ermitteln konnte, wurden die Flachmoor- und Bruchwaldtorfe im Boreal und während des größten Teils der atlantischen Zeit gebildet. Die Ablagerung der Kleidecke, die das große Sumpfsgebiet erstickte, begann zu einer Zeit, ehe in den Hochmooren der höhergelegenen Nachbargebiete das Wachstum des älteren Sphagnumtorfs seinem Ende zunging. Nach den pollenanalytischen Daten wird der Zeitpunkt des ersten Kleiabsatzes kaum vor 3000 v. Chr. gelegen haben. Das Ende der regelmäßigen Ueberflutungen und der Kleibildung ist schwer zu bestimmen. Wahrscheinlich liegt es zwischen 2000 und 1000 v. Chr., weil damals, wie wir noch sehen werden, die Marschbildung im Unterwesergebiet überhaupt einen vorläufigen Abschluß erfuhr. —

Hervorgehoben sei noch, daß die Sedimente des Blocklands keine marinen oder brackischen Einflüsse mehr erkennen lassen.

Wenn auch die Bruchwälder und Flachmoore des Blocklands erst spät einer regelmäßigen Ueberflutung zum Opfer gefallen sind, so gibt sich die Senkung als solche doch schon viel früher zu erkennen: Die Vegetation des alten Blocklandmoores hat während ihrer ganzen Entwicklung dauernd in nächster Lage zum Grundwasser gestanden. Häufig finden sich auch tonige Einschwemmungen. Und wenn dabei Torflager von 4 m Mächtigkeit entstanden sind, so ist das nur bei ständigem Anstieg des Grundwassers während dieser Zeit zu verstehen. Darin aber wird man im Zusammenhang mit der ganzen Entwicklung des Unterwesergebietes eine Folge der Senkung erblicken müssen.

IV. Hebungerscheinungen im Gebiet zwischen Jade und Niederelbe.

Die Frage, ob die postglaziale Senkungsbewegung durch Hebungsvorgänge im Sinne von Schütte unterbrochen wurde, ist lebhaft umstritten worden. Scharf (8) lehnte in seiner zusammenfassenden Darstellung von 1929 die Beweiskraft aller von Schütte ins Feld geführten Hebungsmerkmale ab. So sagt Scharf in Bezug auf die Oldenburger Marsch: „Der beständige und ruhige Charakter der Senkung wird durch die Moorbildung in allen Höhenlagen und durch den Schilfwuchs, welcher durch 5 m mächtige Schlicklagen geht, sowie durch den ständigen marinen oder brackischen Charakter der Schichten betont“. — Daß aber in Wirklichkeit die Dinge ganz anders liegen, daß tatsächlich ein ganz bestimmter und gesetzmäßiger Wechsel in der Schichtenfolge besteht, weiß Schütte (12) an Hand einer ganzen Reihe von Profilserien durch das Jade-Weser-Alluvium eindringlich zu erläutern.

Bei einem Ueberblick über die Moorbildungen in unserm weiteren Gebiet zeigt sich zunächst folgendes: Auf der Geest und auch auf höhergelegenen Talböden konnten sich schon seit dem Beginn des Atlantikums, vielleicht auch etwas früher, die Hochmoore entwickeln als der klimatisch bedingte ombrogene Moortypus.

In die seewärts oder im Bereich der großen Stromtäler gelegenen Niederungen drangen seit der gleichen Zeit als Folge der Küstensenkung das Meer und Brackwasser mit ihren Sedimenten ein. Was hier an Vegetation entstand, waren halophile Grasland und Brackwasser-Röhricht. Weiter landeinwärts führte der allmähliche Anstieg des Grundwassers zur Bildung von mächtigen Schilf- und Bruchwaldtorfen.

Später aber kam eine Zeit, in der die Verhältnisse im Gebiet der Marsch von Grund auf andere wurden: Ueber den Sedimenten

der Senkungszeit konnten jetzt Hochmoore von riesigem Ausmaß emporwachsen, wie das Sehesteder Moor, das Moor bei Mentzhausen, bei Frieschenmoor und bei Oldenbrok. An der Niederelbe entstanden über den Senkungsschichten in Hadeln und Kehdingen mächtige Hochmoore. Schon 1931 wiesen wir darauf hin (Overbeck und Schmitz), daß gerade die Großräumigkeit dieser Erscheinung die allereindringlichste Sprache für eine Hebung¹⁾ oder zum mindesten für einen Senkungsstillstand redet. — In einer kurz darauf erschienenen Arbeit von Dienemann und Scharf (2), in der beide Forscher getrennt ihre Stellungnahme zur Hebungsfrage entwickeln, schließt sich auch Dienemann, aus den gleichen Gründen wie wir, der Schütteschen Auffassung von einer Hebung an, während Scharf auch jetzt auf seiner früheren Ablehnung besteht.

Zur Erfassung des Zeitpunkts, zu dem die Hochmoorbildungen über den darunter liegenden Senkungsschichten ihr Wachstum begannen, liegen heute von pollenanalytisch-moorkundlicher Seite mehrfache Erfahrungen vor. Für das Jade-Gebiet folgen wir den Untersuchungen von Brinkmann.

a) Mentzhausen und Sehestedt (s. die Wiedergabe der Profile auf Seite 55). In beiden Profilen vollzieht sich der Uebergang der marinen Sedimente zu den im Süßwasser gebildeten Vegetationsschichten in einer Tiefenlage um etwa 0 m NN. Das gleiche gilt auch für andere von Brinkmann in diesem Gebiet bearbeitete Profile. Hervorzuheben ist dabei besonders, daß die Sukzessionsreihe von noch marinen oder brackischen Bildungen bis zur Hochmoorphase meist rasch und abgekürzt durchlaufen wird. Das trifft nicht nur im Jadegebiet zu, sondern auch bei Oldenbrok und in Kehdingen. In einem Torfstich bei Mentzhausen fand Brinkmann unmittelbar über dem Klei bereits Birkenwaldtorf, bei Frieschenmoor liegt Hochmoor direkt auf Darg, bei Oldenbrok auf Schilftorf. — Das Gesamtbild zeigt, daß die Vegetationsschichten sehr rasch dem Grundwasser entrückt sind. — Es mögen die Schilftorfe, und vielleicht auch die Anfänge der Bruchtorfe noch in eine Periode des Senkungsstillstands fallen, kurz vor dem Einsetzen des großflächigen Hochmoorwachstums muß aber schon die Hebung in Gang gewesen sein. (Bezüglich der Hochmoorbildung als Ausdruck für eine Hebungsbewegung sei auf die näheren Ausführungen von Schubert [9] verwiesen.)

Was nun das Ende der Kleibildung bei Mentzhausen und Sehestedt betrifft, so läßt sich hierfür auf Grund der Pollendiagramme

¹⁾ Wir gebrauchen, wie auch Dienemann und Scharf, den Ausdruck „Hebung“, ohne damit etwas anderes bezeichnen zu wollen als einfach eine negative Strandverschiebung. Wie weit bei den „Hebungen“ und „Senkungen“ etwa auch absolute Niveau-Änderungen des Meeresspiegels in Frage kommen könnten, ist unbekannt.

die Zeit um 2000 v. Chr. recht wahrscheinlich machen. — Wenn dann, wie wir oben ausführten, für den Beginn des Kleiabsatzes 5000 v. Chr. anzusetzen ist, so muß der Klei in dem Zeitraum von rund 3000 Jahren abgelagert sein.

Die Entwicklung des Hochmoores begann nach der pollenanalytischen Datierung bei Mentzhausen um etwa 1000 v. Chr., bei Sehestedt etwas früher. Nach der Gesamtheit der zur Verfügung stehenden Profile zu urteilen, hat die Hebung im Gebiet von Sehestedt und Mentzhausen etwa um 1500 v. Chr. begonnen. Zu fast der gleichen Datierung (1600—1800 v. Chr.) kommt auch Schubert für Kehdingen.

b) Oldenbroker Moor. — Etwas abweichend ist der Befund an zwei nur etwa 7 km südöstlich von Mentzhausen erbohrten Profilen aus dem Oldenbroker Moor (Overbeck und Schmitz). In beiden Profilen ist — was bei Mentzhausen nicht der Fall war — Hochmoortorf aus der Zeit des älteren Moostorfs vorhanden, der nach seiner Mächtigkeit zu urteilen im frühen Subboreal, wenn nicht gar schon während des Atlantikums sein Wachstum begonnen haben muß. Die näheren Ueberlegungen, die wir zur Datierung der Unterkante des Hochmoortorfs angestellt haben, können hier nicht ausgeführt werden (s. Brinkmann 1); jedenfalls ergibt sich auf Grund der Erfahrungen, die über die Wachstumsgeschwindigkeit des älteren Moostorfs aus unserm weiteren Arbeitsgebiet vorliegen, daß der 90 cm mächtige ältere Moostorf des Profil I (s. Seite 56) spätestens um 2200 v. Chr. sein Wachstum begann. Für das Profil II mit 150 cm mächtigem älteren Moostorf würde der entsprechende Zeitpunkt auf spätestens 3000 v. Chr. anzusetzen sein. — Mit dieser nach der Torfmächtigkeit ermittelten Datierung steht der pollenanalytische Befund in gewissem Widerspruch. Die an der Unterkante des Hochmoortorfs bereits ziemlich hohe Frequenz des Buchenpollens (bis 7.3⁰/₀) spricht für jüngeres Alter. Wegen dieser Unstimmigkeit ist damit zu rechnen, daß im vorliegenden Fall die Lage des Grenzhorizonts, d. h. die Grenze zwischen älterem und jüngerem Sphagnumtorf, nicht ganz richtig erfaßt wurde. Bei einzelnen Bohrprofilen besteht diese Gefahr immer, — und daran kann nicht oft genug erinnert werden! Aber wenn auch die nähere Entscheidung weiteren Untersuchungen im Oldenbroker Gebiet vorbehalten bleiben muß, so wird — selbst bei späterer Korrektur der obigen Datierung — immer noch die Tatsache bestehen bleiben, daß bei Oldenbrok die Auswirkung einer Hebung frühzeitiger in Erscheinung tritt als bei Mentzhausen und Sehestedt. Ob die Tatsache, daß Oldenbrok weiter landeinwärts liegt, dafür eine ausreichende Erklärung bietet, — ob Flußverlagerungen oder andere Faktoren bei Oldenbrok besondere Verhältnisse geschaffen haben, oder ob man angesichts einer solchen Phasendifferenz zwischen den benachbarten

Gebieten etwa an ein selbständiges Verhalten einzelner Schollen zu denken hat, das entzieht sich unserer Beurteilung.

c) Observatorium Wilhelmshaven. Das Marineobservatorium von Wilhelmshaven steht auf einer alten Wurt, die ihrerseits auf einer 25 cm mächtigen Torfschicht ruht. Unter dem Torf liegen Kleiablagerungen, bis in etwa 12 m Tiefe unter der Oberfläche der schon genannte basale Bruchwald- und Schilftorf beginnt (s. Seite 54).

Uns interessiert hier die obere, unter der Wurt liegende Torfbank. Zuunterst besteht sie aus Brackwasserdarg, dann folgt reiner Süßwasser-Schilftorf, und weiterhin führt die Entwicklung unvermittelt zum Hochmoor hinüber. Allerdings ist der Sphagnumtorf nur 2 cm mächtig. — Die Sohle der nun folgenden Wurt beginnt mit einer Wohnschicht. Der Platz war demnach zunächst ohne künstliche Erhöhung besiedelt, und das Alter dieser Wohnschicht schätzt Schütte nach dem Fund einer verzierten Scherbe aus Terra nigra auf etwa 300 n. Chr. ein. Später erst erfolgte der stufenweise Aufbau der Wurt durch ihre Besiedler, während in der Umgebung der Wurt im Laufe der jüngsten nach der Hebungsperiode einsetzenden Senkung rund 1,5 m junge Marsch über der Moorschicht abgesetzt wurde.

An Hand dieser Schichtenfolge entwickelt Schütte in ausgezeichneter Weise einen seiner schönsten Belege für seine dritte Hebungsperiode (12). Und auch Schmitz (7) der die nähere moorbotanische Bearbeitung des Profils vornahm, kann sich in ebenso zwingender Weise für eine Hebung einsetzen. Scharf (2) freilich lehnt auch hier die Argumente Schüttes ab, wobei er die abschließende dünne Lage von Sphagnumtorf wegen ihres „hypothetischen Charakters“ in der Diskussion überhaupt unberücksichtigt läßt! — Uebersehen läßt sich der Moostorf nun doch nicht, — und wenn seine Stärke auch nur 2 cm beträgt, so repräsentieren 2 cm von durch die Wurt stark gepreßtem Sphagnumtorf doch schon eine erhebliche Bildungszeit, in der er ungestört gewachsen sein muß. Und was den „hypothetischen Charakter“ betrifft, so ist anzuführen, daß Schmitz im Pollenspektrum dieses Torfes den relativ hohen Wert von 16.7% Ericaceenpollen fand. Diese Heidekrautgewächse müssen an Ort und Stelle oder in naher Nachbarschaft gewachsen sein und zeigen wiederum, daß hier Pflanzengesellschaften zu Hause waren, die garnichts mehr mit einer Brackwasservegetation zu tun hatten.

Gewiß, man könnte sich mit Scharf im Mündungsgebiet eines großen Flusses mit seinen mehrfachen Laufveränderungen, wie sie ja Schütte für die Weser verfolgt hat, Verhältnisse vorstellen, die lokal einmal eine derartige Sukzession von Pflanzengesellschaften zuließen, ohne daß eine allgemeine Landhebung angenommen werden

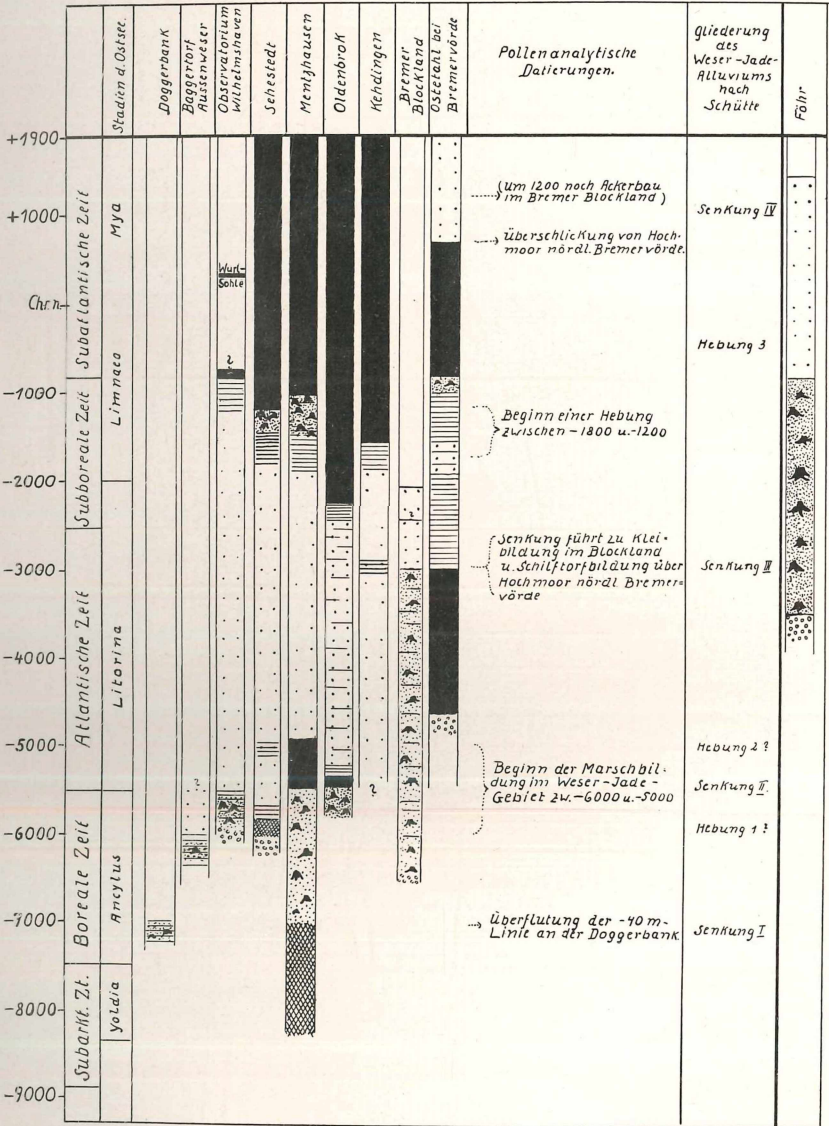
müßte. Dem ist aber entgegenzuhalten, daß die Art der Schichtenfolge vom Observatorium doch keineswegs einen Sonderfall darstellt. Die gleichen Sukzessionen liegen ja noch in unvergleichlich großartigerer Ausbildung überall dort vor, wo sich die mächtigen Hochmoore über der alten Marsch entwickelt haben. Und angesichts der Tatsache, daß diese Moore auf einem so weiten Areal, und zwar annähernd gleichzeitig, aufgewachsen sind, erschiene für die Gesamtheit dieser Erscheinungen doch jeder andere Erklärungsversuch als eine Hebung als an den Haaren herbeigezogen.

Was die pollenanalytische Datierung des oberen Torfes vom Marineobservatorium betrifft, so hielt ihn Schmitz für „insgesamt nachbronzezeitlich“ und sagt ferner: „nähere Angaben über die Zeit seines Bildungsanfangs sind jedoch von pollenanalytischer Seite her vorläufig nicht zu machen“. Schmitz hielt es ferner für wahrscheinlich, daß die Oberkante des Torfes nicht wesentlich älter ist, als die Kulturschicht an der Sohle der Wurt, für die Schütte 300 n. Chr. ansetzt.

Die Tiefenlage der Moorschicht bei Wilhelmshaven beträgt dort, wo sie nicht durch die Last der Wurt zusammengepreßt ist, nach Schütte — 0.40 bis 1.10 m NN. Es ist das ungefähr die gleiche Tiefenstufe, in der sich auch bei Sehestedt der Umschlag von brackischer zu reiner Süßwasservegetation vollzieht. — Ist nun die oben angeführte Datierung des Wilhelmshavener Torfs richtig, so würde sich eine auffallende Abweichung im Beginn des Hochmoorwachstums gegenüber den Verhältnissen von Sehestedt ergeben, wo die Hochmoorphase bereits um 1000 v. Chr. einsetzte. — Wir kannten bei unserer Veröffentlichung vom Jahre 1931 die erst später durch Brinkmann bearbeitete Entwicklung des Sehestedter Gebietes noch nicht. Nachdem wir heute einen weiteren Ueberblick gewonnen haben, erscheint es aber sowohl Schmitz wie mir sehr möglich, daß die Hebungsmarken von Wilhelmshaven älter sind, als wir 1931 annahmen, und daß sie ungefähr mit denen von Sehestedt korrespondieren. Das Pollendiagramm von Wilhelmshaven mit den noch geringen Werten der Buchenkurve und dem nur sporadischen Vorkommen der Hainbuche (unter 5 Spektren tritt *Carpinus* nur zweimal, und zwar mit 0.7% auf) fügt sich jedenfalls gut in die heute bekannten Spektren von Brinkmann aus dem Beginn der Hebungszeit ein. Freilich wird man den Hochmoortorf von Wilhelmshaven selber nicht älter als 800 v. Chr. veranschlagen dürfen, da er wegen seines sehr geringen Zersetzungsgrades offenbar schon der jüngeren Moostorfzeit angehört.

Abschließend läßt sich sagen, daß nichts dagegen spricht, in dem Wechsel der fraglichen Vegetationsschichten von Wilhelmshaven und Sehestedt-Mentzhausen den Ausdruck der gleichen einheitlichen Bodenbewegung zu sehen. Zwischen der heute erhaltenen Oberfläche

Uebersichtsschema der zeitlichen Gliederung.



Sand Klei Mudde Schilftorf u. Darg Bruchwaldtorf Sphagnumtorf

des Wilhelmshavener Torfs und der auf 300 n. Chr. datierten Wohnschicht an der Sohle der Wurt muß dann ein Hiatus bestehen. Ein solcher könnte durch die Besiedelung selbst entstanden sein, indem der Mensch und sein Vieh die obersten Torfschichten entfernt haben.

d) Kehdingen. Für das Land Kehdingen ergibt sich hinsichtlich der Datierungsfrage ein recht klares und einheitliches Bild durch die umfangreichen Untersuchungen von Schubert (9). Schubert verfolgte an Hand von zahlreichen Profilen den stratigraphischen Aufbau des großen Kehdinger Hochmoors im Sietland zwischen Oste und Elbe. Die der Schubertschen Arbeit entnommene Darstellung eines schematischen Querschnitts (Fig. 2) erläutert in den wichtigsten Zügen die Lagerungsverhältnisse:

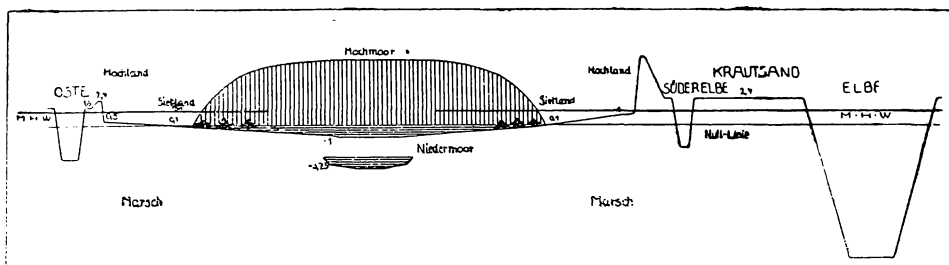


Fig. 2. Schematischer Querschnitt durch das Kehdinger Moor von der Oste südlich Oberndorf bis zur Elbe südlich Wischhafen (aus Schubert 1933).

Ueber mächtigen Marschablagerungen ist in der flachen Mulde, die als gemeinsames Sietland der Oste und Elbe entstand, zunächst ein ausgedehntes Flachmoor aufgewachsen. Die dabei entstandene Schilftorfschicht ist in den mittleren Teilen des Moores ziemlich gleichmäßig 1 m mächtig. Darüber wölbt sich das Hochmoor auf. Der Hochmoortorf besteht zuunterst aus dem älteren, zersetzten Sphagnumtorf, dessen Mächtigkeit bis zu 80 cm, meist aber weniger beträgt. An den Rändern des Moores treten an Stelle des älteren Sphagnumtorfes meist Bruchwaldbildungen. Älterer und jüngerer Sphagnumtorf zusammen werden in den mittleren Moorpartien 4 bis 5 m mächtig; nach den Moorrändern nimmt der Hochmoortorf an Stärke ab.

Was die Datierung der Marschablagerungen im Untergrund betrifft, so lassen sich für den Beginn der Kleiablagerung leider keine besonderen Angaben machen. Der Klei ist so mächtig, daß es zweifelhaft ist, ob seine ältesten Schichten überhaupt erreicht wurden. (Eine Bohrung wurde fast 14.5 m tief unter die Oberfläche getrieben.) Auf basale Torfe, wie im Wesergebiet, ist Schubert

nirgends gestoßen. Die ältesten Pollenspektren des Klei reichen wohl an das Boreal heran, so daß man mit Wahrscheinlichkeit sagen kann, daß die Senkung in Kehdingen sich jedenfalls nicht später bemerkbar macht, als an der Wesermündung.

Um so eindeutiger ist Schuberts Befund bezüglich des Umschlags von der Niedermoor- zur Hochmoorbildung. Die Niedermoorbildung setzt in Kehdingen überall zu annähernd gleicher Zeit ein und war im letzten Teil der älteren Moostorfzeit Nordwestdeutschlands beendet. Als damals in weiter räumlicher Ausdehnung das Hochmoor seine Entwicklung begann, konnten sicher keine Ueberflutungen von Elbe und Oste her mehr eintreten. Schubert setzt diesen Zeitpunkt nach der Pollendiagrammlage und nach dem Abstand vom Grenzhorizont auf 1800 bis 1600 v. Chr. an. Damals muß also die Hebung begonnen oder schon eine kurze Zeit in Gang gewesen sein. Wenn für das Jadegebiet die ersten Hebungsanzeichen auf 1500 v. Chr. datiert wurden, so steht das mit den Kehdinger Befunden in guter Uebereinstimmung.

Gewisse Anzeichen für eine Hebung schienen uns auch im Bremer Blockland vorzuliegen (Overbeck und Schmitz 7), doch waren die Dinge dort hinsichtlich einer Datierung zu wenig durchsichtig, als daß hier darauf eingegangen werden könnte.

V. Der Beginn der jüngsten Senkung.

In sämtlichen der bisher besprochenen Untersuchungsgebiete hat die Unterkante des Hochmoortorfes eine so tiefe Lage zu NN, daß unter heutigen Verhältnissen in diesem Niveau ein Hochmoorwachstum unmöglich wäre. Wir führen für die Basis des Hochmoortorfs folgende Zahlen an:

Sehestedt	etwa + 40 cm NN = 120 cm unter Mittel-Hochwasser
Mentzhausen	„ + 20 cm NN = 140 cm „ „
Frieschenmoor	„ — 40 cm NN = 200 cm „ „
Kehdingen	„ + 0 cm NN = 150 cm „ „
Kehdingen (Extremfall)	— 149 cm NN = 290 cm „ „
Oldenbrok, zwischen	— 100 cm NN und — 200 cm NN wechselnd.

Diese tiefen Lagen der Hochmoorbasis sind eine Folge der jüngsten, nach der Hebungsperiode einsetzenden Senkung. — Für die Datierung des Senkungsbeginns liegen von moorbotanischer Seite noch wenig Belege vor. Es liegt das daran, daß die Folgen der jüngsten Senkung nur in ganz wenigen der bisher analysierten Moorprofile zum Ausdruck kommen. Im übrigen ist der Ausfall moorbotanischer Belege in diesem Fall auch von minderer Bedeutung. Denn während für die älteren

Phasen der Strandverschiebungen Pollenanalyse und Moorstratigraphie vorläufig die einzigen Handhaben zu einem zeitlichen Erfassen bieten, hat sich der jüngste Abschnitt durch siedlungsgeschichtliche Daten klarlegen lassen. Nach ihnen hat Schütte eine Datierung des jüngsten Senkungsbeginns auf die Mitte des ersten nachchristlichen Jahrtausends gut begründen können. — Immerhin läßt sich ein Beispiel anführen, durch das auch von pollenanalytischer Seite die Richtigkeit dieses Zeitpunktes gestützt wird.

Schubert fand in den Torfbildungen des Ostetals bei Bremerförde mehrfach Hinweise auf eine stark zunehmende Vernässung seit der Mitte der subatlantischen Zeit. Am eindrucksvollsten waren die Verhältnisse in einem Profil, das etwa 10 km nördlich von Bremervörde im Moor zwischen Oste und Mehe erbohrt wurde („Profil am Ostendorfer Deich“). Nach Schubert ergab sich folgender Schichtenwechsel:

- g) 0—40 cm: Kulturboden, sandig-tonig, z. T. künstlich aufgebracht.
- f) 40—95 cm: „Knick“, entkalkter dunkler Schlickton mit Eisenoxydhydrat-Einschlüssen und Schilf- und anderen Pflanzenresten.
- e) 95—165 cm: Eriophorum-Sphagnumtorf, ziemlich zersetzt.
- d) 165—175 cm: Birkenbruchwaldtorf.
- c) 175—315 cm: Radizellen-Phragmitestorf mit teilweise stark tonigen Beimengungen.
- b) 315—445 cm: Sphagnum-Eriophorumtorf, stark zersetzt.
- a) 445—475 cm: Grober humoser Sand.

Durch Ueberflutung von Seiten der Oste hat das Hochmoorwachstum zweimal eine Unterbrechung erfahren. Während der ersten Ueberflutungsperiode entwickelte sich über dem Hochmoor (b) ein 140 cm mächtiger Schilftorf (c). Dieser entstand in einem späteren Abschnitt der „älteren Moostorfzeit“ Nordwestdeutschlands, und zwar zeitlich ungefähr zusammenfallend mit dem Kleiabsatz über den Schilf- und Bruchwaldtorfen des Bremer Blocklands (s. Seite 59). Die zweite, wiederum Hochmoortorf (e) erstickende und mit starkem Schlickabsatz verbundene Ueberschwemmungsperiode beginnt nach der Gestaltung des Pollendiagramms zwischen 500 und 900 nach Chr. — Es liegt natürlich der Gedanke nahe, daß für diesen Schlickabsatz ebenso gut wie eine Senkung auch nur Meanderbewegungen der Oste verantwortlich gemacht werden können. In Anbetracht der Tatsache aber, daß um dieselbe Zeit auch an andern Stellen des Ostetals deutlich Vernässungen nachzuweisen sind, hält Schubert den Zusammenhang mit der jüngsten Senkungsbewegung aber doch

für wahrscheinlicher, und wir möchten ihm darin beipflichten. Die Uebereinstimmung mit der Schütteschen Datierung der jüngsten Senkung ist tatsächlich ausgezeichnet.

VI. Zur weiteren Gliederung der älteren Marschbildung.

Schütte rechnet bekanntlich mit drei Hebungsperioden. Diejenige durch Einsetzen weiträumiger Hochmoorbildung gekennzeichnete Hebungsphase, für deren Datierung wir Pollenanalyse und Moorstratigraphie herangezogen haben, entspricht der „Hebung 3“ nach Schütte. Zur Altersbestimmung der „Hebung 2“ liegt von unserer Seite noch wenig Material vor. Wir können zur Zeit nur folgendes sagen: Die „Hebung 2“ leitet Schütte aus Vegetationsschichten ab, die in seinen Profilen durch das Weser-Jade-Alluvium in einer Tiefenstufe von etwa — 5 m NN und etwas darunter auftreten. Brinkmann trifft die wohl noch dieser Entwicklungsstufe entsprechenden Vegetationsschichten in sämtlichen Profilen des Sehestedter Gebietes in einer Tiefenlage von — 7 m NN an. Dabei handelt es sich ausnahmslos um eine Dargschicht¹⁾. (Es ist die gleiche, die auch Schütte in seinem Profil V, S. 338, 1927 verzeichnet.) — Ueber ihr Alter läßt sich auf Grund der Pollenanalyse nur das ganz allgemeine Urteil abgeben, daß sie noch vor dem Einwandern der Buche entstanden ist. — In der Tiefenlage stimmt sie mit dem basalen Hochmoortorf von Mentzhausen überein (s. Profil Seite 55, c). — Brinkmann entwirft daher folgendes Bild: Während im Gebiet von Sehestedt bereits der erste Kleiabsatz erfolgte („Senkung II“ nach Schütte?), wuchs im weiter landeinwärts gelegenen Mentzhausener Gebiet noch Bruchwald und Hochmoor. Bei Sehestedt bildeten sich sodann jene ausgedehnten Brackwasser-Röhrichte (also „Hebung 2“), und erst bei der nun folgenden Senkungsetappe („Senkung III“ nach Schütte) wurde auch das Hochmoor von Mentzhausen unter dem Kleiabsatz begraben. — Das hat Wahrscheinlichkeit für sich, und wir haben auch in unserem Zeitschema (Tafel II) die Entwicklung in diesem Sinne eingetragen; beweisen läßt sich aber von pollenanalytischer Warte die Richtigkeit dieser zeitlichen Untergliederung nicht. — Auch unter dem Kehdinger Hochmoor findet sich Flachmoortorf in den Klei eingeschaltet, und zwar handelt es sich nach Schubert um eine auf großem Areal ziemlich gleichzeitig hervortretende Erscheinung. Dabei zeigt eins der Profile die Entwicklung bis zum Erlenbruchwald, ein anderes sogar bis zum Sphag-

¹⁾ Auf weitere von Brinkmann angetroffene, aber nur in einzelnen Profilen auftretende Vegetationsschichten sei hier nicht eingegangen.

netum. Die Tiefenlage variiert. Der genannte Bruchwaldtorf liegt auf etwa — 0.65 m NN, der nur geringmächtige Sphagnumtorf auf etwa — 1.9 m NN. — Schubert datiert diese Profilstufe, in der auch die Buche schon vertreten ist, auf — 3000 v. Chr. Im Ostetal bei Bremervörde setzt übrigens zu diesem Zeitpunkt die Ueberflutung von Hochmoor ein!

Wichtig erscheint vorläufig die Feststellung, daß diese Kehdinger Vegetationsschicht wesentlich jünger ist, als die Vegetationsschicht, die wir im Jadegebiet bei — 7 m NN antrafen und die der Schütteschen „Hebung 2“ entspricht oder ihr zeitlich jedenfalls sehr nahe steht. Elbe- und Jade-Wesergebiet verhalten sich hier nicht einheitlich. — Welche Ursachen für die Ausbildung der Vegetationsschichten im Klei auch in Frage kommen mögen (Senkungsverlangsamung, Stillstand, Hebung oder davon unabhängige hydrographische Veränderungen in den Mündungsgebieten der Flüsse), — diese Ursachen scheinen jedenfalls mehr lokaler Natur zu sein. Ganz im Gegensatz dazu kann die in ihren Auswirkungen viel beträchtlichere „Hebung 3“ als für Weser- und Niederelbegebiet gemeinsame und gleichzeitige Erscheinung für erwiesen gelten.

Die von Schütte als „Hebung 1“ bezeichnete Entwicklungsphase entspricht der Zeit der borealen Waldtorfbildung vor Ablagerung der ersten Marschbildung. — In Zusammenhang mit der „Hebung 1“ darf vielleicht noch gesagt werden, daß das Auftreten dieser Waldtorfe an sich über dem Diluvialboden oder über altem Flußalluvium natürlich noch nicht für eine Senkungsunterbrechung oder Hebung spricht. Nur wenn durch stratigraphische Merkmale anderer Art, deren Schütte ja auch mehrere ins Feld führt, hinreichende Argumente gegeben sind, dürfte die Annahme einer Hebung gerechtfertigt sein. Denn die Erfahrungen aus Mitteleuropa und speziell auch aus dem nordwestdeutschen Flachland haben gezeigt, daß die Waldtorfbildung, wie die sedentäre Torfbildung überhaupt, erst ganz allgemein nach dem Einwandern wärmeliebender Bäume im ersten Teil der Eichenmischwaldzeit begonnen hat. Es bleibt daher zu bedenken, daß der Zeitpunkt, zu dem im alten Wesergebiet die boreale Waldtorfbildung einsetzte, zunächst einmal durch den Ablauf der allgemeinen Vegetationsgeschichte bestimmt wurde und wohl kaum von einer etwa beginnenden Hebung abhängig war.

Für die wichtigsten unserer Profile wurde der stratigraphische Fazieswechsel in seiner zeitlichen Zuordnung auf der beigegebenen

Tafel II zusammengestellt, die noch einmal einen Ueberblick über die gewonnenen Datierungen vermittelt¹⁾.

Von einer Berechnung von Senkungsbeträgen und Senkungsgeschwindigkeiten sei hier abgesehen. (Schubert hat solche für Kehdingen versucht.) So sehr auch das Küstensenkungsproblem in die verschiedensten Wissensgebiete einschneidet, muß hier doch der Geologe das entscheidende Wort sprechen. Eindringlich betont sei aber noch einmal, daß alle jene Senkungsberechnungen hinfällig sind, die von der Annahme einer gleichmäßig und ununterbrochen sinkenden Küste ausgehen. An der letzten vorchristlichen Hebungsperiode Schüttes ist nicht zu zweifeln.

VII. Die Marsch von Föhr.

Für das nordfriesische Gebiet bedeuten die Untersuchungen von Ernst (5) in der Marsch von Föhr einen wesentlichen Beitrag zur Frage der postglazialen Strandverschiebungen. Die Grundlagen für eine pollenanalytische Datierung der Föhrer Profile wurden dabei von Ernst durch den Vergleich mit Pollendiagrammen solcher Moore gewonnen, die auf dem benachbarten Festland eine ungestörte Entwicklung durchlaufen hatten.

Im ganzen führte Ernst in der Föhrer Marsch 37 Bohrungen aus, die zusammen mit den Ergebnissen von 17 weiteren, teils von Schütte, teils vom Föhrer Wasserbauamt stammenden Bohrungen ein ziemlich ins einzelne gehendes Bild zu zeichnen erlauben. Hier kann allerdings nur in ganz großen Umrissen über diese Untersuchungen berichtet werden. — Fast überall in der Föhrer Marsch wird von oben nach unten folgender Schichtenaufbau angetroffen:

a) Klei. Im nordöstlichen Teil der Insel ist er am mächtigsten (maximal nahezu 4 m); als Durchschnittswert für das

¹⁾ Aus England berichten neuerdings Clark, Godwin und Macfadyen (*Antiquaries Journal*, Vol. XIII, No. 2, 1933) über Untersuchungen aus dem Fen-District nördlich von Cambridge. Sehr glückliche Umstände führten hier durch Verknüpfung von Pollenanalyse und prähistorischen Funden zur Datierung von Krustenbewegungen. Unter marinen Sedimenten wurde Bruchwaldtorf von spätborealem und frühatlantischem Alter angetroffen (an der Basis dieses Torfes Tardenoisien-Reste). — Weiterhin sind für den frühatlantischen Abschnitt durch starke Erosion eines in den Profilen angeschnittenen Flußbettes Anzeichen einer Landhebung vorhanden. Zeitlich könnte diese mit der „Hebung 2“ Schüttes zusammenfallen. — Während sich dann der weitere Teil des Atlantikums unter Ablagerung der marinen Sedimente als Senkungszeit erweist, sind im Subboreal wieder deutliche Anzeichen einer Hebung vorhanden. Um diese Zeit setzte auch wieder ein Moorwachstum ein, wobei die Datierung durch reiche frühbronzezeitliche Funde besonders gut gesichert ist.

ganze Gebiet kann eine Mächtigkeit von etwas über 2 m gelten.

- b) **Bruchwaldtorf.** Meist um 1.5 m mächtig, maximal bis 2.30 m. Der Torf ist meist stark zersetzt und oft tonig.
- c) **Sand.** Oft mit humosen Beimengungen. Der Gehalt an pflanzlichen Resten macht es wahrscheinlich, daß es sich um noch postglazial umlagertes Material handelt.

Hinsichtlich der Torfschicht sei noch bemerkt, daß sie stellenweise auch Verlandungsgesellschaften offener Wassertümpel enthält, stellenweise auch wohl Ansätze zu einer mesotrophen Uebergangsmoor-Vegetation erkennen läßt, die sich aber nie für längere Zeit hat durchsetzen können. Als Ganzes betrachtet hat die ehemals hier wachsende Vegetation während ihrer ganzen Entwicklung den Charakter eines stark vernäßten Bruchwaldes beibehalten.

Was nun die Bildungszeit dieses ausgedehnten, mächtigen Waldtorflagers betrifft, so lag hierfür bisher nur ein unsicher tastender Datierungsversuch vor. Nach dem Fund von Knochenharpunen an der Basis des Torfes rechnete Schütte für die Moorunterkante mit einem Alter von etwa 7000 Jahren. — Tatsächlich zeigt sich nun, daß das ehemalige Föhrer Bruchwaldgebiet erst in der zweiten Hälfte der atlantischen Zeit entstanden und dann bis zum Ende des Subboreals weiter gewachsen ist. Der Torf ist also vollneolithisch und bronzezeitlich und kann von seiner Unterkante bis zur Oberkante auf die Zeit von etwa 3500 v. Chr. bis 800 v. Chr. datiert werden. — Die Kleiablagerung hat demnach erst mit dem Anfang der subatlantischen Zeit begonnen und erreichte ihr Ende offenbar im späten Mittelalter. Wahrscheinlich fiel das Aufhören des regelmäßigen Kleiabsatzes mit der Bedeichung der Föhrer Marsch um 1492 zusammen. Irgendwelche Anzeichen für einen Hiatus an dem Kontakt zwischen Torf und Klei konnten nicht gefunden werden.

Für die Senkungsbewegung ergibt sich demnach folgendes: Erst in der zweiten Hälfte der atlantischen Zeit erreichte das Gebiet eine Tiefenlage, die bei Grundwasseranstieg eine Versumpfung des Bodens und damit eine weiträumige Bruchwaldbildung bedingte. Da die Vegetation auch fernerhin ihren Sumpfcharakter bei mächtiger Torfanhäufung behielt, wird die ganze Bruchwaldzeit eine Periode langsamer Senkung gewesen sein, die im weiteren Verlauf der Entwicklung zu mariner Ueberflutung des ganzen Gebietes führte. Dabei wurden etwa von 800 vor bis 1492 nach Chr. maximal fast 4 m Klei abgesetzt. Das entspräche einem Betrag von 17.3 cm im Jahrhundert. — Die Moorunterkante liegt heute maximal bei — 4.9 m NN. Nach ihrer Altersbestimmung auf 3500 v. Chr. und unter Voraussetzung eines gleichgebliebenen MHW (+ 0.9 m NN) errechnet Ernst überschlagsweise das Senkungstempo für die Zeit seit Beginn

der Moorbildung: Als im Atlantikum die Senkung zur Versumpfung des Bodens führte, mag der Bruchwald damals sein Wachstum im Niveau von MHW begonnen haben. Er ist dann im Laufe von 5400 Jahren um $0.9 + 4.9 \text{ m} = 5.8 \text{ m}$ gesunken. Das ergibt rund 10 cm pro Jahrhundert. Daß eine solche Rechnung aber nur unter Annahme gewisser Prämissen durchzuführen ist, braucht kaum betont werden. (Eine Berechnung von Scharf [12] ist schon deswegen nicht richtig, weil sich das damals auf 7000 Jahre veranschlagte Alter der Moorbasis nicht bestätigt hat.)

Hervorzuheben ist noch, daß sich für den verfolgten Ablauf der Entwicklung vom Beginn der Bruchtorfbildung bis zum Ende des Kleiabsetzes keine Hinweise auf eine eingeschaltete Hebung erkennen ließen: Wie schon gesagt, treten weder während der Torfbildungsperiode Pflanzengesellschaften auf, die auf größerem Areal ein Abrücken vom Grundwasserspiegel anzeigen, noch ist ein Hiatus zwischen Mooroberkante und Klei irgendwie wahrscheinlich, währenddem sich ein Hebungsvorgang (er müßte dann auch sehr kurzfristig gewesen sein!) ausgewirkt haben könnte. Wirklich zwingende Beweise gegen eine vorübergehende Hebung liegen freilich auch nicht vor, da sich immerhin Verhältnisse konstruieren ließen, unter denen selbst während einer „Hebung“ ein Fortgang der Bruchtorfbildung auf Föhr denkbar wäre. Man könnte an Grundwasseraustritt am geneigten Hang der Föhrer Geest denken. Wahrscheinlichkeit hat aber unter Beurteilung der ganzen Sachlage eine solche Konstruktion nicht, so daß also zur Zeit noch ein Widerspruch zwischen den Föhrer Ergebnissen und den Untersuchungen am Strande von Amrum besteht, nach denen W. Jessen eine „postlitorine Hebung“ vertritt. Weitere Untersuchungen im nordfriesischen Inselgebiet bleiben abzuwarten.

Offen blieb für Ernst auch die Frage, ob für Föhr nach dem Abschluß der Marschbildung ein Fortgang der Senkung bis in die neueste Zeit anzunehmen ist. Obschon gewisse Anzeichen dafür bestehen, ließen sich doch keine sicheren Beweise für eine solche gegenwärtige Senkung erbringen.

Rücken wir die gewonnenen Datierungen von Föhr in das Gesamtbild ein, das sich an der Jade, Weser und Elbe ergeben hatte, so ist nunmehr die starke Phasenverschiebung im Verhalten beider Gebiete auf das beste belegt (siehe Tafel II). Um dieselbe Zeit, als an der Weser- und Elbemündung eine Hebung erfolgte und über den Ablagerungen der alten Marsch zur Bildung großer Hochmoore führte, trat auf Föhr eine Meerestransgression ein und bedingte die dortige Marschbildung. In ihrem Alter korrespondiert die Föhrer Marsch nach den bisherigen Erfahrungen mit der Marsch von West-Jütland.

Literatur.

(Nur die Schriften, auf die unmittelbar Bezug genommen wurde, sind angeführt.)

1. Brinkmann, P.: Zur Geschichte der Marschen, Moore und Wälder Nordwestdeutschlands III. Das Gebiet am Jadebusen. Erscheint demnächst in Englers Bot. Jahrb.
2. Dienemann, W. und Scharf, W.: Zur Frage der neuzeitlichen „Küstensenkung“ an der deutschen Nordseeküste. Jahrb. d. Preuß. Geolog. Landesanstalt, Bd. 52, 1931.
3. Erdtman, G.: Studies in Micro-Palaeontology 1—4. II. Moorlog from the Doggerbank. Geol. Fören-Förhandl., 46., 1924.
4. Erdtman, G.: Studien über die postarktische Geschichte der Nordwesteuropäischen Wälder. II. Untersuchungen in Nordwestdeutschland und Holland. Geol. Fören-Förhandl., 50., 1928.
5. Ernst, O.: Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder Nordwestdeutschlands IV. Untersuchungen in Nordfriesland. Noch unveröffentlicht, erscheint demnächst.
6. Jessen, W.: Die postdiluviale Entwicklung Amrums und seine subfossilen und rezenten Muschelpflaster. Jahrb. d. Preuß. Geolog. Landesanstalt 1932.
7. Overbeck, F. und Schmitz, H.: Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder Nordwestdeutschlands I. Das Gebiet von der Niederweser bis zur unteren Ems. Mitteilungen der Provinzialstelle für Naturdenkmalpflege Hannover, 3., 1931.
8. Scharf, W.: Die geologischen Grundlagen des Küstenschutzes an der deutschen Nordseeküste. Schriften d. Ver. f. Naturk. an d. Unterweser, 4., 1929.
9. Schubert, E.: Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder Nordwestdeutschlands II. Das Gebiet an der Oste und Niederelbe. Mitt. d. Provinzialstelle f. Naturdenkmalpflege Hannover, 4., 1933.
10. Schütte, H.: Krustenbewegung an der deutschen Nordseeküste. „Aus der Heimat“. Naturwissensch. Monatsh., 40., 1927.
11. Schütte, H.: Nordfrieslands geologischer Werdegang. Nordfriesland-Heimatsbuch für die Kreise Husum und Sütdondern, 1929.
12. Schütte, H.: Der Aufbau des Weser-Jade-Alluviums. Schriften des Ver. f. Naturk. an d. Unterweser, 5., 1931.
13. Schwarz, A.: Hochmoor am und im Meer. Aus Natur und Museum, 62., 1932.
14. Schwarz, A.: Meerische Gesteinsbildung I. Senckenbergiana, 15., 1933.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen](#)

Jahr/Year: 1933

Band/Volume: [29](#)

Autor(en)/Author(s): Brinkmann P., Ernst O., Overbeck , Schmitz Heinz, Schubert Edmund

Artikel/Article: [Bisherige Ergebnisse der botanischen Moorforschung zur Frage der Küstensenkung an der deutschen Nordsee 48-73](#)

