Der Einbruch der Nordsee in das Mündungsgebiet der Ems.

Von Dodo Wildvang, Emden.

Gleich unterhalb der Fehnstadt Papenburg verläßt die Ems die große Münsterländische Talsandstufe und tritt in das Ostfriesische Marschalluvium ein. Statt der dürren Sande des Hümmlings und der unabsehbaren Moore von Bourtange begleiten fortan die fruchtbarsten Marschweiden ihre Ufer, und über die Deiche hinweg begrüßen sie freundliche Städte und Dörfer, Flecken und Gehöfte auf ihrem geschlängelten Wege zum Meere. Zwischen Pogum und der Knock durchfließt sie den Dollart, teilt sich weiter abwärts in zwei Arme und mündet schließlich unterhalb der Insel Borkum in die Nordsee.

Der also gekennzeichnete Unterlauf entfällt nur noch zur Hälfte auf das Festland, den unteren Teil umschließt das Wattenmeer mit seinen Schlickgründen und Sandbänken, von denen sich das eigentliche Flußbett nur noch zu Zeiten tiefster Ebbe abzeichnet. Die Grenze zwischen dem Festlande und dem Wattenmeer ist künstlich durch eine ununterbrochene Deichlinie gezogen worden. Gesetzt einmal, man könnte den Deich abheben, so würden dabei frühere Verhältnisse mit einem Schlage wieder hergestellt sein: Wie ehedem würde sich das Meer über das inzwischen eingeschrumpfte und abgesunkene Marschalluvium ergießen, den Küstensaum durch Ausmeißelung von Prielen, Balgen und Seegaten durchsägen und über diese hinweg seine Sedimente weit ins Binnenland vortragen. Im freien Spiel der Kräfte würden dabei neue Schichtenkomplexe bei schärfster Abgrenzung von ihrem Liegenden abgesetzt werden, und gerade diese scharfe Abgrenzung würde kommenden Geschlechtern auch bei Ermangelung jeglicher schriftlichen Dokumente untrügliche Beweise liefern für einen plötzlichen Einbruch der Nordsee in dieses Gebiet.

Die von Dr. Schütte mehrfach erwähnten und ausführlich beschriebenen Lagerungsformen auf den Oberahnschen Feldern, woselbst marine Schlicksande über gepflügtes Ackerland bei schärfster Abgrenzung transgredieren, sind schlagende Beweise für einen plötzlichen, katastrophalen Einbruch der Nordsee in jenes Gebiet. Doch beschränkt sich dieser Einbruch auf das Areal der Jade und vollzog sich infolge Durchbruchs der Deiche. Wenn nun aber ganz ähnliche Lagerungsformen sich auch im Wattenmeer, unter den Sandbänken der Inselkette und selbst noch darüber hinaus nachweisen lassen, so ist die Folgerung nicht unberechtigt, daß auch hier ehedem ein plötzlicher Einbruch der Nordsee zu ganz neuen Verhältnissen führte und zwar in einem Gebiet, das noch wohl nicht durch Deiche umsäumt gewesen sein kann.

Der gegenwärtige Zustand im Bereich des Wattenmeeres ist nämlich nicht der ursprüngliche. Während einer der letzten Senkungsphase vorangegangenen Hebung hatte sich wieder die Festlandsküste bis weit über die Inselkette vorgeschoben. Wir wissen nicht, wie und wo sie verlief. Doch ist das auch für unsere Frage von untergeordneter Bedeutung, wesentlicher ist schon der Nachweis älterer Festlandsreste und der scharfen Abgrenzung zwischen diesen und den aufgelagerten marinen Schlicksanden.

Es ist ein besonderes Verdienst Dr. Windbergs (1933), den ehemaligen Verlauf der Ems durch das alte Festlandsgebiet bis über Borkum hinaus nach gründlichem Studium aller in Betracht kommenden Faktoren rekonstruiert zu haben. Darnach war die jetzt ziemlich gradlinig verlaufende Westerems — ganz wie der jetzige Festlandslauf — durch verschiedene Mäanderbögen charakterisiert. Die Emsschleife um die Halbinsel Nesserland herum, unmittelbar an den Mauern der Stadt Emden vorbei und ihre Abschnürung bei der Bildung des Dollart ist geschichtlich bekannt. Von hier aus beschrieb die Ems einen großen nach Nordosten offenen Bogen, der sich bis an die gegenwärtige holländische Küste erstreckte, bei Watum nach Nordnordosten umschwenkte und etwa auf der Höhe von Pilsum den nördlichsten Punkt erreichte. Von hier aus schlug sie einen weiteren nach Südwesten offenen Bogen, wandte sich also wieder der holländischen Küste zu, um dann nochmals nach Nordwesten in der Richtung auf das gegenwärtige Borkum abzuschwenken und dabei nochmals einen flachen nach Nordosten offenen Bogen zu umschreiben.

Bei Emden fiel die Ehe in die Ems und weiter hinauf bei Oldersum das Fehntjer Tief. Beide sind natürliche Abflußgewässer der Geest. Naturgemäß werden auch die weiter abwärts fließenden Gewässer über die Ems einen Ausweg zum Meere gesucht und gefunden haben. Unter diesen sind das Galgen Tief, das Störtebeker

Tief und die Abelitz von einiger Bedeutung, und wenn nun auch ihre Mündungen durch Neulandbildung verstopft und verwischt worden sind, so läßt sich doch aus den verbliebenen Resten und den Bodenbefunden auch hier ihr ehemaliger Verlauf und somit das ganze Mündungsgebiet der Ems vor dem Einbruch der Nordsee mit einiger Sicherheit im Kartenbilde (Abb. 1) rekonstruieren.

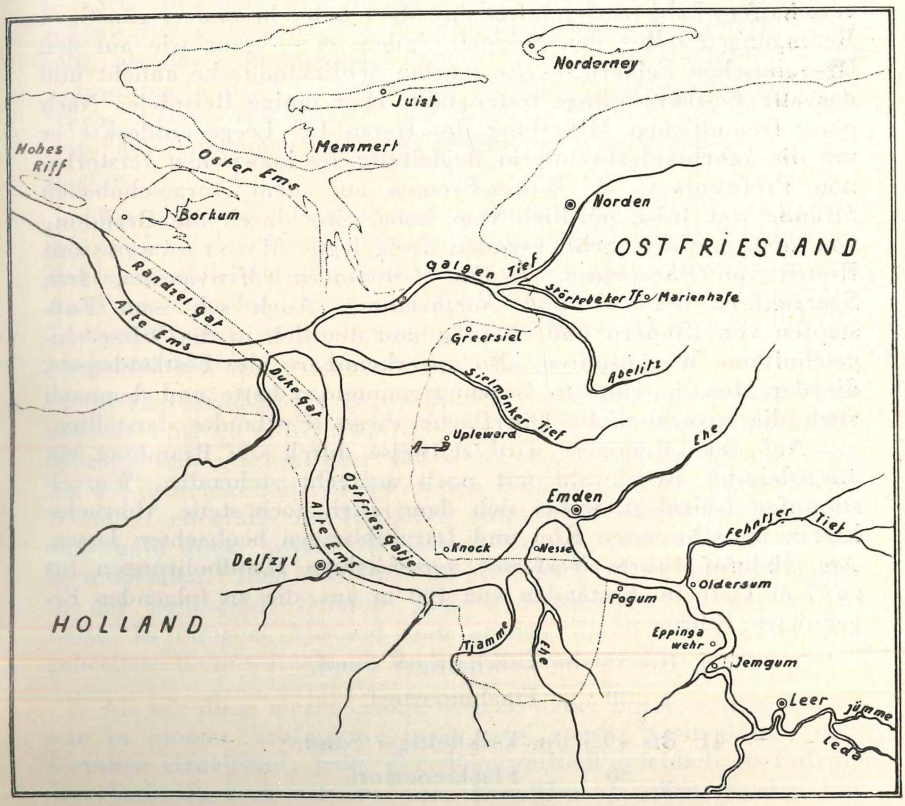

Abb. 1. Das Mündungsgebiet der Ems vor dem Einbruch der Nordsee. (Die punktierten Linien deuten die gegenwärtigen Grenzen an.)

Darnach stellte alsdann das Wattenmeer bis über die Inselkette hinaus mit Einschluß des gegenwärtigen Marschalluviums ehedem ein von der Ems und ihren Nebenflüssen in vielen Windungen und Krümmungen durchfurchtes Festlandsgebiet dar, in dem jedoch die einheitliche Marschdecke immer noch fehlte. Flachmoore von größter Ausdehnung, unterbrochen von Tümpeln, Teichen und Seen, von unzugänglichen Sümpfen, Schilf- und Bruch-

waldungen charakterisierten die Landschaft, und nur die Ems und ihre Nebenflüsse, in denen je nach der schwankenden Höhenlage des Bodens der Tidehub sich in einem abgeschwächten oder verstärkten Maße geltend machte, bauten sich festgefügte, doch seitwärts bald in Darg übergehende Tonufer auf. Darüber hinaus beherrschte die Vegetation das Feld.

Woher wissen wir das? Bald muß das Bohrzeug Auskunft verschaffen, bald wieder lüftet das Meer unter besonders günstigen Bedingungen selbst den Schleier, indem es — ganz wie auf den Oberahnschen Feldern — die marine Schlicktondecke abhebt und das alte Festland zutage treten läßt. Hier einige Beispiele. Nach einer freundlichen Mitteilung des Herrn Dr. Leege entdeckte er um die Jahrhundertwende in Begleitung des inzwischen verstorbenen Professors C. A. Weber-Bremen auf dem vorgeschobenen Strande von Juist, nördlich vom Loog, eine durch die Brandung von den marinen Schlicksanden freigelegte Moorwiese mit Resten von *Phragmites*, *Typha*, *Gramineen*, *Menyanthes*, *Iris*, *Sparganium* (Samen) und *Narthecium*. Auch sah man Fußstapfen von Rindern und Pferden und deutlich in die Wiese eingeschnittene Wagenspuren, also unverkennbare alte Festlandsreste, die der Mensch schon in Nutzung genommen hatte und demnach auch die ursprüngliche Oberfläche dieses Festlandes darstellten.

Auf dem Memmert wird zeitweise durch die Brandung ein ausgedehnter Bruchwald mit noch aufrecht stehenden Wurzelstümpfen freigelegt, wobei sich dann auch noch steile Abbruchskarten im schwersten Klei und Dargbildungen beobachten lassen. Am Südufer führte Verfasser verschiedene Handbohrungen bis zu 3 m Tiefe in Abständen von 100 m aus, die zu folgenden Ergebnissen führten:

I. Bis 22 dm kalkhaltiger Sand,
„ 30 „ Flachmoortorf.

II. Bis 19,5 dm kalkhaltiger Sand,
„ 30 „ Flachmoortorf.

III. Bis 17 dm kalkhaltiger Sand,
„ 30 „ Flachmoortorf.

IV. Bis 22 dm kalkhaltiger, toniger Sand,
„ 22,5 „ Torf (eingeschwemmt ?),
„ 29 „ kalkhaltiger Sand,
„ 30 „ Flachmoortorf.

V. Bis 29 dm kalkhaltiger Sand,
„ 30 „ Flachmoortorf.

Alle hier erschlossenen Profile haben das charakteristische Merkmal gemeinsam, daß kalkhaltige Schlicksande bei schärfster Abgrenzung ein unvermischtes Torfmoor überlagern.

Von ganz besonderer Bedeutung für unsere Frage ist ein Befund auf Borkum-Riff, von dem uns ein früherer Pastor namens Nicolai wie folgt berichtet: „Daß diese Insel sich gegen Westen, seewärts hin, sehr weit ausgebreitet habe, (vielleicht so weit als gegenwärtig sich noch das Borkum-Riff erstreckt, welches soweit geht, als das Gesicht vom festen Gestade ab hinträgt) zu dieser Vermutung fand ich im Jahre 1789 Grund, als nach einem heftigen Sturm, west-nord-westwärts vom Borkumer Turm folgende Überreste des Altertums auf einer hohen Außensandbank sich uns zeigten.

Wo vorhin nichts als Sand zu sehen war, sah ich nebst dem Schulmeister der Insel ein ausgebreitetes Feld besten Kleibodens. Zunächst erblickten wir neun Brunnen auf einem ziemlichen Abstand voneinander, in gerader Linie gelegen, unter welchen drei Tonnenbrunnen, sechs aber von geschnittenen Rasen, sehr zierlich aufgesetzt waren.

Ferner fanden wir gegen Westen einen großen runden Platz, neunzig Fuß im Durchschnitt, welcher aus einer doppelten Reihe, sehr zierlich geschnittener Rasen künstlich zusammengefügt war. An der östlichen Seite dieses runden Platzes fand sich abermals ein Brunnen, ebenfalls aus Kleirasen aufgesetzt. Sowohl innerhalb als außerhalb dieser grünen Rasenkreise fanden sich viele Stücke von zerbrochenen Urnen von eben der Art, als ich dergleichen ehemals in der Landschaft Drenthe ganz und unbeschädigt angetroffen hatte. In einigem Abstand vom grünen Rasen waren stark ausgebreitete Baumwurzeln im Boden deutlich zu erkennen.

Als wir diese merkwürdige Gegend näher untersuchten, fanden wir in einiger Entfernung noch zwei runde Rasenplätze, vollkommen zirkelrund; jeder derselben enthielt reichlich 40 Fuß im Durchschnitt, und seitwärts von denselben ab, nach Norden hin, entdeckten wir einen langen Graben, etwas weniger als 50 Fuß breit, an beiden Seiten in gerader Linie mit einer doppelten Reihe im länglichen Viereck geschnittener Rasen aufgesetzt.

Wir zweifelten nicht, daß dies ein Graben gewesen sein müsse, da die Menge abgebrochener Stämme, Wasserpflanzen und Blätter von solchen Pflanzen (gleichwie man dergleichen Pflanzen auf dem Kleiboden in allen Ringschlöten am festen Lande findet) sich noch so deutlich zeigten, daß wir diesen, obgleich ganz festen Boden, anfänglich mit einiger Umsicht betraten, aus Furcht wir möchten

einsinken. Endlich trafen wir, westwärts nach der Seeseite hin, auf ein großes, sehr fleißig gepflügtes Feld. Hier dachte ich, ist das Rätsel der Gelehrten aufgelöset, weshalb Borkum das Bohnenland genannt zu werden pflegte. Ich bewunderte, daß die Alten schon vor mehr hundert Jahren so gut zu pflügen verstanden hatten. Die Furchen lagen sehr nett geschlossen aufeinander, doch entdeckte ich keine Äcker. Vielleicht mag dieser Kleiboden unseren gegenwärtigen Poldern ähnlich gewesen sein, die das Regenwasser gleich einem Sieb durchlassen, so daß man sich dort um Abwässerung nicht bekümmern darf. Ich war aber sehr froh und entzückt über die Erscheinung und fand hier den Grund, weshalb Plinius schreiben konnte: Earum (insularum) nobilissima Burchana, fabaria, a nostris dicta, a frugis similitu dine sponte, provenientis!" *)

Noch während der Drucklegung dieser Veröffentlichung hatte ich Gelegenheit, eine ganze Reihe von Bodenprofilen, die im Laufe des Jahres auf Norderney erschlossen waren, zu bearbeiten. Es waren ihrer 50 an der Zahl. Sie sind insofern von besonderem Interesse, als bei allen Profilen das alte alluviale Festland nicht nur erteuft, sondern auch durchsunken worden war. Im allgemeinen zeigen sie dasselbe Bild und gewinnen dadurch an Beweiskraft. Durch nachstehende Auslese sei die angetroffene Schichtenfolge illustriert:

Bohrung I.

Höhenlage über NN: — 0,186 m

Tiefe in Metern		
bis 0,20 m	grauer, sandiger, kalkhaltiger Ton,	Marines Alluvium
„ 2,50 m	gelblicher, fein- bis mittelkörniger, kalkhaltiger Seesand,	
„ 5,10 m	schmutzig-grauer Seesand mit vielen Muscheln,	
„ 5,50 m	schmutzig-grauer, kalkhaltiger Ton mit Muscheln	
„ 6,70 m	grauer, etwas humoser, kalkfreier Ton,	Brackwasser- und Festlandsbildungen
„ 6,90 m	Flachmoortorf,	
„ 7,40 m	stark humoser, kalkfreier Ton,	
„ 8,20 m	Flachmoortorf.	

*) Plinius fand zwischen den Rheinmündungen und der Spitze von Jütland 23 Inseln und schreibt „unter diesen ist Burchana, von unseren Soldaten wegen der Ähnlichkeit mit einer dort von selbst wachsenden Frucht Bohneninsel genannt, die bedeutendste".

Tiefe in Metern		
„ 9,70 m	bräunlicher Feinsand (Flugsand),	Diluvium
„ 9,72 m	bräunlicher, etwas toniger Feinsand,	
„ 13,00 m	gelblich-grauer, etwas toniger Feinsand	
„ 13,05 m	Geschiebelehm mit Geschieben,	
„ 14,20 m	toniger, grauer Feinsand,	
„ 15,00 m	Geschiebemergel mit Geschieben.	

Bohrung II.

Höhenlage über NN: — 0,014 m

Tiefe in Metern		
bis 2,40 m	weißlich-grauer, kalkhaltiger Fein- bis Mittelsand	Marines Alluvium
„ 4,10 m	grauer, kalkhaltiger Fein- bis Mittelsand	
„ 5,60 m	desgleichen, doch etwas tonig,	
„ 5,80 m	stark humoser, kalkfreier Ton, nach unten in Darg übergehend,	Brackwasser- und Festlandsbildungen
„ 6,00 m	Flachmoortorf,	
„ 7,10 m	humoser, kalkfreier Ton,	
„ 7,30 m	Flachmoortorf,	
„ 10,30 m	grauer Feinsand,	Diluvium
„ 12,40 m	grauer Feinsand mit schwachen feinsandigen Toneinlagen,	
„ 13,40 m	grauer, feinsandiger Ton,	
„ 13,80 m	grauer, toniger Feinsand,	
„ 13,90 m	Geschiebelage,	
„ 13,95 m	grauer, feinsandiger Geschiebelehm,	
„ 14,30 m	grauer Feinsand,	
„ 14,90 m	grauer, sandiger Geschiebemergel mit Kalkbrocken,	
„ 15,20 m	lehmiger Sand, wahrscheinlich noch zur Grundmoräne gehörend.	

Das im Durchschnitt nur geringmächtige Altalluvium zeigt auch hier wieder die schon früher von mir getroffene Viergliederung. Es ist zu unterscheiden zwischen dem Basismoor, dem Erzeugnis der I. Festlandsperiode, einer unteren Tonbank, dem Erzeugnis der I. Überflutungsperiode, dem oberen Torfhorizont (II. Festlandsperiode) und endlich der oberen Tonschicht (II. Überflutungsperiode). Über dieses Altalluvium

transgrediert nun auch hier bei schärfster Abgrenzung das rein marine Alluvium.

In allen bisher angeführten Befunden ist die scharfe, auf einen plötzlichen Umschwung der bestehenden Verhältnisse zurückzuführende Abgrenzung zwischen den bald durch die Brandung abgewaschenen, bald von dem Bohrzeug durchteuften marinen Schlicksanden und den versunkenen Festlandresten unverkennbar.

Wie steht es nun in dieser Hinsicht in dem von Deichen umsäumten Festlandsgebiet, das doch ehedem nur einen Teil des Wattenmeeres darstellte und mit diesem einem gleichen Umwandlungsprozeß unterworfen gewesen sein dürfte? Es ist bereits darauf hingewiesen, daß dem alten Festlande vor dem Einbruch der Nordsee die geschlossene Marschdecke noch fehlte. So sind denn auch hier die sich bei schärfster Abgrenzung überlagernden Bodenkonstituenten verschiedener Art. In den ehemaligen Teichen, Tümpeln und Seen, den unzugänglichen Sümpfen und Schilfwaldungen ist in den meisten Fällen eine scharfe Abgrenzung nicht zu erwarten, da doch die bis hier vordringende Flutwelle ihre Sedimente nicht auf festem Boden niederschlagen konnte, sondern diese mit dem vorhandenen Bodenschlamm am Grunde der Gewässer oder den Vegetabilien der Sümpfe und Schilfwälder vermischte.

Ganz anders auf dem landfest gewordenem Boden. Hier spiegelt sich der plötzliche Meereseinbruch nicht nur aus der scharfen Abgrenzung, sondern — bei den tonigen Böden — auch aus dem Diatomeenbefund wieder.

Im nachstehenden lassen wir einige diesbezügliche Festlandsprofile folgen:

Profil I: Bis 10 cm eisenschüssiger stark sandiger Ton,
„ 13 cm kalkhaltiger, schwach eisenschüssiger, stark sandiger Ton,
„ 20 cm stark kalkhaltiger, stark sandiger Ton,
———————————————————————— *)
„ 30 cm unvermischtes Torfmoor.

Profil II: Bis 7 cm eisenschüssiger Ton,
———————————————————————
„ 30 cm unvermischtes Torfmoor.

*) In allen Profilen deutet der wagerechte Trennungsstrich die scharfe Abgrenzung an.

Profil III: Bis 10 cm eisenschüssiger, stark sandiger Ton,
„ 13 cm kalkhaltiger, schwach eisenschüssiger, stark sandiger Ton,
„ 20 cm stark kalkhaltiger, stark sandiger Ton,
„ 25 cm Ton,
„ 28 cm schwach humoser (durchwachsener) Ton,
„ 30 cm unvermischtes Torfmoor.

Profil IV: Bis 7 cm eisenschüssiger Ton,
„ 13 cm eisenschüssiger Ton,
„ 20 cm Ton,
„ 30 cm schwach humoser (durchwachsener) Ton,

Profil I ist charakteristisch für das küstennahe Randgebiet und stimmt insofern mit den auf dem Memmert erschlossenen Profilen überein, als auch hier marines Alluvium bei schärfster Abgrenzung über ein unvermischtes Torfmoor transgrediert. Ein Unterschied besteht nur darin, daß hier das marine Alluvium schon als Ton bezeichnet werden muß, wenngleich der Sandgehalt auch noch beträchtlich ist. Doch erklärt sich dieser Unterschied schon ganz zwangsläufig durch die weitere Entfernung von der Einbruchsstelle der Flutwelle, die beim Beschreiten des alten Festlandes an Transportkraft verlor und infolgedessen zuerst die schwereren Sedimente niederschlug.

Profil II ist im Binnenlande, insbesondere in den Hammrichen beiderseits der festen Tonufer der Ems und ihrer Nebenflüsse, allgemein verbreitet. Die bis hier vordringende Flutwelle hatte sich ihrer schweren sandigen Sedimente bereits entledigt und verhüllte die ausgedehnten Flachmoorgebiete nur noch mit einer schwachen Decke aus dem zähesten Ton, allerdings auch bei schärfster Abgrenzung.

Profil III und IV entfallen auf das ehedem schon landfest gewordene und bereits entkalkte Tonufer der Ems, doch mit dem Unterschiede, daß das Profil III im allgemeinen für das Mündungsgebiet, Profil IV dagegen weiter stromaufwärts charakteristisch ist. Hier (bei Profil IV) überlagern eisenschüssige Tone (Knick) eine völlig gleichartige Bodenart, doch auch wieder bei scharfer Abgrenzung, so daß man von einer Verdoppelung der Knickschicht reden kann, die in den Ziegeleigruben des Reiderlandes manchmal sehr schön in die Erscheinung tritt. Auch kommt es vor, daß die gleichartigen Ablagerungen durch den sogenannten „blauen Strahl“, eine durch eine hellblaue Farbe sich von dem rotbraun gefärbten Knick

in Aufschlüssen deutlich abzeichnende, zumeist nur einige Zentimeter starke Schicht, getrennt sind, und deren Ausbildung auf eine ehemalige starke Grasnarbe oder auch auf angeschwemmte Pflanzenstoffe zurückgeführt werden kann.

Von ganz besonderem Belange ist jedoch das Ergebnis der von Brockmann durchgeführten Untersuchung auf den Diatomeeninhalt dieser beiden unterschiedlichen Ablagerungen. Aus dem festen Tonufer der Ems in nächster Nähe von Rorichum — etwa 11 km oberhalb der Stadt Emden — wurden aus verschiedenen Tiefen sechs Proben entnommen: Davon entfielen die vier unteren auf das Altalluvium, die beiden oberen auf die marine Schlicktondecke. Brockmann schreibt dazu: „Bezüglich der Salinität stimmen die Proben 6 bis 3 (von unten angerechnet) ziemlich überein. Es sind Süßwasserbildungen mit starkem brackigen Einschlag. Der Einfluß des Brackwassers macht sich von Probe 6 an aufwärts in steigendem Maße bemerkbar. Die vorherrschende Süßwasserart *Navicula major* kommt zwar vereinzelt auch im oberen Brackwasser vor, andere dagegen wie *Eunotia Cymbella* und *Gomphonema* meiden das Brackwasser gänzlich. Es sind Grundformen, die einem Substrat (Pflanzen usw.) angeheftet sind. Wir haben es also mit einem flachen Gewässer zu tun. Dies ist auch aus den vielen Gewebefetzen höherer Sumpfpflanzen (Phragmites) zu schließen, die dem Ton beigemengt sind.

Die Proben 2 und 1 (über dem Grenzhorizont entnommen) sind ihrer ganzen Beschaffenheit nach auf andere Weise entstanden. Diatomeen sind nur in geringer Zahl vorhanden, und zwar ausschließlich eingeschwemmte dickschalige marine Schalen, deren Anwesenheit weiter nichts besagt, als daß die Sedimente aus dem Bereich der Gezeiten stammen. Grundformen des Süß- und Brackwassers fehlen.“

Schöner als durch dieses Ergebnis kann der plötzliche Einbruch auch in dieses Gebiet wohl nicht dokumentiert werden, zumal sich auch in dem betreffenden Aufschluß die scharfe Abgrenzung zwischen den oberen marinen Schlicktonen und den Süß- und Brackwasserbildungen in ihrem Liegenden deutlich an der Aufschlußwand abzeichnete.

Zur weiteren Bereicherung unseres Beweismaterials fügen wir nun noch in nachstehender Abbildung 2 einen Bodenschnitt hinzu, der sich über die 2 km lange Strecke vom Seedeich nach Upleward erstreckt, und dessen Verlauf in der Übersichtskarte durch die Linie A—B gekennzeichnet sei. Diesem Schnitt liegen folgende Profile zugrunde:

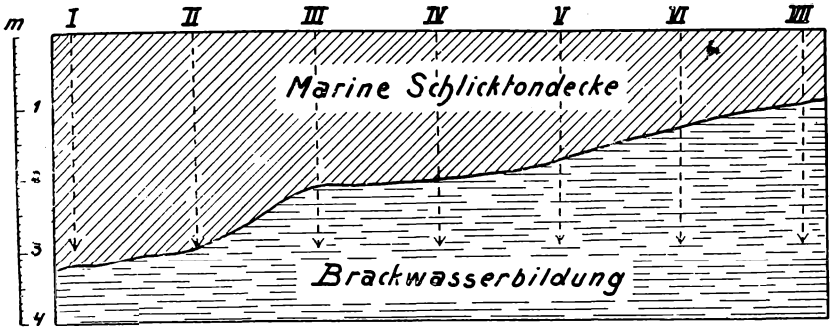

Abb. II Bodenschnitt A–B vom Seedeich nach Upleward

I. Bis 20 dm stark kalkhaltiger, eisenschüssiger, toniger Feinsand,
„ 32 „ stark kalkhaltiger, toniger Feinsand,
„ ? „ zäher Ton, entkalkt.

II. Bis 3 dm kalkhaltiger, stark feinsandiger Ton,
„ 20 „ stark kalkhaltiger, eisenschüssiger, toniger Feinsand,
„ 30 „ stark kalkhaltiger, toniger Feinsand,

III. Bis 3 dm feinsandiger Ton,
„ 10 „ kalkhaltiger Ton,
„ 17 „ stark kalkhaltiger, eisenschüssiger, toniger Feinsand,
„ 21 „ stark kalkhaltiger, eisenschüssiger, feinsandiger Ton,
„ ? „ schwach kalkhaltiger Ton bis Ton,

IV. Bis 8 dm stark feinsandiger Ton,
„ 20 „ kalkhaltiger, eisenschüssiger, feinsandiger Ton,
„ ? „ schwach kalkhaltiger Ton bis Ton,

V. Bis 3 dm stark feinsandiger Ton,
„ 9 „ eisenschüssiger, stark feinsandiger Ton,
„ 18 „ stark kalkhaltiger, eisenschüssiger, toniger Feinsand,
„ ? „ Ton bis kalkhaltiger Ton,

VI. Bis 3 dm feinsandiger Ton,
„ 10 „ eisenschüssiger, stark feinsandiger Ton,
*) „ 13 „ kalkhaltiger, eisenschüssiger, stark feinsandiger Ton,
„ 20 „ eisenschüssiger Ton,
„ 23 „ Ton,
„ ? „ schwach kalkhaltiger Ton,

*) Auf diesem Grenzhorizont liegt nun auch die Warfsohle der nachweislich aus dem Beginn der christlichen Zeitrechnung stammenden Siedlung Upleward.

VII. Bis	1 dm	stark feinsandiger Ton,	
„	3 „	eisenschüssiger, feinsandiger Ton,	
„	8 „	eisenschüssiger, toniger Feinsand,	
„	10 „	toniger Feinsand,	
„	27 „	entkalkter Ton,	
„	? „	schwach kalkhaltiger Ton.	

In allen hier erschlossener Profilen — ausgenommen Profil II — ist die marine Schlicktondecke durchteuft. Das Liegende besteht aus schwerstem, zumeist schon entkalkten Klei. Die Abgrenzung ist auch hier scharf und augenfällig.

Vor mehreren Jahren hatte ich Gelegenheit, zwischen Hauen und Greetsiel die Sohle eines Wühlgrabens abzugehen. Sie bestand aus einem Schilfmoor, und deutlich war zu erkennen, wie hier der Meereseinbruch die Schilfhalme platt gelegt und mit einer Muschelschicht überstreut hatte. Auf dieser lagerte in einer Schichtstärke von 2 m der fruchtbare Seeschlick, der nun hier als sogenante Wühlerde abgebaut wurde.

Doch mögen die bisher angeführten Beispiele genügen. Zusammenfassend läßt sich darnach sagen, daß das ganze Mündungsgebiet der Ems mit Einschluß des Wattenmeeres bis über die Inselkette hinaus Lagerungsformen aufweist, die auf einen plötzlichen Umschwung der bestehenden Verhältnisse, verursacht durch den Einbruch der Nordsee, schließen lassen. Ähnliche Lagerungsformen sind nun zwar auch im Bereich der mittelalterlichen Meereseinbuchtungen — sei es nun bei der Jade oder dem Dollart — vorhanden, doch erfolgte hier der Umschwung durch die Zerstörung der von Menschenhand aufgeworfenen Deiche. Es ist jedoch nicht anzunehmen, daß in der grauen Vorzeit auch schon das ganze Wattenmeer bis über die Inselkette hinaus von künstlich gezogenen Schutzwehren umsäumt war. Hier müssen schon andere Umstände in Betracht gezogen werden, die der vordringenden Nordsee wenigstens zeitweilig ein Halt geboten.

Für Schleswig-Holstein hat Dr. L.-H. Heck (1936) den Nachweis gebracht, daß bei der physikalischen Gestaltung der Nordseeküste tektonische Einflüsse eine bedeutende Rolle spielten. Wie steht es nun in dieser Hinsicht bei uns in Ostfriesland? In ihrer Gesamtausdehnung stellt die ostfriesisch-oldenburgische Geest eine Grundmoränenebene dar mit flacher Abdachung nach Nordwesten und in der Richtung auf das große alluviale Tal der Leda-Ems. Ohne die erfolgten Eingriffe durch Menschenhand würde sie bei besonders hohen Wasserständen von der Flut umbrandet werden

und ließe sich dabei mit einem im Wasser schwimmenden Brett vergleichen, von dem die eine Hälfte aus dem Wasserspiegel hervorragt, die andere aber untertaucht. (Vergl. Höhenschichtenkarte der ostfriesischen Geest in der Erläuterung zu Blatt Nortmoor).

Der ziemlich steil aufragende Rand der Geest, der sich streckenweise zwischen Oldenburg und Rastede bis zu 20 m über NN erhebt, verläuft in ostnordöstlicher Richtung von hier über Varel—Horsten—Jever—Wittmund—Esens, taucht alsdann unter das Marschalluvium unter und ist in der Richtung Langeoog—Baltrum noch kilometerweit im Wattenmeer in 1 bis 2 m Tiefe zu verfolgen. Auf diesen Inseln fand nach einer brieflichen Mitteilung Prof. P. Zylmann steinzeitlichen Geräte, die zu dem Schluß berechtigen, daß sich in jenem Zeitalter auch hier der Nordostrand unserer Grundmoräne noch als Festland aus dem Meeresspiegel erhob und somit eine feste Landbarre zwischen dem Mündungstrichter der Elbe-Weser und dem der Ems darstellte. Für diese Ansicht spricht auch der auffallend rasche Anstieg der Grundmoräne im tieferen Untergrunde der Inselkette zwischen Juist und Baltrum. Unter Juist steht die Grundmoräne erst mit 18 m unter NN an, unter Baltrum dagegen schon mit 10,56 m. Dabei handelt es sich hier nur noch um die verbliebenen Reste einer durch die Brandung aufbereiteten Grundmoräne. (Vergl. Abb. 1 Bodenschnitt über die Kammlinie der ostfriesischen Inseln in meiner Inselarbeit, Wildvang 1936).

Steht nun die Grundmoräne im Untergrunde von Borkum-Juist im Durchschnitt mit — 18 m NN, so erhebt sie sich auf dem ziemlich steil ansteigenden Ostrande der Moränenebene am Loyerberg zwischen Oldenburg und Rastede — woselbst sie nur noch nesterweise auftritt — bis zu 20+ NN. Dementsprechend stellt sich also das Ausmaß der Abdachung auf der Linie Loyerberg—Borkum auf rund 38 m.

Das nun bei dieser Schrägstellung tektonische Einflüsse eine Rolle gespielt haben, ergibt sich einerseits schon aus der verschiedenen Höhenlage der durch Eisdruck nicht gestörten weit verbreiteten Tonvorkommen. Nach Schucht (1908) erfolgte ihre Ablagerung in einem ehemaligen Küstengebiet analog dem jetzigen Marschalluvium und dem Wattenmeer. Das setzt voraus, daß auch ihre Oberkante ursprünglich im allgemeinen horizontal verlief. Jetzt dagegen sind beträchtliche Höhenunterschiede zu beobachten. In Emden-Wolthusen z. B. stehen diese Tone durchschnittlich mit 8 bis 10 m unter NN an. Im Oldenburgischen dagegen werden sie nordöstlich von Rastede noch bei +17 NN abgebaut. Dabei zeigen sie weder hier noch dort die geringsten Stauchungen, die auf Eisdruck schließen lassen könnten.

Von Belang in dieser Hinsicht ist auch die verschiedene Tiefenlage gleichalteriger, vor- oder frühgeschichtlicher Siedlungsplätze. Daß die Warfsohle der ältesten Marschsiedlungen sich nicht immer mehr in derselben Ebene halten konnte, liegt auf der Hand. Ihre Tiefenlage wird sich stets nach der Gesamtmächtigkeit des Marschalluviums und der Art seiner Zusammensetzung richten, da doch tiefgründige Marschböden mit Darg- und Torfzwischenlagen dem Einschrumpfungsprozeß stets in einem stärkeren Maße unterworfen sind als geringmächtige mit festen Sanduntergrund. Wenn nun aber die Sohlen gleichalteriger Siedlungen auf gleichartigem Boden Höhenunterschiede von mehr als 2 m aufzuweisen haben, so kann dies doch wohl nur auf eine ungleichmäßige Absenkung auch des diluvialen Untergrundes zurückgeführt werden. So liegt z. B. die Warfsohle der von Dr. Schroller ausgegrabenen Siedlung bei Eppingawehr aus dem Anfang unserer christlichen Zeitrechnung auf ± 0,00 NN, bei Nesserland hingegen reicht die Sohle einer aus dem 1. oder 2. Jahrhundert stammenden Siedlung bis zu 2,20 m unter NN hinab. Dabei liegen beide Siedlungen auf einem festen Tonufer der Ems von ziemlich gleichmäßiger Struktur und gleicher Mächtigkeit in der Luftlinie nur 16 km voneinander entfernt.

Übrigens hat auch die Grabung auf Nesserland den Beweis gebracht, daß auch hier die Nordsee überraschend einbrach. Die

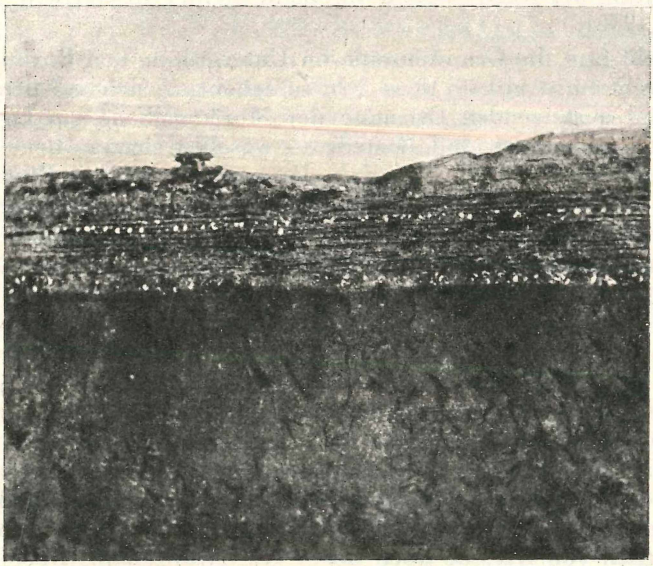

Abb. 3. Geschichtete marine Schlicksande mit Einlagerung von Seemuscheln bei schärfster Abgrenzung auf älteren Brackwasserbildungen.

Warfsohle selbst liegt auf einer von Reitwuchs durchsetzten Brackwasserbildung, die grabenartigen Einsenkungen in den Mistlagern aber sind mit geschichteten marinen Schlicksanden ausgefüllt. Hier zeigt sich dasselbe Profil, das ich bei Anlage der Neuen Seeschleuse auf Nesserland im Bilde festhalten konnte: (Abb. 3). Auf dem von mächtigen Baumstümpfen durchsetzten festen Tonufer der Ems lagern bei schärfster Abgrenzung die geschichteten marinen Schlicksande. Die Muschelschicht auf der Grenze spricht für einen katastrophalen Einbruch der Nordsee auch in dieses Gebiet.

Die Abdachung der ostfriesischen Moränenebene, die — wie bereits gesagt — sich zwischen Loyerberg und Borkum auf 38 m beziffert, vollzieht sich nicht gleichmäßig, sondern in Form einer konkav verlaufenen Linie. Bedienen wir uns beim Verfolg dieser Linie der nachstehenden Abb. 4.

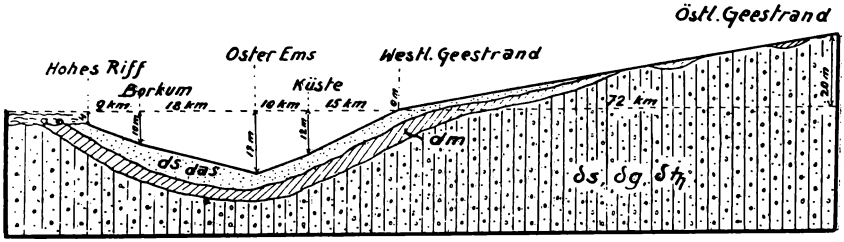

Abb. 4 Muldenförmige Einsenkung des Diluviums im Mündungsgebiet der Ems

Auf der 72 km langen Strecke vom Ostrand bis zum Westrand der Geest stellt sich die Abdachung auf 20 m, das macht für 1 km = 0,28 m. Vom westlichen Geestrande bis zur Festlandküste bei Upleward, woselbst das Diluvium mit rund 12 m erteuft werden konnte, ist der Abfall entschieden stärker, und stellt sich im Durchschnitt auf 0,80 m für das laufende Kilometer. Bei Borkum macht sich nun wieder ein schwacher Anstieg bemerkbar, denn hier konnte die obere Kante des diluvialen Decksandes schon mit — 10 m NN festgestellt werden. 9 km über Borkum hinaus erstreckt sich das „Hohe Riff". Die äußerste Spitze, auf den holländischen Karten als „steile punt" bezeichnet, liegt nur noch — 4,3 m NN und weist Steine (Geschiebe) auf, die doch wohl nur als Rückstände einer aufbereiteten Grundmoräne angesprochen werden können. Der Anstieg des Diluviums tritt hier also wieder stark in die Erscheinung und stellt sich auf rund 0,67 m für 1 km. Zwischen der Festlandsküste und der Insel Borkum wählte sich nach dem Einbruch der Nordsee die Osterems ihr Bett. Naturgemäß wird dabei die tiefste Stelle des Diluviums bevorzugt worden sein. In der Annahme, daß

sich die Abdachung von der Festlandsküste bis zum Bett der Osterems in demselben Maße vollzieht wie innerhalb der Festlandsküste unter dem Marschalluvium, dürfte an der Osterems mit etwa — 17 m NN die tiefste Stelle der Einsenkung des diluvialen Untergrundes erwartet sein. Von hier ab ist dann wieder über Borkum hinaus bis zum „Hohen Riff" ein beträchtlicher Anstieg unverkennbar, wobei sich nun in dem Diluvialboden eine Einwölbung abzeichnet, die durch tektonische Einflüsse verursacht sein dürfte.

Mit den vorhin erwähnten Geschieben vor dem „Hohen Riff" gelangen wir in jene Zone der Steinpackungen, die außerhalb der jetzigen Inselkette und auch noch außerhalb der 20 m-Tiefenlinie den Meeresboden bedecken. Sie sind von mir nach Angaben Dr. Krügers in die Ostfrieslandkarte (S. daselbst) eingetragen und können als die verbliebenen Reste einer ehemaligen Geestlandschaft, die zeitweilig die Festlandsküste bildete, gedeutet werden. Eine ähnliche Vermutung sprach auch Krüger aus (1911), der die Riffgründe vor den Inseln, besonders vor Borkum, mit Recht für ausgewaschene diluviule Höhenrücken erklärte. Hier darf noch auf die große holländische Endmoräne, „Hondsrug" genannt, hingewiesen werden, die in der Nähe von Groningen vor dem Rande des Marschalluviums einen plötzlichen Abschluß erfährt. Das ist mehr als auffallend. Denken wir uns einmal diesen Höhenzug in der einmal angenommenen Richtung weiter fortgesetzt — was ursprünglich der Fall gewesen sein dürfte — so müßte er in einiger Entfernung unterhalb der Insel Borkum entlang geführt haben und der vordringenden Nordsee ein Hindernis gewesen sein.

Von Bedeutung ist ferner der Durchbruch der Landenge von Calais und die Herausbildung des Ärmel-Kanals, die sich nach Ansicht verschiedener Autoren zwischen 5000 und 4000 v. Chr. vollzogen haben dürfte. Van Veen (1936) dagegen glaubt annehmen zu müssen, daß der Kanal sehr alt und schon zu Ende der Tertiärs oder Pleistozäns entstanden sei und durch Schmelzwasser, Seeströmungen und Brandung erweitert wurde. Das ist möglich. Doch muß dabei in Betracht gezogen werden, daß durch die nach dem Schwund des Eises erfolgte Aufwölbung des Bodens, durch die die Festlandsküste bis über die Doggerbank vorrückte, auch die Landverbindung zwischen Calais und Dover wieder hergestellt werden konnte, zumal hier der Kanal noch jetzt erst 50 m tief ist. Dabei wurde der größte Teil des Kanals südlich der Landenge in eine abgeschlossene Bucht verwandelt, in der die aus Frankreich und Belgien vertransportierten Sande sedimentiert wurden. Bei dem im Subatlantikum infolge einer ständig fortschreitenden Senkung erneuten Durchbruch gelangten diese Sandmassen wieder in Bewegung, wurden durch die Strömung verfrachtet und längs der da-

maligen Festlandsküste zu einer zusammenhängenden Sandzone abgelagert, die nun der Wind zu einer Dünenkette umformte. Die Aufteilung dieser Sandzone in einzelne Sandbänke und Inseln konnte erst nach dem Einbruch der Nordsee durch die von dieser ausgemeißelten Seegaten erfolgen.

Es muß vorerst noch dahingestellt bleiben, ob diese Küstenlandschaft der Ems einen Ausweg zum Meere gewährte, oder ob sie sie in östlicher Richtung zum Mündungsgebiet der Elbe abdrängte. Doch auch wenn eine direkte Verbindung mit der Nordsee bestand, so war doch zeitweilig der Tidehub in der Ems und ihrer Nebenflüsse so gering, daß nur die Uferränder aufgeschlickt werden konnten. Darüber hinaus glich die große Senkungsmulde mehr einem Morast als einer zusammenhängenden Marschlandschaft.

Zusammenfassend läßt sich also sagen, daß verschiedene Anzeichen auf das ehemalige Vorhandensein einer Geestlandschaft außerhalb der Inselkette schließen lassen, die die versumpfte Bodenmulde im Mündungsgebiet der Ems gegen den unmittelbaren Einfluß der Nordsee schützte.

Mit der fortschreitenden Senkung der südlichen Nordseeküste, die sich in unserem Gebiet anfänglich nur in der steigenden Salinität der Brackwasserbildungen bemerkbar machte, wurde jener Schutzwall mehr und mehr geschwächt und zuletzt — wohl infolge orkanartiger Stürme — überrannt und durchbrochen. Die Flutwelle, die bisher an den geschlängelten Lauf der Ems und ihrer Nebenflüsse gebunden war, erhielt eine größere Stoßkraft und schnitt die Mäanderbögen durch Ausmeißelung tiefer Seegaten ab. Noch jetzt führen die alten Mäanderbögen die Bezeichnung „Alte Ems“, die Sehnen dagegen werden „Gat“ genannt. Wir unterscheiden — von Borkum anfangend — das „Randzel Gat“, das „Duke Gat“ und kurz vor der Knock das „Ostfriesische Gatje“. Über die also begradigte Westerems richtete die Flutwelle ihre Stoßkraft in der Pfeilrichtung a und a^1 rechtwinklig auf die gegenwärtige Küstenlandschaft und meißelte hier die beiden Busen von Sielmönken und von Campen aus.

Weiter nordwärts lag bis dahin das Küstengebiet noch unter dem Schutz der großen Insel Bant — das Burchana der Römer — die das Gebiet der jetzigen Inseln Borkum, Memmert, Juist und den westlichen Teil von Norderney umfaßte. Doch auch in diese schnitt die Nordsee ein tiefes Seegat ein und richtete die Stoßkraft der Flutwelle in der Pfeilrichtung b rechtwinklig auf das Norder

Gebiet mit dem Endergebnis, daß hier die Leybucht ausgewaschen wurde.

Über die also geschaffenen Einfallstore stand fortan das ganze Mündungsgebiet der Ems der Nordsee offen. Im freien Spiel der Kräfte überschritt sie bei jeder Flut die Ufer dieser Einfallstore und überschüttete das Binnenland mit ihren fruchtbaren Sedimenten solange, bis vor etwa 1000 Jahren der Mensch durch die Errichtung von Deichen ihren Einfluß wieder ausschaltete.

Inzwischen hatte sich das Seegat in der Insel Bant erweitert, diese durchstoßen und sich bis zur Westerems ausgedehnt. Damit war die Osterems herausgebildet worden. Die fortan über diese vordringende Flutwelle stieß mit der über die Westerems einströmende zusammen und lenkte sie aus ihrer bisher fast rechtwinklig auf die Küste gerichteten Bahn ab. Damit war an dieser Stelle die Gefahr der weiteren Küstenzerstückelung beseitigt, und die genannten Busen gelangten zur Verlandung. Von jetzt an aber richtete sich die vereinigte Stoßkraft beider Flutströme in der Pfeilrichtung c nach Süden, bzw. Südosten und bewirkte hier noch in geschichtlicher Zeit die Ausmeißelung des Dollarts und die damit verbundene Abschnürung der Emsschleife bei Emden. (S. Abb. 5.)

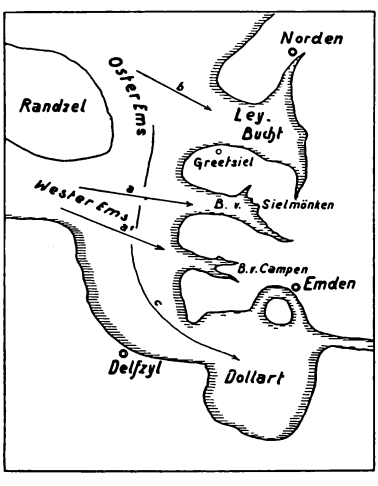

Abb. 5. Veränderungen in der Stoßrichtung der Flutwelle.

Das gepflügte Ackerland auf Borkum Riff sowie die bereits in Nutzung genommene Moorwiese außerhalb der Insel Juist lassen den Schluß zu, daß jene Gebiete sich bis zum Durchbruch der Schutzbarre noch über MHW erhoben und auch von der normalen Flut noch nicht beschritten wurden, zumal der Tidehub noch ein

sehr geringer war. Die Überschüttung mit marinen Schlicksanden konnte infolgedessen anfänglich auch nur durch Sturmfluten erfolgen, die über die Durchbruchsstellen sich ins Binnenland ergossen. Von diesen Sturmfluten wurde zwar auch das weiter zurückliegende Binnenland betroffen, aber doch nur in einem abgeschwächten Maße, da die bis in diese Gebiete vordringenden Wassermassen auf dem weiten Landwege ihre zerstörende Kraft einbüßten und sich ihrer Sedimente entledigten. Bei der Ermangelung jeglicher Hindernisse breiteten sie sich über weite Gebiete aus und erreichten bei weitem nicht die Höhe wie gegenwärtig vor den Deichen. Für die Bevölkerung waren sie daher auch weniger gefahrdrohend als belästigend.

Doch mit der fortschreitenden Senkung gewann der Tidehub an Ausmaß und die Sturmfluten nahmen zu an zerstörender Kraft. Die Durchbruchstellen wurden zu Seegaten erweitert und ließen ständig größere Wassermassen ins Binnenland einströmen. Dabei konnte es vorkommen, daß infolge einer einzigen Sturmflut feste Tonufer der Ems und ihrer Nebenflüsse durchstoßen, Mäanderbögen abgeschnürt, Moräste aufgewühlt und infolgedessen örtlich begrenzte Gebiete bei einem verstärkten Tidehub unter den ständigen Einfluß der Gezeiten gerieten und fortan entweder aufgeschlickt oder abgetragen wurden.

Naturgemäß vollzog sich der also gekennzeichnete Umschwung nicht in kürzester Zeit. Wenn schon die Bildung der Jade oder des Dollarts sich über Jahrhunderte erstreckte, so wird die Eroberung des Mündungsgebietes der Ems durch die Nordsee schon einen weit größeren Zeitraum für sich beansprucht haben. Wie also bei der Bildung jener Busen nach dem einmal erfolgten Durchbruch der Deiche Stück für Stück dem Meere zum Opfer fiel, so hat schon in einem weit früheren Zeitabschnitt die Nordsee sich auch das ganze Mündungsgebiet der Ems erobert. In der Bildung des Dollarts und der Jade spiegelt sich also ein älterer Vorgang wider, doch mit dem Unterschiede, daß hier der Mensch durch die Errichtung der Deiche dem vordringenden Meere zeitweilig Einhalt geboten hatte, während das Mündungsgebiet der Ems lange Zeit unter dem Schutze einer natürlichen Landbarre lag.

Der Beginn dieses großen Umwandlungsprozesses, die eigentliche Katastrophe, entfällt noch auf die vorchristliche Zeit. Denn zur Zeit der Römer war unser Gebiet schon in der Auflösung begriffen: Die Insel Burchana war als solche bereits abgetrennt, die römische Flotte hatte mit abtreibenden Erdschollen zu kämpfen, und die römischen Heerscharen wurden an den Ufern der Ems von Sturmfluten überrascht und in Gefahr gebracht. Die von Nicolai geschilderten Lagerungsformen weit draußen auf Borkum Riff und

die übersandete Moorwiese außerhalb der Insel Juist lassen nur zu deutlich erkennen, daß der Einbruch der Nordsee — wenigstens für diese Gegenden — von katastrophaler Bedeutung gewesen sein muß. Der von mir schon früher gewählte Ausdruck „Prähistorische Katastrophen“ (Wildvang 1911) ist daher auch nicht, wie Schütte (1936) meint, ein „irreführender“, sondern durch umfangreiches Tatsachenmaterial wohl begründet und befaßt sich mit Geschehnissen, die sich nun einmal durch ein wegwerfendes Wort nicht abtun lassen. Auch wenn im gegenwärtigen Festlandsgebiet, sei es nun bei Eppingawehr, auf Nesserland, bei Emden-Wolthusen, Woltzeten oder Upleward der Mensch sich noch zu Anfang unserer christlichen Zeitrechnung anzusiedeln wagte, so liegt darin kein Widerspruch. Diese Siedlungen beweisen nur, daß das Meer um jene Zeit noch nicht in diese Gebiete vorgedrungen war. Die baldige Aufgabe dieser alten Siedlungsplätze jedoch läßt erkennen, daß auch diese Gebiete schon in grauer Vorzeit dem Meere zum Opfer fielen. Es ist bedauerlich, daß die von Nicolai vorgefundenen Scherben nicht erhalten blieben. Sie wären ein geeignetes Material gewesen, den Beginn der Umwälzung zeitlich zu bestimmen.

Zusammenfassung

1. Die Lagerungsformen im Mündungsgebiet der Ems sprechen für einen plötzlichen Umschwung im Entwicklungsgang des Marschalluviums.
2. Verschiedene Umstände lassen erkennen, daß eine — vermutlich durch tektonische Einflüsse verursachte — Bodenmulde von einer außerhalb der Inselkette aus dem Meeresspiegel hervorragenden Geestlandschaft lange Zeit gegen den unmittelbaren Einfluß der Nordsee geschützt war.
3. Der Durchbruch dieser Schutzlandschaft erfolgte schon vor Beginn der christlichen Zeitrechnung und war für die zunächst Betroffenen von katastrophaler Bedeutung.
4. Im Laufe der Zeit schob das Meer seine Ausläufer tief in das Mündungsgebiet der Ems vor und überkleidete es z. T. mit einer zusammen-

hängenden Marschdecke, z. T. mit den Schlickgründen und Sandbänken des Wattenmeeres.

Druckfertig eingegangen am 19. Februar 1937.

Schriftenverzeichnis

Jacob-Friesen: Die Warfen oder Wurten als Zeugen untergegangener Kulturen an der deutschen Nordseeküste. Aus „Werdendes Land am Meer", Verlag von E. S. Mittler u. S., Berlin, 1937.

Heck, H.-L.: Die nordfriesische neuzeitliche Küstensenkung als Folge diluvialer Tektonik. Sonderdruck aus d. Jahrb. d. Preuß. Geolog. Landesanstalt f. 1936, Bd. 37.

Krüger, W.: Meer und Küste bei Wangeroog, Ztschr. f.. Bauwesen, 1911.

Schucht, F.: Der Lauenburger Ton als leitender Horizont für die Gliederung und Altersbestimmung d. nordd. Diluviums, Jahrb. d. Preuß. Geolog. Landdesanstalt f. 1908, Bd. XXIX, Teil 11, Heft 1.

Schütte, H.: Kurze Anmerkung, 4. Beilage der „Nachrichten f. Stadt u. Land", Oldenburg, 1936.

van Veen: Onderzoekingen in de Hoofden, s'Gravenhage, Allgemeene Landsdrukkery. 1936.

Windberg, F.: Zur Geschichte der Unterems, Ann. d. Hydr. usw. 1933, Heft III.

Wildvang, D.: Eine prähistorische Katastrophe an der deutschen Nordseeküste Emden 1911, Verl. W. Haynel, Emden.

— Der tiefere Untergrund der ostfriesischen Nordseeinseln, Emden 1936, Kommissions-Verlag von Mallmann, Emden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen

Jahr/Year: 1937

Band/Volume: 30_1-2

Autor(en)/Author(s): Wildvang Dodo

Artikel/Article: Der Einbruch der Nordsee in das Mündungsgebiet der Ems 33-53