

Schichtenaufbau und Entwicklungsgeschichte des dithmarscher Alluviums.

Von Ernst Dittmer.

Inhalt.

I. Einleitung	106
II. Bisherige Ansichten	108
III. Der voralluviale Untergrund	109—113
A. Das Tertiär	109
B. Das Diluvium	109
1. Das Altdiluvium	109
2. Das jüngste Interglazial.	
a) Die Eemformation. b) Interglaziale Süßwasserbildung	110
3. Das Jungdiluvium	112
IV. Das Alluvium	114—141
A. Das Frühalluvium	114
B. Das Altalluvium	116
1. Die Transgressionsschicht	116
2. Die Cardium-Corbula-Schichten	120
3. Die Corbula-Nucula-Schichten	121
4. Die Abra-Macoma-Schichten	122
5. Die besondere Entwicklung im Elbmündungsgebiet	123
C. Das Mittelalluvium	125—134
1. Die Entstehung des Kleves	125
2. Die Entstehung des Donn's (Haken)	125
3. Die Morphologie der Haken und Nehrungen	126
4. Die Stratigraphie des Mittelalluviums	129
a) Nehrung 1. b) 1. Haffbildung. c) Nehrung 2. d) 2. Haffbildung.	
e) Nehrung 3. f) 3. Haffbildung. g) Der Süderdonn. h) 4. Haff-	
bildung. i) Nehrung 4. k) 5. Haffbildung.	
5. Die Fauna des Mittelalluviums von St. Michaelisdonn	131
6. Die Lundener Nehrung	132
7. Zur Frage des Elblaufs	133
8. Folgen der Nehrungsbildung	133
9. Die strandfernen Ablagerungen des mittelalluvialen Meeres	133
D. Das Jungalluvium	134—141
1. Die Cardium-Schichten	134
2. Die alte Marsch	136
3. Die junge Marsch	138
4. Erste Bedeichung	139
5. Landverluste?	139
6. Die Gegenwart	139
7. Die heutige Schalenfauna	140
V. Die Krustenbewegungen im dithmarscher Alluvium	141
VI. Die Mollusken des dithmarscher Alluviums	143—147
A. Gastropoda	143
B. Lamellibranchiata	144
VII. Zusammenfassung	147
Schriftenverzeichnis.	

I. Einleitung.

Als im Jahre 1935 mit den Bauarbeiten zur Sicherung der Friedrichskoogspitze begonnen wurde, war es nicht mehr möglich gewesen, umfangreiche Voruntersuchungen auszuführen. Die augenblickliche Gefahr forderte entschlossenes Handeln. Erst während der eigentlichen Bauarbeiten wurde für die geplante Verlängerung des Dammes nach Trischen eine Anzahl von Bohrungen angesetzt, mit deren Bearbeitung die Forschungsabteilung in Büsum beauftragt wurde.

Die Bearbeitung der Bohrergebnisse zeigte sehr bald, daß sie nicht mit den bisherigen Ansichten über den geologischen Aufbau Dithmarschens in Einklang zu bringen waren. Auch war es nicht möglich, aus der Kenntnis eines so eng begrenzten Gebietes wie der Marner Plate auf die geologischen Verhältnisse ganz Dithmarschens Schlüsse zu ziehen.

Um nun für die künftigen Bauaufgaben an der Küste und die Landgewinnungsarbeiten von vornherein einen Ueberblick über den Bestand und die Entwicklung in den letzten Jahrhunderten und Jahrtausenden zu gewinnen, erwies es sich als notwendig, das Netz der Bohrungen auf Gebiete zu erstrecken, die zuerst landfest geworden waren, also insbesondere die alten Marschen. Ueber den Adolf Hitler-Koog wurde ein Profil quer durch die alte Marsch bis an den Geestrand gelegt. Dort brachten die ersten Aufschlüsse für den Aufbau und die Entwicklungsgeschichte des ganzen dithmarscher Alluviums so wichtige Erkenntnisse, daß eine eingehendere Untersuchung der als Oberflächenformen seit langem bekannten Nehrungen bei St. Michaelisdonn gerechtfertigt erschien und alsbald in Angriff genommen wurde. Die Kenntnis von der Entstehung solcher Bildungen konnte außerdem für die praktische Forschungsarbeit an der Westküste wertvolle Hinweise für die Vorgänge an heutigen Nehrungsküsten wie etwa Sylt bringen.

Von Süden her wurden dann die Bohrungen nordwärts bis zur Eider und darüber hinaus vorgetrieben. Insgesamt ließ die Forschungsabteilung etwa 40 bis 45 m tiefe Bohrungen ausführen.

Neben der Stratigraphie und der Entwicklungsgeschichte wurde naturgemäß auch anderen für die Landgewinnung und Küstenverteidigung wichtigen Fragen nachgegangen, von denen nur einige gestreift seien.

Die Frage der Sand- und Schlickwanderung ist so ungemein schwierig und durch die Beobachtung der heutigen Vorgänge allein so schwer zu lösen, daß die Kenntnis von der Verteilung dieser beiden wichtigen Stoffe in früheren Zeiten dazu beitragen muß, die allgemeinen und besonderen Gesetze der Verfrachtung und Ablagerung der Sinkstoffe in unserem Küstengebiet herauszustellen. Noch sind wir von der Lösung dieses Problems weit entfernt, aber jede Bohrung kann einen Schritt weiter helfen. Die geologische Bestandsaufnahme ist auch auf diesem Gebiet eine unerläßliche Voraussetzung.

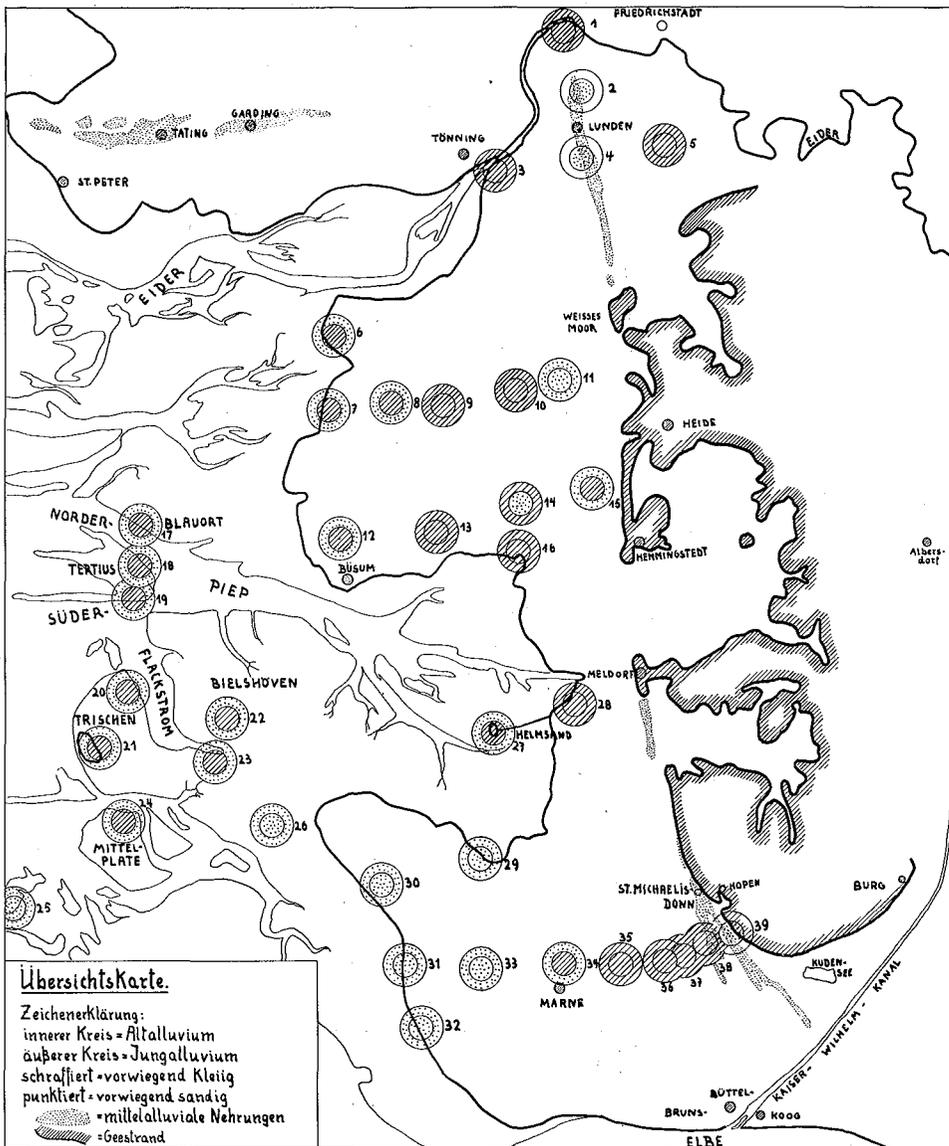


Abb. 1. Die Lage der Bohrungen in Dithmarschens Marsch und Wattenmeer.

Die Gestaltung früherer Küsten, das Vorhandensein früherer Meere, Buchten und Wattströme festzustellen, ist Aufgabe der geologischen Forschung. Die Kenntnis ihrer Entwicklung, die Veränderung der Lage und der Tiefen können wichtige Hinweise für heutige und zukünftige Vorgänge bringen. Auch diese Fragen können nur durch Bohrungen und deren erdgeschichtliche Auswertung beantwortet werden.

Die Frage der Küstensenkung kann für die praktischen Arbeiten im dithmarscher Gebiet vernachlässigt werden, da die Senkungsbeträge als unbedeutend erkannt wurden. Für die allgemeinen erdgeschichtlichen Vorgänge und den Vergleich mit anderen Gebieten ist sie wichtig genug, um sorgfältig geprüft zu werden.

Die Untersuchungen sind so umfangreich geworden, weil aus dem dithmarscher Watten- und Marschgebiet frühere geologische Arbeiten, auf denen man hätte weiterbauen können, nur in auffallend geringem Umfange zur Verfügung standen. Bohrtechnische Schwierigkeiten und die ungewöhnliche Mächtigkeit der Marschablagerungen haben der geologischen Forschung eine wirtschaftliche Grenze gesetzt und sie auf bestimmte Gebiete beschränkt. Die Mehrzahl der Arbeiten betrifft den Geestrand und die alten Nehrungen, während das ganze übrige Gebiet bisher unerforscht geblieben war.

Erst die Planung und Ausführung großer Landeskulturarbeiten an der Küste und die Forderung, dem Meere neues Land abzurufen, brachte die Notwendigkeit mit sich, das gesamte Gebiet zu bearbeiten, und zwar nicht um der wissenschaftlichen Fragestellung willen, sondern um aus dem Vergangenen für Gegenwart und Zukunft zu lernen und praktischen Nutzen zu ziehen.

Wenn auch die vorliegenden Untersuchungsergebnisse keine abschließenden Erkenntnisse über den Schichtenaufbau und die Entwicklungsgeschichte des dithmarscher Alluviums erbringen konnten, so ist mit ihnen doch ein erster klarer Ueberblick über den erdgeschichtlichen Aufbau und seine Entwicklungsgeschichte gewonnen.

II. Bisherige Ansichten.

Wie oben angedeutet, beschäftigt sich das geologische Schrifttum Dithmarschens fast ausschließlich mit dem für die erdgeschichtliche Entwicklung wichtigen Problem der Nehrungsbildung an der ehemaligen dithmarscher Geestküste.

Es gelang den verschiedenen Forschern jedoch nicht, zu endgültigen und übereinstimmenden Ergebnissen zu kommen, da sie tiefere Bohrungen nicht zur Verfügung hatten.

Nach JESSEN (1922) soll der bereits von VON MAACK und MUELLENHOFF vermutete Hauptarm der Elbe ehemals an der dithmarscher Geest entlang nordwärts geflossen sein. MUELLENHOFF stellte in Bodenerhebungen in Norder- und Süderdithmarschen die angeblichen Uferränder dieser „Elbe“ fest. Westlich dieser Linie, die sich von Brunsbüttel über die Reihe der Wurdtdörfer Schmedeswurth, Diekhusen, Fahrstedt, Marne, Helse, Trennewurth zum Meldorfer Hafen zieht, soll nach JESSEN die See marsch, östlich davon die Flußmarsch liegen. Die Donns und Haken führt er auf nach Norden gerichtete Strömungen zurück.

NAGEL (1924, 1932) führt gegen die Anschauungen JESSEN's an, daß die Gabelung der Nehrungen bei St. Michaelisdonn eher für entgegengesetzte Richtung der Strömungen spräche. Beim Bau des Nordostseekanals seien außerdem marine Schichten angetroffen worden, so daß ein alter Elblauf in dieser Gegend unmöglich vorstellbar wäre. Für die tiefere Lage der inneren Marsch nimmt er an, daß sie eine Folge der Ablagerungsverhältnisse sei. Er kommt zu dem Schluß, daß man zur Klärung der erdgeschichtlichen Verhältnisse in Dithmarschen eines Hauptarmes der Elbe an der Innenküste nicht bedürfe, und sich ein solcher auf geschichtlichem wie auf geologischem Wege nicht nachweisen lasse.

SCHUETTE (1927) und ERNST (1934) treten, ohne zu den Ausführungen JESSEN's Stellung zu nehmen, der JESSEN'schen Annahme bei.

BECKSMANN (1936) greift erneut das Problem der Nehrungsbildung auf und versucht, mit Hilfe eines Vergleichs des unter der Nehrung vorgefundenen Torfes mit ähnlichen auf der Insel Föhr gefundenen Bildungen ihr Alter zu bestimmen.

Ueber die Küstensenkung in Dithmarschen äußert sich WOLFF (1929). Durch Untersuchungen am Weißen Moor kommt er zu dem Schluß, daß die Senkungsbeträge in geschichtlichen Zeiten ganz unbedeutend gewesen sind.

III. Der voralluviale Untergrund.

A. Das Tertiär

Abgesehen von den Erdölgebieten von Heide—Hemmingstedt sind tertiäre Schichten, und zwar solche des Pliozäns für Norderdithmarschen, durch zahlreiche Bohrungen bekannt geworden (HECK, 1935). Ein neues Vorkommen ist von Walle, westlich Wöhrden, zu melden, wo feine pliozäne Sande das Diluvium in 33,0 m Tiefe unterlagern. Viel pliozänes Material im jüngsten Talsand weist darauf hin, daß das Pliozän in Norderdithmarschen weit verbreitet ist. Im Gebiet der unteren Eider liegt die Oberfläche des Tertiärs sehr tief. Die bekannte Bohrung bei Tönning hat das Pliozän erst in mehr als 200 m Tiefe erreicht, eine Bohrung unweit Friedrichstadt hat mit 145 m das Diluvium nicht durchteuft. In Süderdithmarschen und dem Elbmündungsgebiet ist über das Tertiär wenig bekannt.

B. Das Diluvium.

1. Das Altdiluvium.

Die Bohrungen haben gezeigt, daß das Diluvium der Hauptvereisung die Marsch in einem Gebiet unterlagert, das etwa durch folgende Punkte begrenzt wird: Meldorfer Hafen, Neuenkrug, Haferwisch, Weddingstedt. Es sind dies bisher die einzigen Stellen, bei denen Geschiebemergel und altdiluviale Sande unter verhältnismäßig geringmächtiger Marsch (4—12 m) erbohrt wurden.

Bändertonmergel, gleichfalls der Hauptvereisung angehörend, wurde in einer Bohrung bei Schlichting unter 15 m mächtigem, jüngerem Tal-sand angetroffen. Nach Angaben des Brunnenbaumeisters R. Stade, Heide, sowie nach HECK (1932) soll dieser Beckenton im Untergrund der Eiderniederung verbreitet vorhanden sein.

Die fluvioglazialen Sande der Hauptvereisung werden nur in den wenigsten Fällen mit Sicherheit von den jüngeren zu trennen sein. Es darf wohl angenommen werden, daß dort, wo Sande das Liegende des Alluviums bilden, wir es im allgemeinen mit solchen der letzten Eiszeit zu tun haben. Sicher saaleeiszeitlich sind die Sande und Kiese unter dem Interglazial von Wöhrden (siehe weiter unten).

2. Das jüngste Interglazial.

a) Die Eemformation.

Es ist das Verdienst HECK's, die Kenntnis von den interglazialen Ablagerungen an der Westküste Schleswig-Holsteins wesentlich erweitert zu haben. Es gibt wohl keinschwierigere Fragestellung in unserem Gebiet, als die der Verbreitung des Eemmeeres, da die Vorgänge während und nach der letzten Vereisung die Grenzen verwischt haben. Gerade im Grenzgebiet zwischen Nordfriesland und Dithmarschen werden die aus der Eider kommenden Schmelzwässer viel zerstört haben, so daß hier ganz besonders unklare Verhältnisse vorliegen.

Nach HECK (1932) drang das Eem-See über Nordfriesland bis weit in die Eiderniederung (Oldenbüttel) vor und entsandte ebenso einen Arm nach Dithmarschen, bis in die Gegend von Wesselburen und Tiebensee. Auch von Lunden werden Eem-Schichten gemeldet. Da jedoch das von HECK wiedergegebene Profil der Bohrung bei der Bahnmeisterei in Lunden nicht in Einklang zu bringen war mit den Ergebnissen der von der Forschungsabteilung in der Umgebung von Lunden ausgeführten Bohrungen, wurde eine zusätzliche Bohrung für notwendig gehalten. Sie hatte folgendes Ergebnis:

Bohrung Lunden, neben der Bahnmeisterei.	
0,00—0,60	Grauer bis weißer Dünensand, mittel.
0,60—2,50	desgl., mit humosen Beimengungen.
2,50—2,70	Schilftorf, oben sandig.
2,70—3,40	Darg. [Bruchwaldtorf.]
3,40—4,90	Dunkler, zersetzter Torf, übergehend in hellbraunen Schilf- und
4,90—5,10	Schilftorf.
5,10—6,70	Darg.
6,70—7,80	Kiesiger Grobsand mit bis zu faustgroßen Steinen.
7,80—8,30	Sand, grob bis kiesig.
8,30—8,70	desgl., mit kleinen Steinen.
8,70—8,72	Dunkelgrauer, fetter Klei.
8,72—10,00	Grobsand.
10,00—10,05	Grauer, geschichteter Klei, mager bis fett.
10,05—(15,00)	Grauer Sand, fein bis mittel, schwach kleiig und kleistreifig mit einzelnen Schalen (<i>Scrobicularia</i> , <i>Macoma</i> , <i>Cardium</i> , <i>Corbula Litorina</i> , <i>Hydrobia</i>).

Die Bohrung hat also nur alluviale Schichten erschlossen.

Auch Bohrungen des Brunnenbaumeisters Stade haben in Lunden niemals das Eem angetroffen. Erst nördlich Lunden, bei Lehe und Preil, ist solches bei 23 beziehungsweise 22 m Tiefe in fossilreicher, kiesig-steiniger Fazies erschlossen worden. Südlich Lunden hat die Bohrung bei Krempel (4) bis zu 32 m Tiefe nur diluviale Schmelzwassersande vorgefunden. In Tiebensee lag unter einem alluvialen *Tapes*-Konglomerat (siehe Abb. 2) Geschiebemergel. Ebenso hat keine der übrigen Bohrungen in Norderdithmarschen Eem-Schichten angetroffen, so daß wir annehmen müssen, daß die Grenze des Eem-Meeress nicht südlich von Lunden gelegen hat.*)

Das Eem von Lehe und Preil ist durch reiche Fossilführung ausgezeichnet. Die Bohrung Lehe (2) enthielt in steinigem Grobkies von 28,10—31,40 m unter anderem:

Tapes senescens Doed.
Ostrea edulis L.
Mytilus edulis L.
Cardium edule L.
Corbula gibba Olivi.
Nassarius reticulatus L.
Bittium reticulatum D. C.
Hydrobia ulvae Penn.
Macoma balthica L.
Mya truncata L.
Divaricella divaricata L.

Eine ähnliche Zusammensetzung der Fauna enthielten die gleichartigen Schichten der Bohrung Preil (1).

Auf das Vorkommen von Eem-Fossilien im Talsand wird noch zurückzukommen sein.

b) Interglaziale Süßwasserbildungen.

Das Vorhandensein eines Eem-Meeress in Dithmarschen wird weiterhin unwahrscheinlich durch das Vorkommen von nicht marinen interglazialen Ablagerungen, die die Bohrung Wörden (14) durchteufte. Nachstehend das Profil:

0,00—14,40	Alluvium.
14,40—28,80	Kies und Sand, jüngstes Fluvioglazial.
28,80—30,50	Brauner, humoser, pyrit- und glimmerhaltiger Ton, Interglazial.
30,50—33,00	Graubunter Grobsand, älteres Fluvioglazial.
33,00—?	Feiner, weißer Sand, Pliözän.

Es wird den pollenanalytischen Untersuchungen vorbehalten bleiben, welcher Stufe des Interglazials diese Schichten angehören. Es dürfte jedoch an dem zwischeneiszeitlichen Alter kein Zweifel sein.

*) Ueber die Ausdehnung des Eem-Meeress wird später ausführlich berichtet werden.

3. Das Jungdiluvium.

Die jungdiluvialen Sande und Kiese machen den größten Teil des voralluvialen Untergrundes aus. Es handelt sich zum Teil um feine bis grobe Sande, zum Teil um Kiese mit bis zu faustgroßen Steinen. Letztere beherrschen den südlichen Teil Dithmarschens und dürften zur Hauptsache durch die Schmelzwässer der Elbe herangebracht worden sein, während die feineren Sande in Norderdithmarschen und Eiderstedt aus dem Urstromtal der Eider gekommen sein werden. Doch bestehen auf beiden Seiten Ausnahmen.**)

Die Korngröße nimmt mit der Tiefe im allgemeinen zu. Wenn die obersten Schichten gleichmäßig feinkörnig sind, wie das häufig der Fall ist, dann ist es allerdings schwierig, zu entscheiden, ob es sich um fluvioglaziale oder anemogene Bildungen des Peri- oder Postglazials handelt. Geröllagen sind in größerer Tiefe nicht selten, selbst richtige Steinpackungen kommen besonders im Elbmündungsgebiet vor.

Die Mächtigkeit der jungdiluvialen Talsande kann bis zu 15 m betragen.

Fast immer ist das Fluvioglazial mehr oder weniger kalkhaltig. Der Kalkgehalt kann herrühren:

- 1) von aufgearbeiteter Kreide (Gerölle, Bryozoen),
- 2) von aufgearbeitetem Bändertonmergel, dessen kleinste Gerölle häufig dem Talsand beigemischt sind,
- 3) von silurischen Geröllen und Fossilien, die gar nicht selten sind,
- 4) von aufgearbeitetem Eem.

Der Kalkgehalt ist also kein Unterscheidungsmittel zwischen diluvialen und alluvialen Ablagerungen. Es gibt kalkreiche Talsande und völlig kalkfreie Grobkiese und Sande alluvialen Alters.

In verschiedenen Bohrungen wurden im Talsand Eemfossilien angetroffen. So enthielt die Bohrung Welt bei Vollerwiek (Eiderstedt) zahlreiche Stücke von *Divaricella divaricata*. Im nordfriesischen Gebiet sind Eemfossilien sehr häufig im Talsand vertreten (nach freundlicher Mitteilung von Dr. Simon). Diese Tatsache zeigt, daß während der letzten Eiszeit die Ablagerungen des Eem-Meeres durch die Schmelzwässer teilweise aufgearbeitet wurden. Möglicherweise sind dabei sogar ganze Gebiete ausgeräumt worden, so daß die Grenze des Eem-Meeres in solchen Gebieten vielleicht nicht mehr festzustellen ist.

Bei der Beurteilung von Bohrproben, die Eemfossilien enthalten, ist in Zukunft Vorsicht geboten. Nicht alles, was bisher als Eem galt, wird als solches zu gelten haben. Selbst während des Alluviums dürfte an gewissen Stellen das Eem aufgearbeitet worden sein, und solange das Alluvium und dessen Fossilführung nicht bekannt war, war die Eingliederung mancher Schichten nicht immer einfach.

***) Im westlichen Eiderstedt dürfte das Liegende des Alluviums altdiluvialen Alters sein.

An sonstigen Bestandteilen im Talsand sind vor allem Holz- und sonstige Pflanzenreste zu nennen, die wohl meist aus interglazialen Torflagern herkommen. Fast in ganz Norderdithmarschen enthalten die jungdiluvialen Sande solche Beimengungen. Material pliozänen Ursprungs dürfte besonders in den feinkörnigen Sanden mit hohem Anteil an Magnetit und Ilmenit enthalten sein.

Die Morphologie des voralluvialen Untergrundes ist nach den bisherigen Feststellungen ziemlich einförmig.

Am höchsten ragt das obenerwähnte Grundmoränengebiet vor Heide hervor, über dem die Marschablagerungen nur bis 14 m mächtig werden. Im ganzen übrigen Gebiet liegt die Talsandoberkante schon in geringer Entfernung in etwa 20 m Tiefe. Selten werden mehr als 24 m erreicht, und nur im Bereich der nacheiszeitlichen Elbe und Eider, sowie außerhalb der Linie Büsum-Tating, sinkt die Oberfläche bis auf 27—36 m ab.

Die größten Mächtigkeiten des Alluviums finden wir im ehemaligen Elb-
lauf, der sich in der Nacheiszeit über Marne, Adolf Hitler-Koog nach Trischen
hinzog (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1.

Die Mächtigkeit des Alluviums in Dithmarschen.

1. Bohrung Preil	18,0 m	21. Bohrung Trischen I	36,0 m
2. „ Lehe	28,0 m	22. „ Bielhöven	24,7 m
3. „ Karolinenkoog	18,3 m	23. „ Hundeloch	25,0 m
4. „ Krempel	22,8 m	24. „ Mittelplate	33,8 m
5. „ Schlichting	10,8 m	25. „ Gelbsand	mehr als 31,0 m
6. „ R. H. 436	22,4 m	26. „ Marner Plate II	33,5 m
7. „ R. H. 448	22,5 m	27. „ Helmsand	24,3 m
8. „ Norddeich	20,5 m	28. „ R. H. 508	18,2 m
9. „ Wesselburen	17,4 m	29. „ R. H. 520	23,5 m
10. „ Haferwisch	12,4 m	30. „ R. H. 534	30,9 m
11. „ Tiebensee	10,4 m	31. „ Adolf Hitler-Koog	28,9 m
12. „ Groven	23,8 m	32. „ Kaiser Wilhelm-Koog	23,4 m
13. „ Osterhof	20,2 m	33. „ Kronprinzenkoog	25,3 m
14. „ Wöhrden	14,4 m	34. „ Darenwurth	27,0 m
15. „ Neuenkrug	9,5 m	35. „ Volsemenhusen	20,1 m
16. „ R. H. 493	23,1 m	36. „ Rösthusen	23,0 m
17. „ Blauort	25,3 m	37. „ St. Michaelisdonn II	22,2 m
18. „ Tertius II	—	38. „ St. Michaelisdonn IV	—
19. „ Tertius I	28,3 m	39. „ St. Michaelisdonn I	13,0 m
20. „ Trischen VIII	28,8 m		

IV. Das Alluvium.

Tabelle 2.

Jung- alluvium	Cardien-Schichten	Junge Marsch Alte Marsch	Senkung III	1938 800 n. Chr.?
			Hebung II	
Mittel- alluvium	Donn-Schichten oder Spisula-Schichten	Düne 5 Nehrung 4 Düne 4 Düne 3 Nehrung 3 Düne 2 Nehrung 2 Düne 1 Nehrung 1	Senkung II	4000 v. Chr.
			Hebung I	
			Senkung I	
			(Hebung)	
Alt- alluvium	Abra-Macoma-Schichten Corbula-Nucula-Schichten Cardium-Corbula-Schichten Transgressionsschichten		Senkung I	5500 v. Chr.
Früh- alluvium	Flachmoortorf Birken-Kiefernbruchwaldtorf Dünen?		(Hebung)	18000 v. Chr.
Diluvium	Schmelzwassersand und -kies			

A. Das Frühalluvium.

Als Frühalluvium bezeichne ich die Festlandsperiode vom Ende der letzten Vereisung bis zum Beginn der marinen Ueberflutung im Atlantikum. Im wesentlichen dürfte sie mit der Ancylus-Zeit des Ostseeraumes zusammenfallen.

Am Schluß der letzten Eiszeit, etwa 18 000 Jahre v. Chr., lag die ganze südliche Nordsee trocken (SCHUETTE, 1927). Die unfruchtbaren Talsandflächen der schleswig-holsteinischen Westküste hatten ein wüstenhaftes Gepräge, da das Grundwasser in dem lockeren und durchlässigen Sand und Kies stark abgesunken war. Die jüngst abgelagerten, fluvioglazialen Sande waren dem Spiel des Windes preisgegeben. Doch nur, wo die Korngröße es zuließ, entstanden Dünen, wie am Rande der Elbe von Schulau bis Bielenberg, wo sie noch heute die Marsch durchragen (DITTMER, 1938). In Dithmarschen dürften Sandanwehungen wegen der vorhandenen gröberen Korngrößen eine untergeordnete Rolle gespielt haben. Wie schon bemerkt, würden sie auch schwerlich nachgewiesen werden können.

Erst aus der Klimaperiode des Boreals ist Pflanzenwuchs erhalten, der nach den pollenanalytischen und palaeobotanischen Untersuchungen der Bohrung Tertius aus einem feuchten Kiefernwald bestand, während die Analysen

von Torfproben einer Geestrandbohrung bei St. Michaelisdonn einen an Menyanthes reichen Bruchwald mit Kiefer und Birke ergab. Die Pollenspektren aus den obersten Schichten deuten schon auf beginnendes Atlantikum hin. Schilfvegetation durchwurzelte schließlich die Torf- und Waldtorfschichten, bis auch sie der eindringenden Salzflut zum Opfer fiel.

Diese heute sehr stark gepreßten und humifizierten, braunkohleartigen Torfschichten treten außerhalb der Flußgebiete fast regelmäßig in Bohrungen auf. Die Mächtigkeit des Basistorfs ist meist nur gering und überschreitet nicht den Betrag von 0,50 m. Doch muß bedacht werden, daß er erstens sehr stark gepreßt ist, und daß zweitens in vielen Fällen bei der marinen Transgression ein Teil abgetragen wurde.

Die Bohrung Krempel (4) ergab als einzige Ausnahme zwei Torfschichten, die durch eine sehr gasreiche Sandlage getrennt waren. Es handelt sich dabei um Flachmoor- und dy-artige Bildungen eines verlandeten Gewässers, das durch zahlreiche Deckel von *Bythinia tentaculata* überliefert ist. Leider ist die Schichtenfolge nicht mehr in allen Einzelheiten zu erkennen, da ein starker Gasausbruch während der Ausführung der Bohrung die sorgfältige Probenentnahme störte.

Es erhebt sich nun die Frage: War der Birken-Kiefernwald und seine bald folgende Versumpfung schon eine Folge der beginnenden Senkung und des damit verbundenen Grundwasseranstiegs, oder war die Aenderung des Pflanzenbildes ausschließlich von klimatischen Veränderungen abhängig? Verfasser möchte sich der ersteren Ansicht anschließen. Das würde also bedeuten, daß die Senkung bereits im Boreal begann, während die Transgression in unserem Gebiet mit dem frühen Atlantikum einsetzte, das heißt etwa 6000 Jahre v. Chr. Diese Tatsache stimmt mit den Forschungsergebnissen an der übrigen deutschen und holländischen Nordseeküste im wesentlichen überein.

Sedimente der Elbe.

Bohrung Trischen I (21), Höhe des Ansatzpunktes + 2,00 m NN.

0,00—0,20	Graubrauner Kleiboden.	} Jungalluvium.
0,20—1,70	Blauschwarzer, schwach kleiiger, sehr feiner Sand.	
1,70—4,50	desgl., hellgrau.	
4,50—7,00	Dunkelgrauer, kleistreifiger Feinsand.	
7,00—18,50	Grauer Feinsand.	
18,50—20,20	Grauer-schwarzer Klei, mager bis fett mit Abra.	} Altalluvium.
20,20—23,50	Grauer Sand, mittel-kiesig.	
23,50—31,80	Grauer-schwarzer Klei, mager bis fett mit <i>Corbula</i> , <i>Nucula</i> u. a.	
31,80—33,00	Sand, fein bis grob mit marinen Mollusken, <i>Macoma</i> u. a. (Transgressionsschicht).	

33,00—33,20	Dunkelgrauer-brauner fetter Klei mit Resten von Süßwasserpflanzen.	} Frühalluvium.
33,20—33,80	Grauer Sand, fein bis grob.	
33,80—33,85	Graubrauner, fetter Klei (Süßwasserbildung).	
33,85—34,80	Dunkelgrauer, sehr feiner Sand.	
34,80—36,00	Dunkelgrauer, sandiger Klei (Süßwasserbildung).	
36,00—44,50	Graubunte Sande und Kiese des Diluviums.	

In der vorstehend angeführten Bohrung Trischen I, die erst mit 36 m das Alluvium durchteufte, wurden in 33,00—36,00 m Tiefe sandige und kleiige Schichten angetroffen, die nach den pollenanalytischen Untersuchungen von Dr. Buhmann in das Boreal gehören. Sie zeichnen sich durch zahlreiche Reste von *Sphagnen* und *Nymphaeen* aus. Da außerdem der Anteil der Chenopodiaceen-Pollen sehr gering ist, und marine Diatomeen fehlen, dürften wir es mit reinen Süßwasserablagerungen der Elbe zu tun haben. Dies sind somit die ältesten minerogenen Ablagerungen des Alluviums in unserem Gebiet.

B. Das Altalluvium.

Als Altalluvium fasse ich alle Schichten von Transgressionskonglomerat bis zur Zeit der Nehrungsbildung zusammen. Die bis zu 17 m mächtige Schichtenfolge gehört nach den pollenanalytischen Untersuchungen von Dr. Schürumpf in das Atlantikum.

Offenbar annähernd gleichzeitig mit der Ueberschwemmung weiter Teile Hollands, Ostfrieslands, des Weser-Jade-Gebietes sowie der tiefer liegenden Teile Nordfrieslands setzte auch in Dithmarschen im Frühatlantik das Vordringen des Meeres als Folge einer allgemeinen Senkung, um mit STILLE zu sprechen, einer „abwärtigen Generalundation“, ein.

Das Altalluvium läßt sich in mehrere Abteilungen untergliedern:

1. Die Transgressionsschicht.

Sie ist abhängig von der petrographischen Beschaffenheit des Untergrundes sowie dessen Oberflächengestaltung, außerdem von den hydrographischen Verhältnissen und dem Fortschritt der Senkung.

Wir können folgende vier Faziesgebiete unterscheiden:

- I. Die Flußläufe (Elbe, Eider und Nebenarme),
- II. die weitere Umgebung der früheren Flußgebiete (frühere Urstromtäler),
- III. die Talsandebenen und
- IV. das Grundmoränengebiet vor Heide-Meldorf.

Zu I. Das Meer trat zuerst in die Flüsse ein. Infolge der Wellen- und Gezeitenbewegungen traten hier weitgehende Umlagerungserscheinungen, Bildungen von Kolken, teilweise Zerstörung der bisherigen Süßwasserabsätze ein. Die starke Wechselströmung ließ ein Transgressionskonglomerat aus Sanden, Kiesen und grobschaliger Fauna entstehen, wie es uns zum Beispiel aus der Bohrung Trischen bekannt geworden ist.

Zu II. Auch das ehemalige, breite *Urstromtal* der Elbe, das zunächst noch trocken lag, wurde bald überflutet. Strömung und Brandung zerstörten den boreal-atlantischen Basistorf und ließen es zunächst zu einer Ablagerung überhaupt nicht kommen. Heute finden wir südlich der Linie Friedrichskoog-Trischen den Torf nirgends mehr erhalten, doch zeugen manchmal Torfreste in den mehr oder weniger sandigen Transgressionsschichten von seinem früheren Vorhandensein.

Zu III. Auf die verhältnismäßig ebene *Talsandfläche* nördlich der Elbe griff das Meer dann sehr schnell über. Trotzdem kam es zur Ablagerung von feinsten Sinkstoffen und aufgearbeitetem Torfgrus. In den Schilfsümpfen konnte sich brackiges Küstenwasser längere Zeit halten. Die Strömungen waren infolge des Pflanzenwuchses nur gering, es konnte sich Schlick absetzen, den die spärlicher werdende Schilfvegetation durchwurzelte.

Solche *dargartigen* Bildungen sind aus vielen Bohrungen bekannt geworden. Fast ausnahmslos sind diese bis zu 1 m mächtigen Kleischichten kalkfrei. Das bedeutet nun nicht, daß dieser Klei einmal Marsch gewesen und etwa während eines Hebungsabschnitts entkalkt sei, denn

1. beschränken sich die Pflanzenreste lediglich auf das Phragmitetum,
2. ist der Klei in allen Lagen feingeschichtet,
3. ist die Schicht nicht höhenbeständig, das heißt sie kommt in Tiefen von 9—28 m vor. Sie ist also einzig und allein durch die Faziesverhältnisse bedingt und konnte sich unter günstigen und ähnlichen Verhältnissen während der ganzen Transgressionsperiode in der Randzone bilden.
4. kann die Entkalkung durch das Phragmitetum sowie die Humussäuren des aufgearbeiteten Bodens herbeigeführt sein, und da eine marine Tierwelt nicht leben konnte und die schwache Strömung Kalkteilchen von außen nicht herantrug, muß der Klei bereits ursprünglich kalkarm gewesen sein.

Zu IV. Das höher liegende *Grundmoränengebiet* wurde erst viel später, gegen Ende des Altalluviums, überflutet, als im übrigen Gebiet bereits ein tieferes, vollsalziges Meer ohne Watten wogte. Die Brandung schuf hier ein *steinreiches Konglomerat* mit vollmariner Fauna, die sich aus sehr großen *Balaniden*, *Tapes pullastra*, *Buccinum undatum*, *Hiatella rugosa* und anderen zusammensetzte. Besonders die Bohrung Tiebensee (11) hat ein solches Konglomerat mit viel *Tapes*-Bruchstücken und starkschaligen Exemplaren von *Hiatella* und *Buccinum* zutage gefördert (Abb. 2).

Nur die geestrandnahe Bohrung Neuenkrug (15) macht eine Ausnahme. Hier kam es auch, vielleicht in einem Tal oder einer Senke, zur Dargbildung. Ein eigentliches Transgressionskonglomerat fehlt, so daß wir annehmen können, daß hier das Gelände vor Brandung geschützt war.

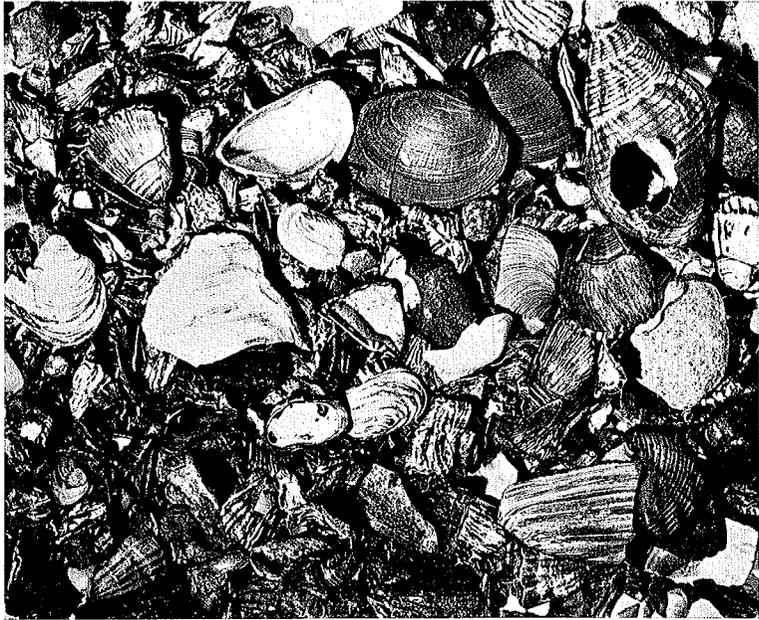


Abb. 2. Transgressionskonglomerat aus *Balaniden*, *Tapes pullastra*,
Mya truncata, *Hiatella rugosa* u. a.

Bildarchiv Westküste B—a 1076. Aufn. E. Dittmer



Abb. 3. Faunagemeinschaft aus den *Cardium*-*Corbula*-Schichten.

Bildarchiv Westküste B—a 1078. Aufn. E. Dittmer



Abb. 4. Faunagemeinschaft aus den Corbula-Nucula-Schichten des Altalluviums.
Bildarchiv Westküste B—a 1079. Aufn. E. Dittmer

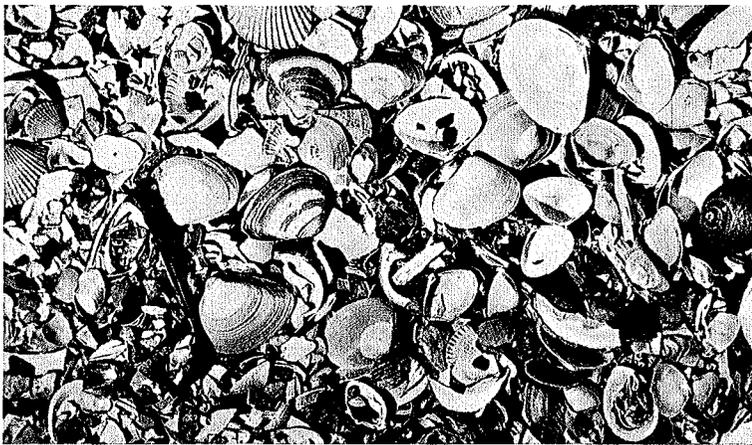


Abb. 5. Faunagemeinschaft aus den Spisula-Schichten von St. Michaelisdonn.
Bildarchiv Westküste B—a 1074. Aufn. E. Dittmer

2. Die *Cardium-Corbula*-Schichten.

In den folgenden Ausführungen müssen zwei Gebiete getrennt werden, in denen wegen der verschiedenen hydrographischen Verhältnisse die weitere Entwicklung des Alluviums andersartig verlief, nämlich

- a) das Elbmündungsgebiet, in dem die mehr oder weniger starken und wechselnden Strömungen eine regelmäßige Ablagerung nicht zuließen, wo ständig Umlagerungen stattfanden, ähnlich wie auch heute noch in diesem Gebiet (vgl. HABERSTROH: Forschungsarbeiten im dithmarscher Wattenmeer).
- b) Das Gebiet nördlich der Linie Friedrichskoog - Mittelplate, wo im allgemeinen ruhigere Verhältnisse herrschten und es infolgedessen zu einem klareren, stratigraphisch auswertbaren Schichtenaufbau kam, wie er zum Beispiel aus der Bohrung Tertius hervorgeht.

Bohrung Tertius I (19), Höhe des Ansatzpunktes + 1,50 m NN.

0,00—0,60	Gelblicher Sand.	}	Jungalluvium.		
0,60—2,00	Graublauer Sand mit marinen Schalen.				
2,00—2,80	desgl., schwarz.				
2,80—8,40	Dunkelgrauer, kleistreifiger Sand.				
8,40—15,20	Dunkelgrauer Sand mit wenig Schalenbruch.	}	Altalluvium.		
15,20—18,70	Graublauer, fetter, plattiger Klei mit <i>Abra</i> , <i>Macoma</i> u. a.				
18,70—19,10	Grauer kleiiger Sand				
19,10—20,50	Schwarzer, sehr fester, plattiger Klei mit wenig Schalen (<i>Abra</i> , <i>Macoma</i>).				
20,50—25,60	Grauer Klei, mager bis fett mit vielen Schalen (<i>Corbula</i> , <i>Nucula</i> u. a.).				
25,60—26,90	Grauer, kleiiger Sand mit marinen Schalen (<i>Cardium</i> , <i>Corbula</i> , <i>Mya truncata</i> u. a.).				
26,90—27,30	Grauer, sehr fester Klei mit Pflanzenresten und Schalenbruch (<i>Cardium</i> , <i>Corbula</i>).				
27,30—27,90	Brauner, sehr fester Klei mit aufgearbeitetem Torfgrus.				
27,90—28,30	Brauner, stark gepreßter und humifizierter Flachmoortorf mit Holzresten.			}	Frühalluvium.
28,30—35,00	Graubunter Sand, fein bis grob.				

Beginnen wir mit dem letztgenannten, um dann auch die wesentlich schwierigeren Verhältnisse im Elbmündungsgebiet deuten zu können.

Die Bezeichnung dieses Horizontes deutet schon auf stark marinen Einfluß hin. Die Senkung war inzwischen weiter fortgeschritten. Das Meer hatte alle Senken aufgefüllt, auch die noch etwa vorhandenen Dünen und flachen Bodenerhebungen waren überflutet und die letzten Reste des Pflanzenwuchses vernichtet worden. Bei Hochwasser hatte das Meer bis auf ein kleines Gebiet vor Meldorf-Heide fast überall den heutigen Geestrand erreicht. Große Gebiete lagen im Gezeitenbereich, so daß eine kräftige Strömung entstehen konnte, die im allgemeinen den Absatz feinsten Sinkstoffe verhinderte und es nur zur Bildung mehr oder weniger sandiger Watten kommen ließ. Der

Basistorf war überall von Darg bedeckt, das Wasser vollsalzig geworden. So drang auch die Tierwelt ein, die zwar im Anfang noch nicht überall die besten Lebensbedingungen vorfand, sich aber bald gut entwickeln konnte.

Leitfossilien gibt es im Alluvium unserer Küstengebiete nicht. Vegetationshorizonte und Torfschichten, die sonst eine ausgezeichnete Gliederung ermöglichen, fehlen in Dithmarschen. Aber fast alle Schichten sind sehr reich an marinen Mollusken, und zwar hat jede Schicht ihre bestimmte Tiergemeinschaft, die zwar örtlich etwas abweichend sein kann, aber im großen und ganzen dieselbe ist.

Nach den Hauptvertretern nennen wir das untere, marine Altalluvium die *Cardium-Corbula-Schichten* (Abb. 3). Meist nur wenig mächtig, besteht das Gestein häufig zu mehr als 50% aus den Schalen dieser beiden Arten, die stets gelblich gefärbt sind. Die Beimengungen anderer Arten, wie *Mytilus edulis*, *Macoma balthica*, *Mya truncata*, sind nur gering. Es ist verständlich, daß die Schichten dieses Alters, die vom Geestrand am weitesten entfernt liegen (Tertius, Blauort) ein mehr vollmarines Gepräge besitzen. Hier überwiegt bereits *Corbula* gegenüber *Cardium*, und andere hochmarine Vertreter wie *Mysella bidentata*, *Montacuta ferruginosa*, *Thracia papyracia* und *Venus gallina striatula* kommen hinzu, ohne jedoch bestimmend zu werden.

Die minerogene Komponente dieses Horizontes ist fein- bis mittelsandig bis sandig-kleiiig. In der Kornzusammensetzung läßt sich gelegentlich noch aufgearbeiteter Talsand erkennen.

3. Die *Corbula-Nucula-Schichten*.

Wir sahen schon, daß das *Cardium-Corbula*-Meer nur wenig abgelagerte, sonst wäre es kaum zu einer solchen Anhäufung von Schalen gekommen. Die Folge war, daß die Watten, weil die Sedimentation mit der fortschreitenden Abwärtsbewegung des Bodens nicht Schritt halten konnte, bald unter den Tidebereich gerieten. Der Hauptvertreter der bisherigen Lebensgemeinschaft, nämlich *Cardium edule*, verlor damit seine guten Lebensbedingungen und mußte anderen marinen Einwanderern weichen. *Corbula gibba* hatte die günstigsten Entwicklungsbedingungen, andere vollmarine Mollusken wanderten nach, als wichtigstes *Nucula nucleus*, daneben breitete sich *Mysella* aus, als akzessorischer Bestandteil blieben *Montacuta* und *Thracia* erhalten, während *Abra alba* mit zu den neuen Einwanderern gehörte. *Macoma balthica* und *Hydrobia ulvae* sagte auch der neue Lebensraum zu (Abb. 4).

Der Kalkgehalt ist noch sehr groß und nimmt erst nach oben hin langsam ab. Die minerogene Komponente ist sandig-kleiiig bis fettkleiiig, von unten nach oben meist an feinen Bestandteilen zunehmend. Der Kalkgehalt scheint in einem gewissen Verhältnis zur Korngröße zu stehen. Je fetter der Klei, desto geringer der Kalkgehalt.

Die Mächtigkeit beträgt gewöhnlich 3—4 m, ist aber sehr schwankend.

4. Die *Abra-Macoma*-Schichten.

Die Folgezeit ist aus unbekanntem Gründen, wahrscheinlich weil das Meer immer tiefer wurde, durch starke Ablagerung feinsten Stoffe ausgezeichnet. In allen Bohrungen — ausgenommen wieder die Elbmündung und der Strandbereich — von St. Michaelisdonn bis Trischen, Tertius und Osterhever findet man in verschiedener Tiefe diese kennzeichnende Ablagerung, den schwarzen Klei, den wir nach seiner spärlichen Tierwelt die *Abra-Macoma*-Schicht nennen wollen. Der außergewöhnlich große Gehalt an Einfachschwefeleisen machte die damalige Deutsche Bucht zu einem für Mollusken lebensfeindlichen Gebiet, in dem sich nur die widerstandsfähigsten halten konnten. Im allgemeinen enthält der schwarze Klei sehr wenig Schalen, manchmal ist er scheinbar fossilfrei. Im äußeren Gebiet kommt noch *Nucula nucleus* vor, auch *Hydrobia ulvae* ist örtlich in größerer Zahl vertreten, besonders in Strandnähe. Alle Schalen sind dort, wo der Klei sehr fett ist, hauchdünn, selbst *Macoma* ist dünnchalig und durchscheinend. Der schwarze Klei ist meist fein geschichtet, das heißt durch ganz dünne Mehlsandlagen unterbrochen, sehr fest und zäh, häufig plattig und klüftig, mit harnischartigen, pyritüberzogenen Bruchflächen, und besitzt einen Wassergehalt von nur 40%, auf Feuchtgewicht bezogen.

Die Farbe ist dunkelgrau bis tiefschwarz. Gelegentlich ist dieser Horizont aber durch sehr fetten Klei grauer Färbung vertreten, oder schwarzer und grauer Klei wechseln miteinander ab. Der graue Klei ist meist ungeschichtet, weder plattig noch klüftig und fast immer fossilfrei.

Die Höhenlage von Ober- und Unterkante sowie die Mächtigkeit sind sehr verschieden. Nachstehend einige Zahlen:

Bohrung	Oberkante	Unterkante	Mächtigkeit
Blauort (17)	—16,00	—22,30	6,30
Helmsand (27)	—17,00	—21,70	4,70
St. Michaelisdonn (37)	—10,80	—18,00	7,20
Rösthuse (36)	—15,00	—19,50	4,50
Kronprinzenkoog (33)	—25,30	—26,60	1,30
Norddeich (8)	—10,60	—15,00	4,40
Osterhof (13)	—11,20	—15,00	3,80
Groven (19)	—13,00	—17,80	4,80

In den großen Wattströmen, Süder- und Norderpiep, Neufahrwasser usw., muß man damit rechnen, daß die *Abra-Macoma*-Schichten, an den tiefen Stellen auch die *Corbula-Nucula*-Schichten, heute angeschnitten werden. So steht querab vom Tertius in der Süderpiep und vor Büsum schwarzer Klei bei etwa 18,00 bis 20,00 m Tiefe an, der von *Petricola pholadiformis* sehr dicht besiedelt ist. Die herausgearbeiteten Schalen bilden am Grunde flache Schilllagen, gelegentlich werden sie auch auf die Sände geworfen. Der Spülsaum

auf dem Tertius enthält zum Beispiel häufig größere Mengen von *Corbula* und *Nucula*. Auch die Tiefs der Außeneider sind ebenfalls Gebiete mit anstehendem alten Klei. Im Neufahrwasser südlich Trischen brachten Greiferproben kleigeröllführende Sande mit vielen Schalen, darunter *Nucula*, *Corbula*, *Abra* und andere.

5. Die Entwicklung im Elbmündungsgebiet.

Im Elbmündungsgebiet herrschten, wie schon gesagt, ganz andere Verhältnisse. Schon bald nach Beginn der Transgression war die Nordsee in die Elbe weit vorgedrungen und erfüllte nun das breite Urstromtal bis an die Ränder der alten Geest. Aus einem Fluß war ein breiter Meerbusen geworden, dessen Ufer die Höhen von Burg—St. Michaelisdonn, im Süden die Wingst bildeten. Fast bis nach Hamburg hinauf war das Wasser salzig. Von Stade und Pagensand kennen wir marine Fossilien dieser Zeit, besonders *Corbula gibba*. Manche Schichten enthalten große Mengen an Foraminiferen, die durch Baggerungen im Fahrwasser zeitweise aufgearbeitet und dann in den rezenten Süß- und Brackwasserschlick hineingeraten (DITTMER 1936, 1938).

Es ist erklärlich, daß es vor dieser großen Bucht nicht wie in Norderdithmarschen zur ruhigen und ungestörten Ablagerung kommen konnte, denn hier strömten täglich riesige Wassermassen aus und ein. Die feinen Bestandteile wurden weiter herausgeführt oder lagerten sich in den Buchten des „Elbe-Meeres“ ab. Was übrig blieb, war Sand, der von den Gezeitenströmen hin- und hergeworfen wurde, gerade so, wie es auch heute noch der Fall ist, nur mit dem Unterschiede, daß damals noch keine Watten und Sände vorhanden waren.

Schon die Bohrungen auf Trischen, der Marner Plate und Mittelplate zeigen ein Uebergangsgebiet an, in dem die oben beschriebene, normale Schichtenfolge nicht mehr gewährleistet wird. Die unteren Schichten des Altalluviums fallen meist überhaupt aus oder sind durch geröllführende Konglomerate vertreten, während die höheren Kleischichten durch sandige und kiesige Schichten unterbrochen werden, die auf Verlagerung der Strömungen hindeuten.

Die Folge des Altalluviums beginnt in diesem Uebergangsgebiet mit fettem Klei, der nach oben hin in mehr oder weniger sandige, fossilreichere Lagen übergeht. Diese Ablagerungen zeichnen sich durchweg durch einen Gehalt an Pflanzenresten und Seeigelstacheln aus. Es ist das typische, unseren heutigen Prielablagerungen ähnliche Gestein, dessen Zusammensetzung auf die aussondernden Eigenschaften der Gezeitenströme hinweist.

Die Schalenfauna weist ebenfalls auf lebhaftere Wasserbewegung hin. Neben *Corbula gibba*, *Nucula nucleus* sind Arten wie *Mya truncata*, *Tellina fabula*, *Buccinum undatum*, *Spisula subtruncata*, *Donax vittatus* und andere vertreten.

Die übrigen Bohrungen (Friedrichskoog (30), Adolf Hitler-Koog (31), Kronprinzenkoog (33), Kaiser Wilhelm-Koog (32)) haben ein noch sandigeres

Altalluvium zutage gefördert. Oft fehlen die Kleischichten ganz oder sind nur in ganz geringer Mächtigkeit vorhanden. Entsprechend der tiefen Lage der Unterkante des Alluviums liegt auch die Oberkante des Altalluviums weit tiefer als in den übrigen Gebieten, meist bei 20,00—22,00 m.

Das Altalluvium der Bohrung Gelbsand (25), das nicht einmal nach oben hin abgegrenzt werden konnte, besteht ausschließlich aus Sand und ist sehr fossilarm.

Ganz ähnliche Verhältnisse liegen im Mündungsgebiet der Eider vor. Die Bohrung Karolinenkoog (3) lieferte eine dem Normalprofil ähnliche Schichtenfolge, während diejenige in Lehe, nördlich Lunden, durch sehr sandiges Altalluvium ohne die kennzeichnenden Kleischichten ausgezeichnet ist. Im Einzelnen liegen jedoch im Eidergebiet die Dinge noch zu unklar, da nicht genügend Bohrungen vorhanden sind.

In diesen sandigen Faziesgebieten der Flußmündungen ist natürlich eine weitere Gliederung des Altalluviums nicht möglich.

Mit wenigen Worten sei noch auf die Entwicklung des Altalluviums in der Strandzone hingewiesen. Wir hatten gesehen, daß das transgredierende Meer sehr bald den Geestrand erreicht hatte. Man sollte vermuten, hier nun die Zeichen der Zerstörung durch Brandung, nämlich Steinsohlen und Strand-sedimente vorzufinden. Nichts von alledem ist der Fall. Ja, wir erkennen in einer Bohrreihe Adolf Hitler-Koog—St. Michaelisdonn, wie sich der schwarze Klei teilweise unmittelbar dem diluvialen Kliff anlehnt, während später in unmittelbarer Nähe des Geestrandes eine weitgehende Verzahnung von Klei und feinsandiger Strandfazies eintritt. Nur die Fauna erinnert daran, daß wir hier in Strandnähe sind. *Nucula* kommt vom Kronprinzenkoog ab nicht mehr vor. Statt ihrer sind *Litorina*, *Cardium*, *Macoma* und *Scrobicularia* die hauptsächlichsten Vertreter.

Wo während des Altalluviums das Meer noch auf die Grundmoräne und die altdiluvialen Sande übergriff, sind natürlich zur Hauptsache grobe Transgressionsschichten zu erwarten. Denn im flachen Wasser der Brandungszone kann man keine ruhige Ablagerung erwarten.

So läßt sich zusammenfassend sagen, daß das Altalluvium abschloß mit einem Zustand, wie er in der Uebersichtskarte dargestellt ist. Ein teilweise tieferes Meer mit Schlickgründen, die lebensfeindlich für die marine Molluskenwelt waren, reichte in Süderdithmarschen bis zum Geestrand. In den Flußmündungsgebieten lebte eine reichhaltige Tierwelt in sandig-kleiigen bis rein sandigen Ablagerungen.

Nirgends war es an irgendeiner Stelle während des Altalluviums zur Marschbildung gekommen, auch die Watten fehlten.

C. Das Mittelalluvium.

Das Mittelalluvium ist die Zeit der Nehrungsbildungen. Die Abgrenzung ist unabhängig von Krustenschwankungen, das heißt dieser Zeitabschnitt fällt nicht mit einem bestimmten Hebungs- oder Senkungsabschnitt zusammen.

Nach dem Abschluß der vorwiegend kleiigen Schichtenreihe des Altalluviums muß es zu durchgreifenden hydrographischen Veränderungen im Bereich der Dithmarscher Bucht gekommen sein. Sei es, daß diese durch bisher noch ungeklärte Vorgänge im „Elbe-Meer“ oder im nordfriesischen Gebiet verursacht worden sind, sei es, daß sie mit dem vermuteten Durchbruch der Hoofden und der dadurch bedingten Umwandlung der Gezeitenwelle in Zusammenhang stehen. Wir kennen die eigentlichen Ursachen nicht, und werden sie erst kennen lernen, wenn einmal die gesamte deutsche Küste geologisch bearbeitet sein wird.

Der veränderte hydrogeologische Zustand hatte ebenso eine ganz wesentliche Aenderung in dem Aufbau der nunmehr zum Absatz gelangenden Sedimente zu Folge. Hatte sich vorher im größten Teil des Gebietes feinsten Schlamm abgesetzt, so kamen in der Folgezeit nur noch sandige und kiesige Gesteine zum Absatz, soweit nicht im Schutz von Nehrungen ruhige Ablagerung möglich war. Im offenen Meer scheint überhaupt eine Zeitlang jede Ablagerung aufgehört zu haben.

Das Mittelalluvium ist also eine neue Sedimentationsperiode. Um den Schichtenaufbau kennen zu lernen, müssen wir uns an die damalige Küste, den Geestrand von St. Michaelisdonn oder zur langgestreckten Lundener Nehrung begeben. Denn die Nehrungen sind die am besten zugänglichen Bildungen dieser Zeit. Wir können deshalb das Mittelalluvium auch das Donn-Alluvium nennen (Donn = Nehrung mit Dünen), denn die Nehrungen sind die großartigen Zeugen des geologischen Geschehens dieser Zeit.

1. Die Entstehung des Kleve.

Es dürfte nahe liegen, die Entstehung des Kleve mit der Entwicklung der Nehrungen in ursächlichen Zusammenhang zu bringen, und man könnte der Meinung sein, die Kliffbildungen seien während der altalluvialen Senkung entstanden. Wir sahen aber schon bei der Betrachtung des Altalluviums, daß damals bereits ein Kliff vorhanden war, ja, die Moore des Frühalluviums liegen in ganz geringer Entfernung vom Kliff heute 22 m unter der Oberfläche. Der Steilabfall des Geestrandes bei St. Michaelisdonn kann also nur während des Diluviums entstanden sein. Da das Eem-Meer in dieser Gegend nicht bestand, kommen als ursächliche Kräfte nur die Schmelzwässer der letzten Vereisung in Frage.

2. Die Entstehung der Donns.

Damit soll nun nicht behauptet werden, daß während des Alluviums an keiner Stelle am Geestrand ein Abtrag stattfand. Der Baustoff für die gewal-

tigen Nehrungen mußte doch irgendwo herkommen, und wir dürfen annehmen, daß der Ursprungsort für die sandig-kiesigen Massen das vorspringende Altdiluvium von Heide-Hemmingstedt-Meldorf ist. An diesen Stellen wird der Flutstrom von Westen kommend aufgesetzt und das Material nach Norden und Süden verfrachtet haben. Die Verhältnisse lagen also ganz ähnlich wie heute auf der Insel Sylt.

Kehren wir also an den Ausgang des Altalluviums zurück und versuchen uns die damaligen Verhältnisse vorzustellen: Der Hochwasserspiegel lag zu dieser Zeit etwa 7—8 m niedriger als heute. Es gelangten also auch die geestrandnahen Talsandterrassen Nordfrieslands damals in den Bereich der Ueberflutung. Eiderstedt bestand noch nicht, auch das Zechsteingebirge von Oldenswort war schon im Meere versunken. So konnte ein starker Küstenstrom bis weit in das nordfriesische Gebiet, ebenso ins „Elbe-Meer“ streichen. Ein Wattenmeer, das eine starke Brandung verhindert hätte, bestand noch nicht, und so war eine weitere Voraussetzung zur Entstehung von Nehrungen gegeben, denn die Strömung allein hätte unmöglich so riesige Mengen Sand, Kies und Steine an der diluvialen Küste entlang bewegen können.

3. Die Morphologie der Haken und Nehrungen.

Die Nehrungen oder vielmehr die ihnen aufliegenden Dünen sind fast überall an der Oberfläche erkennbar.

Während die Lundener Nehrung und der Elpersbütteler Donn, oberflächlich betrachtet, scheinbar nur aus einem Zuge bestehen, tritt südlich St. Michaelisdonn eine deutliche Aufspaltung ein (siehe Abb. 6).

Der innerste Rücken ist heute kaum im Gelände zu erkennen. Zwischen dem Dingerdonn und dem Geestrand bildet er nördlich des großen Schuttkegels an der höchsten Stelle des Kleve eine 10—15 cm hohe Schwelle im Gelände, verliert sich dann im Süden zunächst ganz im Untergrund, um erst wenig nördlich der Straße Eddelak—Burg wieder hervorzutreten. Vor Zeiten war dieser Dünenrücken schon ganz unter den Flachmooren der Haffs verschwunden. Erst die Torfabbaue und die Sackung der Moorschichten haben ihn wieder sichtbar werden lassen. Wahrscheinlich beginnt er wie alle anderen Donns auch schon in der Nähe von St. Michaelisdonn. Seine Entstehung hatte die Abschnürung des Hopener Haffs zur Folge.

Der zweite und längste dieser Wälle reicht mit einer Unterbrechung in der Dünenbedeckung fast bis an den Nordostseekanal heran. Der dritte, den die Bahnlinie nach Brunsbüttelkoog benutzt, begleitet den zweiten bis Dingerdonn und läßt sich oberflächlich von diesem kaum trennen. Erst bei Dingerdonn tritt die Aufspaltung ein.

Der vierte Donn liegt zum größten Teil verborgen unter dem sehr breiten fünften, auf dem die Landstraße nach Eddelak verläuft. Wer aber aufmerksam das Gelände betrachtet, wird unter dem Acker inmitten der Moorwiesen

Sandboden vermuten und darin den kurzen, niedrigen Rücken erblicken, der sich an der Innenseite des Süderdunn abspaltet.

Auch der sechste Zug ist in seinem Anfang — etwas südlich des bedachten Durchbruchs durch den Süderdunn — im Gelände daran zu erkennen, daß in der sonst siedlungslosen Gegend vor dem Süderdunn am Feldweg nach Bentjen zwei Gehöfte stehen, hinter denen sich Ackerland erstreckt. Ueber Sand-

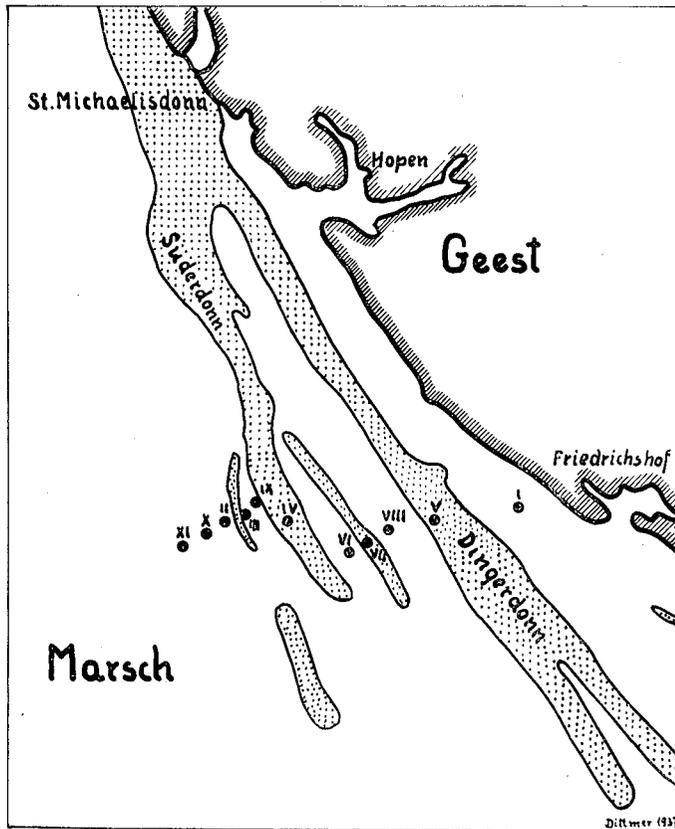


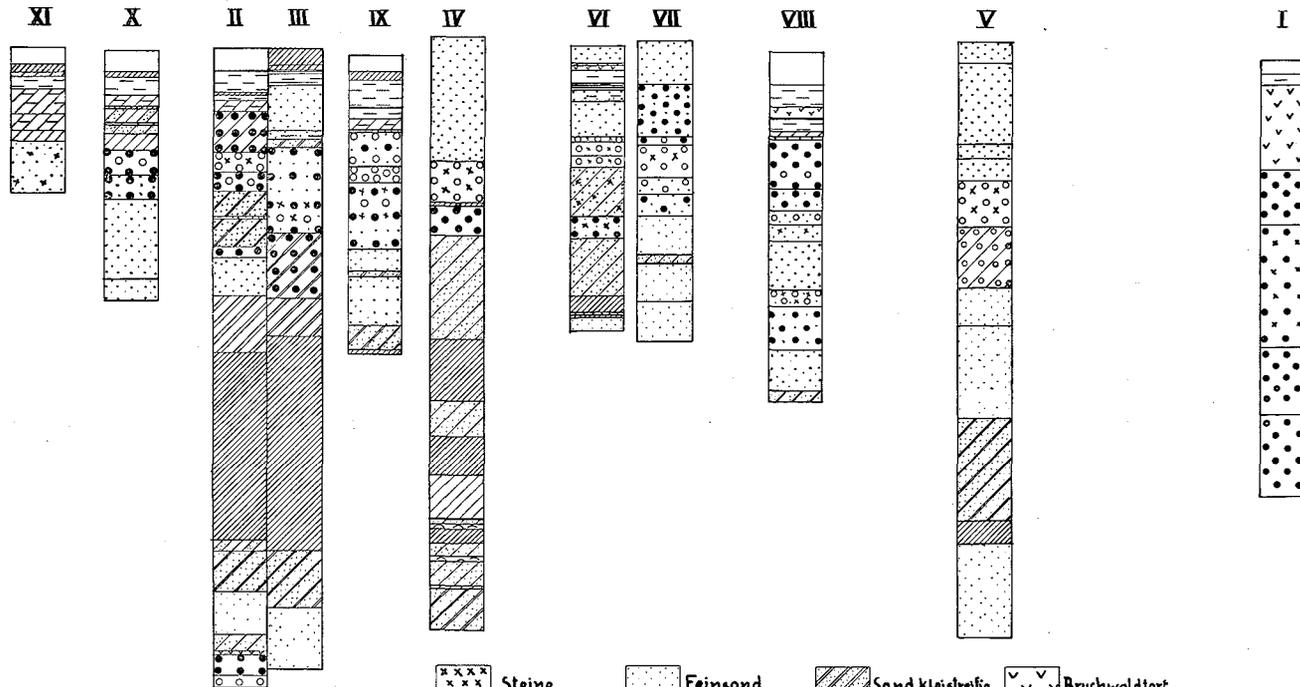
Abb. 6. Die Haken von St. Michaelisdunn und die Lage der Bohrungen.

hayen verläuft die Nehrung weiter auf Eddelak zu, wo unter geringer Marschbedeckung noch Sand angetroffen wird.

Leider ist der ursprüngliche Aufbau und das erdgeschichtliche Geschehen während der Entstehung aus den Oberflächenformen nicht abzuleiten. Was wir heute im Gelände sehen, sind ja nicht die Nehrungen selbst, die marinen Strandwälle, sondern die Dünen, die alle Einzelheiten verdecken. Andererseits aber haben sie uns erst von dem Vorhandensein der Sandhaken in Kenntnis gesetzt. Denn wären die Dünen nicht da, lägen die kiesigen Kerne längst unter

Abb. 7.

Querschnitt durch die Nehrungen von St. Michaelisdonn.



- | | | | |
|------------|--------------|-------------------|-----------------|
| Steine | Feinsand | Sand, kleistrefig | Bruchwaldtorf |
| Kies | Klei, fett | Schill | Künstl. Auftrag |
| Grobsand | Klei, mager | Darg | |
| Mittelsand | Sand, kleiig | Schilftorf | |

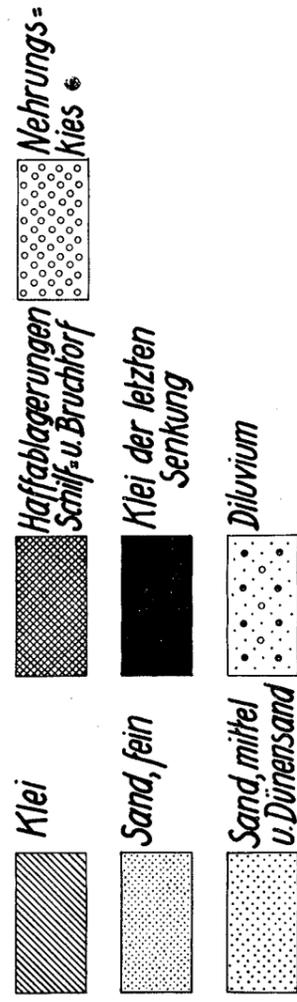
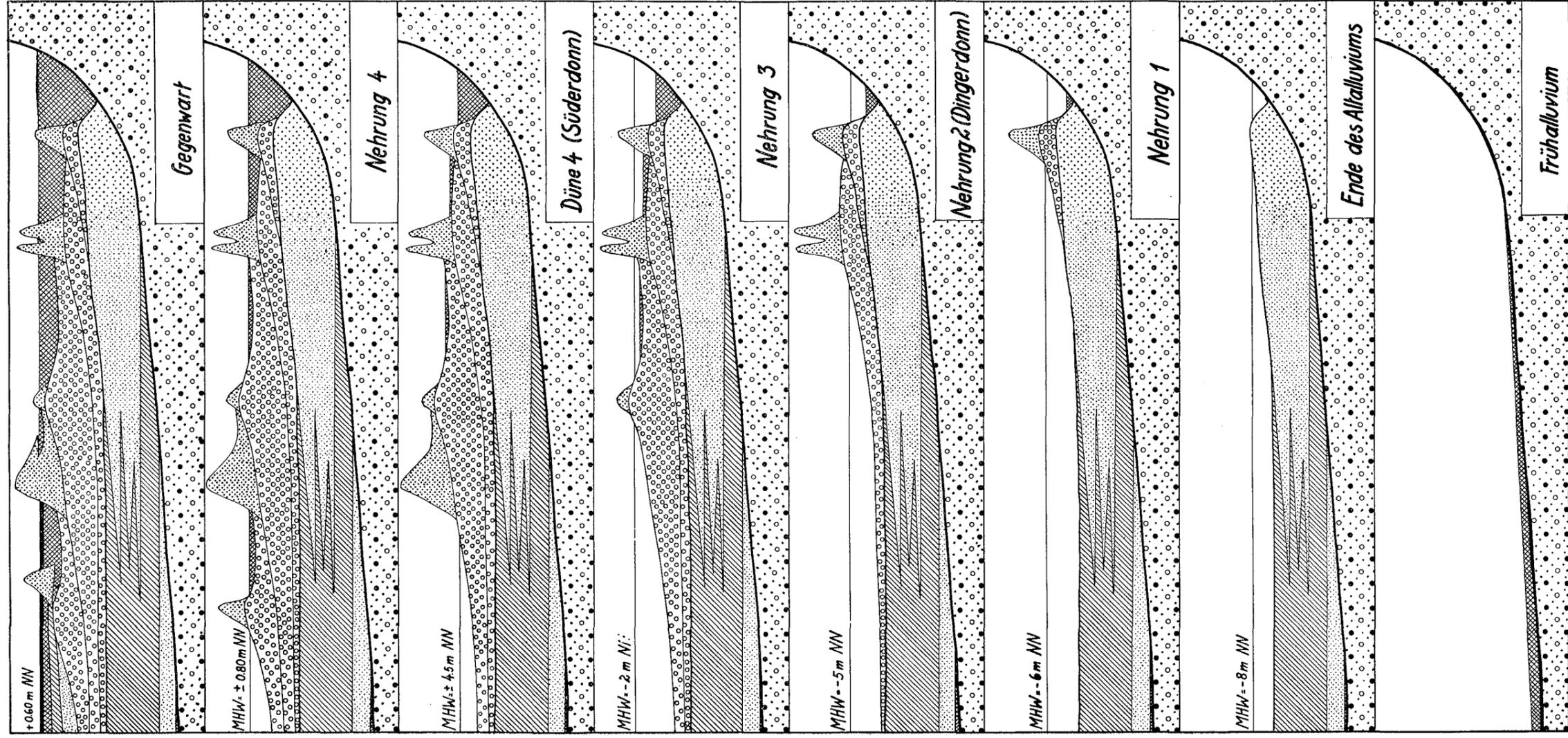


Abb. 8. Halbschematische Darstellung der Entwicklung des Alluviums am Geestrand von St. Michaelisdunn.

einer Kleidecke verdeckt, da sich seit dem Mittelalluvium die Küste noch erheblich gesenkt hat.

Um nun den geologischen Aufbau im einzelnen kennen zu lernen, müssen wir den tieferen Untergrund betrachten, wie er uns durch eine Bohrreihe, die die zweite bis sechste Nehrung durchschneidet, aufgeschlossen wird.

4. Die Stratigraphie des Mittelalluviums (siehe Abb. 7 u. 8).

a) Nehrung 1.

Die innerste Nehrung ist auf ihren Aufbau hin nicht näher untersucht worden, weil es unmöglich ist, Strandabsätze des Altalluviums von den mittelalluvialen Nehrungsablagerungen zu trennen. Es ist wohl anzunehmen, daß bei fortschreitender Senkung ein schon am Ende des Altalluviums bestehender flacher Strandwall höher und höher wurde, auf dem sich schließlich Dünen entwickelten, die heute noch eben die Moorschichten durchragen.

b) 1. Haffbildung.

Durch diesen Haken wurde die Talbucht bei Hoppen, südöstlich von St. Michaelisdonn, vom Meere abgeschnitten. Damit wurde jede Sedimentzufuhr von außer her unterbunden, und es entstand ein Strandsee, der mit fortschreitender Senkung allmählich tiefer wurde. In diesem lagerten sich gyttja- und dy-artige Sedimente ab. Ob gelegentlich durch Sturmfluten marines Material hineinverschlagen worden ist, werden die demnächst abgeschlossenen mikrobotanischen Untersuchungen ergeben. Makroskopisch betrachtet besteht die bis zu 9 m mächtige Haffserie aus rein organogenen Schichten, über deren Entwicklung uns die pollenanalytische Bearbeitung Auskunft geben wird.

c) Nehrung 2.

Wir dürfen wohl annehmen, daß der 2. große Wall bereits kurz nachher entstanden ist. Leider ist nicht zu erkennen, ob seine Basis unmittelbar den sandigen Schichten des Altalluviums aufliegt oder von den sandigen Schichten der Nehrung 1 gebildet wird. Im ersteren Fall würde die Unterkante etwa bei — 8 m NN liegen.

Die Nehrung selbst baut sich aus 2,3 m mächtigen, unteren, schwach kleiigen Kiesen mit einzelnen Steinen bis zu Faustgröße und 1,70 m mächtigen Kiessanden mit kleinen Steinen ohne Schalenreste auf. Die Oberkante der Nehrung liegt also etwa bei — 5,75 m NN. Was darüber liegt, sind 5—8 m mächtige gelblichweiße Dünensande mittlerer Körnung, welche wie die Nehrungskiese selbst diluvialen Ursprungs sind.

Ueber das Alter der Dünen läßt sich vorläufig nichts Genaueres sagen, da es zweifelhaft ist, ob sie gleich im Anschluß an die Nehrungsbildung bis zu ihrer heutigen Höhe aufgeweht sind. Wie schon oben erwähnt, muß man bei der Betrachtung der Dünen Vorsicht walten lassen, denn an vielen Stellen sind sie noch in geschichtlicher Zeit gewandert. Ueberall da, wo Dünen über Schilf-

und sonstigen Flachmoorbildungen liegen, haben wir es mit Umlagerungen in jüngerer Zeit zu tun.

d) 2. Haffbildung.

Der zweite Haken schnürte wiederum ein Haff ab, das jedoch viel weniger tief war, da sein Grund aus dem Vorstrand der Nehrung 1 bestand. Wie die später entstehenden Strandseen vermoorte auch dieser, ohne daß sich erst mächtige Faulschlamm-lagen bildeten, wie im Hopener Haff.

e) Nehrung 3.

Da sich die beiden Zweige des Dingerdonn in ihrem Hauptzuge nicht voneinander trennen lassen, und es überhaupt zweifelhaft ist, ob hier auch tatsächlich zwei verschiedene Nehrungen vorliegen, wollen wir diesen Wall Nehrung 2 nennen und die beiden Donn's = Dünenketten mit 2a und 2b bezeichnen.

Nehrung 3, die zwischen Dingerdonn und Süderdonn nur auf kurze Erstreckung zutage tritt, wird in ihrer ersten Anlage zeitlich bedeutend später entstanden sein. Ihre Unterkante liegt mit -5 m NN um etwa 3 m höher. Die Oberkante reicht sogar bis $-1,20$ m herauf, so daß inzwischen der Meeresspiegel ganz bedeutend angestiegen sein muß. Daraus können wir auch folgern, daß die Dünen der Nehrung 2 vorher entstanden waren, denn ihre Unterkante liegt weit unter dem späteren Meeresspiegel. Die Flugsandbedeckung ist mit 1,5 m nur gering. Eine Podsolierung ist wie bei den übrigen Dünen nicht festzustellen, was wohl der tiefen Lage zuzuschreiben ist.

f) 3. Haffbildung.

Durch Nehrung 3 wurde wiederum ein Haff abgeschnürt, das jedoch nur geringe Tiefen hatte. Denn sein Boden bestand aus dem flachen Vorstrand der Nehrung 2 und den wohl vorhandenen Brandungsbänken (im Sinne WRAGE's) der DünENZEIT.

Deshalb sind in diesem Strandsee die Faulschlamm-bildungen nur geringmächtig. Das übrige füllen Flachmoorbildungen aus, die bis in die heutige Zeit reichen.

g) Der Süderdonn.

Aus den nächst äußeren Bohrungen läßt sich dieselbe Nehrung unter mächtiger Dünenbedeckung erkennen. Wir haben unter dem großen Süderdonn den kiesigen Strand und Vorstrand von Nehrung 3 zu sehen, auf dem sich merkwürdigerweise in viel tieferer Lage Dünen gebildet haben. Der Süderdonn ist also gar keine selbständige Nehrung, sondern er hebt sich nur durch die Dünenkette von dem im Gelände nur schwach sichtbaren 3. Nehrungswall ab. Beide haben dieselbe Unterlage.

h) 4. Haffbildung.

Diesmal waren es die Dünen des Süderdonn, die einen schmalen Streifen sandigen Geländes von der See abschnürten. Dies Dünental füllte sich später bei weiterer Senkung ebenfalls mit Wasser und vermoorte.

i) Nehrung 4.

Donn 5 ist, wie man aus den nächsten Bohrungen erkennen kann, wieder aus einer neuen Nehrung hervorgegangen, deren Oberkante zwar noch tiefer liegt als die von Nehrung 3, aber höher als die Grenze Dünensand-Nehrungskies im Süderdonn, weshalb wir auf einen erneuten Anstieg des Meeresspiegels schließen dürfen.

Das Material, aus dem sich dieser Wall aufbaut, ist dem der anderen Nehrungen ähnlich. Stets sind es sandige Kiese mit kleinen Steinen in wechselnder Zusammensetzung.

Die jüngsten Dünen, deren Baustoff von dem noch sandigen Strand herangeweht wurde, sind zum größten Teil über die Nehrung selbst hinweggewandert und haben den dahinterliegenden Schilfwuchs erstickt.

k) 5. Haffbildung.

Nehrung und Dünen schufen wieder eine geschützte Niederung, die aber nicht überall abgeschlossen war, so daß später das Meer eindringen und minerogene Stoffe ablagern konnte. Ein großer Teil dieses Haffprofils besteht jedoch auch aus Schilftorf, an den Rändern kommen sogar dünne Lagen von Bruchwaldtorf vor.

Grobsandig-kiesige Ablagerungen lassen sich zwar noch in größerer Entfernung vom äußeren Donn im Untergrund verfolgen, aber zu einer neuen Nehrungsbildung ist es nicht mehr gekommen.

5. Die Fauna des Mittelalluviums von St. Michaelisdonn.

Die Nehrungskiese sind unter der Dünenbedeckung fast immer kalkfrei, während die tieferen Lagen und die Strand- und Vorstrandablagerungen eine reichhaltige Molluskenfauna mit Schalen in bester Erhaltung aufweisen. Sie umfaßt folgende Arten:

- Spisula subtruncata* Da Costa
- Spisula solida* L.
- Macra corallina cinerea* Mont.
- Cardium edule* L.
- Macoma balthica* L.
- Corbula gibba* Olivi
- Scrobicularia plana* Gm.
- Mytilus edulis* L.
- Barnea candida* L.
- Litorina litorea* L.
- Hydrobia ulvae* Penn.

Als häufigste Art wird fast immer *Spisula subtruncata* D.C. gefunden, und zwar nicht nur bei St. Michaelisdonn, sondern ebenfalls in den gleichaltrigen Bildungen des übrigen Dithmarschen. Häufig ist auch noch *Corbula gibba*, doch nicht kennzeichnend. Die Farbe der Schalen ist meist gelb, die Größe ungewöhnlich klein, in den seltensten Fällen handelt es sich um ausgewachsene Schalen. Daraus können wir auch auf stark umlagernde Kräfte schließen.

Nach dem Hauptvertreter können wir das Mittelalluvium auch als *Spisula-Schichten* bezeichnen.

6. Die Lundener Nehrung.

Warum sind die Donns bei St. Michaelisdonn fächerförmig aufgespalten? Warum besteht die Lundener Nehrung dagegen nur aus einem Zug? Dafür können folgende Gründe angeführt werden: Im Süden konnte eine Richtungsänderung der Strömungen stattfinden, weil bei fortschreitender Senkung das Meer immer weiter auf dem Grundmoränengebiet vor Heide vorrückte. Und die Küste bei St. Michaelisdonn war ein stark konvexer Bogen. Der Küstenstrom nach Nordfriesland konnte sich kaum ändern, nachdem einmal eine Nehrung da war, da die Küstenform von Heide bis Bredstedt ein konkaver Bogen ist. Außerdem hatte der in die Eider setzende Strom bei weitem nicht die Bedeutung, wie die Strömungen, die ins „Elbe-Meer“ setzten, da das Eider-Becken zu Beginn der Nehrungszeit infolge hochliegender Talsandterrassen noch flach war.

Man könnte einwenden, daß die Lundener Nehrung eben nur eine einzige sei. Doch sprechen manche Anzeichen dafür, daß sie aus einer Anzahl aufeinandergeschobener Einzelwälle besteht, die von einer gemeinsamen Dünenkette oder auch mehreren Dünenketten verschiedenen Alters bedeckt sind.

Der Aufbau ist ganz ähnlich wie bei St. Michaelisdonn. Zuerst liegen steinreiche Kiese mit oder ohne marine Fauna, die nach unten allmählich in Grob- und Mittelsande übergehen. Die Mächtigkeit ist nicht immer genau zu ermitteln, da eine scharfe Trennung zwischen Mittelalluvium und dem hier teils sandigen Altalluvium nicht durchzuführen ist, doch beträgt sie mindestens 8 m. Am Innenrand liegt die Basis und Oberkante bedeutend tiefer als an der Westseite. Die einzelnen Nehrungsbildungen sind also auch hier zeitlich sehr verschieden.

Im östlichen Teil der Nehrung finden wir in den oberen Lagen das von BECKSMANN (1936) angegebene Profil wieder:

0,00—0,70	Mittelkörniger Dünensand.
0,70—1,80	Schilftorf.
1,80—2,00	Darg.
2,00—5,40	Kies und Steine, kalkfrei.
5,40—8,70	desgl. mit mariner Fauna.
8,70—14,60	Grauer, kleiiger Sand, fein bis mittel, kleistreifig.

Die Schalenfauna zeigt gegenüber St. Michaelisdonn nur geringe Unterschiede. Auch hier ist *Spisula subtruncata* die überwiegende Form, wenn auch die Wattenmeerfauna infolge des Einflusses des weniger salzigen Wassers am Ausgang des Eider-Beckens stärker hervortritt.

7. Zur Frage des Elblaufs.

Aus den vorangegangenen Tatsachen ist klar ersichtlich, daß aus den mitgeteilten Bohrergebnissen ein ehemaliger Elblauf an Dithmarschens Geestrandküste nicht abgeleitet werden konnte. Sowohl die Nehrungen wie die Marsch — abgesehen von den obersten Verlandungsschichten, deren Entstehung auf die von NAGEL angedeuteten Ablagerungsverhältnisse zurückzuführen ist, sind unter marinem Einfluß entstanden. Die Nehrungen können auch nur durch südöstlich gerichtete Strömungen entstanden sein.

8. Folgen der Nehrungsbildung.

Die Entstehung der Lundener Nehrung mit ihrer Fortsetzung in Eiderstedt, dem Lundenberger Sand bis nach Nordstrand, hatte für die erdgeschichtliche Entwicklung der Eider-Bucht schwerwiegende Folgen. Die Eiderniederung ist heute ein tiefliegendes, mooriges Gelände. Nicht, daß es etwa ein bevorzugtes Senkungsgebiet oder zur Senkung vorherbestimmt wäre! Die Lundener Nehrung machte das Eidergebiet zum Haff und verhinderte dadurch eine normale Verlandung. So sind letzten Endes die gewaltigen Maßnahmen der Eiderabdämmung und die notwendigen Kultivierungsarbeiten die Folge der eigenartigen Entwicklung während des Mittelalluviums.

9. Die strandfernen Ablagerungen des mittelalluvialen Meeres.

Kehren wir einmal zu den vom Geestrand und den Nehrungen weiter entfernt liegenden Gebieten zurück!

Am Ende des Altalluviums hatte im tiefen dithmarscher Meer die Ablagerung feinsten Sinkstoffes aufgehört, an der Geestrandküste begann das Meer die Küste anzugreifen und Sand und Kies nach Norden und Süden zu verfrachten. Während des ganzen Mittelalluviums war die See so tief, daß eine nicht unerhebliche Brandung die Verlagerung der Sand- und Kiesmassen unterstützen mußte. Es gab also keine Watten. Denn im Wattenmeere wären solche Nehrungsbildungen unmöglich gewesen. Denselben Schluß können wir auch aus der Molluskenfauna der Donnschichten ziehen, denn es wäre unvorstellbar, daß *Corbula* und *Spisula* als Leitformen ausgerechnet im innersten Winkel eines Wattenmeeres gelebt haben sollten.

Kommen wir zu dem Vergleich mit der Insel Sylt zurück! Es ist bekannt, daß außerhalb Sylt heute nicht sedimentiert wird, sondern wahrscheinlich eine Abrasion am diluvialen Kern und Sandtransport von der Mitte nach Norden und Süden stattfindet. Auch die Schalenfauna von Sylt ist ganz ähnlich.

Dieser Vergleich ist völlig zutreffend. Denn in dem heutigen Watten- und Marschengebiet Dithmarschens scheinen die den Nehrungen entsprechenden Schichten entweder ganz zu fehlen, oder sie sind nur in ganz geringen Mächtigkeiten vorhanden.

Wo überhaupt keine Ablagerung stattfand, muß die Oberfläche des altalluvialen Kleies freigelegen haben. Darauf deutet die teilweise starke Besiedlung des schwarzen Abra-Macoma-Kleis mit *Barnea candida* hin.

In anderen Bohrungen, zwischen Süderdonn und dem Adolf Hitler-Koog, sowie auf der Mittelplate, dem Bielshöven und auf Helmsand trifft man in etwa 14,0—15,0 m Tiefe, auch noch gelegentlich bei 20 m (Elbmündung) eine Ablagerung an, die aus kleiigem Grobsand bis Feinkies mit sehr viel Schalen oder fast reinem Schill besteht. Da es sich nicht um eine Einzelercheinung, sondern Verbreitung über größere Räume handelt, muß für die Entstehung dieser Schichten eine Erklärung gefunden werden, die in den veränderten hydrographischen und hydrogeologischen Bedingungen der Donnzeit zu suchen ist. Die große Anhäufung von Schalen, die Durchmischung verschiedener Faunagemeinschaften, die Beimengungen von sandig-kiesigen Stoffen, alles deutet auf Verhältnisse hin, die für das donnzeitliche Meer zutreffen.

Die Schalenfauna ist artenreich. Im Gebiet Mittelplate-Kronprinzenkoog-Helmsand kommen noch vor: *Nucula nucleus*, *Mysella bidentata*, sowie die selteneren Formen wie *Scalaria communis*, *Thracia papyracia*, *Hiatella rugosa* und *Philine aperta*, daneben aber meist häufig *Spisula subtruncata*, *Corbula gibba* und sehr häufig *Cardium edule* und *Macoma balthica*. Das Vorkommen der beiden letzten Arten deutet wohl schon auf flacheres Wasser hin, das wir am Schluß des Donn-Abschnitts im Gebiet der heutigen Niederelbe zu suchen haben.

D. Das Jungalluvium.

1. Die *Cardium*-Schichten.

Da in Dithmarschen im Mittelalluvium keine oder nur geringe Ablagerung stattfand, müssen die Sinkstoffe, die die Elbe heranbrachte, oder die auch möglicherweise schon von Ostfriesland herkamen, irgendwo gestapelt worden sein. Nach der Ansicht von Prof. K. Gripp kann das nur in der weiten Bucht des Elbe-Meeres und im heutigen Elbmündungsgebiet selbst gewesen sein. Dieser Vorgang führte schließlich zur Verstopfung der Mündungsarme, wie wir es auch vom Rhein her kennen. Der Sand schob sich also weiter heraus, und gelangte zu beiden Seiten der Elbmündung zur Ablagerung, während die feineren Teile weiter nach Norden (Norderdithmarschen, Eiderstedt, Nordfriesland) geführt wurden. Ob jedoch dieser Vorgang allein der Grund zu einem neuen Sedimentationsabschnitt gewesen ist, oder ob noch klimatische oder bisher unbekannte hydrogeologische Änderungen mitgespielt haben, wissen wir nicht.

Die Zufuhr von feinsandigen Stoffen unterband einmal die weitere Ab-
 rasion des Geestrandes, da sich die ohnehin schon flachen Strandflächen in
 Watten und Sände verwandelten, sie führte aber auch im küstenfernen Ge-
 biet, wo bisher noch Wassertiefen bis zu 15 m gewesen waren, zur schnellen
 Ablagerung von Sinkstoffen. Die Verlandung und Marschbildung im Nieder-
 elbegebiet und die Verflachung der dithmarscher Bucht, deren Folge ein Hin-
 ausschieben der Grenze Salzwasser/Brackwasser war, trugen dazu bei, daß die
 an vollen Salzgehalt und sonstige bestimmte Wassereigenschaften gebundenen
 Tiere sich in das entferntere Norderdithmarschen und Eiderstedt zurückzogen.
 Wir erkennen in den Bohrproben eine stetige Abnahme derjenigen Tiere, die
 bisher so kennzeichnend für die älteren Ablagerungen waren, wie *Nucula*,
Corbula, *Abra*, *Mysella* usw. Dafür überwiegt bald die ungleich artenärmere
 Wattierwelt mit vornehmlich *Cardium* und *Macoma*, weshalb wir das Jung-
 alluvium auch *Cardium-Schichten* nennen wollen. Diese Bezeichnung
 ist zwar nicht immer ganz richtig, da sich im Jungalluvium viel stärker ver-
 feinerte Unterschiede der Fazies-Gebiete bemerkbar machten, aber es ist
 schwer, die beiden Gegensätze — Klei in Eiderstedt, Sand in der Elbmün-
 dung — einheitlich zusammenfassen. Doch dürfte selbst im Norden der Be-
 griff anwendbar sein, da in jedem Falle diese Schicht mit einer reinen Watt-
 fauna abschließt.

Die mächtigen, sandigen Schichten des Gebietes, das unserem heutigen
 Wattenmeer in Dithmarschen entspricht, noch weiter zu unterteilen, dürfte
 nach unseren heutigen Untersuchungsverfahren ein zweckloses Unternehmen
 sein, denn erstens unterscheiden sich die Ablagerungen wenig oder überhaupt
 nicht voneinander, zweitens sind die Schichten — abgesehen von Muschelgrus
 und Foraminiferen — fast fossilleer, die Fauna ist dazu sehr gleichförmig,
 drittens haben die erdgeschichtlichen Vorgänge im letzten Jahrtausend, viel-
 leicht erst in allerjüngster Zeit, das ganze obere Alluvium bis zu 20 m Tiefe,
 also auch teilweise das Altalluvium, umgelagert, so daß von einer geordneten
 Stratigraphie und Synchronisierung der Schichten innerhalb dieses Schichten-
 verbandes nicht die Rede sein kann. Weitere Aufschlüsse kann man deswegen
 nur in dem von diesen Veränderungen nicht mehr berührten Gebiet, den in-
 neren Marschen, erwarten. Und selbst da wird es nicht immer leicht sein, weil
 Landwerden und Landvergehen immer wieder das klare Bild gestört haben.

Die *Cardium*-Schichten haben eine Mächtigkeit von 3—17 m. Petro-
 graphisch sind sie außerordentlich verschieden ausgebildet, wengleich die
 sandige Fazies in Dithmarschen zumeist stark überwiegt. Im größten Teil des
 Gebietes liegen sie in mariner Ausbildung vor, ausgenommen die Gegend von
 St. Michaelisdonn, wo es durch den Einfluß des Brackwassers der Elbe zu einer
 besonderen Entwicklung kam, auf die noch näher zurückzukommen sein wird.
 Ebenso zeigen die Bohrungen im haffartigen Eidergebiet an, daß hier die Ent-

wicklung von der rein marinen Sedimentation zur brackigen und schließlich zur organogenen Verlandung führte.

2. Die alte Marsch.

Zum ersten Mal in der Geschichte des dithmarscher Alluviums kam es in diesem Zeitabschnitt zur wirklichen Marschbildung. Der Absatz von Sinkstoffen wurde größer als die Senkung. Außerdem ließ die Senkung nach. Wenn wir nämlich das Profil von St. Michaelisdonn betrachten, erkennen wir seit der letzten Nehrungsbildung im Vergleich zur Vorzeit nur noch einen geringen Anstieg des Meeresspiegels, der im Vergleich zu den Ablagerungen dieser Zeit recht klein ist.

Die Entstehung der ersten Marsch, die wir in bestimmten Gegenden unter der heutigen Oberfläche vermuten dürfen, ist im einzelnen noch wenig geklärt. Denn da

1. die Verlandungsschichten meist sandig sind,
 2. die kennzeichnenden Pflanzenreste des Meerstranddreizacks, die SCHÜTTE zum Beispiel als wichtiges Leitfossil benutzt, fehlen,
 3. auch organogene Gesteine, wie Schilftorf, Bruchwaldtorf usw. nur örtlich verbreitet sind und deshalb eine Horizontierung nicht ermöglichen,
- sind Untersuchungen auf vergleichender Grundlage in Dithmarschen ungleich schwieriger als in anderen Gebieten, zum Beispiel an der Niederelbe oder im Weser-Jade-Gebiet.

Das Profil St. Michaelisdonn (Abb. 7) zeigt, daß sich nach der Bildung der letzten Nehrung und der Dünen dem sandig-kiesigen Strande Schichten ganz anderen Gepräges auflagern, die die Richtung zur allmählichen Verlandung deutlich widerspiegeln.

Die Verlandung, die den inneren Teil Dithmarschens umfaßte, erhielt dadurch eine besondere Richtung, daß sich weiter draußen Wattgebiete über den Meeresspiegel erhoben, die die Ablagerung der geestrandnahen Zone beeinträchtigten und schließlich niedrige Becken von der salzigen Nordsee abschlossen. In diesen stagnierte das mit der Elbe in Verbindung stehende Wasser. Aus dem Brackwassergebiet entwickelte sich ein riesiger Sumpf, aus Phragmitetum bestehend, das zunächst noch in sinkstoffführendem Wasser wuchs, sich aber bald so weit verdichtete, daß der Darg (kleiiger Schilftorf und von Schilf durchwachsener Klei) in den von der See am weitesten entfernten Gegenden in reinen Schilftorf übergang.

Zur Veranschaulichung dieser Vorgänge seien zwei Profile aufgeführt:

1. Darenwurth.

0,00—0,50	Brauner, fetter Kleiboden (Junge Marsch).
0,50—1,40	Brauner bis schwärzlicher, schwach humoser Klei, mit einer Lage von Holzkohlestückchen bei 1,20 m.
1,40—1,45	Darg, braun.
1,45—1,90	Fester, grauer, dargiger Klei.
1,90—9,50	Hellgrauer-blauer, mariner, kleiiger Sand.

Wir befinden uns hier schon im äußeren Gebiet mit stärkerer Ablagerung, während die folgende Bohrung die Verhältnisse im Innern beleuchtet:

2. Am Weg von Süderdonn nach Bentjen.

0,00—0,60	Aufgebrachter Sandboden.
0,60—0,90	Rostfleckiger, hellgrauer, feinsandiger Klei (Junge Marsch).
0,90—1,05	Darg.
1,05—1,50	Schilftorf.
1,50—1,53	Darg.
1,53—2,40	Schilftorf in Darg übergchend.
2,40—3,00	Hellblauer, durchwurzelter Klei.
3,00—3,40	Sandiger, grauer Klei mit mariner Fauna.

Ganz ähnlich war die Lage im Eidgebiet, nur daß hier die Zufuhr minerogener Stoffe in großen Gebieten noch geringer war. In den abgelegenen Teilen entstanden Restseen, die selbst heute noch nicht vollständig verlandet sind, wie der Steller See und der Mötjen-See. Als Beispiel sei die Schichtenfolge der Bohrung Schlichting (5) angeführt:

0,00—0,20	Braune Moorerde.
0,20—0,65	Schilftorf.
0,65—1,00	Grauer, weicher Klei mit Schilfresten-Darg.
1,00—1,50	Grauer, durchwurzelter Klei.
1,50—2,50	desgl., kalkhaltig, mit Polyederstruktur.
2,50—3,00	Dunkelgrauer, weicher Klei, mit Pflanzenresten, sehr wenig Mehlsand und viel Glimmer.

Der obere Teil des Jungalluviums besteht also aus Brack- und Süßwasserbildungen. An anderen Stellen ist der Schilftorf noch erheblich mächtiger. Eine Handbohrung im Krempeler Moor ergab 1,30 m Schilftorf, obgleich die oberen Schichten bereits abgebaut waren.

Während die Eidermarsch erst in jüngerer Zeit besiedelt wurde, müssen wir annehmen, daß im Gegensatz dazu in Norder- und Süderdithmarschen bereits in frühgeschichtlicher Zeit festes, siedlungsfähiges Land entstanden ist, das im Westen etwa durch die Linie Brunsbüttel—Marne—Meldorf—Oeverwisch—Hemme begrenzt ist. Diese Grenze fällt zusammen mit dem Gürtel alter Wurten, und wir dürfen annehmen, daß von hier aus, nicht vom Geestrand und der tiefliegenden Randzone, die Besiedlung Dithmarschens ausging.

Wesentlich anders als in Süderdithmarschen verlief die Verlandung in Norderdithmarschen. Hierher drang kein Brackwasser mehr hinzu, es konnten sich keine Schilfsümpfe bilden. Die Marsch ist bis an den Geestrand heran marin, mit einer Ausnahme. Der obenflächlich fette Klei geht sehr bald in sandigen und reinen Wattsand über, wie eine Bohrung bei Stelle zeigt:

0,00—0,35	Dunkelgrauer Kleiboden.
0,35—0,80	Hellgrauer, rostfleckiger Klei, mager bis fett.
0,80—2,00	Hellgrauer, sandiger Klei, mager, kalkhaltig, sehr viel Foraminiferen enthaltend.
2,00—2,30	Graublauer Sand mit viel Foraminiferen.
2,30—3,30	desgl., mit marinen Mollusken.

Dieselbe Gliederung wird fast in ganz Norderdithmarschen angetroffen: Etwa 2 m mächtige Verlandungsschichten, darunter der sogenannte Blausand, der seines Kalkgehaltes wegen gern zu Meliorationszwecken verwandt wird.

Nur ein kleines Gebiet blieb in der Verlandung zurück, die Niederung bei der Stellerburg, die heute noch zur Eider entwässert. Dazu gehört auch das Weiße Moor. Wir haben hier folgende Schichtenfolge:

0,00—1,80	Unzeretzter Sphagnumtorf.
1,80—2,30	Grastorf.
2,30—2,60	Schilftorf.
2,60—?	Grüner, fetter Klei, oben etwas dargig.

Hier verlandete also eine flache Senke auf organogenem Wege, schließlich kam es in geschichtlicher Zeit sogar zur Bildung von Hochmoor, ein Vorgang, der in der dithmarscher Marsch einzig dasteht.

Die älteste Marsch dürfte in Norderdithmarschen die Gegend um Oeverwisch, Edemannswisch, Neuenkirchen, Tiebensee usw., sowie die beiden Halligen Wesselburen und Wöhrden gewesen sein. Büsum war ursprünglich eine Düneninsel, die in dem damaligen Wattenmeer vielleicht die heutige Stelle von Trischen vertrat. Der größte Teil des Dünengeländes ist heute verdeckt. Als es nicht mehr sturmflutsicher war, wurden die Dünen durch eine große Dorfwarft künstlich erhöht. Ein Siedlungshorizont, vier Meter unter heutiger Oberfläche, verrät, daß Büsum früher besiedelt war.

Daß die oben genannten Gebiete bereits um die Zeitwende besiedelt waren, zeigen einige Fundgegenstände im vorgeschichtlichen Museum zu Heide aus Wennemannswisch und Oeverwisch aus der römischen Kaiserzeit. Leider sind die näheren Fundumstände nicht bekannt. Daß die Kenntnis von der Vorzeit bisher in Dithmarschen so gering ist, liegt aber lediglich daran, daß die Marsch Dithmarschens in der Forschung von jeher vernachlässigt worden ist und in dieser Beziehung weit hinter allen anderen deutschen Küstengebieten zurücksteht. Auf diesem Gebiet, der Frühgeschichts- und Wurtenforschung, ist noch unendlich viel zu tun. Bisher ist so wenig bekannt, daß daraus kaum Schlüsse gezogen werden können.

Wie lange die frühgeschichtliche Festlandszeit dauerte, ist nicht bekannt. Aber es scheint, daß die Landwerdung um die Zeitwende und die nachfolgende Senkung auch in allen übrigen deutschen Küstengebieten zu verzeichnen war.

3. Die junge Marsch.

Soviel ist sicher, daß die ältere Marsch später noch einmal vom Meere überflutet und mit einer mehr oder weniger starken Kleidecke überzogen wurde. Eine erneute Senkung kann nur die Ursache gewesen sein.

Das bereits vorhandene Land wurde dabei infolge der noch annähernd gleichen Ablagerungsbedingungen mehr aufgehöhht als die mit Schilfmoor erfüllten Niederungen Süderdithmarschens, in die die Flut von der Elbe her

einbrach. Die bisher benachteiligten inneren Teile Süderdithmarschens blieben es also auch in der Folgezeit. Diese Tatsache ist der Beachtung wert, denn es liegt kein zwingender Grund vor, anzunehmen, daß das heute auf etwa 0,60 m NN liegende Gebiet vor St. Michaelisdonn bei seiner späteren Bedeichung um das Jahr 1050 normal aufgehört war, das heißt wie in den äußeren Bezirken bis mindestens 0,50 m über M.H.W. Es wäre jedenfalls grundfalsch, bei der Berechnung von Senkungsbeträgen von diesen anormal entwickelten Gegenden auszugehen, die zudem wegen der beträchtlichen Unterlagen von Schilftorf auch noch der Sackung unterlagen.

4. Erste Bedeichung.

Wann der erste Deich gezogen wurde, ist nicht überliefert. Es wird die Zeit um 1050 n. Chr. angenommen. Damit wurde die junge Marsch, die in ihrer Begrenzung im wesentlichen mit der älteren zusammenfällt, für immer dem Zugriff des Meeres entzogen. Die Folgezeit ließ Watten und Inseln entstehen, die in zähem Kampf vom Menschen erobert wurden. Bis zur Gegenwart ist so ein Koog nach dem anderen gewonnen worden.

5. Landverluste?

Im Gegensatz zu den übrigen deutschen und holländischen Küstengebieten sind Landverluste in Dithmarschen stets gering gewesen. Selbst die mittelalterlichen Sturmfluten haben den hochliegenden Marschen kaum etwas anhaben können. Wohl ist ein Stück der Düneninsel Büsum verloren gegangen, andere Sandinseln draußen im Wattenmeer sind entstanden und vergangen, aber niemals sind so große Einbrüche entstanden wie etwa der Jadebusen oder die Hever. Ansichten wie die, daß festes Land bis zur Linie St. Peter—Neuwerk gereicht habe, sind unbegründet und durch nichts bewiesen. Niemals haben sich im dithmarscher Wattenmeer Spuren alten Landes gefunden, keine Siedlungsreste und sonstigen Kulturspuren sind entdeckt worden, und wer etwa in den Flugsandplatten Trischens und Blauorts alte Dünenreste vermuten möchte, dem mag entgegengehalten werden, daß unter ihnen „Leitfossilien“ des 19. und 20. Jahrhunderts gefunden wurden, nämlich Steinkohle, Schlacke und Stahldraht, auch ein Vermessungsstein gehört dazu.

6. Die Gegenwart.

Auch heute ist die Entwicklung noch nicht abgeschlossen, wenngleich sie durch den Eingriff des Menschen ein ganz besonderes Gepräge erhalten hat. Die seit nahezu 1000 Jahren betriebenen Bedeichungen, die Regulierung der Flüsse und Fahrwasser sind nicht ohne Einfluß auf die hydrogeologisch wirksamen Kräfte geblieben und haben mit zur morphologischen Umgestaltung des Elbmündungsgebietes beigetragen. Wohin die Entwicklung führen wird, wissen wir heute noch nicht. Aber die stärker als früher beobachtete Um-

lagerung und die Entstehung und Vertiefung von großen Wattströmen haben einen neuen Gesichtspunkt in das geologische Geschehen hineingetragen, der nicht unberücksichtigt bleiben darf, wenn nicht unser fruchtbarer Marschstreifen einmal gefährdet werden soll.

Als jüngste Schicht sind in unseren Watten die durch ein neues „Fossil“, *Mya arenaria*, gekennzeichneten Ablagerungen anzusehen, die wir deswegen Mya-Schichten nennen wollen. Damit soll nicht gesagt sein, daß das Auftreten von *Mya arenaria* in unserem Alluvium einen neuen Entwicklungsweg einleitet. Die durch sie ausgezeichneten Schichten stellen lediglich den jüngsten Horizont des Jungalluviums oder der Cardium-Schichten dar. Die Muschel wird erst in den letzten 100 bis 200 Jahren in unser Gebiet eingewandert sein, denn sie findet sich ausschließlich im Watt und in den jüngsten Kögen, und auch dann nur bis zu einer geringen Tiefe. Der Verfasser stimmt nicht mit den Verfassern überein, die das Jungalluvium als Mya-Zeit bezeichnen wollen.

Als jüngster Einwanderer ist *Petricola pholadiformis* Lamarck zu nennen. Diese Bohrmuschel, die seit 1896 an unserer Küste aufgetaucht ist und heute bereits die alteingesessene *Barnea candida* verdrängt, wird später einmal ein ausgezeichnetes Leitfossil abgeben. Wird sie jetzt schon bei Bohrungen in größerer Tiefe gefunden, so können wir daraus auf neuzeitliche Umlagerung schließen.

7. Die heutige Schalenfauna.

Es wurde schon erwähnt, daß die ehemals so reiche Tierwelt des Altalluviums in den nachfolgenden Zeitabschnitten allmählich verarmte. Am längsten hielt sich die Sublitoralfauna noch in Norderdithmarschen und Eiderstedt. Zu den Hauptvertretern der jüngsten Ablagerungen gehören:

- Cardium edule* L.
- Macoma balthica* L.
- Mya arenaria* L.
- Scrobicularia plana* Gm.
- Mytilus edulis* L.
- Petricola pholadiformis* Lamarck.
- Barnea candida* L.
- Hydrobia ulvae* Penn.
- Litorina litorea* L.

Aus dem dithmarscher Wattenmeer ganz verschwunden sind: *Nucula nucleus*, *Corbula gibba*, *Ostrea edulis*, *Tapes pullastra*, *Mysella bidentata*, *Montacuta ferruginosa*, *Buccinum undatum*, *Spisula subtruncata*, *Nassarius reticulatus*, während sich *Macra corallina cinerea* als Kümmerform in der Außeneider erhalten hat und *Tellina tenuis* und *T. fabula* erst jetzt ihre

besten Lebensbedingungen in den Außensänden und „Vorwatten“ gefunden haben und in manchen Jahren in ungeheurer Zahl auftreten. *Donax vittatus*, in Ostfriesland stark verbreitet, gehört bei uns zu den selteneren Formen.

V. Die Krustenschwankungen im dithmarscher Alluvium.

Die Entwicklung des dithmarscher Alluviums läßt sich ohne erhebliche Krustenschwankungen nicht erklären, und zwar war es vor allem eine abwärts gerichtete Bewegung, die, wie oben auseinandergesetzt wurde, schon im Boreal begann. Sie machte sich in unserem Gebiet zunächst durch Grundwasseranstieg bemerkbar, während die marine Transgression erst zu Beginn des Atlantikums die am tiefsten liegenden Moorflächen überflutete. Dieser altalluvialen Senkung ging während der Eiszeit und im Frühalluvium eine Hebung voraus, über deren Maß sich aber nichts Genaueres sagen läßt, da uns alle Anhaltspunkte fehlen. Sie muß aber sehr beträchtlich gewesen sein.

Aus der Niveauverschiebung des Basistorfes können wir auf eine positive Strandverschiebung während des Alluviums von mindestens 27 m in etwa 7500 Jahren schließen. Das ergibt einen Senkungsbetrag von durchschnittlich 36 cm im Jahrhundert. Da hierin aber die eingeschalteten Hebungen enthalten sind und nachgewiesen werden kann, daß dieser Betrag in den letzten 2000 Jahren bei weitem nicht erreicht wurde, muß dieser Wert zeitweilig noch ganz erheblich überschritten worden sein. Nach den unveröffentlichten, pollenanalytischen Untersuchungen von R. Schütrumpf ist das Ende des Altalluviums um 3000—4000 v. Chr. anzusetzen. Danach wäre für diese Zeit mit Senkungsbeträgen bis zu 1 m im Jahrhundert zu rechnen, womit die hochmarine Entwicklung unserer alluvialen Absätze durchaus im Einklang steht.

Es wurde bereits ausführlich erörtert, warum die brackisch-marine Basisleischicht keinen Hebungshorizont darstellt, und warum wir mit einer Unterbrechung der Senkung im Altalluvium nicht zu rechnen brauchen.

Die Senkung I (nicht gleich Senkung I bei SCHÜTTE) dauerte an bis einschließlich Ende der 3. Nehrungsbildung. Damals lag der Wasserspiegel der Nordsee etwa bei $-1,0$ bis $-1,5$ m NN, so daß die positive Strandverschiebung seit dem Frühatlantikum ungefähr 25 bis 26 m betrug.

Unmittelbar nach der 3. Nehrungsbildung muß eine Hebung eingetreten sein, denn die Dünen des Süderdonn lagern dem ehemaligen Vorstrand der Nehrung 3 auf. Der Hochwasserspiegel war also gesunken. Nehmen wir an, daß das Verhältnis der Nehrungsoberfläche zum M.H.W. dasselbe geblieben ist, so können wir aus den Bohrergebnissen eine negative Strandverschiebung um 2,00—2,50 m errechnen, denn die Hochwasserstände lagen zur Zeit der Bildung des Süderdonn um soviel niedriger. Doch kann Hebung I nicht von

langer Dauer gewesen sein, denn die nächste Nehrung liegt mit ihrer oberen Begrenzung bereits wieder höher, zeigt also an, daß in zwischen der Wasserspiegel wieder gestiegen war. Zeit und Dauer von Hebung I sind uns noch unbekannt. Es lassen sich also bisher keine Jahrhundertwerte berechnen.

Senkung II hatte nur ein geringes Ausmaß. Sie dauerte bis zur ersten Marschbildung, das heißt nach den wenigen Siedlungsresten etwa bis zum Beginn unserer Zeitrechnung. Die Oberkante dieser älteren Marsch liegt heute in ihren höchsten Gebieten etwa bei NN. Das M.H.W. war also während der Senkung II um 3,4 m gestiegen. Da wir den Beginn der Senkung noch nicht kennen, läßt sich ebenfalls ein Jahrhundertbetrag nicht ermitteln.

Dieser Zeitabschnitt wurde wiederum abgelöst durch eine negative Strandverschiebung, die wir aus der Besiedlung der ersten Marsch auf ebenem Gelände ableiten können. Wie groß der Hebungsbetrag war, wissen wir nicht, da wir die Sturmflutwasserstände aus jener Zeit nicht einmal abschätzen können. Sie werden sicherlich niedriger gelegen haben als heute, da sich die Wassermassen über die riesigen, unbedeichten Gebiete der Niederelbe verteilen konnten. Eine Hebung um 2 m scheint noch zu hoch gegriffen. Weil jede Annahme doch zu anzweifelbaren Ergebnissen führen würde, wird von irgendwelchen Berechnungen abgesehen.

Daß in nachchristlicher Zeit ein nochmaliger Meereseinbruch stattfand, der auf erneute Senkung hinweist, dürfte außer Zweifel sein. Denn in der ganzen inneren Marsch liegt mariner Klei über Brackwasserklei, Schilftorf und sogar Bruchwaldtorf. Bis zur Eindeichung um 1050 erreichte die neu abgelagerte Schicht eine Stärke bis 1,20 m. Die Landoberfläche verschob sich um mindestens 1,20 m gegen das mittlere Hochwasser, wahrscheinlich aber mehr, da der Ausgleich der vorausgehenden Hebung hinzukommt. Auf 700—800 Jahre umgerechnet würde also die Senkung immer noch 15—17 cm im Jahrhundert betragen.

Aber die Senkung III war mit dem Jahre 1050 noch nicht abgeschlossen, denn die höchsten Stellen der damals eingedeichten Marsch liegen heute etwa 20 cm unter M.H.W.; das heißt also: lagen sie damals 50 cm darüber, so hätte sich ihre Lage in 900 Jahren um 70 cm gegen das mittlere Hochwasser verschoben. Das ergibt einen mittleren Senkungsbetrag von etwa 9 cm im Jahrhundert. Allerdings ist zu bedenken, daß von diesen 70 cm ein bedeutender Betrag auf den Anstieg des M.H.W. fallen dürfte, denn seit den ersten Bedeckungen ist durch die Einwirkung des Menschen ein ganz erheblicher Stau eingetreten, so daß der tatsächliche Senkungsbetrag niedriger zu bemessen wäre. Berücksichtigen wir noch die Sackung, Abtrag durch menschliche Kultivierungsmaßnahmen usw., so kommen wir vielleicht zu einem Wert, der noch nicht einmal 5 cm im Jahrhundert erreicht.

Es ergibt sich also aus diesen Betrachtungen ein Abklingen der Krustenschwankungen, und es ist durchaus wahrscheinlich, daß sich die dithmarscher

Nordseeküste dem Ende der letzten Senkung nähert oder es bereits erreicht hat.

Die angestellten Untersuchungen sind noch lückenhaft, manche Zahl wird noch nicht ganz stimmen, aber spätere Forschungen werden die festgestellte Entwicklungsrichtung nicht mehr ändern. Wurtenforschung und Pollenanalyse werden behilflich sein, genauere Daten zu ermitteln. Vorläufig müssen wir uns mit dem Vorhandenen begnügen. Jedenfalls ist zu erkennen, daß Dithmarschen nicht zur Senkung vorherbestimmt ist. Von dieser Seite her droht der Landgewinnung keine Gefahr innerhalb der nächsten Jahrhunderte. Daß Küstenschutz auch in den in Ruhe oder Hebung befindlichen Gebieten notwendig sein kann, zeigt uns das Beispiel der Insel Sylt und braucht nicht näher auseinandergesetzt zu werden.

Gewiß gibt es in Dithmarschen Gegenden mit schwierigen Entwässerungsverhältnissen, aber das sind nicht in erster Linie Folgen der Küstensenkung, sondern anderer hydrographischer Vorgänge, wie oben auseinandergesetzt worden ist.

VI. Die Mollusken des dithmarscher Alluviums.

Tier- und Pflanzenreste sind das wichtigste Hilfsmittel, um aus den aus Bohrungen und Schürfungen gewonnenen Proben Rückschlüsse auf die zur Bildungszeit der Sedimente wirksamen Faktoren klimatischer, hydrographischer und hydrogeologischer Art zu ziehen, zur Hauptsache auch, um einen mächtigen Schichtenverband in verschiedene Unterabteilungen zu gliedern. Fast sämtliche geologischen Schichten sind nach einem Leitfossil benannt. Wenn das bisher im Alluvium wenig durchgeführt ist, so liegt das einmal am Mangel an Leitfossilien, zum andern daran, daß überhaupt kennzeichnende Vertreter der organischen Welt fehlen. Leider ist auch die Kenntnis von der Verbreitung und den Lebensbedingungen der Mollusken in unseren Küstengebieten noch so gering, und es ist daher um so dringender zu fordern, daß Beobachtungen gesammelt werden. Es sei nur auf die ausgezeichnete Arbeit des holländischen Biologen VAN REGTEREN-ALTENA hingewiesen, dessen Werk für den Alluvialgeologen eine große Hilfe bedeutet.

Wie wichtig die Mollusken für die Gliederung und die Deutung der alluvialen Schichten Dithmarschens sind, geht aus dem stratigraphischen Teil hervor. Möge die nachfolgende Zusammenstellung der Gastropoden und Lamellibranchier anregen, auch in den übrigen Gebieten der deutschen Nordseeküste die Schalenfauna zu beachten.

A. Gastropoda.

1. *Litorina litorea* (Linne 1758).

Die Strandschnecke ist im allgemeinen nicht häufig in unseren Ablagerungen. In der Strandfazies am Donn wie in den Schillagen der Bohrungen Mittelplate, Helmsand, Kronprinzenkoog, Adolf Hitler-Koog ist sie regelmäßig, aber in geringer Anzahl vertreten.

2. *Hydrobia ulvae* (Pennant 1777).
Synonyme: *Peringia ulvae* (Pennant), *Sabanea ulvae* (Pennant).
Die bekannte, heute sehr verbreitete Wattschnecke fehlt eigentlich nur in den hochmarinen Ablagerungen des äußeren Bezirks. Bei Süderdonn ist sie fast das einzige Fossil des schwarzen Kleis. In Schillagen ist sie häufig vorherrschend. Die Brackwasserart *Hydrobia stagnalis-Hydrobia ventrosa* ist bisher nirgends beobachtet worden.
3. *Natica poliana alderi* (Forbes 1838).
Die Art gehört zu den selteneren und ist bisher erst in wenigen Stücken gefunden worden. Sie ist auch heute im Wattenmeer sehr selten und wird nur gelegentlich bei St. Peter und Trischen angespült. Vielleicht handelt es sich dabei aber auch um fossile Gehäuse.
4. *Buccinum undatum* (Linne 1758).
Die Wellhornschnecke, die heute im dithmarscher Watt nicht mehr lebt, ist besonders in den Transgressionsschichten anzutreffen. Auch in größeren Schillagen kommt sie meist vor.
5. *Retusa alba* (Kanmacher 1798).
Syn.: *Retusa obtusa* Montagu 1803, *Utriculus obtusus* Mont.
Retusa obtusa kommt mit *Hydrobia ulvae* vergesellschaftet vor. Häufig tritt diese kleine Raubschnecke jedoch nirgends auf. Heute lebt sie in den inneren Wattgebieten ebenfalls mit *Hydrobia* zusammen.
6. *Philine aperta* (Linne 1767).
Diese sehr zarte Art ist im Altalluvium nicht selten. Doch sind die dünnen Gehäuse meist zerbrochen. Rezent ist sie bei uns unbekannt.
7. *Philbertia linearis* (Montagu).
Syn.: *Defrancia linearis* (Mont.), *Mangelia linearis* (Mont.).
Bisher ist nur ein vollständiges Stück in den *Corbula-Nucula*-Schichten der Bohrung Tertius I gefunden worden. Diese vollmarine Art wird man weiter einwärts auch nicht erwarten können.
8. *Clathrus clathrus* (Linne 1758).
Syn.: *Scala elathrus* (L.), *scalaria communis* (Lamarck 1819).
1 Exemplar stammt aus denselben Schichten (7).
9. *Nassarius reticulata* (Linne 1758).
Syn.: *Nassa reticulata* L.
Die in der Eemformation, auch im Alluvium Eiderstedts verbreitete Art wird in Dithmarschen recht selten angetroffen, am ehesten in den marinen Transgressionsschichten. Auch sie ist in Dithmarschen rezent unbekannt, findet sich jedoch in Nordfriesland und bei Sylt.

B. Lamellibranchiata.

10. *Nucula nucleus* (Linne 1758).
Diese taxodonte Muschel ist neben *Corbula gibba* das häufigste Fossil des marinen Altalluviums. Doch ist sie an bestimmte Fazies gebunden. In der Bohrung Kronprinzenkoog ist sie schon sehr selten, östlich davon tritt sie nicht mehr auf, während sie in Norderdithmarschen bis dicht an die Geest herangeht. Rezent ist sie aus dem Wattenmeer nicht bekannt, doch wird sie in Greiferproben nicht selten gefunden. Aufgearbeitete Exemplare finden sich im Spülsaum vom Tertius.
11. *Mytilus edulis* (Linne 1758).
Die Miesmuschel ist im Altalluvium natürlich nur in küstennahen Gebieten zu finden. Häufig ist sie in der Strandfazies und den Donn-Schichten des Mittelalluviums. Heute allgemein verbreitet.

12. *Ostrea edulis* (Linne 1758).

Die Auster ist längst aus dem dithmarscher Wattenmeer verschwunden. Auch in den älteren Schichten ist sie außer im Transgressionskonglomerat und den mittelalluvialen Schillagen recht selten.

13. *Mysella bidentata* (Montagu 1803).

Syn.: *Montacuta bidentata* (Mont.).

Diese winzige zweizahnige Muschel ist im ganzen Altalluvium, im Mittel- und unteren Jungalluvium verschieden zahlreich vertreten. Wie *Nucula* findet sie sich auf sekundärer Lagerstätte an einzelnen Stellen, wo ältere Schichten aufgearbeitet werden, so auf dem Tertius und vor Eiderstedt. Die Verbreitung ist ähnlich wie bei *Nucula*, in Strandnähe fehlt sie.

14. *Montacuta ferruginosa* (Montagu 1808).

Syn.: *Tellinmya ferruginosa* (Mont.).

Diese Art tritt mit *Mysella* zusammen auf, ist jedoch ungleich seltener.

15. *Cardium edule* (Linne 1758).

Unter den *Cardiiden* ist die gewöhnliche Herzmuschel die einzige, bisher im Alluvium Dithmarschens beobachtete Art. In den *Cardium*-*Corbula*-Schichten ist sie vorherrschend, zieht sich dann auf lange Zeit in die Elbe und in Strandnähe zurück, um erst während des Jungalluviums neben *Macoma balthica* L. die häufigste Art zu werden.

16. *Venus gallina striatula* (Da Costa 1778).

Syn.: *Venus gallina* auct. partim, *Chamaelea gallina* auct. partim.

Eine gut erhaltene Klappe stammt aus der Bohrung Tertius, sonst ist die Venusmuschel nirgends gefunden worden. Heute lebt sie bei Helgoland. An der holländischen Küste soll diese Art nach VAN REGTEREN ALTENA (1937) nicht selten sein und zwischen Kijkduin und Ijmuiden lebend vorkommen. Am Sylter Weststrand sind ihre Schalen auch nicht selten, doch mögen sie dort aus dem Eem stammen.

17. *Tapes pullastra* (Montagu).

Im Transgressionskonglomerat der Bohrung Tiebensee ist *T. pullastra* ungemein häufig. In den gleichaltrigen Schichten der Bohrung Kronprinzenkoog in 20,0 bis 22,6 m Tiefe sind mehrere Schalenbruchstücke gefunden. Sonst ist sie nicht beobachtet, auch heute lebend vor Dithmarschen unbekannt. Am Strand von St. Peter ist sie ebenfalls selten zu finden, während die Teppichmuschel am Ellenbogen auf Sylt zweifellos lebt.

18. *Petricola pholadiformis* (Lamarck 1818).

Diese seit 1896 aus Nordamerika eingewanderte Bohrmuschel hat sich in kurzer Zeit sehr stark verbreitet und ist im ganzen Wattenmeer gemein. Da sie bevorzugt den anstehenden, altalluvialen Klei besiedelt, kann sie, wenn sich die Wattströme verlagern, später auch in Bohrungen bei größerer Tiefe vorkommen.

19. *Spisula subtruncata* (Da Costa 1778).

Syn.: *Mactra subtruncata* (D.C.).

Diese Art ist kennzeichnend für die nach ihr benannten Ablagerungen des Mittelalluviums. Außer in den mehr oder weniger sandigen Uebergangsbereichen kommt sie im Altalluvium weniger vor. Heute wird sie auf den äußersten Sänden sehr selten gefunden, im Wattenmeer selbst fehlt sie.

20. *Spisula solida* (Linne 1758).

Syn.: *Mactra solida* (L.).

Diese Art tritt gegenüber *Sp. subtruncata* ganz in den Hintergrund. In allen Gebieten Dithmarschens und in allen Schichten ist sie sehr selten. Am Sylter Strand kommt sie angespült heute in ungeheuren Mengen vor.

21. *Maetra corallina cinerea* (Montagu 1803).
 Syn.: *Maetra stultorum* auct. Partim, *Maetra corallina* atlantica Bucquoy, Dautenberg et Dollfuß 1896.
 Häufiger als die vorherige Art, fehlt sie in Schillagen fast nie. Frische Schalen finden sich noch am Flackstrom, auf Trischen, Tertius, Blauort und den Sandwatten der Außeneider. Doch erreicht sie nie die Größe der ostfriesischen Stücke.
22. *Donax vittatus* (Da Costa 1778).
 Syn.: *Donax anatinum* Lamarck 1818.
 Diese schön gezähnte Art ist an lebhaftes Wasser und sandige Sedimente gebunden und meist in unserem Gebiet sehr selten. Nur in der Bohrung Mittelplate ist sie in einer Schillage von 15,5—16,0 m in ungezählten Stücken aller Größen gefunden worden. Als Aufbaustoff von Großrücken beschreibt sie Lüders aus dem Jadegebiet. In Dithmarschen kann sie jedoch nicht häufig genannt werden. Fundorte rezenter Schalen: Trischen und St. Peter.
23. *Abra alba* (W. Wood 1802).
 Syn.: *Syndosmya alba* (Wood), *Semele alba* (Wood).
 Eine häufige Art des marinen Altalluviums, in Norderdithmarschen auch im unteren Jungalluvium noch fast regelmäßig vorhanden. Im schwarzen Klei des oberen Altalluviums ist *A. alba* neben *Macoma balthica* das einzige Fossil. Die Schichten der Bohrung Mittelplate sind reich an Schalen dieser Art. Am Grunde des Neufahrwassers, der Piep und Eider werden sie aufgearbeitet und kommen deshalb häufig in Greiferproben vor.
24. *Scrobicularia plana* (Da Costa 1778).
 Syn.: *Scrobicularia piperata* (Toiret 1789).
 Im Altalluvium ist die Pfeffermuschel, die in ruhigem, flachem Wasser und kleiigen Ablagerungen lebt, nur selten, in den Schillagen der Spisula-Schichten kommt sie fast regelmäßig, wenn auch nicht häufig, vor. Erst im Jungalluvium hat sie in den Verlandungsschichten ihre Hauptverbreitung gefunden.
25. *Macoma balthica* (Linne 1758).
 Syn.: *Tellina balthica* L. *Tellina solidula* Pulteney 1799.
 Eine der gemeinsten Muscheln, im ganzen Alluvium bis auf die Corbula-Nucula-Schichten mehr oder weniger stark verbreitet. Je nach der umgebenden Ablagerung ist sie dick- oder dünnschalig.
26. *Tellina fabula* (Gmelin 1791).
 Diese zarte Form findet sich besonders in den sandigen Schichten und Schillagen der Bohrung Mittelplate, sie ist sonst seltener. Heute ist sie an der ganzen Nordseeküste bekannt und kommt gelegentlich zusammen mit *T. tenuis* in ungeheuren Mengen vor. Im Winter und Frühjahr 1937 bildeten ihre Schalen auf Trischen, Tertius, bei St. Peter und auf den ostfriesischen Inseln große Spülsäume, meist zusammen mit *Echinocardium cordatum*. In manchen Jahren dagegen sind beide Arten kaum zu finden.
27. *Tellina tenuis* (Da Costa 1778).
 In Bohrungen noch seltener als die vorige Art, heute im Außenbezirk ebenso stark verbreitet.
28. *Ensis ensis* (Linne 1758).
 Syn.: *Solen ensis* L.
 Bruchstücke dieser Art sind am häufigsten in Transgressionskonglomeraten. Heute ist die Scheidenmuschel bei uns unbekannt.

29. *Hiatella rugosa* (Linne 1767).

Syn.: *Saxicava rugosa* L.

Große Exemplare sehr häufig im Transgressionskonglomerat der Bohrungen Wöhrden, Haferwisch und Tiebensee (Abb. 2), sonst im Altalluvium nur in wenige mm großen Klappen und selten.

30. *Corbula gibba* Olivi.

Diese Art erreicht nie die Größe der im Eem vorkommenden Schalen. Trotzdem ist sie, häufig in zweiklappigen Stücken, ungeheuer verbreitet, so daß sie günstige Lebensbedingungen gehabt haben muß. Manchmal ist sie fast gesteinsbildend. Im schwarzen Klei fehlt sie fast vollkommen, wird aber in den *Spisula*-Schichten wieder häufiger.

31. *Mya arenaria* (Linne 1758).

Die Sandklaffmuschel oder Piepauster, wie sie bei Büsum genannt wird, ist heute sehr stark verbreitet. Im Wattboden ist sie nur bis zu 3 m Tiefe gefunden worden. Sie scheint erst in den letzten 100 bis 200 Jahren bei uns eingewandert zu sein, hat aber gerade in den dithmarscher Watten ihre stärkste Verbreitung gefunden.

32. *Mya truncata* (Linne 1758).

Die abgestuzte Klaffmuschel tritt nicht selten in den *Cardium-Corbula*-Schichten auf, ist auch sonst in Schillagen nicht selten. Heute fehlt sie im eigentlichen Wattenmeer, lebt aber nach WOHLLENBERG (1937) vor dem Königshafen/Sylt. Am Strand von St. Peter wird sie häufig, umgeben von Eiballen von *Buccinum*, angeschwemmt.

33. *Barnea candida* (Linne 1758).

Syn.: *Pholas candida*.

Die Bohrmuschel ist in fossilreichen Lagen anzutreffen. Sehr häufig ist sie in der Oberkante von Kleischichten, so im schwarzen Klei der Bohrung Tertius II und im Darg der Bohrung Neuenkrug. Heute droht sie durch *Petricola* verdrängt zu werden.

34. *Zirfaea crispata* (Linne 1758).

Syn.: *Pholas crispata* L.

Die große Bohrmuschel gehört zu den seltenen Arten. In groben Schillagen kommt sie gelegentlich vor.

35. *Thracia papyracea* (Poli).

Von dieser Art sind bisher nur wenige Exemplare in den *Corbula-Nucula*-Schichten gefunden worden.

V. Zusammenfassung.

An Hand von zahlreichen, durch die Forschungsabteilung Büsum unter Aufsicht des Verfassers ausgeführten Bohrungen und unter Verwendung der Ergebnisse von Rohrfestpunkten wird das bisher kaum bekannte Alluvium Dithmarschens stratigraphisch und entwicklungsgeschichtlich ausgewertet. Die Hauptergebnisse sind folgende:

1. Der voralluviale Untergrund Dithmarschens besteht zum überwiegenden Teil aus fluvioglazialen Sanden und Kiesen der jüngsten Vereisung.

2. Eemzeitliche Meeresabsätze haben südlich Lunden nicht nachgewiesen werden können.

3. Die bis zu 36 m mächtigen alluvialen Absätze werden in Früh-, Alt-, Mittel- und Jungalluvium mit Unterabteilungen gegliedert.

4. Das Alluvium Dithmarschens weicht stark von dem der übrigen deutschen und holländischen Küstengebiete ab. Alt- und Mittelalluvium liegen in vollmariner, nicht in Watt-, Brack- oder Süßwasserfazies, vor. Die Ablagerungen sind durch massenhaftes Vorkommen von *Corbula gibba*, *Nucula nucleus* und anderen marinen Mollusken gekennzeichnet.

5. Die O. JESSEN'sche Hypothese vom ehemaligen Elblauf am dithmarscher Geestränd kann angesichts der Bohrergebnisse nicht aufrechterhalten werden.

6. Ein vor Heide—Hemmingstedt gelegenes Altdiluvialgebiet ist im Mittelalluvium durch das Meer weitgehend abgetragen worden. Es hat den Baustoff zum Aufbau der Haken und Nehrungen von Lunden und St. Michaelisdonn geliefert.

7. Zum ersten Mal an der deutschen Nordseeküste wird bei St. Michaelisdonn ein Gebiet untersucht, in dem rein marine und Süßwasserabsätze (Nehrungen und Häff-Gyttja) auf engstem Raum nebeneinander liegen. Durch die in Arbeit befindliche mikrobotanische Untersuchung wird die zeitliche Verbindung der Meeres- und Süßwasserabsätze weitgehend klargestellt werden.

8. Die Untersuchung der Nehrungen ermöglicht es, auf die hydrographischen Zustände der Vorzeit Rückschlüsse zu ziehen.

9. Das SCHÜTTE'sche System von vier Senkungen und drei Hebungen läßt sich nicht auf Dithmarschen und die Elbmündung übertragen. Hier haben seit dem Frühatlantikum drei Senkungen und zwei Hebungen stattgefunden. Die erste Senkung hat ein Ausmaß von mindestens 26 m erreicht.

10. Die Krustenbewegungen klingen zur Gegenwart hin aus. Sie sind in den letzten Jahrhunderten für die Landgewinnungs- und Landeskulturarbeiten ohne schädlichen Einfluß gewesen.

11. Für die Berechnung von Senkungs- und Hebungsbeträgen sind nur normal entwickelte Gebiete mit minerogener Ablagerung heranzuziehen. Solche mit Schilftorf- und Darguntergrund sind der vielen unsicheren Punkte wegen nach Möglichkeit auszuschalten.

12. In Dithmarschen sind in geschichtlicher Zeit keine bedeutenden Landverluste zu verzeichnen gewesen. Festes Land hat zu keiner Zeit seit Beginn der altalluvialen Senkung westlich bis zur Linie St. Peter—Blauort—Neuwerk gereicht.

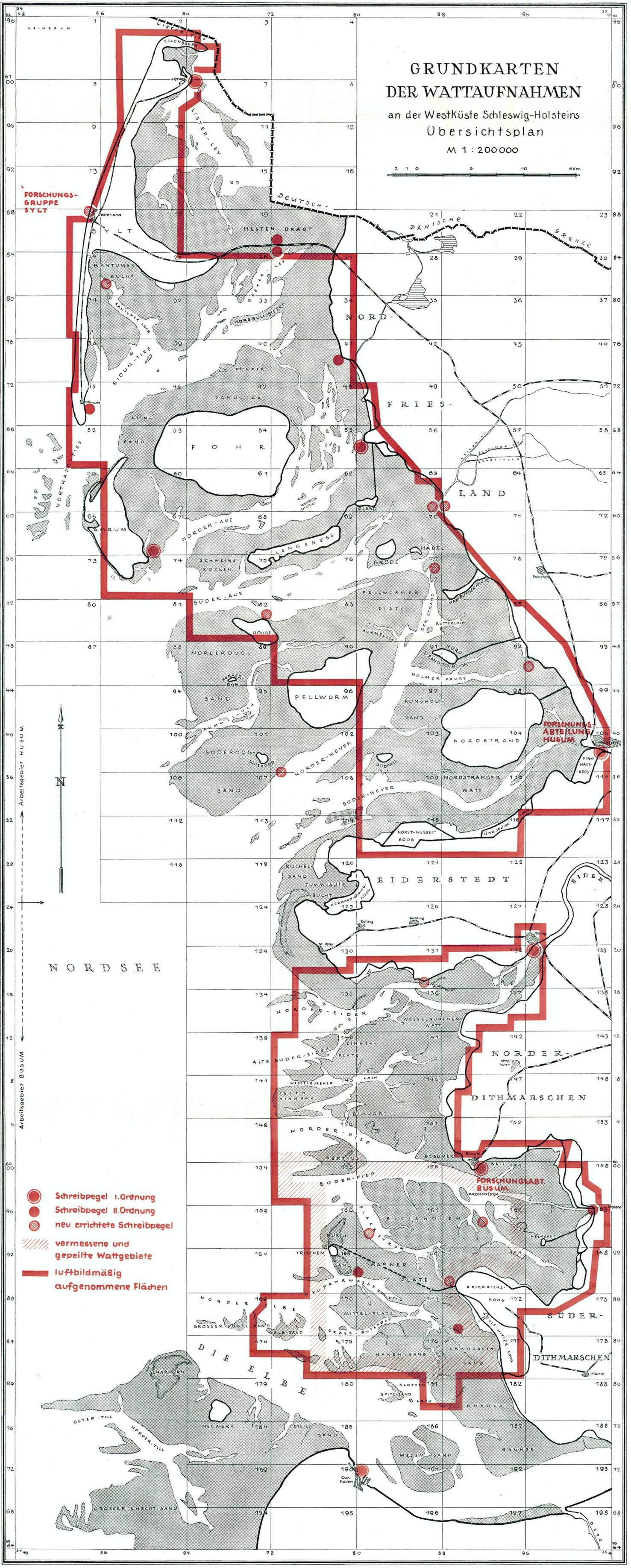
13. Es wird auf die Beachtung der Schalenfauna bei der Deutung und Abgrenzung alluvialer Schichten hingewiesen und eine Liste der im dithmarscher Alluvium vorkommenden Schnecken und Muscheln mit 35 Arten beigegeben.

Schriftenverzeichnis.

- BECKSMANN, E.: Dithmarschens Geestrand. Eine 2¹/₂ tausend Jahre alte Nehrungsküste. Dithmarschen. Heide 1936.
- BRAUN, G.: Entwicklungsgeschichtliche Studien an europäischen Flachlandsküsten und ihren Dünen. Veröff. Inst. f. Meeresk. Berlin 1911.
- BROCKMANN: Diatomeen und Schlick im Jade-Gebiet. Abhandl. Senk. Nat. Ges. Frankfurt 1935.
- DIENEMANN, W. u. SCHARF, W.: Zur Frage der neuzeitlichen „Küstensenkung“ an der deutschen Nordseeküste. Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst. Berlin 1931.
- DITTMER, E.: Vorland und Watten zwischen Steinloch und Dwarsloch. Ein Beitrag zur Kenntnis des Niederelbwatts. Archiv d. Deutschen Seewarte, Bd. 55, H. 6, Hamburg 1936.
- DITTMER, E.: Geologisch-vorgeschichtliche Untersuchungen in der Haseldorfer Marsch. Offa 2, Neumünster 1938.
- EGGERS, W.: Die Geest der Halbinsel Eiderstedt. Die Heimat, Kiel 1932.
- ERNST, O.: Zur Geschichte der Marschen, Moore und Wälder Nordwestdeutschlands IV: Untersuchungen in Nordfriesland. Frankf. a. M. 1933.
- GRIMPE, G., u. WAGLER, E.: Die Tierwelt der Nord- und Ostsee.
- GRIPP, K.: Geologie von Hamburg und seiner näheren und weiteren Umgebung. Hamburg 1933.
- GRIPP, K.: Die Entstehung der Nordsee. In „Werdendes Land am Meer“. Berlin 1937
- HECK, H.-L.: Die Eem- und ihre begleitenden Junginterglazialablagerungen bei Oldenbüttel in Holstein. Sitzungsber. d. Preuß. Geol. Landesanst. 1932.
- HECK, H.-L.: Junginterglazial und Zeitlichkeit der Trans- und Regressionen des Eem-Meeress in Schleswig-Holstein. Sitzungsber. d. Pr. Geol. L.-Anst. 1932.
- HECK, H.-L.: Palaeozoische, triassische und tertiäre Ablagerungen im südwestlichen Schleswig. Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst. Berlin 1935.
- HECK, H.-L.: Zur Verbreitung des Pliozäns in Schl.-Holst. Ztschr. d. d. geol. Ges., H. 5. 1935.
- HECK, H.-L.: Tektonische Senkungen Nordfrieslands und dennoch Landgewinnung? Ebenda, Berlin 1936.
- HECK, H.-L.: Helgoland, Gebirge unter der Marsch und sinkende Küsten. Forsch. u. Fortschritt. 1936.
- HINRICHS, E.: Der Geestrand Schleswig-Holsteins. Mitt. Geogr. Ges. Lübeck 30, 1925.
- JENSEN, K.-D.: Das Eiderstedter Alluvium. Berlin 1933.
- JESSEN, A.: Marsken ved Ribe. Danm. geol. Unders. 2, 27. Kopenhagen 1916.
- JESSEN, O.: Die Verlegung der Flußmündungen und Gezeitentiefs in jungalluvialer Zeit. Stuttgart 1922.
- KRÜGER, W.: Die Bedeutung der Alluvialgeologie und der Wurtenforschung an der deutschen Nordseeküste für die Wirtschaft. Die Kunde. Hannover 1937.
- NAGEL, J.: Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Elbmündungsgebietes. Ztschr. Ges. f. Schl.-Holst. Gesch. 54. 1924.
- NAGEL, J.: Marsch, Donn und Kleve in Süderdithmarschen. Nordelbingen 1932.
- VAN REGTEREN ALTENA, C. O.: Bijdrage tot de kennis der fossiele, subfossiele en rezenten mollusken; die op de neederlandsche stranden aanspoelen, en hunner verspreiding. Rotterdam 1937.
- SCHÜTTE, H.: Krustenbewegungen an der deutschen Nordseeküste. Aus der Heimat. Stuttgart 1927.
- SCHÜTTE, H.: Nordfrieslands geologischer Werdegang. Jahrb. nordfr. Ver. Husum 1929.
- SCHÜTTE, H.: Die Schwankungen der südlichen Nordseescholle. Die Kunde. Hannover 1937.

- WOHLENBERG, E.: Die Wattenmeer-Lebensgemeinschaften im Königshafen von Sylt. Helgol. wissensch. Meeresunters. Bd. 1, H. 1. Helgoland 1937.
- WOLFF, W.: Ueber die Bedeutung von Feinmessungen für die Erforschung der gegenwärtigen Erdkrustenbewegungen Nordwestdeutschlands, insbesondere des Küstengebietes. Z. Ges. f. Erdk., 7. Berlin 1929.
- WRAGE, W.: Das Wattenmeer zwischen Trischen und Friedrichskoog. Archiv d. D. Seewarte. 5, 48. Hamburg 1930.
- Wegen weiterer biologischer Literatur wird auf die Arbeiten von E. WOHLLENBERG und C. O. VAN REGTEREN ALTENA verwiesen.

GRUNDKARTEN DER WATTAUFNAHMEN an der Westküste Schleswig-Holsteins Übersichtsplan M 1 : 200 000



- Schreibpegel I. Ordnung
- Schreibpegel II. Ordnung
- neu errichtete Schreibpegel
- ▨ vermessene und gepeilte Wattgebiete
- ▬ luftbildmäßig aufgenommene Flächen

Arbeitsgebiet HUSUM

Arbeitsgebiet BUSUM



NORDSEE

FORSCHUNGS-
ABTEILUNG
HUSUM

FORSCHUNGSABT.
BUSUM

FORSCHUNGS-
GRUPPE
SYLT

Cux-
haven