Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder Nordwestdeutschlands IV: Untersuchungen in Nordfriesland.

Von OTTO ERNST.

Inhaltsverzeichnis:

Seite:

Einleitung.

Vorbemerkung. 211

Klima, Geologie, Böden, Morphologie und Vegetation des Arbeitsgebietes. 212

I. Moore auf der Geest im Kreise Husum. 216

A. Spezieller Teil:

Moor bei Kollund (Bohrung A) 217

Sillerup- oder Seelandmoor (Bohrung B „Stieglund"), . . 221

(Bohrung C „Seeland"), ... 222

Moor bei Hogelund (Bohrung D), ... 224

Olderuper Moor (Bohrung E), ... 226

Wildes Moor bei Schwabstedt (Bohrung F). 228

B. Allgemeiner Teil:

1. Die Waldgeschichte SW-Schleswigs im Vergleich mit den Nachbargebieten und Datierung. 230

a) Kiefern-Zeit 231

b) Eichenmischwald-Zeit 235

c) Eichen-Buchen-Zeit 238

d) Kultur-Zeit. 244

2. Zur Frage der Erhaltungsfähigkeit des Myrica-Pollens. . . 246

3. Zur Stratigraphie. 252

a) Flachmoorablagerungen 252

b) Arten, Gesellschaften und Successionen im Hochmoortorf 254

c) Hochmoortypen 259

d) Zum Grenzhorizont und älteren Hochmoortorf . . . 261

II. Ein Profil von Nordstrandischmoor 263

1. Stratigraphie 263

2. Pollenanalyse 267

Seite:

III. Rezente Pollenspektren 269

A. Beschreibung und Vergleich mit der Vegetation in der Umgebung der Proben. Festland 269

Inseln 270

Baumpollen

Nichtbaumpollen

B. Folgerungen hinsichtlich der Wirkung von Ferntransport und Waldarmut auf Pollenspektren 276

IV. Alluvialablagerungen der Marsch von Föhr und Amrum 281

1. Bohrungen und Profile 281

2. Stratigraphie einschließlich der Mikrofossilien 287

a) Sand 287

b) Torf: Phragmites-Cladium-Torf 293

Bruchwald-Torf 294

Uebergangsmoor-Torf 295

c) Klei 296

d) Wiesenboden 299

e) Einige ergänzende Bemerkungen zur Pollenanalyse . . 301

f) Der Pollengehalt des Klei 302

3. Zur Vegetations-, besonders Waldgeschichte von Föhr . . 306

4. Das Alter der Schichten 307

5. Zur Küstensenkung 309

a) Verhältnisse im Untersuchungsgebiete 309

b) Vergleich mit dem Gebiete zwischen Niederelbe u. Unterems 312

c) Vergleich mit Schleswig-Holstein und Dänemark . . . 313

Zusammenfassung der Ergebnisse 315

Literaturverzeichnis. 319

Einleitung.

Mit vorliegender Arbeit werden die von OVERBECK in großzügiger Weise angebahnten Mooruntersuchungen in NW-Deutschland (Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder NW-Deutschlands), von denen bisher schon mehrere aus dem Gebiete der S-Küste der Nordsee zwischen Ems und Elbe abgeschlossen worden sind (I. OVERBECK und SCHMITZ: Das Gebiet der Niederweser bis zur unteren Ems (1931), II. SCHUBERT: Das Gebiet an der Oste und Niederelbe (1933), III. BRINKMANN: Das Gebiet der Jade (1934), auch auf die W-Küste von Schleswig-Holstein ausgedehnt. Es war aber hier nicht eine großräumige Untersuchung geplant; vielmehr sollte zunächst durch eine eingehendere Bearbeitung eines kleineren Gebietes versucht werden, den in Frage kommenden Problemen näher zu kommen. Erst wenn mehrere Untersuchungen kleinerer Landesteile vorliegen, sind die Grundlagen für regionale Vergleiche gegeben.

Auf eine Anregung von Herrn Dr. med. C. HÄBERLIN-Wyk/Föhr hin fiel die Wahl auf Nordfriesland, besonders den Inselbereich, ein Gebiet, für das auch wichtige Aufschlüsse für das Problem der Küstensenkung erwartet werden dürften. Bietet doch die Pollenanalyse eine besonders erwünschte Mithilfe bei der Klärung dieser wohl wichtigsten Erscheinung der Alluvialgeologie der Nordseerandländer, zumal ihr Wirken noch heute anzudauern scheint und damit auch weittragende wirtschaftliche Bedeutung erhält.

Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag in der Durchforschung der Schichten in der Marsch von Föhr. Da hier aber die Pollenanalyse durch besondere Verhältnisse zunächst kein klares Bild lieferte, mußte versucht werden, durch Ausdehnung der Untersuchungen auf einige Hochmoore der Geest im Westen des schleswig-holsteinischen Festlandes (Kreis Husum) den Anschluß an die waldgeschichtliche Entwicklung zu finden, wie sie in Dänemark von K. JESSEN (1920) und in Nord-Hannover und Oldenburg von OVERBECK und SCHMITZ (1931) und SCHUBERT (1933) erkannt wurde. Schließlich sollten die im Watt und unter den Halligen noch vorhandenen Reste einst ausgedehnter Torflager bearbeitet werden. Die Untersuchung der schon zur Verfügung stehenden Proben mußte jedoch vorläufig aus wirtschaftlichen Gründen zurückgestellt werden. Es wird lediglich das Ergebnis der genauen Analyse eines Torfblockes mitgeteilt, den Herr Professor Th. WEGNER, Münster i. W. vor Hallig Nordstrandischmoor hat graben lassen und mir freundlichst zur Verfügung gestellt hat.

Es ist mir ein Bedürfnis für die zahlreich zuteil gewordene Hilfe auch an dieser Stelle zu danken: Herr Dr. HÄBERLIN, als ausgezeichneter Kenner des nordfriesischen Inselgebietes, ist mir nicht nur mit wertvollsten Ratschlägen und Auskünften zur Hand gegangen, sondern hat mir auch in gastlicher Weise während meiner Geländetätigkeit auf Föhr eine Aufnahme in seinem Hause bereitet. Ich schulde ihm herzlichen Dank. Ferner danke ich Herrn Professor Dr. F. OVERBECK für die unter reger Anteilnahme durchgeführte Leitung der Untersuchung, Herrn Privatdozent Dr. F. FIRBAS für wertvolle Ratschläge und Hilfe bei Bestimmung einiger Fossilien, Herrn Prof. Dr. Th. WEGNER für Ueberlassung des Profiles von

Nordstrandischmoor, Herrn Dr. F. KOPPE für Bestimmung der Bryales, Herrn Chr. BROCKMANN-Wesermünde für einige Diatomeenanalysen, Herrn Wasserbauinspektor ARFSTEN-Wyk für einige Angaben und Ueberlasung eines Löffelbohrers. Wärmsten Dank schulde ich schließlich Herrn Senator Dr. PREUSS-Osnabrück, Herrn Dr. OVERBECK, Herrn Dr. HÄBERLIN und Frau SCHARENBERG-Güstrow i. Meckl. für Vermittlung und Spende von Geldmitteln, die erst den Druck der Arbeit ermöglichten.

Zur Kennzeichnung der landschaftlichen Verhältnisse des Gebietes seien nur ein paar kurze Hinweise gegeben.

Klima.

Wenn auch die Arbeiten von OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 5—9) und SCHUBERT (1933 S. 8—11) eingehende Darstellungen der klimatischen Verhältnisse der Nordseeküste enthalten, so ist es doch notwendig, auf die Abweichungen in Westschleswig einzugehen. Denn das Untersuchungsgebiet stellt in der von E. WERTH (1927) gegebenen Klimagliederung Deutschlands einen besonderen nordfriesischen Kreis innerhalb des nordwestdeutschen Heidegebietes oder Nordseegebietes dar, der vom ostfriesischen Bezirke = den Landschaften an der S-Küste der Nordsee deutlich unterschieden ist. In den einzelnen Angaben stütze ich mich auf HELLMANN (1913 und 1921) (Beobachtungsperiode 1881 bis 1910).

Temperatur: Das Jahresmittel beträgt ca. 8°; der Temperaturgang ist recht ausgeglichen, auf den Inseln noch mehr als auf der Halbinsel. Die Winter sind milde, Frühling und Sommer sehr kühl, kälter als im ostfriesischen Bezirke, fehlen doch Sommertage (mit Temp. max. über 25°) fast ganz, besonders auf den Inseln.

Niederschläge: Das Jahresmittel der Menge beträgt 70—80, bei Bredstedt über 80 cm. Da auch Schleswig 83 cm hat, liegen die untersuchten Festlandsmoore zwischen diesen Orten im regenreichsten Gebiet NW-Deutschlands. Andererseits lassen die Werte eine relativ geringe Regenmenge des Insel- und unmittelbaren Küstengebietes erkennen (HELLMANN (1904)). Nach der jahreszeitlichen Verteilung liegt das Niederschlagsminimum der Monatsmittel im April, das Maximum im Oktober, während im ostfriesischen Bezirke das Maximum besonders im August entwickelt ist. Diese Herbstregen sind das klimatische Kennzeichen Nordfrieslands und sie bedingen auch die größere Niederschlagsmenge gegenüber dem ostfriesischen Bezirke. Die Regenhäufigkeit zeigt die gleiche jahreszeitliche Verteilung wie die Menge, ist aber gegen den ostfriesischen Bezirk geringer (170—180 Tage im Jahr gegen 190 bis 200 Tage/Jahr). Jedoch ist die rel. Luftfeuchtigkeit sehr hoch, die Monatsmittel schwanken bei gleicher Verteilung wie die Niederschläge zwischen 75 und 92 %. Ebenso ist die mittlere Bewölkung stark; es gibt 140—160 trübe Tage (über 8), auf den Inseln wie im ostfriesischen Bezirk 120—140 Tage und nur 20—40 heitere Tage (unter 2).

Wegen der Wichtigkeit der Luftfeuchtigkeit für die Vegetation sei dem Beispiele HESSELMANs (1932) gefolgt und sein Faktor „Humidität" = Niederschlag : Verdunstung für einige Stationen berechnet; am brauchbarsten fand er (S. 522 ff.) den „indice d'aridité" von de MARTONNE = $\frac{\text{Jahresniederschl.}}{\text{Jahrestemp.} + 10}$. Er beträgt für Husum: 790 : (7,8 + 10) = 44,3;
Westerland: 740 : (7,9 + 10) = 41,4;
Wyk: 730 : (8 + 10) = 40,5.

Nordfriesland entspricht danach HESSELMANs subhumidem Gebiete in SW-Schweden mit Humidität 40—49, nicht aber in allen für dort angegebenen Eigenschaften (S. 542—45) (hierzu s. auch unten).

Winde: Die Windstärke ist im Küstengebiete hoch; nach DENGLER (1930 S. 165) sind an der Nordseeküste 25 % aller Winde von einer Stärke über 5 m/sec. Nach einer ziemlich allgemein verbreiteten Ansicht soll sie die Ursache der heutigen Waldlosigkeit sein; doch hat OVERBECK (1931 S. 6—9) an Hand von Beispielen aus W-Schleswig wieder daran erinnert, daß diese Meinung fehlgeht; ebenso widersprechen ihr die heutigen Anpflanzungen und meine pollenanalytischen Ergebnisse. Die jahreszeitliche Verteilung der Windrichtung: Da in der vorliegenden Arbeit der Blütenstaub eine besondere Berücksichtigung erfährt, ist die Windverteilung in den Blühmonaten der Baumarten besonders wichtig und in zwei Winddiagrammen von Husum und Westerland dargestellt. (Abb. 1)

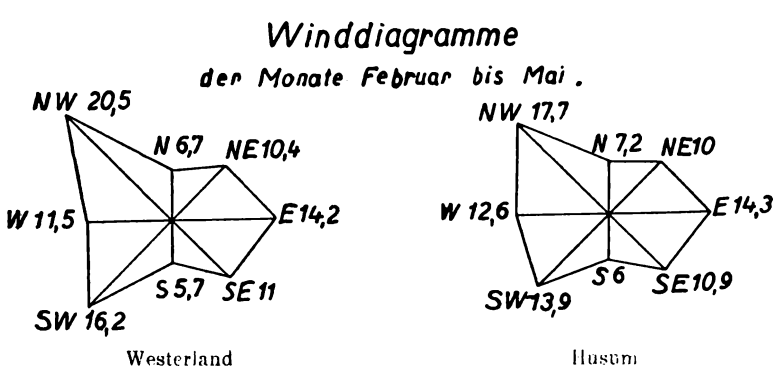


Abb. 1. Winddiagramme.

Die untersuchten Geestmoore und vor allem die Inseln in ihrer exponierten Lage erhalten die meisten Winde von der W-Hälfte der Windrose, und damit von der See her! Die Zufuhr der Pollen ist aber außer vom geringen Eigenbewuchse der kleinen Inseln, nur vom O zu erwarten. Immerhin zeigen die zwei genannten Orte im Frühjahre, besonders im April, verhältnismäßig starke Beteiligung der Winde aus NO, O und SO (bis 18,2 %); sonst überwiegen Winde aus SW, W und besonders NW.

Geologie.

Ueber die Geologie Schleswig-Holsteins und der Inseln liegt eine umfangreiche Literatur vor. (Zusammengestellt in: WOLFF (1922); WEGEMANN (1922); WETZEL (1929)). Hier sei für W-Schleswig nur ganz allgemein gesagt: Neben der jungalluvialen Marsch als Produkt des Wattenmeeres findet sich nur noch die Geest; sie besteht aus der Grundmoräne der vorletzten Eiszeit, über die sich stellenweise (z. B. bei Schwabstedt) eine altdiluviale Endmoräne erhebt (s. Karte von EGGERS in: MAGER (1930)) und die auf weite Flächen von den Sandr der letzten Eiszeit überschüttet ist; die obersten Schichten sind oft umgelagert (Geschiebedecksand, Heidsand), zum Teil nach Aufarbeitung durch das Meer als Dünen neu aufgebaut. Auf der Geestoberfläche und in den Niederungen wuchsen Moore. An einigen Stellen treten auch ältere Formationen auf (Tertiär von Sylt (WOLFF 1928) und unter Föhr (HÄBERLIN (1911)), Tuul (= Interglazialtorf) von Sylt (HARTZ (1907), STOLLEY (1905, 1906, 1912), NORDMANN, JESSEN, MILTHERS (1923), WOLFF (1928)), Eem (= marines Interglazial) z. B. unter Hallig Langeneß (WOLFF (1919)) u. a.).

Böden: Nur die Endmoräne bei Schwabstedt zeigt einen durch Abspülung frisch gehaltenen (EMEIS (1925 S. 263)) lehmigen Waldboden. Sonst sind die nährstoffarmen Sandböden der Geest stark podsoliert, so daß es auf dem Festlande unter der Heide zur Ortsteinbildung kam. Nach DENGLER (1930 S. 185) sind die Decksande kräftige Waldböden und nicht so arm wie die ausgewaschenen und zum Teil durch Wind umgelagerten Heidsande. Die tonig-feinsandigen Kleiböden der Marsch sind stellenweise zum Knick degradiert. (Definition s. ALLMERS (1891 S. 63); SCHÜTTE (1911 S. 24)). Ueber die Böden von S.-H. im einzelnen s. WOLFF (1930).

Vegetation.

Die durch Pflanzenwuchs festgelegten und nicht mehr wandernden Tertiärstadien der Dünen sind von der Empetrum-reichen natürlichen Küstenheide besiedelt. Die Marsch ist von Kulturwiesen fast ganz eingenommen. Nur unbedeichtes Vorland und die Halligen zeigen trotz der Nutzung noch eine natürliche Vegetation, und zwar halophile Gesellschaften, u. a. auch Phragmiteten (BUCHENAU (1873 S. 541), ALLMERS (1891 S. 108 f), C. A. WEBER (1892), Wi. CHRISTIANSEN (1926, 1927), NIENBURG (1927), NIENBURG und KOLUMBE (1931), OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 82), Verfasser s. u.). Die Geest ist vorwiegend Kulturland; große Flächen nimmt daneben noch die anthropo-zoogen bedingte Callunaheide (TÜXEN (1930 S. 13)) ein. Auch die Moore sind jetzt verheidet. Wald ist nur noch in Resten vorhanden (s. Uebersichtskarte, Abb. 2). Typisch sind die Kratts (über diese s. HEERING (1905); W. EMEIS (1925 S. 272 ff.); Alb. CHRISTIANSEN (1912); Wi. CHRISTIANSEN (1925, 1931 S. 536 f., S. 549 ff.)), doch dürften sie nicht so natürlich und ursprünglich sein, wie meist angenommen wird, wenn ihre Vegetation auch Anklänge an das Querceto-Betuletum (TÜXEN (1930 S. 6 ff.)) zeigt. Die Ursache der heutigen Waldarmut, die nach MAGERs Untersuchungen (1930) und dem Ergebnis meiner Pollenanalysen noch gar nicht lange Zeit besteht, ist in

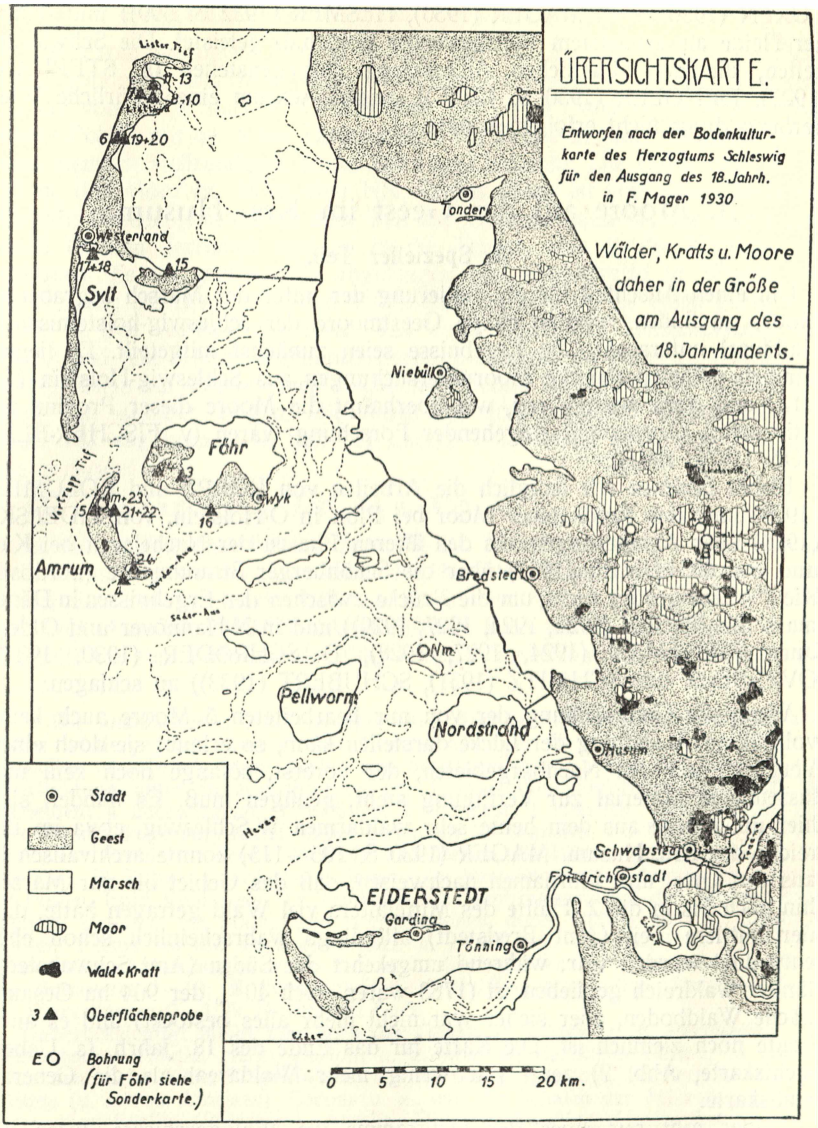


Abb. 2. Uebersichtskarte des Arbeitsgebietes.

erster Linie der Raubbau, den der Mensch getrieben hat: Salzsiedereien, Holzkohleherstellung zur Eisenerzverhüttung, Fachwerkhäuserbau, Schiffsbau, Deichbau, Weidebetrieb und besonders Mißwirtschaft und Geldgier haben ihn über das erträgliche Maß hinaus geschädigt (OTTSEN (1906 S. 65), Wi. CHRISTIANSEN (1925 S. 133), DENGLER (1930 S. 100),

TÜXEN (1930 S. 9), MAGER (1930), HESMER (1932 S. 599)) und damit der Heide als schärfstem Wettbewerber Vorschub geleistet. Die Schwierigkeiten, die der künstlichen Aufforstung entgegenstehen (s. STEPHAN (1923), DENGLER (1930 S. 427 ff.)), zeigen, warum eine natürliche Wiederbewaldung nicht erfolgen konnte.

I. Moore auf der Geest im Krs. Husum.

A. Spezieller Teil.

Um einen Anschluß für die Datierung der unter der Marsch begrabenen Moore zu finden, wurden einige Geestmoore der schleswig-holsteinischen Halbinsel untersucht; die Ergebnisse seien zunächst mitgeteilt. Es liegen nämlich pollenanalytische Mooruntersuchungen aus Schleswig-Holstein (= S.H.) erst ganz wenige vor, wie überhaupt die Moore dieser Provinz relativ selten Gegenstand eingehender Forschung waren (v. FISCHER-BENZON (1876, 1891)).

Bisher besitzen wir lediglich die Arbeiten von KOPPE und KOLUMBE (1926) über das Sandkatener Moor bei Plön in O-Holstein, von TIDELSKI (1929) über Ablagerungen aus den älteren Phasen der Nacheiszeit bei Kiel und von KOLUMBE (1932) über die Schönberger Strandmoore (nordöstl. Kiel)*). Das genügt nicht, um die Brücke zwischen den Ergebnissen in Dänemark (K. JESSEN (1920, 1924, 1927, 1929)) und in N-Hannover und Oldenburg (ERDTMAN (1924, 1927, 1928), D. SCHRÖDER (1930, 1931), OVERBECK und SCHMITZ (1931), SCHUBERT (1933)) zu schlagen.

Wenn die Untersuchung der von mir bearbeiteten 5 Moore auch keine vollgültige Ausfüllung der Lücke darstellen kann, so erlaubt sie doch einen Vergleich mit den Nachbargebieten, der vorerst, solange noch kein umfassenderes Material zur Verfügung steht, genügen muß. Es handelt sich hier um Moore aus dem heute sehr waldarmen W-Schleswig, etwa im Bereiche des Krs. Husum. MAGER (1930 S. 105—115) konnte archivalisch u. aus den Orts- und Flurnamen nachweisen, daß das Gebiet bis zur Marsch hin noch bis in die 2. Hälfte des Mittelalters viel Wald getragen hatte, daß der mittlere Teil (Amt Bredstedt) allerdings wahrscheinlich schon eher entwaldet worden war, während umgekehrt der Süden (Amt Schwabstedt) länger waldreich geblieben ist (1783 waren noch 40 % der 904 ha Gesamtfläche Waldboden, aber sicher war nicht mehr alles bestockt) und es auch heute noch ziemlich ist. Die Karte für das Ende des 18. Jahrh. (s. Uebersichtskarte, Abb. 2) zeigt nur wenig mehr Waldareal als die Generalstabskarte.

Leider gibt nur eines der Diagramme die Waldgeschichte durch die ganze Nacheiszeit (von der Spätglazialzeit abgesehen) bis zur Gegenwart wieder, nämlich das der

*) Während der Drucklegung erschien noch eine Arbeit von KOLUMBE (1934); darin sind 4 Diagramme abgebildet, von denen das eine aus dem Kr. Husum stammt, deren Auswertung aber noch aussteht; ferner wird eine weitere Arbeit von TIDELSKI (1933) angeführt. Beide Arbeiten konnten nicht mehr berücksichtigt werden.

Bohrung A aus dem Moore bei Kollund.

Das Profil wurde ca. 300 m südöstl. der Staatsstraße Husum — Flensburg geborgen, wo diese einen Moorkomplex überschreitet, der sich quer zu ihr von NNW nach OSO zwischen den Orten Ostenau—Kollund—Sollwitt—Pobüll mit ca. 5 km Länge und 1 km Breite in einer langgestreckten und ziemlich steilrandigen Senke der Geest hinzieht. Die Geest liegt 26 bis 33 m, das Moor ca. 15 m über NN. Dieses Moor ist von einem Netz von Gräben durchzogen, die es zum Teil zur Ostenau nach W, vor allem aber nach O zum Jerrisbek und so in die Treene, also in die Nordsee entwässern. Es ist größtenteils abgetragen und stellenweise in Wiesen umgewandelt; die Reste sind von Torfstichen durchsetzt, die einen guten Einblick in den Aufbau gewähren und einen deutlichen Grenzhorizont (= G.H.) und eine schöne regenerationsartige Struktur im jüngeren Hochmoortorfe, sowie am Rande einen reichlichen Gehalt an mächtigen Birkenstämmen und -stubben zeigen. Die Reste der ursprünglichen Oberfläche sind zum Teil abgebrannt, so daß der nackte Torf zutage tritt, zum Teil sind sie verheidet.

Stratigraphie (s. Tab. I[1]) u. Abb. 3).

In einem Talboden fiel im Boreal[2]) ein Kiefernwald dem Grundwasseraustritte (erstes Anzeichen des feuchten atlantischen Klimas) zum Opfer und kam in einem schilf- und farnreichen Birkensumpfwalde um (vgl. Abb. bei THIENEMANN (1933)). Bald jedoch machte sich in der Begleitflora eine Zunahme der Oligotrophie bemerkbar, die schließlich zum

---

[1]) Die ausführlichen Analysenergebnisse sind der Raumersparnis wegen hier nicht wiedergegeben, stehen aber Interessenten zur Verfügung. Sie wurden zu Tabellen verarbeitet, deren Zahlen eine Schätzung des Anteiles der Arten an der Torfbildung unter Berücksichtigung der Fossilisationsmöglichkeit darstellen. Es bedeuten: 4 überwiegend, 3 reichlich, 2 zerstreut, 1 spärlich. Dann ist die Art des Fundes kurz angedeutet, dabei bedeuten: W Wurzeln, Rh Rhizome, Gef Gefäße, Pd Periderm, Borke, H Holz und Reiser, Bt Blätter (bei Calluna ganze Triebe), Bl Blüten, F Früchte, S Samen, An Farn-Sporangien-Annuli, Sp Sporen, P Pollen, Epid Epidermis, Tr Trichome, D Diaphragmen; bei den Moosen handelt es sich nur um Stämmchen oder Aestchen, deren Blätter sich oft losgelöst hatten. Ferner ist die Torfformel nach v. POST und GRANLUND (1926) gegeben (die Abkürzungen nach den schwedischen Worten wurden beibehalten): H Humosität 1—10; B Feuchtigkeit 1—5; F Eriophorum-Scheidengehalt 0—3; R Wurzelfasern 0—3; V Holzgehalt 0—3.

Unberücksichtigt bleibt hier auch der Gehalt an Pilzen (z. B. Perithecien, Teleutosporen, Tilletia, Helicosporium u. a.) und an tierischen Resten; es fanden sich zahlreiche Käfer-Flügeldecken, Köpfe, Beinglieder und Panzerteile von Insekten (u. a. von Ameisen), Cocons u. a., und die Schalen der Mikrofauna Callidina angusticollis (Rotatoria), Arcella, Ditrema Assulina, Hyalosphenia, sowie die Spermatophoren von Canthocamptus (Copepoda) (HESMER (1929 S. 256 u. Abb. 24)). In Bruchwaldtorfen und nur da fand sich eine unbestimmbar gebliebene Rhizopodenschale von spindelförmiger Gestalt mit sich gabelnden Rippen und braun-violetter Farbe.

[2]) Bei der auf der analytischen Untersuchung fußenden synthetischen Darstellung der Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt der Moore und ihrer Umgebung werden, um Wiederholungen zu vermeiden, die erst aus dem Vergleiche des reinen Tatsachenmaterials gewonnenen Waldphasen und Zeitabschnitte schon vorwegnehmend angewandt.

Tabelle I

Stratigraphie der Bohrung **A** im Moore bei Kollund

		H	B	F	R	V	Bt	Bt F	Empetrum nigrum	Calluna vulgare	H	W	Bl	Bt	Erica tetralix	Bt	Eriophorum vaginatum	Rh	W	Rhynchospora alba	S	Vaccinium oxycoccus	Bt	Sphagnum sect. acutifolia	Sphagnum papillosum	Sphagnum imbricatum	Chrysohypnum stellatum a)	Drepanocladus sp.	Aulacomnium palustre	Scirpus caespitosus b)	F	Molinia coerulea b)	F	Ranunculus sp.	S	Vaccinium uliginosum	H	Polypodium vulgare	Sp	Betula alba	H	Pd	F	Betula sp. c) d)	H	Pd	Z	Bt	Pinus silvestris	H	Bt?	Salix sp.	F	Carex lasiocarpa	Phragmites communis	D	Rh	W	Filices	An	Sp
0—20 cm	Heidetorf	5	1	1	3	1				4	1	1/2																	1			1																													
20—45 „	Sphagnum-Torf	5	1	1	2	1				1		2												3	2																																				
45— „	Brandlage																																																													
45—85 „	Eriophorum-Torf	6	3	3	2	1	1			2	1	4												2	1		1	1				1	1																													
85— „	G. H.																																																													
95—240 „	Eriophorum-Calluna-Torf	8	4	3	1	1		1		3	1	3	1	1				1	1											1	2	1				1	1																								
240—300 „	Betula-Bruchwaldtorf	8	3	1	2	3				1		2																	?						1			3/4	1		1	2																				
300—340 „	Pinus-Betula-Waldtorf	8	3	0	3	3		1																1		1													2	3	1	1/2	3	2																
340—x „	Sand	—																																																												

a) Do. von KOPPE det. b) Abb. s. SCHUBERT (1933 Abb. 47 u. 50).
c) Z=Stck. eines vom Bohrer herausgeschnittenen Zapfens in 320 cm.
d) Betr. Bt: keine Nadeln, sondern nur die Spaltöffnungszellverbände der Epidermis, diese aber stellenweise in Massen.

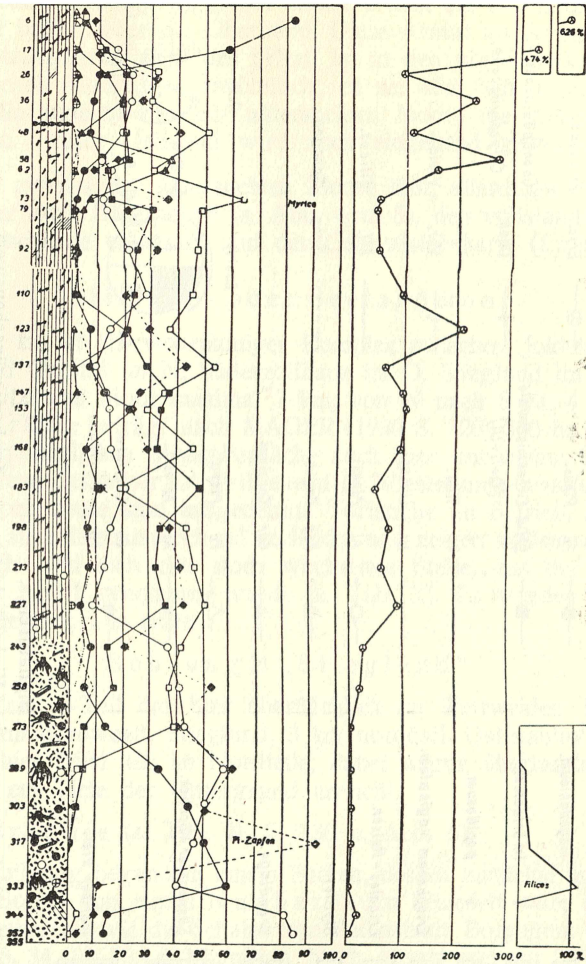
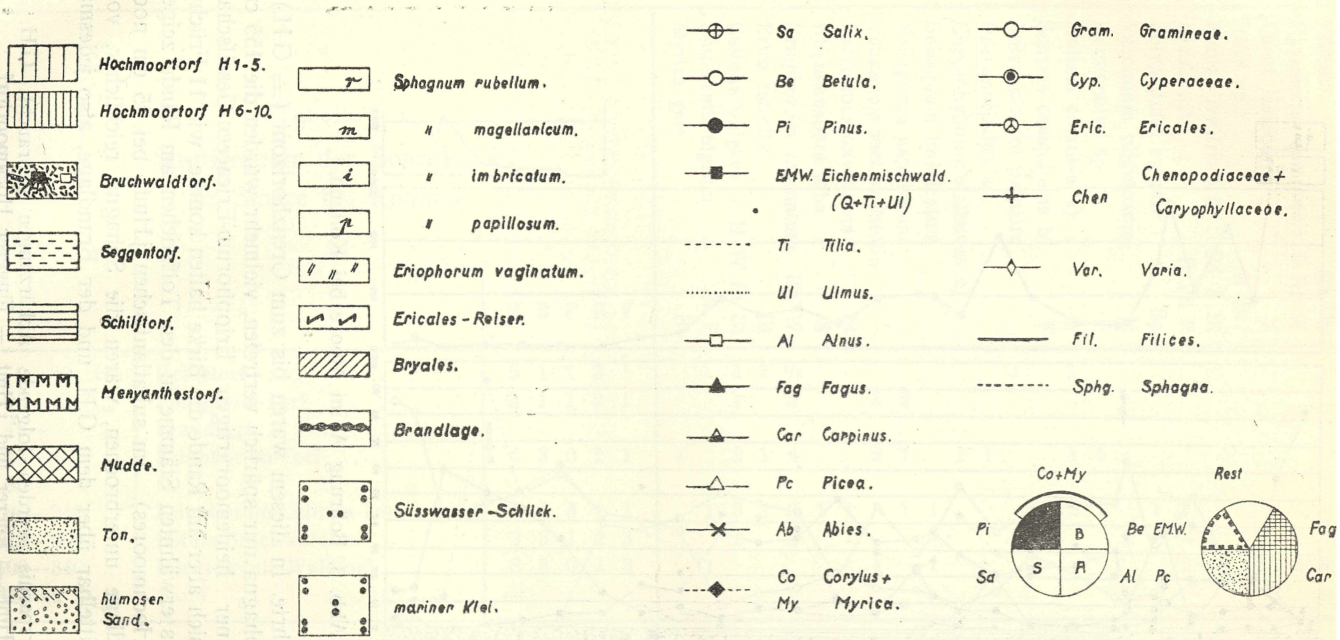


Abb. 3. Bohrung A im Moore bei Kollund.

Hochmoor führte. In diesem waren bis zum Grenzhorizont (= G.H.)[3]) bei 85 cm die Sphagna nur spärlich vertreten, vielmehr wurden die 155 cm ä.Hmt.[3]) von einer heidemoorartigen Eriophorum-Ericaceen-Gesellschaft gebildet, in der sich aber am Rande die Birke halten konnte, wie 11 Früchte und die eingangs erwähnten Stämme in den Torfstichen am Rande zeigen (Randwald des Hochmoores). Im subatlantischen j.Hmt., bei 45 cm noch von einer Brandlage unterbrochen, waren die Sphagna reichlicher, vorwiegend je unmittelbar über dem G.H. und der Brandlage, also jedesmal

[3]) Zur Raumersparnis werden folgende Abkürzungen gebraucht: G.H. = Grenzhorizont, ä.Hmt. = älterer und j.Hmt. = jüngerer Hochmoortorf.



Signaturen.

Trotzdem die Bestrebungen nach Einheitlichkeit der Zeichen wünschenswert sind, habe ich doch für Co das von GAMS 1929 vorgeschlagene Zeichen genommen, weil es die leidige Verwechslung mit EMW ausschließt u. bes., weil ich wegen der Mitbeteiligung von My eine Unterscheidung gegen die übliche Signatur für angebracht halte.

bei einer neuen Versumpfung; aber immer erhielt die Eriophorum-Calluna-Gesellschaft bald wieder die Oberhand. Diese Armut an Sphagna und der hohe Zersetzungsgrad auch des j.Hmt. ist in den nordwestdeutschen und skandinavischen Mooren ungewöhnlich; es sei aber schon jetzt erwähnt, daß auch die anderen von mir untersuchten Moore die gleichen Verhältnisse zeigen. Dieser Umstand wird noch eingehend gewürdigt werden.

Noch ein zweites der untersuchten Moore läßt, allerdings erst bei Vereinigung der zwei Diagramme (s. Abb. 4 u. 5), den vollständigen Ablauf der Waldgeschichte erkennen; auf der Generalstabskarte (Einheitsblatt 7) ist es als

Sillerup- oder Seelandmoor

eingetragen. Es ist ein weiträumiger Komplex zwischen Joldelund im W, Sollerup und Oxlund im N, Süderzollhaus im O, Stieglund im S. Von W nach O besitzt das Moor maximal 7 km, von N nach S ca. 4 km Durchmesser; die Fläche beträgt nach MAGER (1930 S. 320) 360 ha. Doch sind von der ursprünglichen Mooroberfläche auch hier nur kleine Reste übrig geblieben; denn das Moor ist weitgehend in Wiesen umgewandelt oder abgetragen; noch heute sind ausgedehnte Torfstiche im Betrieb. Die gebliebenen Reste sind dementsprechend verheidet und zeigen stellenweise Brandspuren; doch fand sich eine noch wachsende Stelle, aus der die Oberflächenprobe No. 1 genommen wurde (s. Tab. X). Es wurden zwei Bohrungen ausgeführt. Die erste

Bohrung B „Stieglund"

entstammt dem S-Teil des hier oberflächlich zu Fettweiden kultivierten Moores (1 km nordwestl. Stieglund, 3 km nordöstl. Ostenauhof). Das Gelände liegt hier tiefer als im Nordteile, dabei wurde überraschenderweise erst in 405 cm Tiefe der Untergrund erreicht.

Stratigraphie (s. Tab. II, S. 330 u. Abb. 5).

Die Moorbildung begann in einem Becken, dessen zunächst noch offenes Wasser im Boreal von einem Nupharetum besiedelt war; es war ein stehendes Gewässer, wie die Schalen von Pediastrum Boryanum (von unten nach oben 38, 34, 10, 10,4 %) kundtun. Nach Absatz von nur 30 cm Mudde ging es im ausklingenden Boreal oder Anfang des Atlantikums in einen sicher noch recht nassen und schnellwüchsigen Menyanthes-Sumpf mit Carices über. Erst nachdem dieser nicht weniger als 1 m Torf gebildet hatte, entrückte während des Atlantikums die Pflanzendecke dem Grundwasser; es bildete sich ein Birkenbruchwald mit Phragmites, daher der hohe, also örtliche Be-Pollengipfel bis 71,5 % in 252 cm. Die das Flachmoorpaket abschließende Phragmitestorfschicht könnte als Hinweis auf eine Wasserstandszunahme gedeutet werden; es scheint hier aber eher eine stärkere Zersetzung des Bruchwaldtorfes vorzuliegen, wodurch Holzreste fehlen; zeigen doch die stellenweise hohen Werte der Eric-Pollen und Sphagnumsporen schon den Beginn der Oligotrophie an, die dann im Anfange der Q-Fag-Zeit zur Hochmoorphase führte. Zunächst bildeten sich 35 cm Calluna-Eriophorum-Sphagnumtorf, dann nahmen schon im

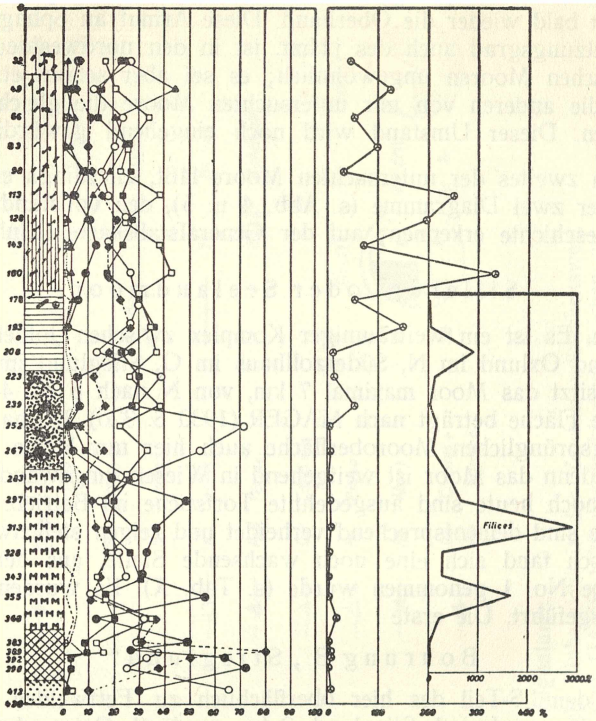


Abb. 5. Bohrung B (Stieglund) im Sillerup-Moore.

ä.Hmt. die Sphagna zu. Der G.H. ist nicht gerade deutlich, dürfte aber in 125 cm bei dem Wechsel der Humosität von 7—8 nach 4—5 liegen. Auch im j.Hmt. beteiligte sich zunächst u. a. besonders Sphagnum papillosum an der Bildung von zusammen 60 cm Torf. Dann wurde diese Pflanzengesellschaft durch einen ziemlich reinen Bestand von Sphagnum magellanicum abgelöst, der noch 35 cm Sphagnumtorf bildete. Hier bricht das Profil ab. Der auffällige Wechsel des Humositätsgrades von 4 auf 2 in 40 cm könnte dazu verleiten, dort den G.H. zu suchen; nach der Diagrammlage ist das aber ausgeschlossen. Wegen der Störung durch Kultur ist keine Entscheidung zu fällen.

Bohrung C Seeland.

Der Ort dieser Bohrung liegt auf dem im Abbau begriffenen und verheideten Hochmoorkomplex im NW dicht bei Punkt 22 m der Karte, ca. 1 km westsüdwestlich von der Moorkolonie Seeland, $1^1/_4$ km nordnordwestlich von Bohrung B.

In der allgemeinen Heidevegetation der Gegend war keine Grenze des Moores zu erkennen; nur die Sonde zeigte, ob man sich auf Torf- oder Mineralboden befand.

Stratigraphie (s. Tab. III u. Abb. 4).

Tabelle III

Stratigraphie der Bohrung C (Seeland) im Sillerup-Moore

		H	B	F	R	V	Compositae P	Umbelliferae P	Plantago P	Calluna vulgaris H Bl S*)	Eriophorum vaginatum Rh	Rhynchospora alba F	Andromeda polifolia Bt	Vaccinium oxycoccus H	Sphagnum sect. acutifolia	Sphagnum magellanicum	Sphagnum imbricatum	Sphagnum papillosum	Carex sect. Carex F
0—25 cm	Heidetorf	—	1	1	1	1			1	4	2					1	1		1
25—40 „	Eriophorum-Torf	4	2	3	1	1	1	1	1	2	4	1			1		1		
40—55 „	Sphagnum (imbricatum)-Torf	2/3	3	1	1	1	1		1	2	2			1			3	2	
55—90 „	Sphagnum papillosum-Torf .	5	4	1	2	1				1	1		1		2	2	1	3	
90— „	G. H.																		
90—135 „	Sphagnum-Eriophorum-Torf .	7	3	2	2	1				2	2					2	2	2	1
135—x „	Sand										+						+		

*) Die Samen von Calluna und Erica zeigen typische Unterschiede in der Struktur ihrer Oberhaut, die eine Bestimmung dieser mikroskopisch kleinen Samen erlaubt.

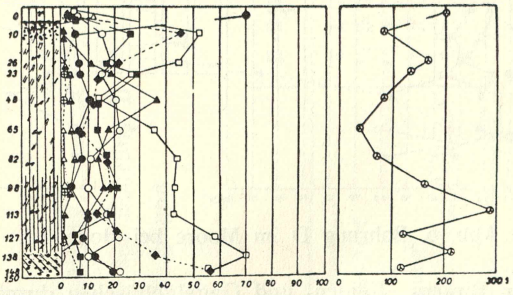


Abb. 4. Bohrung C (Seeland) im Sillerup-Moore.

An der Bildung des einheitlich aufgebauten Hochmoores war durchweg eine Calluna-Eriophorum vaginatum-Sphagnum (meist papillosum)-Gesellschaft in wechselnder Dominanz der Komponenten beteiligt, über dem G.H. in der progressiven Folge (SERNANDER (1910)) Sphagnum-Eriophorum-Calluna. Ob der Humositätswechsel in 90 cm den G.H. darstellt, sei dahingestellt.

Die Pollenanalyse (s. Diagramm, Abb. 4) erweist das Ganze als eine junge Bildung, ist doch Car und Fag, vom Sanduntergrunde abgesehen, von Anfang an da. Es muß also z. Zt. des Ausbreitungsbeginnes

der Buche eine Vergrößerung des Moorareals stattgefunden haben, deren Ausmaß aber erst die Untersuchung eines dichten Netzes von Bohrpunkten feststellen könnte. Dabei erscheint es bemerkenswert, daß auch bei der anderen Bohrung (B) zur gleichen Zeit erst die Hochmoorphase beschritten wurde.

Bohrung D Hogelund.

Ca. 7 km westlich des soeben besprochenen Sillerup-Moores ist auf der Generalstabskarte noch ein kleinerer Moorkomplex von ca. 1 km Durchmesser im O des Ortes Hogelund in ca. + 16 NN verzeichnet; doch ist er fast ganz dem Abbau verfallen. Die Reste unterscheiden sich auch hier wie bei C nicht in ihrer Vegetation von der anschließenden Heide; nur die Sonde läßt erkennen, ob man sich auf Sand oder Torfboden befindet.

Dicht am Wege, je ca. 1,5 km von Hogelund und Joldelund entfernt, wurde eine dem Abbau entgangene Torfscholle gefunden und von ihr ein Profil entnommen.

Stratigraphie (s. Tab. IV u. Abb. 6).

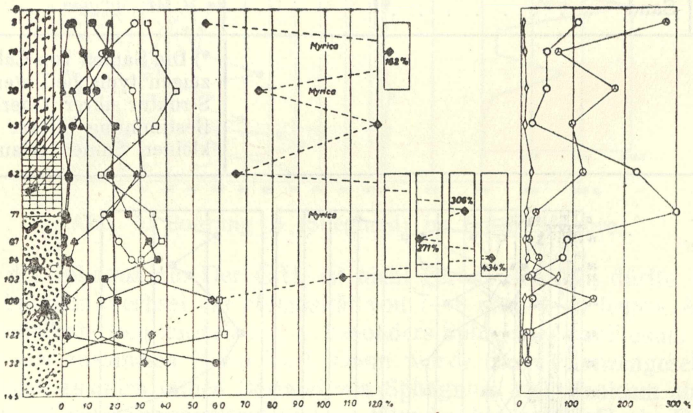


Abb. 6. Bohrung D im Moore bei Hogelund.

In einem von Birken-, Weiden- und Gagelgebüschen durchsetzten Flachmoorsumpfe befand sich ein offener Tümpel (Potamogeton obtusifolius), der allmählich zuwuchs. Dabei nahmen Moose überhand und erstickten das Gebüsch. Es entstand schließlich ein Heidemoor.

Pollenanalyse (s. Diagramm, Abb. 6).

Während der humose Ton ein reines boreales Spektrum zeitigte, stellt der Diagrammabschnitt von 128—185 cm das Atlantikum + Subboreal dar. Die Stoffproduktion war also zunächst recht mäßig. Der ganze Rest der Moorentwicklung gehört dem Subatlantikum an. Im übrigen sei auf das Kapitel über Myrica und auf die vergleichende Besprechung der Pollendiagramme verwiesen.

Tabelle IV

Stratigraphie der Bohrung **D**

bei Hogelund

		H	B	F	R	V	Plantago P	Calluna vulgaris H	Calluna vulgaris W	Calluna vulgaris Bl	Calluna vulgaris Bt	Myrica gale Bt	Erica tetralix S*)	Eriophorum vaginatum Rh	Eriophorum vaginatum W	Eriophorum vaginatum F	Vaccinium oxycoccus H	Vaccinium oxycoccus Bt	Vaccinium oxycoccus S	Drosera sp. P	Sphagnum magellanicum	Sphagnum papillosum	Sphagnum palustre	Camptothecium nitens	Drepanocladus fluitans	Chrysohypnum stellatum b)	Aulacomnium palustre	Polypodium vulgare Sp	Betula alba Pd	Betula alba H	Salix sp. H	Compositae P	Umbelliferae P	Succisa pratensis a) P	Polygonum bistorta P	Phragmites communis Rh	Phragmites communis W	Potamogeton obtusifolius F
0—40 cm	Calluna-Eriophorum-Torf	4	1	3	2	2	1	3			3		1	4			2				1	1	1					1					1		1			
40—55 „	Bryales-Sphagnum-Torf	2/3	3	1	1	0	1						1	1			1						3	2	1	1						1				1		
55—75 „	Übergangstorf	3/4	3	1	2	1	1							1							1		3					1			1					2		
75—128 „	Betula-Bruchwaldtorf	5	3	0	2	1/2	1				2									1								1	2	1	1	1	1	1	1	3		1
128—x „	Oben humoser u. toniger Feinsand mit Kieseln	8																																			

a) Abb. s. FIRBAS (1931 S. 622). b) KOPPE det. *) s. Tab. III, Fn.

Olderuper Moor.

Mit diesem Namen ist auf der Generalstabskarte ein Moor ca. 5 km im NO von Husum an der Straße nach Flensburg verzeichnet. Es liegt auf dem Geestsporne, der sich hier nach W in die Marsch vorschiebt, um zwischen Schobüll und Wobbenbüll nordwestl. Husum unmittelbar an das Wattenmeer zu grenzen; es ist also von der See nur 7 km OW, von der Marsch bei Horstedt (3 km östl. von Hattstedt) gar nur 3 km entfernt.

Die ehemalige Bewaldung des Gebietes noch in historischer Zeit ist von MAGER (1930 S. 108) erwiesen. Nahm doch das Olderuper Kratt einst 87 ha ein, von dem 1774 noch 9,8 ha mit Busch bestanden waren.

Das Moor ist weitgehend abgetorft und kultiviert. Allerdings sah ich bei der Ausspannwirtschaft Engelsburg ein noch unberührtes sehr nasses Sphagnummoor mit einem Kolk in der Mitte; es wächst in einem Becken zwischen den Höhen 30 und 27 m; jedoch war es mir zeitlich nicht mehr möglich, dort eine Bohrung vorzunehmen. Ueberhaupt ist hier das Gelände stark gewellt, nach Aussage eines Bauern auch unter dem Moore, was meine Bohrungen bestätigen konnten. Nach GRIPP (1924) erfüllt das Moor ein Trockental.

Bohrung E.

An einem hochgelegenen Abbaurest wurde Profil Ea geborgen und bei 92 cm, 8 cm unter dem gut ausgebildeten G.H. schon der Untergrund erreicht; 10 m davon zeigte der Torfstich aber noch eine Treppe, an der noch 48 cm ä.Hmt. anstanden = Profil Eb (Skizze Abb. 7).

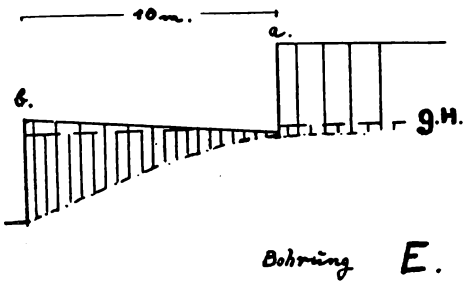


Abb. 7. Skizze des Lageverhältnisses der Bohrungen Ea und Eb (Abb. 8).

Stratigraphie (s. Tab. V u. Abb. 8).

Die Versumpfung nahm ihren Anfang in einem Birkenbestande, der nach seinem Absterben abgebrannt ist; dadurch erfuhr der Boden eine Verdichtung, die im späteren Teile der ä.Hmt.-Zeit die Moorbildung noch begünstigte. Es bildete sich zunächst ein ä.Hmt. mit vielen Resten des Wollgrases; doch lassen die Kurven von Co + My und Eric erkennen, daß Myrica und Calluna in stärkerem Maße beteiligt waren, als aus der makroskopischen Analyse hervorgeht. Die von v. FISCHER-BENZON (1876) angegebenen Stubben von cf. Pi silvestris wurden nicht wiedergefunden. Um die Zeit der G.H.-Entstehung griff die Versumpfung auch über den benachbarten Sandhügel hinweg, indem Sphagna in die grasreiche Heide

Tabelle V

Stratigraphie der Bohrungen **Ea** und **b** im Olderuper Moor

		H	B	F	R	V	Eriophorum vaginatum Rh W	Calluna vulgare H W Bl Bt	Erica tetralix S	Myrica gale Bt	Betula alba H Pd F	Polypodium vulgare Sp	Plantago P	Compositae P	Umbelliferae P	Gramin.	Sphagnum rubellum	Sphagnum magellanicum	Sphagnum papillosum	Sphagnum palustre	Aulacomnium palustre	Polytrichum strictum
a) 0—20 cm	Heidetorf	—	1	1	3	1	1	4	1	1		1	1	1	1	1	2	1	1		1	1
20—70 „	Sphagnum rubellum-Torf	3	2	1	1	1	1	2			1			1			3	1	1			1
70—84 „	Sphagnum papillosum-Torf	3/4	2	1	1	1	1	1			2								4		1	1
84— „	G. H.																					
84—92 „	Sphagnum Calluna-Torf	7	3	1	2	1	1	2								2		2	2			
92—x „	Sand	—														+			+			
b) 0—15 cm	Bryales-Sphagnum-Eriophorum-Calluna-Torf	3/8	1	2	1	1	2	2	1	1				1			2	2		2	1	2
15— „	G. H.																					
15—63 „	Sphagnum-Eriophorum-Torf	5/8	3	3	2	1	4	1	1	1	1			1	1		2	2		1	1	1
63—65 „	Brandlage	—									+											
65—x „	Sand	—										+										

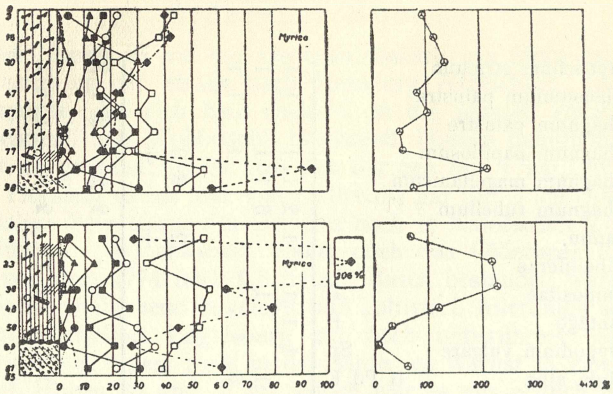


Abb. 8. Bohrung E a und b im Olderuper Moore.

eindrangen (Molinia, Scirpus caespitosus). Der subatlantische j.Hmt. ist vorwiegend das Produkt von Sphagnen, erst besonders von S. papillosum, dann von S. rubellum vel fuscum; doch sind neben letzterem auch die Heidemoorbewohner Eriophorum, Calluna, Aulacomnium palustre, Polytrichum strictum gut vertreten. Schließlich verheidete das Moor vollständig. Der G.H. als Leitlinie und der Pollenkurvenverlauf (s. Diagramme, Abb. 8) gestatten eine Kombination der Diagramme, ohne daß allerdings die ausgezählten Horizonte streng zur Deckung gebracht werden könnten, etwa derart, daß Ea 67 cm = Eb 9 cm und Ea 77—87 cm = Eb 23 cm ist.

Wildes Moor bei Schwabstedt.

Von O nach W besitzt das Moor 3,5 km, von N nach S 2,5 km, von NW nach SO 2 km, von NO nach SW 3 km Durchmesser. Dieses typische Hochmoor mit noch deutlich gewölbter Oberfläche liegt ca. 15 km südöstl. Husum und 5 km nordöstl. Schwabstedt in einem Winkel, den ein nach S in die Flußmarsch der Treene vorstoßender Geestvorsprung bildet; es ist also eines der in NW-Deutschland so häufigen Randmoore zwischen Geest und Marsch im Sietlande der Treene-Niederung.

Ob das Moor gegen die Geest hin einen Lagg besaß, ist nicht mehr festzustellen, da die Randzone kultiviert ist. Nach freundl. Mitteilung von Herrn HORSTMANN-Schwabstedt heißen die Wiesen daselbst Brook, was auf einen einstigen bruchwaldartigen Charakter dieser Stelle schließen lassen könnte; auch standen nach ihm die dem Moore zugekehrten niedrigen Teile bei der Ueberschwemmung 1931 unter Wasser. Der Nordteil des Moores wurde während des Krieges von gefangenen Russen kultiviert. Er soll denselben Charakter gehabt haben wie die heute noch vorhandenen Reste der Oberfläche; diese zeigen Verheidung und offene Stellen nackten Torfbodens (Erosionsschlenken), nur noch an wenigen Stellen wachsende Sphagnumpolster (z. B. Oberflächenprobe No. 2 Tab. X) und tiefe Torfstiche mit einer üppigen mesotrophen Verlandungsvegetation. Ferner waren früher noch Kolke vorhanden, hier Seekuhlen genannt und für unergründlich tief gehalten; jedenfalls waren es keine Torfstiche (HORST-

MANN). Auf alle Fälle ist das Moor ein echtes Hochmoor im Sinne OSVALDs (1925 S. 707 ff.).

Bohrung F.

Es wurde ungefähr an der höchsten Stelle etwa in der Mitte des Moores in ca. + 3 NN die Bohrung F vorgenommen.

Stratigraphie (s. Tab. VI S. 331 u. Abb. 9).

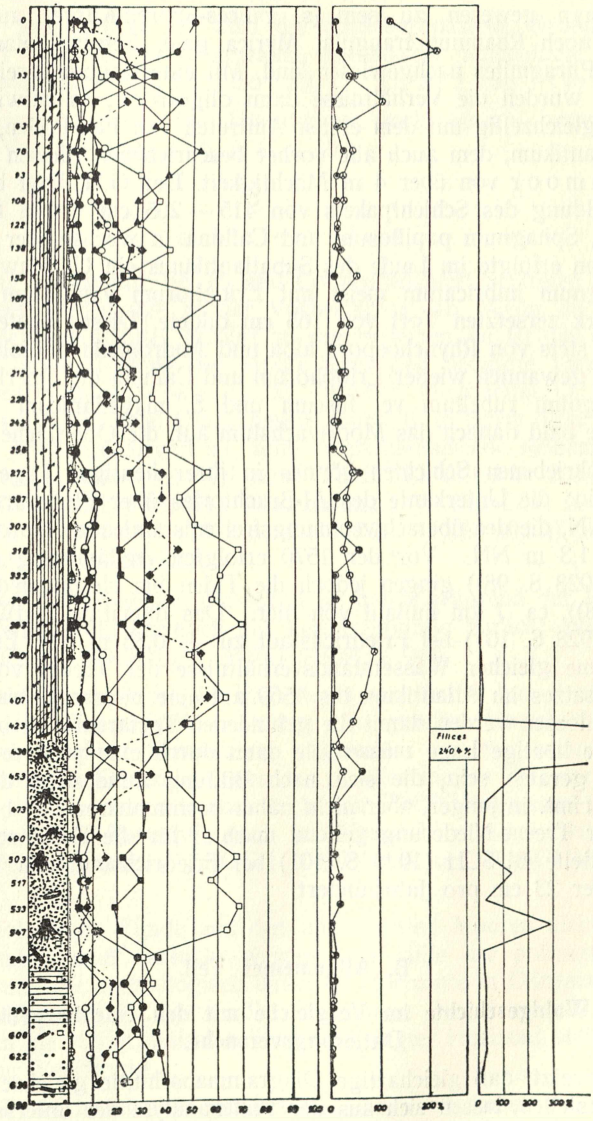


Abb. 9. Bohrung F im Wilden Moore.

Zu Beginn des Profiles sind Schwemmlandbildungen der Flußniederung der Treene getroffen, aber nicht in ihrer Gesamtmächtigkeit erfaßt. Ein Phragmitetum, in dem auch schon Erlenbüsche gestanden haben, hielt mit seinem Wurzelwerk den Tonschlamm fest, den das Wasser bei Flutstau fallen ließ. Doch muß mit der Zeit dieser Einfluß hier nachgelassen haben; denn sonst hätte es nicht zur Ausbildung eines gänzlich tonfreien Erlenbruches kommen können. Es scheint ein Alnetum vom Thelypteristyp gewesen zu sein (s. Filices-Sporen-Kurve), aus welchem außerdem noch Rhamnus frangula, Myrica gale, Betula, Solanum dulcamara und Phragmites nachgewiesen sind. Mit einer laubmoosreichen Phase eingeleitet, wurden die Verhältnisse dann oligotroph; es entwickelte sich, auch hier gleichzeitig mit dem ersten Auftreten von Fag-Pollen, aber noch tief im Atlantikum, dem auch alle vorher beschriebenen Phasen angehören, ein Hochmoor von über 4 m Mächtigkeit. Der G.H. liegt bei 285 cm. An der Bildung des Schichtpakets von 415 — 205 cm waren Eriophorum vaginatum, Sphagnum papillosum und Calluna in wechselnder Menge beteiligt. Dann erfolgte im Laufe des Subatlantikums ein Umschwung, indem nun Sphagnum imbricatum meist mit Eriophorum vaginatum einen auffallend stark zersetzten Torf von 165 cm bildete. Dieses heute so seltene Moos war stets von Rhynchospora alba und Andromeda polifolia begleitet. Schließlich gewannen wieder Eriophorum und Calluna die Oberhand, denen sich Sphagnum rubellum vel fuscum und S. magellanicum zugesellten. Doch hörte bald danach das Moorwachstum auf, die Oberfläche verheidete.

Die beschriebenen Schichten können in ihrer heutigen Lage nicht entstanden sein: die Unterkante des Al-Bruchtorfes über Flußmarsch liegt in — 2,7 m NN, die des überschwemmungsfrei entstandenen ombrogenen Torfes in — 1,3 m NN. Vor der 1570 erfolgten Abdämmung der Treene (BUSCH 1928 S. 98)) gingen jedoch die Tiden bis Hollingstedt (WOLFF (1922 S. 88)), ca. 7 km flußauf von hier. Das damalige MHW ermittelte BUSCH (1928 S. 101) bei Friedrichstadt zu + 0,55 m NN. Es muß also bei Annahme gleicher Wasserstandsverhältnisse der Treene von der Zeit des Tonabsatzes im Atlantikum bis 1569 auf eine negative Strandverschiebung geschlossen werden, damit die gefundenen Torfarten sich bilden konnten. In ihre heutige Lage müssen sie dann durch eine positive Strandverschiebung geraten sein, die sich nach Bildung mindestens des größten Teiles des Hmt. in junger, aber nicht näher bestimmbarer Zeit bis in diesen Winkel der Treene-Niederung geltend machte; für die Zeit nach 1569 bis 1924 ermittelte BUSCH (1928 S. 101) bei Friedrichstadt den Betrag von 0,82 m oder 23 cm pro Jahrhundert.

B. Allgemeiner Teil.

1.) Die Waldgeschichte im Vergleiche mit den Nachbargebieten und Datierungsversuche.

Vorausgesetzt, daß gleichartige Diagrammabschnitte gleichzeitige Waldphasen darstellen, lassen sich aus der Pollenanalyse der untersuchten Profile folgende Waldphasen für SW-Schleswig herausschälen:

4. Kulturzeit,
3. Q-Fag-Zeit (im Amt Schwabstedt örtlich reine Fag-Zeit),
2. EMW-Zeit,
1. Pi-Zeit, c) Pi-Be-Co-Phase,
b) Pi-Be-Phase,
a) Be-Pi-Phase.

Im großen und ganzen ist also die mitteleuropäische Grundsukzession (RUDOLPH (1931 S. 124)) gewahrt, ebenso die Reihenfolge der empirischen Pollengrenzen Be, Pi / Co / Q, Ul, Ti, Al / Fag / Car.

Im einzelnen weisen die Diagramme noch einige bemerkenswerte Züge auf. (Vgl. die Abb. 3—6, 8, 9 u. 10.)

a) Kiefern-Zeit.

Zu Anfang waren nur Be, Pi und Co nennenswert vertreten und lösten sich in dieser Reihenfolge in der Vorherrschaft ab. Wenn die drei Teilphasen schnell aufeinander gefolgt zu sein scheinen, so ist das eine durch die geringe Stofferzeugung der Moore jener Zeit bedingte Täuschung. In dieser Pi-Zeit wanderten, wie überall, ziemlich gleichzeitig Q, Ul, Ti, Al ein, wobei sie in den zwei Diagrammen A und B, in denen diese Zeit allein ausreichend wiedergespiegelt ist, keine übereinstimmende Reihenfolge ihres ersten Auftretens aufweisen (vgl. auch TIDELSKI (1929 S. 389)). Auch in Dänemark (K. JESSEN (1920)), Niedersachsen (OVERBECK u. SCHMITZ (1931 S. 29), SCHUBERT (1933 S. 60), KOCH (1929, 1930)) ist ihre Einwanderungsfolge uneinheitlich.

Die geringen Al-Prozente, die schon im Sande während der Be-Pi-Phase auftreten, gehen wahrscheinlich auf Verunreinigung zurück; möglich wäre vielleicht auch Al viridis (s. v. POST (1924 S. 94)).

In den „Sandproben" ist die Pi-Zeit oft angedeutet (am deutlichsten in D), doch haftet diesen Spektren immer eine gewisse Unsicherheit an. Sie stellen durch selektive Zersetzung zugunsten der widerstandsfähigsten Pollen oft verzerrte Generalspektren der ziemlich langen Zeit dar, in der es bei Beginn der Vermoorung noch nicht zur Torfbildung kam, sondern in der die organischen Reststoffe noch verhältnismäßig gut verwitterten (anmooriges Gelände) (s. auch KOCH (1929 S. 37 u. 43), SCHMITZ (1931 S. 130)).

Da archäologische Funde aus den untersuchten Mooren nicht zur Verfügung standen, muß versucht werden, mit Hilfe der pollenanalytischen Parallelisierung die archäologisch datierten Horizonte in Dänemark und N-Hannover-Oldenburg (l. c.) in die Diagramme Nordfrieslands zu übertragen; denn als statigraphisch-zeitlich festgelegter Horizont steht lediglich der G.H. zur Verfügung.

Die Pi-Zeit ist eine in ganz Mitteleuropa allgemeine und ungefähr gleichzeitige Erscheinung und wird übereinstimmend der borealen

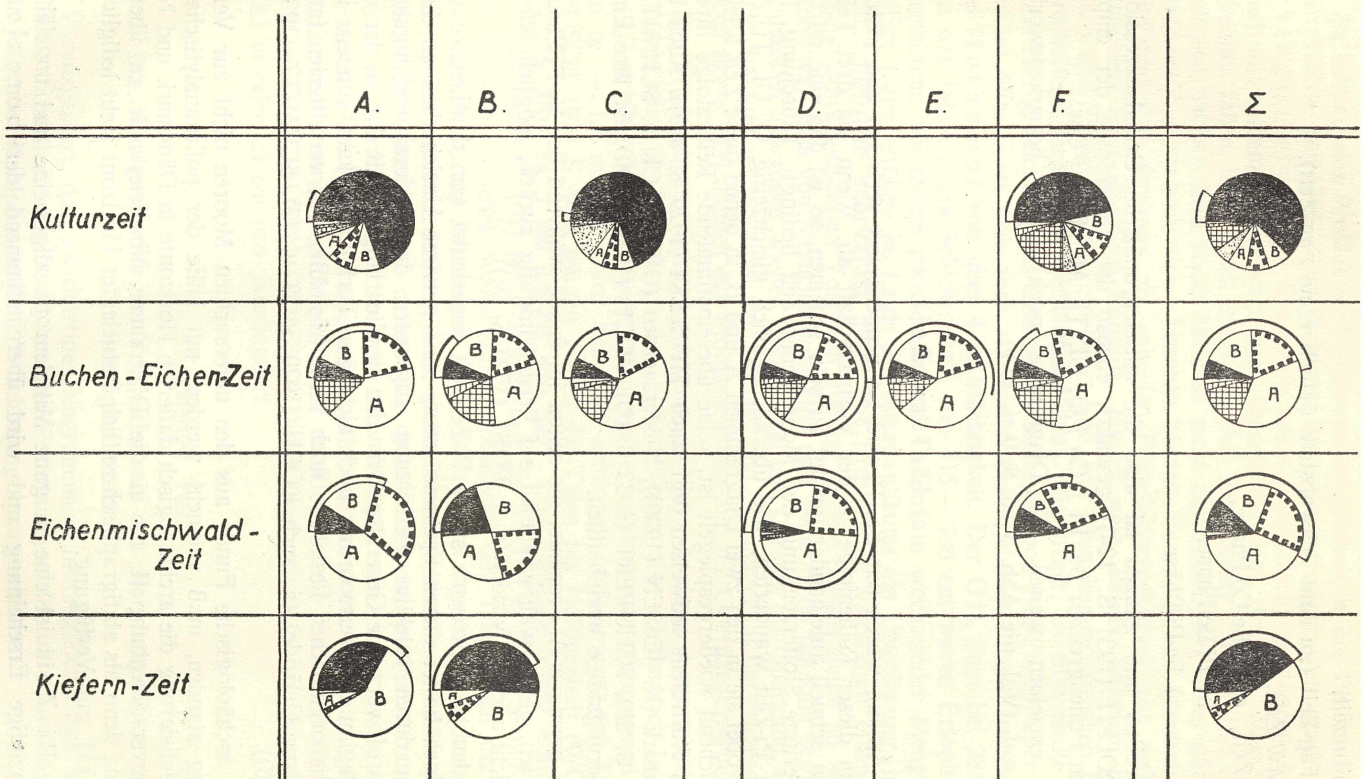


Abb. 10. Durchschnittsspektren der Bohrungen A — F in den Waldzeiten.

Zeit[4])[5]) BLYTT-SERNANDERs und dem Ancylus-See-Stadium der Ostsee (nach GAMS (1929 S. 251): 7800—5600 v. Chr.) zugeordnet.

Von der von TIDELSKI (1929) in O-Schleswig-Holstein vor der Co-Phase gefundenen langen Pi-Zeit mit mehrmaligem Wechsel der Dominanz der beiden Arten ist nur die letzte Etappe hier in SW-Schleswig in den beiden ersten Teilphasen wiedergefunden worden. SCHUBERT (1933 S. 128) hat eine präboreale Be-Pi- und eine boreale Pi-Co-Phase unterschieden, deren Grenze die rationelle Co-Pollengrenze dicht unter dem Pi-Maximum darstellt. Auch RUDOLPH (1931 S. 125) setzt dahin die Grenze Präboreal-Boreal. Wenn dieses Merkmal beibehalten werden soll, ist die Be-Pi-Phase der Pi-Zeit meiner Diagramme nicht identisch mit der präborealen Be-Pi-Zeit, da bei mir die Co-Kurve sich schon im Anstiege befindet. Ebenso ist aus dem gleichen Grunde die erste Phase der Pi-Zeit JESSENs (1920) nicht entwickelt. Da die Be-Pi-Phase ausschließlich in Sandproben gefunden wurde, wäre es denkbar, daß sie nur eine örtliche Be-reiche Fazies beim Beginne der Moorbildung darstellt. Andernfalls spiegelt sich darin die Verspätung der Pi-Herrschaft im extem-maritimen Westen mit seiner Be-Vorherrschaft gegenüber dem O und S von Mitteleuropa wider (RUDOLPH (1931 S. 135)); verzögert sich doch die Pi-Herrschaft in England (ERDTMAN (1928)), und zum Teil auch in NW-Deutschland (l. c.) bis nach die Co-Phase. In die gleiche Richtung deutet es, wenn bei SCHMITZ im „Präboreal" des Feldhausener Moores bei Jever die Co schon lange in der Pi-Phase mit Werten bis 46 % (durchschn. 21,6, bezw. für den späteren sicher schon borealen (!) Teil allein 34,9 %) vertreten ist (OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 103)). Sicher aber stellen die Pi-Be- und die Pi-Be-Co-Phasen W-Schleswigs allgemeine waldgeschichtliche Entwicklungsstufen dar, wenn auch Pi in A sich selbst an der Moorbildung beteiligt hat.

Die Pi-Be-Co-Phase, charakterisiert durch noch hohe Pi-Werte, das Co-Max. und das erste noch spärliche und ziemlich gleichzeitige Auftreten von Al und den Komponenten des EMW, mit EMW : Pi = 0,1—0,5

---

[4]) Die Phasen des BLYTT-SERNANDER'schen Systems werden auch hier wie bei OVERBECK u. SCHMITZ (1931 S. 140) u. a. rein zeitlich aufgefaßt.

[5]) Der oft angewandte Begriff Präboreal sollte als dem Spätglazial gleichbedeutend gebraucht werden, besonders um bei klimatischen Erörterungen Mißverständnisse zu vermeiden. OVERBECK u. SCHMITZ (1931 S. 30, 140, 152) setzen in Anlehnung an die Befunde in Skandinavien die Grenze Präboreal-Boreal an den Ausbreitungsbeginn der wärmeliebenden Bäume (d. i. als erste Co) = Beginn der postglazialen Wärmezeit, zugleich Beginn der Ancyluszeit = 7800 v. Chr.

Man beachte auch: Nach de GEER (1912) u. a. stellt die mittelschwedisch-finnische Endmoräne (Ra-Salpausselkä) die Grenze zwischen Goti- und Fini-Glazial dar, während nach ihm das Postglazial erst mit der Bipartition des Resteises in Jämtland beginnt; die neuesten Daten (nach GAMS (1931 S. 170 ff.)) sind:

Bipartition (nach BOOBERG (1930)): erst nach 6000 v. Chr.; Salpausselkä (nach SAURAMO (1929)): 2100 Jahre vor der Bipartition = 8100 v. Chr.

Es liegt also das Paradoxon vor, daß die postglaziale Wärmezeit eher beginnt als das Postglazial selbst! GROSS (1931 S. 7) weist daher mit Recht darauf hin, daß es richtiger ist, den Beginn der Postglazialzeit nicht an die Bipartition, sondern an den Anfang des Finiglazials zu legen.

(JESSEN (1920)) ist nach zahlreichen Analysen gleichzeitig mit der Mullerup-Kultur[6]):

Während TIDELSKI (1929 S. 385) bei Kiel den ungeheuren Wert von 425 % Co fand, wurde im Niederelbe-Unterweser-Ems-Gebiete, teilweise auch in Dänemark (l. c.) meist eine nur relativ schwache Ausbildung des borealen Co-Max. festgestellt. Nur selten ist es dort so scharf entwickelt wie in Mittel- und S-Deutschland. Auf der Geest ist es anscheinend ausgeprägter zu erwarten (s. A, B, Lilkendey).

Bei der Frage nach den Ursachen der Uneinheitlichkeit könnte zunächst an ein Ansprechen auf feine klimatische Unterschiede gedacht werden. Man hat ja aus der Verteilung des Ausmaßes des Co-Max. in Mitteleuropa auf ein gewisses Feuchtigkeitsbedürfnis der Hasel geschlossen (RUDOLPH (1928 S. 84; 1931 S. 132 f.), GROSS (1931 S. 29)). Doch dürften im verglichenen Gebiete kaum so wesentliche Feuchtigkeitsunterschiede zu erwarten sein.

Ein anderer in Erwägung gezogener Faktor ist der Torf selbst. SCHUBERT stellte (1933 S. 59) für das ganze Gebiet zwischen Elbe und Ems vergleichend eine Abhängigkeit von der Muttergesellschaft der in Frage kommenden Torfart fest: im Bruchwaldtorfe ist das Co-Max. unterdrückt. Das erscheint an sich wohl denkbar, aber andererseits wächst doch Hasel selbst im Bruchwalde, allerdings mehr im auwaldartigen als sumpfartigen (SCHUBERT (1933 S. 59)), und tat es auch früher, wie die häufigen Angaben von Nußfunden aus solchen Torfen anzeigen. Es müßte also von Fall zu Fall geprüft werden, welcher Typ vorliegt, weshalb die Co-Kurve sich hier so und dort so verhält.

Vielleicht aber liegt die Lösung des Problemes auf einer anderen Ebene: ERDTMAN (1931) hat darauf aufmerksam gemacht, daß man bei so früh im Jahre blühenden Pflanzen, wie es die Hasel ist, auch berücksichtigen muß, ob der Pollen überhaupt in dem Torfe die lokalklimatische Möglichkeit hatte, konserviert zu werden. Auch das wäre bei dem unterschiedlichen Verhalten der Co-Kurven in verschiedenen Torfarten in Erwägung zu ziehen: unsere Hochmoore sind zwar bekanntlich Kälte- und Spätfrostinseln; aber ihr Zuwachs erfolgt doch hauptsächlich im Frühjahre, während er im Bruchwalde erst mit fortgeschrittener Vegetationsperiode und besonders an deren Ende zu erwarten ist. Der frühstäubende Pollen fällt im Bruchwalde auf den oft noch gefrorenen, nackten Torfboden und die Eis-

---

[6]) JESSEN (1920 S. 114): „Mullerup-Spektren" von Maglemose u. a.; JESSEN (1924 S. 23): Kulturlagen von Svaerdborgmose, Mullerupmose, Holmegaardsmose; JESSEN (1929 S. 13): Sejerlev Kaer (Mors, N-Jütland); (S. 475): Ølene Mose (Bornholm) u. a.; THOMSON (1930): Kunda (Estland); WOODHEAD und ERDTMAN (1926 S. 247): Marsden (England); STOLLER (1927 S. 34): Havelland; BERTSCH (1931): Torfwerk und Moosburg am Federsee. Nach K. FRIIS JOHANSEN (1919 S. 229) ist die Mullerupkultur etwas später als die westeuropäische Azilien-, aber doch älter als die eigentliche Tardenoisien-Kultur. Geologisch ist sie über die Pollenanalyse an die absolute Chronologie de GEERs angeschlossen und fällt in die Bipartition, also um 6000 v. Chr. (s. o.). Dasselbe Alter gab auch JESSEN (1924 S. 27 f.) auf Grund von SANDEGREN (1924 S. 31 f.) an. Es sei noch hervorgehoben, daß nach JESSEN (1929 S. 13) die Kulturlage bald über, bald unter dem Co-Max. lag.

decke der Tümpel und ist der Einwirkung der Atmosphärilien ausgesetzt. Im Hochmoore hat er hingegen viel größere Aussicht, vom Schmelzwasser in die fein verteilte Sphagnumdecke gespült und so erhalten zu werden.

Aber noch ein dritter Faktor ist zu berücksichtigen, der Boden. Co bevorzugt nach HALDEN (1917 S. 205 f.) kalkhaltige Böden; jedenfalls erscheint sie in der heutigen und der wärmezeitlichen Nordgrenze in Schweden an Kalkböden gebunden; doch dürfte das nur an der Nordgrenze Bedeutung bekommen, wo die klimatische Hemmung auftritt (Gesetz des Minimums). HEIN (1931 S. 43) zieht den edaphischen Faktor auch zur Erklärung des geringen Ausmaßes des borealen Co-Max. in der Mark Brandenburg mit ihren Sandböden heran. In NW-Deutschland könnte man dann das gleiche tun, doch widerspricht dem das heutige dort stellenweise reiche Co-Vorkommen und der krasse Unterschied zwischen dem Rekordwert von Kiel (TIDELSKI) und den geringen Werten im gleichfalls jungdiluvialen Dänemark (JESSEN).

Im Gebiete zwischen Unterems-Unterweser-Niederelbe liegt der Schwerpunkt von Co im Atlantikum, wobei die Co-Kurve meist noch die des EMW umschließt (OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 111, 152 f.), SCHUBERT (1933 S. 59 ff.)); es ist allerdings zu beachten, daß dort die EMW-Werte meist niedriger sind als in S.H., wo demzufolge die Co-Kurve nur selten die des EMW überschneidet. Andererseits ist in S.H. nicht der dort beobachtete Abfall im Subatlantikum (OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 35), SCHUBERT (1933 S. 60)) festzustellen. Es sei aber ausdrücklich auf das Kapitel über Myrica verwiesen.

b) Eichenmischwald-Zeit.

Mit dem Schnittpunkte der absteigenden Pi-Kurve mit der ansteigenden von Al oder EMW (der Unterschied ist nur geringfügig) beginnt die EMW-Zeit. In ihr sind neben stets vorherrschender Q noch Ul und Ti sowie als Unterholz Co nennenswert an der Zusammensetzung der Wälder beteiligt gewesen, zeigen aber schwankende Menge und keine einheitliche Kulminationsfolge. Die Q-Werte sind recht hoch, im Durchschnitt und in den Maxima höher als im Unterems-, -weser- und -elbegebiet. Dort macht sich überdies nach dem ozeanischeren W eine Zunahme bemerkbar, die auch in der Folgezeit anhält, nach FOCKE (1871) sogar noch für die Gegenwart gilt. Ul ist hier wie dort besonders schwach vertreten, meist nur einige Prozent (OVERBECK und SCHMITZ Max. 6,7; SCHUBERT 6 %). Nach BUCHENAU (1894) soll Ul in NW-Deutschland nicht mehr spontan sein. Einen auffälligen Gegensatz dazu bildet aber die umfangreiche Anpflanzung von Ul als Chausseebaum in der Marsch z. B. des Jadegebietes, wo sie demzufolge auch die rezenten Pollenspektren stellenweise ganz beherrscht (BRINKMANN (1934)). Etwas stärkere Beteiligung zeigt Ti (nur T. cordata (TRELA (1928)); doch erreicht sie in W-Schleswig lange nicht die hohen Werte, wie sie von TIDELSKI ((1929 S. 371): 28 und 34 % in Becken 5) und JESSEN ((1920 S. 206): meist 10—20 %), ebenso in S-Schweden gefunden wurden. Ihre Maxima sind in W-Schleswig durchweg über 5 %; im Unterems-, -weser- und -elbegebiet bleiben sie noch niedriger (OVER-

BECK und SCHMITZ (1931 S. 32): Max. 5 %; SCHUBERT (1933 S. 60): Max. 8,7 %, in humosen Sanden allerdings bis über 30 %). Eine besondere Ti-Phase, wie sie SCHMITZ (1931 S. 102, 137) in O-Friesland fand, wurde nicht ermittelt; das besonders hohe und späte Maximum in F 348 cm mit 16,7 % ist wahrscheinlich durch in der Nähe wirksame Ti bedingt.

EMW-Zeit:		A	B	C	D	E	F	Σ
Ul	Max.	10,7	6,5		6,7	2,7	4,0	
	Durchschn.	6,4	3,1		2,5		1,5	3,4
Ti	Max.	10,7	8,7	6,5	5,5	6,7	8,7	
	Durchschn.	7,4	3,4		2,7		4,2	4,5
Q	Max.	34,7	33,3		36,0	26,0	31,3	
	Durchschn.	16,9	15,4		18,9		20,8	18,0

SCHUBERT (1933 S. 61 f., 103) hat in den Mooren der Osteniederung und Kehdingens eine Viergipfligkeit der EMW-Kurve erkannt, doch sind nur drei davon präsubatlantischen Alters; den zweiten von unten in der Mitte des ä.Hmt. hat er nach dem vollneolithischen Steindolche bei Profil Iselersheim auf 3000 v. Chr. datiert, den ersten darauf fußend auf ca. 4000 (S. 26). Da die genannte Gesetzmäßigkeit oft schwer zu erkennen ist, will ich sie nicht aus meinen Diagrammen herauslesen, zumal ich nicht nur die EMW-Zeit hier eher beendet sehe (s. unten), sondern in Diagramm B das Bild dieser Phase auch durch die Verlängerung der Pi-Herrschaft getrübt ist (s. u.). Die andere vollständige Wiedergabe dieser Zeit in Diagramm A zeigt eine regelmäßige Kurve, wie sie fast ebenso JESSEN in Profil Saekkedam I gefunden hat, wo der oberste der drei Zacken schon bronzezeitlich angesetzt wird (1920 S. 39—43). Leider sind in den nordseeländischen Profilen die Proben nicht dicht genug genommen (oder nur nicht mitgeteilt?), um einen Vergleich im einzelnen zu gestatten. Wohl aber läßt sich übernehmen, daß die EMW-Zeit in der beschränkten Dauer, mit der sie hier aufgefaßt wird, dem Atlantikum und dem Litorina-Meer-Stadium der Ostsee entspricht. (1. Maximalwasserstand 4600 v. Chr., zweiter 2000 v. Chr. (GAMS (1929 S. 251; 1931 S. 174)). JESSEN (1920 S. 114—168 ff.) hat versuchsweise den Begriff „Litorina-Spektren" aufgestellt. Er unterscheidet noch zwischen älteren und jüngeren; die älteren, charakterisiert durch EMW : Pi = 1—3,5, sind vor dem ersten Litorina-Maximum und zur Zeit der dem westeuropäischen Campignien entsprechenden Braband- und Aertebölle-Kultur der älteren Kjøkkenmøddinger entstanden, die jüngeren, charakterisiert durch EMW : Pi = über 3,5[7]), sind jünger als das erste Litorina-Maximum. Diese „Litorina-Spektren" sind typische Spektren der EMW-Zeit mit verhältnismäßig starker Beteiligung von Ul, Ti, sowie Co.

Gleichzeitig hat die Erle die Niederungen (die Täler der Auen zwischen den Geestplatten und die Ränder vor der Geest zum Gebiete der heutigen Marsch hin) erobert und beherrscht wie auch sonst in NW-Deutschland

[7]) Die Gesetzmäßigkeit dieses Verhältnisses konnte hier nicht wiedergefunden werden.

(l. c.) die Pollendiagramme; dabei scheinen die Werte umso höher zu sein, je näher die untersuchten Stellen den Niederungen liegen (s. bes. F, auch E). (Vgl. auch die viel niedrigeren Al-Werte in den Mooren der Vegesacker Geest als im Hamme-Wümme-Wesertal, ebenso auf der ostfriesischen Geest (OVERBECK u. SCHMITZ (1931 S. 61, 133, 154)). Andererseits weisen die Diagramme der Jungmoränen-Landschaft (JESSEN, TIDELSKI, KOPPE und KOLUMBE) zugunsten von Be eine viel geringere Al-Vertretung auf; wahrscheinlich standen dort für Al nur beschränkte Standorte am Rande der tiefen verlandenden Becken zur Verfügung, deren oft stehendes Wasser ihr zudem nicht zusagte, wohl aber einen mesotrophen oft sphagnumhaltigen Birkenbruchwald begünstigte.

Im Ems-, Weser-Elbemündungsgebiete ist die Be-Vertretung in den postborealen Schichten, von örtlichen und stratigraphisch bedingten Gipfeln abgesehen, im Pollenbilde auffällig gering, ca. 10—20 %, nur auf der Geest etwas höher, ca. 20—40 % (OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 145); SCHUBERT (1933 S. 54)). Bei mir liegen die entsprechenden Werte mit der gleichen Einschränkung in ca. 10—30 %; nur bei F, wo der Einfluß der Niederung größer war, sinken die Werte oft unter 10 %. In Dänemark ist die Be-Vertretung im Walde schwer feststellbar, da zu oft Be-Bruchtorfe das Bild trüben.

Pi hingegen ist stark zurückgegangen, meist unter 10 % (ebenso SCHUBERT (1933 S. 58)); doch erlauben einige Spektren mit über 20 % nicht, die sonst schwache Vertretung mit nur einigen Prozenten als nur durch Ferntransport bedingt und Pi hier für ausgestorben zu erklären. Allerdings sind gerade bei Pi einzelne Pollenregen zu berücksichtigen, die unter Umständen aus weiter Ferne kommen. So beschreibt DENGLER (1930 S. 230) einen solchen vom 25. Mai 1904 in Kopenhagen, der wahrscheinlich von Mecklenburg, also aus 150 km Entfernung gekommen war. Einige Kiefern werden sich wohl immer auf der Geest, vielleicht auch nur als Relikte auf den Mooren und dann in verminderter Lebensfähigkeit und selten blühend bis zur Gegenwart gehalten haben, wie es auch JESSEN (1920 S. 3, 74, 202), HESMER (1932 S. 580), OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 31 u. 154) und SCHUBERT (1933 S. 58) annehmen. Eine Reliktnatur hat W. EMEIS (1925 S. 272—285) auch für Juniperus und einige pontische Florenelemente als ostdeutsche Pi-Begleiter in den Kratts wahrscheinlich gemacht.

Einige Worte zu den hohen Pi-Werten im Menyanthestorfe von B 280 bis 370 cm: Bei dem nassen Zustande solcher Menyanthesbestände hat selektive Zersetzung als Ursache wenig Wahrscheinlichkeit. Es dürfte sich wohl um die örtliche Auswirkung der allgemeinen Verspätung der Pi-Herrschaft in NW-Europa (RUDOLPH (1931 S. 135) u. a.) handeln; ist doch EMW mit relativ reichlich Ti schon gut vertreten. Dabei erscheint diese Phase durch schnellen Zuwachs der Torfmächtigkeit auseinandergezogen, während in A die Pi-Werte im entsprechenden Abschnitt durch den lokalen Bestand des Bruchwaldes unterdrückt sind. Die Makrofunde von Pi darin sprechen nicht dagegen, sind doch niedrige Pi-Pollenwerte bei gleichzeitigen Makrofunden nicht selten beobachtet worden. Die nordwestdeutsche postboreale Pi-Vertretung ist z. B. durch SCHUBERT (1933

S. 29 u. 58) in Profil Fresenburgs-Moor 278—353 cm noch nach dem Co-Max. und durch BRINKMANN (1934) an der Jade noch in der Bronzezeit durch Stubben gut belegt worden; auch in den Diagrammen Dannenberg und Huxfeld (OVERBECK und SCHMITZ (1931)) ist sie erkennbar.

Merkwürdig ist ein Pi-Gipfel bei der empirischen Fag-Pollengrenze in fast allen Diagrammen: A 153 cm, B 208 cm, D 102 cm, F 438 cm. Derselbe findet sich auch bei ERDTMAN (1924), OVERBECK und SCHMITZ (1931) und SCHUBERT (1933) in verschiedenen Diagrammen. Doch dürften diese Pi-Gipfel kaum ganz gleichzeitig sein, eine Parallelisierung scheint unangebracht. Zudem können solche Einzelgipfel auch durch episodische „Schwefelregen" hervorgerufen werden. Ob im Subboreal eine Massenausbreitung größeren Umfanges außerhalb des heutigen Pi-Areales nach W erfolgt ist, müssen erst umfassendere Untersuchungen lehren.

Im letzten Teil der EMW-Zeit trat F a g auf und breitete sich bald darauf weiter aus (außer bei F); es fallen also meist absolute und empirische, ja zum Teil sogar noch rationelle Fag-Pollengrenze zusammen. Deshalb kann mit Sicherheit auf tatsächliche Einwanderung und baldige Massenentfaltung in eng begrenztem Zeitabschnitte für das Untersuchungsgebiet geschlossen werden. K. JESSEN (1919 S. 104; 1920 S. 3, 193 ff., 234, 238) hat an Holzkohlefunden in prähistorischen Wohnplätzen und pollenanalytisch nachweisen können, daß Fag in Dänemark zerstreut schon ab Vollneolithikum vorkam (ältester Fund in Vendsyssel, Nordjütland (A. JESSEN (1899 S. 286)), aber erst im Laufe der Bronzezeit sich auszubreiten begann. Auch in S.H. ist sie von C. A. WEBER (in H. A. WEBER (1918 S. 245 f.)) schon zeitig nachgewiesen: Fag-Rinde in bronzezeitlichem Grabe auf Sylt; im Meerlebertorf der Kieler Förde; im Kjøkkenmødding am Windebyer Noor bei Eckernförde; im Nusse-, Esinger- und Himmelmoor in Holstein noch unter dem G.H.

c) E i c h e n - B u c h e n - Z e i t.

Die Grenze zwischen der EMW- und der nun folgenden Q-Fag-Zeit läßt sich nicht mit einem klaren Merkmale festlegen. Zu einem Schnittpunkte der Kurven von Fag und EMW kommt es nur beim Gipfel der ersteren, während der Abschnitt als umfassender anzusehen ist. Die besagte Grenze ist am besten da anzusetzen, wo ziemlich gleichzeitig die Pollen von Ul und Ti keine fortlaufenden Kurven mehr aufweisen, die von Fag ihre rationelle und die von Car ihre empirische Pollengrenze haben. Wenngleich so keine scharfe Grenze erlangt wird, ist doch der Zeitwechsel nach Diagrammlage und Zeit eng gefaßt und fällt noch etwas unter den G.H. Ebenso verhalten sich die Dinge bei SCHMITZ (1931 S. 140), während bei SCHUBERT (1933 S. 132) der Beginn der entsprechenden Fag-Zeit bei Abgrenzung mit den gleichen Merkmalen in den G.H. fällt.

Bemerkenswert erscheint zunächst, daß der Anteil von Q keine (in F eine unwesentliche) Einbuße gegen die EMW-Zeit erlitten, stellenweise sogar noch schwach zugenommen hat. Auch im Gebiete zwischen Unterems und Niederelbe und in S-Schweden hat Q erst im Subatlantikum ihr Maximum.

Q in:	A	B	C	D	E	F	Σ
Q-Fag-Zeit	18,3	19,0	15,0	18,7	16,7	18,8	17,7
EMW-Zeit	16,9	15,4	—	18,9	—	20,8	18,0
							— 0,3

EMW in:	A	B	C	D	E	F	Σ
Q-Fag-Zeit	21,4	19,4	18,0	19,9	18,5	20,4	19,6
EMW-Zeit	32,7	21,9	—	24,0	—	26,5	26,0
							— 6,4

(Durchschnittswerte der Prozente).

Die Gesamtabnahme des EMW ist demnach lediglich die Folge der Abnahme von Ul und Ti gewesen, deren Ursache wahrscheinlich eine klimatische war, wohl dieselbe, die nunmehr die Ausbreitung von Fag veranlaßt hat (vermehrte Ozeanität?, so verminderte Sommerwärme? oder Winterkälte? (Ti ist nach RUBNER (1925 S. 41) Frostkeimer!)).

Die empirische Fag-Pollengrenze ist stark schwankend, ebenso bei JESSEN (1920 S. 238), OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 29, S. 153), SCHUBERT (1933 S. 62). Bei SCHRÖDER (1930 S. 24) und OVERBECK und SCHMITZ liegt sie vor der Mitte der älteren Moostorfzeit; nach SCHUBERT ist sie von 2400—1000 v. Chr. möglich (S. 53), bei Minstedt durch ein Bronzebeil der zweiten MONTELIUS'schen Periode auf ca. 16—1400 v. Chr. festgelegt (S. 51); in den Profilen an der Oste tritt sie später auf als in denen aus Kehdingen, im ganzen später als in denen von der Niederweser und von Oldenburg (S. 136). Trotz dieser starken Schwankungen muß sie als wichtige Zeitmarke in dem ä.Hmt. angesehen werden, in deren Gebrauch jedoch Vorsicht geboten ist (OVERBECK (1931 S. 29)). Leider ist es aber auch mit der rationellen Fag-Pollengrenze ebenso. Faßt man sie und den ganzen weiteren Verlauf der Fag-Kurve im Verhältnis zum G.H. als fester Zeitmarke bezw. dem ihm zeitlich entsprechenden Horizont ins Auge, so ergeben sich drei Typen, die aber nicht regional verteilt sind, sondern in fast allen bisher untersuchten Teilgebieten von der Ems bis nach NO-Dänemark dicht beieinander vorkommen:

a) die Fag-Pollenkurve beginnt schon geraume Zeit vor dem G.H. bei Zusammenfallen von absoluter, empirischer und rationeller Grenze und ist beim Anstiege zum Gipfel nicht durch ein Minimum unterbrochen: B, C; Vandmose (JESSEN (1920)); Worpswede, Bergedorf (SCHRÖDER (1930); Huxfeld, Buchholz, Hollermoor (OVERBECK). In D herrscht Unklarheit, da kein G.H. entwickelt ist; sein Zeitniveau ist schwer festzulegen, könnte vielleicht um 85 cm herum liegen; D entspräche dann B und C.

b) die Fag-Pollenkurve entwickelt bei gleichem Anfange wie bei Gruppe a) sofort einen Gipfel (A 20 %; E 13,3 %), fällt jedoch gleich wieder ab, um erst über dem G.H. dem Maximum zuzustreben: A, E; Saekkedam, Warmingsmose (JESSEN (1920)), Worpswede Süd (ERDTMAN (1924 S. 276)); Weinkaufsmoor, Oldenbroker Moor (OVERBECK (1931)).

Die in A, B, E angedeutete Mehrgipfligkeit oberhalb des G.H. dürfte keine Gesetzmäßigkeit darstellen.

c) Absolute, empirische und rationelle Fag-Pollengrenze sind durch große Abstände getrennt; die Kurve tritt erst über dem G.H. den Weg zum Gipfel an: F; Maglemose[8]) (JESSEN (1920)); Seehausen, Wörpedahl, Tarmstädter Moor (SCHRÖDER (1930)); Dannenberg (OVERBECK) und alle Diagramme bei SCHMITZ; fast alle Diagramme bei SCHUBERT; Grienenwaldmoor, Borner Moor, Huder Moor (ERDTMAN (1924)); Sager Meer, Ihauser Moor (ERDTMAN (1928)).

Will man nicht an der Gleichzeitigkeit des G.H. zweifeln[9]), so ergibt sich daraus eine auffällige uneinheitliche Ausbreitung von Fag; zum gleichen Schlusse kommt auch OVERBECK (1931 S. 34); dabei weist er eine dritte Möglichkeit — örtliche Bewaldungseinflüsse, etwa durch Al — zurück, weil diese ja auch Q in Mitleidenschaft gezogen hätten. Fag hat offenbar, spärlich schon lange im ganzen hier verglichenen Gebiete verbreitet, zunächst nur hier und da in größerer Anzahl festen Fuß gefaßt. Dabei hat sicher der Boden eine ausschlaggebende Rolle gespielt. Auch kann wohl mit der Möglichkeit einer zufälligen Verbreitung durch Tier und Mensch, beim Menschen vielleicht sogar zuweilen mit einer absichtlichen, gerechnet werden. Andererseits darf aber auch die durch topographische landschaftliche Verhältnisse bedingte oft erschwerte Zuwanderungsmöglichkeit dieser schwerfrüchtigen Baumart nicht außer Acht gelassen werden. Das möchte ich für F als Erklärung der trotz des offenbar schnellen Wachstums dieses Moores auffälligen Verzögerung der Fag-Massenentfaltung annehmen:

Die für die Buche als Besiedlungsland hier allein in Betracht kommenden Geestrücken in W und N des Wilden Moores hängen nur im N mit dem Geestmittelrücken zusammen und sind sonst durch die ausgedehnten Flußmarschniederungen der Eider und Treene von ihm so getrennt (s. Karte in MAGER (1930)), daß die Zuwanderung der schwerfrüchtigen Buche von jenseits derselben wohl kaum möglich war. Man kann annehmen, daß die Ausbreitung von Fag nach N vornehmlich auf den kalkhaltigen frischen Böden der jungeiszeitlichen kuppigen Moränenlandschaft im O von S.H. vor sich ging (ERDTMAN (1928 S. 375)); den Beweis könnte eine regionale Untersuchung der Moore in S.H. bringen; die Profile vom Sandkatener Moor bei Plön (KOPPE und KOLUMBE (1926)) und den Schönberger Strandwiesen (KOLUMBE (1932)) genügen nicht, wenn auch das dortige sehr frühe Auftreten der Fag-Pollen Beachtung verdient. Dann brauchte Fag von da nur nach W zu wandern, um in die Umgebung der im N des Krs. Husum untersuchten Moore zu gelangen. Um aber das Land

---

[8]) Dieses Profil Maglemose wurde von RUDOLPH (1931) als für Dänemark typisch ausgewählt; es sei hier aber ausdrücklich betont, daß das keineswegs der Fall ist! Alle anderen von K. JESSEN (1920) mitgeteilten Diagramme sehen anders aus.

[9]) Durch die Untersuchungen GRANLUNDs (1932) ist es allerdings denkbar geworden, daß bei umfassenderen, besonders eingehenderen stratigraphischen Untersuchungen der norddeutschen Hochmoore auch da mehrere Recurrenzflächen (RY) gefunden werden, und daß dabei mit Hilfe kombinierter archäologischer und pollenanalytischer Datierung sich ergibt, daß der als G.H. angesehene Zersetzungskontakt nicht in allen Fällen = RY III ist, sondern zum Teil einer anderen RY entspricht.

in der Nähe des weiter im S gelegenen Wilden Moores zu besiedeln, konnte sie wegen der Niederung nicht von O oder gar SO vorstoßen, sondern mußte erst weiter nach N, dann nach W und dann wieder nach S wandern. Daraus erklärt sich wahrscheinlich die widersinnig erscheinende Verspätung daselbst, ebenso wohl die im Untersuchungsgebiete SCHUBERTS gegen Teile des Gebietes an der Unterweser; auch mag die verspätete Massenentfaltung auf dem Weyerberge (vgl. ERDTMAN (1924 S. 276), SCHRÖDER (1930 S.24), OVERBECK (1931 S. 33)), der ja nur eine kleine Geestinsel in einem einst ausgedehntem Moorgebiete bei Bremen darstellt, durch dessen isolierte Lage bedingt sein. Dann hatte aber Fag auf dem bis 40 m hohen Schwabstedter Geestsporn einen besseren Boden als sonst in der westlichen Geest gefunden (s. S. 214), der es ihr ermöglichte, die Konkurrenz von Q hier besser zu unterdrücken und mit 52,7 % zu gipfeln. Dieser hohe Wert reicht an die in der Jungmoränen-Landschaft gefundenen heran: K. JESSEN (1920) max. 52 %; KOLUMBE (1932) max. 52 und 59 %; bei Plön (KOPPE und KOLUMBE (1926)) sogar 70 %! Aus dem gleichen Grunde hat sie hier auch noch heute gut gedeihende Hochwälder (z. B. Forst Lehmsieck, nach MAGER (1930 S. 113) ca. 140 ha, am O-Hang u. a.) und zeigt die Buchenwestgrenze einen Vorsprung (Wi. CHRISTIANSEN (1926 S. 317 ff.)). Dazu kommt allerdings noch, daß in den Pollenspektren die Fag-Werte durch die Lage des Moores in Lee der über dem Fag-Standort streichenden Westwinde begünstigt sind. Daß diesem Umstande einige Bedeutung zukommt, erhellt auch aus den Diagrammen der Moore um den Weyerberg, sowohl für Q als auch für Fag (OVERBECK 1931 S. 32 ff.) im Vergleich mit SCHRÖDER (1930)). Grundsätzlich haben einen derartigen Einfluß der Exposition auf die Höhe der Pollenanteile HESSELMAN (1919 S. 99) und RUDOLPH und FIRBAS (1927 S. 111) gemutmaßt und OVERBECK (1928 S. 175) an Be auf dem Roten Moore der Rhön nachgewiesen. Auch aus den eigenen rezenten Spektren geht das gleiche hervor (s. unten).

Q-Fag-Zeit	A	B	C	D	E	F[10])	Σ
Fag-Max.	37,0	44,7	36,0	29,0	30,0	52,7	38,2
Fag-Mittelwert	13,0	19,0	14,3	14,3	11,9	18,8	15,2
Q-Mittelwert	18,3	19,0	15,0	18,7	16,7	18,8	17,7

Im Hinblick auf die heutige Lage der Verbreitungsgrenze der Buche, die W-Schleswig fast ganz ausschließt (s. Wi. CHRISTIANSEN (1926), ERDTMAN (1932)), und auf die aus rezenten Spektren vom Riesengebirge geschlossene geringe Transportkraft der Fag-Pollen (RUDOLPH und FIRBAS (1927 S. 111)) sind die erreichten Fag-Werte beachtlich hoch. Umso erstaunlicher ist es, daß ihre Kurve nur an den Gipfeln selbst die der Q überschneidet. Fag hat sicher den Platz von Ul, Ti, Pi eingenommen und durch die Schattenwirkung Q stellenweise stark verdrängt; auf den schlechten Böden war sie wohl nicht voll konkurrenzfähig; auch vermochte sie die

[10]) Für F ergibt sich für die eigentliche Zeit der Fag-Herrschaft (oberhalb 167 cm) ein großer Unterschied zugunsten Fag: Fag : Q = 29,67 : 16,8.

Eichen der nassen Talauen nicht zu bedrängen, da sie dorthin nicht folgen konnte.

Da in W-Schleswig in den Grundzügen besonders hinsichtlich der Fag-Ausbreitung Anklänge an die Verhältnisse in Dänemark zu erkennen sind, ist wohl der Schluß gestattet, vorläufig, solange keine eigenen Datierungen aus S.H. vorliegen, die dortigen zu übernehmen; d. h. die Q-Fag-Zeit umfaßt nicht nur die Subatlantikum, sondern auch noch einen, allerdings unbestimmt wie großen, Teil des Subboreals, während die EMW-Zeit neben dem ausklingenden Boreal hauptsächlich das Atlantikum und noch den restlichen Teil des Subboreals in sich schließt.

Schließlich ist aber die Buche im Subatlantikum, dem Diagrammabschnitte über dem G.H., doch allerwärts in den Wäldern stark vertreten gewesen. Das Ausmaß ihrer Werte zeigt dabei einmal eine gewisse Abhängigkeit vom Boden (s. Dänemark, F, Neu-Gaude (OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 155)). Dann ist eine Zunahme zum Hinterlande bemerkbar (s. S-Hannover (PFAFFENBERG (1930), HESMER (1932), SCHÜTRUMPF (unveröffentl.)), NO-Dänemark (JESSEN (1920)), Münsterland (KOCH (1929, 1930)), Eifel-Ardennen (ERDTMAN (1928)). Schließlich macht sich vor allem im Küstengebiete eine rings um die Nordsee geordnete Abnahme von O nach W bemerkbar: in NO-Seeland und O-S.H. (Plön, Strandwiesen) hat Fag eine allerdings durch die Jungmoränen-Böden noch begünstigte absolute Alleinherrschaft inne mit max. 82%, Durchschnitt der max. 65,6%; in W-Schleswig erfolgt trotz meist schlechter Böden noch wenigstens zeitweise Uebergipfelung der Q-Kurve mit 38,2% Fag als Durchschnitt der Maxima; an der Unterelbe und Oste (SCHUBERT (1933 S. 63, 103)) liegen die Dinge ähnlich, aber der Wert ist mit 25,1% schon schwächer; an Unterweser mit 26,1%, in den Profilen in Lee des Weyerberges allein 29,1%, im Rest des Gebietes östlich der Weser mit 21,1%; in O-Friesland überschneidet die Fag-Kurve nie mehr die des EMW, sondern bleibt ganz von ihr eingeschlossen, mit 18,7%. Innerhalb Niedersachsens wurde diese Abnahme nach W schon erkannt (OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 155 ff.), SCHUBERT (1933 S. 136)).

Schwierig ist es, das Fag-Maximum zeitlich festzulegen. Bei JESSEN sind die Diagramme nicht bis zur Mooroberfläche durchanalysiert; wegen etwaiger Abtragung kann man da auch nicht gut die Lage in Beziehung zur Mächtigkeit der subatlantischen Schichten setzen; jedenfalls ist heute noch die Buche der, wenn auch forstlich beeinflußte, herrschende Baum O-Dänemarks.

Im eigenen Gebiete liegt der Fag-Gipfel ziemlich in oder noch etwas unter der Mitte des j.Hmt.; die Fag-Kulmination erfolgte also wahrscheinlich früher als in NO-Seeland, aber auch früher als im doch weit südlicher gelegenen Unterelbe-Niederweser-Zwischenland. Dort fand sie SCHUBERT (1933 S. 63, S. 103, S. 136) fast stets im oberen Drittel des j.Hmt. Bei OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 111 u. a.) dagegen ist die Lage ähnlich wie bei mir. Die zeitliche Verschiebung der größten Fag-Entfaltung nach N (SCHUBERT (1933 S. 63)) ist also in S.H. unterbrochen.

Führt man die von SCHUBERT (1933 S. 127) wohl begründete Datierung des G.H. im Unterelbegebiete weiter, so fällt dort das Fag-Max. im zweiten Drittel des j.Hmt. in das frühe Mittelalter (ca. 1000 n. Chr.). In W-Schleswig fällt es dann, in oder vor der Mitte des zudem oben stärker zersetzten j.Hmt. liegend, noch mehrere Jahrhunderte früher, noch vor die Karolinger-Zeit (vielleicht 500—700 n. Chr.). Diese Datierung und die des Beginnes des sekundären Pi-Anstieges (s. unten) stehen in Einklang mit dem Abstande dieser beiden Horizonte in den Diagrammen.

Aus der geschilderten Geschichte der Buche geht eines mit Sicherheit hervor: sie hat hier in SW-Schleswig eine bedeutende, zeitweise sogar vorherrschende Rolle gespielt, um erst in allerjüngster Zeit, als der Mensch in das natürliche aber labile Gleichgewicht eingriff (s. Wi. CHRISTIANSEN (1925 S. 133 f.), DENGLER (1930 S. 100); nach HEERING (1905) war Fag hier noch um 1500 ziemlich verbreitet), fast ganz zu verschwinden. Von dem von Wi. CHRISTIANSEN (1924, 1926 S. 321) und EMEIS (1925 S. 289) angenommenen gegenwärtigen Vordringen der Buche nach W ist nichts zu bemerken. Wenn auch die spärlichen heutigen Vorkommen künstlich gehegt sind (Lehmsieck, Lindewitt u. a.), widerlegen jedoch die pollenanalytischen Befunde, die die Geschichte der Buche für die letzten 3—4 Jahrtausende aufdecken, die Annahme, daß die Buche hier nicht heimisch und nur künstlich vom Menschen angepflanzt sei.

Ebenso liegen auch die Verhältnisse im Niederelbe-Weser-Emsgebiet (l. c.). Daß jedoch die Einwanderungs- und Ausbreitungsgeschichte der Buche schon durch die prähistorischen Menschen — bewußt oder unbewußt — in gewisser Weise beeinflußt sein kann, soll dabei nicht in Abrede gestellt werden. Künstliche Fag-Anpflanzung erfolgt jedoch erst seit knapp 100 Jahren (RUBNER (1925 S. 241)).

Das Waldbild der Q-Fag-Zeit erfuhr, wie schon angedeutet, noch eine weitere Bereicherung durch die Einwanderung von Car; ihre empirische Pollengrenze fällt noch ein klein wenig unter den G.H. und wurde mit zur Abgrenzung dieses Zeitabschnittes verwandt. Doch hat Car nie eine große Rolle gespielt; ihre Werte bleiben fast stets unter 5 % (Max.: 7,3 % in B 98 cm; 6 % in Eb 23 cm); oft ist sogar die Kurve unterbrochen.

Q-Fag-Zeit	A	B	C	D	E	F	Σ
Car-Mittelwert	0,7	3,5	2,4	1,6	1,9	2,3	2,0

Aehnlich verhielt sich Car auch im Unterems-Niederweser-Elbegebiet; auch dort liegt die empirische Pollengrenze kurz vor oder im G.H. (OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 29, 110, 141); SCHUBERT (1933 S. 63, 104)).

Die Werte sind gering, aber immerhin höher als hier (bei mir fast stets unter 5 %, dort oft über 5, ja über 10 %) und zeigen sogar ein meist bescheidenes Maximum im oberen Teile des j.Hmt. (bis 24 % im Öderquarter Moore! (SCHUBERT (1933 S. 77)). In Dänemark tritt Car-Pollen überhaupt kaum noch auf (nur in 19 der 122 von JESSEN (1920) mitgeteilten Spektren). Es ist also eine Abnahme nach N festzustellen, zu der, gleich

wie bei Fag noch eine nach W vom Bremer Gebiet nach Ostfriesland zu verzeichnen war (OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 156)).

Ob eine Verminderung von A1 gegenüber der EMW-Zeit stattgefunden hat, ist nicht sicher zu sagen; da im Subatlantikum die marine Transgression in W-Schleswig vor sich gegangen ist (s. unten), wäre es denkbar, daß dabei viele Al-Bruchwälder vor dem Geestrande und in den Niederungen der Vernichtung anheimgefallen sind. Die Funde von Bruchwaldtorf unter marinen Sedimenten der Marsch beweisen, daß derartiges tatsächlich erfolgt ist. Damit wäre auch eine Erklärung für die sonst mit der subatlantischen Niederschlagszunahme unvereinbare Al-Abnahme gegeben, auf welchen Widerspruch GROSS (1930 S. 35) und SCHUBERT (1933 S. 135) hinweisen. Ferner muß schon zu dieser Zeit wenigstens im beschränkten Umfange auch mit einer Vernichtung von Al-haltigen Au- und Bruchwäldern durch Beweidung gerechnet werden (OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 157)). Dann wäre es natürlich möglich, daß die Höhe der Q- und Fag-Werte zum Teil durch diesen Ausfall bedingt sind. Die geschilderten Wandlungen, die das Waldbild der Geest erfahren hat, werden aber durch diese Feststellung nicht berührt, sondern behalten ihre grundsätzliche Gültigkeit bei und erscheinen sogar noch klarer.

Die Aehnlichkeit des Verlaufes der Kurven von Q und Be (bei Be natürlich von lokal bedingten Abweichungen abgesehen) legt die Vermutung nahe, daß es sich um einen dem Querceto-Betuletum (TÜXEN (1930 S. 6—14)) ähnlichen Wald handelte. Jedoch war derselbe in der EMW-Zeit noch durch Ul und Ti und vielleicht auch Pi, in der Q-Fag-Zeit durch Fag und Car bereichert (ebenso SCHUBERT (1933 S. 62, 136)). Erst nach dem teils klimatisch, teils edaphisch (s. z. B. RUBNER (1925 S. 149, 269), DENGLER (1930 S. 10 ff.): Rohhumusbildung im Fag-Wald auf armen Sandböden im nordwestdeutschen ozeanischen Klima) bedingten Rückgang all dieser Baumarten konnte sich das Querceto-Betuletum rein entwickeln, sofern nicht bessere Böden vorliegen, wie bei Lehmsieck. Es fiel hier in S.H. aber fast ganz dem Menschen zum Opfer (s. S. 215). Auch OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 61, 144, 160) haben es pollenanalytisch erschlossen und seine größere Wahrscheinlichkeit für den W ihres Untersuchungsgebietes betont. Ebenso deutet SCHUBERT (1933 S. 54) den geringen Be-Anstieg in den höchsten Torfschichten als allfällige Zunahme dieser Assoziation.[11])

d) Kulturzeit.

OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 159) kennzeichnen die Kulturspektren — diesen Begriff hat FIRBAS (1927 S. 155) geprägt — so: Al-Abfall, Anstieg von Q, Co, Pi, Nichtbaumpollen, wobei nicht alle Merkmale immer gleichzeitig zu finden sein müssen.

a) Das Q-Max. nach dem Fag-Gipfel und vor dem sekundären Pi-Anstiege (A 26 cm 16 %; C 10 cm 16,7 %; 33 cm 23,3 %; Ea 3 cm

[11]) Neuerdings sieht TÜXEN das Querceto-Betuletum nicht mehr als Klimax, sondern nur noch als Dauerwald oder geologisch-petrographisch bedingten Paraklimax an (1932 S. 21).

15,3 %; F 33 cm 34 %), das auch in den Diagrammen von SCHRÖDER (1930), OVERBECK und SCHMITZ (1931) und SCHUBERT (1933) zu erkennen ist, gehört vielleicht schon hierher. SCHMITZ (1931 S. 139) hat darauf hingewiesen, daß es nicht nötig ist, dasselbe lediglich durch den Rückgang der Al zu erklären, weil die Fag-Kurv auch zurückgeht; das wäre aber nicht der Fall, wenn es sich um eine rein rechnerische Begünstigung durch Abfall einer dritten Komponente (Al) handelte. Auch er rechnet daher dieses Q-Max. in die Kulturzeit und hält es für menschlich bedingt durch die Pflege der Eiche, z. B. in den Holzäckern, für die Schweinemast, die vom 14. Jahrhundert an urkundlich erwähnt sind. Auch die Diagrammlage läßt das denkbar erscheinen. Es ist zudem urkundlich nachgewiesen, daß seit Mitte des 16. Jahrhunderts die Eichenanpflanzung in NW-Deutschland behördlich gefördert wurde (HESMER (1932 S. 588) nach SCHWAPPACH (1927)).

b) Sicher kulturzeitlich sind die Spektren A 6 cm mit 82,7 % Pi; 17 cm mit 58 %; F 18 cm mit 43 %; C 0 cm mit 70 %; F 0 cm mit 50 %. Sie sind durch eine unbedingte Vorherrschaft von Pi ausgezeichnet, während alles andere weitgehendst zurückgedrängt ist; ferner ist Pc vertreten.

Welches ist die Ursache dieses überall beobachteten sogen. sekundären Pi-Anstieges? Wenn auch hier und da neben Pc (besonders seit ca. 100 Jahren (HEERING (1905 S. 308)) Pi (seit 1780 (ebenda)) angepflanzt wurde, so reichen diese Vorkommen doch nicht zur Erklärung der Pi-Herrschaft in den Kulturspektren aus. OVERBECK hat (1928 S. 164) folgende Erklärung gegeben: sie ist vor allem durch die Entwaldung vorgetäuscht. Auf der Geest sind die Holzgewächse vom Menschen weitgehend vernichtet worden: die Wälder sind der Waldweide auf der „gemeinen Mark" (Hudewälder), dem Raubbau und der Rodung anheimgefallen und zu Ackerland umgewandelt worden (s. S. 215). Nach DENGLER (1930 S. 59) ging durch die Rodungsperiode der Karolinger-Zeit der Wald von $^3/_4$ auf $^1/_4$ der Fläche zurück. Ist doch jetzt S.H. mit nur 6,7 % der Fläche das beinahe waldärmste Gebiet Deutschlands (EMEIS (1925 S. 260)); die Geest ohne das östliche Hügelland trägt nach ENGELBRECHT (1905) gar nur auf 2,85 % der Fläche Wald. Ebenso sind die Niederungen durch Entwässerung und Weidegang, sowie Urbarmachung von Brüchen der Al und dem Auwalde entrissen und schon frühzeitig als Wiesen und Weiden der Viehwirtschaft nutzbar gemacht worden (MAGER (1930)!, HESMER (1931 S. 569), OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 138 f., 157), SCHUBERT 1933 S. 62)). Daraus folgt eine durch die bessere Flugfähigkeit der Pi-Pollen bedingte Ueberrepräsentanz derselben („Ferntransport"), besser Weittransport (s. Kap. über rezente Spektren); s. auch GAMS (1929 S. 256), RUDOLPH (1928 S. 71 u. 108; 1931 S. 143), GROSS (1931 S. 24), OVERBECK (1931 S. 64)).[12]) Andere Möglichkeiten, etwa Uebergang in ein mit Pi dicht bewachsenes Waldhochmoor, kommen hier nicht in Frage.

---

[12]) Während der Drucklegung erschien eine Arbeit von F. FIRBAS (Planta 22. Bd.), in der er mitteilt, daß der Pi-Pollen kein besseres Flugvermögen hat, womit die mitgeteilte Erklärung des „sekundären Kiefernanstieges" allgemein entfällt. Die Tatsache, daß die Erscheinung als solche nichtsdestoweniger mit der zu dieser Zeit erfolgten Entwaldung zusammenhängt, bleibt davon unberührt.

Die Kulturspektren sind jedenfalls ganz jung, woraus hervorgeht, daß die Moore, die solche aufweisen, erst in jüngster Zeit durch die Entwässerung ihr Wachstum eingestellt haben, wie es auch C. A. WEBER (1902 S. 39) annimmt.

SCHMITZ (1931) setzt den Beginn des sekundären Pi-Anstieges in O-Friesland zeitlich mit der Anlage der Kamp-Fluren im Mittelalter (S. 138) = Anfang des 2. Jahrtausends n. Chr. (S. 160) gleich. Auch in S.H. muß man den Beginn des sekundären Pi-Anstieges mit der Wende vom Mittelalter zur Neuzeit annehmen. Er kann nicht erst durch die Pi-Anpflanzungen seit Ende des 18. Jahrhunderts (MAGER (1930, S. 147)) hervorgerufen sein, da für eine so kurze Zeitspanne die kulturzeitliche Torfmächtigkeit bei zudem hoher Zersetzung dieser oberen Torflagen unvorstellbar ist. Als Sender der ferntransportierten Pi-Pollen kommen wohl in erster Linie Reliktkiefern, weniger das Pi-Vorkommen in Ostholstein in Frage.

Zum Schluß seien nochmals die datierten Horizonte aufgezählt:

Sekundärer Pi-Anstieg: seit Ende des Mittelalters.
Fag-Max.: Frühmittelalter (5—700 n. Chr.).
G.H.: ca. 800 v. Chr.
EMW-Max.: ca. 3000 v. Chr.
Co-Max.: ca. 6000 v. Chr.

Kulturspektren	Kulturzeit		
Q-Fag-Zeit	Bronze-, Eisen- u. hist. Z.	Subatlantikum	
		Subboreal	
EMW-Zeit	Campignien und Vollneolithikum	Atlantikum	Litorina
Pi-Be-Co-Phase der Pi-Zeit	Azilien-Tardenoisien (Mullerup)	Boreal	Ancylus

2.) Zur Frage der Erhaltungsfähigkeit des Myrica-Pollens.

Bei der Besprechung der Waldgeschichte, wie sie sich aus den Pollendiagrammen ergibt, wurde es möglichst vermieden, näher auf die Kurve von Co einzugehen. Sie zeigt nämlich mehrfach ein derartig abweichendes Verhalten, daß Vorsicht am Platze schien. Dazu kamen folgende Feststellungen: Das Diagramm D zeigt durchgehend eine auffällig hohe „Co"-Vertretung: meist über 100 %, durchschnittlich 154 %, maximal 434 %!, die noch deshalb besonders bemerkenswert ist, weil Co im Subatlantikum doch allgemein keine große Rolle mehr spielt (OVERBECK und SCHMITZ 1931 S. 35 u. a.), SCHUBERT (1933 S. 60, 136)). Es erhebt sich hier der Verdacht, daß Myrica stark beteiligt ist. Darin bestärkt noch der Vergleich mit der Eric-Kurve; es liegt ein so auffälliges Wechselspiel mit der „Co"-Kurve vor, daß nur eine mit Calluna in der Moorbesiedlung konkurrierende Pflanze in Frage kommen kann. Das ist bestimmt nicht Co, wohl aber hier

im nordatlantischen Florenbezirke My. (Verbreitungskarte in Alb., Wi. und We. CHRISTIANSEN (1922 S. 16)). Man braucht nun nicht einheitlich über die ganze Moorfläche hin einen Wechsel anzunehmen, sondern es handelt sich vielleicht eher um eine Sukzession des Bultes, so daß für das ganze Moor ein Mosaikbild von Calluna-Bulten und Myrica-Bulten neben den anderen Oberflächenerscheinungen vorzustellen ist. Da ist es nun höchst erfreulich, daß die Torfanalyse dieser Bohrung in verschiedenen Horizonten (5, 30, 77 cm) zahlreiche Blattreste von My gefördert hat.[13])

Die Bestimmung erfolgte nach der typischen Epidermis nach KIRCHNER, LOEW und SCHRÖTER ( ) (s. auch FIRBAS und GRAHMANN (1928 S. 32 u. Abb. 23, Fig. 23)) und wurde von FIRBAS bestätigt. Wenn auch diese Blattfunde nicht immer mit den Kurvengipfeln zusammenfallen, erscheint es danach doch sicher, daß der Gagelstrauch hier im wesentlichen als der Sender der „Co"-Pollen zu betrachten ist. Daraus kann nun aber der Schluß gezogen werden, daß My hier in den Mutterformationen der Torfarten eine weit größere Rolle gespielt hat als aus den Makrofunden allein zu entnehmen ist; dabei tritt sie in zwei ganz verschiedenen Pflanzengesellschaften auf, einmal in einem gehölzreichen Flachmoore und dann in einem Heidemoore.

Dasselbe Bild wiederholt sich im Diagramme E: auch hier fanden sich in der Q-Fag-Zeit gleichzeitig mit den „Co"-Gipfeln in a 16 cm mit 42 %, b 13 cm mit 206 % (dieser Gipfel wohl = a 87 cm mit 94 %) My-Blattreste und ist auch hier ein gewisses Gegenspiel zur Eric-Kurve festzustellen. Hier handelt es sich auch um Heidemoor, als Schlußstadium des Torfwachstums überhaupt und besonders vor Ausbildung des G.H.

Schließlich enthielt noch der Hochmoortorf dicht über dem G.H. in Bohrung A einen My-Blattrest gleichzeitig mit einem allerdings nicht besonders hervortretenden „Co"-Gipfel. Doch macht sich auch im Diagramme ein deutliches Wechselspiel der „Co"- und Eric-Kurven bemerkbar.

Wenn anderwärts ein Parallelgehen der besagten Kurven zu verzeichnen ist (SCHRÖDER (1930 S. 25 und S. 28; 1931 S. 97, — dazu äußert auch OVERBECK (1931 S. 48) My-Verdacht), SCHUBERT (1933) (Öderquarter Moor)), so ist das kein Widerspruch; denn im Hochmoortorfe hat man ja noch mit dem regenerativen Wechselspiele zwischen den Sphagna einerseits und den Zwergsträuchern in ihrer Gesamtheit, also einschließlich My andererseits zu rechnen. Wenn die heideartigen Bultgesellschaften die Oberhand haben, ist natürlich nicht nur Calluna, sondern auch zugleich My begünstigt; bei nicht besonders dichter Probenzählung wird daraus eine ungefähre Gleichzeitigkeit der Schwankungen der Kurven von „Co" und Eric sich ergeben. Erst wenn der Heidemoorcharakter längere Zeit anhält, wird ein Konkurrenzkampf zwischen den Gliedern dieser Pflanzenformation zu erwarten sein, der dann das Wechselspiel der genannten Kurven hervorruft. Parallelität und Wechselspiel sind auch in den Diagrammen von OVERBECK und SCHMITZ (1931) und SCHUBERT (1933) erkennbar, wenn auch nicht immer deutlich.

---

[13]) Weitere fossile My-Funde aus S.-H. sind bekannt von Winterbahn und Lunden (v. FISCHER-BENZON (1891 S. 63)).

Bekannt ist ferner auch der starke Zerstörungsgrad solcher Heidetorfe. Da gewinnt die von SCHRÖDER (1930 S. 25f.) betonte Beziehung zwischen Eric-Pollenmaxima, hohen Co-Werten und Verwitterungs- und Brandspurhorizonten mit vielen korrodierten und halb- oder ganz verkohlten Pollen im Hinblick auf die zu erörternde Ansicht LUNDQUISTs eine besondere Bedeutung, wenn auch SCHRÖDER selbst (1931 S. 97) nicht an My dachte.

In letzter Zeit, seit die pollenanalytischen Untersuchungen auch auf das nordwestdeutsche Verbreitungsgebiet der My ausgedehnt worden sind (für Mittel- und S-Deutschland hat My wohl kaum Bedeutung), mehren sich die Fälle, in denen der Verdacht auf My-Beteiligung besteht oder geäußert wird, ohne daß bisher eine Entscheidung gefällt werden konnte:

OVERBECK (1931 S. 48): Prof. VIII (Blockland, Kanal) 220 cm: im Bruchwaldtorfe, wo doch sonst Co recht gering, ein isolierter „Co"-Gipfel.

SCHMITZ (1931 S. 110): Prof. XXII (Drei Pütten) 5 cm: in Sphagnumtorf 143 % „Co", gleichzeitig starker Eric-Anstieg; SCHMITZ hält My für unwahrscheinlich, doch gibt er S. 104 My in der Nähe an und ist die Probe jung genug, um damit in Beziehung gesetzt zu werden. (S. 131): in Prof. XXVIII (Neu-Gaude) 110 cm: gleichzeitig mit Holz von cf. My zwar kein besonderer Gipfel, aber doch verhältnismäßig hohe Werte. (S. 135 ff. Tab. 36—38): Prof. XXIX—XXXI (am Esens-Wittmunder Kanal) in Prof. II 40 cm: 102 % in Sphagnum-Carextorf, I 0 cm 76,6 %; 30 cm 151,3 % in Sphagnum-Carextorf; 100 cm 78,3 % in Sphagnum-Eriophorumtorf; III 30 cm 108 %; 40 cm 116,7 % in Schilftorf. Dem Einwande von SCHMITZ, er habe keine My in der Gegend gesehen, ist entgegen zu halten, daß es sich doch nicht um rezente Spektren handelt.

SCHUBERT (1933 S. 21 f., 60): Prof. „am Ostendorfer Deich" in 318 cm 307 % beim Uebergange von Sphagnum-Eriophorumtorf zu Phragmites-Carextorf. (S. 120 ff.): in Prof. XXXII a und c (Hammah) 296 und 175 %; SCHUBERT äußert begründeten Verdacht auf My.

BRINKMANN (1934): in Prof. Conneforde in 70 und 85 cm 112 und 120 % in Schilftorf.

Alle diese aus NW-Deutschland mitgeteilten Befunde sprechen jedenfalls sehr für My, zudem paßt in den angegebenen Fällen My gut in die Mutterformationen der betreffenden Torfschichten, während der von SCHMITZ (1931 S. 110 und 139) gegebene Erklärungsversuch: Ueberrepräsentanz durch Massenproduktion der Pollen von Co bei starker Entwaldung, also ein Parallelfall zum sekundären Pi-Anstieg, rein hypothetisch, höchstens vielleicht hier und da örtlich denkbar ist.

Die Nicht-Erhaltungsfähigkeit des Pollens von My ist schon fast zum Dogma geworden, daß es vielleicht verwunderlich erscheint, dieses Thema noch einmal aufzugreifen. Aber die Menge der von mir gefundenen Blattreste und deren Begleitumstände veranlassen mich, das „My-Problem", an dessen Bedeutung gerade für das Nordseeküstengebiet nicht zu zweifeln ist (s. PREUSS (1932 S. 189)), einmal ausführlich aufzurollen.

Bekanntlich sind die Pollen von Co und My äußerst ähnlich (Beschreibungen s. C. A. WEBER (1898), auch in OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 52, Fußn.), und JENTYS-SZAFER (1928 S. 78—90[14])) so ähnlich, daß

[14]) Da die Arbeit von J. JENTYS-SZAFER wohl nicht leicht zugänglich ist, seien die einschlägigen Stellen, z. T. in wörtl. Uebersetzung hier wiedergegeben:

S. 87: Bei ihren Untersuchungen verhielten sich die Pollenkörner von Co und My gegen KOH, H_2SO_4, Eau de Javelle, Schulzes Mazerationsgemisch, Farb-

im fossilen Zustande eine auch nur angenähert scharfe Unterscheidung unmöglich ist (SCHUBERT (1933 S. 122), SCHMITZ (1931 S. 110, 136 und mündl.): Versuche mit rezentem Vergleichsmaterial zeigten ebenfalls, daß eine Trennung der Typen nicht gelingen kann). Man kann also nicht unmittelbar sagen, von welcher der beiden Arten die „Co"-Kurven nun eigentlich bestimmt werden.

Daher ließ schon SUNDELIN (1917 S. 17 Fußn.) die Frage offen, ob der Pollen von Co oder My stammt, und schrieb „Co". Es war aber sehr bequem, wenn der eine Typ nicht fossil zu erwarten sein sollte. Geradezu paradox erscheint es aber, wenn man feststellen muß, daß der einen Anschauung, der My-Pollen sei nicht oder schlecht erhaltungsfähig, (SMITH (1920 S. 140), ERDTMAN (1921 S. 34), v. POST (1924, S. 92 Fußn.)), eine andere gerade entgegengesetzte gegenübersteht, nach der die als von My verursacht angesehenen „Co"-Maxima durch Pollenzerstörung bedingt angenommen werden (LUNDQUIST (1928 S. 47 f., 67 f., 153)), wo man also dem My-Pollen eine besonders starke Widerstandsfähigkeit zuspricht! Dazwischen stehen einige Autoren, die es für möglich halten, daß er sich gelegentlich erhält (SUNDELIN (1919 S. 217 Fußn.), THOMSON (1929 S. 82 Fußn.)) und ihn auch erwähnen (C. A. WEBER in van BAREN (1927 S. 4), SCHMITZ (s. o. S. 248), SCHUBERT (s. S. 248)).

Die Argumente der zwei entgegengesetzten Anschauungen seien hier wiedergegeben (z. T. freie Uebersetzung).

LUNDQUIST (1928):

(S. 48): die hohen Co-Werte (172—146 %) in Schichten mit zerstörten Pollen von Zone III der Gotlandskala (kurz unter dem G.H.) in Mößbergmosse auf Öland rühren nach LUNDQUISTs Meinung sicher von My her.

Stoffe ähnlich. „Nie habe ich eine geringere Widerstandsfähigkeit der Pollenkörner von My gegen Agentien beobachtet, die die Membranen zerstören oder auflösen. Wenn ich mich auf diese Beobachtungen stütze, denke ich, daß uns nichts berechtigt anzunehmen, daß die Pollenkörner von My sich im Torfe viel schneller zersetzen als die von Co und daß es unmöglich sei, sie dort zu erkennen." Jedoch ist keine Unterscheidung durch biometrische Bestimmung möglich, da die Maße fast gleich sind: Co 0,0215—0,0285 mm, My 0,0215 — 0,027 mm.

S. 88: Wohl aber gibt JENTYS-SZAFER morphologische Unterschiede an: 1. die Exine ist bei My stärker als bei Co. 2. die Exine ist bei Co gleichmäßig dick, bei My wird sie nach den Poren zu dicker. 3. in der Exine lassen sich bei Co 2, bei My nur 1 dicke Schicht erkennen. 4. an der Innenseite der Exine von My befindet sich eine Verdickung, die sich nicht bis zu den Poren hinzieht.

Danach konnte JENTYS-SZAFER in jungen Schichten eines Moores bei Zarnowiec in Poméranie die beiden Typen fossil unterscheiden.

S. 89: Darauf hin „glaube ich gelten lassen zu können, daß eine Pollenanalyse älterer Torfschichten gleichfalls erlauben wird, dort Pollenkörner von My zu entdecken und zu bestimmen. Ich möchte jedoch darauf dringen, daß die morphologischen Unterschiede zwischen den Exinen von Co und My nicht ausgeprägt genug sind, um jeden Pollen in einer Mischung erkennen zu können." Da nicht alle Pollen typisch sind, ist ein Mengenverhältnis nicht angebbar. Verf. hält das auch von sekundärem Interesse, es sei schon wichtig, wenn überhaupt die Anwesenheit von My nachgewiesen werden kann, weil sie dem atlantischen Klima eigen und weil sie ein Licht auf die Natur der Flora der studierten Schicht werfe.

(S. 70): über ein Co-Max. von 110 % in Zone II oben (subatlantisch) von Vedbormsmosse auf Öland: „die für diese Zeit abnorm hohen Co-Werte fallen in Seggenmoostorf (in einem zweiten Profile in Sphagnumtorf 81 %); auch dürfte der Pollen zum großen Teil zu My gehören. Obgleich man Co- und My-Pollen nicht unterscheiden kann, spricht doch im vorliegenden Falle ein gewisser Grad von Zerstörung nebst einem undefinierbaren Stil daran, auf den doch das gewöhnte Auge reagiert, zugunsten der Richtigkeit des oben Gesagten".

Auch ich konnte bei den eingangs geschilderten Befunden einen morphographisch nicht darstellbaren Stil bemerken.

(S. 153): „Die ausgeprägten (Co)-Maxima in Vedborms- und Moßbergmossar sind auf Grund von Pollenzerstörung mit Sicherheit von My bedingt".

v. POST (1924 S. 92 Fußn.):

My-Pollen spielt in der fossilen Pollenflora eine äußerst geringe Rolle; denn

1. nach v. POST und R. SANDEGREN (1915) ist die Variationsfrequenz der abweichenden Porenzahl (2 und 4 statt 3) bei rezenten und fossilen Co-Pollen gleich gering.

2. Schichten mit Makrofunden von My zeigten keine hohen „Co"-Frequenzen. Ebenso gibt van BAREN (1927 S. 190) aus dem Oldeberkoop-Moore nur 9 und 43 % neben Makrofunden in Seggentorf an. Aber meine Befunde zeigten gerade das Entgegengesetzte!

Das von v. POST gegebene Beispiel vom Dagsmosse ist allerdings auffällig: in 10 Niveaus eines subborealen Magnocaricetumtorfes mit reichlich Blättern und Früchten von My fanden sich nur 11,6 %, in 11 Niveaus eines nach der Diagrammlage gleichzeitigen älteren Sphagnumtorfes 11,2 % „Co"-Pollen.

3. Oberflächenproben von My-bewachsenen Hochmooren in W-Schweden (von ERDTMAN (1921 S. 34)) zeigen im Durchschnitt dieselben „Co"-Frequenzen wie die My-freien in der Nachbarschaft. Andererseits zeigt ein Befund von SCHMITZ (s. o. S. 248) entgegen dessen Ansicht den recht örtlichen Einfluß von My.

4. Außerhalb des Co-Verbreitungsgebietes von Mittelschweden fehlen „Co"-Pollen in den rezenten Proben, auch wenn sie innerhalb des Vorkommens von My liegen (nach SMITH (1920 S. 140)), ja, aus My-reichen Brüchen stammen (nach ERDTMAN (1921 S. 34)).

5. Der deutliche Frequenzzusammenhalt der „Co"-Pollen mit EMW und Al ist unerklärlich, wenn ein beträchtlicher Teil davon My ist. Das erscheint mir ein Irrtum; denn einmal kommt My auch in Al-Bruchwäldern vor (s. unten). Dann aber vor allem sind Al, (Q) und My an ozeanisches Klima gebunden und werden von diesem demnach ziemlich gleich beeinflußt sein und sich wahrscheinlich auch ziemlich gleichzeitig in der Nacheiszeit ausgebreitet haben. Bei den entscheidenden Punkten (2 und 3) steht also Beweis gegen Beweis. Mit My muß wohl gerechnet werden. Ob LUNDQUISTs Annahme eine Erklärung bietet, wage ich nicht zu entscheiden.

JENTYS-SZAFER hat zwar keine geringere, aber auch keine größere Widerstandsfähigkeit des My-Pollens gegen den von Co gefunden.

Weiterhin fiel auf, welche Unstimmigkeiten über die Standorte von My bestehen; z. B. schreibt SCHMITZ (1931 S. 137): „My . . . paßt besser in Bruchwald als reines Flachmoor". Es ist daher auch nötig, darauf hinzuweisen, welchem weitgehenden ökologischen Bereiche My gerecht werden kann. Aus der Durchsicht der Literatur und eigenen Beobachtungen ergibt sich: My ist besonders Charakterpflanze verschiedener Gesellschaften der Uebergangsmoore und der verheideten toten Hochmoore oder ihrer gut drainierten Ränder in England, Holland, NW-Deutschland, Dänemark, S-Schweden, Norrland; aber auch am Rande von Röhrichten u. ä. und in Bruchwäldern kommt sie vor (TESSENDORF (1913?), POTONIÉ (1911—1915 I S. 38; II S. 280), C. A. WEBER (1902 S. 57), OVERBECK (1931 S. 15), W. O. FOCKE (1871 S. 420 ff.), O. und H. van VLOTEN und van den BERGH in KIRCHNER, LOEW und SCHRÖTER ( ), PREUSS (1932 S. 138), JONAS (1932), KOPPE (1925 S. 136 f), MELIN (1917 S. 77—80), MENTZ (1912 S. 317 f.), OSVALD (1923 S. 56, 109, 141, 320), ERDTMAN (1928 S. 137)). Danach ist es aber unmöglich, bei auffälligen „Co"-Kurven-Gipfeln einen My-Verdacht aus stratigraphischen Gründen zurückzuweisen. Andererseits aber können gerade solche Diagrammlagen zeigen, daß die Mutterformationen der betreffenden Schichten wahrscheinlich auch noch My enthielten, ohne daß deshalb unbedingt deren Reste gefunden werden müßten. Es sind natürlich von Fall zu Fall die gesamten Begleitumstände zu berücksichtigen, ehe eine Entscheidung in dieser oder einer anderen Richtung gefällt wird.

Nach all dem halte ich es nicht für ausgeschlossen, daß man in den Mooren im Verbreitungsgebiete von My zum mindesten in den postborealen Diagrammabschnitten stets mit einer gewissen Beteiligung der Pollen dieses Strauches an der Zusammensetzung der „Co"-Werte zu rechnen hat, die zu abnormen Maxima führen kann. Diese sind aber nicht nur an heideartigen Hmt. gebunden, sondern können, entsprechend der angedeuteten ökologischen Labilität des Gagelstrauches auch in anderen Torfarten zu finden sein.

Als Beispiel sei aus den eigenen Untersuchungen hier schon auf die Blattfunde im Bruchwaldtorfe von Föhr hingewiesen (s. unten).

Schließlich bliebe noch in Erwägung zu ziehen, ob nicht auch bei manchen der häufig zu beobachtenden hohen „Co-Werte" in den Sandproben ein entsprechender My-Einschlag anzunehmen ist. Handelt es sich doch in den fraglichen Fällen meist um humosen Sand unter durch Versumpfung entstandenen Mooren. Es kann aber keinem Zweifel unterliegen, daß diese Versumpfung vorher trockenen Geländes, über deren Ursachen hier nicht die Rede sein soll, u. a. auch von einer Heidevegetation ihren Ausgang nehmen kann, indem diese anmoorigen und zunächst übergangsmoorartigen Charakter annimmt, ehe ein vollwüchsiges Sphagnummoor entsteht. Diese Anfangsstufe ist aber, wie bemerkt, der bevorzugte Standort für My! Es kann sich hier aber auch tatsächlich um einen Anklang an das boreale Co-Max. handeln (auf dessen Deutung ich den My-Verdacht nicht aus-

dehnen möchte), zumal nach der herrschenden Ansicht das Klima erst nach dieser Phase so feucht geworden war, daß Versumpfungsmoore allgemein entstehen konnten. Auch hierüber entscheiden die Diagrammlage und Stratigraphie von Fall zu Fall.

So möchte ich My-Einschlag als bestimmenden Faktor für die „Co"-Frequenz in Sandproben annehmen in: C 148 cm, Ea 98 cm, Lengener Meer 325 cm, Esens-Wittmunder Kanal I 100 cm (OVERBECK und SCHMITZ (1931)), Merfeld II 115 cm (KOCH (1929)), nicht aber in: D 132 cm, Tannhausener Moor 185 cm (OVERBECK und SCHMITZ (1931)), Iselersheim 227 cm (SCHUBERT (1933)).

Zusammenfassend läßt sich jedenfalls sagen: Es ist zum mindesten gelegentlich und in den verschiedensten Torfarten mit einer Beeinflussung der „Co"-Werte durch My-Pollen zu rechnen, besonders wenn es sich um nach Diagrammlage und Ausmaß ungewöhnliche Gipfel handelt.

3. Zur Stratigraphie.

Der Schlämmanalyse des Torfes wurde eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Dabei wurde der Versuch gemacht, durch eine mengenmäßige Schätzung der im Torf erhaltenen Arten eine Vorstellung von ihrer Zusammensetzung zu erhalten und so wenigstens angenähert die Mutterformationen der Schichten und ihre Sukzession zu erkennen.

a) Topogene Bildungen:

Ein limnisches Sediment wurde, entsprechend der Flachwelligkeit der Altmoränenlandschaft, nur einmal angetroffen: die nur 30 cm mächtige boreale Mudde in Bohrung B = humusreiche untere sublitorale Grobdetritusgyttja, von einem Nupharetum gebildet.

Auch limnisch-telmatische sedentäre Verlandungstorfe sind deshalb selten erbohrt worden. Ueber den Schilftorf von Nm[15]) s. unten Tab. IX.

Der Menyanthestorf von B zeigt mit 1 m Mächtigkeit, daß es hier längere Zeit sehr feucht gewesen ist. Bei der schwankenden Stellung der Charakterpflanze dieser Schicht zum Wasserstande[16]) braucht man zwar aus der in B beobachteten Schichtenfolge Mudde/Menyanthestorf/Be-Bruchwaldtorf nicht gerade auf überstürzte Verlandung zu schließen, doch hat sich der Grundwasserstand offenbar schnell gesenkt.

---

[15]) Die Stratigraphie dieses Profiles wird nach botanischen Gesichtspunkten hier mitbesprochen.

[16]) v. POST und GRANLUND (1926) nennen Fieberkleereste als kennzeichnend sowohl noch für Grobdetritusgyttja und Schwemmtorf, als auch für Cladiumtorf, Magnocaricetumtorf, Bryalestorf, Sumpfdy, ja sogar noch für Bruchwaldtorf, ferner in Cuspidatumtorf, Seggen-Moostorf, Be-Moostorf. MELIN (1917) beschreibt aus Norrland Menyanthes-Carices-reiche Gesellschaften aus Dykärr und vergleicht sie mit Parvo- und Magnocariceten in Mittel- und S-Schweden (S. 36). G. DUBOIS (1926 S. 269 f.) nennt sie (nach CAMUS (1921)) als Distrophyte des Myricetums und besonders Magnocaricetums in N-Frankreich.

Häufiger sind semiterrestrische Bruchwaldtorfe. Wenn dieselben wie in A und D sogar auf Sand entstanden, so zeigt das (nach GROSS (1931 S. 51)) die Feuchtigkeit des zweiten, in A aber auch schon des ersten Teiles der Wärmezeit, für den auch v. POST wegen der damaligen Häufigkeit von Cladium hohes Grundwasser und damit niederschlagsreiche Winter annimmt (1925 S. 309).

Da ein Al-Bruch nährstoffreiches und bewegtes Wasser verlangt (KOPPE (1925 S. 136), RUBNER (1925 S. 151)), wurde ein Al-Bruchtorf nur in F am Rande der Treeneniederung erbohrt, wo er als Talmoor im Sietlande von einem Alnetum vom Thelypteris-Typ abgesetzt wurde. Weitere Funde dieser Torfart auf Föhr s. unten. Ob die Gipfelfolge Al, Be (+ My), Pi bei abnehmender Al im obersten Teile dieses Torfes die von C. A. WEBER (1902 S. 204 a. a. O,) beschriebene Sukzession des Uebergangsmoores darstellt, ist nicht sicher, aber jedenfalls nicht ausgeschlossen, wenn man die Funde von My-Blattresten und Be-Nüssen und den stärkeren Zerstörungsgrad der Holzreste bedenkt und andererseits mit BRINKMANNs (1934) Befunden vergleicht, der diese Kulminationsfolge an der Jade stratigraphisch gut belegen konnte.

Bei dem Pi-Be-Bruchwaldtorfe von A handelt es sich nicht um einen Waldhumus oder um die Bildung eines bewaldeten Hochmoores vom ostschwedischen Typ (OSVALD (1923 S. 420; 1925 S. 710; 1930 S. 128)), sondern um die eines eutraphenten Flachmoorwaldes, wie die starke Beteiligung von Phragmites und Filices zeigen. Die Besiedlung eines so nassen Sumpfes mit Pi silvestris erscheint auffällig, da nach DENGLER (1930 S. 137) alle Coniferen gegen Ueberschwemmung besonders empfindlich sind. Es sei aber auf die Schilderungen und Abbildungen aus dem „Urwalde“ von Bialowies verwiesen (B. in deutscher Verwaltung 1917/19, Heft 1 S. 12, Abb. 16 und besonders H. 4, S. 245, Abb. 28). RUBNER (1925 S. 266) erwähnt von dort aus dem Sumpfwalde an den tiefsten Stellen Krüppelkiefern neben Al. Vielleicht sind aber die Pi-Reste von festem Boden daneben hineingefallen. Am wahrscheinlichsten ist jedoch: der Pi-Wald stand am ursprünglich trockenen Talboden und fiel einem Grundwasseraustritte zum Opfer (vgl. die Abb. bei THIENEMANN (1933)), der zur Entstehung eines Be-Sumpfwaldes Veranlassung gab. Er kann am ehesten mit dem Al-Bruche verglichen werden, wobei darauf hinzuweisen wäre, daß hier ein Alnetum sich allein deswegen nicht entwickelt hat, weil Al noch nicht eingewandert war (ebenso SCHUBERT (1933 S. 45)).

Be-Bruchtorfe sind mehrfach angetroffen worden. In A handelt es sich um eine Weiterentwicklung des soeben besprochenen Pi-Be-Bruchwaldes; doch deutet die Abnahme der Filices und die Zunahme der Eric (Calluna, Vacc. uliginosum) und Eriophorum schon die Verschlechterung der Nährstoffzufuhr an, die durch die Torfbildung selbst bedingt ist (C. A. WEBER (1902 S. 204)) und damit zum Hochmoore führt. In B schob sich der Be-Bruchwald über Bildungen, die bei hohem Grundwasserstande abgesetzt waren. Daß der Schilftorf darüber nur eine durch Zersetzung bedingte Abart des Waldtorfes darstellt, wurde S. 221 begründet. Wie hier, so leitet auch in B der Waldtorf zu meso-oligotraphenten

über. Doch ist der Zeitpunkt dieses Umschwunges nicht einheitlich. Nur in A erfolgt der Beginn der Hochmoorbildung im Frühatlantikum, wie allgemein in NW-Deutschland (OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 145, 164), SCHUBERT (1933 S. 45, 132), BRINKMANN (1934)) und überhaupt in Mitteleuropa (GROSS (1931 S. 55)). Um so auffälliger erscheint es, daß auf der schleswig'schen Geest, deren Grund- und Oberflächenwasser doch bestimmt nicht besonders nährstoffreich gewesen sein konnte, die Hochmoorphase meist erst viel später eingesetzt hat, nämlich um das erste Auftreten der Fag-Pollen herum, also im fortgeschrittenen Atlantikum + Subboreal, in D gar erst im Fag-Max.! Die Hochmoortorfbildung hat ihren Ausgang genommen von:

a) Bruchwäldern in A, B, D, F; dabei kam es in D und F zunächst zur Ausbildung einer bryalesreichen Phase, die wohl eine Uebergangsmoorvegetation darstellt.

b) einer Brandlage in Eb; dabei kann aber der Brand einen schon abgestorbenen Wald vernichtet haben (EMEIS (1925 S. 173)), wie es hier der Fall zu sein scheint; (s. auch HAGLUND (1917), SANDEGREN (1916 S. 66 f.), DENGLER (1930 S. 15)).

c) einer Calluna-Myrica-Vegetation auf Sand bei Transgression eines Moores in C und Ea; ähnlich auch bei SCHMITZ (1931 S. 148) im Tannhausener Moor, Esens—Wittmunder Kanal I. Gleich wie dort in Ostfriesland kann daraus entweder der wichtige Schluß gezogen werden, daß eine Heidevegetation schon damals wenigstens in der Nähe dieser Moore bestand, oder noch wahrscheinlicher handelt es sich um ein eric-reiches Pionierstadium der Versumpfungsgesellschaft (SCHUBERT (1933 S. 69)). Bei der genannten Transgression hat das Moor beim Wege von Eb nach a eine Geländeunebenheit überwältigt; beim Vergleich von C mit B zeigt sich die Vergrößerung des Moorareales, als überhaupt hier erst eine Hochmoorvegetation auftrat; es vollzog sich hier also gar nicht die Ausdehnung eines schon bestehenden Hochmoores, sondern erst dessen Entstehung. Allerdings sind nur zwei Profile eine recht unzureichende Unterlage. Die Ursache is sicher klimatisch.

Dem späten Beginne der Hmt.-Bildung entspricht auch die meist geringe Mächtigkeit des ä. Hmt.; nur in A und F bildet er dickere Pakete. Wie in Niedersachsen (C. A. WEBER (1902, 1910, 1926, 1930), OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 146 u. a.), SCHUBERT (1933 S. 134)) zeichnet er sich durch den reichen Gehalt an Resten von Eriophorum vaginatum und Calluna, durch das weitgehende Zurücktreten der Sphagna (nur S. papillosum tritt in einigen Lagen stärker hervor) und die zahlreichen Funde von My, Erica, Andromeda, Empetrum, Vacc. oxycoccus, Rhynchospora, Scirpus caespitosus, Molinia, Ranunculus, Potentilla, Bryales aus. Der starke Verrottungsgrad, der übrigens nicht an den sonst für die nordwestdeutschen Moore typischen heranreicht, der von C. A. WEBER oft (zuletzt 1930 S. 61) als „schwarzbraune schmierig-leimige Masse" beschrieben wird, erlaubt nur stellenweise eine Abschätzung des Mengenverhältnisses und damit eine Untergliederung. Besser gelang das im

jüngeren Hochmoortorfe.

Ganz allgemein war die auffällige Tatsache zu verzeichnen, daß derselbe nicht, wie fast stets in NW-Deutschland (l. c.) fast nur aus Sphagna bestand und nur ganz schwach verwittert war, sondern daß er sowohl mit starker Humosität als auch in seiner pflanzlichen Zusammensetzung Aehnlichkeit mit dem ä.Hmt. aufwies! Daraus erklärt sich auch die Schwierigkeit, die Lage des G.H. bei der Laboratoriumsuntersuchung festzulegen, wenn sie nicht im Gelände am Aufschluß beobachtet werden konnte.

Die Arten:

Die starke Beteiligung von My (besonders in B, E) wurde schon in einem besonderen Kapitel dargelegt.

Auch die Eric, besonders Calluna, spielen eine ungewöhnlich große Rolle. Im Gebiet südwestlich der Elbe bis zum Rhein hin haben die makroskopischen Reste sowie die Pollen (erstere allein sind zu sehr vom Zufall abhängig, insofern bieten die Prozente der Pollentetraden eine weit sichere Handhabe) meist im j.Hmt. abgenommen (KOCH (1930 S. 523), SCHRÖDER (1930 S. 25), OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 164 u. a.), SCHUBERT (1933 S. 67, 134)). Das geschah jedoch nicht immer, z. B. nicht im Elmer Hohen Moor und in Randprofilen. Nur im äußersten Westen (Ostfriesland und Jade) ließ sich kein Unterschied feststellen (SCHMITZ (1931 S. 146, 164): Tannhausener Moor; BRINKMANN (1934): Neudorf.

Während bei SCHMITZ (1931 S. 112) die Minima in beiden Torfarten ziemlich gleich sind, die Maxima aber im ä.Hmt. viel höher sind als im j.Hmt., ebenso die Mittelwerte, läßt sich hier in S.H. nur für letztere zwei Werte in drei Fällen ein entsprechendes Verhalten erkennen. F ähnelt den ostfriesischen Profilen. In A ist das Verhältnis umgekehrt, es ist hier sogar noch eine Zunahme im Subatlantikum zu verzeichnen! Dabei wurden selbstverständlich die Werte der Verheidung beim Abschlusse der Torfbildung besonders betrachtet (ebenso SCHMITZ l. c.). Diese Umkehr findet sich auch bei SCHUBERT (1933 S. 67) im Langenmoore:

Prof. 1 = Mitte: ä.Hmt. 19 %; j.Hmt. 14,6 % Mittelwert
Prof. 2 = Rand: ä.Hmt. 55,6 %; j.Hmt. 92,5 % Mittelwert;

in Analogie zum Randgehänge der Hochmoore ist in Randprofilen ja auch besonders reicher Eric-Bewuchs zu erwarten (SCHUBERT l. c.). Auch bei A handelt es sich um einen ziemlich randlich gelegenen Bohrpunkt. Und noch ein allgemeiner Unterschied gegen die Moore zwischen Elbe und Ems ist erkennbar: dort erreichen die Eric-Pollentetraden nur ganz selten über 100 %, zeigen stellenweise sogar unter 10 %; hier aber, von F abgesehen, liegen selbst die Minima über 30 %, die Mittelwerte um 100 bis 200 %, die Maxima oft mehrere 100 %!

Wie noch bei Besprechung rezenter Spektren dargelegt werden wird (s. unten), muß es wegen nur geringer Reichweite der Pollensendung der Eric leider unterlassen werden, daran die Lösung der Heidefrage zu knüpfen. Zudem sind, wie auch SCHRÖDER (1930 S. 25) betont und aus der Tab. 11 bei OVERBECK (1931 S. 45, Text S. 44) hervorgeht, höhere Eric-Werte an Hoch- und ihm ähnlichen Uebergangsmoortorf gebunden, können aber ausnahmsweise auch — makroskopisch belegt — örtlich in

anderen Torfen auftreten (z. B. im Bruchtorf von B; auf Föhr (s. unten)). Sie lassen so den Schluß zu, daß der Eric-Eigenbewuchs der Moore vorwiegend an der Bildung dieser Werte beteiligt ist. Ferner gehen ihre Schwankungen mit dem durch die Regenerationsstruktur bedingten verschiedenen Reisergehalt einher (OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 149, 164), SCHRÖDER (1930, 1931) (Lupendiagramme!). Wenn man allerdings annimmt, daß die für gewöhnlich in NW-Deutschland (hier auch in F) durchschnittlich erreichten Eric-Werte den Betrag darstellen, in dem sich der Zwergstrauch-Eigenbewuchs des vollwüchsigen Hochmoores widerspiegelt, so könnte man aus den viel höheren Werten in den anderen Diagrammen W-Schleswigs auf eine Mitbeteiligung einer Heidevegetation des die Moore umgebenden Geländes an der Pollensendung schließen. Sie begänne dann ungefähr gleichzeitig mit der Fag-Ausbreitung und mit der Hmt.-Bildung, also klimatisch einheitlich. Ziemlich waldarm war zwar dieses mittlere W-Schleswig, dessen Moore die hohen Eric-Prozente zeigen, schon bei Beginn der geschichtlichen Besiedlung (MAGER (1930 S. 10)). Die Diagramme lassen aber an dem vorgeschichtlichen Vorhandensein des Waldes keinen Zweifel, die hohen Eric-Werte sind also nicht durch Waldarmut bedingt. Ob sie jedoch durch die Calluna in und zwischen den Wäldern hervorgerufen sind, erscheint mir bei dem aus rezenten Spektren zu schließenden geringen Sendebereich (s. unten) unwahrscheinlich. Die im Torfe oft und in Mengen gefundenen Reiser, Blätter und Blüten von Calluna deuten doch unzweifelhaft darauf hin, daß die Moorvegetation selbst eine stärkere Beteiligung des Heidekrautes aufwies, stärker als in den reinen Sphagneten der j.Hmte. des Unterems-Niederweser-Elbegebietes.

Der ganze Vegetationscharakter der untersuchten Moore war eben ein anderer. Darauf weist auch der meist hohe, oft sogar überwiegende Gehalt an Eriophorum vaginatum-Resten besonders auch im j.Hmt. hin.

Die Sphagna treten dafür zurück. Schlenkenarten, wie etwa die der sect. cuspidata wurden nicht gefunden; auch fehlen in stark ozeanischen Gebieten Schlenken auf den Hochmooren, z. B. Lofoten (GROSS (1931 S. 53)).

S. sect. acutifolia, soweit bestimmbar gewesen S. rubellum vel fuscum, überwog nur in A von Anbeginn des j.Hmt., während es sonst erst in den obersten Lagen die Vorherrschaft der S. sect. cymbifolia ablöste; doch waren geringe Reste fast stets im Hmt. zu finden.

Da S. palustre in Hochmooren selten ist, wurde es nur in bryales-reichen Anfangsstufen der Hmt.-Bildung in D und Eb gefunden (nach KOPPE (1926 S. 587) oligo- auch mesotroph, ebenso S. magellanicum).

S. magellanicum fand sich nur in A nicht, viel aber nur in den obersten Lagen von B und F.

In allen Bohrungen fand sich S. papillosum, das in denen der größeren Moore (C + B, F) im ä.Hmt. und älteren Teile des j.Hmt. zum Teil reine Torfe bildete.

S. imbricatum fehlt in den mehr heidemoorartigen Torfen der Bohrungen B und E, ist sonst durchweg vertreten und bildet in den oberen Teilen des j.Hmt. von Nm fast reine Torfe, in den Bohrungen C und F jedoch zu-

sammen mit reichlich Eriophorum. Die einstige Vorherrschaft von S. papillosum und imbricatum als charakteristischen Arten des nordatlantischen Florenbereiches (STARK (1925)) erscheint besonders deshalb bemerkenswert, weil sie heute so selten geworden sind; sie scheinen jetzt durch S. palustre, magellanicum und rubellum ersetzt (SCHUBERT (1933 S. 133 Fußn.)). Auch in den Mooren des Niederelbe-Oste-Gebietes (SCHUBERT (1933 S. 132 f.)), im Teufelsmoore bei Bremen (SCHRÖDER (1930 S. 28)) und zum Teil in Oldenburg (OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 146)), auch im Riekerpolder bei Amsterdam (POLAK (1929 S. 57)) waren S. papillosum und imbricatum die Hauptbildner oft reiner Sphagnumtorfe. SCHUBERT (1933 S. 135) schloß daher auf einen größeren ökologischen Bereich der beiden Arten als man gemeinhin annimmt. Sie gelten anderwärts mehr als für Uebergangsmoore typisch (OSVALD (1923), STARK (1925, 1927)); nach KOPPE (1926 S. 586) ist S. imbricatum oligotroph, während S. papillosum meso- auch oligotroph sein soll (KOPPE (1927 S. 337)); nach v. POST und GRANLUND (1926 S. 87 f.) dringen sie nebst S. magellanicum bei soligenem Einschlage in die Hochmoore. Dem Uebergangs- und soligenem Moortype entsprechen ja auch bis zu einem gewissen Grade die Hochmoortorfe der untersuchten Moore W-Schleswigs, wie die starke Beteiligung der My, Calluna, Eriophorum, sowie die z. T. größere Häufigkeit der Funde von Molinia coerulea, Scirpus caespitosus, Rhynchospora alba, Erica tetralix, Andromeda polifolia, Vacc. oxycoccus und V. uliginosum, Be, Potentilla sp., Polytrichum strictum, Aulacomnium palustre, Chrysohypnum stellatum zeigen (die Mehrzahl derselben ist nach KOPPE (1926 S. 587) oligo- auch mesotroph); (auch bei BRINKMANN (1934) an der Jade sind die Bryales ungemein häufig im Hmt.).

Die Verhältnisse waren also nicht so extrem oligotroph. Doch kann nur bei A nach der Orographie des Geländes eine Ueberrieselung vom geneigten Hange seitlich des Moores her angenommen werden; die anderen Moorkomplexe liegen zu flach, um etwas Derartiges erwarten zu lassen. Auf größere klimatische Trockenheit darf aber keineswegs geschlossen werden; das verbietet nicht nur My, sondern auch Calluna (C. A. WEBER (1930 S. 63)), besonders aber Eriophorum. So weist GROSS (1931 S. 75) auf ihre starke, oft ausschließliche Vertretung in den Stillstandskomplexen der Moore sehr niederschlagsreicher Gebiete hin. Dann sind Calluna-Vaginatum-Moore und reine Vaginatum-Moore heute für die stark maritimen Gebiete typisch, für SW-Schweden (Halland, Bohuslän), die Küsten Norwegens, England und Irland (OSVALD (1923 S. 407 ff.), GROSS (1931 S. 53 u. a.)).

Die Gesellschaften:

Die Deckschichten aller zutage tretenden Moore sind die Bildung reiner Moorheiden.

Die in A, E, F darunter gelegenen und die im unteren Hmt.-Teile von Nm eingestreuten Lagen mit Vorherrschaft von S. rubellum, sowie die mit viel S. magellanicum in B oben können u. a. verglichen werden mit den Gesellschaften auf dem Ahlen-Moore bei Flögeln (s. OVERBECK (1931 S. 15)), ferner mit dem Sphagnetum medii mit viel S. rubellum in rasch

Tabelle VII. **Uebersicht über die Schichtfolgen und Sukzessionen in den Bohrungen A — F + Nm.**

D.	A.	E b.	E a.	B.	C.	F.	Nm.
Heidetorf	Heidetorf		Heidetorf		Heidetorf	Heidetorf	
	S. s. acutifol. T.		S. rubellum-T.			S. s. acutifol. T.	
	Brandlage			S.magellanic.T.	Eriophor.-Torf	S. imbricat.-Erioph. Torf	
Calluna-Myrice Eriophor. Torf	Eriophorum-Torf			S. magellanic.-Eriophor.-Torf	S. imbricat. T.	S. imbricat. T.	S. imbricat.-S. rubellum-T.
			S.papillosum-T	S. papillos.-Erioph.-Call. T.	S. papillos. T.	S. papillos. T. Erioph.-Call. T.	S. rubell.-Aulacomn.-Erioph.-Calluna-T.
Bryales-S. palustre-Torf		Bryal.-Sphgn.-Erioph.-Call.-T.					
	G. H.	G. H.	G. H.	G. H.	G. H.	G. H.	
Uebergangstorf	Erioph.-Call. T.	Sphgn.-Erioph.T.	Sphgn.-Call.T.	S. papillos.-Calluna-Torf Eriophor.Torf	Sphgn.-Erioph.-Torf	Sphgn.-Call.-Eriophor. T. Calluna-Torf S. papillos.-T. Eriophorum-T. Bryal.-Sphgn.T.	
				Schilftorf			
Be-Bruchtorf	Be-Bruchtorf	Be-Brandlage		Be-Brucht.			
	Pi-Be-Bruchtorf					Al-Bruchtorf	Bruchtorf
							Phragmites-T.
				Menyanthes-T.			
				Gyttja			
hum. sand. Ton						Schilfton	Schilfton
Sand	Sand	Sand	Sand	Sand	Sand		

wachsenden Bulten emsländischer Heidemoore (JONAS (1932 S. 8)), das mit seinem Gehalt an Aulacomnium, Polytrichum, Erica, Calluna, My besondere Aehnlichkeit mit dem unteren Torfe von Nm zeigt.

S. imbricatum wuchs in Nm oben in reinen Bulten, war in C und F aber mit viel Eriophorum vergesellschaftet.

S. papillosum fehlt nur in Nm, dominierte dafür, begleitet von Calluna und Eriophorum, zeitweise in den mittleren Teilen des Hmt. der größeren Moore.

Besonders häufig waren Eriophorum-Sphagnum-Gesellschaften, Eriophorum-Calluna-Gesellschaften und reine Eriophorum-Gesellschaften.

Es hätte der Versuch gemacht werden können, diese fossilen Pflanzenvereine mit soziologischen Aufnahmen ähnlicher Moorgesellschaften zu vergleichen, doch wurde davon Abstand genommen, weil die in der Literatur zur Verfügung stehenden Angaben geographisch zu weitläufig sind, um ohne Gefahr herangezogen werden zu können (von Holland bis Trondhjem und Norrland: JONAS (1932), OLSEN (1917), MENTZ (1912), HOLMSEN (1922), OSVALD (1923)).

Es würde höchste Zeit, die noch vorhandenen Reste ursprünglich-torfbildender Vegetation auf den Hochmooren von Jütland, N-Deutschland und Holland vegetationskundlich zu untersuchen.

Diese Gesellschaften treten in bestimmten

Sukzessionen

auf, die im einzelnen aus den Tabellen I—VII zu ersehen sind. In den subatlantischen Schichten herrschten zunächst fast allgemein die S. papillosum-reichen Gesellschaften; sie wurden in B durch S. magellanicum-reiche und in E und F durch S. imbricatum-reiche Gesellschaften abgelöst; zum Schlusse wurden alle S. sect. cymbifolia durch S. sect. acutifolia ersetzt. Den gleichen Wechsel stellten auch H. KOCH (1930 S. 516) im Syen Veen und SCHRÖDER (1931 S. 98) fest. Eine ähnliche Sukzession wie in F fand H. KOCH in der Tinner Dose im Emslande (1930 S. 522 ff.): cuspidata / acutifolia / papillosum / imbricatum / magellanicum / rubellum vel fuscum; nur fehlt in F die cuspidata-Stufe, bei KOCH die rubellum vel fuscum-Stufe. Auch bei den von BRINKMANN (1934) aus dem Jadegebiete mitgeteilten Bohrungen sind Anklänge an diese Sukzession zu erkennen. Die in Nm angetroffene Sukzession stimmt weitgehend mit der von B. POLAK (1929 S. 57) im Riekerpolder bei Amsterdam gefundenen überein (Einzelheiten s. unten).

c) Moortypen.

Nach der so gewonnenen Kenntnis von der Art der einstigen Vegetation und der Topographie lassen sich die untersuchten Moore SW-Schleswigs bestimmten Typen zuordnen, die OSVALD (1923, 1925 und bes. 1930) aufgestellt hat:

a) Das gewölbte Hochmoor vom Osttyp mit Lagg, starkem Randwalde, Calluna-S. fuscum-Bulten und Scheuchzeria-S. cuspidata-Schlenken (1930 S. 125 f.) wurde nicht gefunden.

b) Wohl aber ähnelten die Moore z. T. den gewölbten Hochmooren vom W-Typ, mit Lagg und nur schwachem Randwalde, mit Calluna-S. magellanicum-S. rubellum-Bulten und Vaginatum-S. magellanicum-Schlenken im Regenerationskomplexe, neben dem auch Stagnationskomplexe mit nackten Schlenken mit Algenhaut und Erica-Calluna-Bulten, sowie Erosionskomplexe (Wasserrinnsale zwischen Heidebulten) auftreten (1925 S. 709 f., 1930 S. 119—127).

Hierher wäre das Wilde Moor zu rechnen; doch wurde es nur durch den örtlich größeren Nährstoffreichtum des Abflußwassers der Mineralböden in der unmittelbaren Umgebung an einer seitlichen Ausbreitung gehindert und zur Aufwölbung gezwungen.

Bei den anderen Mooren fiel dieses Hemmnis weg; sie gehören vielleicht zu folgenden zwei Typen (1925 S. 707 ff., 1930 S. 133 — 137) auf ausgelaugten Mineralböden in stark ozeanischen Gebieten, die v. POST und GRANLUND (1926 S. 87 ff.) als soligen ansehen:

c) Flachhochmoor („Planmosse"), ohne Lagg und ohne Aufwölbung, mit fließendem Uebergange zwischen Moor und Heide; das trifft bei C und D zu.

d) Hohlmoor („Skalmosse"), ebenso, aber nicht mit flacher, sondern mit konkaver Oberfläche; so sah ich es bei A und E.

In diesen beiden Moortypen fehlen anscheinend Erosionskomplexe und Stillstandskomplexe oder spielen eine nur geringe Rolle, weil keine Voraussetzungen für ihr Aufkommen vorhanden sein sollen (OSVALD (1930 S. 134, 137)). Ebenso sind darin Regenerationskomplexe undeutlich, weil der Bult-Schlenkenwechsel z. T. durch winterliche Frosterscheinungen bedingt ist (OSVALD (1925 S. 718, 1930 S. 136), GROSS (1931 S. 52)), während im Verbreitungsgebiete der beiden Typen weniger als 1 Monat Frost herrscht (GROSS (1931 S. 53)). Die Bultbildung aus Eriophorum ist von der aus Sphagna artverschieden und mehr in ausgeprägt maritimen Gebieten, wo die Sphagna überhaupt zurücktreten, vorhanden; die Torfbildung ist daher dort eine langsamere.

Der Unterschied zwischen den genannten Moortypen ist fast ausschließlich klimatisch, besonders durch verschieden starke Niederschläge bedingt, (OSVALD (1930 S. 127, 133)), weshalb sie sich in S-Schweden in der genannten Reihenfolge von O nach W ablösen; wenn die extremsten Typen c und d in Jütland und NW-Deutschland nicht entwickelt schienen, so liegt das nach OSVALD an ihrer Nähe zu NN in Vergleich zu Hallands Bergland. Doch hat es jetzt den Anschein, daß diese Typen doch auch außerhalb SW-Schwedens zu finden sind, wie der hier durchgeführte Vergleich zeigt. Jedenfalls haben die untersuchten Moore z. Zt. ihres Wachstumes mehr den Typen c und d, sowie den extremsten Fällen des Types b geglichen, während sonst die Moore in NW-Deutschland mehr gemäßigte Formen des Types b darstellen. Zwar reichen die aus den meteorologischen Daten errechneten Humiditätswerte des Gebietes (s. S. 213) nur knapp an die von HESSELMAN (1932 S. 542—545) für diese Moortypen nach ihrer Verbreitung in S-Schweden als erforderlich ermittelten Werte heran; ich berechnete für W-Schleswig Werte von 40—45; die obengenannten Hoch-

moortypen SW-Schwedens liegen an der Grenze des „subhumiden Gebietes“ mit 40—49, z. T. zusammen mit den terrain-bedeckenden Calluna-Eriophorum-Mooren gar erst im „humiden Gebiete“ mit 50—59 in den Bergen Inner-Hallands. Doch kann mit MAGER (1930) aus dem früheren Waldreichtume und dem sumpfigen Zustande der Niederungen mit großer Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, daß das Klima vor der kulturzeitlichen Entwaldung, der Entwässerung der Moore und Talauen und bei noch unmittelbarerer Meeresnähe als heute regenreicher bezw. feuchter gewesen ist als im Zeitalter meteorologischer Beobachtungen in der Kultursteppe. Dann aber war höchstwahrscheinlich der erforderliche Wert des Humiditätsfaktors erreicht. Bei einem dichteren Beobachtungsnetze sind auch sicher noch höhere Werte zu erwarten als der beobachtete Maximaldurchschnitt von 800 mm in Bredstedt, das noch im relativ regenarmen direkten Küstenstreifen (HELLMANN (1904)) liegt, in dessen Hinterlande — dort liegen die Moore, dort aber fehlen Beobachtungsstationen — erst im vollen Maße die mit den W- und NW-Winden unmittelbarer als im Küstengebiet zwischen Ems und Elbe von der Nordsee hergeführten Regenmengen zum Niederschlag kommen. Das Optimum der echten Hochmoore, das GRANLUND (1932 S. 174) für S-Schweden bei 650 mm pro Jahr fand, ist jedenfalls stark überschritten gewesen; die Werte haben sich wohl bedenklich dem Maximum von 1000 mm genähert. Schon WERTH (1928 S. 375) und GAMS (1929 S. 254) wiesen auf diesen Abstieg des Moorwachstumes nach einem Optimum bei abnehmenden Niederschlägen und abnehmender Temperatur hin. Bemerkenswert erscheint auch eine Feststellung HOLMSENs (1922 S. 54 f.), daß an der W-Küste S-Norwegens der Zersetzungsgrad der Torfe im äußeren Küstenstreifen höher ist als in den bewaldeten Buchten; zudem sind hier die Moore noch wachsende Sphagneten, draußen aber verheidet, tot und ihr Torf ist reich an Resten von Scirpus caespitosus und Eriophorum vaginatum; auch hier ist der Unterschied also durch verminderte Ozeanität in die Fjorde hinein bedingt, ebenso wie in S-Schweden von W nach O und in W-Schleswig gegen N-Hannover-Oldenburg.

Die genaue stratigraphische Analyse hat also für das Subatlantikum in W-Schleswig in Vegetation, Wachstum und Torf Anklänge an die extremozeanischen Hochmoortypen ergeben. Bei der Aehnlichkeit des so gebildeten Torfes mit dem sogen. ä. Hmt. könnte man vermuten, daß zu dessen Bildungszeit die nordwestdeutschen Moore einen entsprechenden Charakter gehabt hätten. Es bleibt aber die höhere Temperatur der ä.Hmt.-Zeit zu beachten, die sicher mehr bewirkt hat als nur den schmierigleimigen Zustand des ä.Hmt. sonst in NW-Deutschland gegenüber dem weniger stark zersetzten in den untersuchten Mooren Schleswigs.

d) Ueber den Grenzhorizont.

Entgegen der Anschauung C. A. WEBERs (1906, 1907, 1910, 1918 S. 232, 1926 S. 101, 106, 1930 S. 60) und R. SERNANDERs (1909, 1910, 1911) von der nachträglichen Entstehung des stärkeren Humositätsgrades des ä-Hmt. in einer ca. 1000jährigen Trockenzeit mit Stillstand des

Moorwachstumes im Subboreal nimmt man die Eigenschaften des ä.Hmt. heute allgemein als primär in einem besonderen Moortype bei einem besonderen Klima entstanden an (SANDEGREN (1916 S. 68 ff.), v. POST (1913 S. 32), ERDTMAN (1921 S. 56 f.), SCHRÖDER (1930 S. 28), GROSS 1931 S. 70 f.), OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 49, 147, 164), GRANLUND (1932 S. 177) u. a.). Ueber Einzelheiten herrscht aber noch Unklarheit und Uneinheitlichkeit (Erwägungen für NW-Deutschland s. bes. OVERBECK und SCHMITZ l.c.).

Auch die eigenen Untersuchungen geben Hinweise für die Richtigkeit der Ansicht von GROSS und OVERBECK und SCHMITZ: im Subatlantikum konnten auch Torfe mit ähnlichen Eigenschaften entstehen, wie sie der ä.Hmt. aufweist. Ferner ergibt sich im Hinblick auf die mit Hilfe der Pollenanalyse durch Vergleich mit den Untersuchungen K. JESSENs (1920) in NO-Seeland gewonnenen Datierungen der einzelnen Torfschichten: wenn der Ausbreitungsbeginn von Fag, der dort im Bruchwald- und Be-Moostorf subborealen Alters ermittelt wurde, hier zur gleichen Zeit erfolgt ist, müssen die Hmt.-Schichten, in denen hier der Fag-Pollenanstieg bewahrt ist, dasselbe Alter haben. Auch ERDTMAN (1924 S. 273 f.) und SCHRÖDER (1930 S. 28, 1931 S. 98) setzen den ä.Hmt. z. T. ins Subboreal. Das Hochmoorwachstum kann dann aber keine lange Unterbrechung erfahren haben.

Wie es trotzdem zur Ausbildung eines G.H. kommen konnte, ergibt sich aus den Untersuchungen GRANLUNDs (1932 S. 177—79): „Das Moorwachstum schreitet normal zu trockeneren Stadien hin“ und erreicht für eine bestimmte Niederschlagsmenge eine bestimmte maximale Aufwölbung; dann tritt Stagnation ein.[17]) (Schon C. A. WEBER (1902 S. 140) hielt die Grenze des Höhenzuwachses der Hochmoore für eine Funktion des Klimas!). „Es wird durch Zunahme der Niederschlagsmenge oder auch nur des Niederschlagnettos von außen neu entfacht.“

So bildet sich nach der allgemein herrschenden schwedischen Auffassung ein schwach humifizierter schnell gewachsener Sphagnumtorf über stark humifiziertem Hmt., der langsam bei weniger Wasser und dadurch von einer Vegetation trockener Standorte gebildet wurde. Die scharfe Grenze zwischen beiden nennt GRANLUND Recurrenzfläche (R. Y.), da mit der eingetretenen Neuversumpfung ein Rückschritt von trockeneren zu feuchteren Stadien im Gegensatz zum umgekehrten normalen Gange der Vegetationsentwicklung der Moore stattgefunden hat.[18]) In Schweden hat GRANLUND 5 solcher Rückschläge, also 5malige Zunahme des Niederschlagsnettos gefunden und die so gebildeten 5 RY auf 1200 n., 400 n., 600 v., 1200 v., 2300 v. Chr.

---

[17]) Nach der Ansicht GRANLUNDs (1932 S. 176) haben die Hochmoore Schwedens die für die heutige Niederschlagsmenge mögliche Aufwölbung erreicht und stagnieren deshalb. Da das nur für echte gewölbte Hochmoore gelten kann, hier aber etwas abweichende Typen festgestellt wurden, ist eine Uebertragung dieser Ansicht zur Erklärung der historischen Verheidung der untersuchten Hochmoore höchstens für F möglich. Die menschlichen Eingriffe dürften allgemein als Ursache wohl näherliegend sein.

[18]) Den klimatischen Trockenheitscharakter der langsam torfbildenden Pflanzengesellschaften möchte ich jedoch in Zweifel setzen; es sei auf das S. 257 Gesagte verwiesen. Er darf nur lokal-edaphisch verstanden werden!

datiert (1931 S. 26). Die häufigst entwickelte ist RY III; sie entspricht dem G.H..

Wieweit auch mit den anderen RY in N-Deutschland zu rechnen ist, müssen erst umfassende Untersuchungen der Moore zeigen, die aber nur an ausgedehnten Stichwänden, nicht an Einzelprofilen ausgeführt werden können! Bis jetzt kann nur bei einem Horizonte Verdacht auf eine nicht dem G. H. entsprechende RY ausgesprochen werden, ohne daß aber eine Entscheidung gefällt werden könnte: BRINKMANN (1934) stellte im O der Jade bei Sehestedt und Mentzhausen eine durchgehende Fläche subatlantischen Alters fest. Auch wäre noch auf den von POTONIÉ (1909 S. 398 ff., 1911—15 III S. 106) mitgeteilten und viel umstrittenen „doppelten G.H." im Gifhorner Moor in S-Hannover hinzuweisen, der nach der voreinst verständlichen Ablehnung (C. A. WEBER (1910 S. 143—162) und in H. A. WEBER (1918 S. 251)) neue Bedeutung gewinnen könnte. Es bleibt immerhin auffällig, daß es Gegenden gibt, in denen die Moore nicht irgend einmal ihre maximale Aufwölbung erreicht und irgend eine RY gebildet haben sollen. Auch gibt es G. H. nur in Gebieten starker Niederschläge (GROSS (1931 S. 64)), also besonders in meeresnahen Gebieten. Es sei noch folgendes gesagt:

Vielleicht gehen die die Entstehung von RY bedingenden Niederschlagszunahmen auf die gleichen Faktoren zurück, die auch gewisse Aenderungen der gezeitenbildenden Kräfte hervorgerufen haben. LUNDQUIST (1932) hat nämlich auf eine auffällige Uebereinstimmung hingewiesen, die zwischen der Versumpfungskurve GRANLUNDs (1932) und der Kurve PETTERSONs (1913) über die Aenderungen der gezeitenbildenden Kräfte besteht. Freilich fehlt zur Zeit noch jede nähere Einsicht in einen ursächlichen Zusammenhang beider Erscheinungen.

II. Ein Profil von Hallig Nordstrandischmoor.

Im Rahmen seiner geologischen Studien im nordfriesischen Wattengebiete hat Herr Prof. Dr. Th. WEGNER, Münster auch einige Moorprofile graben lassen, von denen er mir das eine freundlichst zur Untersuchung übersandt hat. Der Torfblock (135 : 20 : 15 cm) stammt aus dem Watt im N der Hallig Nordstrandischmoor und wurde in der Spur eines ehemals darüber gelegenen und jetzt vom Meere abgetragenen Deiches gewonnen. (W. briefl.)

1.) Stratigraphie:

Oberflächlich betrachtet gliedert sich das Profil in:

0— 73 = 73 cm Hochmoortorf,
  0—30 = 30 cm schwach zersetzt, wenige Bultlagen,
  30—73 = 43 cm ziemlich stark zersetzt, vorwiegend Bultlagen,
73—124 = 51 cm Schilftorf,
124—135 = 11 cm schilfhaltiger schwarzer stark geschrumpfter muddiger, z. T. toniger Torf.

Die Größe der Proben gestattete den Versuch, eine angenähert quantitative Untersuchung der Pflanzenreste in den einzelnen schwach und stark

zersetzten Lagen des Hmt. durchzuführen, um so einmal an fossilem Materiale die bei dem Moorwachstume auftretenden Sukzessionen der Pflanzengesellschaften aufzudecken. Das Ergebnis ist in einer Tabelle zusammengefaßt (s. Tab. Nr. VIII), deren Zahlen eine Schätzung des Mengenanteiles der Reste der gefundenen Arten darstellen; sie sind zwar nicht gleichartig den den Deckungsgrad berücksichtigenden soziologischen Schätzungen, aber wohl mit ihnen vergleichbar. Ebenso sind in einer zweiten Tabelle (Nr. IX) die neben den Resten von Phragmites im Schilftorfe gemachten Funde von Früchten und Samen zahlenmäßig zusammengestellt.

Die Entwicklungsgeschichte des Moores war hier demnach folgende: zuerst betätigte sich ein Röhricht = Scirpeto-Phragmitetum mit noch offenem Wasser in der Bildung von 20 cm tonigen Schilftorfes (135 bis 115 cm). Erst nachdem die Zufuhr von Schlamm aufgehört hatte, entwickelte sich ein artenreicheres Phragmitetum mit Filices, Carex pseudocyperus, C. riparia und einer ganzen Reihe weiterer Flachmoorsumpfpflanzen, dessen Produkt die 40 cm Schilftorf sind (115—75 cm). Im obersten Teile desselben (90—75 cm) tat sich schließlich in dem Auftreten von Salix, Filices, Rumex acetosa und besonders Lychnis flos cuculi (FIRBAS det.) ein Uebergang zum Bruchwalde kund; jedoch kam es nicht zur Ausbildung eines reinen Bruchwaldtorfes. (SCHWARZ (1932 S. 62) erwähnt eine dünne Schicht desselben, die wohl der beschriebenen Lage entspricht).

Aus dem Fehlen mariner Diatomeen (auch andere wurden nicht gefunden) und der gesamten Vegetation geht hervor, daß eine reine Süßwasserbildung vorliegt; die Stelle lag oberhalb der Reichweite des brackigen Flutwassers (ebenso SCHWARZ (1932 S. 61)). Ferner macht es die sicher eingeschwemmte Pc-Nadel[19]) wohl wahrscheinlich, daß es sich um fließendes Wasser handelte.

In dem noch schilfreichen Ufergebüsche wurden die Nährstoffverhältnisse ziemlich plötzlich oligotroph; es wanderten Calluna und Sphagnum rubellum vel fuscum ein, denen bald Aulacomnium palustre, Polytrichum strictum, Thuidium lanatum, Erica tetralix, Vacc. oxycoccus und besonders Eriophorum vaginatum folgten und das Röhricht vernichteten; es kam zur Bildung eines Hochmoores.

Zunächst bildete sich ein meist stark zersetzter und sehr bultreicher Torf. Von den 40 cm nehmen die 8 Bultlagen zusammen 26,5 cm, die 5 schwach zersetzten Lagen aber nur zusammen 13,5 cm ein. Anfangs, nachdem die Flachmoorvegetation vernichtet war, herrschte Eriophorum allein, dann setzte sich ein regenerationsartiges Wachstum durch, bei dem die bultenbewohnende Eriophorum-Calluna-Empetrum[20])-Aulacomnium-Gesellschaft durch eine nur selten rein entwickelte Sphagnum rubellum vel fuscum-Gesellschaft

---

[19]) Bei dem Alter des Torfes ist es ausgeschlossen, daß es sich um die Herkunft von einer angepflanzten Pc handelt. Vielleicht stammt die Nadel aus einem aufgearbeiteten Interglazialtorf.

[20]) Aus der Pollenanalyse geschlossen.

Tabelle VIII

Stratigraphie von Profil **Nm** von Hallig Nordstrandischmoor

I. Hochmoortorf

				H		Empetrum nigrum a) P	Calluna vulgaris H	Bt	Bl	Erica tetralix Bt	P	Eriophorum vaginatum b) F	Rh	Polytrichum strictum	Pohlia nutans c)	Aulacomnium palustre	Rhynchospora alba S	Andromeda polifolia S	Vaccinium oxycoccus H	Bl	S	P	Sphagnum sect. acutifolia meist rubellum vel fuscum	Sphagnum imbricatum	Thuidium lanatum c)	Rh	Filices	Rumex acetosa F	Carex rostrata F	Carex pseudocyperus F	Phragmites communis Rh	Scirpus maritimus F
a.	0 — 7	7 cm	S	2/3	Sphagnum imbricatum - S. rubellum - Torf	—	2			1		1					2	1	1			3	3								
						?	1					2										3	3								
b.	7 —10,5	3,5 „	B	6	Calluna - Eriophorum - S. rubellum - Torf .	?	2/3					3										4	1								
c.	10,5—13,5	3,5 „	B	3	S. rubell. - S. imbricat. - Eriophorum - Torf	?	1					2				1						4	2								
d.	13,5—25	11,5 „	S	2	S. imbricatum - S. rubellum - Torf . . .	—	1					1					1	1	1			3	4								
e.	25 —27	2 „	B	3	S. imbricat. - S. rubell. - Aulacomnium-Torf	—	1					1				2	1					3	3								
f.	27 —30	3 „	S	2	Sphgn. imbricatum - Aulacomnium - Torf .	?	1									3/4						1	3								
g.	30 —35	5 „	B	6/7	Calluna-Torf	1	4					2				2			1			1	1								
h.	35 —36,5	1,5 „	S	3	Sphagnum rubellum - Torf	?	1									1						3									
i.	36,5—38	1,5 „	B	5	Eriophorum-Torf	?	1					4				2						1									
k.	38 —42	4 „	S	3	Sphagnum rubellum-Torf	?	1					1				2						3									
l.	42 —48	6 „	B	7	Empetrum-Calluna-Eriophorum-Torf . .	3/4	4					4				1						1									1
m.	48 —49	1 „	S	4	Sphagnum rubellum-Torf	?	2					1		1	1	1						3									
n.	49 —54,5	5,5 „	B	6	Eriophorum-Torf	?	2					4				2						2									
o.	54,5—58,5	4 „	S	3	Sphagnum rubellum-Torf	2	1			1		1				2			1			4									
p	58,5—59	0,5 „	B	3/4	Sphagnum rubellum-Aulacomnium-Torf .	?	1					1				3			1			3									
q.	59 —62	3 „	S	4	Sphgn. rubellum - Aulacomnium-Erioph.-T.	?	1					3				3						3									
r.	62 —63	1 „	B	6/7	S. rubell.-Aulacomnium-Erioph.-Calluna-T.	?	2					2				3			2			2									
s.	63 —65	2 „	B	6	Eriophorum-Torf	3	1					4				1						1									
t.	65 —70	5 „	B	7/8	Calluna-Eriophorum-Bryales-Torf . . .	?	4			1		4			2	3			1			1		1	1		2		1		
u.	70 —75	5 „	—	8	Uebergangstorf	1	2															3			3	1	1	1	3		

a) nur nach Pollenanalyse. b) Früchte von E. sind auffällig selten. c) KOPPE do. det.

Tabelle IX

Stratigraphie von Profil **Nm** von Hallig Nordstrandischmoor

II. Flachmoortorf

					Rh	F	F	F	F	F	F	S	S	S	F	F	S	S	S	S	S	S	F	F	F	Bt	Rh	H
					Phragmites communis	? (Composit.)	Scirpus maritimus	Carex riparia	Carex pseudocyperus	Cirsium oleraceum	Cicuta virosa	Solanum dulcamara	Lycopus europaeus	Mentha arvensis a)	Stachys palustris	Lychnis flos cuculi b)	Viola palustris	Galeopsis tetrahit	Scutellaria galericulata	cf. Chenopodium	Ranunculus lingua	Galium cf. palustre	Rumex acetosa	Picea excelsa	Filices	Salix	
v.	75 — 80	5 cm	Bruchwaldtorf . .		8				6	1						26	15				½	8	7			+	+
	80 — 90	10 „	„ . .		8			25	15	2		1	75	29	3	580	59	5	8	2	1					+	+
w.	90 — 97,5	7,5 „	Schilftorf		8			2	39				34	8	1	48	5								+		
	97,5—102,5	5 „	„		8				4		½	3	8	8	1	8											
	102,5—112,5	10 „	„		8			4	26			15	59	11	—												
	112,5—120	7,5 „	„		8		4		1	5																	
	120 —124	4 „	„		8		4	1		1																	
x.	124 —131	7 „	Schilfton		8	1	1							8													
	131 —133	2 „	„		8																						

a) M. aquatica ist gestutzter. b) FIRBAS det. c) SCHWARZ (1932 S. 61) erwähnt ferner noch Samen von Menyanthes trifoliata im Schilftorf.

immer nur kurz unterbrochen wurde. Die schwach zersetzten Lagen dieser unteren 40 cm Hmt. sind also nicht in Schlenken entstanden! Die Entwicklung fand dann mit einer Calluna-Dominanz ihren Abschluß.

Es folgen nun noch 30 cm meist schwach zersetzten Torfes, (charakterisiert durch Sphagnum imbricatum), in welchem die drei schwach zersetzten Lagen mit 21,5 cm den 2 stark zersetzten Lagen mit nur 8,5 cm gegenüberstehen; auf der anderen nicht analysierten Seite des Torfblockes war das Verhältnis sogar 25,5 : 4,5 cm. Es dominierten S. imbricatum und S. rubellum vel fuscum durchaus, begleitet von Andromeda polifolia, Rhynchospera alba und Erica tetralix, nur in der kräftigen Bultlage oben (b) wurden sie von einer Eriophorum-Calluna-Gesellschaft unterdrückt.[21]) Nach OSVALD (1923 S. 137, 276 f.) bildet eine ganz gänzlich geartete Calluna-Sphagnum imbricatum-Gesellschaft einen Ueberbau zum Regenerationskomplexe und stellt ihrerseits eine Regeneration der Zwergstrauchheide-Gesellschaften dar. Es hat den Anschein, als ob hier dieselbe Gesellschaft vorliege, wenn auch Calluna schwächer vertreten ist als dort; aber jedenfalls baute sie sich auch hier auf einer Heidegesellschaft auf (in 30 cm). Die schwach zersetzten sphagnumreichen Lagen der oberen 30 cm Hmt. sind also nicht Schlenken, sondern Bleichmooshügel in dieser Moorheide gewesen.

Der deutliche Wechsel im Humositätsgrade in 30 cm, eben die geschilderte Ablösung des bultenreichen Regenerationskomplexes aus Calluna, Empetrum, Eriophorum, Aulacomnium, Sphagnum rubellum — S. rubellum durch die Heideregeneration mit S.imbricatum könnte dazu verleiten, darin den G.H. zu sehen, wie es auch von WEGNER (1931 S. 195) getan wurde. Doch widerspricht dem die Deutlichkeit der regenerationsartigen Struktur unter diesem Horizonte und damit der relativ geringe Zersetzungsgrad besonders der „Schlenkenlagen", ebenso wie das Pollendiagramm (s. Abb. 11).

2.) Pollenanalyse:

Eine Einordnung in die in den Festlandsmooren gefundenen Phasen der Waldgeschichte ist schwierig, weil das Diagramm (s. Abb. 11) keinen Wechsel aufweist, der einen Anhaltspunkt bieten könnte.

Neben Al dominiert EMW, an dem aber Ti und Ul nur noch schwach beteiligt sind. Fag ist fast durchgehend, aber stets unter 5 % vertreten. Die Bildungen sind also frühestens in der Q-Fag-Zeit = in der 2. Hälfte der ä.Hmt.-Zeit entstanden. Da nach der Stratigraphie nicht die ganze Ablagerung präsubatlantisch sein

---

[21]) Die aufgefundene Sukzession hat eine auffällige Aehnlichkeit mit der, die B. POLAK (1929 S. 57) vom Riekerpolder bei Amsterdam mitteilt: Blauer Seeklei/Phragmitetum mit Carices und Scirpus maritimus/Caricetum mit Polytrichum/Sphagnum recurvum und angustifolium-Uebergang (in Nm nicht entwickelt) /Calluneto-Eriophoretum mit viel Aulacomnium/Sphagnum imbricatum-Gesellschaft.

kann, bleibt nur die Erklärung übrig, daß die schweren Pollen der Buche, die ja in der Nähe keine Standortsmöglichkeiten gehabt hat, nicht in genügender Menge von der Festlandsgeest her transportiert worden sind; bis zur Geest sind es mindestens 15 km, dort aber hatte Fag nennenswerte Beträge erreicht (s. z. B. Olderuper Moor E). Andererseits ist natürlich unbekannt, ob nicht die Torfschichten, in denen die Fag-Pollen vielleicht reichlicher enthalten waren, dem Meere oder dem menschlichen Eingriffe beim Deichbau zum Opfer gefallen sind. Jedenfalls spiegelt das Profil sicher nicht die jüngsten Etappen der Entwicklung wider, es besteht aber Aussicht, dieses Stadium bei einem Profil unter dem erst 1634 gebildeten Halliglande zu finden, weil da der menschliche Einfluß bestimmt wegfällt, der des Meeres zwar nicht. Es ist also nicht möglich, zu sagen, welcher Teil des Profiles subboreal, welcher subatlantisch ist, wo die dem G.H. zeitlich entsprechende Grenze beider Zeitphasen zu ziehen wäre.

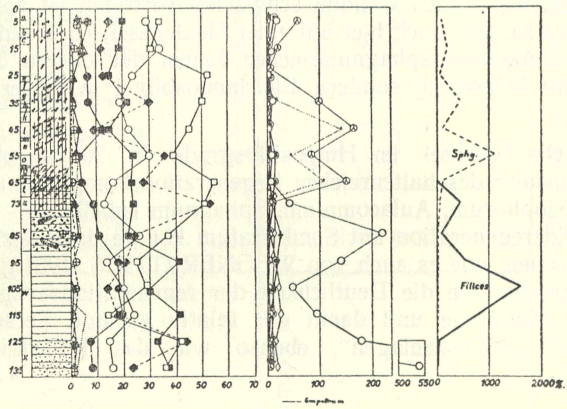


Abb. 11. Profil Nm von Nordstrandischmoor.

Einige Worte seien noch über die Kurven der Nichtbaumpollen und Sporen angefügt. Im Schilftorfe zeigen die der Gram und Fil ein Wechselspiel, das stratigraphisch nur zum Schlusse zum Ausdrucke kam. Die der Eric haben nur im unteren bultreichen Teile des Hmt. beachtliche Werte; doch wurden die Proben der Mikroanalyse nicht so dicht genommen wie die der stratigraphischen Untersuchung, so daß die zahlenmäßige Beteiligung der Eric von hieraus nicht gestützt werden konnte. Es ist aber wichtig, darauf hinzuweisen, daß es sich hier in 46, 55 und 65 cm im wesentlich höherem Grade um Empetrum (141, 46, 108 %) als um Calluna (26,7, 35, 44,7 %) handelt, obwohl von der Krähenbeere makroskopisch nichts gefunden wurde. Sonst weisen nur noch die Kurven der Var im Schilftorfe in 115 cm und die der Chen-Caryoph in 85 cm, gleichzeitig mit dem Funde von 2 Samen von Chenopodium und 8 von Scutellaria galericulata Gipfel über 20 % auf.

III. Rezente Pollenspektren. (S. Tab. X S. 332.)

A. Beschreibung und Vergleich mit der Vegetation in der Umgebung der Proben.

1.) Festland.

Von der Festlandsgeest können nur zwei Oberflächenproben angeführt werden, die die obersten Lagen der Bohrungen C und F bilden. Das Spektrum No. 1 aus einem Sphagnum rubellum-Polster auf dem verheideten Nordteile des Seelandmoores zeigt eine unbeschränkte Vorherrschaft der Nadelholzpollen: Pi 70 %, Pc 12 %; die Laubhölzer bringen es bei ziemlich gleicher Beteiligung nur auf zusammen 20,7 % einschließlich Co. Jedoch sind diese hohen Coniferenwerte nicht allein durch Weittransport bedingt; denn ca. 5 km weiter im N liegt ein nadelholzreicher Forst, das Lindewitter Holz. Nach brieflicher Mitteilung von Herrn Förster SACH besteht das 220 ha große Gehölz zu $^2/_3$ aus Nadelholz (vorherrschend Pc neben etwas Pi) und zu $^1/_3$ aus Laubholz (Fag mit eingesprengten Q und Be). Alle genannten Bäume sind mannbar. Ferner sah ich im W des Moores zwischen Joldelund und der Moorsiedlung Sillerupfeld die Knicks weitgehend mit Pi montana bepflanzt. Die anderen Gehölze in der Umgebung des Moores sind von Laubhölzern gebildet: der Jerrishoer Wald (7 km östlich) ist (nach EMEIS (1925)) ein typischer Kratt, ebenso wohl auch die Bestände am Ostteil des Moores bei Kollund zwischen Pobüll und Gr. Jörl (6 km SSO) und das kleine Gehölz beim Ostenauhof (3,3 km SSW).

Unter den Nichtbaumpollen fallen neben 240 % Eric des verheideten Moores und der Heide in seiner nächsten Umgebung, besonders 468 % Gram und 61 % eines unbekannten Krautes mit salicoidem Pollentyp auf; vielleicht entstammen sie den in Wiesen umgewandelten Moorflächen.

Das Spektrum No. 2 aus einem Sphagnum medium-Polster vom gleichfalls verheideten Wilden Moore bei Schwabstedt (13 km SO Husum) zeigt ein etwas anderes Bild. Inmitten eines ausgedehnten Kulturlandes (Treene-Marsch in O und S, Geest in W und N) sind die 50 % Pi, 6 % Pc, 0,5 % Ab wohl mehr durch Weittransport bedingt erklärbar, zumal fast alle Bestände der Umgebung von Laubhölzern gebildet sind.[22]) Besonderen Einfluß auf das Spektrum hat der schöne Buchenhochwald Forst Lehmsieck, der unmittelbar am SW-Rand des Moores (2,5 km von der aus der Moormitte stammenden Probe entfernt) sich den Hang hinaufzieht, indem er die 20 % Fag an der Buchenwestgrenze (Wi. CHRISTIANSEN (1926)) bedingt. Wie schon S. 241 dargelegt, muß dabei auch die Exposition (Lee-Lage) für die Höhe des Buchenwertes mitverantwortlich gemacht werden. Man vergleiche auch: ERDTMAN fand 11 % Fag 3,5 km vom nächsten Buchenwald entfernt (1921 S. 30). Sonst erreichen nur noch die Eric mit 119 % höhere Werte; der kultivierte Nordteil des Moores macht sich nicht bemerkbar.

---

[22]) Ueber Forst Ohligslust im N des Wilden Moores konnte ich nichts Näheres über die in der Generalstabskarte gezeichnete Coniferenanpflanzung erfahren.

Als gemeinsamer Zug der beiden Spektren ergibt sich also: Die Weittransport-Auslese der Coniferen ist offenbar noch durch die geringen vorhandenen Anpflanzungen derselben verstärkt.

2.) Inseln.

Eine Anzahl (21) Oberflächen wurde auf den Inseln Amrum, Föhr und besonders Sylt gesammelt, um der vor allem im Küstengebiete (zumal zur Deutung der Klei-Diagramme herangezogenen) so wichtigen Frage des „Ferntransports" und dem Erkennen der Waldlosigkeit früherer Zeiten näher zu kommen. RUDOLPH und FIRBAS haben nur zu recht, wenn sie schreiben (1927 S. 113): „Die besondere Ausgestaltung der Pollenspektren in waldfreien oder waldarmen Gebieten bedarf noch eingehender Untersuchung". Dazu soll hiermit ein Baustein geliefert werden.

Leider sind aber die Inseln nicht ganz baumfrei. Es seien daher die vorhandenen Bestände in einer Tabelle zusammengestellt. (Tab. XI, S. 333.)

Die Lage der Oberflächenproben ergibt sich aus der Uebersichtskarte (Abb. 2). Nach der Vegetation ihrer Umgebung sind sie in drei Gruppen zu ordnen:

a) zwischen Heide gewachsen (10 Stck.), meist Sphagnum-Polster aus den Dünentälern von Amrum und Sylt, bes. aus dem Naturschutzgebiete Listland (Nordspitze von Sylt).

Zum Vergleich der Vegetationsverhältnisse der verheideten Dünentäler und der Dünen selbst, sowie zur besseren Bewertung der Nichtbaumpollenwerte seien hier einige soziologische Aufnahmen mitgeteilt, die während einer Exkursion des Botanischen Instituts der Universität Frankfurt a. M. im August 1930 in Listland gemacht worden sind: (s. Tab. XII, S. 334.)

Die Baumpollenspektren dieser Probengruppe a) weisen zunächst die Anwesenheit aller in Betracht kommenden Arten auf, obwohl doch viele von ihnen nur sporadisch und in ziemlicher Entfernung vorhanden sind. Das gleiche zeigten auch die rezenten Spektren der Moore des kahlen Gipfels des Riesengebirges (RUDOLPH und FIRBAS (1927 S. 114)), weil „der überdeckende Einfluß des lokalen und Umgebungsbewuchses wegfällt, wodurch sie wieder stärker hervortreten".

Dann macht sich eine erfreuliche Gleichartigkeit bemerkbar, die auch noch einige Proben von Gruppe b) erfaßt und so die Aufstellung eines Durchschnittsspektrums aus den Spektren No. 3—16 gestattete. (s. Tab. X Nr. 25.)

Besonders bemerkenswert ist aber der Anteil von Be (durchschn. 24 %). Bei der Waldarmut und exponierten Westlage der Inseln hätte man nach der Literatur (v. POST (1916/19/24), ERDTMAN (1921), AUER (1927), RUDOLPH und FIRBAS (1927 S. 113), OVERBECK (1928), RUDOLPH (1929 S. 74)) reine Ferntransportspektren erwarten dürfen.

Es erweist sich, um Mißverständnisse aus dem Wege zu räumen, als unbedingt notwendig, die Begriffe, die sich auf die Reichweite der Pollensendung beziehen, schärfer zu fassen; besonders unter Ferntransport wird etwas ganz Verschiedenes verstanden. RUDOLPH und FIRBAS (1927 S. 111, Fußn.) unterscheiden folgende Sendebereiche: „Lokaler Pollen" stammt

von den Gehölzen der nächsten Nähe der Untersuchungsstelle, bei Moorproben also von den Besiedlern des Moores und seines Randgebietes. Er ist meist überrepräsentiert. Der in den Spektren quantitativ zur Geltung kommenden Pollen der Wälder um das Moor stammt nach allgemeiner Ansicht (RUDOLPH und FIRBAS (1924 S. 26) u. a.) aus einem Umkreis von ca. 7—10 km. Diesen Bereich könnte man Nahtransport nennen. Von Weittransport sprechen sie, „wenn die betreffende Art in der nächsten Umgebung fehlt, aber in einem Umkreise von 10—20 km vorkommt; darüber hinaus Ferntransport".

ERDTMAN (1921 S. 48, 1923 S. 538) versteht jedoch unter Ferntransport 150—200 km Minimalabstand vom nächsten Vorkommen der betreffenden Art. Will man das beibehalten, muß man entweder den Bereich des Weittransportes bis zu dieser Grenze ausdehnen oder noch eine Stufe zwischen beiden, den Bereich von 20—150 km abtrennen.

Am zweckmäßigsten erscheint mir folgende Stufung:

1.) Lokaler Pollen: (wie oben.) Von den Bewohnern der nächsten Nähe der Untersuchungsstelle.
2.) Nahtransport: (wie oben.) bis 10 km im Umkreise.
3.) Weittransport: 10—100 km im Umkreise.
4.) Ferntransport: über 100 km Entfernung.

Was man gemeinhin mit Ferntransport zu bezeichnen pflegte, wäre also richtiger Weittransport zu nennen; Ferntransport im Sinne ERDTMANs erfaßt nur wenige Pollen und alle Arten gleich (s. z. B. die Pollen in den Torfen der Farøer (K. JESSEN und RASMUSSEN (1922)) und Algenproben von Nowaja Semlja (HESSELMAN (1919 S. 45) nach KILLE), sowie das Fehlen von Pollen in Torfen der Orkney-Is. (ERDTMAN (1924 S. 483)) und in Algenproben von Island, Bäreninsel, Spitzbergen (HESSELMAN (1919 S. 44)).

Nur im Weittransportbereiche sind die Erscheinungen der Pi-Ueberrepräsentanz in Kulturspektren, solchen der Arktis und aus marinen Küstensedimenten zu erwarten.

Auch die hier mitgeteilten rezenten Spektren der Inseln sind fast ganz durch Weittransport entstanden. Die Proben liegen von den Gehölzen der Inseln bis 12,5 km (No. 5 3,5 km, die von Sylt 3—13 km), von den nächsten Gehölzen des Festlandes mindestens 38, meist 55 bis über 70 km entfernt.

Aber überraschenderweise geben die geringen Anpflanzungen den Ausschlag. Die Pi-Werte entsprechen unter Berücksichtigung der enormen Pollenproduktion dem tatsächlichen Vorkommen im Verhältnis zu den anderen, bes. Be. Zum gleichen Ergebnis kommt auch BRINKMANN (1934) bei zahlreichen rezenten Spektren aus dem Gebiete rund um die Jade!: „Der lokale Bestand bestimmt trotz seiner geringen Deckung das Pollenbild". Der Ferntransport im Sinne ERDTMANs (s. o.) macht also bei der vorliegenden Exposition auch im fast waldfreien Gebiete nur einige Prozent aus und erfaßt alle Baumarten ziemlich gleichmäßig. Ein Vergleich mit LUNDQUISTs Befunden auf Öland (1928 S. 180) ist nicht möglich, weil diese Insel in Lee des Nadelwaldgebietes im östlichen Südschweden liegt, während hier Luv-Exposition zu den westlichen Seewinden vorliegt. Der Weittransport ist zwar wohl etwas höher als in Waldgebieten, wo er nur gering veranschlagt wird (ERDTMAN (1923 S. 542), v. POST (1924 S. 99—108), GAMS (1926/27 S. 164), RUDOLPH (1931 S. 120): 2—3 %). Andererseits nehmen ERDTMAN (1924 S. 495) auf den Shetland-Is. bei 10 % Pi und (1921) bei 7 % Pc, sowie HESMER (1931 S. 572) bei 5,6 % Pc und auch H. A. WEBER (1918 S. 216) bei 8—9 % Pc unter den jeweiligen Verhältnissen noch „Ferntransport" an. Nach KELLER (1928 S. 212) sind Schwankungen im Bereich bis 10 % stark vom „Ferntransport" beeinflußt.

Bemerkenswerter sind die Nichtbaumpollen; in der ungeheuren Höhe ihrer Werte (Gesamtdurchschnitt 1008,7 %) drückt sich entsprechend der Ableitung in FIRBAS und GRAHMANN (1928 S. 45) die Waldarmut des Gebietes aus.

Der allgemeinen Heidevegetation der Umgebung dieser Probengruppe entsprechen die hohen Werte der Eric (Minimum 140, Maximum 1565 %); Calluna überwiegt stets und weitaus (min. 110 und 124 % in No. 4 und 6 zwischen Psammadünen!, meist über 300 %, max. 1525 %), daneben ist noch, soweit es unterschieden wurde, Empetrum reichlich vertreten (bis 260 % in No. 12 am Fuße der mit viel Empetrum bestandenen Tertiärdünen (s. Vegetationsaufnahmen No. 3—5, Tab. XII)). Weitere Pollen vom Ericalestyp (nicht näher unterschieden) spielen nur eine geringe Rolle; in No. 11 gehen die 144 % wahrscheinlich auf den örtlichen Bewuchs mit Vaccinium oxycoccus zurück (s. Vegetationsaufnahme No. 7, Tab. XII). Ebenso erreicht auch Erica tetralix nur bei No. 9, 12 und 13 hohe Werte (72—92 %), wo diese Pflanze an feuchteren Stellen dichte Bestände bildet (s. Veg.Aufn. No. 6 u. 7, Tab. XII).

Besonders hohe Werte der Pollen anderer Pflanzengruppen in einzelnen Spektren sind örtlich bedingt; sehr niedrige sind allerdings auch nicht zu verzeichnen, so daß doch eine gewisse Fernwirkung der Gram, Var u. a. zu erkennen ist. In No. 3 sind 900 % Gram und 369 % Var, darunter 176 % Compositen!, 56 % Plantago, 13 % Succisa, Armeria, Statice u. a. unbestimmt gebliebene Typen wohl durch die an diesem kleinen Heidebestand angrenzenden Marschwiesen hervorgerufen.

Das Sphagnum-Polster mit No. 5 wuchs neben vielen anderen in einem versumpften Dünentale (rechts der Bahn vor der Landungsbrücke am Orte Norddorf) zwischen reichlich Schilf u. a.; daher wohl die 190 % Gram; von den 152 % Var entfallen allein 81 % auf einen kleinen quercoiden Typ. Die 31 % Chen werden wohl von den Halophyten aus der nichtbedeichten Marsch im N herübergeweht sein.

In No. 6 entstammen die 134 % Gram vielleicht der die Dünen rundum besiedelnden Psamma. Die 792 % Var enthalten allein von dem schon bei No. 5 aufgetretenen Pollentyp 760 %!; dabei möchte ich darauf hinweisen, daß gerade diese Proben zwischen Psammadünen gewachsen waren, was sich auch in den hier als gering anzusehenden Callunawerten auswirkte, In No. 8 fallen 281 % Cyp auf; in der Nähe stehen Eriophorumbestände, denen die Proben No. 9 und 10 entstammen, ohne aber nun ihrerseits gleichfalls so hohe Cyp-Prozente zu zeigen. Man sieht, daß bei Schlüssen aus Einzelbefunden Vorsicht geboten ist.

b) Eine zweite kleinere Gruppe von 6 Oberflächenproben verschiedener Art und Lage hat Wiesen, Schilf u. ähnl. als umgebende Vegetation. Dementsprechend sind auch die Spektren uneinheitlich und machen eine Einzelbesprechung nötig.

Das Spektrum No. 14 ähnelt nebst No. 15 und 16 denen der Gruppe a) noch am meisten, wenn auch Al (wohl von den Vogelkojen) zu ungunsten von Pi schon einen höheren Wert erreicht; die Heide des Standortes tut sich in den 344 % Calluna kund, während der Scirpus-Bestand selbst

keinen entsprechenden Niederschlag im Pollenspektrum hervorrief. Die 1565 % Gram entstammen wohl den im W angrenzenden Wiesen in einer Niederung der Geest zwischen Uetersum und Kl. Dunsum, ebenso auch bei No. 3. Auch BRINKMANN (1934) hält bei seinen rezenten Spektren Hohenberge mit 112 %, Neudorf mit 228 %, Rosenberg mit 910 % Gram inmitten ausgedehnten Wiesen diese Werte für kulturell bedingt. Vgl. auch die Oberflächenprobe des im Abbau befindlichen Fresenburgmoores mit 200 % Gram (SCHUBERT (1933 S. 28)).

Das Sphagnum-Polster No. 15 stand in einem Eriophorumbestand mit viel Gentiana pneumonanthe und Narthecium ossifragum am Nordfuße des bewachsenen Ostteiles des Morsum-Kliffs auf Sylt, ca. 150 m vom Abbruche des Anwachsstreifens gegen das Wattenmeer. Dem entsprechen 640 % Gram, 142 % Cyp, 43 % Var, 3 % Chen; die 118 % Eric können nur von der Heide auf dem Kliff herabgeweht sein. Das Baumpollenverhältnis entspricht noch den Befunden in Gruppe a), nicht mehr aber in No. 17 und 18 aus Schilfbeständen:

Es handelt sich bei No. 17 um Schilftorf, das Spektrum ist also nicht als rezent anzusehen, vielmehr könnten die 42,7 % Al und 27,3 % Co in Einheit mit dem gegen die anderen Proben dieser Gruppe verhältnismäßig geringen Gehalt an Kräuterpollen (144,7 %) die Verhältnisse widerspiegeln, die herrschten, als im Umkreise der Tinnumburg der Mensch noch nicht so ausgedehnte Wiesenkultur trieb wie heute. Vielleicht war aber auch nur der Sumpfstreifen selbst ein mit Gehölz bestandener Bruch, dessen Wiederaufkommen nur infolge der Nutzung des Schilfs durch Mahd hintangehalten wird.

Einen willkommenen Vergleich bietet No. 16; als Schwingrasen im versumpften Inneren der Tinnumburg, nur 15 m von No. 17 entfernt, ist es eine ähnliche aber unzweifelhaft rezente Bildung; so fügt sich auch das Baumpollenspektrum gut in die Gruppe a). Zeigten schon alle Proben einen recht geringen Pollengehalt, so war er hier, der abgeschlossenen Lage in dem Walle entsprechend, noch geringer. Die Sumpfvegetation (Phragmites communis, Scirpus tabernaemontani, Viola palustris, Hydrocotyle vulgaris, Lemna u. a.) findet in den 274 % Gram und 110 % Var ihr Abbild, wenn auch der Gehalt an Armeria, Statice, Plantago den gleichzeitigen Einfluß der Marschwiese erkennen läßt.

Am Südstrande von Föhr fand ich einen dürftigen Phragmitesbestand im Sande vor dem Dünenwall (südöstl. Nieblum; schon von REINKE (1903 S. 16) erwähnt); der feuchte Sand dazwischen ergab nach Behandlung mit H_2F_2 das Spektrum No. 18 mit unzählbar vielen Gram, 240 % Chen (Strand!), 530 % Var, darunter allein 440 % Compositen. Auch hier fallen die Werte für Al und Co in die Augen, ohne jedoch erklärt werden zu können.

Das Gemeinsame der Gruppe b) liegt einmal in dem Verhalten von Al, und Co, zum anderen in den hohen Werten der Gram, Cyp, Var.

c) Der von Brackwasservegetationen gefangene Schlick, der die Spektren der Gruppe c) lieferte, wurde zur besseren Beurteilung der Befunde in den Klei-Diagramm-Abschnitten der Profile von Föhr und Amrum

untersucht; die ermittelten Spektren sind aber natürlich nicht ganz rezent, besonders nicht No. 20 und 22 (s. u.), sondern stellen wohl Generalspektren eines größeren Zeitraumes dar (bes. No. 23).

Die Proben 19—20, 21—22 gehören paarweise zusammen; No. 19 wurde dem Außenrande eines Brackwasser-Phragmitetums am Watt bei der Vogelkoje von Klappholttal auf Sylt entnommen, während No. 20 10 m landeinwärts davon inmitten desselben geborgen wurde (hierzu 2 soziologische Aufnahmen)[23]). No. 21 entstammt dem Außenrande, No. 22 dem Innenrande eines ebensolchen Bestandes von ca. 50 m Breite am Watt westlich Norddorf auf Amrum. Der Boden ist Darg.[24])

---

von einer Exkursion des Frankfurter Botanischen Instituts im August 1930.

[23]) Brackwasser-Phragmitetum am Watt bei Vogelkoje Klappholttal auf Sylt:

An der Seeseite Erosion des von Schilf durchwachsenen Schlickes; in Fluthöhe Einschwemmung von Zostera, Fucus u. a. bis weit in den Bestand; dieser zeigt einen eigentümlichen Uebergang in die Heide, es wurden daher Zonen unterschieden, leider konnten aber die am weitesten landein gelegenen nicht mehr aufgenommen werden.

Boden: außen sandiger Schlick, dann Sandwall.
Rand des Bestandes: 10 cm aufgespülter Sand, darunter sandiger bläulicher Schlick, von Schilfrhizomen durchsetzt = Darg.
10 m landein am Wege:
2 cm eingeschwemmte Zostera, Fucus u. a., darunter fingerbreite abwechselnde Lagen von Sand und Schlick, dieser zum Teil eisenschüssig, auch von Schilfrhizomen durchsetzt.

Aus Zone 1 stammt No. 19, aus Zone 2 No. 20.

Zonen:	1.	2.	3.	4.
Phragmites communis	5.5	5.5	5.5	5.5
Triticum sp.	5.5	2.2		
Atriplex hastatum	2.1			
Sonchus arvensis	1.1			
Agrostis alba	+ 1	4.4	4.4	4.4
Festuca rubra		1.1		
Poa sp.		+ 1		1.1
Potentilla anserina		2.2	4.4	+ 1
Cerastium sp.		+ 1		
Carex vulgaris			+ 1	+ 1
Carex arenaria			+ 1	+ 1
Juncus Gerardi			+ 1	
Juncus effusus			+ 1	+ 1
Holcus lanatus			1.1	+ 1
Heleocharis uniglumis			1.2	
Vicia cracca			+ 1	+ 1
Latyrus pratensis			4.2	+ 1
Trifolium repens Keiml.			+	
Galium palustre			+ 1	
Amblystegium sp. (cf. serpens)			1—2	+ 1
Salix repens				2.2
Salix aurita				1.2
Empetrum nigrum				+ 2

[24]) Mit Darg wird in Ostfriesland vom Volke jede schilfhaltige humose Schicht bezeichnet, während in der Wissenschaft dieser Begriff nur auf die tonigen, nicht brennbaren, im Brackwasser gebildeten Lagen beschränkt ist (C. A. WEBER (1900, 1903), SCHÜTTE, BROCKMANN (1914), DIENEMANN (1931 S. 374)). Die jetzt allgemein benutzte Definition BROCKMANNs „Darg ist (nach Diatomeenanalyse) im Brackwasser entstandener Schilftorf“ läßt den ausschlaggebenden

Die Spektren No. 19 und 20 sind bis auf Co nahezu identisch; die Chen müssen entweder eine größere Rolle gespielt haben, als in den Vegetationsaufnahmen zur Geltung kommt, oder es handelt sich um Einschwemmung von Salicorniapollen von den Beständen dieser Art im Watt.

Nicht ganz so einheitlich sind No. 21 und 22, allerdings ist auch ihre räumliche und damit zeitliche Entfernung eine größere. Hinzuweisen ist auf die höheren Co-Werte und die Zunahme von Al auf Kosten von Be, sowie auf die starke Differenz der Chen-Werte: 124 und 6,7 %; der niedrige Wert entspricht der geringen Beteiligung am jetzigen Außenrande des Bestandes, der hohe Wert an seinem Innenrande entstammt aber nicht dem angrenzenden Groden, weil ja die Probe nicht rezent ist, sondern weist wohl eher auf die starke Beteiligung der Halophyten beim Beginn der Entstehung des Schilfbestandes hin.

Die oberste Probe des Profiles Am aus dem Groden bei Norddorf auf Amrum scheint mir in No. 23 als Produkt solcher Salzwiesen mit ihrem schwankenden Wasserstande (auf die Ueberflutung bei größeren besonders Sturmfluten weisen die 122 % Foraminiferen-Pseudochitin-Innenschalen hin) ein Zersetzungsspektrum aufzuweisen, worauf auch die starke Verpilzung der Probe hinweist; erlaubten doch die zahlreichen Sporangien kein klares Erkennen der Gram- und Cyp-Pollen. Daß diese neben den Var hohe Werte in solchen Beständen erreichen können, ergibt sich aus No. 15 (s. o.), sowie No. 24 von einer versumpften Stelle des Grodens bei Wittdünn auf Amrum mit 150 % Gram, 110 % Cyp, 111,3 % Var (darunter 78 % Plantago!); dabei zeigen die geringen Werte für Chen (14 %) und Sphagnum- und Filicessporen (je 10,7 %) gleichzeitig die Seltenheit der Ueberflutung und die NaCl-Auslaugung an (vor dem Groden liegt ein Strandwall, dessen Teile durch Deichstücke verbunden sind).

Als gemeinsame beachtenswerte Merkmale dieser Schlickprobengruppe erscheinen mir:

1. die hohen Werte der Chen (durchschn. 42,2 %) als die bei der Bildung des Materials beteiligten Charakterpflanzen.

2. die gegen die Gruppe a (Gruppe b schaltet hier beim Vergleiche wegen ihrer oben dargelegten Sonderverhältnisse aus) höheren Werte von Al, Co und besonders Pc und Ab (relativ!), sowie das hier nicht erwartete Auf-

---

Mineralgehalt außer acht, der es verbietet, eine solche Bildung noch Torf zu nennen! Nur so ist es zu verstehen, wenn SCHARF einwandfreien Schilftorf mit Landpflanzen und Baumwuchs anderer Autoren (WILDVANG, SCHÜTTE) Darg nennt und dann ihren Charakter als Hebungsmarken leugnet (1929 S. 24, 31). Auch ist vor jeder Verallgemeinerung zu warnen (s. SCHARF (1931 S. 375)); nur wo tatsächlich Diatomeenanalysen gemacht sind, können feste Aussagen gemacht werden. Die Abneigung SCHARFs gegen Hebungen geht ja sogar soweit, daß er jegliche natürlichen ökologischen Grenzen der einst doch lebend gewesenen Pflanzen übersieht. So wächst, aber nur in seiner Vorstellung, Al im Brackwasser (1931, S. 376 f. u. a.) und soll die Schichtserie von SCHÜTTEs Hebungsprofil: mariner Schlicksand/Brackwasserschlick/Darg/schlickfreier Schilftorf mit Baumwuchs/Hochmoor bei Verlandung einer Meeresbucht entstehen können (1929 S. 31).

treten von nennenswerten und überdies unerklärlich scheinenden ziemlich hohen Prozenten der Sporen von Sphagna und Filices.

Dieselben Merkmale treten auch in den Klei-Abschnitten der Diagramme auf und werden bei deren Auswertung mitberücksichtigt.

B. Folgerungen hinsichtlich der Wirkung von Ferntransport und Waldarmut auf Pollenspektren.

Bevor in die Auswertung der Befunde eingetreten wird, seien die gemeinsamen Ergebnisse noch einmal zusammengefaßt:

1. Die Baumpollenspektren aus echten Oberflächenproben können hier auch im sehr waldarmen Gebiete die Zusammensetzung dieses geringen mit Gehölz bewachsenen Arealanteiles widerspiegeln, weil hier Luvexposition zu den von See kommenden Westwinden vorliegt. Sie sind durch Weittransport gebildet, Ferntransport ist aber auch hier gering.

2. a) Die Höhe der Summe der Nichtbaumpollenprozente ist durch die Waldarmut bedingt und deren Hauptkennzeichen. Insofern führen die rezenten Spektren zu einer Bestätigung dieses schon von FIRBAS (l. c.) aufgestellten Satzes.

b) Jedoch ist, auch innerhalb einer jeweils ziemlich einheitlichen Vegetation, immer nur die in der näheren Umgebung der Probe herrschende Gruppe durch besonders hohe Werte vertreten (Mosaikbild): in der Heide die Eric, mit Betonung ihrer Varianten, ob Calluna, Erica, Empetrum vorherrscht; in den Psammadünen Gram; in den Seggenwiesen Cyp; im Schilfsumpf Gram und Var; in der Wiese ebenso; in Brackwasserbildungen (Groden, Darg) Chen.

Die rezenten Spektren geben so eine Stütze für die an zahlreiche fossile Befunde geknüpften oder zu knüpfenden Mutmaßungen (aus der Literatur zusammengestellt):

ad 1. THOMSON (1929 S. 31 u. 41) begründet den lokalen Charakter eines Profiles in Estland damit, daß es dicht an der NW-Küste liegt und die NW-Winde vorherrschen und die Gegend waldarm ist. Bei gleichen Verhältnissen wie bei den nordfriesischen Inseln findet sich gleiche Wirkung auf die Spektren.

ad 2 a). 1. FIRBAS (1928) erkannte in den jungdiluvialen Torflagern von Grube Marga als erster klar diese Gesetzmäßigkeit; besonders in Schicht C erreichten die Cyp und Gram Werte von über 1000 %, während gleichzeitig der Waldbaumpollen sehr spärlich war oder von arktischen Be-Beständen (s. PREUSS (1932 S. 190)) stammte.

2. FIRBAS sah schon 1926 (S. 583 Fußn.) in den pollenarmen unteren Torfschichten des Kolbermoores die große Häufigkeit der Cyp-Pollen als Zeichen der noch großen Waldarmut an.

3. SCHMITZ (1928 S. 697): die hohen Cyp-Pollenprozente im hypothetischen Bühl-Gschnitz-Interstadium wurden gleichfalls als Anzeichen eines noch recht lockeren Bestandesschlusses angesehen.

4. Neuerdings fand FIRBAS (1934) in der Bayrischen Rhein-

pfalz in einem Betula nana-Carex-Torf der Be-Sa-Zeit 900—1200 % Cyp, bis ca. 150 % Gram, 50—150 % Var, bis 35 % Empetrum, zusammen maximal 1500 % und schließt daraus auch auf waldlose tundraähnliche Verhältnisse.

5. Aehnlich hohe Cyp-Werte fand jetzt auch OVERBECK bei gleicher Deutung in praeborealer Mudde bei Dannenberg (vgl. 1931 S. 18 ff.) (mündlich).

6. ERDTMAN (1924 S. 480) fand in Moor No. 24 von den Orkney-Is. in 6 Proben aus Sphagnumtorf zusammen 29 Baumpollen und 547 Eric-Tetraden und schließt daraus richtig auf wahrscheinliche Waldlosigkeit einst wie jetzt.

7. Ebenso erklärt er (ibid. S. 491) die bis 478 % Sa (gesondert gezählt) in den Mooren der Shetland-Is. als nicht durch Massenvegetation von Weiden, sondern durch die Waldlosigkeit verursacht.

8. Die von RAISTRICK und BLACKBURN (1931 S. 354) aus dem Heathery-Burn Moor in Northumberland erwähnte Menge der Eric-Pollen bei gleichzeitiger Armut an Baumpollen vom Subboreal ab läßt auch den Schluß auf Waldarmut zu.

9. GISTL (1928 S. 258) rechnet bei Prof. I aus der Kieselgur-Grube Jenequel & Hayn in 4,95—5,05 m über Liegendem die Eric in die Summe ein, weil sie ein bestandbildender Faktor waren; sonst hätte er 100 % Al gefunden, die ein dichtes Alnetum vorgetäuscht hätten, das nach allen Begleitumständen nicht vorhanden war.

10. v. POST (1929 S. 543 ff.) u. AUER (1933) stellen an Mooren des Feuerlandes aus dem Verhalten der Nichtbaumpollen einen Wechsel von Wald und Steppe fest.

11. C. A. WEBER (in van BAREN (1927 S. 3 u. 26)): das Gebiet von Vogelenzang war zur Bildungszeit des Torfes waldfrei; denn es fehlen Baumpollen, während die leicht zerstörbaren Pollen von Gram und Cyp gleich zahlreich sind.

12. FIRBAS (1931 S. 649, 1932 S. 13) erklärt den gemeinsamen Anstieg von Pi, Gram, Cyp, Calluna (Nichtbaumpollensumme in Prof. I 493 %, in Prof. V 289 %) am Ende eines Profiles aus den Südcevennen (Aigoual-Massiv) als durch die weitgehende Entwaldung bedingt.

13. OVERBECK und SCHMITZ (1931): aus hohen Nichtbaumpollenwerten (um 100 %) in den präborealen Mudden von Huxfeld und Klüverdamm (S. 43), sowie Feldhausen (S. 127) wird auf noch recht lockeren Baumbestand geschlossen.

14. Die Profile von Hooksiel (ibid. S. 78 u. 81) und Wilhelmshaven (S. 115 ff.) zeigen in der Nichtbaumpollensumme die waldarme Küste an.

ad 2b). 1. Ein Musterbeispiel hierfür lieferte FIRBAS (1927 S. 260): im Pozzi am Lac de Nino auf Korsika werden die 153 % Cyp im Carextorf von Prof. II zum Caricetum intricatae, die Zunahme des Pollens von Plantago subulata var. insularis nebst cf. Sagina pilifera darüber, sowie in Prof. I zum Udo-Nardetum und schließlich die 112 % Plantago in der obersten Probe von Prof. I zum Plantaginetum insularis in Beziehung gesetzt; damit ist zugleich ein Beweis für die (S. 255) aus der heutigen Vege-

tation der Pozzi abgeleiteten Sukzession obiger drei Gesellschaften geliefert, zu dem auch der stratigraphische Befund der zwei Profile paßt.

2. ERDTMAN (1924 S. 480 f.): im Moor No. 24 von den Orkney-Is. waren im Dy viele Gram-, im Sphagnumtorf fast nur Eric-Pollen.

3. C. A. WEBER (in van BAREN (1927 S. 21)) fand in dem Torfe unter den Dünen von Vogelenzang trotz Baumpollenarmut, d. h. trotz Waldlosigkeit keine Eric-Pollen und schließt daraus, daß die Dünen nicht bewachsen waren — besser, sich nicht im festgelegten Tertiärstadium befanden.

4. D. SCHRÖDER (1932) versuchte im Worpsweder Moore an dem Verhalten der Eric die von C. A. WEBER geforderte Verheidung der Hochmoore zur Grenzhorizontzeit zu prüfen; trotz Anwendung der Methode des Lupendiagrammes fand er aber nicht die hohen Eric-Werte, die dagewesen wären, wenn zur G.H.-Zeit eine ausgedehnte Heidevegetation dagewesen wäre.

5. Wohl aber fanden sich, wenn auch ziemlich selten, Heide-Grenztorfe mit hohen Eric-Werten: Lengener Moor: 171,3 %, Tannhausener Moor 106 % (SCHMITZ (1931 S. 106, 129)), Minstedt 158,3 %, Bohlweg bei Großenhain 190 u. 430 %, Oederquarter Moor 150 % (SCHUBERT (1933 S. 17, 77, 50 f.)).

Aehnliche, aber meist noch höhere Werte zeigen auch die Spektren aus der Moorerde der verheideten Mooroberflächen: Oyter Moor 70,4 %, Weinkaufsmoor 161 %, Buchholz 740 %, Drei Pütten bei Oltmannsfehn 994 %, Tannhausener Moor 70,7 % (OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 47 u. 109)), Bohlweg bei Großenhain 184 %, Fresenburgsmoor 350 %, bei der Höhne 40 %, Steinberg 273 %, Oederquarter Moor 210 %, bei den Mergelgruben 140 %, Stellbergen 133,3 % und 1100 %! (SCHUBERT (1933 S. 17, 28, 31, 48, 77, 90, 92)), Neudorf 212 % (BRINKMANN (1934)), Kollund (A) 626 u. 474 %, Seelandmoor (C) 79 %, Hogelund (D) 278 %, Olderuper Moor (Ea) 95 u. 117 %, Wildes Moor (F) 217 % (s. o.). Gleichartig sind die Spektren aus wachsenden Sphagneten zwischen dieser Moorheide: Stapeler Moor 37 % (SCHMITZ (1931 S. 107)), Langenmoor 59 %, Granstedt 55 %, Bohlweg bei Großenhain 280 % (SCHUBERT (1933 S. 15, 17, 52)), Seelandmoor (C) 204 %, Wildes Moor (F) 119 % (s. o.).

6. Wenn dagegen HESMER (1931 S. 563) aus 13 und 16 % Eric schon auf einen stärkeren Bewuchs des Moores mit Heide schließt, so ist das eine Verkennung des möglichen Spielraumes.

7. v. POST (nach HALDEN (1922 S. 17 Fußn.)) fand bei Alpnar in Lagunenbildungen neben einem Litorina-Strandwall bis 62 % Chen.

8. K. JESSEN (1929 S. 18) fand in litorinazeitlichen Fjordablagerungen von Mors (Nordjütland) viele Chen-Pollen, ebenso (S. 20) im oberen Teile des Schilftorfes zum marinen Kontakte des Eerslev Mose ebenda.

9. Ebenso überwiegen die Chen in den Diagrammen von marin beeinflußten Schichten der Nordseemarschen, besonders in Darg und anderen Uebergangszonen (OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 78, 83, 89), SCHUBERT (1933 S. 104), BRINKMANN (1934), Verfasser (s. u.)).

10. In der praeborealen Tonmudde des Feldhausener Moores (OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 122)) sind die sehr hohen Cyp-Werte (bis 296 %) gleichzeitig mit Carices-Rhizomen, — Radicellen, — Früchten.

11. Ebenso war es in den Wilhelmshavener Bohrungen (ibid. S. 115 ff.).

12. In den Profilen am Esens-Wittmunder Kanal überwiegen bald Gram, bald Cyp, bald Eric, jeweils übereinstimmend mit entsprechender Torfart (ibid. S. 135).

13. SCHUBERT (1933 S. 21, 65): nur in Phragmites-Carextorf von Prof. 3 (= am Ostendorfer Deich) treten beachtenswerte Gram- und Cyp-Werte auf (bis 100 %).

14. BRINKMANN (1934) fand in Profil Neudorf in 250 cm 60 % Gram in Schilftorf, in Profil Sehestedt (A) in 140 cm 110 % Gram in Schilftorf, in 600 cm 125 % Gram in Darg.

15. In Mooren des Bayrischen Waldes fand RUOFF hohe Cyp-Werte im Präboreal, aber stets enthielt auch der Torf Seggenreste; die Folgerung auf geringen Bestandesschluß wird daher z. B. beim Ochsenklavier nur auf den Moorwald bezogen, nicht auf den der Umgebung (1932 S. 525).

Welche Schlüsse lassen sich aus den rezenten Spektren ziehen?

1. Auf die geringe allgemeine Bedeutung des Ferntransportes wurde schon zur Genüge hingewiesen.

2. Die Störung der Klei-Diagramm-Spektren wird a. a. O. noch eingehender erörtert.

3. Nur die Höhe der Nichtbaumpollenwerte gestattet Schlüsse auf die Walddichte.

4. Im übrigen kann die Zusammensetzung dieser Spektren auch stratigraphischen Wert haben; sie ergänzt in willkommenem Ausmaße und charakteristischer Weise die doch teilweise recht zufälligen Makrofunde in den Schichten und klärt deren Entstehungsgeschichte auf. Besonders erwünscht erscheint das bei fossilarmen Sedimenten (Schlick) und bei stark zersetzten Torfen ohne aufklärende Reste, z. B. Bruchtorf, Torfmull, Radicellentorf u. a. (Vgl. z. B. OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 129) im Tannhausener Moor 143 % Eric in 160 cm in sandigem Humus, also Heidehumus!).

5. Das gefundene Mosaikbild der Nichtbaumpollenspektren gestattet die Annahme, daß eine über größere Flächen einheitliche Bodenvegetation (Heide, Wiese) nur einen beschränkten quantitativen Wirkungsbereich seiner Pollensendung hat, der zwar etwas den Standort überschreitet, aber nicht an den für die Wälder angenommenen (Nahtransport, s. o.) heranreicht. Es kann daher z. B. eine einstige ausgedehnte Calluna-Heide außerhalb der Moore nicht ohne weiteres in hohen Eric-Werten der Torfe erkannt werden. In Vorahnung der geringen Reichweite der Pollen hat OVERBECK zur Lösung der (1931 S. 44) aufgeworfenen Frage nach der Entstehungszeit der Heide auf der Geest und zum allgemeinen Erkennen ausgedehnter Heiden (s. auch PREUSS (1932 S. 199)) die Untersuchung kleinster Moore vorgeschlagen, deren Eric-Eigenbewuchs nicht hinreicht, um ewaige hohe Tetradenwerte zu erklären (S. 65, 161). Im Hinblick auf die S. 278 mitgeteilten Werte verheideter Moore und besonders der rezenten Spektren der Inseln mit ihrer strengen Bindung an einen kleinen Raum (wiesen doch nicht alle Oberflächenproben meines so weitgehend verheideten Gebietes gleich hohe Eric-Werte auf, sondern nur be-

sonders die, in deren unmittelbarer Umgebung Eric standen!) ist aber zu fordern, daß man zur Bewertung nur solche Moore heranzieht, deren Torf aus Eric-freien Pflanzengesellschaften entstanden ist (s. auch die diesbezüglichen Ausführungen S. 255 f.).

Man darf nämlich nicht vergessen, daß unsere Eric keine wind-, sondern ausgesprochen insektenblütige Pflanzen sind, deren Pollen sicher nicht weit fliegt und deren Antheren weitgehend in der glockigen Blütenkrone verborgen liegen. Dann sind die Eric so dicht am Boden kriechende Zwergsträucher, daß der Wind den Pollen, wenn er ihn wirklich aufgenommen hat, nicht so weit tragen kann, wie wenn er ihn einem mehrere Meter hohen Baume entführt. Dazu kommt schließlich noch die nicht zu unterschätzende Bremswirkung am Boden schlechthin und zwischen der feinverästelten Heide im besonderen. Aufschlußreich sind Messungen von O. STOCKER (1923 S. 148):

Bei Bremerhaven		Bei der Schneegrube im Riesengebirge		
in 180 cm	5,1 m/sec.	180 cm	9,3 m/sec.	180 cm 3,4 m/sec.	
40 „	1,7 „	50 „	3,7 „	5 „ 0,04 „	
2 „	0,008 „	30 „	1,4 „		
		10 „	1,0 „	180 „ 4,6 „	
		(Sturm!)		5 „ 0,7 „	neben Calluna,
				5 „ 0,005 „	zwischen Calluna.

Die Windgeschwindigkeit sinkt also zwischen der Heide erheblich, selbst bei Sturm noch auf ca. $^1/_{10}$! Wenn trotzdem hin und wieder der Sturm weite Verfrachtungen vornimmt (so schreibt z. B. WARMING-GRAEBNER (1918 S. 934) von einem 120 km weiten Transport von Heidezweigen von Jütland nach Schonen durch einen Sturm), kann das als episodisches Ereignis nicht zur Entkräftung herangezogen werden.

Aus diesen Gründen ist m. E. nicht zu erwarten, daß man in den besagten Mooren nennenswerte Beträge von Eric-Pollentetraden aus weiterer Umgebung findet. Auch die 118 % Eric in No. 15 (Morsumkliff) können die Ueberzeugungskraft des Mosaikbildes nicht erschüttern, zumal hier bei nur geringer Entfernung von der Morsum-Heide die Exposition (in Lee des Kliffs, von dem der Wind herabfällt) eine Rolle spielt.

Jedenfalls erscheint die quantitative Mitberücksichtigung der Nichtbaumpollen als eine erfreuliche Erweiterung der Pollenanalyse, zumal diese ja immer mehr ein wichtiges Werkzeug in der Hand des Alluvialgeologen wird, wie die neueren Arbeiten besonders in Schweden (LUNDQUIST 1925, 1926, 1928, 1932, GRANLUND 1931, 1932 u. a.), jetzt aber zum Teil auch schon bei uns (diese Untersuchungsreihe) zeigen.

Aber auch vegetationskundlich bedeutet sie einen Gewinn; da durch sie die Erkenntnis der Mutterformation einer Torfart erleichtert, deren Zusammensetzung qualitativ erweitert und quantitativ unterbaut wird, kann man so vielleicht schließlich einmal für die Gesellschaften der Moore zu einer „Pflanzensoziologie der Vorzeit“ gelangen. Besonders für die Ableitung deren Sukzessionen dürfte sich so eine nicht zu unterschätzende Stütze bieten (s. z. B. einen derartigen gelungenen Versuch bei FIRBAS (1927) betreffs der Pozzi von Korsika (s. o. S. 277), auch in dieser Arbeit

mehrere dahingehende Versuche), zumal ihre unmittelbare Beobachtung heute wegen der weitgehenden kulturellen Beeinflussung unserer Sümpfe und Moore (s. HAMM (1928)) immer schwieriger wird und sich oft eine anormale, überstürzte Entwicklung zeigt.

IV. Alluvialablagerungen der Marsch von Föhr und Amrum.

Der zweite Teil der Arbeit befaßt sich mit den Alluvialablagerungen der Inseln Föhr und Amrum, hauptsächlich Föhr. Die Gliederung der Inseln in Rücken und Senken ist nach W. JESSEN (1932 S. 9 f.) das Oberflächenbild der diluvialen Hügellandschaft. Wenn auch die Senken heute mit Alluvialbildungen ausgefüllt sind, so zeigt sich doch in deren Untergrunde noch der wellige Charakter; so sind die Hügel in der Föhrer Marsch zwischen Alkersum und Toftum durchstoßende Geest, ebenso der Kern der Viehburg bei Borgsum (OTTSEN (1906 S. 34), PHILIPPSEN (1902 S. 4, 1924 S. 13), briefl. u. mündl. Mitt. v. Dr. HÄBERLIN). Von den 81,71 km² Föhrs sind ca. $^2/_3$ Marsch, der Rest Geest.

Auffälligerweise fehlt heute fast jede Siedlung in der Föhrer Marsch (nur Ackerumhof, um 1890 gegründet (briefl. Dr. HÄBERLIN)), so daß die Besiedlung der Insel — Orte alle am Geestrande — ein recht altertümliches Bild bietet; früher war auch die Marsch besiedelt, wie die Hügel besonders in der Oevenumer Marsch (= Alte Wurten) und die Viehburg (s. o., ähnl. die Tinnumburg auf Sylt) zeigen. Ueber das Alter dieser jetzt in der Marsch versunkenen Warfen kann leider nichts gesagt werden; die Aufgrabung einer derselben (nahe Bohrung No. XXV) durch van GIFFEN und O. LEHMANN-Altona hat „keinen Anhaltspunkt für eine auch nur annähernde Zeitbestimmung geboten, da die Scherben nach Angabe des doch außerordentlich kundigen van GIFFEN völlig zeitlos waren" (HÄBERLIN briefl.).

Die Stratigraphie des Alluviums ist sehr einfach: Klei[25])/Bruchtorf/Sand.

Hauptaufgabe der Untersuchung ist die Beantwortung folgender zwei Fragen: Wann wuchs das Moor? Wann fand die Torfbildung ihr Ende durch die Ueberlagerung mit Schlick[25])? m. a. W.: Wie läßt sich die positive Strandverschiebung zeitlich festlegen?

1.) Bohrungen und Profile.

Von Amrum werden nur 2 Bohrungen mitgeteilt; die eigene in der Marsch bei Norddorf (Am) (Abb. 14) ergab: +1,3 — —1,72 NN Klei/ — —2,25 NN Torf/Sand. Die Rohrfestpunktbohrung Amrum N bei Hospiz I von Norddorf zeigte nach frdl. Mitteilung von Herrn ARFSTEN:

---

[25]) Nach SCHÜTTE (1911 S. 20) ist:
Schlick = toniger halbflüssiger Niederschlag des Watts;
Klei = der daraus besonders durch Wasserverlust gewordene feste Tonboden der Marsch.
Es hat also eine Diagenese stattgefunden.

+ 3,5 NN	—	+0,05 NN	Dünensand
+0,05	—	— 3,8	Klei
— 3,8	—	— 4,6	Torf
— 4,6	—		Sand.

Auf Föhr wurden im ganzen 37 Bohrungen vorgenommen; weiterhin standen die Beschreibungen einiger Profile aus dem Föhrer Heimatmuseum in Wyk zur Verfügung, von denen 6 durch SCHÜTTE und 5 vom dortigen Wasserbauamt erbohrt wurden. Ferner verdanke ich noch Herrn Wasserbauinspektor ARFSTEN in Wyk die mündliche Angabe von 8 Bohrungen; er nannte mir auch die Nivellements des Gewöhnlich-Hochwassers (G.H.W.) zu + 0,83 NN für die O-Seite von Föhr und zu + 0,94 NN für Dagebüll (nach briefl. Mitt. des Vorst. des Wasserbauamtes Husum hat der Dagebüller Pegel G.H.W. + 1,09 NN als Mittel der Jahresreihe 1906—1930, die Werte für Föhr und Amrum sind noch nicht an NN angeschlossen).

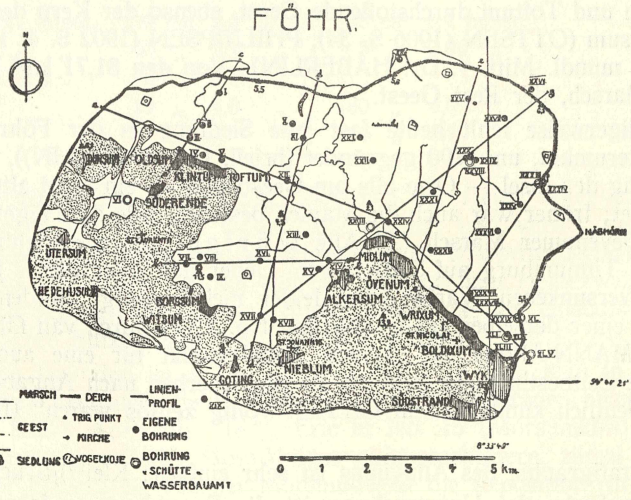


Abb. 12. Lageplan der Bohrungen und Linienprofile in der Marsch von Föhr.

Die Mehrzahl dieser Bohrungen (Lage s. Abb. 12) wurde in Linienprofilen zeichnerisch dargestellt (s. Abb. 13). Dabei wurden die Oberflächenlinien nach den Meßtischblättern 159, 160, 200, 201 entworfen. Die Bohrstellen selbst liegen nicht immer genau auf der Schnittlinie (s. Abb. 12). Leider konnten mangels Nivellierinstrument die Nullpunkte der Bohrungen nicht bestimmt werden, sondern ich mußte mich mit einer Schätzung derselben nach den örtlichen Geländeverhältnissen im Vergleiche zu benachbarten Höhenangaben der Karten begnügen; das war aber um so eher angängig, als es sich nur um geringe Unterschiede im Bereiche einiger Dezimeter handelt.

Ein Vergleich der Bohrungen (s. Tab. No. XIII) läßt folgendes erkennen:

(s. Tab. No. XIV.)

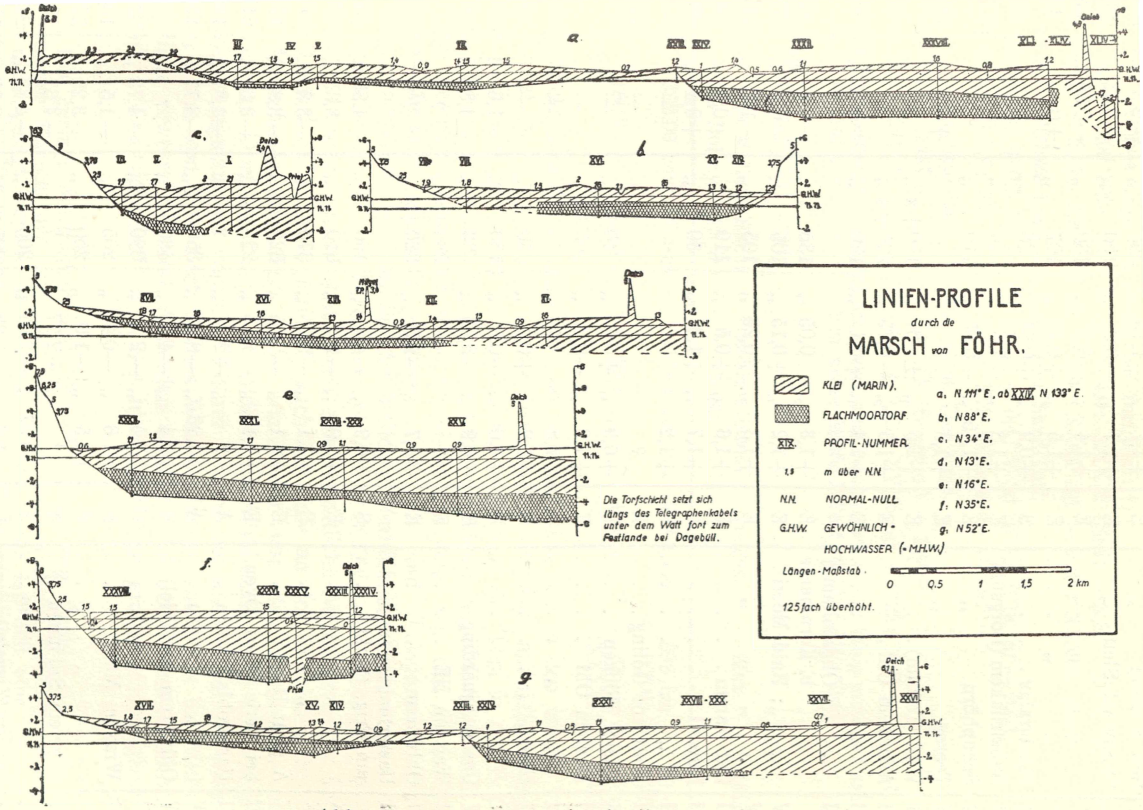


Abb. 13. Linienprofile durch die Marsch von Föhr.

Tabelle XIII. Bohrungen in der Föhrer Marsch.

Nr.	Flurname[2])	gebohrt von[1])	Klei			Torf bis	
I	Öhgsenhamm (Oldsum)	E	+2,0 bis	−2,05 NN	405+x cm	?	
II	Bob Sletting „	E	+1,7 „	−1,15 „	285 „	−2,2 NN	105 cm
III	Stianwaal Slett „	E	+1,7 „	−0,2 „	190 „	−0,45 „	25 „
IV	„ „ „	E	+1,4 „	−0,2 „	160 „	−0,55 „	35+x
V	„ „ . . .	E	+1,5 „	+0,43 „	107 „	±0 „	43 cm
VI	Wästeralav	S	+0,9 „	+0,64 „	26 „	—	—
VII	Buhstrükkem (Borgsum)	E	+1,8 „	+1,6 „	20 „	—	—
VIII	Schaphörn „	E	+1,75 „	−0,35 „	210 „	—	—
IX	Teereg „	E	+1,8		—	+0,5 „	130 „
X	Wäd (Toftum)	E	+1,5 „	± 0 „	150+x „	?	
XI	Alkersem Ohl	E	+1,5 „	−0,75 „	225+x „	?	
XII	„ „	E	+1,4 „	−0,1 „	150 „	−0,75 „	65 „
XIII	„ „; Öhgsenhamm b. Kornmerke	E	+1,3 „	−0,05 „	135 „	−0,9 „	85 „
XIV	„ „; Raid Meeri .	E	+1,2 „	+0,15 „	105 „	−0,6 „	75 „
XV	„ „ „ „ .	E	+1,3 „	+0,25 „	105 „	−1,2 „	145 „
XVI	Ual Hamm	E	+1,6 „	+0,5 „	110 „	−0,7 „	120 „
XVII	Küwoll	E	+1,7 „	+1,4 „	30 „	+0,4 „	100 „
XVIII	„	E	+1,2		—	—	—
XIX	Watt vor Goting . . .	E	?		—	—	120 „
XX	Uaster Röllken . . .	E	+0,9 „	+0,5 „	40+x „	—	—
XXI	Madlem Ohl	E	+1,3 „	−0,75 „	205+x „	—	—
XXII	„ „	E	+1,8			—	—
XXIII	Halem	S	+1,2 „	+0,9 „	30 „	—	—
XXIV	„	E	+1,0 „	−0,5 „	150 „	−1,6 „	110 „
XXV	Uaster Fjuarding . .	E	+0,9 „	−3,03 „	393 „	−4,85 „	182 „
XXVI	Watt im NE	E	?		280+x „	?	
XXVII	Ohlwerem	E	+0,7 „	−2,5 „	320+x „	?	
XXVIII	Uasterlongwerem (am Trig. Punkt) . . .	S	+0,9 „	−4,0 „	490 „	−4,35 „	35 „
XXIX	„ . . .	E	+1,0 „	−2,4 „	340 „	−3,35 „	95+x
XXX	„ . . .	E	+1,1 „	−2,6 „	370 „	−3,3 „	70 cm
XXXI	Ä gratt Hamm . . .	E	+1,1 „	−2,15 „	325 „	−3,88 „	173 „
XXXII	bei Letje Meeri (Öven.)	E	+1,1 „	−1,15 „	225 „	−3,3 „	215 „
XXXIII	Uasterohlsill-innen . .	A	? „	−2,87 „	?	−4,37 „	150 „
XXXIV	„ außen . .	A	+1,23 „	−2,27 „	350 „	−3,77 „	150 „
XXXV	Ohlwerem (am Priel) .	E	+0,4 „	−4,7 „	430+x „	?	
XXXVI	„	E	+1,5 „	−2,4 „	390 „	−4,73 „	233 „
XXXVII	Wraxem Miad . . .	E	+1,6 „	−0,45 „	205 „	−1,5 „	105+x
XXXVIII	„ „	E	+1,5 „	−1,0 „	250 „	−3,25 „	225 cm
XXXIX	Lagelem Sill-innen . .	A	? „	−2,17 „	?	−4,67 „	250 „
XL	„ „ außen . .	A	−0,57 „	−2,57 „	200 „	−4,87 „	230 „
XLI	Jadlem (Ziegelei) . . .	E	+1,2 „	−0,85 „	205 „	−2,35 „	150 „
XLII	„ „ . . .	E	+1,2 „	−1,8 „	300 „	−3,15 „	135 „
XLIII	„ „ . . .	S	+1,2 „	−1,85 „	305 „	−3,5 „	165 „
XLIV	„ „ . . .	A	+1,17 „	−2,18 „	335 „	−3,83 „	165 „

[1]) A = Arfsten; E = Ernst; S = Schütte. [2]) Nach der Karte von Schmidt-Petersen (1922).

Tabelle XIV.

Tiefste Lage des Kontaktes Sand/Torf: *)

XL (Siel) — 4,87 NN; XXV (e) — 4,85; XXXIII (Siel) — 4,37; XXXIX (Siel) — 4,67.

Tiefste Lage des Kontaktes Torf/Klei: *)

XXV (e) — 5,03 NN; XXVIII (g) — 4,0; XXXIII (Siel) — 2,87; XXX (g) — 2,6; XL (Siel) — 2,57; XXXVII (f) — 2,4; XXXI (g) — 2,15; XXXIX (Siel) — 2,17.

Höchste Lage des Kontaktes Sand/Torf:

IX (Borgsum) + 0,5 NN; XVII (d, g) + 0,4; V (a) ± 0; III (a, c) — 0,43; XIV (b, g) — 0,6; XII (a, d) — 0,75; XIII (Alkersum) — 0,9.

Höchste Lage des Kontaktes Torf/Klei:

über GHW: XVII (d, g) + 1,4 NN; IX (Borgsum) + 1,8;

über NN: XVI (b, g) + 0,5; V (a) + 0,43; XV (b, g) + 0,25; XIV (b, g) + 0,15.

*) Die Rohrfestpunktsbohrung am Övenumer Deich (etwa in der Linie meines Profiles d — d) traf erst in 8,16 — 9 m unter Maifeld Torf (ARFSTEN mündl.)

Die Mächtigkeiten sind:

	Wyk-Midlum (18 Bohr.)	Bucht (10 B.)	Oldsum-Klintum (5 B.)	Insges.	Max.	Min.
Klei	302,06 cm	95 cm	178,4 cm	219,3 cm	393 cm (XXV)	20 cm (VII)
Torf	160,76 „	112,14 „	59,5 „	134,14 „	233 cm (XXXVI)	25 cm (III)

Ueberblickt man die Linienprofile, so ist ersichtlich, daß in den weitab von der Geest im NO gelegenen Teilen der Marsch der Torf am tiefsten liegt, ohne dafür viel mächtiger zu sein; andererseits liegt der Torf in der Bucht nach Nieblum—Goting—Borgsum und vor der Geest des NW hoch und ist relativ geringmächtig. Der Rand Geest-Marsch zeigt vor den Orten Boldixum—Wrixum—Oevenum—Midlum einerseits und Toftum—Klintum—Oldsum andererseits einen für die örtlichen Verhältnisse recht steilen Abfall von ca. $^1/_2$—1° (ich berechnete für c—c: 0° 23'; e—e: 1°7'12"; f—f: 0°37'6"). Dem entspricht dann auch eine beachtliche Mächtigkeit der Klei- und Torfschichten unter Maifeld, auch bis nahe an den Geestrand heran. Die Marschoberfläche liegt dabei unmittelbar vor dem Geestrande am niedrigsten. Dort zieht sich vor Midlum bis Wyk auch heute der Hauptentwässerungslauf der gesamten Föhrer Marsch hin und ist auf der Mejer'schen Karte von 1649 noch offenes Wasser eingezeichnet, das bis Midlum schiffbar gewesen sein soll. Außerdem erstreckt sich vor diesem Abschnitte Midlum—Wyk der Torf in seiner hier durchweg großen Mächtigkeit[26])

[26]) Die geringe Mächtigkeit unter dem Hügel des trig. Punktes 3,6 m in der Oevenumer Marsch, der eine alte Wurt sein soll, erscheint auffällig; es kann aber nicht gesagt werden, ob das ein Zeichen dafür ist, daß eine natürliche Aufragung die Veranlassung zur Anlage der Wurt gegeben hat. Eher könnte man schon daran denken, daß das Gewicht des Hügels den Torf seitlich hinausgequetscht hat. Ergeben doch die Bohrungen XXVIII u. XXIX Abweichungen der Lage der Torfoberkante zu NN gegen XXX.

Außerdem liegt nur hier Klei unter Torf. Dieser Befund veranlaßte mich,

(durchschn. 170 cm) unter der ganzen Marsch hin und darüber hinaus auch noch ins Watt; soll doch das Telegraphenkabel nach dem Festlande streckenweise im Torf liegen (PHILIPPSEN (1912 S. 700, 1924 S. 29, — S. 45)).

Isolierte Torfvorkommen im Umkreise der Inseln finden sich im übrigen vor Goting Kliff[27]) (XIX) (Abb. 20), auf Steenackgrund im N von Föhr und in der Tinnumbucht bei Sylt.

Vor Oldsum-Toftum ist der Torf nur geringmächtig (durchschn. 58,7 cm), und schon in kurzer Entfernung vom Geestrande wurde er nicht mehr angetroffen (I in 2,9 km Abstand), doch war in —2 NN das Liegende der marinen Sedimente noch nicht erreicht. Anders in dem dazwischenliegenden Gebiete, in welchem die Marsch eine weit in die Geest hinein sich erstreckende Bucht bildet, die durch einen unter der Marsch verborgenen Geestrücken (s. S. 281) abgetrennt zu sein scheint. Der Geestabfall zu dieser Bucht ist ein sanfterer, ca. 0° 10' (ich errechnete für d—d: 0°10'70"; g—g: 0°11'8"), auch ist die Schichtdicke der Alluvialablagerungen weit geringer als in den vorhin genannten Gebieten. Torf fand sich zudem nur in der Bucht selbst (durchschn. 99 cm); weiter draußen (X, XI, XXI) konnten die Bohrungen wegen der stark sandigen Beschaffenheit des Klei nicht tief genug getrieben werden, um sagen zu können, ob dort Torf fehlt oder nicht. Das gleiche war auch anderwärts die Ursache diesbezüglich negativer Ergebnisse der Bohrungen, z. B. I, XXVII, XXXV; im letzten Fall handelt es sich um eine junge noch lockere Prielausfüllung. Aehnliche aller dings ältere Bildungen können auch bei XXVII, vielleicht auch bei XI und I nach Geländeform und Beschaffenheit des Sedimentes (schwarzer toniger Wattsand) in Erwägung gezogen werden. Erwähnt werden kann noch,

---

den Ton von Herrn Chr. BROCKMANN auf Diatomeen untersuchen zu lassen. Er schreibt:

(die oberste Tonprobe unmittelbar unter dem Torfe): „Die überwiegende Zahl der Diatomeen sind marine Nordseeformen. Außerdem kommt aber eine Reihe von Arten des Brackwassers vor, und dies sind gerade die Charakterformen der Ablagerung. Wir müssen nämlich 2 Gruppen von Diatomeen unterscheiden: 1. solche, die am Orte gewachsen sind und 2. solche, die durch die Gezeiten herangeführt wurden. Zur 1. Gruppe gehören einige Brackwasserarten; vor allem sind zu nennen: Diploneis interrupta, D. didyma, D. ovalis, Navicula pusilla, Surirella ovalis und Campylodiscus echineis. Das zahlreiche Vorkommen dieser Arten läßt erkennen, daß es sich um eine brackische Ablagerung handelt. Die vorherrschende Form Diploneis interrupta deutet auf einen nur geringen Salzgehalt.

(Die übrigen) Proben zeigen so weitgehende Uebereinstimmung, daß sie summarisch behandelt werden können. Es kommen auch hier noch die Brackwasserformen der obersten Probe vor, jedoch in nur geringer Individuenzahl. Dagegen nehmen die brackisch-marinen Arten Nitzschia navicularis und N. punctata zu. Auch diese Tone sind keine rein marinen Bildungen, sondern sie sind als brackisch-marin zu bezeichnen."

Die Liste umfaßt 74 Arten.

Es handelt sich also wirklich um Klei und nicht um Flußton, wie ich ursprünglich annahm. Doch kann diese eine Stelle nicht maßgebend für die Beurteilung der Herkunft der Untergrundschichten der Föhrer Marsch sein, da an dieser Stelle die Möglichkeit einer Störung durch menschl. Tätigkeit besteht.

[27]) Beschreibungen und Abbildungen in PHILIPPSEN (1902, 1912 S. 699, 1924 S. 30, — S. 16).

daß die Geest-Vorsprünge bei Midlum (XXIII) und offenbar auch westlich Oldsum Ausläufer in die Marsch erstrecken, die nur mit einer dünnen Kleidecke überlagert sind, wie es auch im Umkreise der Borgsum-Burg (VII, VIII) und in der Niederung zwischen Süderende—Dunsum—Uetersum (VI) der Fall ist.

Als was ist der Geestabfall aufzufassen? W. JESSEN (1932 S. 17) hält ihn für das diluviale von späterer Abrasion unbeeinflußte Relief.

Sein gewundener Verlauf läßt in ihm ein Flußufer vermuten; vor Oevenum zeigt sich ein Prallhang; vor Midlum und Toftum je ein Gleithang, die Bucht nach Nieblum könnte von einer später verlassenen Schlinge gebildet sein. Der Talboden dieser Flußniederung — ein Urstromtal oder ein ehemaliger Elblauf[28]) — war dann später der Siedlungsraum des Bruchwaldes.

Für den Geestrand des Festlandes in S.H. nimmt man an, er stelle die Küste z. Zt. des Senkungsmaximums dar (BRAUN (1911), O. JESSEN (1922 S. 116), WOLFF (1928 S. 45)). Eine Uebertragung dieser Annahme auf Föhr macht die weitere Annahme einer nachfolgenden Hebung nötig, ehe der Torf sich bilden konnte. Da wäre es umgekehrt eher vorstellbar, daß die Kleve in S.H. das rechte = O-Ufer der Urelbe sei.[28])

2. Stratigraphie einschließlich der Mikrofossilien.

Wegen der weitgehenden Gleichartigkeit seien die Ergebnisse der Schlämm- und Pollenanalyse der Bohrungen XII, XIII, XIV, XVI, XVII, XIX, XXIV, XXXI, XXXII, XLI, Am zusammengefaßt dargestellt (s. Abb. 14—21):

a) Sand:

Der in der Tiefe erbohrte Sand ist meist humoser Feinsand mit gröberen Kieseln, Urgesteinsstückchen u. a. Er scheint nicht das anstehende Diluvium zu sein, sondern läßt aus seinem Gehalte an pflanzlichen Fossilien auf alluvialzeitliche Umlagerung schließen. Doch sind dafür, daß es sich etwa um Wattsand handele, keinerlei Anzeichen zu finden gewesen (s. Fußnote S. 285 f.). Am ehesten könnte es sich um Flußsand handeln, in den zum Teil auch aufgearbeitetes Material von Interglazial- und Frühpostglazial-Ablagerungen hineingeschwemmt wurde, so wohl die Pc-Holzsplitter in XVII und 30 Pc-Pollen (12 % in XVI 241 cm; 6 % in XVII 146 cm; 6 % in XXXII 461 cm; 1 % in XXXI 510 cm), Pollen von Ab, Myriophyllum alterniflorum, allerlei merkwürdige unbekannte Pollen oder Sporen in XVI und XXXII (z. B. vom „Tsuga"-Typ (BAAS (1932)) in XVI, „Juglans"-Typ u. a.) und vielleicht auch die Ti-Pollen des für einen Insektenblütler abnormen Maximums in XXIV (in 265 und 258 cm 48 u. 46,5 %). Doch

[28]) Die Urelbe soll zwischen Insel und Festland nach N geflossen sein und sich beim Nordmannstief, dann beim Lister Tief, dann südl. Amrum in die Nordsee ergossen haben (nach v. MAACK (1869 I S. 64/68) in O. JESSEN (1922 S. 117), der das letzte allerdings bezweifelt; SCHÜTTE (1927, 1929 S.48)). Hat doch MÜLLENHOFF (nach O. JESSEN (1922 S. 167)) in Dithmarschen das westl. Hochufer feststellen können! Auch sprechen die Verlandungsschichten am Hindenburgdamm (SCHÜTTE (1929 S. 49)) und die 22,8 m Alluvium der Tiefbohrung auf Oland (SCHÜTTE (1927)) dafür.

können diese und die an den darüberliegenden Torf anschließenden Reste (Radizellen von Phragmites u. a., Filices-Tracheiden, Holz von Al und Be, Bryales, 1 Frucht von Carex sect. Carex, Sporen vom Polypodium- und Lycopodium-Typ, Pollen von Umbelliferae, Compositae, cf. Menyanthes) auch bei der Ablagerung selbst noch hineingeraten sein.

In XIV, XII, XLI, Am lassen die hohen Werte der Sphagnum-Sporen, Eric-Tetraden (XIV 208 cm 80 %; XII 218 cm 125 %; XLI 358 cm 130 %; Am 362 cm 266 %) und Co-My-Pollen (XIV 208, 189 u. 182 cm mit 112, 76, 108 %; XLI 358 cm 100 %; XII 218 cm 98,7 %) neben Pollen von Drosera (4 Stck. in XIV) und Succisa pratensis (12 Stck. in XIV (Abb. u. Beschrei-

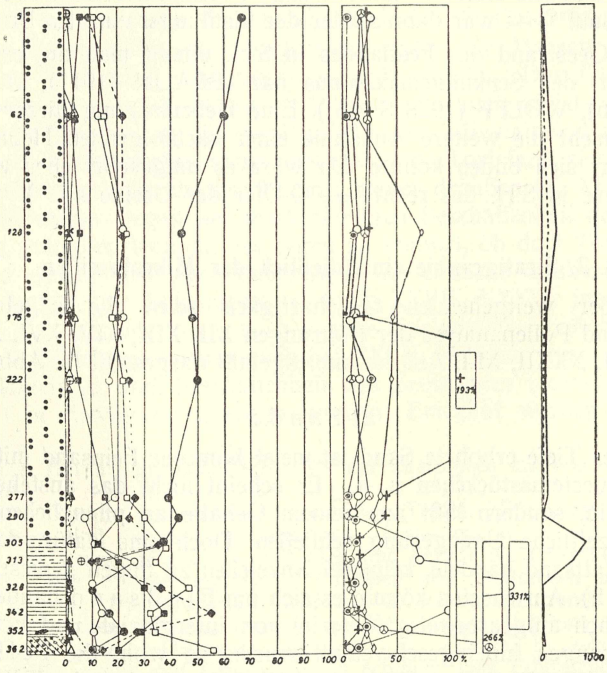


Abb. 14. Bohrung Am im Groden bei Norddorf/Amrum.

bung in FIRBAS (1931 S. 662 f.)) den Schluß auf moorig-sandige Heide zu. Ein ähnliches Bild boten auch die Sande im Untergrunde einiger der Festlandsmoore (C u. Ea). Dort deutete ich es als Anzeichen des Calluneto-Myricetums, das die Hmt.-Bildung einleitete; die gleiche Gesellschaft könnte auch hier in XII, XIV, XLI der Bruchwaldtorfbildung vorausgegangen sein.

Bei XXIV, XIII, XVII wäre daran zu denken, daß My (XXIV 265 cm 71 %; 258 cm 65 %; XIII 195 cm 166 %; XVII 146 cm 33,3 %) gern vom Magnocaricetum zum Alnetum überleitet. (s. auch die Gram-Pollenwerte: XVII 146 cm 585 %; XXXII 457 cm 130 %; XVI 241 cm 50 %).

Andererseits scheint es nicht ausgeschlossen, daß es sich stellenweise um das boreale Co-Max. handele, zumal wenn gleichzeitig hohe Werte für Pi

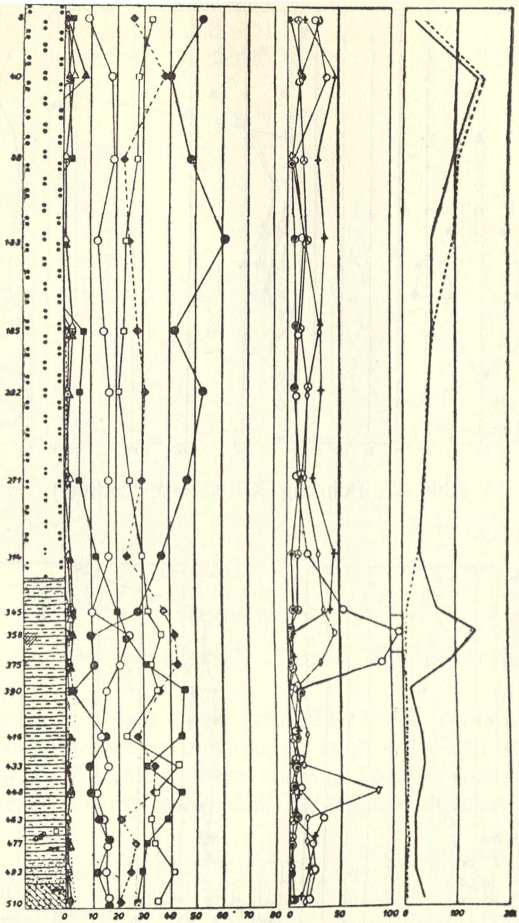


Abb. 15. Bohrung XXXI. (Oevenumer Marsch.)

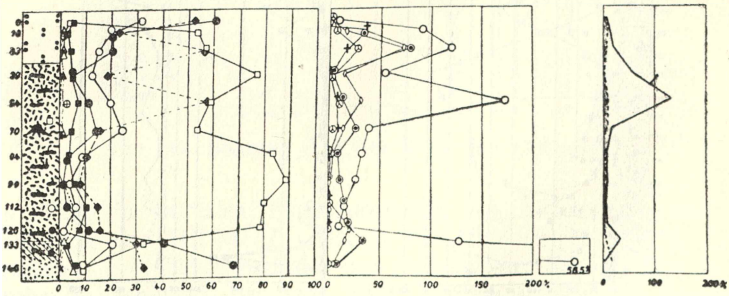


Abb. 16. Bohrung XVII. (bei Nieblum.)

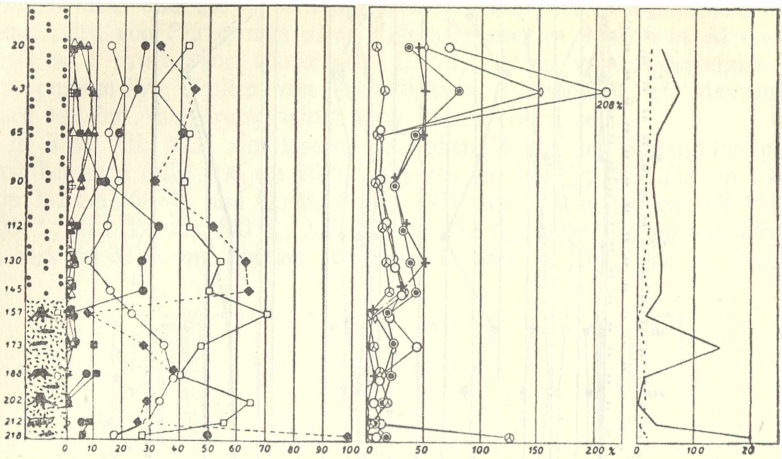


Abb. 17. Bohrung XII. (westl. Toftum.)

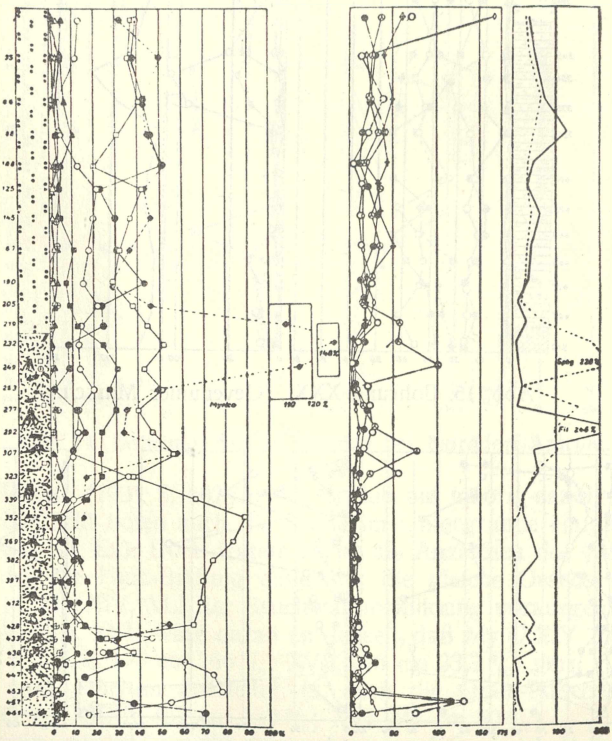


Abb. 18. Bohrung XXXII. (vor Oevenum.)

(XII 218 cm 50 %; XIII 195 cm 65,3 %; XVI 241 cm 62 %; XVII 146 cm 68 % (Holz in 134 cm); XXXII 461 cm 70 %; XIV 189 cm 72 %; XLI 358 cm 44,7 %) zu verzeichnen sind. Wenn auch in XXXI, XXXII, Am im

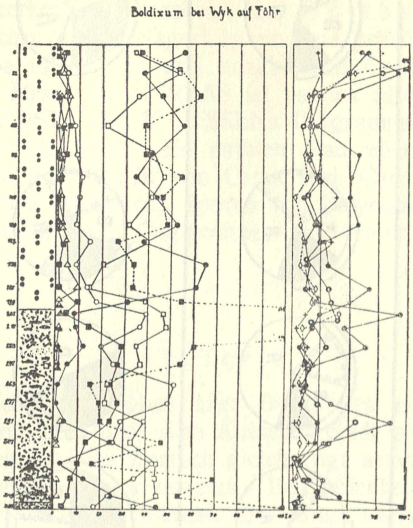


Abb. 19. Bohrung XLI. (Ziegelei Wyk-Boldixum.)

Torfe unmittelbar über dem Sande schon Fag-Pollen da ist, so ist das kein Gegengrund; denn in diesen Bohrungen zeigt der Sand auch kein Spektrum, das man als borealen Alters ansehen könnte. Auch die erwähnten hohen Eric-Werte können nicht dem entgegengehalten werden, wie die

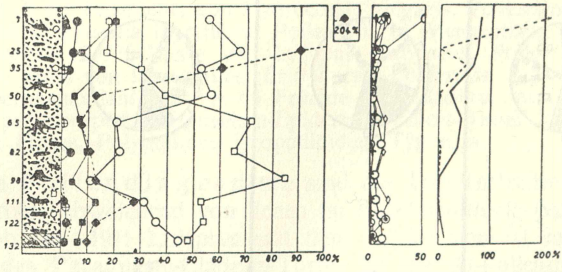
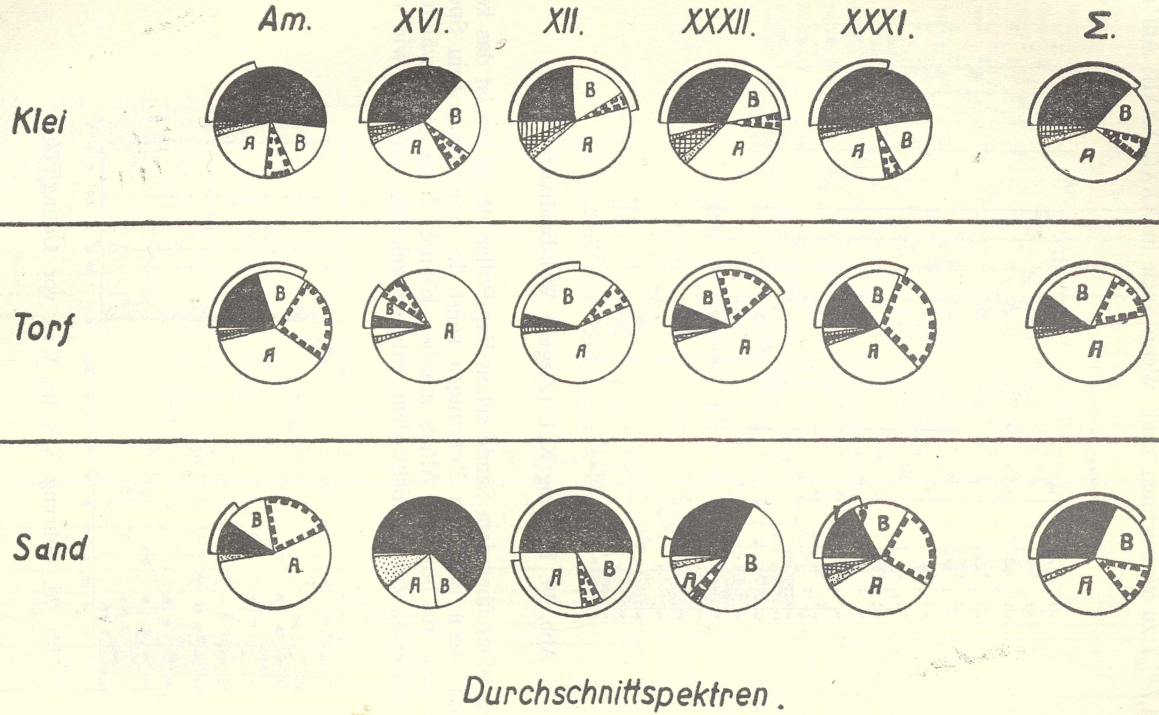


Abb. 20. Bohrung XIX im Watt vor Goting/Föhr.

hohen Werte in borealen Flachmoortorfen von Außenweser und Jade (OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 97—101)) zeigen: 136 % Eric in Baggerprobe II,4 (Bruchwaldtorf) der Außenweser, 109,3 % Eric in Baggerprobe III (Schilftorf) der Jade, 56 % Eric im schilfreichen Bruchwaldtorfe des unteren Torfes von Wilhelmshaven-Observatorium.



Ab. 21. Durchschnittsspektren einiger typischer und aller Diagramme der Marschbohrungen für die einzelnen Schichten.

Schließlich könnte es sich in den Sandproben noch um Zersetzungsspektren handeln; finden sich doch besonders die widerstandfähigsten Pollen Ti, Pi, Pc, Ab, Eric, Succisa (BEIJERINCK (1933 S. 183)).

Besonders bemerkenswert erscheint das Torfband, das in XXXII 450/454 cm zwischen Sand gelagert ist und ein präboreales Spektrum (mit maximal 78 % Be in 453 cm und unzählbaren Cyp-Pollen) zeigt. Nach briefl. Mitt. von Herrn Dr. FIRBAS ist es den ältesten Horizonten der Gotlandskala v. POSTs und K. JESSENs Diagrammen von Sejerlev Kaer (Mors) (1929) vergleichbar. Es enthielt Radizellen, eine Knospe von Camptothecium ,je eine Frucht von Carex sect. Carex, Rhynchospora sp., Gram (ähnl. Festuca thalassica), Sporen von Polypodium, Pollen von Umbelliferae, cf. Menyanthes, Compositae; ein Statoblast von Cristatella (Bryozoa) (FIRBAS det.).

b) Torf:

Wenn auch nicht die Proben aller Bohrungen einer Schlämmanalyse unterzogen wurden, kann nach dem Aussehen doch gesagt werden, daß es sich fast durchweg um eine ziemlich gleichartige semiterrestrische Bildung handelt, die von erdiger stark zersetzter Beschaffenheit und mit Holz- und Schilfresten durchsetzt ist. Es wurden aber einige Varianten gefunden.[29])

So handelt es sich in XXXI und Am um einen meist etwas tonigen Torf aus Phragmites und Cladium. Vielleicht liegen die Bildungen von Uferröhrichten vor, die an Wasserläufen wuchsen, die das noch zu schildernde ausgedehnte Bruchland durchzogen. In den Torfen fanden sich:

spärlicher Holzgrus von Al und Be, zwei Nüsse von Be sp., eine Frucht von Polygonum lapathifolium, 3 + 4 Samen von Atriplex sp., 1 Same von Ranunculus flammula, 2 + 33 Teilfrüchte von Hydrocotyle vulgaris, Pollen von Umbelliferae, 2 Samen von Lysimachia thyrsiflora, Pollen von cf. Menyanthes, 31 Klausen von Mentha arvensis, 2 +5 Nüsse von Lycopus europaeus, Pollen von Plantago, Compositae, Reste von Phragmites, Eriophorum-Epidermis, 7 + 10 Früchte von Scirpus tabernaemontani, 250 + 66 Früchte von Cladium mariscus!, 1 Frucht von Carex pseudocyperus, Equisetum-Epidermis, Filices-Annuli und -Tracheiden, Sporen von Filices, Polypodium, lycopodioidem Typ u. a.

Auch im Pollendiagramme sind die Torfabschnitte der zwei genannten Profile abweichend von denen im Bruchwaldtorfe (vgl. Abb. 14 u. 15 mit Abb. 16—19): Entsprechend dem Fehlen von Al in der Mutterformation des Phragmites-Cladium-Torfes ist die Al-Pollenfrequenz merklich geringer, dafür die von Q größer (maximal 45,3% EMW in XXXI, 37% in Am); neben XXIV tritt nur noch hier Fag bis zum Sande hinab sporadisch auf. Bemerkenswert sind auch die Gram-Pollenmaxima: 91,3 und 108 % in XXXI 375 und 358 cm; 330 % in Am 328 cm.

---

[29]) Die von SCHÜTTE (1927 a, 1927 b S. 175) gegebene sehr weitgehende Gliederung konnte allerdings nie gefunden werden, sie dürfte z. T. durch die verschieden starke Zersetzung des Torfes vorgetäuscht sein.

In der Mehrzahl der Bohrungen handelt es sich um Bruchwaldtorf. Meist ist er stark zersetzt, erdig, oft tonig.[30])

Er wurde von einem Alnetum gebildet mit Al und Be, auch Q (Stammfunde bei Grabungen und die mächtigen Stubben im Watt vor Goting (XIX)). Neben Humus besteht die Hauptmasse des Torfes aus den Resten von Phragmites-Rhizomen und -wurzeln und Holz und Rinde von vorwiegend Al, daneben Be, Co, Sa, Pi (in XVII).

Ferner enthielt er als relativ spärliche Reste: 1 Nuß von Be verrucosa in XIV 145 cm; 2 Nüsse + 1 Fruchtschuppe von Be pubescens in XII 200 und XIX 35 cm; 5 Nüsse von Al glutinosa in XVI und XIX; je einen Blattrest von My in XXXII 250 cm; XLI 310 cm; 1 Same von Lysimachia flos cuculi (FIRBAS det.); 1 Same von Stellaria?; 1 Frucht von Polygonum lapathifolium; Pollen von P. bistorta; 3 Samen von Atriplex sp.; Pollen von Nuphar und Nymphaea; 6 Steinkerne von Rubus fruticosus (in XVI, XIX, XLI); 3 von R. Idaeus (in XIX); Nüsse von Potentilla sp.; Pollen von cf. Hippophaë; Myriophyllum alterniflorum, Umbelliferae; 1 Teifrucht von Oenanthe aquatica; 1 Calluna-Trieb in XIII; 1 Blatt von Erica in XII 200 cm; Pollen von Menyanthes; 29 Samen von Menyanthes trifoliata (davon 26 in XIII); 1 Klause von Stachys palustris; 1 Pollen von cf. Utricularia in XIX 7 cm; Plantago; Compositae; je 2 Früchte von Cladium mariscus in XII und XLI; 3 Früchte von Rhynchospora sp.; 16 von Carex sect. Carex; 32 von C. sect. Vignea; 37 von C. echinata (davon allein 23 in XIX 65 cm); je 1 Frucht von Potamogeton obtusifolius in XII 170 cm und XLI 245 cm; 25 Pollen-Tetraden von Typha latifolia; miskroskopische Fetzen von Equisetum-Epidermis; Filices-Tracheiden, -Annuli, -Sporen, u. a. von Polypodium vulgare; lycopodioidem Typ u. a.; Reste der Moose Drepanocladus intermedius (KOPPE det.), cf. Camptothecium; Thuidium tamariscifolium (KOPPE do. det.) (in XIX 110 cm), einige Blätter von Sphagnum magellanicum, S. papillosum u. a.; Sporen von Tilletia, Teleutosporen; Perithecien eines Pyrenomyceten (Fam. Pleosporae (ZICKLER det.)); an tierischen Resten: Cocons, Käferflügeldecken, -Beinglieder, Ameisenköpfe, Milben, Spermatophoren von Canthocamptus (HESMER (1929)); Foraminiferen-Innenschalen in XIX 85 cm und XXXII 292, 307 cm.

Im Pollendiagramme herrscht Al, besonders im unteren Teile des Bruchwaldtorfes, als Hauptbestandteil seiner Mutterformation durchaus (max. 98 % in XVI 168 cm) und unterdrückt dadurch die Frequenzen aller anderen Arten unter ihr eigentliches Maß. Zeitweise hat jedoch Be über Al dominiert und lokale Gipfel verursacht. Diese Ueberrepräsentanz der Moorwaldbewohner ist eine bekannte Erscheinung.

Die Pollen von Ul und Ti sind nur in geringen Werten und ohne durchlaufende Kurven vertreten (Ul max. 5,3 % in XXXII 397 cm; Ti max. 8,7 % in XXXII 412 cm). Die EMW-Kurve ist also fast ausschließlich durch die stark schwankenden Q-Pollenwerte bestimmt und zeigt maximal 31 % in

---

[30]) In mehreren Bohrungen war der Torf von Tonbändern durchsetzt, die nach Pollenspektrum (Pi-Gipfel, Pc, Ab, Fag, Car) und Fossilinhalt (Foraminiferenschalen, Pollen von Myriophyllum alterniflorum, Armeria, Compositae, Chen*) u. Var*), Samen von Atriplex, Chenopodium, Comarum) dem Klei entsprechen, deren mariner Charakter dadurch erwiesen erscheint. M. E. kann es sich um Verunreinigung beim Bohren handeln (s. das isolierte Vorkommen von Fag- und Car-Pollen darin), daher wurden diese Spektren in den Diagrammen weggelassen. Eine nachträgliche Zwischenschaltung durch Auftreiben des Torfes ist bei der Art dieses Torfes hier ausgeschlossen.

*) Chen.: XXXI 477 cm 24,7 %; XIII 138 cm 31 %; XIV 144 cm 24,7 %; XLI 307 cm 16 %.

Var.: XIV 144 cm 40 %; XXXI 403 cm 29,3 %.

XXXII, 28,7 % in XLI, im Gesamtdurchschnitt aber nur 14,9 % (ohne XXXI und Am gar nur 11,8 %). Fag- und Car-Pollen treten nur sporadisch in einzelnen Lagen auf. Ebenso Pc (17 Stck.). Es fand sich aber nicht ein einziger Ab-Pollen! Die Pi-Vertretung ist mäßig.

Auch hier ist bei der „Co"-Kurve mit Beteiligung von My zu rechnen, wie der Blattrest im Gipfel von XLI 307 cm beweist (einen 2. Fund s. unten).

Gram (XVII 54 cm 172 %; XXXII 323 cm 50 %; XXXI 358 cm 108 %; 375 cm 91,3 %; XIX 7 cm 50,7 %; Am 328 cm 330 %) und Cyp zeigen einige Gipfel und nehmen nach oben zu. Sehr häufig sind die Filic-Sporen.

In dem Wachstum des Bruchwaldtorfes ließ sich eine gewisse Sukzession erkennen: einmal in den Maxima der Filic.-Sporen im oberen Teile des Torfes (von XII, XIII, XIV, XV, XVII, XIX, XXIV, XXXI, Am, bei XLI schon in der Mitte), dann aber in dem gleichzeitigen Auftreten einer ganzen Reihe von Uebergangs- oder atlantischen Heidemoorpflanzen in den obersten Lagen des Torfes von XXIV, XXXII, XLI:

XXIV 170 cm: cf. Isolepis fluitans (s. JONAS (1932 S. 9)) (syn. Scirpus fl. oder Heleocharis fl. (HEGI)); Carex echinata (s. W. O. FOCKE (1871 S. 423)).
XXXII (345 —) 255—225 cm: Blätter von My, Erica tetralix, Vacc. oxycoccus, Früchte von Rhynchospora sp., Heleocharis sp., Pollen von Drosera, Blätter und Kapseldeckel von Sphagnum sp. und papillosum, Camptothecium nitens (KOPPE det.), dazu die acidiphile Mikrofauna Callidina angusticollis, Ditrema flavum.
XLI 255—210 cm: Zweig von Calluna, Blätter von Erica, Holz und 31 zum Teil noch zusammenhängende Steinkerne von Empetrum nigrum in 255 cm, Früchte von Potentilla sp., Rhynchospora sp., Blätter von Sphagnum sp., S. papillosum, Camptothecium nitens (KOPPE det.), Panckowia (= Eurrhynchium) Stokesii (KOPPE do. det.), Thuidium tamariscifolium (KOPPE do. det.), dazu Callidina, Ditrema.

Zusammen damit finden sich hohe Werte der Eric-Pollen-Tetraden (XXXII 307 cm: 77 %; 219—249 cm: max. 102 %; XLI 291 cm: 86 % (Holz von Calluna); 233—208 cm: max. 94 %. Eine Nachprüfung in XLI 233 cm, dem Fundhorizonte der Empetrumreste, ergab eine Zusammensetzung des Gipfels von 63,3 % Eric aus: 39,3 % Calluna, 22 % Empetrum, 2 % Erica + Vacc.

An sich wären diese Eric-Funde im Bruchwaldtorfe erstaunlich. Man vergleiche jedoch ähnliche Funde in Flachmoortorfen der Außenweser und Jade (s. o. S. 291). Auch weisen die gesamten Begleitumstände auf mesotrophe Verhältnisse hin. Es ist daher und wegen der gleichzeitigen Holzfunde auch nicht nötig, für die Empetrumfrüchte eine Zuführung durch Vögel anzunehmen (s. Name Krähenbeere, gerne auch von Möwen gefressen, auch von Kranichen (C. A. WEBER (1902 S. 246)), die sonst den Schluß auf natürliche Küstenheide auf der Geest gestattet hätte.

Besonders in die Augen springend ist die gleichzeitige hohe „Co"-Vertretung hier und noch öfter im oberen Teile des Bruchtorfes (XLI 218 und 208 cm: 240 und 277 %; XXXII 249, 232, 219 cm: 114, 148, 108 %; XIX 7 cm: 204 %; XIV 127, 113 cm: 172, 250 %; s. ferner XII 145 cm: 64 %; XVII 54 cm: 57,3 %; Am 342 cm: 55 %; XIII 105 cm: 52 %; XXIV 153 cm: 50 %; XXXI 375 cm: 42,7 %). Auch hier ist nach den gesamten Begleit-

umständen sehr mit My zu rechnen. Fand sich doch eine wohl erhaltene Blattspitze in XXXII 275 cm. Die andere in Erwägung zu ziehende Möglichkeit des Ueberganges von Bruchwalde zum Auwalde, in welchem Co einen wesentlichen Bestandteil bildet, ist hier aus dem gleichen Grunde unwahrscheinlich.

Bemerkenswert ist auch die starke Zunahme der Vertretung der Sphagnumsporen in diesen oberen Torflagern von XXXII und XLI, deren übergangsmoorartigen Charakter besser unterstreichend als die spärlichen Sphagnumblattreste.

All das zusammen weist ganz offensichtlich auf Mesotrophie hin, wenn sich daneben auch noch die Reste eutraphenter Flachmoorbewohner finden, wie Al, Phragmites, Mentha, Menyanthes, Cladium, Potamogeton. Diese Tendenz zur Oligotrophie ist wahrscheinlich durch die Mächtigkeit der Torfbildungen bedingt, indem das Flachmoor über das nährstoffreiche Grundwasser hinauszuwachsen begann und vom Niederschlagswasser gespeist wurde (POTONIÉ (1911—15 II S. 279 ff.), C. A. WEBER (1902 S. 204)). Ganz ähnlich liegen übrigens auch die Verhältnisse im Nordmoore bei Neu-Gaude 160 cm (OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 132 f.)). Ob sich diese Gesellschaft zum Hochmoore weiter entwickelt hat, das dann der marinen Transgression zum Opfer gefallen ist, war nicht feststellbar. Ich halte es aber für wenig wahrscheinlich, daß hier Hochmoor in größerem Umfange durch das Meer ausgeräumt wurde. Nach den Erfahrungen am Außendeichsmoore von Sehestedt am Jadebusen (R. RICHTER (1926), SCHWARZ (1932), BRINKMANN (1934)) wird stark zersetzter Hmt. meist oder zum größten Teile n i c h t vom Meere abgehoben; da nun die von mir in S.H. untersuchten Hochmoortorfe alle ziemlich stark zersetzt sind, wären sie es wohl auch hier gewesen. Dann hätte man doch irgendeinmal bei einer der vielen Bohrungen einen sitzengebliebenen Rest finden müssen. Das war aber nicht der Fall. Auch der übergreifende Kurvenlauf besonders von Co-My macht eine Schichtlücke unwahrscheinlich. Es überlagert die genannten Bruchtorfe überall nur Klei.

c) K l e i :

Er zeigt in den untersten Lagen Beimengungen des liegenden Torfes. Es handelt sich meist um Ton bis Feinsand[31]), der trotz seines geringen Alters fast ganz entkalkt ist. Das ist wohl schon bei der Ablagerung geschehen und nicht erst nachträglich (s. SCHUBERT (1933 S. 127)). Auch ist er von Eisenoxydausfällungen durchsetzt, nach SCHÜTTE (1911, S. 8) ein Zeichen dafür, daß diese Schichten längere Zeit über Wasser gelegen haben; hier sind die Eisenausfällungen wahrscheinlich erst nach der Bedeichung in den letzten 400 Jahren erfolgt. Sie verdichten sich in den

[31]) In einigen Bohrungen, besonders in der äußeren Marsch (z. B. II 160 bis 240 cm; XII 105—150 cm; XV 160—320 cm; XXXVI 80—345 cm) ist der untere Teil des Klei ein sehr wässeriger blaugrauer Feinsand („Blausand", „Schlucksand" (s. SCHARF (1929 S. 66))), der wegen seiner Mobilität sehr schwer zu durchbohren ist. Vielleicht handelt es sich um ehemalige Prielausfüllungen; jedenfalls zeigt er Aehnlichkeit mit der allerdings jungen Prielablagerung in XXXV, die aber von Eisensulfid schwarz ist.

oberen Lagen stellenweise zu Knick, besonders in XXXII 10—100 cm und XLI 25—110 cm. Erwähnt zu werden verdient auch der Gehalt an Vivianit in Am. In XVI 40 cm fand sich Schalenbruch von Litorina.

Makrofossilien wurden nur spärlich gefunden:

Ein Sa-Zweigstück, ein Same von Cerastium sp., 5 Nüsse von Potentilla, spärliche Radizellen, Rhizome, Stengelknoten und Epidermen von Phragmites u. a. Gram, Gram-Spelzen, 3 Früchte von Gram (ähnlich Festuca thalassica), 15 Früchte von Carex sect. Vignea, 1 Cyp- Anthere, Pc-Holzsplitter in XLI 60 cm, Pi-Nadel-Spaltöffnungen in XXXII 145 cm.

Ferner in Bröckchen aufgearbeiteten Torfes: Früchte von Polygonum, 1 Same von Atriplex sp., 1 Same von Ranunculus lingua, Samen von Menyanthes, 2 verkohlte Früchte von cf. Scirpus, Früchte von Cladium (Am 290 cm), Früchte von Carex, Sporen von Polypodium, lycopodioidem Typ, Tilletia, Pollen von Polygonum bistorta, Nymphaea, Myriophyllum alterniflorum, Umbelliferae, Armeria, Statice, cf. Menyanthes, Plantago, Compositae, Typha latifolia; mehrfach Foraminiferen-Innenschalen in XII, XVI, XXXI, XXXII, Am. Diatomeen wurden nicht untersucht, doch ist an der Salzwassernatur des Klei hier nicht zu zweifeln. (Der Treene-Marschton mit Schilf und Holz von Bohrung F dürfte jedoch frei vom Einflusse salzhaltigen Wassers entstanden sein im Flutstauwasser oder Brockmanns oberem Brackwasser).

Merkwürdigerweise fand SCHÜTTE in den beiden (1927 b. S. 176 f.) beschriebenen Bohrungen fast durchgehenden Rasenwuchs im Klei, während ich das bei keiner meiner zahlreichen Bohrungen feststellen konnte!

Die Kleiabschnitte der Pollendiagramme zeigen erwähnenswerte Besonderheiten: der Rückgang von Be, Al, Co-My gegenüber dem Torfe ist besonders im Vergleiche zur Elbe- und Weser-Jade-Marsch recht geringfügig, wohingegen Q und damit EMW bis zur Bedeutungslosigkeit abfällt (durchschn. Q von 13,1 % im Torf auf 4,4 % im Schlick; EMW von 14,9 % auf 6,1 %). Fag zeigt nur in XII, XIV, XXIV, XXXII geschlossene Kurven, die aber nur in XII und XXXII bescheidene Gipfel von knapp 10 % entwickeln. Ebenso hat Car nur in XII eine fortlaufende Kurve mit einem Gipfel von 9,3 %. Dafür treten im Klei die Coniferen-Pollen besonders in Erscheinung und fordern eine Besprechung, die in einem besonderen Kapitel gegeben wird (s. unten). Pi beherscht die Kleidiagrammabschnitte, um so stärker, je weiter die Bohrstellen von der Geest entfernt liegen. Pc weist in allen Diagrammen durchgehende Kurven auf! Im ganzen fanden sich:

im Klei:	197	Stck. in	13 889	= 1 :	70,5	Baump.	+ Co
im Ton zw. Torf:	12	„ „	1 140	= 1 :	95	„	
im Torf:	17	„ „	17 935	= 1 :	1055	„	
im Sand:	30	„ „	4 332	= 1 :	144,4	„	
insgesamt:	256	Stck. in	37 296	= 1 :	145,7	Baump.	+ Co

Zum Vergleiche:

	W-Schleswig	OVERBECK u. SCHMITZ	SCHUBERT
im Klei:	—	22/ 3 180 = 1 : 144,5	121/ 7 549 = 1 : 62,3
im Torf:	28/24 356 = 1 : 869,8	126/68 804 = 1 : 546	189/76 778 = 1 : 406,2

Nach ihrer Herkunft ergeben sich folgende Möglichkeiten: geringe Anwesenheit in der Nähe ist hier wohl ausgeschlossen. Durch Ferntransport (Weittransport, s. S. 271) müßte er sehr weit hergeflogen sein; die nächsten

Standorte sind im S: Harz und die Pc-Insel in S-Hannover; im O: Mittel- und SO-Schweden; im N: Norwegen. Nach dem bei Besprechung der rezenten Spektren Gesagten (s. S. 271) und den mitgeteilten Vergleichszahlen benachbarter Gebiete kann aber durch „Ferntransport" über die in Frage kommenden Entfernungen nicht die gefundene Frequenz hevorgerufen sein. Es ist vielmehr anzunehmen, daß der Pc-Pollen z. T. aus aufgearbeitetem Interglazialtorfe (z. B. Tuul von Sylt; Emmerlev Klint u. a.) stammt (do. THOMSON (1929 S. 89)). Dahin deuten auch die spärlichen Holzsplitter in XVII 130 cm und XLI 60 cm, sowie die Nadel in Nm ca. 95 cm. Im Torfe allerdings müssen sie durch Ferntransport oder nesterweises Vorkommen erklärt werden; einzelne Pc-Vorkommen in Niedersachsen sind erwiesen (OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 126), SCHUBERT (1933 S. 64), HESMER (1932 a u. b), SCHÜTRUMPF). Auch sonst ist immer mit etwas Ferntransport zu rechnen.

Auch fanden sich A b - Pollen, mehrfach in aufeinanderfolgenden Proben, meist mit Pc vergesellschaftet:

im Klei:	26	Stck. in	13 889	= 1 :	534,2	Baump. + Co
im Ton zw. Torf:	3	„ „	1 140	= 1 :	380,3	„
im Torf:	0	„ „	17 935		—	
im Sand:	2	„ „	4 331	= 1 :	2165,5	„
insgesamt:	31	Stck. in	37 296	= 1 :	1203,1	Baump. + Co

Zum Vergleiche:

	W-Schleswig	OVERBECK u. SCHMITZ	SCHUBERT
im Klei:	—	—	6/ 7 549 = 1 : 1 258,1
im Torf:	5/24 356 = 1 : 487,2	1 = 1 : 68 804	16/76 778 = 1 : 4 798,6
insgesamt:			22/84 327 = 1 : 3 833

(Vgl. damit auch die Werte in FIRBAS (1931 S. 660.)). (In dem doch so intensiv untersuchten Alluvium Schwedens wurde erst einmal Ab-Pollen gefunden (im Eissee-Ton des Svalövs-Gebietes (Carl LARSSON (1932 S. 212)). Ferntransport allein erscheint ausgeschlossen: denn 1. sind die nächsten Standorte sehr weit weg: Thüringer Wald, Erzgebirge; 2. wäre bei Ferntransport nicht einzusehen, warum nicht auch einmal in den Torf ein Ab-Pollen hineingelangt sein sollte. Ihr ausschließliches Vorkommen in minerogenen Sedimenten macht vielmehr auch hier, noch mehr als für Pc, die Herkunft aus aufgearbeiteten Ab-haltigen Interglazialablagerungen wahrscheinlich.

Die N i c h t b a u m p o l l e n weisen überraschend hohe Werte auf, die sicher mit der Waldarmut des unmittelbaren Küstenstreifens (s. S. 272), aber auch mit den Bodenvegetationsverhältnissen dieses Gebietes zusammenhängen. E r i c: Während SCHUBERT (1933) im Klei der Kehdinger Marsch nur selten diese Pollentetraden fand (nur in „am Ostendorfer Deich" mit ca. 30 %), sind sie hier auf Föhr mit durchschn.

XII	XIII	XIV	XVI	XVII	XXIV	XXXI	XXXII	XLI	Am	Σ
12,2	3,5	16,2	4,8	12,7	15,7	14,4	30,5	22,8	13,0	16,4 %

vertreten. Dabei zeigen die geringsten Werte die Bohrungen aus der

Bucht, den höchsten XXXII, wo eine ausgedehnte Geest in Luv liegt. Die Besiedlung derselben mit Heide ist daher nicht ausgeschlossen.

Vor allem herrschen Pollen von Chenopodiaceae + Caryophyllaceae in den marinen Sedimenten vor; durchschn.:

XII	XIII	XIV	XVI	XVII	XXIV	XXXI	XXXII	XLI	Am	Σ
40,0	25,5	53,7	44,8	18,0	26,7	33,2	37,8	21,5	52,5	35,2 %

Anzahl:	im Torf	im Klei	im Ton	zwischen Torf	Insgesamt
	942	3352		169	4461

Maximal fanden sich 193 % in Am 222 cm und 204 % in XIV 7 cm. Man kann daher mit ERDTMAN (1921 S. 135) und besonders OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 83 ff.) annehmen, daß es sich um die halophilen Arten des Watts und der Groden-Wiesen handelt.

Merkwürdig und auffällig erscheinen die gleichzeitigen hohen Frequenzen der Sporen von Filices und Sphagna, zumal mit der Parallelität ihrer Schwankungen (darüber s. unten).

Wegen einiger Besonderheiten trenne ich die obersten Lagen des Klei als

d) Wiesenboden

ab. Er ist braun, krümelig, sandig und durchwurzelt und zeichnet sich durch besonders großen Reichtum an Pflanzenresten aus:

Je ein Same von Lychnis flos cuculi (FIRBAS det.), Stellaria graminea (FIRBAS det.), Cerastium cf. triviale, 22 Früchte von Polygonum lapathifolium, Pollen von P. bistorta, 1 Same von Batrachium sp., 8 von Ranunculus lingua, 10 von R. flammula, 5 Nüsse von Potentilla, Pollen von Myriophyllum alterniflorum, Umbelliferae, 4 Teilfrüchte von Hydrocotyle vulgaris, 1 von Oenanthe aquatica, Pollen von Armeria, Statice, cf. Menyanthes, 1 Same von M. trifoliata, 3 Klausen von Mentha arvensis, Pollen von Plantago, Compositae! (s. unten), 20 Früchte von Alisma plantago, Früchte von Gram: 113 (ähnlich Festuca thalassica) + 9 + 6 + 2; 9 Früchte von Heleocharis palustris, 8 von Scirpus tabernaemontani, 1 von Carex sect. Carex, 9 von C. sect. Vignea, 7 von C. echinata; Mykorrhiza-Knöllchen; Sporen von Polypodium, lycopodioidem Typ, 29 Cocons, 6 Käferflügeldecken, x Beinglieder, 1 Mandibel, Foraminiferen-Innenschalen.

Die Baumpollen zeigen keine Besonderheiten gegenüber dem Klei, wohl aber ist eine meist erhebliche Frequenzzunahme fast aller Nichtbaumpollengruppen zu verzeichnen, besonders Gram, Chen und Var (darin besonders Compositae).

Cyp: Trotz der geringen Widerstandsfähigkeit 80 und 62 % in XVII 23 und 13 cm; 80 % in XII 43 cm; 116,7 % in XVI 108 cm; 91 % in XLI 22 cm.

Gram: XIV 23 und 7 cm mit 476 u. 715 %; XVII 23 u. 13 cm mit 120 und 92 %; XIII 13 cm mit 349,3 %; XII 43 u. 20 cm mit 208 u. 72 %; XXXII 8 cm mit 72 %; XLI 6 cm mit 314 %.

Chen: Besonders hohe Werte scheinen die Chen-Pollen jeweils in den Uebergangszonen Klei-Wiese, und auch schon in der Zone Torf-Klei zu erreichen. Wenn man bedenkt, daß der Sedimentationszuwachs im freien Watt ohne Beihilfe höherer Pflanzen vor sich geht, und daß letztere nur in den höchsten Lagen um MHW (Salicornia schon etwas eher) und dann nur in Anlehnung an schon vorhandenes Land über MHW am Schlick-

fange beteiligt sind, so erscheint dieser Befund nur verständlich; auch bei OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 84, 91, 119) und SCHUBERT (1933 S. 104) ist er zu erkennen und ebenso erklärt worden.

So ergeben sich die relativ höheren Werte der geestnahen und hochgelegenen Bohrungen XII, XIV, Am überhaupt, der Uebergangslagen XIII 98 cm mit 75,3 %, XII 130 cm mit 50,7 %, XXXI 314 cm mit 46,7 %, XXIV 103 cm mit 32 %, XLI 199 cm mit 22 % und der Wiesenböden: XIV 7 cm mit 204 %, XVI 10 cm mit 87 %, XXXII 8 cm mit 61,3 %, XIII 13 cm mit 56,7 %, XII 43 cm mit 50 %, XXXI 40 cm mit 46 %, XVII 13 cm mit 36,7 %, XXIV 10 cm mit 34 %, XLI 22 cm mit 23 %.

Varia: In ihrer Gesamtheit betrachtet zeigen die Werte dieser Sammelgruppe meist eine beachtliche Steigerung im Klei gegenüber dem Torfe. Die höchsten Werte wurden in den obersten Kleischichten gefunden, die z. T. den Wurzelboden der Marschwiese darstellen: XXIV 10 cm mit 61,3 %, XIV 23 u. 7 cm mit 98,7 u. 285 %, XVI 10 cm mit 22 %, XIII 13 cm mit 42,7 %, XII 43 u. 20 cm mit 151 u. 51,3 %, XXXII 8 cm mit 167,3 %, XXXI 8 cm mit 31 %, XLI 6 cm mit 211 %.

Auch die Uebergangslagen Torf/Klei zeigen hohe Werte: XIV 58 cm mit 44 %, XVII 23 cm mit 34 %, XIII 90 cm mit 25,3 %, XII 145 cm mit 35,3 %, XXXII 219 cm mit 23,3 %, XXXI 358 cm mit 46 %, XLI 208 cm mit 40,7 %.

Es macht sich also eine Gebundenheit an die Chen-Caryoph. geltend, die die Beteiligung weiterer Bewohner der Salzwiesen vermuten läßt. Dieser Umstand gab Veranlassung zu dem Versuche, diese Grodenpflanzen pollenanalytisch zu erfassen. Das gelang aber nur in beschränktem Maße.

Als sicher bestimmbar erwiesen sich nur die 2 Plumbaginaceae Armeria maritima (204 Stk., davon 10 im Torf; 1 : 21,86 Chen + Caryoph.) und Staticelimonium (64 Stk., davon 6 im Torf; 1 : 69,7).

Die anfänglich versuchte Bestimmung eines kleinen quercoiden Pollens (111 Stk.) als Triglochin maritima (s. OVERBECK (1913 S. 84)) wurde fallen gelassen, da derartige Pollentypen zu große Verwechslungsgefahren in sich tragen. Zudem fand er sich auch in S.-H. (185 Stk.) und in Mengen auch in einigen der rezenten Spektren aus den Dünen (s. S. 272).

Das gleiche ist der Fall mit den Compositen Artemisia maritima (salicoider Typ) und Aster tripolium; von letzterem Typ wurden 199 Stk., dazu noch in den S.H.-Mooren 40 Stk. gefunden; nach H. FISCHER (1890 S. 48 f.) ist dieser Typ recht häufig entwickelt; er läßt hier keinen Schluß auf Aster tripolium zu.

Wohl aber fanden sich ziemlich regelmäßig Pollen eines anderen Types der Compositae zahlreich (780 Stk., dazu noch 20 in S.H.), z. T. in bedeutenden Mengen im Wiesenboden: XXIV 10 cm 373 %, XIV 7 cm 112 %, XLI 6 cm 98 %, XXXII 8 cm 80,7 %. Er ist nach H. FISCHER (1890 S. 51 f.) der Gruppe der Liguliflorae eigen. Dazu fanden sich noch 91 Stk. grobstachelige Pollen, die vielleicht Angehörigen der Gruppen Heliantheae (Bidens), Anthemideae (Achillea) u. a. entstammen. Auch SCHMITZ (1931 S. 114) erwähnt im Profil Wilhelmshaven-Heppenseerdeich I 175 cm zahlreiche Compositen-Pollen.

Ebenso traten mit einiger Regelmäßigkeit Pollen der Umbelliferae auf (383 Stk. + 224 in S.H.), ohne einzelnen Arten zugeordnet werden zu können. Doch ließ sich der Pollen von Polygonum bistorta (Abb. s. FIRBAS und GRAHMANN (1928)) trotz seiner Aehnlichkeit mit dieser Familie absondern (56 + 3 Stk.).

Viele Typen, die zuweilen gar nicht selten waren, mußten unbestimmt bleiben.

Es muß übrigens dahingestellt bleiben, ob der Wiesenboden durch natürliche Aufschlickung entstanden ist, oder ob es sich nicht wenigstens an dem einen oder anderen Orte um aufgetragenes Erdreich handelt, das zum Ersatze des besonders im sandigen Klei ziemlich schnellen Rückganges des Nährstoffgehaltes (SCHÜTTE (1911 S. 23)) den verschlammten Gräben entnommen worden ist (Kuhlen) (SCHUBERT (1933 S. 122 Fußn.)); nach Aussage von Bauern geschieht das.

e) Einige ergänzende Bemerkungen zur Pollenanalyse

Zu den in Einzelheiten schon mit in die Beschreibung der Stratigraphie einbezogenen Ergebnissen der Pollenanalysen seien noch einige allgemeine und spezielle Angaben nachgeholt.

Die für waldgeschichtliche Studien äußerst ungünstige Stratigraphie brachte Verzerrungen in die Pollendiagramme, die eine Besprechung erfordern, ehe über Entwicklungsgeschichte des Baumwuchses auf Föhr und über das Alter der einzelnen Schichten Aussagen gemacht werden können. Zu beachten bleibt auch, daß die absolute Pollenmenge recht gering war, besonders im Klei trotz H_2F_2-Aufbereitung (nach ASSARSON und GRANLUND (1924 S. 76 ff.)). Die Ursache dürfte in erster Linie in der exponierten Lage des Gebietes liegen. Diesen Einfluß der Exposition fanden auch THOMSON (1929 S. 31 ff.) an der NW-Küste Estlands und B. POLAK in Holland (1929 S. 36). Die Hauptmasse der Pollen konnte nur mit den O-Winden hergeflogen kommen; doch sind diese heute (s. Winddiagramme Abb. 1), und wohl auch einst, im Frühjahre, also gerade in den Blühmonaten der Bäume, noch ziemlich häufig (s. S. 213). Zudem war der lokale Senderaum stets beschränkt. Dazu kommen noch der Zersetzungsgrad und die Fossilisationsschwierigkeiten im Schlick und die Verdünnung in diesem schnellwüchsigen Sedimente.

Die Unterschiede der Baumpollenspektren in den verschiedenen Torfarten und im Klei gehen am deutlichsten aus den Kreissektoren-Spektren der Durchschnittswerte hervor (s. Abb. 21). Ueber die Ursache der Kleispektrenbildung s. unten.

Auf die Bedeutung der Nichtbaumpollen im Küstengebiete wurde bereits eingegangen (s. S. 272—281).

Schließlich seien noch folgende Funde erwähnt: Sporen von Polypodium vulgare: sie fanden sich in vielen Spektren im Klei und Torf (140 Stk. + 41 in S.H.); Sporen vom Lycopodium-Typus (77 + 8 Stk.), die jedoch nicht nur Lycopodium, sondern auch manchen Filic. eigen sind.[32])

---

[32]) So fand sich eine glatte Tetradenspore in Torf und Klei (101 + 40 Stck), die ich nach der Abb. S. 430 in MEINKE (1927) für Ophioglossum gehalten

f) Der Pollengehalt des Klei.

Die aus dem Klei gewonnenen Pollenspektren sind nicht ohne weiteres aus den Erfahrungen der Mooruntersuchungen verständlich und verwertbar. Da es sich um mineralische marine Sedimente handelt, sind verschiedene Störungseinflüsse in Erwägung zu ziehen. In der Unterelbe-Weser-Jade-Marsch, wo zuerst derartige Untersuchungen ausgeführt wurden (OVERBECK und SCHMITZ (1931), SCHUBERT (1933), BRINKMANN (1934)), zeigt sich eine absolute Pi-Dominanz der genannten Spektren. Dabei gehen Depressionen der Pi-Kurve stets mit Pflanzenablagerungen im Klei einher (SCHUBERT (1933 S. 129 f.)); als Gegenspieler der Pi erweist sich Al (OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 77 u. 86), SCHUBERT (1933 S. 130), BRINKMANN (1934)).

Als Ursache wurden erwogen: 1. Pinus-Ausbreitung ist ganz ausgeschlossen. 2. u. 3. Driftung und Zusammenschwemmung kommen weniger in Frage als bei Flüssen und Seen mit ruhigen Buchten; sie müßten besonders im Darg zu erwarten gewesen sein (SCHUBERT (1933 S. 132)). 4. Selektive Zersetzung: Nach der Art der Bildung der Küstensedimente in Etappen von Tide zu Tide oder gar nur von Sturmflut zu Sturmflut (Halligland) ist mit selektiver Zersetzung zu rechnen (OVERBECK (1931 S. 85), SCHUBERT (1933 S. 136)). (s. z. B. die Bohrung am „Ostendorfer Deiche" im Vergleiche einerseits mit den Zersetzungsspektren im Bruchwaldtorfe der Oste-Niederung, andererseits mit dem Klei in Kehdingen und dem Weser-Jade-Gebiete). Ein etwa zu beobachtender guter Erhaltungszustand der noch übriggebliebenen Pollen stellt keinen Gegenbeweis dar (OVERBECK (1931 S. 85)), wohl aber sprechen gegen selektive Zersetzung die geringe Frequenzminderung des wenig widerstandsfähigen Q-Pollens (SCHUBERT (1933 S. 131 f.)), ferner das gleichartige Verhalten von Fag und dem sekundären Kiefernanstiege in Torf und Klei (BRINKMANN 1934)), die Möglichkeit von Gipfeln aller Arten im Klei (BRINKMANN (1934)), das Fehlen einer zu erwarten gewesenen stärkeren Zersetzung in dem öfter der Luft ausgesetzten Darg (BRINKMANN (1934)), endlich die Unabhängigkeit der Pi-Kurve vom stratigraphischen Wechsel (BRINKMANN (1934)). Die Hauptursache sehen OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 77—79), SCHUBERT (1933 S. 131—36), BRINKMANN (1934) vielmehr in

5. Ferntransport-Ueberrepräsentanz. Die Pi-Ueberrepräsentanz ist ein Ausdruck der Verschiebung des Waldareales, die durch die Veränderungen in der Verteilung von Wasser und Land bedingt ist. Wurden doch dabei vor der Eindeichung jeweils große Flächen in Mitleidenschaft gezogen. Besonders die Erle als Bewohnerin der Niederungen wurde bei den Ueberflutungen vernichtet und ihr Pollenregen dadurch stärker beeinflußt als der anderer vorwiegend geestbewohnender Arten. Das hat schon ERDTMAN (1921 S. 127—35) als Ursache des Al-Rückganges in mariner Tapes-Gyttja an der Küste SW-Schwedens erkannt; nur war dort

---

hätte; eine Nachprüfung an Herbar-Material ergab aber für diesen Farn eine Spore vom Lycopodium-Typ mit kräftigen Netzleisten! Es ist also beim Gebrauche dieses Atlas' Vorricht geboten.

wegen der geringen in Mitleidenschaft gezogenen Fläche nicht Pi, sondern EMW im Diagramme begünstigt. Ganz allgemein haben also die Küstenänderungen die waldfreie Zone vergrößert, wodurch in den Diagrammen die flugfähigeren Pollen der Coniferen bevorzugt erscheinen; im Prinzip handelt es sich demnach um die gleiche Erscheinung wie beim sekundären Pi-Anstiege. Zum Beweise wird noch auf die Gebundenheit des Auftretens von Pc an die Pi-Herrschaft verwiesen. Besonders wichtige Hinweise auf die Richtigkeit dieser Erklärung boten auch die vergleichenden Betrachtungen mit rezenten Spektren rund um den Jadebusen (BRINKMANN (1934)). *)

Die Gleichartigkeit der Erscheinung im Unterelbe-Weser-Jade-Gebiete führt also bei allen Bearbeitern zur gleichen Erklärung: Bevorzugung der Ferntransportauslese vor der selektiven Zersetzung.

Um so auffälliger ist der abweichende Charakter der Spektren im Klei von Föhr: die stärkste Einbuße erfährt der als besonders wenig widerstandsfähig geltende Q-Pollen, während die Al-Vorherrschaft, wenn auch in der Frequenz gegen den Bruchwald geschwächt, nur hier und da (max. in Am) von Pi beeinträchtigt wird, besonders noch in den etwas weiter von der Geest abgelegenen Bohrungen (XXXI, XXV[33])); vielmehr halten sich Pi, Al, Co-My ziemlich die Waage.

Eine vollbefriedigende Erklärung für den Unterschied gegen das Unterelbe-Weser-Jade-Gebiet läßt sich vorerst nicht geben; es sind folgende Möglichkeiten zu erwägen:

a) ein solches Pollenbild kann nicht in erster Linie durch Ferntransportauslese entstanden sein; denn die rezenten Spektren ließen bei der geographischen Lage des Gebietes die geringe Bedeutung dieses Faktors hier klar erkennen (s. S. 271); s. auch das über Pc und Ab Gesagte (S. 297—298).

Andererseits ist die erwähnte Zunahme der Pi-Pollenwerte mit der Entfernung vom Geestrande zu beachten. Aber vielleicht sind die geestnahen Diagramme vom Bewuchse der Geest selbst beeinflußt. Auch wird wohl die verschiedene Exposition der Gesamtküste (in S.H.: NS, in Niedersachsen OW) entscheidend gewesen sein, wodurch hier „Ferntransport" nur von O her möglich war.

Wenn man jedoch die Wirksamkeit des Weittransportes annimmt, dann könnte man sich vorstellen, daß Pi deshalb nicht so hohe Werte erreichte wie im Unterelbe-Weser-Jade-Gebiete, weil Pi etwa in S.H. sporadischer war als dort. Aber die Durchschnittswerte von Pi im j.Hmt. ohne die kulturzeitlichen Spektren sind überraschend gleich: OVERBECK und SCHMITZ: 6,75 %; SCHUBERT: 6,81 %; Verfasser: 6,5 %!

b) Vielleicht liegt überhaupt die Ursache der Verschiedenheit der Spektren im verschiedenen Alter des Klei: auf Föhr ist er nämlich subatlantisch,

---

*) Während der Drucklegung erschien eine Arbeit von FIRBAS (Planta 22. Bd.), in der er die bessere Flugfähigkeit der Coniferen-Pollen ablehnt und damit die bisherige Erklärung der Klei-Spektren hinfällig macht.

[33]) Hiervon nur einige Stichproben: in 70 cm 45 % Pi, in 117 cm 51 %, in 198 cm 35 %, in 254 cm 28 %, in 325 cm 28 %.

der an der S-Küste der deutschen Bucht untersuchte aber vorwiegend atlantisch (s. unten)[34]). In diesem Zeitabschnitte war aber Pi auf der Geest noch stärker vertreten: OVERBECK und SCHMITZ: 14,3 %; SCHUBERT: 14,7 %; Verfasser: 12 %. Eine Entscheidung ließe sich aber erst treffen, wenn von Schleswig Kleidiagramme des Atlantikums und von der hannoveranisch-oldenburgischen Küste solche des Subatlantikums zahlreicher vorliegen.[34])

c) Dann könnte es sich noch besonders um selektive Zersetzung handeln. (Vgl. die damit erklärten Kleispektren des Profiles „am Ostendorfer Deich" (SCHUBERT (1933 S. 133)) mit denen von Föhr hinsichtlich der niedrigen Q-Werte). Auch die Ursache wäre erklärbar: der Klei von Föhr ist nicht nur viel mehr feinsandig[35]), er ist vor allem der Absatz des offenen Watts, das zur Seemarsch wurde, während es sich an Unterelbe-Weser-Jade um den ruhigen Absatz feinsten Tones, um Flußmarsch, handelt. Im offenen Watt jedoch kann der Hochtiden-Absatz eine Umlagerung mit jeder Steig- und Falltide (R. RICHTER (1932 S. 226)), bei stärkerem Winde, oder auch nur bei Springtiden erfahren (SCHÜTTE (1911 S. 2 f.)). Die Möglichkeit zur Pollenzerstörung, die beim ruhigen Watt der Strommündungen fast nur durch die Berührung mit der Atmosphäre bei Niedrigtide vorhanden ist (OVERBECK (1931 S. 85), BRINKMANN (1934)), ist hier auch noch durch das mechanische Moment des Zerriebenwerdens zwischen dem von der Gezeitenwelle bewegten Sande gegeben, das in der Brandungswucht beim Absatz der Sturmflutschichten seinen Höhepunkt erreicht. Zugleich ist der Einfluß der Atmosphärilien auf diese episodischen Bildungen ein zeitlich viel größerer.

d) Bei Bewertung der Kleispektren ist aber auch noch ein ganz anderer Gesichtspunkt heranzuziehen, die Herkunft des Pollens! Bisher berücksichtigte man lediglich den frischen Pollenregen aufs Meer, speziell aufs Watt. An sich ist dessen Menge wohl ausreichend, um den Pollengehalt im Klei zu erklären; das beweisen einmal die Beobachtungen HESSELMANs (1919) auf Feuerschiffen im Bottnischen Meerbusen (allerdings in Lee des mittelschwedischen Waldlandes), dann nach GRAN (1912) die Plankton-Untersuchungen in der Nordsee (z. B. in 30 Meilen Abstand von der Küste der doch überdies waldarmen Randländer noch 40 Pi-Pollen in 1 ltr. Wasser aus 5 m Tiefe) (zit. nach HESSELMAN (1919 S. 45)). Aber entgegengesetzt der Ansicht SCHUBERTs (1933 S. 98) ist m. E. auch noch daneben mit einer nicht unbeträchtlichen Menge fossilen Pollens zu rechnen, der nicht nur aus umgelagertem altem zerstörtem Marschlande, sondern besonders auch aus interglazialen und postglazialen Torflagern stammt. Diese Schichten werden von den Fluten aufgearbeitet (Beschreibung

---

[34]) Von jungem Klei liegen nur wenige einzelne Spektren vor (OVERBECK u. SCHMITZ: Hooksiel, Wilhelmshaven; SCHUBERT: am Ostendorfer Deich, Stellenflether Außendeich bei Oederquart), die noch keinen Vergleich zulassen, ebensowenig wie umgekehrt die 5 atlantischen Spektren des Treene-Schlicks von F (Abb. 9).

[35]) Ebenso wie auch sonst in S.H. (s. MÜLLENHOFF-Marne: „Unsere Köge (in S-Dithmarschen) sind nicht aufgeschlickt, sondern aufgesandet" (SCHÜTTE (1911 S. 3)).

dieses Vorganges an Hochmoorkörpern s. SCHÜTTE (1911 S. 10 f.), A. SCHWARZ (1932 S. 261), BRINKMANN; aber auch Flachmoortorf wird nicht verschont.). Die einzelnen Reste einschließlich der Pollen und Sporen werden dann bei Neuanschlickung mit niedergeschlagen. Sie können sich so in zweiter, bei der bekannten Wiederholung des Zerstörungs- und Anschlickungsvorganges im Halligengebiete sogar an dritter bis x-ter Lagerstätte befinden. Zum Beweise seien zunächst die Funde von Bryales- und Sphagnumblättern, Gefäßleitern, Früchten u. a. im Klei erwähnt, (auch bei OVERBECK und SCHMITZ, SCHUBERT, BRINKMANN), die offensichtlich aus aufgearbeitetem Torfe stammen (auch nicht alle Flachmoorpflanzenreste (Schilf, Carices) werden autochthon sein). Dann sei auf das bei Betrachtung des Vorkommens der Pollen von Pc und Ab (s. S. 297/298) Gesagte verwiesen; ergab sich doch im Hinblick auf die an den rezenten Spektren gemachten Erfahrungen und die trotz größerer Entfernung vom Sendebereiche größere Frequenz als im Niederelbe-Weser-Jade-Gebiete, sowie auf Gebundenheit an minerogene Sedimente der Schluß auf Herkunft besonders aus Interglazialablagerungen. Es soll aber damit nicht grundsätzlich geleugnet werden, daß nicht auch der eine oder andere Pollen aus weiter Ferne hergeflogen kam. Vor allem muß ein Umstand zu denken geben, der mir zuerst an den subrezentren Spektren der Brackwasserphragmiteten auffiel (s. S. 275), aber für die gesamten Kleiabschnitte der Diagramme charakteristisch ist: die Sporen sowohl von Filices als auch von Sphagna zeigen im Klei hohe Werte, die denen des Bruchwaldtorfes einerseits und des Hmt. andererseits nahestehen; das Absurde dabei ist hier die Gleichzeitigkeit. Wegen der sonst üblichen örtlichen Gebundenheit jeweils an die genannten Torfe kann es sich bei den ziemlich großen Mengen, und dazu nebeneinander, hier im Klei unmöglich um frischen Sporenregen handeln, sondern nur um Material, das aufgearbeitetem Torfe entstammt. Wenn dieser Schluß richtig ist, gilt aber auch für einen guten Teil der Pollen das gleiche. SCHUBERT (1933 S. 98, 104/5) verneinte das unter Hinweis auf den geringen Gehalt des Klei an Eric-Pollentetraden, zumal diese doch auch recht widerstandsfähig sind; doch fand ich immerhin durchschnittlich 16,4 %, selbst im Minimum mehr als je in der Kehdinger Marsch auftreten.

Aus diesem Grunde hat die Bewertung der Kleidiagramme hier in der Seemarsch mit noch größerer Vorsicht zu geschehen als in der Flußmarsch; während in letzterer im großen und ganzen nur der Ausfall des Einflusses der Niederungsbewohner durch die Weittransportauslese ersetzt wurde, der Einfluß der für eine Datierung wichtigen Waldbildner der Geest aber kaum vermindert wurde, sind in der Seemarsch gerade die Pollen der letzteren durch ihre Hinfälligkeit stark beeinträchtigt, wozu noch die genannte Trübung des Bildes durch Material an sekundärer Lagerstätte kommt. Daher sind die quantitativen Ergebnisse nicht ohne weiteres verwertbar, sondern lediglich besondere Befunde, wie das Auftreten neu eingewanderter Baumarten (z. B. Fag) — eine Erscheinung, die aber erst an anderer Stelle bewiesen sein muß! (z. B. für Föhr in S.H.) — und die Beteiligung der Halophyten am Aufschlickungsprozesse.

Nur unter genauer Berücksichtigung der geschilderten Verzerrungen, die der Pollenregen bei seiner Fossilisation in den verschiedenen Ablagerungen

erlitten hat, ist es möglich, Aussagen über das Alter dieser Schichten und über die Geschichte der Vegetation der Insel Föhr zu machen.

3.) Zur Wald- und Vegetationsgeschichte von Föhr.

Ueber die Baumbesiedlung der Geest lassen sich nur beschränkte Angaben machen: Q, Be, dazwischen Co, auch einige Ul und Ti mögen das Gebiet der hohen Geest in der in den untersuchten Ablagerungen erfaßten Zeit besiedelt haben. Ob beim Vordringen des Meeres dieser Wald durch die Empetrum-Küstenheide verdrängt wurde, ist nicht zu sagen; Ortsteinschichten sind mir jedenfalls nicht bekannt geworden, doch sah ich stark eisenschüssige Podsolböden. Auch W. JESSEN (1932 S. 27 f.) fand auf Amrum keinen echten Ortstein, nur eine Eisenanreicherung.

Ob die Buche die Insel ohne Zutun des Menschen besiedelt hat, ist schwer zu entscheiden; der Weg dahin war ihr ebenso wie den insektenfressenden Kleinsäugern (SCHÜTTE 1927) durch die ausgedehnten Niederungen mit den verlandenden Armen der Urelbe (s. S. 287 Fußn.) versperrt. Man bedenke, welche Schwierigkeiten schon die Eider-Treene-Marsch der Fag-Ausbreitung bereitet hat (s. S. 240 f.). WOLFF (1928 S. 45) nimmt zwar die Inselwerdung Sylts und damit Föhrs[36]) erst für die Wende Jungsteinzeit-Bronzezeit an, doch auch dafür kam Fag zu spät; begann doch die Ausbreitung in S.H. erst im Laufe der Bronzezeit (s. S. 242). Die Maximalwerte in XII und XXXII entsprechen dem Betrage, den Fag auch in den rezenten Spektren erreicht; dort scheinen sie nicht durch „Ferntransport" bedingt zu sein, sondern zum Teil von örtlichen blühenden Fag zu stammen. Man kann daher wohl auch die Fag-Pollen in Klei, besonders in den geestnahen Bohrungen XII und XXXII, zum Teil auf einzelne Buchen zurückführen, die auf der Föhrer Geest gestanden haben. Doch muß man annehmen, daß die prähistorischen Besiedler der Insel Bucheckern eingeführt haben, von denen einige gekeimt und zu Bäumen geworden sind. Car kann jedoch wegen seiner geflügelten Früchte auch natürlich eingewandert sein, war aber spärlicher.

Vor dem Geestabfalle befand sich eine Niederung, die mit einem dichten Bruchwalde besiedelt war, der ein Talmoor bildete. Die Borgsumer Bucht stellt ein besonderes Becken dar. Neben vorherrschender Al wuchsen im Bruchwald Be, Q, Ti, Co, My, Sa, Frangula, sicher auch Populus und Fraxinus u. a., die nicht nachgewiesen werden konnten. Bei der Ausdehnung, die dieser Sumpfwald hatte, nimmt es nicht wunder, wenn der Unterwuchs nicht überall gleichmäßig war. Hier überwog Thelypteris, dort Rubus, da war ein offener Tümpel mit Menyanthes oder Potamogeton, dort ein Gewässer, an dessen Rande ein Phragmites-Cladium-Röhricht wuchs; höhere Stellen waren von Strauchwerk besiedelt, zwischen welchem Lianen (z. B. Solanum dulcamara) rankten, oder es entstand eine Lichtung, die von Bleich- und Laubmoosen im Vereine mit Heidemoorpflanzen besiedelt wurde und die das Zukunftsgeschick andeutete, das der Bruch zu gewärtigen hatte, nämlich zum Hochmoore am Rande zwischen Marsch

[36]) Von Sylt soll Föhr, noch mit Amrum verbunden, erst durch die Sturmflut am 16. 1. 1362 getrennt worden sein (WEIGELT (1873 S. 75)).

und Geest zu werden. Es erscheint jedoch, wie S. 296 gezeigt, unwahrscheinlich, daß die marine Transgression schon Hmt. angetroffen und ihn zerstört hat. Man braucht daher im Kontakte Torf/Klei auch keine Zeitlücke anzunehmen. Anstelle des Waldmoores trat jedenfalls das öde graue Watt[37]) und wuchs zur Seemarsch auf. Erst mit der Bedeichung werden dann die Salzwiesen mit ihrem Blumenschmucke von Armeria, Statice, Aster tripolium u. a. zu den heutigen Fettweiden geworden sein.

4.) Das Alter der Schichten.

Der Sand: das Alter des Sandes ist unwesentlich. Wie S. 288 gezeigt, kann stellenweise ein boreales Alter vermutet werden, ohne daß eine Entscheidung möglich ist.

Der Torf: Nach dem Funde von 2 Knochenharpunen in der Basis des Torfes der Boldixumer Marsch (Ziegelei, XLI) (PHILIPPSEN (1924)) (im Kieler Museum (HÄBERLIN mündl.)) nahm SCHÜTTE (1927a, 1927b S. 176, 1929 S. 50) ein mesolithisch-boreales Alter (min. 7000 Jahre alt) dieses Horizontes an, während die oberste Torfschicht aus der Bronzezeit stammen soll. M. E. sind aber 2 Beinharpunen kein sicherer Beweis, wurden doch diese auch noch viel später als in der Mullerup-Kultur benutzt, wie die Funde aus den Kjøkkenmøddingern zeigen.

Der entscheidende Faktor bei dem Versuche, aus der Pollenanalyse hier eine Datierung vorzunehmen, ist das Verhalten von Fag und Car; jedoch bleiben die geschilderten Verzerrungen, die exponierte Lage und das spärliche örtliche Vorkommen zu bedenken, wodurch die Kurven im Vergleich zu den Festlandsdiagrammen parallel zu sich verschoben in der Frequenz stark gemindert erscheinen. Wenn daher im Torfe Fag- und Car-Pollen nur hier und da auftreten[38]), so besagt das im Hinblick auf die bei den Festlandsmooren gefundenen Verhältnisse und die dort durchgeführte Datierung, daß der Föhrer Torf, soweit er Fag-Pollen enthält, nicht älter als spätatlantisch-subboreal = vollneolithisch-bronzezeitlich ist, also in der Q-Fag-Zeit gebildet wurde.[39]) Denn es erscheint unvorstellbar, daß hier einzelne weittransportierte Fag-Pollen eher auftreten sollen als in S.-H., zumal doch ein derartiger Einfluß noch überdies durch die lokale Ueberrepräsentanz der Bruchwaldbewohner gemildert wurde. Der letztgenannte Umstand macht auch ein Erkennen der EMW-Zeit unmöglich, da auch die an sich schon geringe Frequenz von Ul und Ti dadurch geschwächt ist. Andererseits scheint mir die Annahme eines subatlantischen Alters nicht statthaft; dafür tritt Fag-Pollen zu spärlich auf. Dann aber deuten die reichen Cla-

---

[37]) Ein merkwürdiges Licht auf die Art der Ueberwältigung des Bruchwaldes durch die See werfen die Funde von Potwalresten im Torf von Goting und Langeneß (WEIGELT (1873), PHILIPPSEN (1924 S. 25, — S. 16, 45)).

[38]) Auch G. ERDTMAN, der für SCHÜTTE eine Probe des Föhrer Torfs untersucht hat, hat Pollen von Q und Al, aber keine von Fag gefunden (SCHÜTTE (1927 b S. 176)).

[39]) 1929 S. 53 hat auch SCHÜTTE entgegen seiner früheren Ansicht (1927 a, 1927 b S. 175) das gleiche Alter angenommen.

dium-Funde[40]) zusammen mit denen des ähnlich warm getönten Carex pseudocyperus darauf hin, daß die postglaziale Wärmezeit noch nicht vorbei war. Zwar liegt in Schweden das Cladium-Optimum im boreal-frühatlantischen ersten Teile der Wärmezeit vor dem Litorina-Maximum (v. POST (1925 S. 304)); doch fiel ja wohl hier im ozeanischen W das subboreale Hemmnis für Cladium im O — die von v. POST angenommenen kontinentalen Winter — weg (ibid. S. 310); braucht doch Cladium warme und trockene Sommer und besonders milde regenreiche Winter (ibid. S. 306 f.). Trotzdem die warmen Sommer nach der subatlantischen Klimaverschlechterung nicht mehr gegeben sind, kommt Cladium auch heute noch hier und da in S.H. vor (W. CHRISTIANSEN (1926 Verbreitungskarte No. 63 u. S. 160), s. ferner Alb., Wi. und We. CHRISTIANSEN (1926 S. 24 ff.)).

Es ist aber nicht gesagt, daß der Torf in allen Bohrungen absolut gleich alt sei; er scheint in der Nieblumer Bucht (XVII, XVI, XIV, XIII) älter zu sein als weiter draußen unter der Marsch oder gar auf dem Midlumer Rücken (XXIV). Der Cladium-Torf (XXXI) scheint jünger zu sein, doch kann hier Fag ebenso wie auch Q durch die geringeren Al-Werte besser zur Geltung gekommen sein. Für den Torf vom Gotingwald (XIX) nimmt PHILIPPSEN ein Alter von Jungsteinzeit bis 400 n. Chr. an (1902). Wenn das Anfangsalter durch die Funde von je einer ungeschliffenen Feuersteinaxt und geschliffenen Dioritaxt und steinzeitlichen Scherben (PHILIPPSEN (1924 S. 22, 24, 30)) gesichert erscheint und mit dem Ergebnis der Pollenanalyse übereinstimmt, so ist der angegebene Zeitpunkt des Unterganges dieses Waldes nach dem Diagramme sicher falsch (1. Fag-Pollen in der obersten Probe, diese also nicht jünger als bronzezeitlich).

Der Klei: Mit der Feststellung des Alters des Torfes ist auch schon eine entscheidende Datierung der Marschablagerung gewonnen, die in einer viel späteren Zeit entstanden sind als im Unterelbe-Weser-Jade-Gebiete! Der Klei der Föhrer Marsch zeigt wenigstens in der Mehrzahl der Diagramme durchgehende Fag-Kurven, die man mit dem subatlantischen Teile der Q-Fag-Zeit in S.H. in Beziehung setzen kann. Wichtig erscheinen die Gipfel in XII und XXXII im oberen Drittel des Klei; setzt man sie mit dem Fag-Maximum in S.H. überein, das dort dem frühesten Mittelalter zugeordnet wurde (S. 243), so hat der Absatz mariner Sedimente hier im Spätmittelalter aufgehört. Dazu steht die 1492 im gleichen Rahmen wie heute vorgenommene Bedeichung der Föhrer Marsch (WEIGELT (1873 S. 75), BRECKWOLDT (1916)) nicht in Widerspruch. Die als alte Wurten angesprochenen Hügel, die an verschiedenen Stellen aus der Marsch noch etwas aufragen, werden wohl aus der Zeit vor der Bedeichung stammen und auch damals schon reichlich überschlickt worden sein; über ihr Alter ist nichts bekannt geworden (s. S. 281).

Auch die bronzezeitlichen, heute in der Marsch eingebetteten Grabhügel von Sylt (S. MÜLLER (1913/14)) passen zu dieser Vorstellung. Beachtung verdient auch eine Angabe W. JESSENs (1932) (nach JOHANNSEN (1864)), nach der östlich der Gratdün auf Amrum zwei eisenzeitliche Grä-

[40]) Bisher wurde Cladium in S.H. nur zweimal fossil gefunden von M. BEYLE bei Ahrensburg und am Pönitzer See (We. CHRISTIANSEN (1926 S. 160)).

ber mit Kleidecke gefunden wurden, zu der das Material offenbar aus der Marsch dorthin gebracht worden war. Ebenso fügt sich der Kjøkkenmødding von Gr. Dunsum im W Föhrs, der von der ersten Eisenzeit ab bis mindestens zur Römerzeit aufgehäuft wurde (KNORR (1927 S. 21)), gut in das Bild.

Zusammenfassend kann gesagt werden: während der Torf vorwiegend vollneolithisch-bronzezeitlich = spätatlantisch bis subboreal ist, begann die Bildung des Föhrer Klei nicht vor der G.H.-Zeit und endete im Spätmittelalter (frühestens ca. 800 v. Chr. bis 1492 n. Chr.). Wenn jedoch Hmt. abgetragen ist, was allerdings unwahrscheinlich ist (s. S. 296, 307), begann die Kleibildung später.

5.) Zur Küstensenkung.

a) Verhältnisse im Untersuchungsgebiete.

Die beschriebenen Alluvialablagerungen der Föhrer Marsch erhalten ihr Hauptinteresse aus einem geologischen Grunde, auf den zum Schlusse eingegangen sei. Die beschriebene Schichtenfolge Klei/Bruchtorf/Sand und besonders die Lage der Unterkante (max. —4,9 m) und Oberkante (max. —3,1 m) des Torfes zu NN lassen es außer allem Zweifel erscheinen, daß eine allgemeine Verschiebung des Niveauverhältnisses zwischen Land und Meer zugunsten des letzteren stattgefunden hat, eine positive Strandverschiebung, meist Küstensenkung[41]) genannt. Es liegt jedoch nicht in meiner Absicht, die verschiedenen Möglichkeiten der Ursachen dieser Niveauveränderungen zu diskutieren, zumal das erst kürzlich von DIENEMANN und SCHARF (1931), RIETSCHEL (1933) u. a. getan worden ist; dort ist auch die einschlägige Literatur angeführt.

Da der geringmächtige und orographisch höher gelegene Torf in der Nieblumer Bucht (s. Abb. 13) offenbar eher gewachsen ist (s. S. 308), seiner Höhenlage nach aber wohl später überschlickt wurde, sei er hier außer Acht gelassen und den Erörterungen vor allem die Bohrungen in der vor der Geest im O gelegenen Marsch zugrundegelegt (besonders XXXI, XXXII, XLI). Die Mächtigkeit des Torfes, die auch SCHÜTTE auffiel (1927 b S. 175), läßt sich hier bei seiner Gleichartigkeit und dem semiterrestrischen Charakter seiner Muttergesellschaft nur durch Anstieg des Grundwasserspiegels erklären und dieser wohl nur durch eine positive Strandverschiebung verstehen, die dann etwa zur G.H.-Zeit zur marinen Transgression führte. Diesen Schluß auf Senkung zieht auch OVERBECK (1931 S. 57, 167) aus dem bis 4 m mächtigen Bruchwaldtorfe im Bremer Blocklande. Wie mir OVERBECK darlegte, muß man mächtige Bruchwaldtorfe zwar nicht schlechthin durch „Senkung" erklären; sie können u. U. auch bei „Hebung" entstehen, wenn ihre Ablagerung durch Grundwasseraustritt am Hange bedingt ist. Es erschiene aber jedenfalls recht gezwungen, wenn man für den vorliegenden Fall derartige Verhältnisse konstruieren wollte. Von der „Berechnung", besser Schätzung eines Senkungsbetrages

[41]) Dieses Wort soll hier mit DIENEMANN u. SCHARF (1931 S. 332) im obgenannten allgemeinen Sinne gebraucht werden.

für die Zeit der Torfbildung nehme ich Abstand wegen der nichterfaßbaren Faktoren Bildungsniveau, Massenverlust durch Reifung und Pressung durch den überlagernden Klei.

Ob der in XXXII und XLI oben gefundene mesotrophe Charakter des einstigen Moores, das damit über das Grundwasser hinauszuwachsen und zum Hochmoore zu werden begann, rein örtlich sukzessionsbiologisch bedingt ist oder eine Stillstandsphase der Bodenbewegung darstellt, sei dahingestellt. W. JESSEN (1932) nimmt wenigstens auf Grund seiner geologischen Untersuchungen am Strande Amrums für die G.H.-Zeit eine Hebungsphase („postlitorine Hebung") für die nordfriesischen Geestinseln an.

Zu Beginn der Eisenzeit zeigt sich jedenfalls ein deutlicher Fortgang der Senkung im Absatze marinen Schlicks (wohl Anlaß der Wanderungen der Cimbern (vgl. die von FLORUS beschriebene Fluctus Cimbricus 360—350 v. Chr. (GAMS und NORDHAGEN (1923 S. 185)), Teutonen, Ambronen (Amrum!), Friesen 120—101 v. Chr. (SCHÜTTE (1927 a, 1929 S. 55)).

Es bildeten sich in der Zeit von ca. 800 v. Chr. bis ca. 1500 n. Chr. max. 393 cm Klei, die „Senkung" betrug also in den 2300 Jahren mindestens rd. 4 m oder 17,3 cm pro Jahrhundert.

Dieser Betrag erhöht sich noch um den Verlust bei der diagenetischen Verdichtung des Schlicks zum festen Klei, doch ist hier dieses Zusammensinken wegen des geringeren Tongehaltes nicht groß (SCHÜTTE (1911 S. 6)). Ebenso liegt der Grundwasserspiegel so hoch, daß eine starke Austrocknung des Klei nur für die obersten dm denkbar ist (BUSCH (1927 S. 96)). Auch der Verlust durch Salzauslaugung ist gering (DIENEMANN und SCHARF (1931 S. 383)).

Der Betrag verringert sich dafür aber durch den Mächtigkeitsschwund des unter dem Klei liegenden Torfes durch Reifung und Belastungspressung; da es Bruchtorf ist, der schon bei seiner Bildung stark zersetzt ist und sich durch Holzreichtum auszeichnet, kann dieser Schwund aber nicht groß sein; der von SCHÜTTE (1911 S. 7) angegebene Maximalwert auf $^1/_2$ der ursprünglichen Mächtigkeit kann höchstens für Hmt. Gültigkeit haben. Immerhin ist aber mit einer kleinen Sackung des Schlick-Bildungsniveaus neben der Senkung zu rechnen. Heute hat sie keine Bedeutung mehr (do. BUSCH (1927 S. 96)).

Der Aufwuchs des Landes bei Ueberschwemmungen nach Deichbrüchen (z. B. 1721 und zuletzt 1825) darf wohl als gering und nur von örtlicher Bedeutung veranschlagt werden, z. B. die dünne Kleidecke in Elmere bei Süderende (SCHÜTTE (1927 b S. 177)); SCHÜTTE möchte allerdings die oberen 1,4 m in der Marsch z. T. auf Sturmfluten zurückführen, die n a c h der Eindeichung von W über die Deiche kamen. Dieser Betrag ist aber nach meiner und der Ansicht vieler Ortskenner (Dr. HÄBERLIN, Amtsvorsteher P. C. ROELOFFS, Wasserbauinspektor ARFSTEN) viel zu hoch; ARFSTEN meint, „daß bei einer noch so hohen Flut wie z. B. 1825, wenn das Wasser auch 1,5 m innerhalb der Deiche steht, höchstens einige cm Schlick abgelagert werden können" (Dr. HÄBERLIN briefl.).

SCHARF (1929 S. 40) hat aus SCHÜTTEs Boldixumer Profil berechnet: die nach den Knochenharpunen angeblich 7000 Jahre alte Torfbasis liegt jetzt in —3,5 NN, muß einst mindestens +1,2 NN = MHW gelegen

haben, also 4,7 m in 7000 Jahren = 7 cm/Jahrhundert gesunken sein. Diese „Berechnung“ ist durch die neue Datierung hinfällig geworden, zudem war MHW falsch (s. S. 282).

Will man aus der heutigen Lage der Torfbasis einen Gesamtdurchschnittswert des Senkungstempos ermitteln, so ergibt sich: die Torfbasis ist spätatlantisch (ca. 3500 v. Chr.) und liegt max. —4,9 NN; das Bildungsniveau von Bruchwaldtorf ist der Grundwasserspiegel, dessen Höhe von seinem Vorfluter, in diesem Falle vom MHW abhängig ist. Unter Voraussetzung eines gleichen MHW wie heute (ca. +0,9 NN) ergeben sich dann 5,8 m in 5400 Jahren oder rd. 10 cm pro Jahrhundert.

Brennendstes Interesse beansprucht noch die Frage nach der für die S-Küste der Deutschen Bucht jetzt allgemein anerkannten und auch z. T. schon mit einigermaßen sicheren Zahlen belegten (SCHÜTTE (1931), SCHUBERT (1933)) Küstensenkung der jüngsten historischen Vergangenheit und Gegenwart. Hier auf Föhr konnten dafür keine sicheren Anzeichen gefunden werden, womit ihr etwaiges Vorhandensein nicht geleugnet werden soll. Es scheinen jedenfalls die in den letzten Jahrhunderten zunehmenden Entwässerungsschwierigkeiten (SCHÜTTE (1911 S. 17): bei Langenhorn, Ockholm; eigene Beobachtungen 1930: Ueberschwemmung und Vermisten des Heus auf Föhr und im Gotteskoog bei Niblum) für gegenwärtige Senkung zu sprechen. Ebensolche Ueberschwemmungsschäden an Eider und Treene veranlaßten BUSCH zu einer Untersuchung, die auch dort „Senkung“ ergab: aus alten Angaben über die Abdämmung der Treene bei Friedrichstadt von 1570 wurde das damalige MHW ermittelt (+ 0,55 NN) und zeigt nun im Vergl. mit dem heutigen der Eider (+ 1,37) eine + Strandverschiebung um 82 cm von 1569 bis 1924 oder 23 cm/Jahrh. (1928 S. 101). Auch BERNDT (1928/29), der als Ergebnis eines Vergleiches von Feinnivellements auf eine nach N zunehmende tektonische Hebung in S.H. schließen mußte, hält wegen dieser Entwässerungsschwierigkeiten trotzdem die positive Strandverschiebung der Gegenwart nicht für abgetan. Beachtenswert sind daher die von RIETSCHEL (1933) vorgenommenen Umrechnungen der Werte BERNDTS: bezogen auf Wilhelmshaven wird die Hebung in Husum (0,17 cm/Jahr) und Tönning 0,16 cm/Jahr) ganz überdeckt von dem aus Pegelbeobachtungen ermittelten Anstiege des Tidenhochwassers (Husum 0,27 cm/Jahr Tönning 0,24 cm/Jahr). Weiterhin weist SCHÜTTE (1927 b S. 175 ff.) auf die geringe Höhenlage der Niederung Elmere bei Süderende und des Gebietes an der Wasserlösung zwischen Alkersum und Toftum, ferner auf die Notwendigkeit der Deicherhöhung von Föhr hin: die Deichkappe lag 1492 + 3,3 NN, wurde 1825 auf + 4,43 NN und 1900 schon wieder auf + 5,33 NN erhöht.

Zusammenfassend läßt sich über die Bodenbewegung von Föhr sagen: bei langsamer Senkung kam das Land von der hohen ancyluszeitlichen Lage aus (s. unten) erst spät so tief, daß das Grundwasser durch Gezeitenstau zum Austritte gezwungen wurde und Moorbildung auf dem Sandboden der Niederung veranlaßte. (Zu dem Klei unter Torf der Bohrungen XXVIII—XXX s. S. 285 Fußn.). Bei weiterer langsamer Senkung bildete sich in Vollneolithikum und Bronzezeit ein mächtiges Paket Bruch-

waldtorf; als jedoch das Senkungstempo im Subatlantikum zunahm, transgredierte das Meer und setzte Schlick ab, bis im Spätmittelalter diesem Prozesse durch Bedeichung ein Ende bereitet wurde. Ob zu Abschluß der Torfbildung erst ein Senkungsstillstand oder sogar eine Hebung zwischengeschaltet war, ist hier fraglich.

b) Vergleiche mit den Nachbargebieten.

Wie steht die für Föhr ermittelte Bodenbewegung im Rahmen gleichartiger Erscheinungen an anderen Stellen der deutschen Nordseeküste?

An einer alluvialzeitlichen allgemeinen Senkung des Nordseegebietes lassen der geologische Aufbau der Küstengebiete und die Torffunde auf der Doggerbank keinen Zweifel. Doch dürfte sie nicht allerorten gleichzeitig wirksam geworden sein, am frühesten wohl nahe der frühpostglazialen Küste an der Doggerbank (s. Moorlog: WHITEHEAD und GOODCHILD (1909, 1920), REID (1913), ERDTMAN (1924/25), s. auch SCHÜTTE (1927 a)). Auch hat sich an der Südküste der Nordsee herausgestellt, daß die Senkung von einer Hebung unterbrochen war, von der gleich noch die Rede sein wird. So ergibt sich die erste Senkungsperiode WILDVANGs (1911 an der Ems und SCHÜTTEs an der Jade-Weser. Dort konnte sie jetzt bei Mentzhausen (Jade) pollenanalytisch datiert werden BRINKMANN (1934)) auf Frühatlantikum bis kurz vor die Grenzhorizontzeit (damit war ein Durchschnittsbetrag von 20 cm/Jahrhundert für diese Zeitspanne zu errechnen). An der Weser (OVERBECK (1931 S. 166)) begann sie zur selben Zeit, wahrscheinlich auch an der Elbe (SCHUBERT (1933 S. 111)). Diese Senkungsperiode ist auf Föhr nicht ermittelt worden. Dann aber folgte an der S-Küste der Nordsee eine negative Strandverschiebung: WILDVANGs (1911) zweite Festlandsperiode an der Ems um Christi Geburt; SCHÜTTEs (1929 u. a.) frühgeschichtliche Hebung an Jade und Weser. Auch die Anwendung des von BRINKMANN (1934) ermittelten Durchschnittssenkungsbetrages der Zeit vor dem Subatlantikum auf die Lage des oberen Klei-Moorkontaktes führte im Hinblick auf die seit dessen Entstehung verflossene Zeit und auf die geradezu überstürzte Moorsukzession unbedingt zur Annahme der Unterbrechung der Senkung durch eine Hebung im Sinne SCHÜTTEs (OVERBECK (1931 S. 83, S. 170), SCHUBERT (1933 S. 112), BRINKMANN (1934)). Dieser schätzte sie (1929) auf ab 1000 bis max. 200 v Chr.; die neuen pollenanalytischen Datierungen ergaben aber: an der Jade: 1500 v. Chr. bis Frühmittelalter (BRINKMANN (1934)); OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 121 f., 171) konnten auch das wichtige Beweisstück SCHÜTTEs — Profil Wilhelmshaven Observatorium — bestätigen. Der obere Torf in der Festpunktsbohrung Hooksiel muß nicht unbedingt als Stillstandslage gedeutet werden, zeitlich stimmt er mit Wilhelmshaven überein. Selbst im Bremer Blocklande ist diese Hebungsperiode wahrscheinlich gemacht (OVERBECK (1931 S. 58, 168)). Für die Unterelbe (Land Kehdingen) konnte SCHUBERT (1933 S. 114) die Hebung durch Pollenanalyse und unter Berücksichtigung der prähistorischen Siedlungen Barnkrug und Bützfleth auf 16—1800 v. — 500 n. Chr. festlegen.

Auch auf Amrum glaubt W. JESSEN eine „postlitorine" Hebung aus den geologischen Erscheinungsformen des „Litorina-Ufers"[42]) schließen zu können (1932 S. 12—22). Schon WOLFF (1928 S. 40) nahm für Sylt-Föhr eine bronzezeitliche (1500—500 v. Chr.) Hebung an.

Im Gegensatz zu dieser ziemlich einheitlichen Hebung zwischen Ems und Elbe kann die auffällige Tatsache verzeichnet werden, daß zur selben Zeit auf Föhr eine Senkung stratigraphisch zur Auswirkung kam. Ob und wieweit sie hier schon vorher wirkte, war ebensowenig erkennbar, wie es offen bleiben mußte, ob sie noch nach der Bedeichung und heute tätig ist.

Auch an der S-Küste der Deutschen Bucht war die „Hebung" nicht von Dauer; doch setzte die junge Senkung dort sehr spät ein: WILDVANGs zweite Senkungsperiode an der Ems; SCHÜTTEs junge Senkung, die an der Jade (nach BRINKMANN (1934)) im Frühmittelalter einsetzte; genau war der Anfang nicht festzustellen, ebenso nicht das Ausmaß. Bei der Observatoriumsbohrung in Wilhelmshaven kann sie erst nach 300 n. Chr. zur Wirkung gekommen sein (OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 121 f., 171)). Auch in Kehdingen macht sie sich nach SCHUBERT (1933 S. 144) erst ab 500 n. Chr. bemerkbar und ermittelte er auf drei Wegen 10 bis 13,6 cm/Jahrhundert (S. 117). *)

Da sich die Bodenbewegung von Föhr zeitlich abweichend vom Unterelbe-Weser-Ems-Gebiet erwies, ist noch ein Vergleich mit S.H. und Dänemark nötig. Nordjütland (Vendsyssel) verhielt sich stets abweichend und sei daher hier außer Acht gelassen (Uebersicht 1928). SO-Dänemark hatte sich während des Abschmelzens des Eises der letzten Eiszeit gehoben. Nach dem heute —18 m tief liegenden Rücken zwischen Gedser Rev und Pommern, der den Baltischen Eissee und den Ancylussee absperrte, und nach den Wasserständen dieser Seen (+ 59 u. + 20 m über der heutigen Ostsee) wurde dort eine Höhenlage von + 73 m im Spätglazial (S. 177) und + 38 m in der Spätancylus-Zeit (S. 180) festgestellt. Das Gebiet der südlichen und östlichen Nordsee wie der südlichen Ostsee soll danach + 40 m hoch gelegen haben ((S. 181), WOLFF (1928 S. 38)). Dann begann das Land wieder zu sinken. Diese Litorina-Senkung erreichte in N- und O-Däne-

---

[42]) Doch ist bei ihm offenbar Litorina-Zeit nicht = Ostseestadium (Namensmißbrauch!), da er Atlantikum = Prälitorina (S. 29) u. Subboreal = Litorina (S. 65) setzt; aber seine Datierungen sind reine Annahmen und zeigen in ihrer Handhabung eine gewisse Unsicherheit des Verf.; denn S. 30 ist im Subboreal die Litorina-Zeit schon wieder zu Ende, man muß im Vergl. mit S. 29 eine sehr kurze Dauer derselben annehmen; S. 31 ist die Litorina-Senkung allerdings erst wieder an der Wende Subboreal/Subatlantikum beendet, S. 33—40 ist sie meso-neolithisch. S. 69 ist Bronze- + Eisenzeit = postlitorine Hebung und zu allem Ueberflusse diese Hebung die Zeit der Marschbildung, was S. 57—61 begründet wird. S. auch die variablen Angaben der Zitate von WÜST auf S. 12 und 39.

*) Die alluvialzeitlichen Krustenbewegungen der deutschen Nordseeküste sind in der Untersuchungsreihe, zu der auch die vorliegende Arbeit gehört, von der moorkundlichen Seite her zu klären versucht worden. Da die Darstellung der Ergebnisse demgemäß sich vorwiegend mit botanischen Fragen beschäftigt, sind die den Geologen stärker interessierenden Befunde zur Frage der Krustenbewegungen selbst von OVERBECK (1934) in einem besonderen Berichte zusammengestellt worden.

mark ihr Maximum mit der Ertebölle-Kultur (ältere Kjøkkenmøddinger), 4600 v. Chr. (GAMS (1929 S. 252)) und wurde dann durch Regression abgelöst. Die Ausmaße der beiden Bewegungen schwanken zwischen max. 13 m im N und min. 0 m an der sogenannten FORCHHAMMERschen Linie. Für Horsø (Jütland) sind sie von K. JESSEN (1927) pollenanalytisch untersucht; er fand (S. 131): Mullerup bis Litorinamaximum = 4,8 m Senkung, Litorinamax. bis heute 3,5 m Hebung. Im SW der FORCHHAMMERschen Linie hingegen setzte sich die Senkung in der dänischen Jungsteinzeit und Bronzezeit und vielleicht auch später noch fort (s. die tiefe Lage der Tapes-Schichten und die untergetauchten Kjøkkenmøddinger (A. JESSEN (1916 S. 35)). Da aber das Land vorher sehr hoch lag, war es beim Max. des N noch über dem heutigen Meeresspiegel!

Einen guten Beleg dafür stellen die Funde der Kieler Förde dar (C. A. WEBER (1905)): der Ertebölle-Kultur-Wohnplatz war z. Zt. des Senkungsmaximums des N (A. JESSEN (1916 S. 36)) noch auf festem Boden; das Salzwasser kam erst im Höhepunkt der Eichenzeit über den Süßwassertorf (WEBER (S. 33 ff.)); wenn man die zahlreichen Fag-Funde in den oberen Lagen des gelben Meerlebertorfes vom Ellerbeker Strand (S. 22—30, 49) mit den Gipfeln der Fag-Kurven in den Diagrammen von K. JESSEN (1920), KOLUMBE (1932) und mir überein setzt, war das Max. des Salzgehaltes wohl im Fag-Max. erreicht. WEBER ging jedoch fehl, wegen des Meerlebertorfes die Litorina-Zeit = Fag-Zeit zu setzen (S. 37, 49), wie schon K. JESSEN (1920 S. 195 Fußn.) betonte.

Die westjütischen Marschen (A. JESSEN (1916 S. 37 f., 1922 S. 105, 1925 S. 48)) stammen wie die Föhrer Marsch aus Bronzezeit und noch jüngerer Zeit (z. B. hat nach einer Pollenanalyse K. JESSENs von Filsø Ø (in A. JESSEN (1925 S. 53)) die Senkung dort erst zu Ende der Bronzezeit eingesetzt), sind aber durch eine ganze junge Hebung (nacheisenzeitlich, besonders im Mittelalter), die auf 1,2 — 1,4 m veranschlagt wird, in ihre heutige Lage über jeder Flutgrenze geraten (A. JESSEN (1916 S. 47, 1925 S. 74)). Auf Föhr waren keine Anzeichen dieser jungen Hebung zu finden, es sei denn, daß man darin die Ursache eines natürlichen Endes der Marschbildung noch vor dem gewaltsamen durch die Bedeichung sähe. Vielleicht entspricht aber dieser Strandverschiebung in geschichtl. Zeit W. JESSENs „postlitonine Hebung" von Amrum! (1932), die inzwischen wieder in Senkung umgeschlagen wäre.

Noch ein paar Worte zu dieser Senkung der Gegenwart.

Für Niedersachsens Küste muß sie als erwiesen gelten. Für die nordfriesische Küste ist die Frage noch recht umstritten; sonst wäre z. B. die Ablehnung in der Arbeit von Th. WEGNER (1931 S. 201) undenkbar.[43]) Für Sylt leugnet WOLFF (1928 S. 40) junge Senkung wegen des Fundes alten Weidebodens in nur — 13 cm MHW vor den darüber hinweggewanderten Dünen am W-Strande nördlich Kliffende bei Kampen (ebensolcher

---

[43]) Eine ähnliche Anschauung wie WEGNER — Landverlust nach Abgraben des Moores hinter Deichschutz — wurde übrigens auch zur Erklärung der Entstehung von Zuiderzee, Harlemer Meer u. a. ausgesprochen (nach B. POLAK (1929 S. 162)).

soll auch unter dem Kniepsand vor Amrum vorhanden sein; (mündl. Angaben von Anwohnern); jedenfalls ist Klei bei der Norddorfer Landebrücke freigespült (W. JESSEN (1932 S. 31); auch ich sah ihn 1930).

Zur Senkungsfrage des Halliggebietes soll hier keine Stellung genommen werden; das Profil Nm reicht nicht aus und wird bei Bearbeitung weiteren Materiales dieser Gegend Berücksichtigung finden. Doch sei das eine schon gesagt: WEGNER (1931) geht fehl, wenn er jede „Senkung" dort leugnet. Er überschätzt nicht nur die Deiche, vor allem muß sich das Hochmoor, dessen Unterkante nach WOLFF (1923) heute in —0,2 NN liegt, über Grundwasser, also noch höher als MHW (+ 1,17 NN) gebildet haben; sein Wachstum ist in Berührung mit Meerwasser unvorstellbar (s. auch SCHWARZ (1932 S. 54)).

Als hervorstechendstes Merkmal der durchgeführten Vergleiche ergibt sich: die Küstensenkung ist nicht überall zur gleichen Zeit zu bemerken.

Es ist nicht Aufgabe des Botanikers, auf die Ursachen der Küstensenkung schlechthin und der örtlichen Unterschiede nach Zeit und Ausmaß einzugehen. Auch liegen zahlreiche Erörterungen darüber aus jüngerer Zeit vor (SCHARF (1929), DIENEMANN u. SCHARF (1931), RIETSCHEL 1933) u. a.). Doch sei zum Schlusse das eine gesagt: Die krassen örtlichen Unterschiede zeigen, wie verwickelt die Verhältnisse sind und daß man gut tut, die einzelnen Abschnitte der deutschen Nordseeküste für sich zu betrachten (SCHARF (1929 S. 18)) und nicht nur die südliche Nordsee als Ganzes im Auge haben soll; die Eigenbewegung einzelner Teilschollen des Gesamtsenkungsfeldes spielt sicher eine stark verändernde Rolle (van BAREN (1927 S. 1100), WOLFF (1929 S. 252) in Anlehnung an TESCH (1922), DIENEMANN u. SCHARF (1931 S. 320); s. auch die Karte der magnetischen Anomalien in SCHARF (1929 S. 13)).

Damit erweist sich aber auch die sinnverwirrende Unzweckmäßigkeit, die Namen der Ostsee-Stadien auf die Bewegungen des Nordseegebietes zu übertragen

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Die Pollenanalyse von 6 Bohrungen ergab für SW-Schleswig folgende Waldphasen:

4. Kulturzeit
3. Eichen-BuchenZeit
2. Eichen-Mischwald-Zeit
1. Kiefern-Zeit:
   c) Kiefern-Birken-Hasel-Phase
   b) Kiefern-Birken-Phase
   a) Birken-Kiefern-Phase.

2. In der Pi-Zeit wuchsen die Moore nur langsam, die Wald-Phasen erscheinen daher gedrängt, am stärksten in den Sandproben einst anmoorigen Geländes.

3. Bei Besprechung der Ursachen des unterschiedlichen Verhaltens des Co-Max. in NW-Deutschland wurde auf die verschieden gute Möglichkeit

der Pollenkonservierung wegen der verschiedenen Zuwachszeiten der Torfarten verwiesen.

4. Ul und Ti sind stets, auch in der EMW-Zeit, relativ schwach und unregelmäßig an der Zusammensetzung des EMW beteiligt gewesen.

5. Die verschiedenen Höhen der Al-Pollenwerte sind bedingt durch die Entfernung der Untersuchungsstellen von den Niederungen.

6. Pi scheint sich in spärlichen Relikten bis in die Gegenwart gehalten zu haben, wenn man nicht annehmen will, daß die einzelnen Gipfel durch gelegentliche „Schwefelregen" verursacht sind.

7. Jedenfalls spielt Pi noch längere Zeit nach dem borealen Max. eine große Rolle, wohl als Ausdruck der Dominanzverspätung ozeanischer Gebiete.

8. Die Q-Fag-Zeit beginnt schon vor Ausbildung des G.H.

9. Q erfährt in der Q-Fag-Zeit keine Einbuße gegenüber der vorangegangenen EMW-Zeit; der Rückgang der EMW-Werte ist danach durch den wohl klimatisch bedingten Ausfall von Ul und Ti bedingt.

10. Das Verhältnis der rationellen Fag-Pollengrenze zum G.H. läßt von O-Friesland bis NO-Seeland 3 in allen Teilgebieten nebeneinander vorkommende Typen erkennen, wodurch diese Grenze als Zeitmarke eine starke Beeinträchtigung erfährt, während sich darin zugleich die Uneinheitlichkeit der Fag-Ausbreitung widerspiegelt. Dabei zeigt sich eine starke Abhängigkeit von den topographischen Beschränkungen im Wanderwege.

11. Im Ausmaße ihrer Massenentfaltung ist Fag auch von der Bodengüte abhängig, wodurch im Amt Schwabstedt eine örtliche reine Fag-Zeit aufgestellt werden kann, auch wenn man den Einfluß der Lage des Wilden Moores zu den Fag-Standorten und der vorherrschenden Windrichtung in Betracht zieht.

12. Ganz allgemein sind die Fag-Werte höher, als sie an der Grenze der heutigen Verbreitung erwartet wurden; Fag hat hier zeitweise eine bedeutende Rolle gespielt. Ihre Anwesenheit seit 3—4 Jahrtausenden widerlegt jeden Zweifel an ihrem Indigenat.

13. Die Höhe der Maxima von Fag nimmt von O nach W rund um die Nordseeküste ab.

14. In der Kulturzeit macht sich eine tatsächliche Q-Zunahme bemerbkar. Ferner ist diese Zeit durch den sekundären Pi-Anstieg gekennzeichnet; dessen Ursache ist nach der von OVERBECK (1928) zuerst gegebenen Erklärung hier wie vielerorts „Ferntransport"-Ueberrepräsentanz infolge von Vernichtung der Waldungen durch den Menschen.

15. Durch Vergleich der pollenanalytischen Ergebnisse in N-Friesland mit denen in Dänemark einerseits und N-Hannover-Oldenburg andererseits konnten folgende Datierungen vorgenommen werden:

Pi-Zeit = Boreal = Ancylus (7800—5600 v. Chr.),
die Pi-Be-Co-Phase darin = Mullerup (ca. 6000 v. Chr.),
EMW-Zeit = Atlantikum + 1. Teil des Subboreals = Litorina (1. Max. 4600 v. Chr.) = Ertebölle,
EMW-Max. = ca. 3000 v. Chr.,

Q-Fag-Zeit = 2. Teil des Subboreals + Subatlantikum,
Fag-Max.: eher als in Kehdingen; dort ca 1000, hier 5—700 n. Chr.,
Sekundärer Pi-Anstieg: seit Ende Mittelalter.

16. Zahlreiche Blattfunde von Myrica zusammen mit ungewöhnlichen „Co"-Werten gaben Veranlassung zu einer ausführlichen Aufrollung des „My-Problemes". Danach muß im Verbreitungsgebiete von My mit Beteiligung der Pollen dieses Strauches an der Zusammensetzung der „Co"-Werte gerechnet werden, besonders bei abnormen Gipfeln; stratigraphische Bedenken brauchen keine Rolle zu spielen, da My ökologisch nicht nur an Heidemoore gebunden ist. Die Muttergesellschaften der Torfarten erhalten bei der Mitberücksichtigung von My weitere Klärung.

17. Von Flachmoortorfen verdient eine sehr mächtige Schicht Menyanthestorf besondere Erwähnung; sonst sind nur Bruchwaldtorfe häufiger gewesen, die von der Nährstoffarmut des Gebietes beeinflußt waren.

18. Hochmoortorfbildung begann trotzdem erst auffällig spät, im Spätatlantikum-Subboreal, und ging aus von Brandlage, Bruchwald, Calluneto-Myricetum auf Sand als Initialphase.

19. Der ältere Hochmoortorf ist dementsprechend meist geringmächtig; er zeigt die für NW-Deutschland typische Zusammensetzung, ist aber nicht ganz so stark zersetzt.

20. Der jüngere Hochmoortorf hingegen erwies sich abweichend. Während er doch meist nur aus Sphagna besteht und nur schwach humifiziert ist, zeigt er in den untersuchten Mooren Aehnlichkeit mit dem ä. Hmt. durch hohen Zersetzungsgrad und eine ungewöhnlich starke Beteiligung von Zwergsträuchern, Eriophorum, stellenweise auch Bryales an seiner Bildung, während Sphagna stellenweise ganz zurücktreten.

21. Co-My- und Ericales-Pollen erreichen darin max. mehrere 100 %, Calluna sogar im Mittel oft über 100 %. Doch mußte die ausschlaggebende Beteiligung einer Heidevegetation außerhalb der Moore an der Bildung dieser ungewöhnlichen Werte aus verschiedenen Gründen als unwahrscheinlich angesehen werden.

22. Wenn Sphagna überwogen, taten es besonders S. papillosum und S. imbricatum, oben auch S. rubellum vel fuscum.

23. Der ganze ehemalige Vegetationscharakter während der Bildung des j. Hmt. zeigt keine extreme Oligotrophie, sondern Anklänge an die Moore stark ozeanischer Gebiete NW-Europas.

24. Es wurde der Versuch gemacht, aus den Pflanzenresten die fossilen Gesellschaften darzustellen; doch wurden sie wegen des Fehlens soziologischer Aufnahmen nordwestdeutscher Hochmoore nicht mit solchen weiter entfernt liegender Gebiete verglichen. Wohl aber zeigten sich in den Sukzessionen der fossilen Pflanzenvereine übereinstimmende Züge, die auch anderwärts in NW-Deutschland stellenweise zu erkennen sind.

25. Die untersuchten Moore ließen sich nach ihrer Stratigraphie und Topographie OSVALDs Typen stark ozeanischer Gebiete zuordnen, Typen, die bisher aus NW-Deutschland unbekannt waren, für die auch das Klima der heutigen Kulturlandschaft nicht mehr ausreicht.

26. Die Datierung des ä Hmt. ins Subboreal und die trotz des subatlantischen Alters dem ä. Hmt. ähnlichen Eigenschaften des j. Hmt ergeben Anhaltspunkte für die Richtigkeit der Ansicht der primären Entstehung des sonst üblichen Unterschiedes beider Torfarten.

27. Die Untersuchung eines Torfblockes vom Watt bei Hallig Nordstrandischmoor ergab die Entwicklungsfolge: Scirpeto-Phragmitetum/artenreiches Phragmitetum/Hochmoor; das letztgenannte zeigt unten vorherrschend Bulte aus besonders Eriophorum + Calluna, oben überwiegend Sphagnum imbricatum; die Humositätsgrenze dazwischen ist nicht der G.H.! Die Pollenanalyse erweist die ganze Bildung als subboreal + subatlantischen Alters, ohne daß eine weitere Einengung möglich war. Bemerkenswert erscheint auch der Calluna überflügelnde Reichtum an Empetrumpollen im bultreichen Teile des Hmt.

28. Im Hinblick auf die Frage Ferntransport-Waldlosigkeit wurden rezente Spektren ermittelt. Bei 2 solchen vom Festlande war die Weittransport-Auslese der Coniferen noch durch Anpflanzungen derselben in der Nähe verstärkt.

29. Die Baumpollenspektren aus Proben von den Inseln Sylt, Amrum, Föhr zeigen Uebereinstimmung mit den geringen Anpflanzungen, m. a. W. Ferntransport ist bei der Luvexposition auch im waldfreien Gebiete gering; doch ist die Bildung der Spektren überhaupt hier ganz an Weittransport gebunden.

30. Als Ausdruck der Waldarmut erreichen die Nichtbaumpollen ungeahnte Werte (Gesamtdurchschnitt 1008,7 %!) und geben so eine Bestätigung der von FIRBAS aufgestellten These.

31. Beim Vergleiche mit der Vegetation in der Umgebung der Proben macht sich ein buntes Mosaikbild geltend, selbst innerhalb einer größere Flächen bedeckenden Pflanzenformation. Dadurch sind zahlreiche an fossile Befunde geknüpfte Mutmaßungen an rezenten Beispielen gestützt. Weiterhin ergibt sich daraus die Bedeutung, die die Mitberücksichtigung der Nichtbaumpollen zur Klärung der genetischen Stratigraphie haben kann.

32. Bei eingehender Bearbeitung des Alluviums der Marsch von Föhr und Amrum (38 eigene Bohrungen, davon 11 genauer untersucht) ergab sich die einfache Schichtenfolge: mariner Klei/Bruchtorf/Sand. Die Mächtigkeit der einzelnen Schichten und die Lage ihrer Kontakte zu NN ist jedoch recht verschieden.

33. Der Sand im Untergrunde ist kein primär anstehendes Diluvium, sondern zeigt Spuren alluvialzeitlicher Umlagerung.

34. Die Torfbildung wurde vielerorts von My-reichen Sphagnum-Calluna- oder Gram-Gesellschaften eingeleitet.

35. Der Torf entstand in einem ausgedehnten Al-Bruch, dessen Unterwuchs nicht überall einheitlich war; neben geringfügigeren Fazies-Unterschieden, wie Thelypteris-Typ, Rubus-Typ u. a., fanden sich zweimal (darunter der Torf von Amrum) Reste eines Phragmites-Cladium-Röhrichts; dann läßt sich mehrfach ein Uebergang zum atlantischen Heidemoor, bezw. zu mesotrophen Verhältnissen mit Calluna, Empetrum, Myrica, Sphagna u. a. erkennen. Hmt. war jedoch nirgends angetroffen worden.

36. Der Klei war fossilarm. Die Pollenspektren darin können wegen ihres abweichenden Charakters hier nicht wie in der Marsch von Kehdingen und an der Weser und Jade als vorwiegend durch Weittransport bedingt erklärt werden, sondern zeigen stärkeren Einfluß von selektiver Zersetzung; auch ist mit Beteiligung von Pollen aus aufgearbeiteten älteren Ablagerungen zu rechnen.

37. Unter den Nichtbaumpollen sind die zahlreichen Pollen der Chenopodiaceae, ferner die der Halligblumen Statice und Armeria besonders zu nennen.

38. Bei der Waldbesiedlung der Föhrer Geest kann mit einzelnen Fag gerechnet werden, die aber vom prähistorischen Menschen eingeschleppt sein müssen.

39. Der Torf unter der Föhrer Marsch entstand in Spätatlantikum-Subboreal = Vollneolithikum-Bronzezeit; der Klei in Subatlantikum bis 1492.

40. Die Stratigraphie läßt eindeutig eine positive Strandverschiebung erkennen; deren Ausmaß war zur Bildungszeit des Torfes (ca. 3500—800 v. Chr.) gering, betrug während des Schlickabsatzes (ca. 800 v. bis 1500 n. Chr.) 17,3 cm/Jahrhundert, im Gesamtdurchschnitt rd. 10 cm/Jahrhundert. Ob sie noch heute anhält, war nicht klar zu ermitteln.

41. Besonders wichtig ist, daß die Schlickbildung zur selben Zeit erfolgte, in der an der S-Küste der deutschen Bucht eine Hebung stattfand. Gleichaltrig ist dagegen die Marsch in W-Jütland. Man wird wohl mehr als bisher mit der Eigenbewegung einzelner Teilschollen des geologischen Untergrundes bei den Senkungserscheinungen an der N-Seeküste zu rechnen haben.

Literaturverzeichnis.

ALLMERS, H.: Marschenbuch. 3. Aufl., 1891. Oldenburg u. Leipzig.

ASSARSON, G. u. GRANLUND, E.: En metod för pollenanalys av minerogena jordarter. Geol. Fören. Förhandl. Stockh. Bd. 46, 1924. S. 76.

AUER, V.: Untersuchungen über die Waldgrenzen und Torfböden in Lappland. Comm. ex inst. Quaestionum Forestalium Finlandiae. Helsinki, 12. Bd., 1927.

ders.: Verschiebungen der Wald- und Steppengebiete Feuerlands in postglazialer Zeit. Acta geographica 5 Nr. 2. Helsinki 1933.

BAAS, J.: Eine frühdiluviale Flora im Mainzer Becken. Ztschr. f. Bot. 25. Bd. 1932.

BAREN, van; J,: Düne und Moor bei Vogelenzang. Mitt. d. Geol. Inst. Wageningen, XI, 1927.

BEIJERINCK, W. u. POPPING, H. J.: Eene palaeolithische Nederzetting van het Kuinder-Dal nabij Osterwolde (Fr.). Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap 1933. S. 178/219.

BERNDT, F.: Deuten die Ergebnisse der bisherigen Feineinwägungen an der deutschen Nordseeküste auf gegenwärtige Erdkrustenbewegungen? Mitt. d. Reichsamts f. Landesaufnahme, 4. Jahrg., Berlin 1928/29.

BERTSCH, K.: Paläobotanische Monographie des Federseerieds. Bibliotheca Botanica, H. 103, Stuttgart 1931.

BOOBERG, G.: Gisselåsmyren, en växtsociologisk och utvecklinghistorisk monografi över en jämtländsk Kalkmyr. Norrländskt Handbibl. 12; acad. Avh. Uppsala 1930.

BORGGREVE, B.: Ueber die Einwirkung des Sturmes auf die Baumvegetation. Abhdlg. d. Naturw.Ver. Bremen, III. Bd., 1873.

BRAUN, G.: Entwicklungsgeschichtliche Studien an europäischen Flachlandsküsten und ihren Dünen. Veröffentl. d. Inst. f. Meeresk. u. d. geogr. Inst. d. Univ. Berlin, H. 15, 1911.

BRECKWOLDT, J.: Die hydrographischen Veränderungen in Schleswig-Holstein. Schrift. d. Naturw. Ver. f. Schl.-Holst. Bd. XVI, Kiel 1916, S. 44—164.

BRINKMANN, P.: Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder NW-Deutschlands III: Das Gebiet der Jade. Diss. Frankfurt a. M. 1933. Bot. Jahrb. Bd. LXVI, H. 4. 1934.

BUCHENAU, F.: Flora der nordwestdeutschen Tiefebene. Leipzig 1894.

BUSCH, A.: Neue Beiträge zur Frage der Bodensenkung in Nordfriesland. Jahrb. d. nordfries. Ver. f. Heimatk. und Heimatliebe, H. 14, Husum 1927.

ders.: Die Landsenkung auch im Eider- und Treenegebiet. Jahrb. d. nordfries. Ver. f. Heimatk. und Heimatliebe, H. 14, Husum 1927.

CHRISTIANSEN, Alb.: Vom schleswig-holst. Kratt und seiner Pflanzenwelt. Die Heimat. 1912. S. 173, 199, 229.

CHRISTIANSEN, We.: Beiträge zur Pflanzengeographie Schleswig-Holsteins. Diss. Kiel. Nordelbingen, 5. Bd., II. Teil. 1926. S. 129/211.

CHRISTIANSEN, A. u. We. u. Wi.: Flora von Kiel. 1922.

CHRISTIANSEN, Wi.: Die Westgrenze der Rotbuche in Schleswig-Holst. und ihre pflanzengeographische Bedeutung. (Aus der Arbeitsgemeinsch. f. Floristik.) Schrift. d. Naturw. Ver. f. Schleswig-Holst., Bd. XVII, 2, 1926. S. 314.

ders.: Die Flora der Halligen. ebenda, S. 243/255.

ders.: Die Außendeichsvegetation von Schleswig-Holstein mit bes. Berücksichtigung von Föhr. Föhrer Heimatbücher, No. 16, Wyk 1927.

ders.: Die Pflanzenwelt des Reher Kratts. Nordelbingen. 8. Bd., 1931.

ders.: Die schleswig-holsteinischen Kratts. Aus der Heimat 1925. S. 131.

DENGLER, A.: Waldbau auf ökologischer Grundlage. Berlin 1930.

DIENEMANN, W. u. SCHARF, W.: Zur Frage der neuzeitlichen „Küstensenkung" an der deutschen Nordseeküste. Jahrb. d. preuß. geol. Landesanst. f. 1931, Bd. 52, Berlin 1931.

EMEIS, W.: Die schleswigschen Eichenkratts. Ein Beitrag zur Geschichte der schleswigschen Landschaft. Nordelbingen, 4. Bd., Flensburg 1925. S. 259/293.

ENGELBRECHT, Th. H.: Bodenanbau und Viehstand in Schleswig-Holstein. Kiel 1905.

ERDTMAN, G.: Pollenanalytische Untersuchungen von Torfmooren und marinen Sedimenten in SW-Schweden. Diss. Uppsala 1921. Ark. f. Bot. 1922.

ders.: Jaktagelser fran en mikropalaeontologisk undersökning av nordskotska, hebridiska, orkadiska och shetländska torfmarker. Geol. Fören. Förhandl. 45, Stockholm 1923, S. 538/545.

ders.: Studies in the Micropalaeontology of Postglac. Deposits in Nord-Scotland and the Scotsh Isles with especial reference to the history of the Woodlands. Linnean Society's Journal (Bot.) XLVI London 1924. S. 449/504.

ders.: Pollenanalytische Untersuchungen einiger Moore in Oldenburg und Hannover. Geol. Fören. Förhandl. 46, Stockholm 1924.

ders.: Studies in Miccropalaeontology: II. Moorlog from the Doggerbank. Geol. Fören. Förhandl. 46, Stockholm 1924. S. 677 ff.

ders.: Some Micoranalyses of „Moorlog" from the Doggerbank. Essex Naturalist, Bd. 21, 1925. S. 107/112.

ders.: En pollenanalystik undersökning av torvprov från Jadebukten och Weser estuariet. Svensk Bot. Tidskrift 21, 1927.

ders.: Studies in the postarctic History of the Forests of NW.-Europe. I. Investigations in the British Isles. Geol. Fören. Förhandl., Bd. 50, Stockholm 1928.

ders.: Studien über die postarktische Geschichte der nordwesteuropäischen Wälder. II. NW-Deutschland und Holland, ebenda. S. 368/380.

ders.: Etudes sur l'histoire postarctique des forêts de l'Europe Nord-ouest. III. Recherches dans la Belgique et au N de la France. ebenda.

ders.: The Boreal Hazel Forests and the theory of Pollen Statistics. The Journal of Ecology. XIX, Cambridge 1931.

ders.: The NW Distribution limit of Fagus silvatica. Svensk Bot. Tidskrift. 26, 1932.

FEHLMANN, C.: Beiträge zur mikroskopischen Untersuchung des Honigs. Mitt. a. d. Geb. d. Hygiene, hersgb. v. Schweiz. Gesundheitsamt, Bern 1911.

FIRBAS, F.: Ueber einige hochgelegene Moore Vorarlbergs und ihre Stellung in der regionalen Waldgeschichte Mitteleuropas. Ztschr. f. Bot. 18. Bd., 1926.

ders.: Die Geschichte der nordböhmischen Wälder und Moore seit der letzten Eiszeit. (Paläoflor. u. stratigr. Unters. böhm. Moore, IV). Beih. z. Bot. Zentralbl. XLIII, 1927, 2. Abtlg. S. 145/219.

ders.: Beiträge zur Geschichte der Moorbildungen und Gebirgswälder Korsikas. ebenda, Bd. XLIV. S. 249 ff.

ders. u. GRAHMANN, R.: Ueber jungdiluviale und alluviale Torflager in der Grube Marga bei Senftenberg (Niederlausitz). XL. Bd. d. Abhdl. d. math. phys. Kl. d. sächs. Acad. d. Wiss. No. IV, Leipzig 1928.

ders.: Ueber die Waldgeschichte der Süd-Cevennen und über die Bedeutung der Einwanderungszeit für die nacheiszeitliche Waldentwicklung der Auvergne. Planta, Archiv f. wiss. Bot. 13. Bd. 1931 S. 643.

ders.: Contribution à l'Histoire postglaciaire des Forêts des Cevennes Méridionales. Stat. Intern. de Géobotanique méditérran. et alpine, Montpellier, Comm. No. 15, 1932.

ders.: Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte der Rheinpfalz. Beih. Bot. Cbl. Bd. LII, Abt. B, H. 1, 1934 Dresden.

FISCHER, H.: Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pollenkörner. Diss. Breslau 1890.

FISCHER-BENZON, R. v.: Ueber die Flora des südwestlichen Schleswig und der Inseln Föhr, Amrum, Nordstrand. Schrift. d. Naturwiss. Ver. f. Schlesw.-Holst. II, Kiel 1876.

ders. Die Moore der Provinz Schleswig-Holstein. Abhdlg. aus d. Geb. d. Naturwiss. XI, 3, Hamburg 1891.

FOCKE, W. O.: Ueber die Vegetation des nordwestdeutschen Tieflands. Abhdlg. d. Naturwiss. Ver. Bremen, II. Band, 1871.

FÜRCHTENICHT-BOENING, H.: Die Bodenverhältnisse des schleswig-holsteinischen Sandr-Gebietes. Diss. Kiel 1913.

GAMS, H. u. NORDHAGEN, R.: Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. Mitt. d. geogr. Ges. München, Bd. XVI, und Landeskundliche Forschungen, H. 25, 1923.

GAMS, H.: Die Ergebnisse der pollenanalytischen Forschung in bezug auf die Geschichte der Vegetation und des Klimas von Europa. Ztschr. f. Gletscherk. 15, 1927 S. 161, und Literaturnachträge 17, 1929 S. 244, 389; 19, 1931 S. 327.

ders.: Bemerkungen und Vorschläge zur Abänderung der Pollendiagramme. Geol. Fören. Förhandl. 51. Bd., Stockholm 1929, S. 382.

ders.: Die Geschichte der Ostsee und Neue Beiträge . . . . Intern. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie. XXII, 1929 S. 235/261; XXVI, 1931 S. 168/178.

GEER, G. de: Geochronologie der letzten 12 000 Jahre. Geol. Rundsch., III. Bd., 1912 S. 457/471.

GISTL, R.: Die letzte Interglazialzeit der Lüneburger Heide, pollenanalytisch betrachtet. Bot. Arch., Bd. 21, Leipzig 1928.

GRAN, H. H.: The plankton production in the N-Europaeen waters in the spring of 1912. Bulletin planktonique pour l'année 1912. Copenhague.

GRANLUND, Erik: Kungshamnsmossens Utvecklingshistoria. Jämte pollenanalytiska åldersbestämningar i Uppland. Sver. geol. Unders. Ser. C, No. 368. Årsbok 25, No. 1 Stockholm 1931.

ders.: De svenska Högmossarnas Geologi, deras bildningsbetingelser, utvecklingshistoria och utbredning jämte sambandet mellan högmossbildning och försumping. akad. avh. Diss. Stockholm. Sver. geol. Unders. Årsbok 26, 1932.

GRIPP, K.: Ueber die äußersten Grenzen der letzten Vereisung in NW-Deutschland. Mitt. d. geogr. Ges. in Hamburg, 36, 1924. S. 159/245.

GROSS, H.: Das Problem der nacheiszeitlichen Klima- und Florenentwicklung in N- und Mitteleuropa. Beih. z. Bot. Zentralbl. 47, 2. Abtlg., 1930.

HÄBERLIN, C.: Beiträge zur Kenntnis des Diluviums auf Föhr. Ztschr. d. dt. geol. Ges. Berlin 1911.

HALDEN, B. E.: Om Torvmossar och marina sediment inom norra Hälsinglands litorina-område. Sver. geol. Unders. Ser. C, No. 280, Stockholm 1917.

HAMM, F.: Ueber die drohende Bodenaustrocknung Deutschlands. Mitt. d. Prov.-Stelle f. Naturdenkmalpfl. Hannover, H. 1, 1928 S. 19/30.

HARTZ, N.: (betr. Tuul) Meddel. fra Dansk Geol. Foren. Bd. 3, No. 13, 1907. Kjöbenhavn, u. No. 14, 1908.

HEERING: Bäume und Wälder Schleswig-Holsteins. Schrift. d. Naturw. Ver. f. Schlesw.-Holst., XIII, Kiel 1906. S. 115/190, 291/404.

HEIN, L.: Beiträge zur postglazialen Waldgeschichte Norddeutschlands — Pollenanal. aus märkischen Mooren. Verhdlg. d. Bot. Ver. Prov. Brandenburg, 73, 1931.

HELLMANN, G.: Die relative Regenarmut der deutschen Flachküsten. Sitz.-Ber. d. preuß. Akad. d. Wiss. Berlin 1904.

ders.: Regenkarte der Provinz Schleswig-Holstein. Veröffentl. d. königl.-preuß. Meteorol. Inst. Berlin, No. 270, 2. Aufl., 1913.

ders.: Klimaatlas von Deutschland. ebenda, No. 312, 1921.

HESMER, H.: Mikrofossilien in Torfen. Paläontol. Ztschr. 11, 1929. S. 245/257.

ders.: Untersuchungen zur Waldentwicklung in Pommern unter bes. Berücksichtigung der Frage des natürlichen Fichtenvorkommens. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen. LXIII. 1931.

ders.: Nachweis des natürlichen Vorkommens der Fichte in der südlichen Lüneburger Heide. Forstarch. 1932. (zit. 1932a).

ders.: Die Entwicklung der Wälder des nordwestdeutschen Flachlandes. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen, LXIV, 1932. S. 577/607. (zit. 1932b).

HESSELMAN, H.: Iakttagelser över skogsträdpollens spridningsförmåga. (Beobachtungen über die Verbreitungsfähigkeit des Waldbaumpollens.) Medd. f. Stat.-Skogsförsöksanstalt. Stockholm, Bd. 16, 1919.

ders.: Om pollenregn på hafvet och fjärrtransport of barrträdspollen. Geol. Fören. Förhandl., Bd. 41, Stockholm 1919. S. 89 ff.

ders.: Om klimatets humiditet i vårt land och des inverkan på mark, vegetation och skog. Medd. fra Stat. Skogsförsöksanst., Bd. 26, Stockholm 1932.

HOLMSEN, G.: Torfmyrernes lagdeling i det sydlige Norges Lavland. Norges geol. Unders., No. 90, 1922.

JENTYS-SZAFER, J.: La structure des membranes du pollen de Corylus, de Myrica et des expeces européennes de Betula et leur determination a 'état fossile. Bull. Acad. Polon. Sc. e. L., Ser. B, 1928.

JESSEN, A.: Beskrivelse til Kortbladene Skagen, Horshals, Frederikshavn, Hjörding og Lokken. Danm. geol. Unders. I. R., No. 3, 1899, Kjöbenhavn.

ders.: Mársken ved Ribe. ebenda, II. R., No. 27, 1916.

ders.: Blatt Varde. ebenda. I. R., No. 14, 1922.

ders.: Blatt Blaavandshuk. ebenda. I. R., No. 16, 1925.

JESSEN, K.: in: Friis Johansen, K.: En Boplads fra den aeldste Stenalder i Svaerdborg Mose. Aarb. f. nord. Oldk. og Hist., III. R., Bd. 9, 1919 S. 121/127. (s. auch S. 102)

ders.: in: Broholm, H. C.: Nye Fund fra den aeldste Stenalder, Holmegaard og Svaerdborgfundene. ebenda. Bd. 14, 1924. S. 23.

ders.: Conditions géologiques des deux stations du plus ancien âge de la pierre dans la tourbière de Holmegaard. Mem. Soc. Roy. Antiq. du Nord., 1926—31, Copenhagen.

ders.: Mose undersoegelse i det nordoestlige Sjaelland. Danm. geol. Unders. II. R., Bd. 34, 1920.

ders. u. RASMUSSEN, R.: Et Profil gennem en Tørvemose paa Faerørne, ebenda. IV. R., Bd. 1, No. 13, 1922.

ders.: Et Kulturlag fra den aeldre Stenalder ved Horsø. Medd. f. Dansk geol. Foren. Bd. 7, 1927. S. 130.

ders.: Senkvartaere Studier fra Mors. Danm. geol. Unders. IV. R., Bd. 2, No. 5, 1929.

ders.: Bjørnen (Ursus arcticus L) i Danmark. Medd. f. Dansk geol. Foren. Bd. 7, 1929. S. 278.

ders. u. MILTHERS, V.: Stratigraphical and Palaeontological Studies of Interglacial Fresh-Water Deposits in Jütland an NW-Germany. Danm. geol. Unders., II. R., No. 48, 1928.

JESSEN, O.: Die Verlegung der Flußmündungen und Gezeitentiefs an der festländischen Nordseeküste in jungalluvialer Zeit. Stuttgart 1922.

JESSEN, W.: Die postdiluviale Entwicklung Amrums und seine subfossilen und rezenten Muschelpflaster. Diss. Halle 1932, Jahrb. d. preuß. geol. Landesanst. f. 1932, Bd. 53.

JONAS, F.: Ein atlantisches Uebergangsmoor (Heidemoor) im Emsland. Sitz.-Ber. d. Bot. u. Zool. Ver. 1930/31, hersgb. v. naturhist. Ver. d. Prov. Rheinland u. Westfalen, Bonn 1932.

KNORR: der Kjökkenmödding von Gr. Dunsum (Föhr). Föhrer Heimatbücher, 1927.

KNUTH, P.: Flora der nordfriesischen Inseln. Kiel und Leipzig. 1895.

ders.: Gab es früher Wälder auf Sylt? „Humboldt", Bd. 8, Stuttgart 1889.

ders. Die Pflanzenwelt der nordfriesischen Inseln. Schrift d. naturw. Ver. f. Schlesw.-Holst. IX, Kiel 1892 S. 71/109.

KOCH, H.: Paläobotanische Untersuchungen einiger Moore des Münsterlandes. Diss. Frankfurt a. M., Beih. z. Bot. Zentralbl., Abtlg. II, Bd. XLVI, 1929 S. 1/70.

ders.: Stratigraphische und pollenfloristische Studien an drei nordwestdeutschen Mooren. Planta/Arch. f. wiss. Bot., 11. Bd., 1930. S. 509/527.

KOLUMBE, E.: Pollenanalytische Untersuchungen der Schönberger Strandmoore. (Salzwiesen) in Holstein. (Studien zur postglazialen Florengeschichte Schleswig-Holsteins I.) Jahrb. d. preuß. geol. Landesanst. f. 1932, Bd. 53, Berlin 1932.

ders.: Wald und Heide in Schleswig-Holstein. (Eine Stellungnahme zu den Untersuchungsergebnissen von Fr. Mager.) Bot. Arch. 36, Leipzig 1934, S. 269—300.

KOPPE, F u. KOLUMBE, E.: Ueber rezente und subfossile Flora des Sandkatener Moores bei Plön. Ber. d. dt. Bot. Ges. Bd. 44, 1926.

KOPPE, F.: Die Vegetationsverhältnisse der Moore Schleswig-Holsteins. Aus der Heimat, 38, Stuttgart 1925. S. 134/139.

LARSSON, C.: Fossilt pollen av Abies alba och Pinus cembra (?) i Skåne. Geol. Fören. Förhandl., Stockholm 1932.

LUNDQUIST, G.: Utvecklinghistoriska insjöstudier i Sydsverige. Sver. geol. Unders. Årsbok 10, 1925.

ders.: Sjöarna Trummen, Växjösjön och Södra Bergundasjön. Skrifter Södra Sver. Fiskeriforen. 1926.

ders.: Studier i Ölands Myrmarker. Sver. geol. Unders. Ser. C, No. 353, Årsbok 22, No. 3, 1928.

ders.: Tidvattnet och försumpningsetapperna. Geol. Fören. Förhandl., Bd. 54, H. 2, Stockholm 1932. S. 305/309.

MAACK, P. H. K., von: Urgeschichte des schleswig-holsteinischen Landes. Kiel 1869.

MAGER, F.: Entwicklungsgeschichte der Kulturlandschaft des Herzogtums Schleswig in historischer Zeit I. Veröffentl. d. Schlesw.-Holst. Univ. Ges. No. 25. 1— Schrift. d. balt. Kommiss. Kiel XVII. 1, Breslau 1930.

MALMSTRÖM, C.: Degerö Stormyr (Norrland). Medd. från Statens Skogsförsöksanst., 20,1, 1923. Stockholm.

MEINKE, H.: Atlas und Bestimmungsschlüssel zur Pollenanalytik. Bot. Arch., Bd. 19, Königsberg 1927.

MELIN, E.: Studier över de norrländska myrmarkernas vegetation med särskild hänsyn till deras skogsvegetation efter torrläggning. Avad. avh. Uppsala Norrländsk Handbibl. 7, 1917.

MENTZ, A.: Studier over danske Mosers recente vegetation. Diss. Kjöbenhavn u. Kristiania 1912, Bot. Tidskr. Bd. 31, 1912. S. 177/463.

MEYN, L.: Geognostische Beschreibung der Insel Sylt. Abhdl. z. geol. Spezialkarte v. Preußen etc., Bd. I, No. 4, 1876.

MÜLLER, S.: Sønderjyllands Stenalder. Aarbøger for nordisk Oldkyndighed og Historie III. R. 3. Bd. 1913. Kjøbenhavn.

ders.: Sønderjyllands Broncealder. ebenda. 4. Bd. 1914.

NIENBURG,W.: Zur Ökologie der Flora des Wattenmeeres. I. Teil. Der Königshafen auf Sylt. Wiss. Meeresunters. Abtl. Kiel, 20. Bd., 1927.

ders. u. KOLUMBE, E.: Zur Ökologie der Flora des Wattenmeeres. II. Teil. Das Neufelder Watt im Elbmündungsgebiete. ebenda, 21. Bd., 1931.

NORDMANN, V., JESSEN, K. u. MILTHERS, V: Quartär-geologische Beobachtungen auf Sylt. Medd. fra Dansk geol. Fören., Bd. 6, No. 15, 1923. S. 1/40.

OLSEN, C.: Vegetationen i nordsjaellandske Sphagnummoser. Bot. Tidskr., Bd. 34, Kopenhagen 1917. S. 1/44.

OSVALD, H.: Die Vegetation des Hochmoores Komosse. Acad. avh. Uppsala 1923, Svenska Växtsoziologiska Sällskap Handl. I, 1923.

ders.: Die Hochmoortypen Europas. Veröffentl. d. geobot. Inst. Rübel. Zürich, 3. H., Festschr. f. C. Schröter 1925.

ders. Södra Sveriges Mosstyper. Medd. från Lunds Univ. geograf. Inst., Ser. C, No. 58. Svensk. Geograf. Årsbok 1930.

OTTSEN: Der Kreis Tondern. Tondern 1906.

OVERBECK, F.: Studien zur postglazialen Waldgeschichte der Rhön. Ztschr. f. Bot., 20. Bd., 1928.

ders.: In Durchführung begriffene Mooruntersuchungen im nordwestdeutschen Flachlande. Senckenbergiana, 11, Frankfurt a. M. 1929.

ders. und SCHMITZ, H.: Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder NW-Deutschlands I: Das Gebiet von der Niederweser bis zur unteren Ems. Mitt. d. Prov.-Stelle f. Naturdenkmalpfl. Hannover, H. 3, 1931.

ders.: 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. Abhdl. naturw. Ver. Bremen 1934, Bd. XXIX, H. 1/2.

PETTERSSON, O.: Klimatförändringar i historisk och förhistorisk tid. En Studie i geofysik. K. Sv. Vet.-Akad. Handl., Bd. 51, No. 2, 1913.

PFAFFENBERG, K.: Das Geestmoor bei Blockwinkel (Krs. Sulingen i. Hannover). Jahrb. d. preuß. geol. Landesanst. 51, Berlin 1930.

PHILIPPSEN, H.: Untergegangene Wälder in der Nordsee. Naturw. Wochenschrift. N. F. XI, No. 44, 1912.

ders.: Natur- und Kulturbilder der Insel Föhr. Föhr 1902.

ders.: Das Wattenbuch. Bremen o. J.

ders.: Werden und Vergehen im Bereiche der Insel Föhr und des umliegenden Wattenmeeres. 1924.

POLAK, B.: Een onderzoek naer de botanische samenstelling van hat hollandsche veen. Diss. Amsterdam 1929.

POST, L. von: Ueber stratigraphische Zweigliederung schwedischer Hochmoore. Sver. geol. Unders. Ser. C, No. 248, Årsbok VI, 1912, Stockholm 1913.

ders.: Skogsträdpollen i sydsvenska torfmosselagerföljder. Geol. Fören. Förhandl. 38. Stockholm 1916 und Förhandl. ved de skandinaviska Naturforskeres 16. Möte, Kristiania 1918.

ders.: Pollenanalysen och fjärrtransport af skogsträdspollen. Geol. Fören. Förhandl. 41, Stockholm 1919.

ders.: Ur de sydsvenska skogernas regionala historia under postarctisk tid. Geol. Fören. Förhandl. 46, Stockholm 1924. S. 83/128.

ders.: Gotlandsagen (Cladium mariscus R. Br.) i Sveriges postarcticum. Ymer. 45, Stockholm 1925.

ders. och GRANLUND, E.: Södra Sveriges Torvtillgånger. Sver. geol. Unders. Ser. C, No. 335 u. 337, Stockholm 1926.

ders.: Die Zeichenschrift der Pollenstatistik. Geol. Fören. Förhandl. 51, Stockholm 1929. S. 543/565.

POTONIÉ, H.: Die rezenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätten. Abhdlg. d. preuß. geol. Landesanst. N. F., H. 55, Berlin 1911—15.

ders.: Das Auftreten zweier Grenztorfhorizonte innerhalb eines und desselben Hochmoorprofiles. Jahrb. d. preuß. geol. Landesanst. f. 1908, Bd. XXIX, Teil 2, H. 2, Berlin 1909. S. 398 ff.

PREUSS, H.: Gedanken zur Entwicklungsgeschichte der Flora des nordwestdeutschen Flachlandes seit seiner letzten Eisbedeckung. (Vortr. auf d. dt. Bot.-Tagung in Münster i. W. 1931) Ber. d. freien Vereing. f. Pflanzengeographie u. system. Bot. Fedde Rep. Beih. LXVI, 1932.

RAISTRICK, A. and BLACKBURN, K. B.: Pollenanalysis of the peat on Heathery burn moor, Northumberland. Proceedings of the Univ. of Durham. Phil. Soc. VIII, 4, 1931. S. 351/358.

REID, C.: Submerged forests. The Cambridge Manuals of Sc. and Lit. Cambridge Univ. Press. 1913.

REINKE, J.: Botanisch-geologische Streifzüge an den Küsten des Herzogtums Schleswig. Wiss. Meeresunters. d. Kommiss. z. wiss. Unters. d. dt. Meere, N. F. Bd. VIII, Erg. H. Kiel 1903.

RICHTER, R.: Eine geologische Exkursion in das Wattenmeer. Aus Natur u. Museum; 56. Ber. d. Senckenberg. Naturforsch. Ges. Frankfurt a. M. 1926. S. 289/307.

ders.: Warum die ozeanographische Terminologie sich nicht durchsetzen kann? Senckenbergiana, Bd. 14, Frankfurt a. M. 1932. S. 220/231.

RIETSCHEL, E.: Neuere Untersuchungen zur Frage der Küstensenkung. Dtsche Wasserwirtschaft 1933.

RUBNER, K.: Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues. 2. Aufl., Neudamm 1925.

ders.: Urwald oder Kulturwald? Bialowies in dtscher Verwaltung, H. 4, 1918.

RUDOLPH, K. und FIRBAS, F.: Paläofloristische und stratigraphische Untersuchungen böhmischer Moore II: Die Hochmoore des Erzgebirges. Beih. z. Bot. Zentralbl., 2. Abtlg., Bd. 41, 1924. Dresden.

dies.: III: Die Moore des Riesengebirges. ebenda, Bd. 43, 1927.

RUDOLPH, K.: Die bisherigen Ergebnisse der botanischen Mooruntersuchungen in Böhmen. ebenda, Bd. XLV, 1928.

ders.: Grundzüge der nacheiszeitlichen Waldgeschichte Mitteleuropas. (Bisherige Ergebnisse der Pollenanalyse). ebenda, Bd. XLVII, 1930.

RUOFF, S.: Stratigraphie und Entwicklung einiger Moore des Bayrischen Waldes in Verbindung mit der Waldgeschichte des Gebietes. Forstwiss. Ztrlbl. 54. Jahrg. H. 14. Berlin 1932. S. 479/491, 517/533.

SANDEGREN, R.: Hornbogasjön. Sver. geol. Unders. Ser. C a, No. 14, Stockholm 1916.

ders.: Ragundatraktens postglaciala utvecklingshistoria enlight den subfossila florans vittnesbörd. ebenda, No. 12, Stockholm 1924.

SAURAMO, M.: The Quarternary Geology of Finland. Bull. Comm. géol. Finland, Bd. 86, 1929.

SERNANDER, R.: Hornbogasjöns nivåförändringar och våra högmossars bildingssätt. Geol. Fören. Förhandl. 31, 1909. Stockholm.

ders.: Om Tidsbestämningar i de scano-daniska torfmossarna, ebenda, 33, 1911. S. 111/124.

SMITH, H.: Vegetationen och dess utvecklingshistoria i det centralsvenska högfjällsområdet. Akad. avh. Uppsala 1920.

SUNDELIN, U.: Fornsjöstudier inom Stångåns och Svartåns Vattenområden med särskild Hänsyn till den sen- och postglaciale klimatutvecklingen. Sver. geol. Unders., Ser. Ca, No. 16, 1917.

ders.: Ueber die spätquartäre Geschichte der Küstengegenden Östergötlands und Smålands. Bull. of the Geol. Inst. of Uppsala, 1919 u. 1922.

SCHARF, W.: Die geologischen Grundlagen des Küstenschutzes an der deutschen Nordseeküste. Schrift. d. Ver. f. Naturk. an der Unterweser. Beitr. z. Naturk. NW-Deutschlands, N. F., H. 4, 1929.

SCHMIDT-PETERSEN, J.: Die Orts- und Flurnamen der Insel Föhr. hrsg. Ver. f. Volks- und Naturk. auf Föhr, Husum 1922.

SCHMITZ, H.: Beiträge zur Waldgeschichte des Vogelsberges. Planta/Arch. f. wiss. Bot., 7. Bd., 1929.

SCHRÖDER, D.: Pollenanalytische Untersuchungen in den Worpsweder Mooren. Abhdlg. d. Naturw.Ver. Bremen, Bd. XXVIII, 1930.

ders.: Zur Moorentwicklung NW-Deutschlands. ebenda, Festschr. f. C. A. Weber, 1931/32.

SCHUBERT, E.: Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder NW-Deutschlands II: Das Gebiet an der Oste und Niederelbe. Mitt. d. Prov.-Stelle f. Naturdenkmalpfl. Hannover, H. 4, 1933.

SCHÜTTE, H.: Die Entstehung der Seemarschen. Arbeiten d. dt. landwirtschaftl. Ges., H. 178, Berlin 1911.

ders.: Krustenbewegungen an der deutschen Nordseeküste. Aus der Heimat, 40. Jahrg., Stuttgart 1927 (zit.: 1927a).

ders.:Tagebuchblätter der nordfriesischen Marsch. Jahrb. d. nordfries. Ver. f. Heimatk., 14, Husum 1927 (zit.: 1927b).

ders.: Nordfrieslands geologischer Werdegang. „Nordfriesland", Heimatbch. f. d. Krs. Husum u. Südtondern Husum 1929.

ders.: Der Aufbau des Weser-Jade-Alluviums. Schrift. d. Ver. f. Naturk. a. d. Unterweser. 1931.

SCHWARZ, A.: Hochmoor am und im Meer. Senckenberg am Meer 56, Aus Natur u. Museum, 62, 1932 S. 261, Frankfurt a. M.

ders.: Grundsätzliches zur Meeresgeologie, Tatsächliches und Grundsätzliches zur Küstensenkungsfrage. Senckenberg am Meer 53, Senckenbergiana 14, S. 40, Frankfurt a. M. 1932.

STARK, P.: Die Waldvegetation auf der Insel Sylt. Allgem. Bot. Ztschr. XX, 1914. S. 97/103.

ders.: Die Moore des badischen Bodenseegebietes, I u. II. Schrift. d. Naturforsch. Ges. zu Freibung i. Br. 24, 1925; 28, 1927.

STEPHAN: Forstliche Probleme in Schleswig-Holstein. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen, LV. Jahrg., 1923. S. 449/470.

STOCKER, O.: Klimamessungen auf kleinstem Raume an Wald-, Wiesen- und Heidepflanzen. Ber. d. dt. Bot. Ges. 41, 1923. S. 145/150.

STOLLER, J.: Moorgeologische Untersuchungen im Havelländischen Luch nordwestlich von Friesack zur Feststellung des Alters einer mesolithischen Kulturschicht an der dritten Rhinbrücke. Jahrb. d. preuß. Geol. Landesanst. XLVIII, 1927, Berlin.

STOLLEY, E.: Das Alter des nordfriesischen Tuul. N. Jahrb. f. Min. etc. 1905 I. (s. auch ebenda, Beilagenbd. XXII 1906 u. 1912).

TESCH, P.: Duinstudies VII. De positive Nivauverandering van de Nederlandsche Küst in het holocaene tijdvak. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Genootschap, II. Serie, 39. Teil, Leiden 1922.

THIENEMANN, A.: Schwankungen des Grundwassers in N-Deutschland während der letzten Jahrzehnte, ihre Ursache und ihre limnologische, geologische und wirtschaftliche Bedeutung. Arch. f. Hydrobiologie, 24, 1932. S. 345/428.

ders.: Ertrinkende Wälder. Natur u. Museum, 63, Frankfurt a. M. 1933. S. 41/49.

THOMSON, P.W.: Die regionale Entwicklungsgeschichte der Wälder Estlands. Acta et Comment. Univ. Tartuens. 17, Dorpat 1929.

ders.: Geologische Datierung archäologischer Funde in Estland. Fornvännen 1930.

ders.: Das geologische Alter der Kunda- und Pernaufunde. Beitr. z. Kunde Estlands, XIV, 1928.

TIDELSKI, F.: Untersuchungen über spät- und postglaziale Ablagerungen in Becken der kuppigen Grundmoränenlandschaft Schleswig-Holsteins. Arch. f. Hydrobiologie, Bd. XX, 1929. S. 345/398.

ders.: Zur Waldgeschichte der schleswig-holsteinischen Geest. Schr. d. Naturw. Ver. f. Schlesw.-Holst. XX, 1 Kiel 1933.

TRELA, J.: Zur Morphologie der Pollenkörner der einheimischen Tiliaarten. Extrait du Bull. de l'Acad. Polon. des. Sc. et L.; Classe des Sc. mathem. et nat. Sér. B, 1928.

TÜXEN, R.: Ueber einige nordwestdeutsche Waldassociationen von regionaler Verbreitung. Jahrb. d. geogr. Ges. zu Hannover 1929. Mitt. a. d. florist.-soziol. Arbeitsgemeinschaft in Niedersachsen, H. 1, Hannover 1930.

ders.: Ist die Buche die „Nährmutter" des deutschen Waldes? Forstarch. 1932.

ders.: Die Pflanzensoziologie in ihren Beziehungen zu den Nachbarwissenschaften. Der Biologe, 1. Jahrg., H. 8, 1931/32, München. S. 180.

ders.: Wald- und Bodenentwicklung in NW-Deutschland. Vortr. i. Ber. üb. 37. Wanderversammlg. d. nordwestdtsch. Forstvereins, Hannover 1932. S. 17/37.

UEBERSICHT über die Geologie von Dänemark. Danm. Geol. Unders. V. R., No. 4, Kjöbenhavn 1928. (zit.: Uebersicht).

VARGAS, H.: Ein alter Garten auf Sylt. Die Heimat, 1927. S. 50.

WARMING-GRAEBNER: Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Berlin 1918.

WEBER, C. A.: Ueber die Zusammensetzung des natürlichen Graslandes in Schleswig-Holstein. Schrift. d. Naturw. Ver. f. Schlesw.-Holst., IX, 1892.

ders.: Ueber die fossile Flora von Honerdingen und das nordwestdeutsche Diluvium. ebenda, XIII, 1896.

ders.: Untersuchung der Moor- und einiger anderer Schichtproben aus dem Bohrloch des Bremer Schlachthofes. Abhdlg. d. Naturw. Ver. Bremen, 14, 1898.

ders.: Ueber die Entstehung und Vegetation des Hochmoores von Augstumal im Memeldelta. Berlin 1902.

ders.: Aufbau, Entstehung und Pflanzendecke der Moore. Mitt. d. Ver. z. Förd. d. Moorkult. i. Dtsch. Reich, XXII. Jahrg., No. 8, 1904.

ders.: Ueber Litorina- und Prälitorinalbildungen der Kieler Förde. Englers Bot. Jahrb. XXXV, 1905.

ders.: Aufbau und Vegetation der Moore N-Deutschlands. Beilage No. 90 zu Englers Bot. Jahrb. 1907, XL, Leipzig 1908.

ders.: Ueber den Wechsel des Klimas in postglazialer Zeit. Ztschr. d. dt. Geol. Ges., 62, 1910, Berlin.

ders.: Grenzhorizont und Klimaschwankungen. Abhdlg. d. Naturw. Ver. Bremen, XXVI, 1926. S. 98/106.

ders.: Grenzhorizont und älterer Sphagnumtorf. ebenda, XXVIII, 1930.

WEBER, H. A.: Ueber spät- und postglaziale lacustrine und fluviatile Ablagerungen in der Wyhra-Niederung bei Lobstädt und Borna und die Chronologie der Postglazialzeit Mitteleuropas. ebenda, XXIX, 1918.

WEGEMANN, G.: Schriftenverzeichnis zur physischen Landeskunde von Schleswig-Holstein. Kiel 1922.

WEGNER, Th.: Vorläufige Mitteilungen über Studien im nordfriesischen Wattgebiet. Centralbl. f. Min. etc. 1931. Abt. B. No. 5. S. 193/201.

WEIGELT, G.: Die nordfriesischen Inseln einst und jetzt. Hamburg 1873.

WERTH, E.: Klima und Vegetationsgliederung Deutschlands. Mitt. a. d. biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtsch. Berlin-Dahlem, H. 33, 1927.

WETZEL, W.: Geologischer Führer durch Schleswig-Holstein. Berlin 1929.

WHITEHEAD and GOODCHILD: Some Notes on „Moorlog", a peaty deposit from the Doggerbank in the North Sea. The Essex Naturalist 1909. (s. auch Bd. XIX).

WILDVANG, D.: Der Boden Ostfrieslands. Aurich 1929.

WOLDSTEDT, P.: Beiträge zur Morphologie von N-Schleswig. Diss. Göttingen 1913. Mitt. d. Geogr. Ges. Lübeck, II. R., H. 26, 1913. S. 41/110.

WOLFF, W.: Geologische Beobachtungen auf Sylt nach der Dezemberflut 1909, Ztschr. d. dt. geol. Ges., 62, Berlin 1910. Mon. Ber. 1. S. 40/61.

ders.: Ein neuer Fundpunkt der sogenannten Eem-Fauna in Nordfriesland. ebenda, 70, Berlin 1918.

ders.: Erdgeschichte und Bodenaufbau Schleswig-Holsteins. 2. Aufl., Hamburg 1922.

ders.: Ergebnisse einer Bereisung der deutschen Nordseeküste zur Prüfung der Senkungsfrage. Ztschr. f. prakt. Geol., Jahrg. 31, 1923.

ders.: Die Entstehung der Insel Sylt. 3. Aufl., Hamburg 1928.

ders.: Ueber die Bedeutung von Feinmessungen für die Erforschung der gegenwärtigen Erdkrustenbewegung NW-Deutschlands besonders des Küstengebiets. Ztschr. d. Ges. f. Erdkunde, Berlin 1929. S. 241/261.

ders.: Die Bodenbildungen Schleswig-Holsteins und ihr Verhältnis zu den geologischen Bodenarten. Jahrb. d. preuß. geol. Landesanst. f. 1930, Bd. 51, Berlin 1930 S. 141—173.

WOODHEAD, F. W. and ERDTMAN, G.: Remains in the Peat of the Southern Pennines. The Naturalist 1926.

Tabelle II

Stratigraphie der Bohrung **B** (Stieglund) im Sillerup-Moore

		H	B	F	R	V	Calluna vulgaris W H Bl Bt	Erica tetralix H Bt	Eriophorum vaginatum Rh	Vaccinium oxycoccus H	Drosera sp. a) P	Sphagnum sect. acutifolia	Sphagnum magellanicum	Sphagnum imbricatum	Sphagnum papillosum	Aulacomnium palustre	Plantago P	Umbelliferae P	Potentilla sp. S	Polypodium vulgare Sp	Betula sp., z.T. pubescens H Pd F	Salix sp. H	Rumex crispus b) P	Filices Gef An Sp	Phragmites communis W Rh	Equisetum Epid	Stellaria ? e) S	Polygonum bistorta P	Sparganium simplex c) F	? f) F ?	Carex rostrata F	Carex sect. Vignea F	Carex sect. Carex F	Menyanthes trifoliata Rh Ep S P	Nuphar luteum P S	Nymphaea alba g) Rh Tr	Potamogeton pectinatus P S	Pediastrum duplex	Pediastrum Sturmii	Pediastrum Boryanum d)
0—23 cm	Torf als Boden der Kulturwiese	—	2	2	3	1	+		+			+	+	+																									
23—40 „	Sphagnum-Torf	2	3	1	2	1	1		1			3	4																										
40—75 „	Sphagnum magellanicum Eriophorum-Torf	4	3	2	0	1	1		2/8		1		4				1																						
75—125 „	Sphagnum papillosum-Eriophorum-Calluna-Torf	5	4	2	1	2	2		2				1	1	3																	1							
125— „	G. H.																																						
125—170 „	Sphagnum papillosum-Calluna Torf	7/8	4	2	2	1	2	1		1				1	3	1															1								
	Eriophorum-Torf						1	1	3				1	1	1		1	1	1																				
170—220 „	Phragmites-Torf	7/8	3	0	3	1	1						1	1				1	2	1		1	1	2/8	4	1													
220—275 „	Betula-Bruchwaldtorf	7/8	3	0	3	2							1	1	1					1	3			1	3	1					1								
275—375 „	Menyanthes-Torf	8/9	4	0	2	1						1	1	1	1			1			1			3	1		1	1	1	1	1		2	4					
375—405 „	Gyttja	9	3	0	1	0							1	1	1						1			1	1									1	2	2	1	1	1	2
405—x „	Sand	—											1		1			1			1				1										1					4

a) Abb. s. MEINKE (1927). b) FIRBAS det. c) BAAS det. d) 270 %. e) Auch von FIRBAS unbestimmt gebliebene Caryophyllacee. f) Ein großes, Najas ähnliches Gebilde, aber mit anderer Zellstruktur, von chitinartiger Farbe und Härte. g) Neben 5 normalen noch 8 kleine Samen der var. mikrosperma (s. C. A. WEBER [1896]; FIRBAS und GRAHMANN [1928 S. 28, Fig. 9b]).

Tabelle VI

Stratigraphie der Bohrung F im Wilden Moore

		H	B	F	R	V	Calluna vulgaris	Erica tetralix	Eriophorum vaginatum	Rhynchospora alba	Andromeda polifolia	Vaccinium oxycoccus	Sphagnum sect. acutifolia	Sphagnum magellanicum	Sphagnum imbricatum	Sphagnum papillosum	Chrysohypnum stellatum ?	cf. Thuidium (lanatum ?)	Polytrichum strictum	Aulacomnium palustre	Plantago sp.	Compositae	Umbelliferae	Polypodium vulgare	Betula alba	Myrica gale	Frangula alnus	Carex sect. Vignea	Carex sect. Carex	Polygonum bistorta	Filices	Alnus glutinosa	Phragmites communis	Solanum dulcamara	Utricularia	Oenanthe aquatica	Typha latifolia	Pediastrum sp.
							W H Bt Bl	Bt S	Rh	F	S	H									P	P	P	Sp	Pd F	Bt	F	F	F	P	Gef A Sp	H Pd Bl F	D Rh	S	P	F	P
0—25 cm	Heidetorf	—	1	0	3	1	4	1					2								1	1							1									
25—40 „	Sphagnum sect. acutifolia-Torf	3	3	2	1	0	1		2				3	2							1	1																
40—100 „	Sphagnum imbricatum-Eriophorum-Torf	4/5	3	3	1	1	1	2	4						3						1	1	1															
100—130 „	Sphagnum imbricatum-Torf	6	3	1	1	0			1	1			1		4	1							1															
130—160 „	Sphagnum imbricatum-Eriophorum-Torf	6	5	3	1	0	1		3	2	1		2	1	3	2					1																	
160—205 „	Sphagnum imbricatum-Torf	6	4	0	1	0	1						1		4	1					1	1																
205—265 „	Sphagnum papillosum-Torf	3/4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	4					1	1		1					1									
265—285 „	Eriophorum-Calluna Torf	4	3	3	1	1	3		3						1	2					1				1				1									
285—	G. H.																																					
285—355 „	Sphagnum-Eriophorum-Calluna-Torf	6	4/2	2/3	1	2	1/3		3	1/—	1		2/1	2/—	2/1	3/1					1		1	1														
355—370 „	Calluna-Torf	7	3	1	1	2	3/4		2		1		1	1	1	1																						
370—385 „	Sphagnum papillosum-Torf	7	4	0	2	0	1			1					1	3			1	1			1															
385—415 „	Eriophorum-Torf	—	4/5	3	2	1	2		3				1							1																		
415—430 „	Bryales-Sphagnum-Torf	9	4	1	1	0	1		1				3	1	1	1	1	2	1	1					1													
430—570 „	Alnus-Bruchtorf	8	2/4	0	2	3	+	1	+					+	+	+					2/1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	4	4	1	1			
570—645 „	Schilfton	—	3	0	2	1		1													1	1		1	1				1			3	3	1	1	1	1	1

Tabelle X. **Recente Spektren.**

Nr	Art der Probe	Vegetation der Umgebung	Sa	Be	Pi	Q	Ti	Ul	Al	Fag	Car	Pc	Ab	EMW	Co	Gram	Cyp	Call	Emp	Eri	Vacc	Eric	Chen	Var	Sphg	Fil	Anzahl
I. Vom Festlande.																											
1	Sphagnum rubellum	verheidetes Hochmoor (C)	—	6	70	3,3	1,3	0,7	4,7	2	—	12	—	5,3	2,7	468	17,3	190	?	—	14	204	0,7	79	188	—	150
2	„ magellanicum	„ „ (F)	—	11,5	50	4	0,5	1	4	20	2,5	6	0,5	5,5	3	7,5	6	118	—	—	1	119	2,5	8,5	53	1,5	200
II. Von Föhr, Amrum, Sylt.																											
a. zwischen **Heide.**																											
3	Sphagnum sp.	Heide im W von Föhr	—	13	53	13	—	3	9	7	1	1	—	16	12	900	—	1525	—	20	20	1565	14	369	6	—	100
4	„ „	Heide zwischen Psamma-Dünen bei Wittdün/Amrum	—	33	47	1	1	3	9	4	2	—	—	5	4	70	52	124	200	3	25	352	14	50	33	2	100
5	„ cf. recurvum	ebenso bei Norddorf/Amrum	—	25	45	8	—	6	13	3	—	1	—	14	4	190	60	144	90	4	—	238	31	152	352	—	100
6	„ sp.	Psamma-Dünen bei Klappholttal/Sylt	2	14	62	10	—	—	6	2	—	4	—	10	4	134	48	110	28	2	—	140	12	792	4	4	50
7	„ acutifolium mit Hydrocotyle	Heidetal N der Wanderdünen bei List/Sylt	—	8	76	4	—	4	8	—	—	—	—	8	2	36	20	338	116	2	—	456	2	10	26333	6	50
8	„ acutifolium	Heidetal bei List/Sylt	2	27	40	5	1	3	8	9	3	2	—	9	2	63	281	344	217	32	43	636	4	15	∞	3	100
9	Eriophorum-Bult	„ „ „ „	0,7	23,3	40	10,7	—	1,3	11,3	7,3	2	3,3	—	12	6,7	30,7	48	536	80	92	—	708	6,7	28	0,7	4,7	150
10	Sphagnum sect. acutifol.	„ „ „ „	—	28,7	34	7,3	—	3,3	9,3	5,3	6	6	—	10,7	4	48,7	76,7	312	82	20	—	414	6	31,3	1930	—	150
11	humoser Sand der Heide	Vacc. oxycoccus in Frostloch des Heidetales bei List	4	24	40	8	—	3,3	7,3	9,3	1,3	2,7	—	11,3	8	22,7	8,7	344	?	89,3	144	577,3	0,7	42,7	—	—	150
12	„ „ „ „	Ericetum um dasselbe	—	38	48	4	—	—	4	2	—	4	—	4	—	24	2	854	260	72	20	1206	4	12	—	—	50
13	„ „ „ „	Uebergang zwischen beiden	—	16	50	10	2	4	10	6	1	1	—	16	1	34	14	492	54	31	30	607	4	17	1	2	100
b. aus **Wiesen und Schilfbeständen.**																											
14	Sphagnum sp.	Scirpus zwischen Heide und Kulturland/Föhr	—	33	38	4	—	1	17	1	2	4	—	5	9	1565	28	344	—	18	26	388	4	77	3	8	100
15	„ sp. mit Narthecium	Groden vor Morsum-Kliff/Sylt	—	20	51,3	4,7	0,7	4,7	12,7	2,7	0,7	2,7	—	10	5,3	640	142	71	46	—	—	117	17,3	45,3	3050	3,3	150
16	Schwingrasen	Scirpus, Phragmites u. a. in der Tinnumburg/Sylt	—	34	42	8	-	4	10	2	—	—	—	12	8	274	22	26	—	—	—	26	16	110	10	36	50
17	Schilftorf	Phragmitetum bei der Tinnumburg/Sylt	—	32	12,7	9,3	—	1,3	42,7	0,7	0,7	0,7	—	10,7	27,3	68	16,7	10	—	—	—	10	12	38	22,7	8,7	150
18	Sand	Phragmites im Strandsand von Föhr (bei Nieblum)	—	27	26	5	—	—	38	3	—	1	—	5	27	∞	5	74	—	—	—	74	240	530	18	20	100
c. zwischen **Brackwasser-Vegetationen.**																											
19	Schlick + Schill + Schilf	Phragmitetum bei Klappholttal/Sylt, Rand	—	17	54	7	1	—	16	—	—	4	1	8	12	6	1	10	3	—	—	13	45	20	43	74	100
20	„ + Schilf	ebenda, 10 m landein	—	14	52	12	1	—	18	—	—	3	—	13	28	15	8	4	3	—	—	7	40	15	50	40	100
21	„ + „	Phragmitetum bei Norddorf/Amrum, Außenrand	1,3	12,7	37,2	10,7	0,7	0,7	25,3	4	1,3	4,7	1,3	12	24,7	30,7	7,3	16,7	—	—	—	16,7	6,7	38	26,7	39,3	150
22	„ + „	ebenda, Innenrand	0,7	14	55,3	7,3	0,7	0,7	16,7	1,3	—	2,7	0,7	8,7	26	28,7	14	14,7	—	—	0,7	15,3	124	29,3	22	42	150
23	Grassoden	Groden bei Norddorf/Amrum	1	14	67	4	2	—	11	—	—	1	—	6	9	27	4	18	—	—	—	18	23	17	46	40	100
24	„	„ „ Wittdün/Amrum	1,3	16,7	47,3	10	0,7	4,7	14,7	3,3	—	1,3	—	15,3	12	150	110	28,7	—	—	0,7	29,3	14,7	111,3	10,7	10,7	150
25	**Durchschnittsspektrum** von Nr. 3—16		0,6	24	47,6	7	0,3	2,9	9,6	4,3	1,3	2,2	—	10,2	5	288	57,3	397,4	83,6	27,5	22	530,7	9,7	122,9	+	(4,9)	—
			Alle Nichtbaumpollen zusammen: 1008,7 %																								

Tabelle XI

Baumbestände auf den nordfriesischen Geestinseln Sylt, Amrum, Föhr

		Pinus montana	Pinus silvestris	Pinus nigricans	Pinus austriaca	Pinus maritima	Pinus Sitchensis	Picea pungens, glauca	Picea alba	Picea excelsa	Picea pectinata	Picea Nordmanniana	Abies alba	Larix sp.	Pseudotsuga Douglasii	Thuja sp.	Juniperus communis	Taxus baccata d)	Alnus glutinosa e)	Alnus viridis	Betula pubescens	Salix sp. sp.	Salix alba	Salix nigra	Populus tremula	Acer sp.	Fraxinus excelsior	Fagus silvatica	Quercus sp.	Ulmus sp.	Tilia cordata	Corylus avellana	Aesculus hippocastanus	Prunus sp.	Crataegus oxyacantha	Sorbus torminalis	Sambucus nigra	Viburnum opulus	Rhamnus cathartica	Ligustrum vulgare	Castanea vesca	Robinia pseudacacia	Obstbäume
Sylt	im E des Lagers Klappholttal	#	+																																								
	Vogelkojen bei Kampen und Tinnum																		+		+		+	+					+					+	+		+	+	+				
	Lornsenhain a)		+	+	+		+			+				+					+		+		+	+	+	+	+	+	+		+				+	+							
	Friesenhain a)	+												+					+		+								+														
	Friedrichshain — Westerland	div. Coniferen									c)																	+															
	isolierte Anpflanzungen												+					+					+				+			+		+	+		+	+	+			+		+	+
Amrum	Vogelkojen																		+			+																					
	am E-Fuße der Dünen (bei Norddorf, Hotel Satteldüne, beim Leuchtturm)	#																																									
Föhr	in und bei den Ortschaften	+	+							+			+	+					+		+	+	+		+		#	+	+	+	+	+	+	+	+		+			+		+
	Lembkehain bei Wyk (ca 1910)	+	+	+		+				+			+	+	+	+					+				+			+	+	+	+			+	+		+			+		+
	Parks des Nordsee-Sanatoriums und Grünstreifen am Südstrande (1900)	+	+	+		+	+		+	+	+	+	+	+							+					+		+						+	+		+			+		+
	Friesental bei Oevenum		+							+			+						+				+					+	+	+							+						
	St. Laurenti-Kirchhof	+								+						+																											
	St. Nikolai-Kirchhof	+		+	+			+		+						+	+											+		+													
	Hecken, in Sandgruben u. a. O. der Geest		+							#	c)																	+	+								+						+
	Vogelkojen (6 Stck.) b)																		+			+	+	+				+		+					+		+						

Die Zusammensetzung der Liste ergibt sich aus Literatur-Angaben (REINKE (1903 S. 48, 68, 89), STARK (1914), KNUTH (1895 S. 14), KNUTH (1892), VARGAS (1927 S. 50 f.)), eigenen Beobachtungen (bes auf Föhr) und frdl. Mitteilungen der Herren Studiendirektor Dr. REESE/Wyk, Kunstmaler Magnus WEIDMANN/Keitum auf Sylt (bes. über Fag), wofür ihnen auch hier herzlichst gedankt sei.

a) Beschreibungen der typischen Wuchsform s. BORGGREVE (1873 S. 254), OVERBECK und SCHMITZ (1931 S. 6/9).
b) Die Vogelkojen konnte ich nicht besuchen, da Fangzeit für Krickenten war.
c) junge noch nicht mannbare Anpflanzungen.
d) im Garten der ehemaligen Landvogtei (Uwe Jens Lornsen!) (VARGAS 1.c.).
e) nach KNUTH (1892) auch noch zwischen den Dünen von Sylt und Amrum; ich habe sie aber nirgends gesehen.

Tabelle XII.

Soziologische Aufnahmen in Listland auf Sylt.

Nr.	1. a)	2.	3. b)	4. c) d)	5. c) d)	6. e) f)	7. g)
Gesellschaft	Psamma-düne	Weingärt-neria	Empetrum Var. zw. 2	Empetreto-Callunetum-Düne		Ericetum Frost-loch	
Ort	Oddetal beim Sandberg		Düne 5 m über Tal	Ellenbogental 10 m über Tal		Talsohle	
Neigung	?		10—15°				
Fläche		4 qm	10 qm			16 qm	4 qm
Gesamtbedeckung	10 %		20—80 %			70 % mit Moosen 95 %	60 %
Vgl. mit Spektrum Nr.:	4, 5, 6	—	7,	8, 9,	10	12, 13	11
Psamma arenaria	3 3	2 2	1 1				
Hieracium umbellatum var. dunale	+ 1	+ 1	+ 1				
Festuca rubra v. arenaria		+ 1		+ 1			
Rumex acetosella	1 2	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1		
Jasione montana		+ 1	+ 1	+ 1			
Viola canina		1 1	+ 1	+ 1			
Weingärtneria canescens		3 2	1 2	1 2	+ 1		
Empetrum nigrum			3 5	2	3 3	+ 1	
Calluna vulgaris				3	3 3	1 1	+ 1
Aira praecox				1 2	+ 2		
Carex arenaria				2 2	+ 1		
Anthoxanthum odoratum				+	+ 1		
Luzula campestris				1 2	+ 1		
Teesdalia nudicaulis				+ 1	+ 1		
Cuscuta epithymum				+	1 2		
Lotus corniculatus var. microphyllos				+	+ 1		
Agrostis intermedia				+ 1			
Thymus angustifolium				1 2			
Hieracium pilosella				2 3			
Galium verum				+ 1			
Erica tetralix						3 3	+ 1 h)
Vaccinium uliginosum						3 3	1 2
Vaccinium oxycoccus						2 1	3 4
Salix repens						1 2	+ 1
Juncus squarrosus						2 2	+ 1
Carex panicea						+ 1	
Carex vulgaris						1 2	3 3
Drosera rotundifolia						1 3	+ 1
Eriophorum angustifolium							1 2
Cladonia u. a. Lichenes				4	+	2	2 2
Polytrichum juniperinum				4	+	1	2 2
Hypnum div. sp.				+	1		
Dicranum scoparium				1	1		
Hepatici div. sp.						4	4

a) Lebhaft wachsend, Psamma zum Teil stark verschüttet.
b) Einzelne große Empetrum-Horste lebhaft als Sandfänger tätig (35 cm im Sand noch grüne Blätter), dazwischen Winderosion und nur Weingärtneria.
c) Mischgesellschaft aus 1, 2 und Callunetum.
d) Boden: 10 cm grauer Sand, leicht humos, etwas gebleicht.
Darunter gelblicher heller Dünensand.
e) Die Talsohle ist durch Hebung des Grundwasserspiegels oft starken Ueberflutungen ausgesetzt, daher wohl die vielen Lebermoose.
f) Boden: 8 cm starker humoser Sand, darunter schwach gebleichter Dünenflugsand.
g) In der Mitte von 6, das sich ringförmig darum legt; Erica und Calluna sind abgestorben.
h) Erica war tot.