

DÜNE UND MOOR BEI VOGELENZANG.

Beitrag zur Frage der quartären Niveauveränderungen an der holländischen Nordseeküste. Unter Mitwirkung von Dr. J. Hofker, Dr. C. H. Oostingh, Dipl. Ing. K. Volkersz und Prof. Dr. C. A. Weber, von Prof. J. van Baren, Wageningen.

Mit 1 Karte, 1 Profilskizze und 10 Abbildungen.

EINLEITUNG.

Im September 1922 lenkte Herr Dipl. Ing. K. VOLKERSZ, Direktor der Gartenbauschule in Lisse, meine Aufmerksamkeit auf eine ausgedehnte Abgrabung von der Innenseite der Dünen zwecks Gewinnung neuen Kulturlandes, wobei es sich herausstellte, dass diese Dünen z. T. eine Moorablagerung verdeckten.

Weil Herr VOLKERSZ und ich in den Jahren 1910—1914 die ganzen holländischen Küstendünen von dem äussersten Nordosten bis zu der belgischen Grenze im Südwesten einer genauen Untersuchung unterworfen hatten, war es mir sofort klar, dass hier eine sehr wichtige Sache vorlag und nach meinem ersten Besuche studierten wir zuerst die allmählich entstandenen Profile und sammelten Dünensande und Torfproben zwecks mikroskopischer Untersuchung. Die mikroskopische Untersuchung der Torfproben übernahm Herr Prof. Dr. C. A. WEBER aus Bremen, der mit unsern Moorablagerungen ausgezeichnet bekannt war, nicht im mindesten weil er seit 1907 für den Verfasser dieser Zeilen zahlreiche Moorproben untersucht hatte, wobei die erworbenen Resultate als Grundlage für des Verfassers Buch über die Geologie der Niederlande dienten (Teil II, S. 866—956, mit 8 Abb.).

Bei der Untersuchung in Bremen stellte es sich heraus, wie wichtig diese Moorablagerung war, daher beschloss Herr WEBER zusammen mit mir die Sache an Ort und Stelle zu untersuchen.

Später war ich noch zum dritten Male dort mit meinem Konservator Herrn Dr. C. H. OOSTINGH (jetzt in Niederländisch-Indien), bei welcher Gelegenheit wir Süßwassermollusken sammelten, welche er dann einer ausführlichen Untersuchung unterzog.

An dem hier erstatteten Berichte sind meine Mitarbeiter in folgender Weise beteiligt:

Herrn Dipl. Ing. K. VOLKERSZ (Lisse) verdanke ich die schönen und sorgfältig aufgenommenen Abbildungen; Herrn Prof. Dr. C. A.

WEBER den botanischen Bericht; Herrn Dr. C. H. OOSTINGH und Herrn Dr. J. HOFKER (Den Haag) die zoologischen Mitteilungen. Allen diesen Herren, sowie Herrn J. GRIMME, Lehrer für Bodenkunde an der Gartenbauschule in Lisse, sage ich meinen herzlichen Dank für ihre Unterstützung, wodurch diese Mitteilung soviel an Wert gewonnen hat. Welche Stütze mir Herr VOLKERSZ jetzt und auch bei meinen früheren Untersuchungen war, vermag nur zu würdigen, wer selbst jahrelang sich mit einem Problem beschäftigt hat, bei dem man in erster Linie auf genaue, wissenschaftlich wertvolle Aufnahmen angewiesen ist. Auch Herrn Prof. Dr. C. A. WEBER gebührt mein herzlicher Dank für alles, was er, bereits vom Jahre 1907 ab, für die botanische Untersuchung der niederländischen Moore geleistet hat.

I. GEOLOGISCHER TEIL.

Zwischen den Eisenbahnlinien Harlem—Zandvoort und Haag—Scheveningen dehnt sich ein Dünenkomplex aus, der aus zwei Teilen aufgebaut ist: einem geologisch älteren und einem geologisch jüngeren. Die Profile beider Dünenkomplexe habe ich i. J. 1913 ausführlich beschrieben und mit den von Herrn VOLKERSZ aufgenommenen Bildern erläutert; im Jahre 1924 gab ich dann dazu noch einen Nachtrag unter Mitteilung neuer Profile (mit Abb.) in meinem Buche: *De Bodem van Nederland (Geologie der Niederlande)*. Was in den beiden Schriften ausführlich mitgeteilt ist, darf hier im Auszug kurz wiederholt werden.

In den geologisch-älteren Dünen, welche in den Jahren 1910—1912 im grossen Masstabe behufs Erlangung neuer Kulturböden für die Gartenbaukultur abgegraben wurden, war das Profil im allgemeinen wie folgt:

Von oben nach unten:	Mächtigkeit.
1. Kalkfreier oder kalkarmer, gelbgefärbter Sand	0.6 m. bis 1.5 m.
2. Torf oft mit Knochen von <i>Bos brachyceros</i> , <i>Equus caballus orientalis</i> , <i>Cervus elaphus</i>	0.5 m. bis 1.25 m.

Unterhalb dieser Torfschicht kam Bleichsand, und dort wo der Torf fehlte, trat eine Rohhumus-Schicht auf und unterhalb dieser

von oben nach unten:	Mächtigkeit.
3. Bleichsand	0.6 m. bis 3.0 m.
4. Sand-Ortstein	0.25 m. bis 0.55 m.
5. Kalkhaltiger, grüngrauer Sand oben <i>ohne</i> , unten <i>mit</i> Meeres-Mollusken und marinen Foraminiferen.	

Der Torf wurde von Herrn WEBER untersucht, der mir darüber wie folgt schrieb:

Brief vom 20. VII. 1910.

„Torf aus einer Düne bei Kraantjelek unweit Harlem, die Torfschicht vom Dünensand über- und unterlagert.

Es liegt ein eu- oder mesotropher telmatischer Torf vor, der aus den Wurzeln und Rhizomen von *Carex*, *Scirpus* und wenig *Arundo phragmites* entstanden ist. Er ist mit einigen berindeten Wurzeln von *Alnus glutinosa* durchsetzt.

Die nähere Untersuchung ergab einige Früchte von *Carex lasiocarpa*, *Scirpus Tabernaemontani* und *Eriophorum cf. angustifolium* (nur eine etwas beschädigte Frucht), ferner einige Steinkerne von *Potamogeton natans* und *Sparganium simplex*. Weiter fanden sich Sporen und Sporangien eines Farnes (*Aspidium sp.*), die Teleutosporen vermutlich des Binsenrostes (*Uromyces cf. Junci*) und Sporen eines Brandpilzes (*Tilletia sp.*) nebst zahlreichen Pollen von Cyperaceen oder Gramineen. Pollen von Bäumen oder Sträuchern wurden vergeblich gesucht“.

Brief vom 15. XI. 1910.

„Torf aus Dünen der Nordseeküste.

Die Proben B₁ von Harlem (Kraantjelek) und B₂ von Hillegom (nahe der Ringvaart) sind beide nach den in ihnen mehr oder minder reichlich eingestreuten Dünensandkörnern Torfe, die in der Nähe von Dünen, wahrscheinlich in flachen Dünentälern, entstanden sind. Beide Torfe sind durch das Darüberfortschreiten hoher Wanderdünen stark zusammengedrückt worden. Beide sind Bruchwaldtorfe, B₁ mit reichlicher Einlagerung der Rhizome von *Arundo phragmites* nebst einigen Wurzeln und Rhizomen einer *Carex*, B₂ ohne sie. In beiden fanden sich neben stark vermorschten und zerdrückten Holzresten Borkenstücke von *Alnus glutinosa*.

Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass die Hauptmasse des Torfes beider Proben aus stark ulmifizierten Holztrümmern besteht, unter denen sich solche der Erle sicher erkennen liessen. In beiden erschienen häufig Sporen und Sporangien von Farnen

(*Aspidium sp.* und *Polypodium vulgare*); ferner Pollen der Eiche, Erle, Birke (oder Hasel) und *Myrica* und von Gramineen. In B₂ fanden sich noch die Pollenkörner einer Weide (*Salix sp.*), ganz vereinzelt solche von *Pinus silvestris*, und hin und wieder Trümmer feuer-verkohlten Erlenholzes, ferner einige *Sphagnum*-sporen".

Brief vom 31. X. 1912.

„Eingesandt aus der Gegend von Harlem (Kraantjelek), unter und über Dünensand. Ein im trockenen Zustande schwarzbrauner, harter, stark mit Sand durchmischter, ziemlich stark zersetzter Torf, durch sandreichere Lagen gebankt. Es ist ein Erlenbruchwaldtorf mit örtlicher Einlagerung von Torfmudde. Von Pollen fanden sich zahlreich die der Erle (*Alnus cf. glutinosa*), der Eiche (*Quercus sp.*), der Rotbuche (*Fagus silvatica*). Ferner fanden sich Holz, Borke und berindete Wurzeln der Schwarzerle (*Alnus glutinosa*). Die Pollenkörner der genannten drei Baumarten waren in allen Lagen der Schicht vorhanden. Ganz untergeordnet wurden festgestellt solche einer Weide, der Föhre (*Pinus silvestris*) und von *Betula* oder *Corylus*. Die beiden letzteren liessen sich wegen des Erhaltungszustandes nicht sicher unterscheiden, wahrscheinlich sind beide vorhanden. Ferner wurden noch bestimmt:

Cenococcum geophilum, Früchtchen.

Algenfäden und Sporen, sehr wenig.

Aspidium sp. Sporangien und Sporen, stellenweise zahlreich.

Polypodium vulgare, Sporen wenig.

Potamogeton sp. Pollen, nur in mittleren Teile des Ausstiches.

Gramineen- oder Cyperaceepollen, überall häufig.

Ericale, nur eine einzige Pollentetrade.

Spongilla lacustris, Spiculae, nur im mittleren Teile des Ausstiches.

Das Vorkommen von *Fagus* weist darauf hin, dass die Torfschicht in einem verhältnismässig jungen Abschnitte der Postdiluvialzeit entstanden ist, als dieser Baum im Gebiete des Niederrheins bereits erschienen war. Während der ganzen Zeit von der Bildung der Torfschicht wurde von benachbarten Dünen oder Sandfeldern Flugsand eingeweht".

Das Profil der geologisch-jüngeren Dünen war: von oben bis unten nur weisser, stellenweise kalkhaltiger, stellenweise kalkarmer Dünensand, oft mit einem Stich ins Gelbe und ohne jedwelche Spur von Verwitterung.

Die geologisch-älteren Dünen findet man im Osten. Nach dem Meere zu verschwinden sie unter den geologisch-jüngeren Dünen. So weit sich feststellen lies, war das geologische Alter der jüngeren Dünen historisch, der geologisch-älteren Dünen prähistorisch. Funde von Haustierknochen (*Equus caballus orientalis*; *Bos brachyceros*), römischen und germanischen Altertümern haben dies vollauf bestätigt.

Dass diese beiden Dünencomplexe sich nicht entlang der ganzen Nordseeküste ausdehnen, ist selbstverständlich. Soweit wir gegenwärtig wissen, kommen sie nur zwischen Loosduinen und Alkmaar—Bergen vor. Nördlich und südlich davon kenne ich nur geologisch-jüngere Dünen. Ich komme jetzt zu den neuen von mir i. J. 1922 untersuchten Profilen.

Profil I (vgl. Abb. II).

Von oben nach unten.

Mächtigkeit.

- | | |
|---|---------|
| a. Gelber kalkfreier Dünensand mit Süßwassermollusken | 2 m. |
| Dort, wo diese Mollusken zersetzt und zu einem äusserst feinen Grus auseinander gefallen waren, war der sonst vollkommen kalkfreie Sand kalkhaltig. | |
| b. Graue Sandschicht, unten mit Eisenflecken | 0.40 m. |
| c. Bleichsand | 2.00 m. |
| d. Ortstein, schwach entwickelt | 0.30 m. |
| e. Kalkhaltiger Dünensand ohne Spur von Mollusken. | |

Profil II (vgl. Abb. III).

Mächtigkeit.

- | | |
|---|---------|
| a. Kalkfreier Sand mit Baumwurzeln | 0.39 m. |
| b. Kalkfreier Sand mit Eisenoxydröhrchen | 0.31 m. |
| c. Sandschichtchen abwechselnd mit Rohhumus-Schichten | 0.35 m. |
| d. Bleichsand | 0.75 m. |
| e. Torf, Ausläufer des grösseren Torfmoores i. O. | 0.20 m. |
| f. Kalkfreier Sand | 1.20 m. |

———— Grundwasserspiegel.

- g. Kalkhaltiger Sand, Kalkgehalt 8 %.

Weil das Profil nicht tiefer abgegraben wurde, konnte nichts weiter ermittelt werden, als dass der unverwitterte Sand **unterhalb** des Grundwasserspiegels lag. Im Süd-Osten, da wo auf der Karte „Veenenburgerlaan“¹⁾ steht, liegt die im Zickzackverlau-

¹⁾ Vergl. Karte S. 39. Buchstabe C.

fende Grenze zwischen kalkfreiem Sande oben und kalkhaltigem Sande unten **oberhalb** des Grundwasserspiegels. Es senkt sich also die Kalkgrenze vom Osten nach Westen und wenn man annimmt, dass während der Verwitterung die Kalkgrenze *ungefähr* horizontal lag, so muss nachdem die Verwitterung weithin eingedrungen war, eine Abbiegung dieser Grenze stattgefunden haben und zwar als Folge einer Senkung des Bodens, wodurch diese Grenze in den Bereich des Grundwasserspiegels kam.

Mit einer Hebung des Meeresspiegels lässt sich diese Erscheinung meiner Meinung nach nicht erklären.

Profil III (vgl. Abb. IV).

Von oben nach unten.	Mächtigkeit.
a. Kalkarmer, braungelber Sand mit zahlreichen Land- und Süßwassermollusken	1.10 m.
b. Kalkhaltiger, gelb-weisser Sand mit zahlreichen Land- und Süßwassermollusken	0.85 m.
c. Humusschicht	0.15 m.
d. Bleichsand unten mit Eisenflecken und Eisenstreifen	0.90 m.
e. Dunkelbrauner, harter Ortstein, auf dem in der Abb. die Schaufel steht	0.30 m.
f. Kalkfreier Sand	0.30 m.
g. Kalkhaltiger Sand.	

Profil IVa (vgl. Abb. V).

	Mächtigkeit.
a. Obere Torfschicht, mit vielen Eisenkonkretionen und prachtvollem Vivianit	0.40 m.
b. Schneckenmulde	0.90 m.
c. Untere Torfschicht, in den untersten 10 cm. kalkhaltig, mit leicht zerbrechlichen Meeresmollusken.	

In der untersten Schicht, rechtaufstehend, eine Stange von *Cervus elaphus* und Rinderknochen. Die letzteren sind mir nicht zu Gesicht gekommen und verschwunden.

Profil IVb (Zusammen mit Prof. WEBER aufgenommen).

80 meter östlich von Profil IVa.

Vegetationsform: Wiesen.	Mächtigkeit.
a. Obere Torfschicht, stellenweise mit Einlagerung von Seggentorf, Eichen-, Weiden- und Birkenresten ..	0.15 m.
b. Schneckenmulde	0.05 m.
c. Bruchwaldtorf mit vielen Sand-Einlagerungen	0.20 m.
d. Untere Torfschicht	0.35 m.

Profil V

Bohrung.

a. Auftrag	0.60 m.
b. Torf	0.20 m.
c. Blauer Sand mit Meeresmollusken	4.00 m.

Profil VI (vgl. Abb. IX).

Dieses Profil wurde dort aufgenommen, wo auf der Karte C. steht.

Von oben nach unten.	Mächtigkeit.
a. Bleichsand mit Pflanzenwurzeln	0.25 m.
b. Ortstein	0.20 m.
c. Sand mit Eisenflecken und Eisenstreifen	0.70 m.
d. Humus	0.20 m.
e. Bleichsand	0.45 m.
f. Sand mit Eisenflecken und Eisenstreifen	0.20 m.
g. Kalkhaltiger Sand bis zu grosser Tiefe. Kalkgrenze angegeben.	

In diesem Sande liegt der Grundwasserspiegel.

II. MINERALOGISCHER TEIL.

Kalkgehalt. Der Kalkgehalt rührt her, wie der mikroskopische Befund nachgewiesen hat, von

1. Kalk-Häutchen um die Körner,
2. Calcit-Spaltstückchen,
3. Nur mikroskopisch wahrnehmbarem Muschel-Grus.

Bei der Bestimmung des Kalkgehaltes muss also *erstens* das Essigsäure-Verfahren angewandt, *zweitens* müssen alle gut wahrnehmbaren Muschel-Splitterchen durch sieben entfernt werden, weil, wie die Betrachtung zeigt, der Muschelgrus ein sehr stark variierender Faktor ist, und *drittens* muss beständig mittelst eines Binokulär-Mikroskops etwaiges Aufbrausen studiert werden. Dass der Kalkgehalt bei abnehmender Grösse der Dünensandkörner zunimmt, sei nebenbei mitgeteilt.

Schliesslich sei noch die Aufmerksamkeit auf das Auftreten von Süsswassermollusken gelenkt. Unsere geologisch-älteren Dünen waren früher feuchter als jetzt. An diesen ehemals feuchten Stellen kamen hygrophile Schnecken vor. Bestimmt man nun den Kalkgehalt, entweder im Laboratorium oder im Felde, ohne das Dünenprofil zu kennen, so kann man meinen, mit unverwittertem Dünensande zu tun zu haben, und man rechnet dann die Dünengruppe, an der die Betrachtung geschah, zu der Gruppe

der geologisch-jüngerer Dünen. Ebenso ist es aber möglich, dass die geologisch-jüngerer Dünen kalkfrei sind, weil der Meeresand, woraus sie entstanden, praktisch muschelfrei war. Wie ich schon früher betonte ¹⁾, gibt es geologisch-ältere sowie geologisch-jüngere Dünen, ohne und mit Kalk. Die blosse Betrachtung: es ist Kalk vorhanden, genügt nicht, sondern das ganze Bodenprofil ist das Ausschlaggebende. Zudem muss man sich vergegenwärtigen, wie der Kalk in den Boden gekommen und wie er in ihm vorhanden ist.

MINERALOGISCHE ZUSAMMENSETZUNG.

Profil III.

Von diesem Profil wurde eine genaue mineralogische Analyse ausgeführt, deren Resultate in tabellarischer Form hier wiedergegeben seien, x = vorhanden; — = abwesend.

Schicht.	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Kalkgehalt in %.	0.2	2.4	0.2	0	0	0	3.4
% Mineralien schwerer wie Bromoform. (S.G. 2. 9).	0.82	0.51	0.39	0.14	0.18	0.14	0.22
Amphibol	x	x	x	x	x	x	x
Apatit	x	—	x	—	—	x	x
Augit	x	x	x	x	x	x	x
Biotit	—	—	—	—	x	x	—
Brookit	x	x	—	—	x	x	—
Calcit	x	x	—	—	—	—	—
Disthen	x	x	x	x	x	x	x
Epidot	x	x	x	x	x	x	x
Glaukonit	—	x	—	x	x	x	—
Glaukophan	—	x	x	x	x	—	x
Granat	x	x	x	x	x	x	x
Magnetit	x	x	x	x	x	x	x
Mikroclin	—	—	—	—	—	x	—
Muscovit	x	x	x	x	x	x	x
Orthoklas	x	x	x	x	x	x	x
Plagioklas	x	x	x	x	x	x	x
Quarz	x	x	x	x	x	x	x
Rutil	x	x	x	x	x	x	x
Sillimanit	x	x	x	x	x	x	x
Staurolit	x	x	x	x	x	x	x
Turmalin	x	x	x	x	x	x	x
Zirkon	x	x	x	x	x	x	x
Gneiss	—	—	—	—	—	x	—
Phyllit	—	—	—	—	—	x	—
Foraminiferen	—	x	—	—	—	x	—

¹⁾ J. VAN BAREN, De Bodem van Nederland, II, S. 831. Erschienen Mai 1924.

Die Foraminiferen wurden bestimmt von Herrn DR. J. HOFKER.
Es fanden sich:

In Schicht b: *Globigerina bulloides*, d'Orb.

In Schicht f: *Polystomella striato-punctata*, Fischer et Moll.
Pulvinulina repanda, Fischer et Moll.

Profil V.

Untersucht wurde Schicht c.

Kalkgehalt	8.2 %
% Mineralien schwerer wie Bromoform (S.G. 2.9)	0.39 %
Amphibol	x
Andalusit.	x
Apatit.	x
Augit.	x
Biotit.	x
Brookit.	x
Calcit.	x
Disthen.	x
Epidot.	x
Glaukonit.	x
Glaukophan.	x
Granat.	x
Magnetit.	x
Muscovit.	x
Orthoklas.	x
Plagioklas.	x
Quarz.	x
Rutil.	x
Sillimanit.	x
Staurolit.	x
Turmalin.	x
Zirkon.	x
Gneiss	x
Phyllit	x
Foraminiferen bisweilen mit Schwefeleisen- Globuliten	x
Schwammnadel	x

An Foraminiferen wurden gefunden:

Cornuspira (Spirillina) vivipara, Ehrb.

Discorbina irregularis.

Discorbina turbo, d'Orb.

Discorbina villardeboana, d'Orb.

Miliolina circularis, Bornemann.

Miliolina vulgaris.

Nonionina boueana, d'Orb.

Nonionina depressula, Waller et Jacob.

Patellina corrugata, Williamson.

Polystomella striatopunctata, Fischer et Moll.

Pulvinulina punctulata, d'Orb.

Pulvinulina repanda.

Quinqueloculina vulgaris, d'Orb.

Triloculina deplanata, Rhumbler.

Die Bestimmung geschah von DR. J. HOFKER, Sept. 1923.

Es sind die ersten Foraminiferen, welche aus holländischem Meeressande bekannt gegeben werden.

Profil VI.

Von diesem Profil wurde die nachfolgende mineralogische Analyse ausgeführt:

Schicht.	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Kalkgehalt.	0.	0.	0.	0.	0.	0.35	6.
% Mineralien schwerer wie Bromoform (S.G. 2.0.9)	0.31	0.6	0.38	0.62	0.57	0.52	0.87
Achat	—	×	—	—	—	—	—
Amphibol	×	×	×	×	×	×	×
Apatit	—	×	—	×	—	—	×
Augit	×	×	×	×	×	×	×
Biotit	×	×	×	×	×	×	×
Brookit	—	×	×	×	—	—	×
Calcit	—	—	—	—	—	—	×
Disthen	×	×	×	×	×	×	×
Epidot	×	×	×	×	×	×	×
Glaukonit	—	—	—	—	—	—	×
Glaukophan	×	×	×	×	—	×	—
Granat	×	×	×	×	×	×	×
Magnetit	×	×	×	×	×	×	×
Mikroklin	×	—	—	—	—	×	×
Muscovit	×	×	×	×	×	×	×
Orthoklas	×	×	×	×	×	×	×
Plagioklas	×	×	×	×	×	×	×
Quarz	×	×	×	×	×	×	×
Rutil	×	×	×	×	×	×	×
Sillimanit	×	—	×	×	×	×	×
Staurolit	×	—	—	×	×	×	—
Turmalin	×	×	×	×	×	×	×
Zirkon	×	×	×	×	×	×	×
Gneiss	—	—	—	—	—	—	—
Phyllit	—	—	—	—	—	—	—
Foraminiferen	—	—	—	—	—	—	—

III. DIE MOLLUSKEN AUS DEN AUFSCHLÜSSEN BEI VOGELENZANG.

Herr Dr. C. H. OOSTINGH schreibt mir darüber wie folgt (Februar 1926):

a. Die marinen Sande.

„Die das Liegende des Dünenmoores bildenden Sande waren zur Zeit meines Besuchs zu Kulturzwecken mit schmalen Gräben durchzogen worden. In dem aus diesen Gräben ausgeworfenen Sande konnte eine Anzahl von Meeresconchylien gesammelt werden, die zu folgenden Arten gehören:

1. *Mytilus edulis* Linné, nur 2 Schalenfragmente.
2. *Cardium (Cerastoderma) edule* Linné, häufig.
3. *Tellina tenuis* Da Costa, 1 rechte und 3 linke Klappen.
4. *Macoma (Macoma) balthica* (Linné), häufig.
5. *Donax vittatus* (Da Costa), nur eine Klappe.
6. *Ensis ensis* (Linné), 2 linke Klappen.
7. *Mactra (Mactra) corallina atlantica* Bucquoy, Dautzenberg et Dollfus, 2 r. und 4 l. Klappen.
8. *Spisula (Spisula) solida* (Linné), eine Klappe.
9. *Spisula (Spisula) subtruncata* (Da Costa), dem Anschein nach etwas weniger häufig als *Cardium edule* und *Macoma balthica*.
10. *Littorina littorea* (Linné), 1.
11. *Littorina saxatilis rudis* (Maton), 1.
12. *Natica (Euspira) catena* (Da Costa), 3.
13. *Natica (Euspira) alderi* Forbes, 1.

Diese Arten gehören alle zur rezenten hiesigen Nordseefauna. Wie es scheint stehen *Cardium edule* und *Macoma balthica*, was die Individuenzahl anbetrifft, in diesen Sanden obenan, so dass hier möglicherweise die alt-alluviale *Cardium*fauna LORIE's vorliegt.

b. Kalkmudde.

Es wurden zwei Proben untersucht. Zuerst kam eine von Prof. VAN BAREN im Jahre 1922 gesammelte Probe zur Untersuchung. Eine zweite Probe wurde im Mai 1923 von mir an den an Conchylien reichsten Stellen zusammengesucht. Die grösseren Schalen liessen sich aus der trockenen Mudde auslesen, die kleineren wurden durch Schlämmen im Laboratorium gewonnen, wobei, mehr als bei der ersten Probe, auch die ganz kleinen und die sehr zerbrechlichen Gehäuse berücksichtigt wurden.

Süsswassermollusken fehlen alle Arten des fliessenden Wassers; von den Sumpfbewohnern im engsten Sinne (die Nummern 2, 4, 6—9, 13, 14²⁾) übertreffen einige alle übrigen Arten der Zahl nach. Die ebenfalls sehr häufige *Bithynia tentaculata* vermag sich weitgehend anzupassen²⁾, ist also nichtssagend.

Aus der Zusammenstellung der Arten geht also hervor, dass es sich um die Fauna eines Sumpfes handelt; wahrscheinlich war dieser nur mit Niederschlagswasser erfüllt.

Merkwürdig ist, dass die in der ersten Probe häufige *Paraspira rotundata* in der zweiten Probe fehlt. Da die beiden Proben nicht genau derselben Fundstelle entstammen, ist dies wohl aus einer geringen örtlichen Verschiedenheit der Fauna zu erklären.

c. Oberer schwarzbrauner Bruchwaldtorf.

Der über der Schneckenmudde vorkommende Bruchwaldtorf führt im allgemeinen keine Conchylien. An einer einzigen Stelle fanden sich darin jedoch vereinzelte Schalen. Eine von mir gesammelte Probe zeigte folgenden Molluskenbestand:

- | | |
|---|----------------------------------|
| 1. <i>Galba (Galba) palustris</i> (O. F. Müller), | 9 Stück. |
| 2. <i>Paraspira (Paraspira) rotundata</i> (Poiret), | 2 |
| 3. <i>Bithynia tentaculata</i> (Linné), | 2 Gehäuse.
1 operculum. |
| 4. <i>Valvata (Valvata) cristata</i> O. F. Müller, | 1 Stück. |
| 5. <i>Pisidium</i> sp., | $\frac{3}{2} r + \frac{2}{2} l.$ |

Zudem wurde noch eine Schalenklappe einer *Cypris* (*Ostracoda*) beobachtet.

Diese kleine Molluskenfauna setzt sich ausschliesslich aus solchen Arten zusammen, die auch in der Kalkmudde vorkommen. Offenbar haben wir es hier nun mit einem Rest der Kalkmuddefauna zu tun, die mit dem Fortschreiten der Verlandung allmählich verarmte.

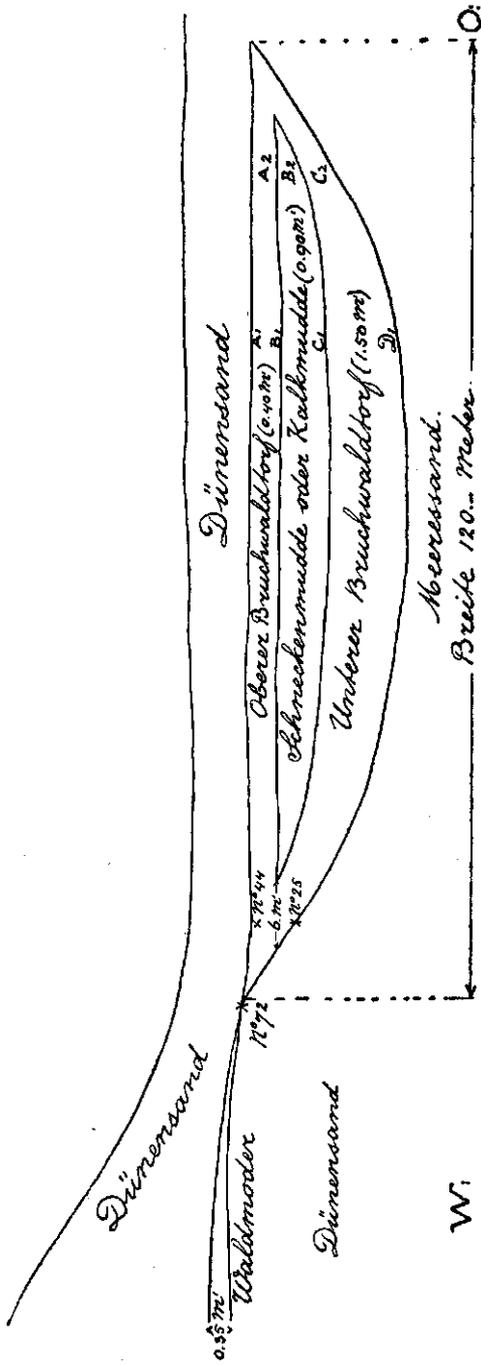
d. Dünensand über dem Bruchwaldtorf.

Verschiedene Schichten des Dünensandes waren ziemlich reich mit Schnecken durchsetzt. Am nördlichen Ende des Aufschlusses sammelte ich folgende Arten:

Landschnecken

1. *Trichia (Trichia) hispida* (Linné), sehr zahlreich.
2. *Helicigona (Arianta) arbustorum* (Linné), nur 1 Stück.

²⁾ D. GEYER, Die Quartärmollusken und die Klimafrage (Palaeontologische Zeitschrift, Bnd. V, Heft 1, 1922), p. 77, Fussnote 2.



Schematische Skizze vom nördlichen Teile d. Moores.

N^o. 72 (Brief vom 26 Januar 1924).

Waldmoder (Mächtigkeit 0.35 m.).

„Ein dunkelbrauner, in der Hauptmasse stark zersetzter und mit Dünensand reichlich vermischter Waldsumpftorf, in einigen Stücken aber sandärmer, minder stark zersetzt, mit undeutlich blättrigem Gefüge und auf den Schichtflächen Rhizome grasartiger Gewächse, von denen nur die Epidermis erhalten geblieben ist. Stark vermorschte Holz- und Borkenstücke in mässiger Menge vorhanden. Bestimmt wurden:

Alnus, Borken- u. Holzstücke, wenig, Blütenstaub zahlreich.

Betula, Holztrümmer, Blütenstaub zahlreich.

Fagus, Blütenstaub wenig.

Quercus, Blütenstaub zahlreich.

Corylus, Blütenstaub wenig.

Populus, Blütenstaub sehr wenig.

Salix, Blütenstaub ziemlich zahlreich.

Ilex aquifolium, Blütenstaub wenig.

Pinus, Blütenstaub ganz vereinzelt.

Zweigliedrige Pilzsporen, dieselben wie in Nr. 44.

Pilzmycel, gegliedertes, häufig.

Sphagnum sp. Sporen, wenig zahlreich.

Aspidium filix mas, Sporen ziemlich zahlreich.

Carex sect. *Carex*, 1 Nuss.

Ranunculus flammula, 3 Früchte.

Nuphar (luteum), ein Blütenstaubkorn.

Ericales, Blütenstaub, ziemlich häufig.

Von tierischen Resten: zahlreiche Eikapseln von *Oligochaeten*, ein Operculum von *Bithynia tentaculata*.

In 1 cm des halbtrockenen Torfs wurden rund 6000 Blütenstaubkörner von Waldbäumen gezählt. Unter 1000 Stücken kamen auf *Alnus* 364, *Quercus* 329, *Pinus* 3, *Betula* 142, *Corylus* 25, *Fagus* 31, *Ilex* 11, *Salix* 87, *Populus* 8 Stück.

Vergleicht man die Blütenstaubfunde aus den drei Proben, die 1923 im Januar und im Mai aus verschiedenen Stellen derselben Schicht genommen wurden, so fällt die grosse Verschiedenheit in der Gesamtmenge und in dem Mengenverhältnis der einzelnen Arten auf. Die Erscheinung, die ich auch sonst beobachtet habe, erklärt sich aus der ungleichmässigen Verteilung und Ablagerung des Blütenstaubs durch den Wind“.

Nr. 44. Oberer Bruchwaldtorf. (Brief vom 26 Januar 1924).

„Ein stark zersetzter dunkelbrauner, bröckeliger, mit etwas feinem Dünenande gleichmässig durchsetzter Bruchwaldtorf. Darin eine etwa 2 Finger dicke berindete Wurzel von *Betula*, vermorschte Holz- und Borkenstücke der Erle. Durch Ausschlämmen und mikroskopische Untersuchung wurden darin festgestellt:

Alnus glutinosa, 2 Nüsse, vermorschte Borkenstücke, Holztrümmer, wenig Blütenstaub.

Betula alba, Wurzel, sehr wenig Blütenstaub.

Fagus,

Quercus,

Carpinus,

Corylus,

Salix,

Populus,

Fraxinus,

Ilex aquifolium,

Pinus,

} Blütenstaub sehr wenig.

Ustilago sp., Sporen vereinzelt.

Zweigliederige dunkelbraune Pilzsporen häufig.

Sphagnum sp., Sporen sehr wenig.

Hypnum sp., Blattfetzen.

Polypodium vulgare, vereinzelt Sporen.

Aspidium filix mas, Sporen, Sporangien und Sporangienringe, ziemlich häufig.

Typha latifolia, Blütenstaub vereinzelt.

Sparganium minimum, 1 Steinkern.

Carex sect. Carex, balglose Nüsse in Menge.

Juncus cf. effusus, Samen, ziemlich zahlreich.

Atriplex cf. patulum, 1 Same.

Stellaria media, 2 Samen.

Ranunculus flammula, 1 Frucht.

Menyanthes trifoliata, Samen zahlreich.

Cirsium cf. arvense, eine Achäne.

Von tierischen Resten: Statoblasten von *Lophopus crystallinus* und *Oligochaeten*-Eikapseln reichlich.

In 1 ccm des halbtrockenen Torfes wurden 3100 Blütenstaubkörner von Waldbäumen gezählt. Von 1000 derselben kamen auf *Alnus* 192, *Quercus* 298, auf *Pinus* 39, *Betula* 306, *Fagus*, *Carpinus*

und *Fraxinus* je 10, auf *Corylus*, *Populus* und *Ilex aquifolium* je 29 und auf *Salix* 48 Stück".

Nr. 25 **Unterer Bruchwaldtorf**, (Brief vom 26 Januar 1924).

„Stark zersetzter schwarzbrauner, bröckeliger Bruchwaldtorf mit etwas Dünensand und einigen stark vermorschten Holz-, Borken- und Reiserbruchstücken vermischt. Beobachtete Einschlüsse:

Alnus glutinosa, 2 Nüsse, einige Borken- und Holzstücke, Blütenstaub vereinzelt.

Betula, einige Holz- und Reiserstücke.

Quercus, einige Reiser, Blütenstaub sehr wenig.

Corylus, Blütenstaub vereinzelt.

Salix, desgleichen.

Pinus, desgleichen.

Sphagnum sect. Acutifolium, einige Blätter.

Hypnum cf. lycopioides, Blattrümpfer ziemlich häufig.

Scorpidium scorpioides, ein Blatt.

Brachythecium sp., kleines Stammstück mit stark beschädigten Blättern.

Aspidium thelypteris, Sporen reichlich, einzelne Sporangien.

Gramineen, Blütenstaub häufig.

Carex sect. Carex, balglose Nüsse zahlreich, desgleichen Pustelwürzelchen, wahrscheinlich hierzu gehörig.

Hydrocotyle vulgaris, zwei Fruchthälften.

Auffallend gering der Blütenstaub von Waldbäumen; in einem ccm etwa 480 Stück gezählt. Der von *Alnus* fand sich in einer Reihe von Präparaten nur ganz vereinzelt, der von *Betula* überhaupt nicht, obwohl beide Bäume durch Holz- und Borkenreste, *Alnus* auch durch Früchte, nachgewiesen wurden. Doch stimmt das spärliche Vorkommen des Blütenstaubs mit den Befunden in dem Südteile des Lagers (Nr. 46) und von Probe C. des Berichtes vom 27. März 1923. Die Erscheinung erklärt sich vielleicht aus dem in dem Bericht von 27. November 1923 angenommenen Grunde, kann aber auch mit der Ungleichmässigkeit der Verteilung des Blütenstaubs in Zusammenhang gebracht werden.

Bemerkenswert ist das Auftreten der Blütenstaubkörner der Rotbuche (*Fagus sylvatica*) in dem obern Bruchwaldtorf und seiner Fortsetzung, dem Waldsumpftorf. Auch das Vorkommen von *Ilex aquifolium* ist beachtenswert. Es stimmt gut zu der von mir vor einiger Zeit gemachten Beobachtung, dass in einer bronzezeitlichen Lanzenspitze aus der Gegend von Dahlenburg der darin

befindliche, aus Eschenholz (*Fraxinus excelsior*) bestehende Schaft durch Querpflöcke aus Hülsenbuschholz in der Metallspitze befestigt war. Ich erinnere daran, dass sich die Bronzezeit in Nordwestdeutschland mit der subborealen Periode deckt. Der *Ilex*-Fund von Vogelenzang dürfte aber noch in den Schluss der atlantischen Periode gehören, also älter sein als der aus der Lüneburger Heide".

Vier Proben vom 27 Oktober 1922. (A₁, B₁, C₁, D₁.)

„Unter stark zusammengedrücktem, wenig zersetztem Seggentorf (A) stehen wechselnde Lagen von Kalk- und von Torfmudde (B—D) an, die nicht scharf voneinander geschieden sind, sondern ganz allmählich in einander übergehen. Sie sind reich an Vivianit, besonders die unterste (D.); auch weicher Limonit ist zuweilen vorhanden (namentlich in C.); Schwefelkies wurde nicht vorgefunden. Ganz unten (an der Unterkante von D) ist feiner, an kohlenurem Kalk reicher, z. T. durch Vivianit verkitteter, mit organischer Masse gemischter Quarzsand vorhanden — eine kalkreiche Sandmudde. In den Mudden darüber und in dem Seggentorf kommt Sand nur wenig vor, hier und da in kleinen, dünnen, kaum wahrnehmbaren Schmitzen. Der Seggentorf ist dunkelbraun, die Kalkmudde hellgrau, die Torfmudde schwarzbraun gefärbt. Der Seggentorf und die Torfmudde sind frei von kohlenurem Kalk. Doch tritt in den kalkfreien Torfmuddelagen, besonders in Stück C, Kalkmudde in ziemlich scharf abgesetzten Schmitzen und Nestern auf.

Der Seggentorf (A) besteht überwiegend aus dünnen Rhizomen und Wurzeln von *Cyperaceen* aus der Verwandtschaft von *Carex*, für deren Artbestimmung in der Probe kein sicherer Anhalt gefunden wurde.

Dazwischen Rhizome und Samen des Bitterklees (*Menyanthes trifoliata*) in geringer, in grösserer Menge Würzelchen von Gräsern, spärlich die Reste von *Hypnum*-Blättern, Sporen eines Farns (*Aspidium* sp.) und eines Schmarotzerpilzes (*Tilletia* sp.).

Die Mudden enthalten Samen u. Früchte von Wasser- und Sumpfgewächsen, nämlich den folgenden:

Chara crinita, Sporenkerne, sehr zahlreich in B, C, D und dem Sande unter D.

Chara intermedia, wenige Sporenkerne in B.

Hypnum pseudofluitans, ein beblättertes Stämmchen in B.

Heleocharis (Scirpus) palustris, Früchte, zahlreich in der Kalkmudde von B.

Scirpus Tabernaemontani, Früchte, sehr zahlreich in B.

Scirpus silvaticus, eine Frucht in D.

Carex sect. Vignea, einige Bälge in B. u. D.

Carex sect. Carex, wenige Bälge in B.

Cladium mariscus, mehrere balglose Früchte in C.

Nymphaea alba, einige Samen in C. und D.

Ceratophyllum submersum, einige Früchte in D.

Mentha aquatica, eine Fruchtklaue in D.

Menyanthes trifoliata, wenige Samen in B. u. D.

Ferner fanden sich die Trümmer der Wurzeln von Gräsern, seltener von *Cyperaceen*, einige Halmknoten mittelgrosser Gräser, spärliche Sporen und Sporangiumringe eines Farnes (*Aspidium sp.*), einmal auch einige Treppengefässe eines solchen (Sandmudde unter D.) und spärliche Fetzen von *Hypnum*blättern.

Diatomeen wurden nur in der Sandmudde unterhalb D. und zwar spärlich angetroffen, nämlich *Pinnularia viridis*, *Navicula cf. placentula*, *Achnanthes exilis* und *A. hungarica*. Als Spur von Holzgewächsen zeigte sich ein kleines, dünnes, völlig vermorschtes Stück Laubholz in der Torfmudde von C. und ein kleines Stück der Rinde einer schwachen Birkenwurzel in der Sandmudde unterhalb D. Von tierischen Resten fanden sich Schalen und Schalenendeckel von *Bithynia tentaculata* in B, und mit zweifelhafter Bestimmung nach einem ganz zerdrückten Stücke auch in D, ferner *Valvata cristata* und *Bathyomphalus (Planorbis) contortus* (Kalkmudde von B.), einige entkalkte *Ostrakodenschalen* (in C.), mehrere Ehippien von *Daphnia pulex* (in D.), Stücke des Chitinskelettes von *Cladoceren* (in C.), in allen Lagen vereinzelt Glieder kleiner Käfer, und einige Kokons von *Nephelis octoculata* in C.

Auffallend gering war das Vorkommen von Blütenstaub in der ganzen Ablagerung. Nur der von Gräsern fand sich überall, von der Sandmudde am Grunde bis zum Seggentorfe. Dagegen wurden die von Waldbäumen nur ganz vereinzelt oder in sehr geringer Zahl angetroffen. Sie waren immer stark ulmifiziert, und der Erhaltungszustand war häufig schlecht, so dass sich manche wenigstens auch auf sekundärem Lager zu befinden schienen. Angetroffen habe ich solche von *Quercus* in allen vier Proben, von *Tilia* in der Torfmudde von D, von *Salix* und *Pinus* in der Sandmudde unter D, von *Alnus* in A, von *Fraxinus* in C.

Die ganze Bildung gehört von unten bis oben demselben Abschnitte der Postglazialzeit an. Sie entstand während einer klimatisch der Gegenwart ähnlichen Zeit in einem tieferen (jedenfalls über 1 m tiefen) Gewässer, an dessen Ufer sich Torfschichten befanden, von denen durch Eis und Wellen zeitweilig reichlich Mulm abgerieben und vertrifftet wurde und dem kalkhaltiges Wasser zufloss. Später siedelte sich über den Muddebildungen, mit denen sich das Gewässer aufgefüllt hatte, ein Schwinggras an. Während der ganzen Zeit fehlte Wald oder reichlicherer Baumwuchs in der weitem Umgebung, daher muss die Nordseeküste sich in der Nähe befunden haben.

Bewegliche Dünen waren zu jener Zeit nicht in der Nachbarschaft, auch keine durch Bewachsen mit Heide festgelegte, weil sich andernfalls Blütenstaub von *Ericales* reichlich gefunden hätte. Später aber schritt über die Ablagerung eine Wanderdüne hinweg, wodurch der Torf und die Mudde stark zusammengedrückt wurden".

Datum: 7 März 1923.

Probe A₂,

aus dem obern Torfe, war ein limonithaltiger Blättertorf und stellte sich als örtliche Ausbildung des Bruchwaldtorfs dar. Er enthielt dicke Lagen der Blätter von *Salix cinerea* und *S. aurita*, vereinzelt Blätter von *Quercus pedunculata* und *Salix caprea*. Dazu Rhizomstücke von *Equisetum heleocharis*, Wurzeln von *Quercus*, nebst Schalen von *Bithynia tentaculata*, *Planorbis corneus* und *P. (Tropidiscus) carinatus var. dubius* Hartm. Durch Ausschlämmen und mikroskopische Untersuchung wurden ferner in rund 300 ccm festgestellt:

Quercus, Blütenstaubkörner, ziemlich zahlreich.

Alnus glutinosa, 3 Fruchstände und 6 Nüsse, Blütenstaub zahlreich.

Betula verrucosa, eine mit vollständigen Flügeln versehene Nuss. Blütenstaub wenig.

Carpinus betulus, Blütenstaub vereinzelt.

Corylus avellana, Blütenstaub vereinzelt.

Fraxinus (excelsior), Blütenstaub wenig.

Salix sp., Blütenstaub wenig.

Populus, desgleichen.

Crataegus monogyna, 5 wohl erhaltene Kerngehäuse.

Pinus (silvestris), Blütenstaub mehrfach.

Ustilago echinata, einige Sporen und dadurch angezeigt die Gegenwart der Wirtspflanze (*Phalaris arundinacea*).

Ustilago cf. violacea, einige Sporen.

Epithemia turgida, wenig } Diatomeen.
Pinnularia major, wenig }

Hypnum cf. vernicosum, einige beschädigte Blätter.

Brachythecium rutabulum, zwei mit gut erhaltenen Blättern besetzte Stammstücke.

Aspidium sp., Sporen wenig.

Potamogeton alpinus Balbis = *rufescens* Schrad, 1 Steinkern.

Typha latifolia, Blütenstaub wenig.

Sparganium ramosum, ein Steinkern.

Gramineen, Blütenstaub ziemlich zahlreich.

Phalaris arundinacea (bezeugt durch *Ustilago echinata*).

Carex pseudocyperus, zwei gut erhaltene Bälge.

Batrachium cf. aquatile, 1 Balg.

Ranunculus acer, 1 Balg.

Ranunculus repens, 1 Balg.

Umbelliferen, Blütenstaub vereinzelt.

Taraxacum officinale, eine etwas beschädigte Frucht.

Ferner mehrere Cocons von *Nephelis octocolata*, einige einer *Oligochaete*, mehrere von *Tubifex rivulorum* und *Dendrocoelum lacteum*, Gehäuse von Rhizopoden (*Arcella*, *Difflugia*), ein fast vollständiges Chitinskelet von *Gammarus pulex*.

Es handelt sich demnach um eine durch Zusammenschwemmen entstandene Uferbildung eines seichten Sumpfgewässers.

In 1 ccm der zwischen den Blättern befindlichen, für das blosse Auge nicht gestalteten Torfmasse wurden rund 7000 Blütenstaubkörner von Waldbäumen gezählt. Doch waren vielfach schlecht erhaltene, nicht sicher bestimmbare vorhanden, die wahrscheinlich der Eiche angehörten, aber nicht gezählt wurden. Wenn daher unter 1000 Blütenstaubkörnern von Waldbäumen 464 Stück von *Alnus*, 243 von *Quercus*, 128 von *Pinus*, je 51 von *Betula* u. *Salix*, je 25 von *Populus* und *Fraxinus* und von *Corylus* 13 Stück festgestellt wurden, so ist *Quercus* hierbei wahrscheinlich zu schlecht weggekommen.

Weiter nach Westen zeigte sich der obere Torf als aus einem nassen, mit Seggen gemischten Erlenbruchwalde hervorgegangen. Einige Eichenstubben, die man an verschiedenen Stellen des westlichen Moorrandes ausgegraben hatte, und von denen einzelne im

Wurzelauftrieb 0.75 in Durchmesser hatten, entstammten offenbar derselben Schicht. An ihrer Unterseite fand sich hier und da eine Lage von Raseneisenstein. Streckenweise, namentlich im Südteil des Lagers, war der ganze obere Torf sehr mit Limonit durchsetzt. Auch Vivianit war nicht selten“.

Probe B₂,

aus dem untern Torfe ist ein sandhaltiger Sumpftorf mit einigen dünnen Birkenwurzeln und einem dünnen Schilfrhizom. In 250 ccm fanden sich:

Chara balthica, zahlreiche Sporenkerne.

Chara crinita, wenige desgl.

Chara hispida, wenige Sporenkerne.

Tilletia sp., vereinzelt Sporen.

Arundo phragmites, ein Rhizom.

Gramineen, Blütenstaub ziemlich zahlreich.

Cladium mariscus, einige Rhizome, 22 Nüsse.

Carex sect. Carex, 11 kleine Nüsse.

Aspidium thelypteris, einige Rhizomstücke, ziemlich zahlreiche Sporangien und Sporen.

Betula alba, eine flügellose Nuss.

Quercus, Blütenstaub wenig.

Populus, desgleichen.

Salix, desgleichen.

Pinus, desgleichen.

Leontodon autumnalis, eine etwas beschädigte Frucht.

Ferner *Planarien*-Cocons ziemlich reichlich. Blütenstaub von Waldbäumen fand sich äusserst spärlich, in manchen Präparaten überhaupt nicht. Im allgemeinen wurden in 1 ccm 1200—1300 Stück festgestellt. Davon kamen unter 1000 auf *Quercus* 652, *Pinus* 174, *Populus* 130, *Salix* 44 Stück. Die Mächtigkeit der Schicht betrug im mittleren Teile des westöstlichen Aufschlusses 40 cm. Dort enthielten die unteren 10—15 cm kohlensauren Kalk, während der unmittelbar unter der Kalkmulde befindliche Teil davon frei war.“

Probe C₂,

Sie wurde aus der untern Torfschicht an einer andern, etwa in der Mitte des Moores befindlichen Stelle der Sandgrube entnommen. Dort war der sandige Untergrund leicht gewellt. In den flachen Mulden war nur Würzelchentorf vorhanden, d. h. ein aus feinen Würzelchen, die in einer gleichartigen schwarzbraunen Grundmassa eingebettet sind, bestehender Torf. Auf den höheren

Untergrunds-Schwellen war dagegen Bruchwaldtorf vorhanden, der nach oben in den gleichen Würzelchentorf überging. Die Mächtigkeit des Torfes betrug hier bis 40 cm. Darüber lagerte die Kalkmudde. Die Würzelchen gehörten grösstenteils *Cyperaceen* an. In der 300 ccm grossen Probe fanden sich:

Scirpus tabernaemontani, 40 Früchte.

Heleocharis palustris, 8 Früchte.

Carex sect. Carex, 7 Nüsse.

Carex sect. Vigna, 1 Nuss.

Cladium mariscus, 43 Nüsse.

Betula, ein berindetes dünnes Aststück.

Menyanthes trifoliata, 16 Samen.

Chara hispida, Sporenkerne in Menge.

Hypnum sp., vereinzelt Blattfetzen.

Sphagnum sp., vereinzelt Sporen.

Aspidium thelypteris, einige Rhizome, zahlreiche Sporangien und Sporen.

Quercus sp., Blütenstaub wenig.

Corylus, Blütenstaub vereinzelt.

Ericale, desgleichen.

Gramineen, Blütenstaub sehr wenig.

Der Gehalt an Waldbaumb Blütenstaub war höchst geringfügig, in 1 ccm nur 700 Stück, fast ausschliesslich solcher von *Quercus*".

II. Der Aufschluss im südlichen Teil.

Zahl der untersuchten Proben: 2. (Brief vom 27 Nov. 1923).

Nummerung der Proben: Nr. 45, 46.

„Nr. 45. Aus dem obern Teile der 1 m. mächtigen Torfschicht.

Bei dem Besuche des Moores, der am 23 Januar 1923 stattfand, zeigte sich der Torf im südlichen Abschnitte des Lagers ungemein reich an Limonit. Damit stimmt diese Probe gut überein. Sie charakterisiert sich als eine dunkelbraune limonithaltige, etwas Feinsand enthaltende, in der Hauptmasse sonst homogene Kalkmudde, mit zahlreichen Schlieren von rotbraunem Limonit und einigen kleinen sandreicheren Nestern durchsetzt. Durch Schlämmen von etwa 400 ccm wurden darin festgestellt:

Chara crinita, Sporen in Menge.

Hypnum Sendtneri, ziemlich zahlreiche gut erhaltene Bruchstücke von Stämmchen und Ästen.

Hypnum fluitans, sehr wenig.

Hypnum lycopodioides, desgleichen.

Carex sect. Carex, 6 balglose Nüsse.

Heleocharis palustris, 63 Früchte.

Juncus lamprocarpus, 2 Samen.

Batrachium aquatile, 2 Früchte.

Menyanthes trifoliata, 22 Samen.

Oribates sp. mehrere gut erhaltene Panzer.

Bithynia tentaculata, 21 grössere u. kleinere Schalendeckel.

Bei der mikroskopischen Untersuchung fanden sich häufig die Blütenstaubkörner von *Gramineen*, dagegen solche von Waldbäumen nur äusserst spärlich, nämlich die von *Quercus*, *Betula*, *Alnus* und *Populus*, in 1 ccm etwa 450 Stück. Ziemlich zahlreich waren Sporen eines Farnes, vermutlich des *Aspidium thelypteris*, vorhanden. Vereinzelt wurde eine Spore von *Lycopodium annotinum* angetroffen, vereinzelt auch solche von *Sphagnum*."

Nr. 46. Probe aus derselben Schicht, unmittelbar über dem Meeressande entnommen.

Ein tief schwarzbrauner, kalkfreier, deutlich sauer reagierender Bruchwaldtorf, in dessen wässrigem Auszuge sehr viel schwefelsaurer Kalk, aber keine Spur von Eisen nachweisbar war. Die saure Reaktion rührt daher wahrscheinlich von freier Humussäure her, nicht etwa von oxydiertem Schwefeleisen. Auch wurde keine Spur von Pyrit oder Markasit bei der mikroskopischen Untersuchung angetroffen. In der stark zersetzten Grundmasse waren zahlreiche Reiser und Borckenstücke eingebettet. Durch Schlämmen von etwa 400 ccm fanden sich papillöse Würzelchen von *Cyperaceen*, ziemlich zahlreich.

Salix sp., einige Holzbrocken, z.T. ziemlich stark mit dem braunen Mycel von *Polyporus* sp. durchwuchert.

Alnus glutinosa, 2 gut erhaltene Nüsschen, Borke und zahlreiche, bis fingerdicke berindete Reiserstücke.

Betula sp. ein berindetes Reisstück.

Betula cf. *pubescens*. 4 Nüsschen mit fehlendem oder nur teilweise erhaltenem Flügelsaume.

Rubus sect. *Eubatus*, ein etwas beschädigter Steinkern.

Bei der mikroskopischen Durchmusterung einer Reihe von Präparaten fanden sich in beträchtlicher Menge Farnsporen, wahrscheinlich alle von *Aspidium thelypteris*, von denen einige sicher als daher rührend bestimmt wurden. Ferner eine Spore von *Polypodium vulgare* nebst einzelnen Farnsporangien. Weiterhin eine Teleutospore von *Puccinia* cf. *graminis*, vereinzelt Sporen von *Sphagnum*, Blattrümmer von *Hypnum* sect. *Drepanocladus* und ein Blatt von *Brachythecium salebrosum*. Waldbaumblütenstaub

auch hier nur äusserst spärlich, in 1 ccm insgesamt etwa 850 Stück, nur von *Pinus*, *Quercus* und *Populus*. *Gramineen*blütenstaub dagegen ziemlich häufig!

Der untere Bruchwaldtorf ist im südlichen Abschnitte des Lagers ebenso vorhanden wie im nördlichen, der im Januar untersucht wurde. Ebenso wie dort ist darüber die Kalkmudde gelagert. Dagegen fehlt der obere Bruchwaldtorf anscheinend. Der Südteil des Moores mag, bevor es zur Ablagerung des obern Bruchwaldtorfes kam, durch eine Wanderdüne verschüttet worden sein.

Auffallend ist in dem ganzen Lager das spärliche Vorkommen des Blütenstaubs derselben Waldbäume, die in ihm angetroffen wurden. Es ist im südwestlichen Teile noch wesentlich geringer als im nördlichen. Die geringe Menge kann nicht durch Zerstörung solcher Blütenstaubkörner erklärt werden, da die viel zarteren von *Gramineen* reichlicher als gewöhnlich erhalten geblieben sind. Vermutlich ist die Erscheinung dadurch zu erklären, dass südlich und westlich von dem Moore keine grösseren Waldbestände so nahe vorhanden waren, dass von ihnen aus Blütenstaub in nennenswerter Menge hierher gelangen konnte und der von den Bäumen dieser Sumpflandschaft und ihrer unmittelbaren Umgebung selber erzeugte durch südliche und westliche Winde rasch weiter fortgeführt wurde. Auf anhaltende südwestliche Luftströmungen scheint es zu deuten, dass im südwestlichen Lagerteile nur Spuren von Waldbaumb Blütenstaub niederfielen, im nordöstlichen dagegen offenbar mehr davon."

V. FLORISTIK DES MOORES VON VOGELENZANG.

Floristik des Moores von Vogelenzang.

Soweit die ausserordentlich interessanten Mitteilungen von WEBER. Im Anschlusse bringe ich eine floristische Zusammenstellung der aufgefundenen Fossilien, systematisch geordnet.

Bacillariaceae.

- Achnanthes exilis.*
- Achnanthes hungarica.*
- Epithemia turgida.*
- Pinnularia major.*
- Pinnularia viridis.*

Characeae.

- Chara balthica.*
- Chara crinita.*

Chara hispida.
Chara intermedia.

Basidiomycetes.

Ustilago echinata.

Hepaticae.

Sphagnum acutifolium.

Musci frondosi.

Brachythecium rutabulum.
Brachythecium salebrosum.
Hypnum pseudofluitans.
Hypnum fluitans.
Hypnum lycopodioides.
Hypnum scorpioides (Scorpidium scorpioides).
Hypnum Sendtneri.

Equisetaceae.

Equisetum heleocharis.

Lycopodiaceae.

Lycopodium annotinum.

Polypodiaceae.

Polypodium vulgare.
Aspidium (Polystichum) Filix mas.
Aspidium (Polystichum) Thelypteris.

Coniferae.

Pinus silvestris.

Typhaceae.

Typha latifolia.

Sparganiaceae.

Sparganium minimum.
Sparganium ramosum.

Potamogetonaceae.

Potamogeton alpinus (= P. rufescens.).

Juncaceae.

Juncus lamprocarpus.

Gramineae.

Phalaris arundinacea.
Arundo phragmites.

Cyperaceae.

- Carex pseudo-cyperus.*
Cladium mariscus.
Heleocharis palustris (= *Scirpus paluster*).
Scirpus silvaticus.
Scirpus Tabernaemontani.

Cupuliferae.

- Betula verrucosa* (= *B. alba.*)
Alnus glutinosa.
Corylus Avellana.
Carpinus Betulus.
Fagus silvatica.
Quercus pedunculata.

Salicaceae.

- Salix cinerea.*
Salix caprea.
Salix aurita.

Ceratophyllaceae.

- Ceratophyllum submersum.*

Caryophyllaceae.

- Stellaria media.*

Ranunculaceae.

- Batrachium aquatile.*
Ranunculus acer.
Ranunculus Flammula.
Ranunculus repens.

Nymphaeaceae.

- Nymphaea alba.*
Nuphar luteum.

Aquifoliaceae.

- Ilex Aquifolium.*

Umbelliferae.

- Hydrocotyle vulgaris.*

Rosaceae.

- Crataegus monogyna.*

Oleaceae.*Fraxinus excelsior.***Gentianaceae.***Menyanthes trifoliata.***Labiatae.***Mentha aquatica.***Compositae.***Leontodon autumnalis.**Taraxacum officinale.*

VI. SCHLUSSBETRACHTUNGEN.

Aus den hier mitgeteilten Befunden schliesst WEBER den folgenden geologischen Werdegang des Moores.

„Weil der Sand im Liegenden von Vogelenzang vom Meere abgesetzt worden ist, so ergibt sich als unzweifelhaft, dass die Moorbildung an dieser Stelle begann, nachdem sich das Land über dem Meeresspiegel gehoben oder der Meeresspiegel sich entsprechend gesenkt hatte. Ob man es so oder so ausdrücken will, ist für den hier ins Auge zu fassenden Erfolg gleichgültig. Pflanzenablagerungen von bedeutender Mächtigkeit können zwar auch in Brackwasser entstehen. Die tiefst liegende Pflanzenablagerung des von mir bei Vogelenzang untersuchten, unter Dünen-sand begrabenen alluvialen Moores, ist aber eine Süßwasserbildung. Jedenfalls war der Salzgehalt des Wassers der damals hier vorhandenen Teiche und Sümpfe sowie des später entstandenen flachen Sees so geringfügig, dass die Süßwasserpflanzenwelt nicht dadurch gehindert wurde ausschliesslich zu herrschen.

Das Vorkommen von *Scirpus tabernaemontani* steht damit nicht im Widerspruch. Denn diese Art wächst zwar mit Vorliebe in schwach salzigem Wasser, bildet aber im Küstengebiete der Nordsee sehr häufig auch in ganz süßem Wasser ausgedehnte Bestände.

Betrachtet man das Gesamtbild der Pflanzenfunde der tiefsten Lage des Moores von Vogelenzang, dann lässt sich kein Einfluss von Nordseewasser, das etwa durch den Sand vom Meere her nach hier durchgedrückt oder aus dem Untergrunde kapillar emporgestiegen sein könnte, erkennen. Die Unterkante des Moores muss sich also beim Beginne der Ansiedlung von Sumpfpflanzen bereits in angemessener Höhe über dem Salzwasserspiegel befunden haben, nachdem vorher hier Meeressand abgelagert worden war. Ob die wahrscheinlich dem Beginne der atlantischen Periode oder vielleicht noch der borealen Periode angehörige Landhebung sich in der folgenden Zeit fortgesetzt hat, ob sie von Stillständen oder von zeitweiligen Senkungen während der Entstehung des Moores unterbrochen war, darüber hat die Untersuchung des letzteren mir keinerlei Anhalt ergeben.

Auf jeden Fall hat niemals eine so grosse Senkung stattgefunden, dass salziges Meerwasser wieder in das Becken zwischen den Dünen einzudringen vermochte. Wenigstens wurde während der niederschlagsreichen atlantischen Periode ein vielleicht im Untergrunde auftretendes Salzwasser, durch das sich in dem Boden und in dem Becken ansammelnde, aus den Niederschlägen herrührende Süsswasser beständig so tief hinuntergedrückt, dass es keinen Einfluss auf die Pflanzen des Dünensees und seiner Ufer auszuüben vermochte.

Während der ganzen Zeit der Moorbildung, d. h. während der ganzen atlantischen Periode stieg das Wasser in der Niederung des Dünentals infolge der regelmässigen und ausgiebigen Niederschläge dieses feuchten Zeitalters. An Stelle der anfänglich vorhandenen Teiche und Sümpfe entstand ein Süsswassersee von zuletzt wenigstens 2 m Tiefe.

Die Kalkmudde setzte sich in ihm ab, während der Sumpfwald durch das steigende Wasser an den Ufern des Sees beständig höher emporgedrängt wurde, wie an dem Ost- und Westrande des Mooraufschlusses sehr deutlich und schön zu erkennen war. Als bald breiterer, bald schmalerer Bruchwald umkränzte er den See.

Zugleich bedeckten sich unter dem Einflusse des feuchten Klimas die umgebenden Dünenhügel mit Wald, der seinen Moder als weithin verfolgbare Zwischenlage des Dünenprofils zurückliess. Der ursprüngliche Gehalt des Dünensandbodens an kohlen-saurem Kalk wurde durch die Einwirkung der Humusdecke und durch die reichen Niederschläge des atlantischen Zeitalters ausgelaugt und gelangte in dem See eben als Kalkmudde wieder zum Absatz.

Der Eintritt der nunmehr folgenden Trockenperiode des sub-borealen Zeitalters hatte zur Folge, dass sich der Wasserstand des Sees so tief senkte, dass der Sumpfwald von den Rändern her den ganzen ehemaligen Seegrund überwachsen und den oberen Bruchwaldtorf hinterlassen konnte. Erst nachdem dieser eine gewisse Mächtigkeit erreicht hatte, näherte sich die Rotbuche (*Fagus silvatica*) diesem Teile der Niederlande, so dass ihr Blütenstaub stellenweise in den Moorbildungen bei Vogelenzang erscheinen konnte, nachdem er in den Mooren der östlichen Niederlande anscheinend bereits etwas früher aufgetreten war.

Um diese Zeit kamen in dem in Rede stehenden Gebiete Wanderdünen auf, die den Wald der alten Dünen samt dem bis

dahin entstandenen oberen Bruchwaldtorf der Niederung verschütteten. Aber nach dem Befunde in dem südlichen Teile des Moorlagers (siehe meinen Bericht vom 27 November 1923) begann dort die Sandüberschüttung schon gleich nach dem Austrocknen des Sees, bevor sich dort der obere Bruchwaldtorf abzulagern vermochte.

Zunächst erfolgte die Ueberschüttung durch den in Bewegung geratenen älteren und entkalkten Dünen sand. Später aber wanderte über dessen Aufschüttung frischer und kalkreicher Dünen sand fort.

Ob das Auftreten des letzteren mit einem inzwischen erfolgten Näherrücken des Meeres, vielleicht gar mit einer gewissen Land senkung in Zusammenhang zu bringen ist, wie ich in meinem Berichte vom 27. März 1923 als Vermutung äusserte, darüber haben mir meine bis 1924 vorliegenden Untersuchungen keine Gewissheit verschafft.

Kurz zusammengefasst ergibt sich meines Erachtens folgendes aus dem Aufbau der Dünen bei Vogelenzang:

1. Eine **Landhebung**, die den unterteufenden Meeressand so hoch hob, dass eine Moorbildung des seichten Süsswassers beginnen konnte. Sumpfwald und flache Teiche nehmen die Niederung zwischen den Dünenhügeln ein.
2. Steigen des Wassers in dem Dünentale infolge der reichlichen und regelmässigen Niederschläge des atlantischen Zeitalters oder des Zeitalters des Altern Sphagnumtorfs der Hochmoore. Entstehung eines über 2 m. tiefen Sees. Der Sumpfwald an seinen Ufern durch das allmähliche und stetige Steigen des Wassers beständig höher emporgedrängt. Bewaldung der Dünenhügel. Entstehung der Waldmoderlage und kleiner flacher Waldmoore in dem Dünenprofil. Entkalkung des Dünen sandes unter dieser Moderlage.
3. Eintritt der trockenen Säkularperiode des Grenzhorizontes (der subborealen Periode). Verschwinden des Wasserspiegels des Sees durch Austrocknen. Sumpfwald auf dem Seegrunde, soweit er nicht im Südteile mit Sand überweht wurde. Die Rotbuche diesem Teile der Niederlande näher kommend. Austrocknung der Dünen. Entstehung von Wanderdünen. Endlich vollständige Verschüttung des Dünenwaldes und des Dünenmoores durch Wanderdünen, zunächst mit dem entkalkten Sande der älteren, wieder in Bewegung geratenen Dünen, zuletzt mit frisch vom Meere ausgeworfenem kalkreichem

Wanderdünsande, wobei auch Süßwasserkonchylien enthaltende Teiche und Tümpel der jüngeren Dünen ausgeweht wurden.

4. Wiedereintritt einer niederschlagsreichen, bis in die Gegenwart reichenden Säkularperiode (der subatlantischen Periode oder der Periode des Jüngern Sphagnumtorfs der Hochmoore). Die Wanderdüne, die in der subborealen Periode das atlantische Moor und den atlantischen Wald verschüttet hatte, bewächst mit Moos- und Flechtenteppichen, mit Heide und Gebüsch, kommt zum Stillstande und wird zur inneren Dünenkette.
5. Abtragung der inneren Dünenkette durch die Kultur zur Gewinnung von Gartenland."

Bezüglich der von WEBER aus dem pflanzenpaläontologischen Befund gefolgerten **Landhebung** bemerke ich noch folgendes.

Im Jahre 1911 untersuchte Herr WEBER für mich ein vollständiges Torfprofil, überlagert von kalkhaltigem Meereston und unterlagert von kalkfreiem. Die Ablagerung fand man nahe der Stadt Tholen auf der gleichnamigen Insel; sie ist dort unter dem Namen Darg = Dary = Darinc = Derrie bekannt und wurde beim Graben eines Brunnens angetroffen.

Höhe der Oberfläche	1 Meter + N.N.
Mächtigkeit des Meerestons oberhalb des Torfes	3 Meter
Mächtigkeit der Torfablagerung	1.70 Meter
Datum der Analyse	10 März 1911
Schicht I. Kalkhaltiger Meereston	nicht weiter untersucht.

„Schicht II. Dunkelgrauer, an strukturlosem Humus und feinem Quarzsande reicher Ton, mit Spuren von Glaukonit und ziemlich starkem Gehalt an Ca CO₃. Durchzogen mit Schilfrhizomen. Enthielt:

- Melosira arenaria*, häufig.
- Melosira subflexilis*, spärlich.
- Actinocyclus undulatus*, spärlich.
- Sphagnum imbricatum*, einzelne Blätter.
- Arundo phragmites*, Rhizome.
- Alnus*, Pollen, wenig.
- Spongilla lacustris*, Kieselnadeln, zahlreich.
- Rotalia*, entkalkte Gehäuse, sehr wenig.

Schicht III. Tonhaltiger Bruchwaldtorf mit ziemlich viel Resten von Seggen und Schilf sowie stark zersetzten Resten von Laubholz, durchsetzt mit kleinen Gipskristallen und mit mikroskopischen Körnern von Schwefeleisen (beides wie in sämtlichen Proben III—VIII).

Bestimmt wurden:

Aspidium thelypteris, Rhizome, Sporangien und Sporen.

Pinus silvestris, Pollen vereinzelt.

Sparganium simplex, 1 Steinkern.

Arundo phragmites, mehrere Rhizome.

Carex pseudocyperus, 1 Balg und einige balglose Nüsse, Wurzeln in Menge.

Alnus sp., Pollen wenig.

Quercus sp., Pollen wenig.

Ranunculus repens, 3 Früchte.

Sium latifolium, 1 Fruchthälfte.

Schicht IV. Bruchwaldtorf und berindete Wurzeln der Erle, (*Alnus glutinosa*) in Menge, auch Pollen. Ferner:

Betula oder *Corylus*, Pollen.

Sparganium ramosum, 1 Steinkern.

Schicht IV. Bruchwaldtorf und berindete Wurzeln der Erle, sern der Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) in Menge. Auch Pollen häufig. Ferner:

Quercus sp., Pollen wenig.

Aspidium sp., Sporen wenig.

Pinnularia nobilis, sehr spärlich.

Pinnularia major, sehr spärlich.

Schicht VI. Bruchwaldtorf, ähnlich dem vorigen, aber nur mit Weidenholz. Eine fingerdicke Lage ganz erfüllt mit Reisern und Blättern von Weiden. Bestimmt:

Aspidium thelypteris, einige Rhizome, Sporen und Sporangien in Menge.

Alnus sp., Pollen ziemlich zahlreich.

Betula aut *Corylus*, Pollen.

Quercus sp., Pollen.

Salix aurita, Blätter.

Salix cinerea, Blätter an Zahl überwiegend.

Salix, sp., Holz, Pollen.

Schicht VII. Bruchwaldtorf wie VI, mit mehreren Wurzeln von *Salix* sp., Pollen von *Alnus* und Rhizomen, Sporangien und Sporen von *Aspidium thelypteris* in Menge.

Schicht VIII. *Phragmiteshaltiger Caricetumtorf* (Schilfhaltiger Seggentorf), mit zahlreichen Rhizomen von *Aspidium thelypteris*, die eine dünne Lage fast ganz erfüllen. Bestimmt:

Sphagnum imbricatum, Blätter und Knospen, mehrfach.

Aspidium thelypteris, Rhizome, Sporangien und Sporen in Menge.

Gramineenpollen,

Halmknoten einer kleinen *Graminee*.

Arundo phragmites, 1 Rhizom.

Carex pseudocyperus, Wurzeln, Faserschopf, 1 Balg.

Salix sp., Pollen reichlich.

Alnus sp., Pollen ziemlich häufig.

Quercus sp., Pollen.

Thalictrum flavum, 1 halbe Frucht.

Lycopus europaeus, 6 Klausen.

Menyanthes trifoliata, 1 Same.

Schicht IX, Dunkelgrauer, ziemlich feinsandreicher, humoser Ton von undeutlich blättrigem Gefüge. Mit *geringen Spuren* von CaCO_3 . Reichlich durchsetzt mit auffallend schmalen Schilfrhizomen. Bestimmt:

Sphagnum papillosum, einige Blätter.

Sphagnum imbricatum, mehrere Blätter.

Pinus silvestris, Pollen mehrfach.

Arundo phragmites, Rhizome.

Salix, Pollen mehrfach.

Alnus, Pollen wenig.

Quercus, Pollen mehrfach.

Betula aut *Corylus*, Pollen wenig.

Ericalee, Pollen vereinzelt.

Campylodiscus cribrosus, vereinzelt.

Coscinodiscus minor, vereinzelt.

Paralia sulcata, häufig, in ziemlich grossen Exemplaren.

Spongilla lacustris, Kieselnadeln häufig, aber meist zerbrochen.

Rotalia sp. entkalkte Schalen mehrfach.

Es ergibt sich aus diesen Befunden folgendes:

N°. IX ist ein Absatz aus Wasser mit stärkerem Salzgehalt in der Nähe des Landes, von dem aus Reste von Landpflanzen,

Spongillen und Süsswasserdiatomeen eingeschwemmt wurden. Wahrscheinlich war der Ablagerungsort ein flacher Sund des Meeres, an dessen Ufern eine kleine Salzwasserform des Schilfes wuchs.

Darauf erfolgte eine *ziemlich rasche und namhafte Hebung*. Das Gelände wurde nicht mehr von Salzwasser, sondern von süßem Wasser überflutet, Infolge dessen bildete sich eine Seggenwiese aus, die mit Schilfrohr durchwachsen war.

Sehr bald wurde die Vegetation aber durch einen Bruchwald verdrängt, dessen Rückstände in N^o. VII—IV vorliegen. Er war anfänglich noch anscheinend sehr nass, da er geraume Zeit hindurch überwiegend aus Weiden bestand (siehe Nr. VII und VI). Erst nachdem sich der Moorboden mit deren Resten weiter aufgehöhht hatte, entwickelte sich der typische Erlenbruchwald, dessen Rückstände in Nr. V und IV vorliegen. Dann setzte wieder eine allmählich zunehmende Vernässung ein. Der immer stärker versumpfende Bruchwald lichtete sich. Mit Schilfrohr durchsetzte Seggenwiesen breiteten sich über der von ihm hinterlassenen Torfschicht von neuem aus, und schliesslich drang schlickhaltiges, zunächst noch süßes Wasser ein. Dieser Zeit gehört Nr. III a.

Zuletzt entwickelte sich eine Lagune mit schwach brackischem Wasser und einem Schilfröhricht, worauf die in Nr. II gefundenen Reste hinweisen.

Da nun über dem Torf eine 3 m mächtige Schicht Meeresschlick abgelagert worden ist, so ist es sicher, dass die Torfschicht, sei es durch eine Bodenbewegung oder durch ein Höhersteigen des Meeres, unter dessen Oberfläche geraten ist, und die Annahme liegt nahe, dass die bezügliche Bewegung begann, nachdem sich die Lage des Bruchwaldtorfes, der die Probe IV entstammt, abgelagert hatte.

Sicher ist das aber keineswegs. Vielmehr erhebt sich bei mir Zweifel gegen eine solche Annahme. Denn das Steigen des Grundwassers nach der Entstehung der Schicht IV des Profiles kann auch durch die Verlegung eines den Grundwasserstand der Gegend beherrschenden und sich schlängelnden Flusslaufes oder durch die Entstehung einer aufstauenden Barre in diesem hervorgerufen worden sein und braucht nichts mit einer Verschiebung von Land- und Meeresoberfläche zu tun zu haben. Allerdings lagert über dem Torf die Brackwasserschicht II, die in den darüber liegenden Meeresschlick übergeht. Allein man weiss nicht, ob nicht zwischen III und II ursprünglich noch Moorschichten vor-

handen gewesen sind, die durch den Einbruch des Meeres zerstört worden sind und deren Untersuchung erst Aufschluss über die Ursache der in Rede stehenden Zunahme der Nässe geliefert hätte".

Im Jahre 1927 schrieb mir Herr WEBER noch folgendes:

Datum: 27 April.

„Nachdem ich seit der Untersuchung der Torfprobenreihe von Tholen (1911) die Gelegenheit hatte, an guten Aufschlüssen in Ostfriesland zu sehen, in welcher tiefgreifenden Art die unter Marschklei liegenden Moorbildung durch den Einbruch des Meeres abgetragen, zertrümmert und schollig verschoben worden sind, sehe ich mich genötigt, auch hinsichtlich des Tholener Moorprofiles die Möglichkeit solcher Störungen in Betracht zu ziehen, und halte es für recht wohl möglich, wenn nicht gar für wahrscheinlich, dass der Einbruch des Meeres erhebliche Zeit nach der Ablagerung der Schicht III stattgefunden hat.

Mit etwas mehr Zuversicht dürfte man die **Landhebung**, die bei Tholen mit der Schicht IX über Meeresschlick nachweisbar ist, zeitlich ungefähr der gleich setzen, in der das Meer bei Vogelenzang zurückwich und die Entstehung des dortigen Dünenmoores einsetzte, und sie demgemäss an dem Ende des borealen ¹⁾ oder dem Anfange des atlantischen Abschnittes der Alluvialzeit suchen. Die in dem untermeerischen Torfflöze von Tholen angetroffene Pflanzenwelt widerspricht einer solchen Zeitbestimmung bisher nicht, und das Fehlen der Rotbuche in ihr darf man als damit im Einklang stehend betrachten.

Trifft diese Annahme zu, dann gehört der erhalten gebliebene Teil des Flözes der atlantischen Periode, dem Zeitalter des Ältern Sphagnumtorfes, an. Die Bestimmung der Zeit, in der das Meer hier wieder erschien, ist solange nicht möglich, als man nicht sicher weiss, ob das Tholener Flöz unversehrt vorliegt oder durch dessen Einbruch teilweise abgetragen worden ist.

Ich nehme indes auf Grund meiner Beobachtungen in Ostfriesland einstweilen an, dass eine solche Abtragung geschehen ist und vermute, dass der Einbruch etwa um dieselbe Zeit erfolgte, als der atlantische Dünenwald bei Vogelenzang durch Wanderdünen verschüttet wurde, d. h. während der subborealen Zeitstufe, dem Zeitalter des Grenzhorizontes, oder nur wenig früher, und

¹⁾ „Ich verbinde mit dem Begriff „boreal“ keine klimatischen Vorstellungen, wie von BLYTT geschah, sondern fasse ihn mit HELLMUTH WEBER (Abh. Naturw. Ver. Bremen XXIV, 1918, S. 231) rein zeitlich.“

dass die Zunahme der Nässe oberhalb der Schicht IV ihre einfache Erklärung in der Zunahme der Niederschläge auf dem Höhepunkte des atlantischen Zeitalters findet, denen auch die Kalkmudde von Vogelenzang ihre Entstehung verdankt, so dass diese und die Schicht III von Tholen zeitlich gleichzusetzen wären. Demgemäss lese ich kurz gefasst folgende Geschehnisse aus dem Tholener Profile hypothetisch ab:

1. Zurücktreten des Meeres am Ende des borealen oder am Anfange des atlantischen Abschnittes der Alluvialzeit,
2. Entstehung des Moores während der atlantischen Zeitstufe,
3. Wiedererscheinen des Meeres am Schlusse der atlantischen oder während der folgenden subborealen Zeitstufe,
4. Zerstörung des obersten Teiles des Torfflözes durch das Meer,
5. Ablagerung von 3 m Meeresschlick über dem Reste des Torfflözes während der subatlantischen Zeitstufe, dem Zeitalter des Jüngern Sphagnumtorfes.

Er wird die Aufgabe weiterer Forschung sein, die hier berührten Fragen zu klären und endgültig befriedigend zu lösen."

Wageningen, Mai 1927.

NÄHERE BESCHREIBUNG DER BEIGEgebenEN ABBILDUNGEN.

Sämtliche Aufnahmen geschahen im September und Oktober 1922.

ABBILDUNG I.

Uebersichts-Aufnahme des ganzen in Rede stehenden Gebietes.
Links nach hinten in der Mitte des Bildes Torfablagerung. Der Graben entwässert das Gelände. Die weissen Stellen rechts und links: Untergrund bestehend aus Meeres-Sand, im Hintergrunde die nicht angeschnittene Wiese mit Vieh. Links im Hintergrunde die sich bis zum Meere ausdehnenden Dünen.

Blick von S.O. — N.W.

Abbildung I



Photo K. VOLKERSZ

Abbildung II



Kalkgrenze

A B C D E

Photo K. VOLKERSZ

ABBILDUNG II.

Abbildung des ersten Profils. Die Buchstaben entsprechen den auf S. 5 beschriebenen Schichten. Der unverwitterte kalkhaltige Sand beginnt links tief unten.

ABBILDUNG III.

Abbildung des zweiten Profils. Die Buchstaben entsprechen den auf S. 5 beschriebenen Schichten.

Abbildung III



A B C D E

Photo K. VOLKERSZ

Abbildung IV



Photo K. VOLKERSZ

ABBILDUNG IV.

Abbildung des dritten Profils. Die Buchstaben entsprechen den auf S. 6 beschriebenen Schichten.

ABBILDUNG V.

Ins einzelne gehende Aufnahme der Torfablagerung.

A = Obere Torfschicht, hier 0.30 m. mächtig.

B = Schneckenmudde, hier 0.70 m. mächtig.

C = Untere Torfschicht, hier 0.55 m. mächtig.

Unterhalb C Sand mit Meeres-Mollusken.

Oberhalb A aufgewehter Flugsand.

Abbildung V



A

B

C

Photo K. VOLKERSZ

Abbildung VI



Photo K. VOLKERSZ

ABBILDUNG VI.

Das nordöstliche Ende der Abgrabung. Links sieht man, wie die geologisch-älteren Dünen bewachsen sind, rechts die nicht abgegrabene Wiese, bestehend aus Auftrag, stellenweise etwas Torf, darunter Meeressand. In dem Hintergrunde das Dorf Vogelzang von Baumgruppen umgeben. Im Vordergrund erblickt man im Meeressande wurzelnde Eichenstrümpfe.

ABBILDUNG VII.

Ganz vorne sieht man eine Rohhumusschicht, über ihr eine keilförmige Flugsandschicht. Darüber neuer Rohhumus. Diese Rohhumus-Schicht setzte sich kontinuierlich in die grösseren Torfmoor-Ablagerung rechts fort. Sie weist darauf hin, dass in trockenen Zeiten die vertorfte Stelle schmaler und von Flugsand-Ablagerungen eingeengt wurde. Dann kamen wieder Zeiten grösserer Feuchtigkeit, und die Vertorfung erreichte wieder ihre frühere Grenze. Ob diese Schwankungen solche des Klimas sind, darüber fehlt uns jegliches Urteil.

Abbildung VII



Photo K. VOLKERSZ

Abbildung VIII

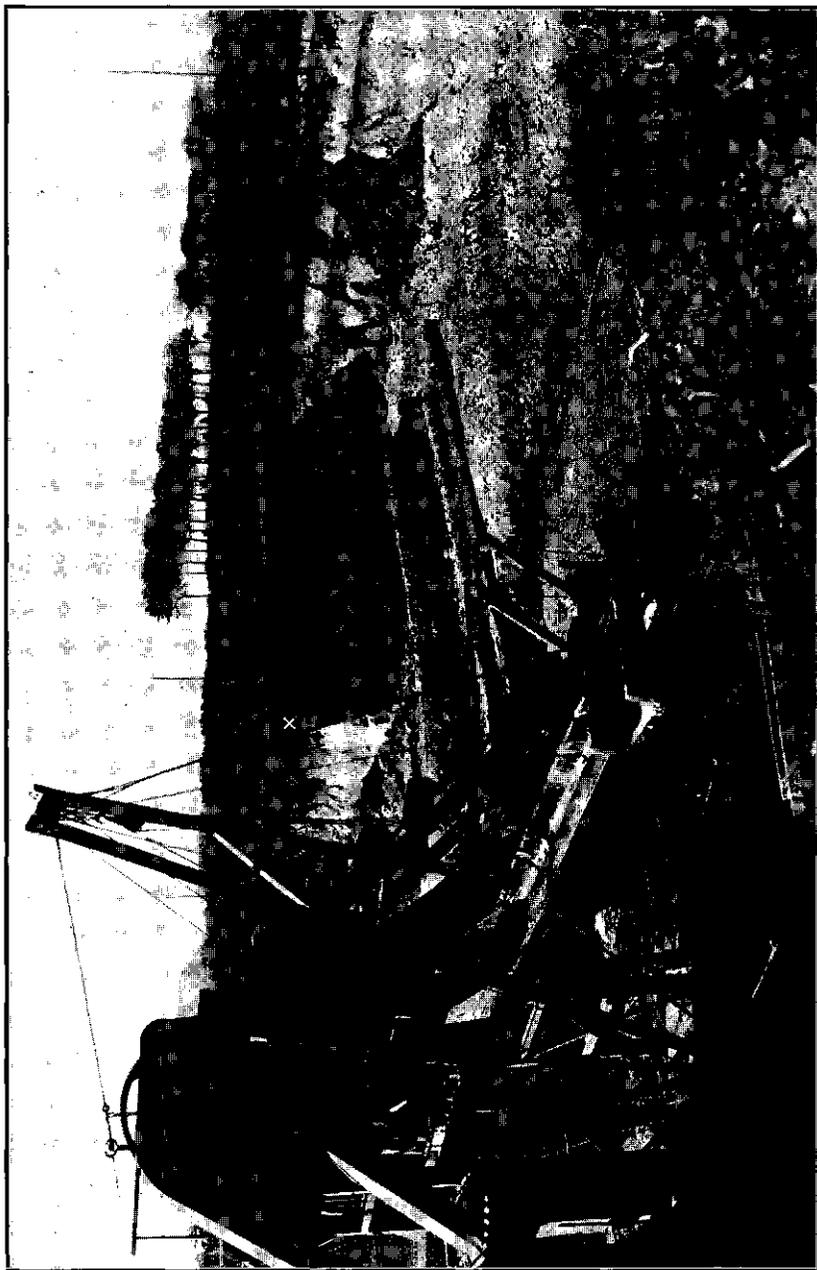


Photo K. VOLKERSZ

ABBILDUNG VIII.

Uebersichtsaufnahme des ganzen Gebietes in der Nähe des „Veenenburgerlaan“, dort wo auf der Karte C steht. Man sieht, wie der neue Kulturboden gewonnen wird. Die Kalkgrenze (auf dem Hintergrunde des Bildes deutlich angegeben) liegt hier maximal $1\frac{1}{2}$ Meter oberhalb des Grundwasserspiegels.

ABBILDUNG IX.

Abbildung des 6ten Profils. Die Buchstaben entsprechen den auf S. 7 beschriebenen Schichten.

Abbildung IX

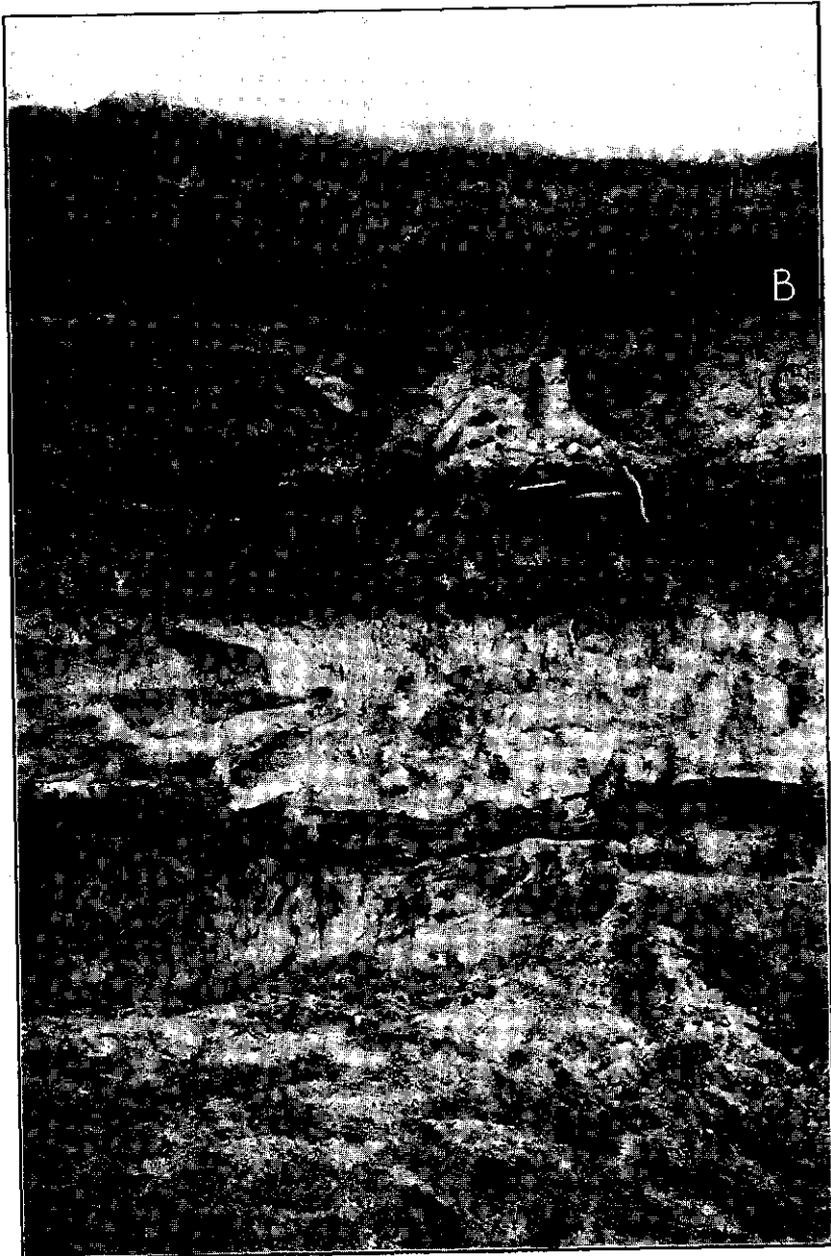


Photo K. VOLKERSZ

Abbildung X



Photo K. VOLKERSZ

ABBILDUNG X.

Die Grenze zwischen Sandortstein (oben) und kalkhaltigem Sand (unten). Man sieht, wie der Ortstein taschenförmig in den unterliegenden Sand dringt.

Aufgenommen dort, wo in Abb. VIII die zwei blossgelegten Sandwände zusammentreffen. Die Stelle ist vermerkt x.