

# Untersuchungen über den Aufbau und die Entstehung der Insel Sylt.

## I. Nord-Sylt.

Von Karl Gripp und Wilhelm Georg Simon.

### Inhalt:

I. Einleitung . . . . .	26
II. Die Schichten	
A. Die pliozänen Schichten . . . . .	27
B. Die diluvialen Schichten . . . . .	28
C. Die alluvialen Schichten . . . . .	30
1. Die grauen Meeressande . . . . .	32
2. Die gelblichen Meeressande . . . . .	32
3. Die Kleilagen . . . . .	33
D. Die Schichtenfolge . . . . .	34
III. Die Verbreitung einiger wichtiger Schichten	
A. Eem . . . . .	34
B. Talsand und Ancyclus-Torf . . . . .	35
C. Wattklei 1 und 3 . . . . .	35
IV. Die Erdgeschichte von Listland	
A. Auswertung des Bohrbefundes . . . . .	35
B. Betrachtungen zur jüngsten Erdgeschichte des Gebietes	
1. Der Haken von Listland . . . . .	44
2. Der Ellenbogen . . . . .	46
3. Die Entstehung des Königshafens . . . . .	47
V. Ergebnisse für die Erdgeschichte von Sylt . . . . .	48
VI. Ergebnisse für die Frage der Küstensenkung . . . . .	51
VII. Bisherige Anschauungen über die Geologie von Nord-Sylt . . . . .	55
VIII. Zusammenfassung . . . . .	60
IX. Verzeichnis des erwähnten Schrifttums und nachträgliche Anmerkungen . . . . .	62
X. Bohrergebnisse . . . . .	63

### **Anmerkung des Herausgebers.**

Die hier vorliegenden Aufsätze über geologische Untersuchungen in Nord- und Mittel-Sylt sind Auszüge aus amtlichen Berichten der Westküstenforschung. Sie wurden in der vorliegenden Form druckfertig im Februar bzw. April 1938 eingereicht. Wesentliche Teile ihres wissenschaftlichen Inhaltes wurden anlässlich der Tagung Nordwestdeutscher Geologen in Nordfriesland zu Pfingsten 1938 allen Tagungsteilnehmern bekanntgegeben und von diesen an Ort und Stelle in Kampen und Listland einer regen Erörterung unterworfen.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß die im größeren Rahmen der Westküstenforschung durchzuführenden geologischen Untersuchungen an eine praktische Aufgabenstellung gebunden sind. Das gestellte Arbeitsziel, durch Klarstellung des erdgeschichtlichen Aufbaues einen Beitrag für dringliche Küstenschutzmaßnahmen zu liefern, hat naturgemäß eine straffe Zusammenfassung in der Untersuchung zur Folge, die es nicht immer zuläßt, die auftauchenden Fragen auszuweiten und mit beliebig vielfältigen Mitteln erschöpfend wissenschaftlich auszuwerten. Scheint hierin eine Einschränkung vorzuliegen, so werden andererseits zur Vertiefung Hilfswissenschaften wie Pollenanalyse, Diatomeen-, Mollusken- und Foraminiferenkunde, Sedimentpetrographie und andere in weit stärkerem Maße herangezogen, als es sonst bei geologischen Erkundungen üblich ist. Es bleibt der weiteren geologischen Erforschung überlassen, die bisherigen Erkenntnisse durch neue Aufschlüsse zu ergänzen und zu vertiefen. So darf auch von dem Ergebnis der geologischen Kartierung der Insel Sylt durch die Preußische Geologische Landesanstalt, der die geologischen Untersuchungen der Westküstenforschung zeitlich vorausgingen, erwartet werden, daß zwei sich gelegentlich berührende Untersuchungen von verschiedenen Blickpunkten her und mit verschiedenen Verfahren die erdgeschichtliche Gesamterkenntnis nur vertiefen können.

## I. Einleitung.

Im Rahmen der von der Forschungsabteilung des Preußischen Marschenbauamtes Husum ausgeführten Untersuchungen über die Möglichkeit, weiteren Landverlusten auf Sylt Einhalt zu gebieten, ergaben sich zwei geologische Fragen. Die erste betrifft die Beschaffenheit des Untergrundes, besonders hinsichtlich seiner Eignung als Baugrund für Uferschutzbauten. Die zweite Frage gilt der bisherigen erdgeschichtlichen Entwicklung des Gebietes. Da Eingriffe in die natürlichen Vorgänge um so sichereren Erfolg haben, je weniger sie sich dem natürlichen Geschehen entgegensetzen, mußte die Entstehungsgeschichte der so eigentümlich gestalteten Halbinsel Listland möglichst klargestellt werden, um aus der Entstehung auf die künftige erdgeschichtliche Entwicklungsrichtung zu schließen.

Vor allem war die Frage zu klären, ob unter Listland festere Kerne säßen und wie weit und in welcher Tiefe die Grundmoräne des Roten Kliffs sich gegen Norden erstreckte. Auch mußte untersucht werden, ob Listland und Königshafen etwa früher von Meeresstraßen durchzogen worden seien. Zur Klärung dieser Fragen wurden Bohrungen von 30 bis 50 m Tiefe auf Listland, Ellenbogen und Uthörn niedergebracht.

In Gegenden, in denen schon Bohrungen anderer Dienststellen vorlagen, wurde auf weitere Bohrungen verzichtet und das von den Behörden in entgegenkommender Weise zur Verfügung gestellte Material mitverarbeitet.

Mit der wissenschaftlichen Auswertung dieser Bohrungen wurde der eine der Berichtersteller (GRIPP) betraut. Von der Forschungsabteilung des Preußischen Marschenbauamtes war der Geologe Dr. W. G. SIMON zur Verfügung gestellt worden, um die Bohrungen örtlich ständig zu überwachen. SIMON nahm an Ort und Stelle ein eingehendes Bohrprotokoll auf und ergänzte laufend einen vorläufigen Längsschnitt durch die Bohrungen, so daß die Entscheidungen über Bohrort und Bohrtiefe stets vom bisherigen Gesamtergebnis bestimmt waren. Dem Umstand, daß die Bohrungen nicht nach einem Schema, sondern nach den jeweiligen geologischen Erfordernissen verteilt wurden, ist es zu danken, daß die überraschend mannigfache Schichtenentwicklung vor dem Kampener Kliff so weitgehend klargestellt werden konnte.

Die Lage der Bohrungen ergibt sich aus Abbildung 1 und 3a, auf denen die Bohrungen der Forschungsabteilung durch ein S vor der Nummer bezeichnet sind. Gebohrt wurde von der Firma R. Stade, Heide in Holstein, mit einer Durchschnittsleistung von 4,26 m die Stunde. Zumeist wurde der Ventilbohrer verwandt und, um den Auftrieb der losen Sande zu verhindern, viel Seewasser

in das Bohrloch geschüttet. Proben wurden durchschnittlich eine je Meter entnommen. Sie werden im Bohrarchiv der Forschungsabteilung Husum verwahrt.

Die Auswertung der Bohrergebnisse für die wasserbaulichen Aufgaben geschah in einem amtlichen Bericht. Aus diesem werden hier der stratigraphische und erdgeschichtliche Abschnitt wiedergegeben, da sie für die geologische Kenntnis des deutschen Bodens von allgemeiner Bedeutung sind. In dem amtlichen Bericht war das bisherige, rein wissenschaftliche Schrifttum, der praktischen Zielsetzung entsprechend, nur in geringem Umfang berücksichtigt worden. Bei einer wissenschaftlichen Auswertung der durch die praktischen Aufgaben veranlaßten Untersuchung muß aber der in wissenschaftlicher Hinsicht gegen früher gewonnene Fortschritt und der derzeitige Stand der Erkenntnis herausgestellt werden. Deshalb sind hier die im amtlichen Bericht nicht vorhandenen Abschnitte

VII. Bisherige Anschauungen über die Geologie von Sylt  
und VIII. Zusammenfassung  
hinzugefügt worden.

## II. Die Schichten.

Die bis dahin von Nord-Sylt bekannten älteren Schichten, der Geschiebelehm und darunter der tertiäre oder genauer pliozäne Kaolinsand, verschwinden, wie Abbildung 1 und 2 zeigen, gegen Norden. Der Geschiebelehm ist schon 500 m nördlich von Kliffende nicht mehr vorhanden. Die Oberkante des Kaolinsandes ist 2 km nördlich von Kliffende erst bei 26,5 m erreicht und 2,5 km nördlich von Kliffende bei — 38,5 m NN nicht angetroffen worden. Die aus dem Kern von Sylt bekannten Schichten setzen also gegen Norden aus. Allem Anscheine nach sind sie dort abgetragen worden, was unten erörtert werden soll.

### A. Die pliozänen Schichten.

Der pliozäne Kaolinsand ist örtlich völlig ausgeräumt. Dies beweist eine von anderer Stelle ausgeführte Versuchsbohrung bei List im Mannemorsum-Tal (siehe S. 45/46); sie traf an: bis 47,2 m alluvialen Meeressand und Kies, von 47,2—48,0 m gleichkörnigen Feinsand unbekanntes Alters und von 48,0 bis 55,0 m dunkelgrauen, teils festen Feinsand mit Glaukonit und Kotballen, also marines Tertiär, und zwar ein Äquivalent des Limonitsandsteines. Im Bereich dieser Bohrung fehlt der Kaolinsand also infolge Abtragung ganz! Es sei darauf hingewiesen, daß in Bohrung S 5 diluvialer kiesiger Sand tiefer hinabreicht als die Oberkante des Pliozäns in der Versuchsbohrung Mannemorsum-Tal. Die Grenze Pliozän gegen Diluvium ist also uneben.

Über den nördlich von Kliffende erbohrten Kaolinsand ist nichts Besonderes zu bemerken, er gleicht der aus den Aufschlüssen übertage hinreichend bekannten sandig-kiesigen Ausbildung. Die für den Kaolinsand bezeichnenden Gerölle aus Milchquarz finden sich in allen jüngeren Schichten wieder. Ihr Auftreten ist daher in den Bohrprotokollen nicht besonders hervorgehoben worden.

Anstelle der abgetragenen Schichten aus Kaolinsand und Grundmoräne sind unter Listland jüngere Ablagerungen vorhanden. Von diesen jüngeren Schichten sind drei eiszeitlich, also diluvialen Alters, und die darüberliegenden nacheiszeitlich, also alluvialen Alters.

### B. Die diluvialen Schichten.

Die wertvollste Leitschicht ist hier der grüne feste Ton, der während der letzten Zwischeneiszeit von der Nordsee abgesetzt wurde. Dieser Ton wird nach dem Vorkommen im Tale des Fließchens Eem in Geldern (Niederlande) kurzweg als Eem-Ton und das Meer, in dem er entstand, Eem-Meer genannt. Der Ton ist nördlich von Bohrung S 17 in allen Bohrungen außer S 4, S 11, S 6, S 7, S 24, S 25, Mannemorsum-Tal und der Bohrung nördlich Bahnhof List angetroffen worden. In dem Gebiet der genannten Bohrungen ist er nachträglich wieder entfernt worden. Die Oberkante des Tones liegt im Norden bei 23 m, im Süden bei 19 m und 18,4 m — NN. Seine größte erhaltene Mächtigkeit beträgt 7 und 6,6 m. Dieser Ton ist der Absatz eines vollsalzigen Meeres, wie die darin enthaltenen Weichtierreste beweisen. Eem-Absätze sind vom Festlande östlich von Sylt bekannt, hier aber überwiegend sandig ausgebildet, so daß der Eem-Ton nicht aus kleiähnlichem Küstenabsatz, sondern aus Hochseeschlick herzuleiten ist.

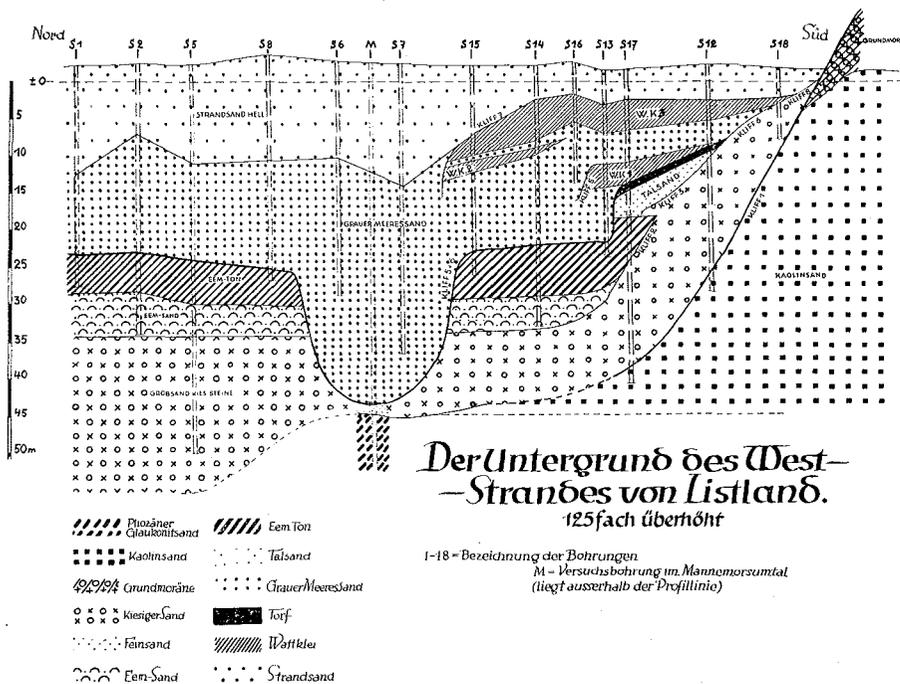
Nach der an anderen Orten in diesem Ton häufig in Gestalt von Schalen angetroffenen Muschel *Cyprina islandica* wird der Ton häufig Cyprinton genannt. Da dies Weichtier in dem unter Listland erbohrten Ton nicht gefunden wurde, soll jener Name hier nicht benutzt werden. Der Fossilinhalt des Listländer Eem-Tones ist sehr einförmig, überwiegend *Turritella*, seltener *Corbula*, noch seltener *Bittium* und *Macoma baltica*.

Der Ton wird unterlagert von 4 m feinkörnigem Sand, der Meeresabsatz ist, wie die darin enthaltenen Muschelschalen und Gerölle von Eem-Ton bezeugen. Diese Gerölle von grünem Ton beweisen, daß jener Ton schon im Strömungsgebiet des Eemsand-Meeres vorhanden war. Die Grenze gegen den darunter angetroffenen kiesigen Diluvialsand ist schwer zu ziehen; das Verschwinden der Muschelschalen und grünen Tonbröckchen ist zur Grenzziehung benutzt worden.

Der Diluvialsand ist durch die Bohrungen S 5 und S 17 eindeutig nachgewiesen. Die sandig-kiesige Serie, die in Bohrung S 5 von 35,9 m Tiefe an erbohrt wurde, zeigt von oben bis unten viel und völlig frisches nordisches

Material. Auch von S 17 hebt das Bohrprotokoll das Vorkommen nordischen Materials hervor. In Bohrung S 12 zeichnet sich eine geringmächtige Lage, 11,75 bis 12,4 m, durch hohen Gehalt an nordischem Material aus, während darunter, bis 28 m hin, Sande und Kiese folgen, die sehr arm an nordischen und reich an pliozänen Geröllen sind und rote Feldspäte nur vereinzelt enthalten. Es dürften dies die gleichen Sande sein, die auf der Sylter Geest verbreitet angetroffen werden und einen nur wenig umgelagerten pliozänen Kaolinsand darstellen, und die sich vom echten Kaolinsand durch den Mangel an fein verteiltem kaolinähnlichen Ton unterscheiden.

Da das marine Pliozän nach vorhandenen Bohrergebnissen unter Westerland—Süderende und Hörnum tiefer liegt als in der Bohrung Mannemorsum-Tal, und da ferner die Oberkante des Eem-Tones heute unter Hörnum und List in annähernd gleicher Tiefe liegt (Hörnum 16,5 m — NN, nördlich Kampen 18,4 m — NN), so kann nicht damit gerechnet werden, daß sich das Gebiet von List gegenüber dem Kerne Sylts auf tektonischer Grundlage gesenkt habe. Dies umso weniger, als die obere Grenze des Kaolinsandes, wie die Bohrungen S 18 und S 12 zeigen, flach gegen Norden einfällt. Wir haben daher in den sandig-kiesigen diluvialen Absätzen des Nord-Sylter Gebietes nicht eine abgesunkene Fortsetzung der im hochgelegenen Kern von Sylt vorhandenen und im Roten Kliff aufgeschlossenen Grundmoräne vor uns, sondern wir müssen jene



kiesigen Absätze auffassen als Absätze, die jünger sind als die Sylter Grundmoräne und einem tief in den Kaolinsand eingeschnittenen Becken eingelagert sind. Am Rand dieses Beckens scheint wenig umgelagerter Sand pliozäner Herkunft zu liegen, der Grund des Beckens aber ist mit kiesigen Sanden nordischer Herkunft angefüllt.

Wir haben hier ein anscheinend von Schmelzwässern ausgeräumtes Becken vor uns. Vielleicht waren es spätere Schmelzwässer der gleichen Vereisung, die die Grundmoräne auf dem Sylter Kern hinterlassen hat, vielleicht auch sind Schmelzwässer einer etwas jüngeren Vereisung (Warthe-Vereisung?) mitbeteiligt.

Jedenfalls ist das ausgeräumte Gebiet mit Schmelzwasserabsätzen bis hoch hinauf gefüllt worden.

Der durch die Bohrungen S 18, S 12, S 17 aufgezeigte Abfall der Grenze Diluvialsand gegen Pliozän zeigt also die Erosionskante jener Schmelzwässer gegen den aus Pliozän und Grundmoräne aufgebauten Kern Sylts auf.

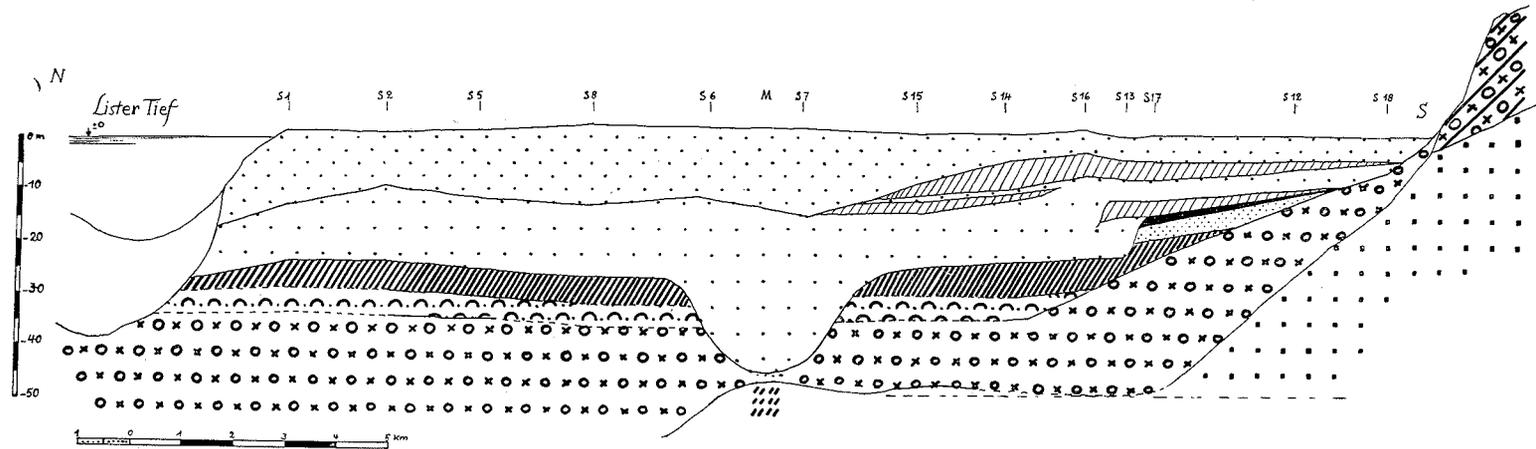
In das große Ausräumungsgebiet nördlich von Kampen ist zunächst das Eem-See eingedrungen, wie oben ausgeführt wurde. Der Eem-Ton wird jetzt weithin von grauen Meeressanden überlagert, die reich sind an typischen Eem-Fossilien, so daß man glauben könnte, es handele sich um sandige Absätze des sich infolge Hebung zurückziehenden Eem-Sees.

Aber die Bohrungen S 17 und S 23 zeigen, daß der Eem-Ton ursprünglich von dem Talsand, also den Schmelzwasserabsätzen der letzten Vereisung zugedeckt gewesen ist. Dieser Talsand, der ursprünglich im ganzen Ausräumungsgebiet nördlich von Sylt ausgebreitet lag, ist später bis auf einen ganz geringen Rest, nämlich ein rund 1,5 km breites Band nördlich und nordöstlich vom Jugendheim Vogelkoje, wieder abgetragen worden (Abb. 3b).

Der Talsand ist das jüngste diluviale Gestein des Gebietes. Er führt in seinen tiefsten Lagen Gerölle. Vielleicht gehört der in Bohrung S 12 bei 11,75 bis 12,4 m Tiefe angetroffene grobe Sand mit viel nordischem Material den Basisschichten des Talsandes an.

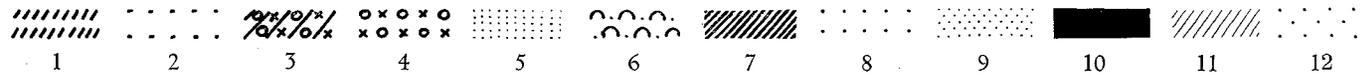
### **C. Die alluvialen Schichten.**

In den Bohrungen S 12, S 17 und S 23 ist auf dem Talsand Torf angetroffen worden. Dieser Torf entspricht dem überall im Gebiet der südlichen Nordsee unmittelbar unter den Ablagerungen der heutigen Nordsee nachgewiesenen Absätzen der frühnacheiszeitlichen Landzeit. Die drei erbohrten Torf-Vorkommen bieten die nördlichste, auf deutschem Boden zu erreichende Möglichkeit, das erste Eindringen der Nordsee in der Nacheiszeit festzulegen. Jene Vorkommen verdienen daher eingehende pollenanalytische Bearbeitung. Nach den Erfahrungen im Südgebiet ist der Torf hauptsächlich während der Ancyclus- bis frühatlantischen Zeit entstanden. Als ancycluszeitlicher Torf ist



### Schnitt durch den Weststrand von Listland

*Im Lister-Tief gibt die obere Bodenlinie die Tiefe in Richtung des Profils, die untere Bodenlinie die größte, etwas östlicher gelegene Tiefe an.*



- 1 Pliozäner Glaukonitsand
- 2 Kaolinsand
- 3 Grundmoräne
- 4 Kiesiger Sand

- 5 Feinsand
- 6 Eem-Sand
- 7 Eem-Ton
- 8 Grauer Meeressand
- M = Bohrung Mannemorsum Tal.

- 9 Talsand
- 10 Torf
- 11 Klei
- 12 Strandsand

Abb. 2. 50fach überhöht.

er in den Bohrprofilen bezeichnet worden, ohne daß damit den Ergebnissen einer näheren Untersuchung vorgegriffen sein soll.

Die nächstjüngere Schicht ist nicht der Absatz, der über dem Ancyclus-Torf liegt, sondern es sind jene Meeressande, die in Bohrung S 13 in gleicher Tiefe liegen wie in Bohrung S 17 Torf und Talsand. Die Tatsache, daß in der nur 300 m weiter nördlich als Bohrung S 17 gelegenen Bohrung S 13 Talsand und Torf fehlen und durch Meeressand ersetzt werden, und der Umstand, daß in Bohrung S 17 die Oberkante des Eem-Tones 3 m höher hinaufreicht als 300 m weiter nördlich, beweisen, daß die Nordsee hier gleich nach ihrem Eindringen ausgeräumt und ein Kliff von insgesamt rund 8 m Höhe geschaffen hat.

In dem Bohrprofile S 13 sehen wir, daß dieser Meeressand aus der Frühzeit der heutigen Nordsee von Klei überlagert wird, und daß dieser Klei den Ancyclus-Torf in Bohrung S 17 und mit dünner Decke selbst den Torf in Bohrung S 12 überzieht. Aber auf der kurzen Strecke von Bohrung S 13 nach Bohrung S 16 verschwindet dieses Kleilager plötzlich. Wir müssen daher zwischen den Bohrungen S 13 und S 16 eine weitere Erosionskante, also ein Kliff annehmen. Auch flache, sowie unter Wasser entstandene Erosionskanten werden hier, um zu vereinfachen, von der Bezeichnung Kliff mit umfaßt.

### 1. Die grauen Meeressande.

Von der in Bohrung S 16 angetroffenen Serie grauer Meeressande entspricht der obere Teil dem weiter südlich oberhalb des Kleilagers 1 gelegenen Sande, der untere Teil aber dem unter dem Klei 1 vorhandenen Meeressand. Dies beweist, daß das in 10—15 m Mächtigkeit bis zum Ellenbogen hinauf vorhandene Lager grauen Meeressandes nicht einheitlich ist, sondern einer Ineinanderschichtung verschieden alter Meeressande entspricht. Die Korngröße und deren Mischverhältnis wechselt erheblich, wie die Bohrprotokolle erkennen lassen. Eine gesetzmäßige Verteilung konnte bisher nicht erkannt werden.

Diese Sande enthalten zahlreiche, von Einfachschwefeleisen in charakteristischer Weise blaugefärbte Schalen. Sie enthalten auch in großer Menge Weichtierschalen von Arten, die nur im Eem-Meere, aber nicht in der nach-eiszeitlichen Nordsee gelebt haben. Das Vorkommen dieser Schalen auf zweiter Lagerstätte ist nicht verwunderlich, da die alluviale Nordsee nicht nur den oberen Teil der Eem-Absätze aufgearbeitet hat, sondern sich in Rinnen zum Teil ganz durch die Eem-Schichten hindurchgenagt hat, siehe die Bohrungen S 6, S 7, S 4, S 11, Mannemorsum-Tal und nördlich Bahnhof List.

### 2. Die gelblichen Meeressande.

In die Serie alluvialer Meeressande, die in Bohrung S 7 mit 38 m noch nicht durchstoßen ist, läßt sich nur ein einziger Schnitt legen. SIMON hat in Ermangelung anderer Trennungsmöglichkeiten die gelblichen Strandabsätze

von den grünlich-grauen darunter gelegenen Meeressanden getrennt. In Bohrung S 7 erreichen die oberen gelblichen Meeressande 16 m, die darunter gelegenen grauen Meeressande mit 22 m ihre größte bekannte Mächtigkeit. Da die gelbliche Farbe aus der Verwitterung der die unteren Sande grau färbenden Eisenverbindungen hervorgegangen ist, möchte man annehmen, daß es sich hier, wie so häufig bei der Rostfarbe, um eine Verwitterungserscheinung und nicht um eine Schichtgrenze handelt.

Ein Versuch, die alluvialen Meeressande nach der Zusammensetzung der Weichtierarten zu gliedern, dürfte wenig Aussicht auf Erfolg haben, da sich noch am heutigen Strande Arten des Eem-Meeres auf zweiter oder dritter Lagerstätte zwischen den rezenten Mollusken-Schalen finden. Vielleicht aber gestattet eine spätere eingehende Bearbeitung des Fossilinhaltes unter Berücksichtigung des Erhaltungszustandes gerollte Schalen von in frischem Zustand eingebetteten zu trennen und so Altersunterschiede in den Meeressanden aufzuweisen.

### 3. Die Kleilagen.

Es sind zwischen Geestkern und der durch die Bohrungen S 6 und S 7 nachgewiesenen jungen Rinne mit grauem Meeressand, kurz Blidsel-Tief genannt, drei Kleilagen vorhanden. Davon ist das tiefste Lager, das dem Ancyclus-Torf aufliegt und bis 5 m mächtig wird, in den Bohrungen S 12, S 17, S 13 und S 23 in 10—16 m Tiefe angetroffen worden.

Kleilager 2 ist in den Bohrungen S 14 und S 15 nachgewiesen, wahrscheinlich gehört auch die in Bohrung S 25 in 14—16 m u. O. erbohrte Kleilage hierher. Klei 2 fehlt im Süden. Bohrung S 16 ist niedergebracht, um zu prüfen, ob etwa Klei 2 mit Klei 1 in Verbindung steht. Die beiden Vorkommen sind aber durch zwischengeschalteten Sand vollkommen getrennt.

Klei 3 reicht vom Fuße des heutigen Roten Kliffes bis Bohrung S 15 nach Norden und keilt dann aus.

Eine Parallelisierung der Kleilagen 1—3 mit den im Priel des Königshafens von WOHLBERG beobachteten und beim Dorfe List bis 8,2 m — NN zutiefst erbohrten Kleilagen ist bisher nicht möglich. Die Kleivorkommen dort scheinen weniger einheitlich zu sein als die im Südrand des Ausräumungsgebietes vorhandenen Kleilagen 1—3. Bei den Kleilagern handelt es sich um typische Wattabsätze mit der entsprechenden einförmigen Weichtierfauna: *Mytilus*, *Litorina*, *Cardium edule* und gelegentlich *Hydrobia*.

Nördlich vom Blidsel-Tief fehlt Klei am Weststrand und am Nordstrand des Ellenbogens.

### D. Die Schichtenfolge.

Führen wir die angetroffenen Schichten in der Reihenfolge ihrer Entstehung an, so ergibt sich:

Nacheiszeit	heute	gelber Meeressand und Schlick Klei 3	} Nordsee
=		grauer Meeressand Klei 2	
Alluvium	6000 v. Chr.	grauer Meeressand Klei 1	
	frühe Nacheiszeit.	grauer Meeressand	
		Torf	Landzeit
Eiszeit	letzte Vereisung	Talsand = Schmelzwassersand	} vollsalziges Meer
=	letzte Zwischeneiszeit	Eem-Ton Eem-Sand	
Diluvium	mitteldiluviale Vereisung(en)	Diluvialkiese = Schmelzwassersande Grundmoräne	Eisabsatz
	große Lücke	in Mittel-Sylt: Marines Diluvium	
Tertiär	Pliozän	Kaolinsand Glaukonitsand mit Kotballen = Limonitsandstein	Flußabsatz  Meeresabsatz

### III. Die Verbreitung einiger wichtiger Schichten.

#### A. Eem.

Die Eem-Absätze bildeten ehemals ein über ganz Listland sich erstreckendes einheitliches Vorkommen. Durch die später eingeschnittenen Rinnen Blidsel-Tief und Uthörn-Ley (siehe Abb. 3a u. Taf. 1) sind drei voneinander getrennte Eem-Vorkommen entstanden. Das südlichste dieser drei Eem-Vorkommen beginnt etwa 2 km nördlich von Kliffende. Seine Nordbegrenzung ist durch das Südufer des Blidsel-Tiefs gegeben, das, wie die Karte erkennen läßt, in NW-SO-Richtung streicht. Auf der Karte ist daher auch die vermutliche Fortsetzung des Eem-Vorkommens nach SO angegeben. Die Nordbegrenzung des Blidsel-Tiefs ist zugleich die Südgrenze des nächst-nördlichen Eem-Vorkommens. Die kleine Einbuchtung im Nordrand des Blidsel-Tiefs, westlich des Bohrpunktes S 10 ergibt sich aus der Tiefenlage der Eem-Oberkante in den Bohrungen S 5, S 8, S 9 und S 10. Das Eem wurde an der ganzen Westküste nördlich Station XXXII und weiter östlich auf dem Ellenbogen durch die Bohrungen festgestellt.

Den Ellenbogen quert jedoch eine durch die Bohrungen S 4 und S 11 festgestellte Rinne, von uns Uthörn-Ley genannt, in der keine Eem-Schichten mehr vorhanden sind. Eine Bohrung der Bauleitung List bei der Austernfischerei auf dem Ellenbogen hat jedoch wieder Eem angetroffen, so daß ein drittes, durch die Uthörn-Rinne getrenntes Vorkommen vorhanden ist. Eine

genauere Umgrenzung der Uthörn-Rinne und des dritten Eem-Vorkommens ist bei der geringen Zahl der Bohrungen bis jetzt nicht möglich. Die Eem-Schichten erstrecken sich aber, nach Bohrungen auf Röm zu urteilen, weit nach Norden (siehe nachträgliche Anmerkungen auf Seite 62).

### **B. Talsand und Ancyclus-Torf.**

Etwa 1 km nördlich von Kliffende wurde in der Bohrung S 12 südwestlich des Jugendlagers Vogelkoje unter geringmächtigem Klei eine dünne Torfschicht über diluvialen Sanden und Kiesen ermittelt. Die gleiche Torfschicht wurde in den Bohrungen S 17 und S 23 über Talsand liegend angetroffen. Talsand und Ancyclus-Torf finden durch das nachancycluszeitliche Litorinameer-Kliff ihre Nordbegrenzung. Diese streicht von etwa 400 m nördlich Bohrung S 17 an der Westküste in östlicher Richtung bis etwa 400 m nördlich Bohrpunkt S 23 (Abb. 3b).

### **C. Watt-Klei 1 und 3.**

Von den Kleilagen ist vor allem die Verbreitung der älteren, Kleischicht 1, und der jüngsten, Kleischicht 3, aufschlußreich. Kleischicht 1 beginnt sehr geringmächtig bei der Bohrung S 12. Hier und bis zum Litorinameer-Kliff liegt Klei 1 auf Ancyclus-Torf, weiter nördlich auf marinen Sanden. Nördlich S 13 wurde die Kleilage 1 nicht mehr angetroffen. Die Nordbegrenzung von Klei 1 liegt demnach zwischen den Bohrungen S 13 und S 16 und streicht offenbar, wie die Begrenzungen der übrigen Schichten, annähernd parallel zum Südrand des Blidsel-Tiefs und zum Kampener Ostkliff (Abb. 4a).

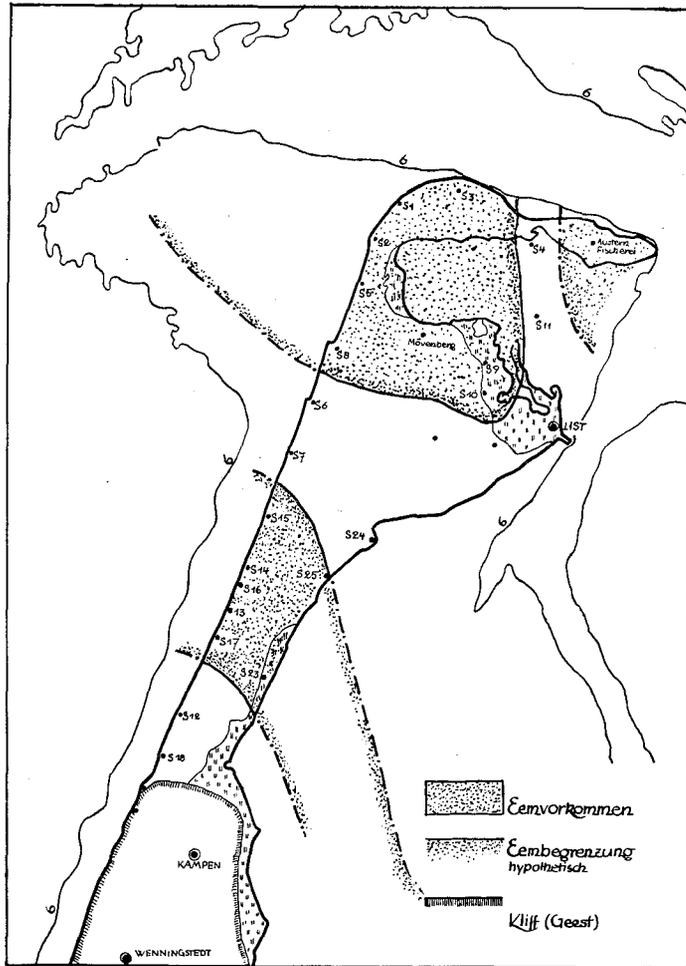
Die jüngste Kleischicht beginnt geringmächtig eben nördlich von Kliffende in der Gegend der Bohrung S 18. Sie nimmt, wie Klei 1, nach N hin an Mächtigkeit zu. Auch Klei 3 ließ sich bis an die Südbegrenzung des Blidsel-Tiefs hin nachweisen. Die Grenze verläuft ebenfalls in NW-SO-Richtung, von Station XXVIII an der Westküste bis eben südlich von Bohrung S 25 an der Ostküste. Klei 1 und 3 setzen sich wahrscheinlich in südöstlicher Richtung um das Kampener Kliff herum fort (Abb. 4b).

## **IV. Die Erdgeschichte von Listland.**

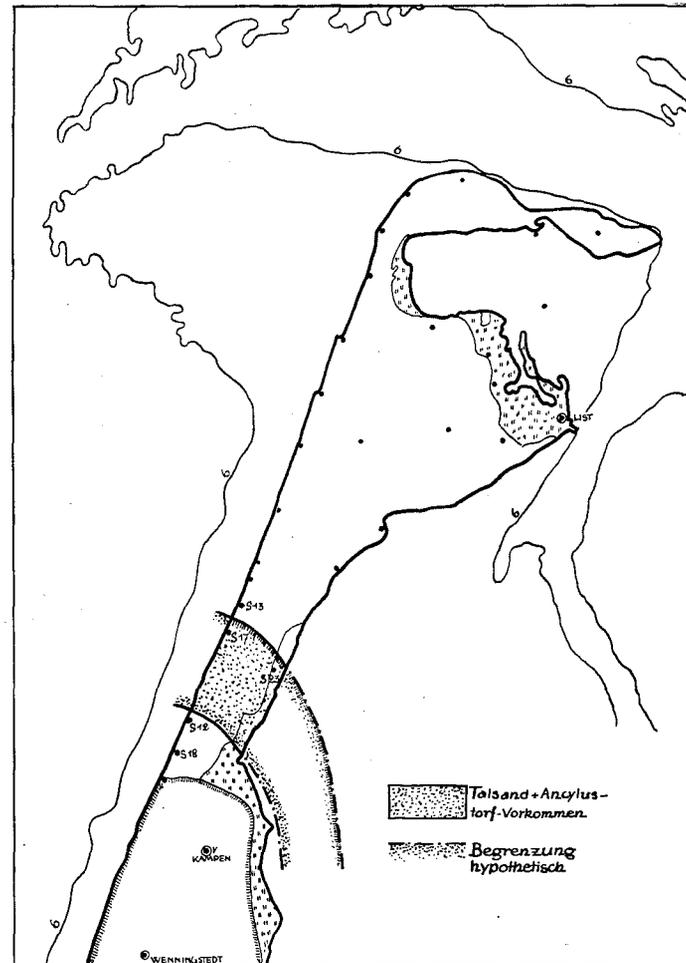
### **A. Auswertung des Bohrbefundes.**

Betrachten wir die Erdgeschichte von Nord-Sylt, wie sie sich aus den bisherigen Bohrergebnissen herauslesen läßt, so bietet sich uns zunächst dar (vgl. Tafel 1 und 2, Abb. 5 und 8):

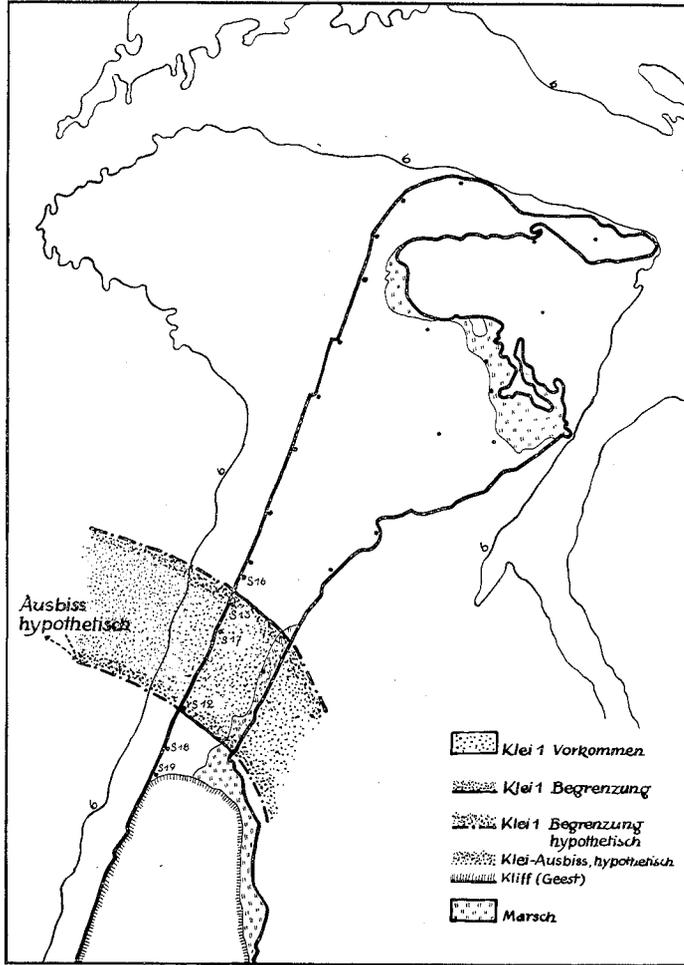
1. Weithin flach gelagerter Kaolinsand und darunter Glaukonitsand als Äquivalent des Limonitsandsteines. Es war also das Gebiet zur Zeit des Limonitsandsteines Meer und zur Zeit des Kaolinsandes, da es sich dabei um Flußabsätze handelt, Land.



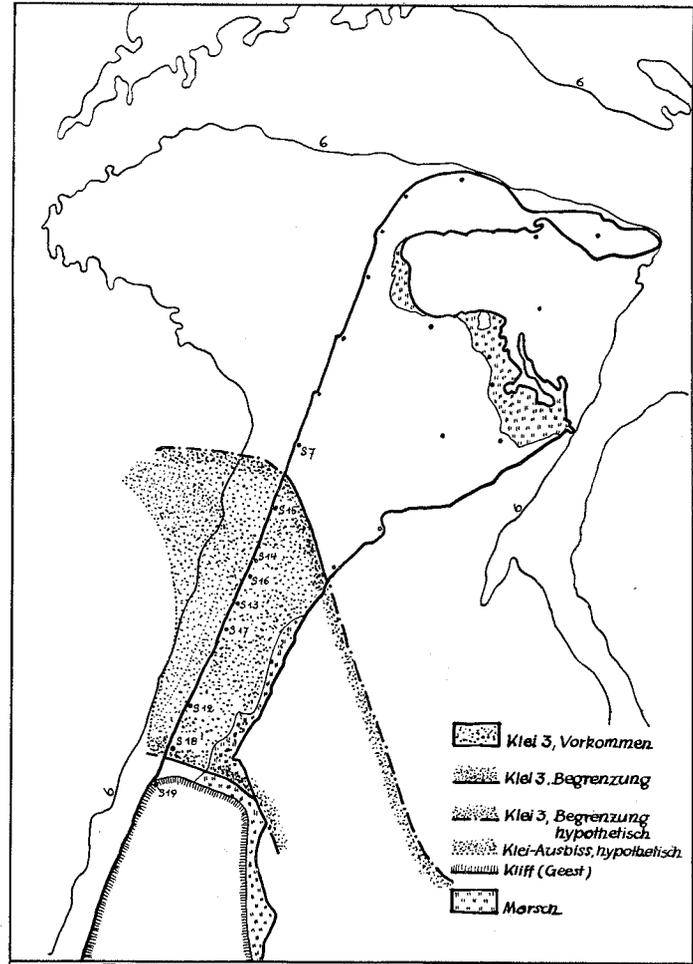
a) Die Verbreitung von Eem-Schichten unter Listland zugleich Lageplan der Bohrungen



b) Das Vorkommen von Talsand und ancyluszeitlichem Torf unter Listland



a) Verbreitung des Klei 1, in See hinaus vermutet



b) Verbreitung des Kleies 3 und sein vermuteter Ausbiss in See und die vermutliche Fortsetzung unter dem Wattenmeer

Aus der großen Zeitlücke zwischen dem Schluß der Kaolinsandbildung und der mitteldiluvialen Ausbreitung des Inlandeises sind früher Reste von Absätzen dunkler Tone mit Pflanzenspuren (? verschlepptes Marines Diluvium) unter der Grundmoräne des Roten Kliffes beobachtet, und in Süd-Sylt sind Meeresabsätze aus jener Zeit weit verbreitet<sup>1)</sup> angetroffen worden; aber davon und von der durch dieses Marine Diluvium belegten Tieflage ist in Nord-Sylt nichts nachweisbar.

Wir halten daher als nächstes fest:

2. Ausbreitung des Inlandeises und Absatz der Grundmoräne wie auf dem Geestkern (Rotes Kliff) so im ganzen Gebiet.

Da Grundmoräne und ein großer Teil des unterlagernden Kaolinsandes nördlich von Kliffende fehlen und statt dessen eiszeitlicher Grobsand und Kies bis 50 m — NN angetroffen werden, muß dort während einer Hochlage gefolgt sein:

3. Ausräumung der Grundmoräne und eines Teiles des Kaolinsandes durch Schmelzwässer der gleichen und vielleicht sogar einer späteren Vereisung, wobei der Geestkern Sylts als Erosionsrest stehen blieb und Kliff 1 entstand (Abb. 1).

Das ausgeräumte Gebiet hatte eine unebene Oberfläche (Unterschied Bohrung S 5 und Bohrung Mannemorsum-Tal) und wurde von Schmelzwasserabsätzen (Diluvialkies) aufgefüllt, und zwar anscheinend bis dicht an das heutige NN heran, denn wir finden Eem- und alluviale Nordseeabsätze gewissermaßen in diesen Diluvialkies eingesenkt<sup>2)</sup>.

Es folgt in der nächsten und letzten Zwischeneiszeit:

4. Senkung des Gebietes und Vordringen des Eem-Meeres in das alte Ausräumungsgebiet bis Kliff 2.

Während der nachfolgenden letzten Vereisung lag das Gebiet wieder hoch, denn es wurden:

5. Die Schmelzwassersande des letzten Eisvorstoßes als Talsande abgelagert. Dabei entstand bei vermutlich nur schwacher seitlicher Abtragung Kliff 3. Es folgt:

---

<sup>1)</sup> Durch die weite Verbreitung Marinen Diluviums unter der Grundmoräne im Nösse-Koog = gesamte Mittel-Sylter Marsch und durch das Vorkommen gestauchten Marinen Diluviums im Stauchmoränen-Gebiet von Morsum ist belegt, daß die Nordsee dort schon vor Absatz der Sylter Grundmoräne eingedrungen war. Die damalige Nordsee hat durch die Rinne zwischen Keitum und Archsum (Bohrung S 20 bis 22) Verbindung nach N gehabt. Näheres siehe Seite 50 u. 54.

<sup>2)</sup> Bei den kiesigen Absätzen ist nicht zu erkennen, ob sie auf einmal oder während mehrerer Vereisungen, die weiter im O endeten, abgesetzt sind. Auch ist fraglich in wie weit der höchste Teil Gehängeschutt darstellt.

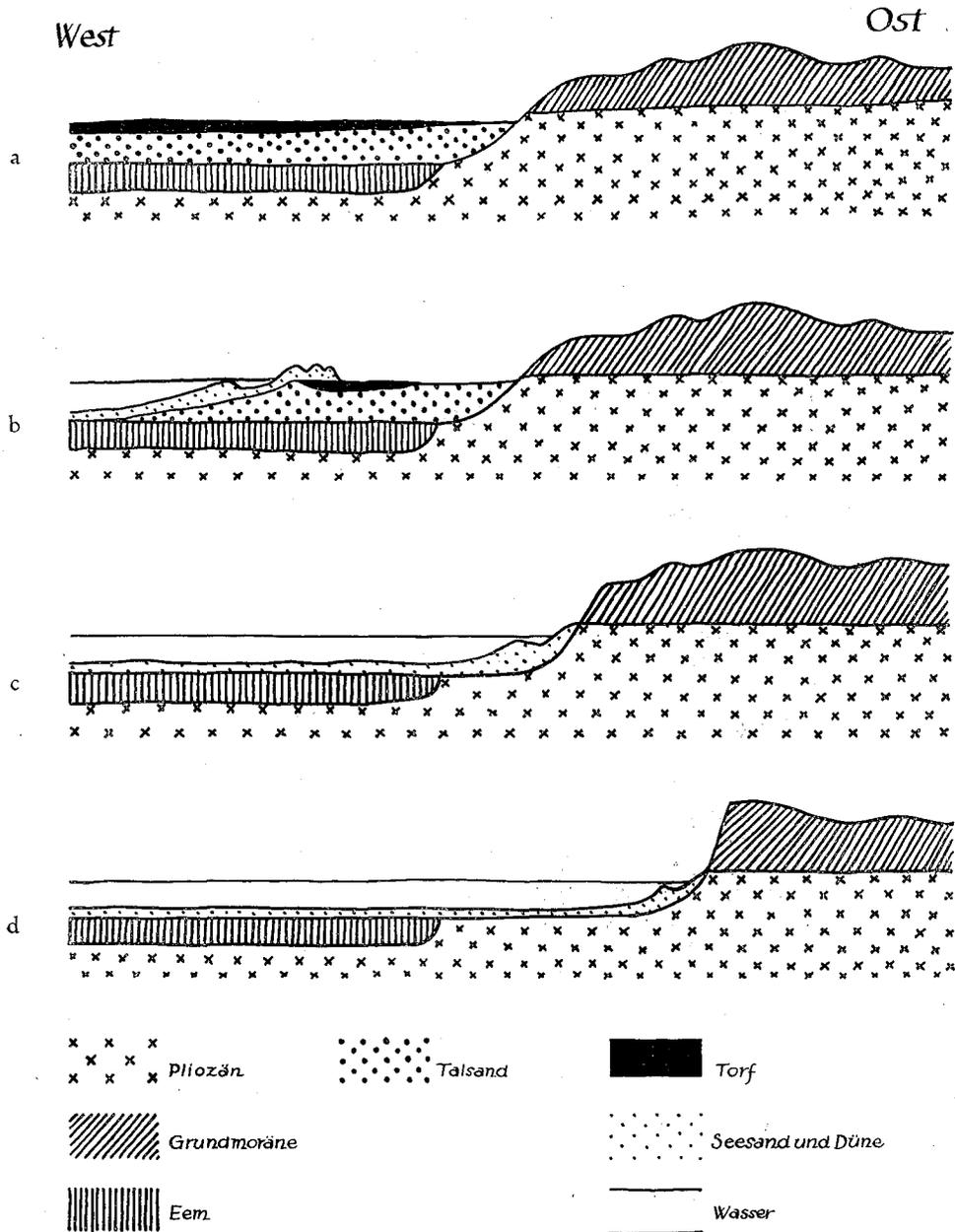


Abb. 5. Schema der Entstehung der Westküste der Sylter Geest.

- a) Talsand mit Torfdecke, aus der rechts die Geestinsel Sylt hervorragt
- b) Die Nordsee dringt vor und räumt den Talsand aus
- c) Die Geestinsel selber wird vom Meere angegriffen
- d) Heutiger Zustand an der Westküste Sylts



Abb. 6. Das Rote Kliff bei Kampen vom Flugzeug aus.

Das Kernstück Sylts, die aus Eisabsätzen, vorwiegend Grundmoräne, und darunter gelegenen losen pliozänen Sanden bestehende Platte, wird von den Meeresströmungen von W gegen O vorschreitend abgetragen. Die feinsandigen Deckschichten der Platte sind rechts im Bilde vom Winde bis auf die Grundmoräne herunter abgeweht und landeinwärts zu Dünen aufgehäuft

Höhe der Geschiebelehmplatte bis 26 m + NN      Höhe der Dünen bis 52 m + NN

Genehmigt RLM No. 12

Aufnahme Pfortner Westerland

6. Hochlage des südlichen Nordseegebietes in der frühen Nacheiszeit. Es entstanden zunächst keine Absätze, erst zuletzt, als infolge der Senkung das Gebiet in Nähe des Grundwasserspiegels kam, setzte eine starke Torfbildung ein (sog. Ancyclus-Torf), die nach Ausweis näherer Untersuchung bis in das frühe Atlantikum andauerte. Es folgte dann:
7. Allgemeine, sogenannte Litorina-Senkung und als Folge davon Eindringen der Nordsee. Der obere Teil der Eem-Absätze, Talsand und Ancyclus-Torf, wurde bis auf geringe Reste nördlich von Kliffende abgetragen (Abb. 5). Die heutige Außenkante des torfbedeckten Talsandes zeigt die Lage des ältesten alluvialen oder litorina-zeitlichen Kliffs an. In bewegter vollsalziger See wurde zunächst grauer Meeressand abgesetzt. Wo die bewegte See blieb, kam auch weiterhin grauer Meeressand zum Niederschlag. Es folgt dort als letzter Zeitabschnitt 12 (siehe unten).

Nördlich von Kliffende aber trat im Schutze eines Nehrungs-Hakens (siehe unten Seite 44)

8. eine ruhige Watt-See und in ihr eine besondere örtliche Ausbildung der Schichten auf, es wurde Klei 1 gebildet. Eine Hebung ist wahrscheinlich.
9. Vordringen bewegter See auch im Wattenmeer; wahrscheinlich Senkung, Klei 1 wird zum Teil abgetragen und so Kliff 5 gebildet.

Da Bohrung S 25 Klei 2 oder 3 — wahrscheinlich Klei 2 — aber keinen Eem-Ton angetroffen hat, dürfte das Blidseel-Tief spätestens bei diesem Vordringen des Meeres eingeschnitten worden sein. Es kann aber auch schon zu der unter 7 erwähnten ersten Senkung entstanden und bis in die nächste Senkung, bis Kliff 6, angedauert haben.

10. Hebung oder wenigstens Ausfüllung des Wattenmeeres bis zur Möglichkeit der Bildung des Wattkleies 2.

Dies Kleivorkommen ist zwar gering an Mächtigkeit, aber auch die unmittelbar vorhergehende Zeit bewegter See (Senkung) dürfte verhältnismäßig schwach entwickelt gewesen sein, da das zugehörige Kliff 5 weniger weit zurückverlegt ist als das ältere Kliff 4 (Litorina-Kliff). Kliff 5 und Wattklei 2 dürften daher ebenso zueinander gehören wie Kliff 4 und Wattklei 1. Die auffallend mächtige Sandfolge zwischen Wattklei 1 und Wattklei 2 könnte zum Teil Strandsand aus der Zeit einer Hebung während der Bildung des Wattkleies 2 sein, falls sich nicht noch verwickeltere, in den Bohrergebnissen nicht erkennbare Vorgänge abgespielt haben.

11. Erneute, vermutlich schwache Senkung führte zwar nur einen geringen Niederschlag von an Klei reichem Sand zwischen Wattklei 2 und 3 herbei. Anschließend aber kam, vermutlich bei langsamem Einsinken, die nördlich



Abb. 7. Wanderdüne Listland westlich vom Mannemorsum-Tal

Aufn. E. Wohlenberg Okt. 1935

serie ab unter Bildung des gelblichen Strandsandes, der in den meisten Bohrungen als jüngste Ablagerung angetroffen wurde. Dieses Strand-sandlager aber ist ein vorübergehendes Gebilde, nämlich das auf Transport befindliche Umlagerungsmaterial aus den an und vor der Westküste Sylts zerstörten tertiären, diluvialen und alluvialen Schichten.

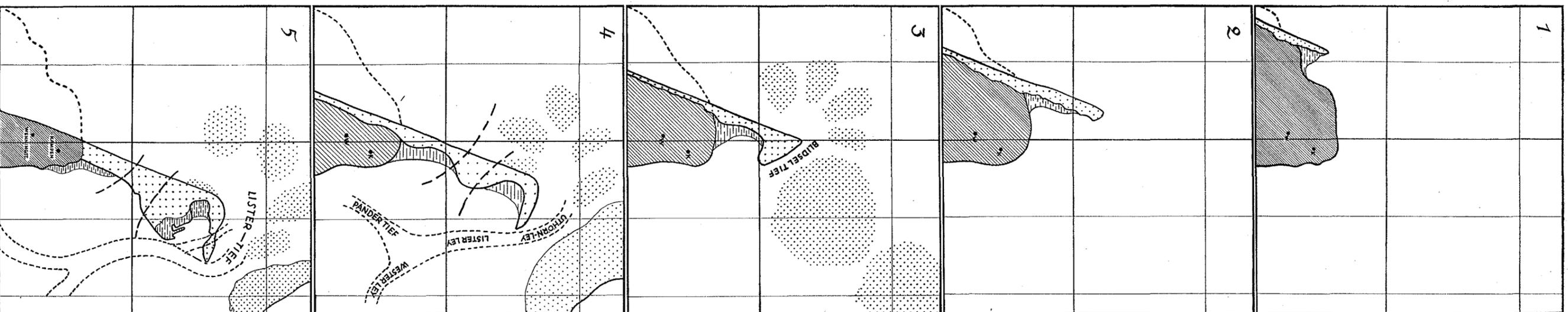
Die Auswertung der Bohrungen auf Listland zeigt somit, daß nördlich vom Kampener Kliff nicht, wie bisher allgemein angenommen wurde, tertiäre und diluviale Kerne unter Dünensand sitzen, sondern daß unmittelbar nördlich vom Kampener Kliff ein großes diluviales Ausräumungsbecken liegt, das mit jung-diluvialen und alluvialen Absätzen aufgefüllt ist. Diese Beckenausfüllung wird vor dem Weststrand Listlands in gleicher Weise abgetragen wie der Geestkern der Insel Sylt. Der von Kampen bis zum Huk geradlinig verlaufende Dünenstreifen liegt im Süden Wattabsätzen auf. Er ist in seiner Lage abhängig von dem Verlauf des Abtragungsuferes des Geestkernes und verdankt seine Entstehung der gemeinsamen Tätigkeit von Meeresströmung und Wind, das heißt: der Listländer Dünenzug mitsamt seiner Basis ist eine junge, nur wenig älteren Absätzen aufgelagerte Nehrung oder genauer, da nur einseitig an einem Landkern angeschlossen, ein Haken.

## **B. Betrachtungen zur jüngsten Erdgeschichte des Gebietes.**

### **1. Der Haken von Listland.**

Das überraschende Ergebnis der Bohrungen, nämlich daß Listland vom Kampener Nordkliff bis zum Huk eine ganz junge Aufschüttung ist, legt nahe, die Entstehungsgeschichte dieses Hakens zurückzuverfolgen. Ein Haken ist ein Strandwall mit oder ohne Dünenbildung, der von der Meeresströmung aus dem Material, das an der in Abtrag befindlichen Küste abgespült wird, in Verlängerung eines Abbruchufers in die See hinaus gebaut worden ist. In den Lister Dünen und ihrem Sockel liegt also das vor dem Roten Kliff vom Meere fortgetragene Material. Es hat aber der Geestkern ursprünglich weiter nach Westen gereicht. Noch in geschichtlicher Zeit ist der Westrand der Geest, wie besonders F. MAGER in dankenswerter Weise belegt hat, erheblich ostwärts verlagert worden. Machen wir uns die früheren Zustände klar, so ergibt sich ein Zustand, wie Tafel 1, Abbildung 1, ihn darstellt.

Wir sehen also, daß nicht nur der Rand der Geest ursprünglich weiter im Westen gelegen hat, sondern ebenso der von Dünen besetzte Haken. Vor allem aber hat nördlich von Kampen das ostwärts vom Haken gelegene



Tafel 1. Schema der Entwicklung des Listland-Hakens

Wattenmeer weiter nach Westen gereicht. Wenn der, wie oben aufgezeigt wurde, aus dem Mittel-Diluvium stammende nördliche Erosionsrand des Sylter Geestkernes nach SW verlaufen ist, wie es der Rest jenes Erosionsrandes bei Kliffende anzudeuten scheint, so hat westlich von Kampen und möglicherweise sogar westlich von Wenningstedt Watt und zeitweise sogar Marsch gelegen. Diese Marsch war gegen die offene See durch den Wall des Hakens, der mehr oder weniger mit Dünen besetzt war, getrennt. Wenn man den Verlauf der alten Erosionskante in anderer Richtung annehmen will, so hat jenes Wattenmeer beziehungsweise die daraus entstandene Marsch etwas mehr nördlich gelegen, aber Wattabsätze müssen in jedem Fall vorhanden sein. Sehen wir uns die Bohrerergebnisse an (s. Profil Abb. 1), so zeigt sich, daß schon am Schluß der Senkung, die den ersten Einbruch der alluvialen Nordsee brachte, der Wattklei 1 zum Absatz kam, also schon damals sich ein Westsee und Wattenmeer trennender Haken ausbildete. Im Bohrprofil sehen wir weiter, daß die jüngeren Kleihorizonte mehr nach Norden ausgreifen als die älteren. Hieraus kann nicht eindeutig auf eine allmähliche Verlängerung des Hakens nach Norden und eine größere Nähe infolge seiner Ostwanderung geschlossen werden. Die Strömungen des vormaligen Blidsel-Tiefs könnten zur Zeit der Bildung von Wattklei 1 diesen möglicherweise stark angegriffen beziehungsweise seinen Absatz gehemmt haben.

Das Blidsel-Tief wird der Verlängerung des Hakens nach Norden ein Ende bereitet haben. Vermutlich wird der Haken sich am Südrand des Tiefs verdickt und etwas nach Osten oder Südosten verlängert haben (siehe Tafel 1, Abb. 3). Eingehendere Vermutungen über die Gestalt dieses Vorläufers des Ellenbogens lassen sich nicht feststellen, da die Richtung der Ränder des Blidsel-Tiefs noch nicht feststeht.

Später ist dann das Blidsel-Tief verstopft worden, und das Lister Tief hat dessen Aufgabe übernommen. Es ist ungewiß, ob die beiden Tiefs zeitweise nebeneinander bestanden haben. Wahrscheinlich ist das Lister Tief ursprünglich ein Priel zwischen zwei Sänden gewesen, der erst zum Tief wurde, als das Blidsel-Tief geschlossen war. Die Zuschüttung des Blidsel-Tiefs läßt sich theoretisch wie folgt erklären. Als nach einer allgemeinen Hebung die Tideströmung schwächer war, wurde das Blidsel-Tief durch eingewehten Dünen sand oder davor entstandene Sandbänke eingeengt und versandete. Bei erneuter Senkung übernahm der nächst nördliche Wattprael die Aufgabe der Tiderinne und wurde so zum Lister Tief. Dabei kann die Uthörn-Rinne eine unmittelbare Verbindung zwischen Lister Ley—Lister Tief gewesen sein (Tafel 1, Abb. 4 und 5).

## 2. Der Ellenbogen.

Der Ellenbogen scheint zunächst auch nichts anderes zu sein als ein Haken, aufgebaut aus den am Weststrand von Listland nach Norden verfrachteten und dem aus dem Lister Tief von den starken, Ost—West gerichteten Tideströmungen ausgeworfenen Material. Am Strande wurde dieses vom Winde erfaßt und zu Reihendünen aufgehäuft. Anlässlich einer Begehung des Gebietes mit Herrn Dipl.-Ing. Hundt wurde uns dreien klar, daß der vom Wind erfaßte Sand schon zum Teil auf dem höheren Strand von Sandgräsern ein-

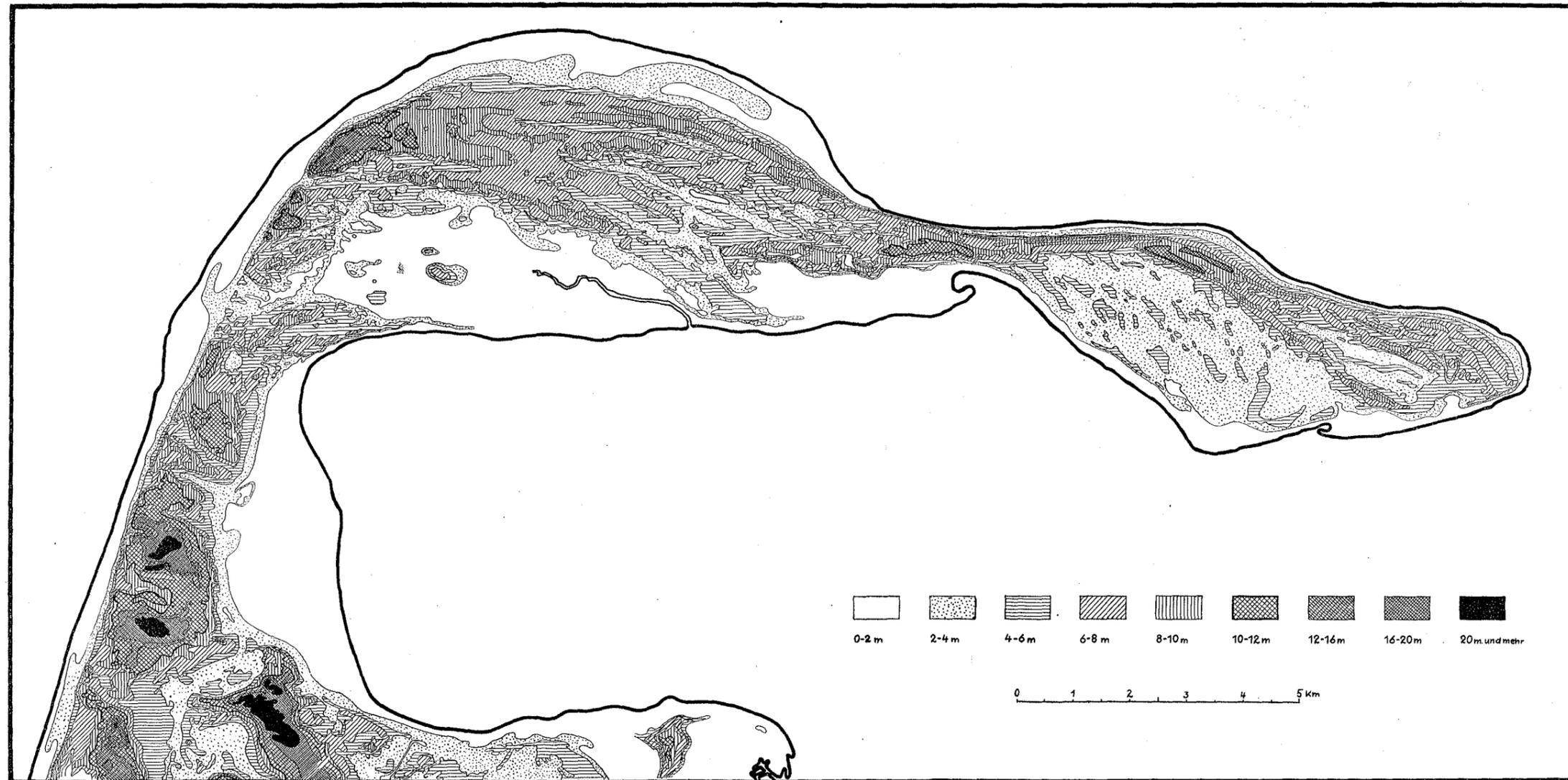


Bildarchiv Westküste. Aufn. Forschungsgruppe Sylt.

Abb. 9. Auf dem breiten Nordstrand des Ellenbogen in den letzten 6 Jahren neuentstandene Strichdüne; Hintergrund Lister Tief

gefangen wird und daß diese Embryonal-Düne parallel zum Strande in die Länge und gleichzeitig in die Höhe zur Sekundär-(Ammophila-)Düne heranwächst. Auf diese Weise entsteht eine stets begrünte, dammartige Düne parallel zum Strande des Lister Tiefs (Abb. 9). Diese lehnt sich schließlich als geschlossener Wall an die schon vorhandenen Dünenzüge an. Sie bleibt vom nächstälteren Dünenzug durch eine Senke getrennt. Das Gebiet vom Ellenbogen besteht daher aus zahlreichen, einander parallelen Dünendämmen, die nacheinander von Süden gegen Norden und Osten vorschreitend gewachsen sind (Tafel 2). Die Oberflächengestaltung bezeugt somit eindeutig die entstehungsgeschichtliche Zusammengehörigkeit von Ellenbogen und Lister Tief.

Der Ellenbogen ist langsam gegen Norden und Osten gewachsen. Hierin aber liegt eine Unstimmigkeit mit der üblichen Anwendung des Begriffes Ha-



Tafel 2. Höhengichtenkarte des Elfenbogens  
 nach der Grundkarte 1:5000 gezeichnet in der Forschungsgruppe Sylt des Preußischen Marschen-  
 bauamtes Husum  
 Der Verlauf der Dünenzüge zeigt, daß der Elfenbogen allmählich gegen Norden und Osten  
 gewachsen ist

ken, denn ein Haken wird rückwärts verlagert, entsprechend dem Rückwandern des Landes, von dem er ausgeht. Die Dünenzüge und die Höhengschichtenkarte (Tafel 2) des Ellenbogens zeigen jedoch, wie auseinandergesetzt wurde, das Gegenteil. Daher ist der Ellenbogen streng genommen kein selbständiger Haken, sondern das verbreiterte Ende des Listland-Hakens. Da dieser vom Lister Tief gehindert wird, gegen Norden zu wachsen, verlängert er sich nach Norden und Osten gleichzeitig. Das Wachstum nach Osten dürfte zunächst nur bis an das durch die Bohrungen nachgewiesene ehemalige Uthörn-Ley gereicht haben. Erst nachdem dieses aus nicht erkennbaren Gründen gesperrt war, und das Lister Ley den Tidestrom in seinen so auffallend geknickten Lauf übernommen hatte, dürfte der östlich von der Einschnürung gelegene Teil des Ellenbogens allmählich hinzugekommen sein.

Der Listland-Ellenbogen-Haken ist also in vier Abschnitten entstanden.

### 3. Die Entstehung des Königshafens.

Nachdem wir vorstehend Listland und Ellenbogen als einen annähernd Nord-Süd und Ost-West verlaufenden Haken kennen gelernt haben, bleibt die Entstehung des Königshafens beziehungsweise der großen Breite des Lister Hakens westlich vom Dorfe List zu untersuchen. Dies so auffallend breite Dünengebiet ist auch nichts anderes als über jungalluvialen Wattabsätzen zusammengewehter Strandsand. Es fragt sich aber, warum hier mehr Sand angehäuft liegt als weiter südlich und weiter nördlich. Um dies verstehen zu können, müssen wir das Gesamtbild betrachten. Vom Abbruchufer des Sylter Geestkernes aus verfrachten die allgemeine Meeresströmung, der vorherrschende Südwest-Wind und die daraus entstandene Meeresströmung sowie der Küstenversatz der Brandung den Sand gegen Norden. Diese drei Kräfte arbeiten in gleicher Richtung von Westerland bis auf die Höhe von Blidseel. Hier aber wird die bisherige gleichsinnige Einwirkung der Strömungen auf den Sandtransport gestört. Im Landtief werden bei einlaufendem Flutstrom die Verhältnisse für den Sandtransport ähnlich sein, wie weiter südlich an der Küste. Aber bei auslaufendem Wasser ist die Strömung am nördlichen engen Ende des Landtiefs stark gebündelt und daher sehr tragfähig; am südlichen, erheblich breiteren Ende aber läßt die Tragkraft nach, und der Sand bleibt mehr oder weniger lange liegen. Sicherlich wird ein Teil dieses Sandes in irgendeiner Form zur Vermehrung des Sandes am Strande des Hakens beigetragen haben. Damit hatte der Wind Gelegenheit, hier mehr Sand aufzunehmen als weiter nördlich oder weiter südlich. Diese vermehrte Sandzufuhr kann zu der größeren Dünenanhäufung geführt haben und somit die Ursache zu der auffallenden Breite des Dünengebietes südlich vom Königs-

hafen sein. Wenn das verbreiterte Dünengebiet heute weiter südlich reicht als das Landtief, so ist das kein Hindernis für die oben vermutete Herkunft der betreffenden Sandmassen, da die Barre des Lister Tiefs und mit ihr das Südende des Landtiefs früher sicherlich weiter südlich gereicht haben.

Möglicherweise ist aber auch noch eine andere Herkunft jener Sandmassen mit in Betracht zu ziehen. Während der Tidestrom vom Blidseel-Tief unmittelbar in das Lister Tief übergegangen sein dürfte (S. 44), müssen die Sandmassen der Barre, die einstmals vor dem Blidseel-Tief lag, allmählich nach Norden verfrachtet sein. Man kann sich vorstellen, daß die Sandmassen des südlichen Teiles dieser Barre zeitweise zu verstärkter Sandanhäufung an der Küste und damit zu der erwähnten großen Breite jener Dünen geführt haben<sup>1)</sup>.

Diese aus morphologischen und erdgeschichtlichen Erwägungen gewonnene Deutung von Ellenbogen und Listland gibt ohne jede Schwierigkeit eine Erklärung für die Entstehung des Königshafens, nämlich den einer Aussparhohlform. Zwischen dem breiten Lister Dünengebiet im Süden und dem durch das Lister Tief in seiner Lage bestimmten Ellenbogen im Norden liegt noch ein unverschütteter Rest jenes Wattenmeeres, das sich innerhalb des Hakens befand.

## V. Ergebnisse für die Erdgeschichte von Sylt.

Nachdem der Aufbau und die theoretischen Ueberlegungen Listland als einen riesigen Haken kennen gelehrt haben, und nachdem diese Anschauung durch das sehr frühe Vorkommen von Wattklei nördlich vom Kampener Kliff vollauf bestätigt wird, fragt sich jetzt, welche Deutungen diese Auffassung für das übrige Sylt gewährt.

Betrachtet man die Hörnum-Halbinsel im Kartenbild, so leuchtet ohne weiteres ein, daß es sich auch hier um einen an die Sylter Geest angesetzten Haken handelt, der aber von einer gegen Süden gerichteten Strömung, also gegen Brandung und Wind, aufgeworfen ist<sup>2)</sup>. Dieser Haken trifft auf das Vortrapptief, aber der Zusammenstoß erfolgt im spitzen Winkel, so daß es nicht zur Ausbildung eines Äquivalentes des Ellenbogens kommt. Die geringe Verdickung des Südendes des Hörnum-Hakens mag einerseits mit einem Stau der Sandwanderung an der Westküste zusammenhängen, andererseits kommt wohl vom Vortrapptief seitlich aufgeworfener Sand hinzu.

<sup>1)</sup> Siehe auch S. 60.

<sup>2)</sup> Der Untergrund ist aber ganz anders aufgebaut als unter Listland.

Wichtigen Aufschluß aber gewährt die Vorstellung eines langsam im Maße des Zurückweichens der Geest von West gegen Ost gewanderten Hörnum-Hakens. Innerhalb dieses Hakens hat sich im Winkel mit der hier sanft abfallenden Geest Watt und dann Marsch gebildet. Es ist die Marsch von Steidum, Munkmarsk und Eidum. Verlängern wir die heutigen Verhältnisse, sanfter Geestabfall, vorgelagerte Marsch und den früher die Südermarsch schützenden Deich gegen Westen, so bekommen wir folgendes schematische Bild:

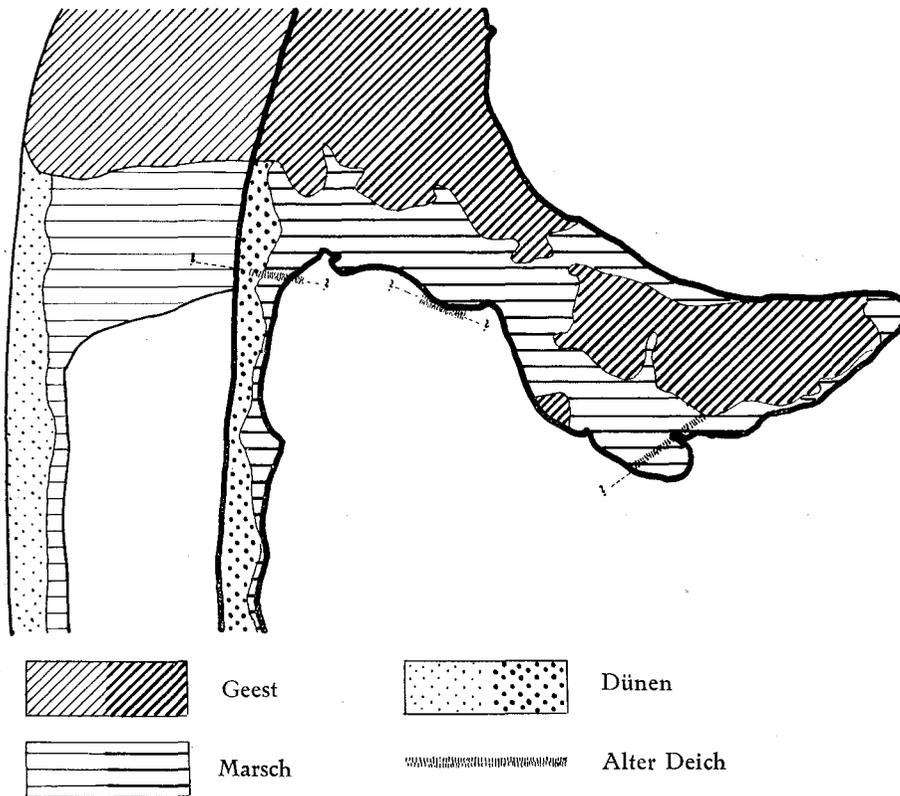


Abb. 10. Schema der Sylter Marsch aus einer Zeit als die Küste noch weiter westlich lag

Der Deich wird an den Strandwall des Hakens angeschlossen haben. In dieser Marsch und wahrscheinlich auf dem unmittelbar daran anschließenden, sehr niedrigen Geesthügel werden die Orte gelegen haben, deren Untergang geschichtlich belegt ist (Eidum).

Hier ist auch die Gelegenheit, Stellung zu nehmen zu dem viel erörterten Bericht HANS KIELHOLT's (F. MAGER, S. 140—153). Dieser Bericht über Zustände und Ereignisse von 1434—36 macht einen durchaus glaubwürdigen Ein-

druck, nur muß man sich von der Deutung L. MEYN's, die auch F. MAGER vertritt, freimachen, daß das von KIELHOLT erwähnte Ufer Limonitsandstein gewesen sei (dit Land Silt hadde ant West/Ende by de Sehe eenen Ouer, velkes de Buren de Bank noemed, de wass brun und harde, gelick als Iser und twar wenn men darup mit eenem Hammer geschlagen hefft, is et da van affgesprungen also Rust van Isern).

MEYN und MAGER wußten nicht, daß der Limonitsandstein des Morsumkliffes vom Eise aufgequetscht in einer Stauchendmoräne sitzt, sie wußten auch nicht, daß der Limonitsandstein des Morsumkliffes der Abtragung bei Sturmfluten nur geringen Widerstand leistet, wie es die Sturmfluten im Herbst 1936 zeigten. Jenes Gestein ist nicht durchgehend fest, sondern harte Stellen wechseln mit lockeren, und wenn der lockere Sand ausgewaschen ist, stürzt das Limonitsandsteinkliff schnell zusammen. Wirklich fest sind nur dünne unzusammenhängende Teile.

Hinzu kommt, daß sich keine geologische Vorstellung finden läßt, die den unter dem heutigen Sylt mehr als 50 m tief gelegenen losen Glaukonitsand, der zur Hauptsache erst bei der Verwitterung durch Rost verkittet wird, als schmalen Streifen westlich von Sylt auftauchen ließe. Die Vorgänge, die die Limonitsandsteinbänke vom Morsumkliff aufgerichtet haben, sind örtlich beschränkt. So zeigten früher die großen Aufschlüsse im Eisenbahneinschnitt und im Jahre 1937 die Sandentnahme für den Deichbau Nösse, daß auf der Südseite der Morsum-Geest Limonitsandsteinlagen schon nicht mehr vorhanden sind. Dort saß in Schuppen aufgepreßter umgelagerter Kaolinsand.

Wir sind auch keineswegs auf den Limonitsandstein angewiesen, um den Bericht KIELHOLT's verstehen zu können. Braun und hart wie Eisen ist auch Ortstein, und wenn man auf diesen schlägt, spritzt brauner Sand wie Rost vom Eisen davon. Sehen wir in der „Bank“ einen podzolierten Sandwall, also einen alten, verheideten Strandwall, so haben wir ein Bild vor uns, das vollkommen in das Bild der damaligen Zeit paßt. An einen verheideten Strandwall und nicht an verheidete Dünen möchten wir auch deswegen denken, weil KIELHOLT sich wundert, daß nach der plötzlichen Ueberflutung und dem Untergang des Landes (vermutlich Marschland) sich Sand am Ufer des Wassers so häufig sehen läßt, und zwar „grote Humpels also Höuve hope“ (Heuhaufen). Wären verheidete Dünen vorhanden gewesen, so wäre die Heuhaufengestalt der neuen Dünen wohl weniger auffallend gewesen.

Es möchte auf den ersten Blick scheinen, daß ein größerer podzolierter Sand- oder Strandwall wenig zu dem Bilde paßt, das wir uns von dem westlich gelegenen Vorläufer des heutigen Hörnum-Hakens machen müssen. Jedoch zeigt sich in den letzten Jahren immer deutlicher, daß H. SCHÜTTE weitgehend recht hat, wenn er einen mehrfachen Wechsel von Hebung und Senkung während der Alluvialzeit für die deutsche Nordseeküste annimmt. Die drei Kleihorizonte nördlich von Kampen sagen für unser Gebiet vermutlich

Aehnliches aus. Wenn ein Haken, der sich von der Sylter Geest gegen Süden erstreckte, von der allgemeinen Landhebung betroffen wurde, so hörte das Meer zunächst auf, ihm weiteren Sand zuzuführen oder gar ihn umzulagern. Das Meer mußte nach der Hebung zunächst weiter draußen die See vertiefen und so das Gleichgewicht zwischen Strömung, Wellenhöhe und Wassertiefe wieder herstellen. Während dieser Zeit, da die See vor dem Haken noch flach war, lag dieser ruhig da, konnte bewachsen und podzolieren.

Ruhe herrschte am Haken, bis die See wieder voll gegen die Küste drängte, entweder, weil sie sich inzwischen wieder bis an den Fuß des Hakens hin eingetieft hatte oder weil eine allgemeine Senkung ihr das Vordringen erleichtert hatte. Diese Zeit der Wiederaufnahme von Umlagerung und Abtragung des bis dahin ruhenden Strandwalles hat KIELHOLT anscheinend erlebt. Der Deich dürfte bei einer Sturmflut dort gebrochen sein, wo seine schwächste Stelle war, nämlich dort, wo er an den Strandwall anschloß. Die Marsch geriet unter Wasser, „Vehle wurden verdrenket“ und das Grundgemäuer von der Kirche, an der KIELHOLT's Vater Pastor war, „steidt nu tagelikets twei Vaden deep mit Wather“. Damals ist der Strandwall wieder in Bewegung geraten. Dünen häuften sich auf, wie oben aus KIELHOLT's Schilderung erwähnt wurde. Das Süd-Sylter-Marschland, das möglicherweise zur Zeit einer Hebung oder wenigstens Ruhelage des Gebietes, als das Meer durch flachen Grund von der Küste ferngehalten wurde, leicht einzudeichen gewesen war, konnte nicht zurügewonnen werden als die See wieder mit voller Kraft gegen Sylt andrängte. Erst 1937, also nach 500 Jahren, wurde der östliche, am 11. Oktober 1634 endgültig verloren gegangene Rest jener Marsch dem weiteren Eingriff des Meeres entzogen.

## VI. Ergebnisse für die Frage der Küstensenkung.

Von Auf- und Abbewegung einer Landoberfläche in vergangenen Zeiten sind gewöhnlich keine Spuren erhalten, es sei denn, daß der betreffende Ort bei seinen Bewegungen durch den Meeresspiegel hindurchgegangen ist. Wenn ein Ort auf einem Lande sich von 70 auf 20 m Meereshöhe gesenkt hat, so ist das später an nichts zu erkennen; aber wenn ein Ort der Oberfläche in der Nähe des Meeres von 10 m über auf 10 m unter dem Meeresspiegel gesunken ist, so haben Abtragung, Umlagerung und erneuter Gesteinsabsatz einen so scharfen Schnitt in der Schichtenfolge hervorgerufen, daß jene Senkung der Erdkruste unter sonstigen günstigen Umständen auch später zu erkennen bleibt.

Ein Passieren des Meeresspiegels finden wie in dem Profil des Untergrundes von Listland fünfmal, nämlich:

1. Pliozäner Glaukonitsand — Kaolinsand
2. Eem über Diluvialkies
3. Talsand über Eem
4. Klei 1 über Talsand
5. Heutige Dünen über Strandsand.

Hiervon beruhen die Durchgänge 1 und 5 vermutlich nicht auf Vertikalbewegungen der Erdkruste, sondern die Ausfüllung eines flachen Meeres mit Flußabsätzen ließ bei 1 ein nur wenig über den Meeresspiegel aufragendes flaches Küstenland entstehen. In Fall 5 erleben wir heute, daß der Wind Strandsand zu einem Dünenland anhäuft.

In den Fällen 2—4 aber haben wir einen Durchgang durch den Meeresspiegel infolge Auf- und Abbewegung vor uns. Nicht in Nord-Sylt, aber in dem Gebiet von Marsch und Wattenmeer südlich von der Sylter Geest (Nösse Marsch und Rantum Bucht) kommen zwei weitere Durchgänge durch den Meeresspiegel hinzu. Auf den Landabsätzen des Kaolinsandes liegt dort das Marine Diluvium und darüber die auf dem Lande vom Eise hinterlassene Grundmoräne. Die Unterkante jener Meeresabsätze liegt zwischen — 10 und über — 50 m NN und das höchste erhaltene Vorkommen bei — 3 m NN.

Die heutige Höhenlage der übrigen genannten früheren Meeresspiegel ergibt sich aus den Profilen.

Bei den nachfolgenden Betrachtungen wird angenommen, daß der Meeresspiegel stets die gleiche Höhe wie heute innegehabt habe. Dies ist sicherlich nicht der Fall gewesen, denn einmal wurde während der Eiszeit soviel Wasser dem Meere entzogen, daß der Meeresspiegel allgemein tiefer lag, zum andern müssen gemäß den im Laufe der Zeiten sich entsprechend Form und Tiefe der Nordsee ändernden Gezeitenverhältnissen Tidenhub und Küstenstau gewechselt haben. Dies gilt besonders für die Zeit des Vordringens der Nordsee nach Süden während der Nacheiszeit und des Durchbruches der Straße von Calais. Es ist aber heute noch nicht möglich, Zeitpunkt und Ausmaß dieser Meeresspiegelschwankungen zu erkennen. Daher müssen sie außer Ansatz bleiben, und es soll deshalb für die nachfolgenden Erörterungen angenommen werden, die Lage des Meeresspiegels sei stabil. Es ist dann der Senkungsbetrag der Erdkruste

seit dem Pliozän,	also seit rund 2 000 000 Jahren	50 m insgesamt,
seit dem Ende des Marinen		
Diluviums,	also seit rund	750 000 Jahren 3 m insgesamt,
seit dem Eem-Meer-Ende,	also seit rund	100 000 Jahren 20 m insgesamt,
seit dem Talsand-Ende,	also seit rund	20 000 Jahren 12 m insgesamt.

Die Tatsache, daß das Gesamtausmaß der Senkung seit Ende des Marinen Diluviums geringer ist als seit der weniger weit zurückliegenden Zeit der Endabschnitte von Eem-Meer und Talsand bezeugt, daß Hebungen zwischen

den einzelnen Abschnitten liegen. Solche Hebungen sind im Abschnitt V dieses Aufsatzes aus der Schichtenfolge abgeleitet worden.

Es zeigt sich somit, daß, über weite Zeiträume gesehen, das Sylter Gebiet sich mehrfach auf- und abbewegt hat, und daß diese Bewegungen im Endbetrug eine sehr schwache Gesamtsenkung des Gebietes ergeben.

Für die Frage der heutigen Küstensenkung muß die seit der letzten Landzeit eingetretene Senkung näher betrachtet werden. Diese letzte Landzeit ist durch den Torf, der auf dem Talsand liegt, gekennzeichnet. Seine Oberfläche liegt heute in Bohrung S 17 rund 15 m — NN. Ein solcher Torf kommt weit verbreitet als Unterlage der ersten Nordseeabsätze vor. Es kann aber nicht



Aufnahme Gripp

Abb. 11. Totes alluviales Kliff im Nordosten von Kampen  
Vordergrund jüngere Marsch, hinten rechts die Dünen des Listland Hakens

erwartet werden, daß das ganze Land damals mit Torf bedeckt war. Vielmehr dürfte das Torfwachstum begünstigt gewesen sein dadurch, daß mit dem Absinken des Landes und entsprechendem Ansteigen des Meeresspiegels der Grundwasserstand immer höher wurde. Dadurch trat an früher trockenen Orten Wasser aus, und dies vermoorte. Ein mehr oder weniger breiter Moorgürtel wird also das Meer in jeder Höhenlage umgeben haben, genau wie die heutigen Geestgebiete bis 4 und 5 m über NN bis vor kurzem vermoort waren, bevor der Mensch störend eingriff. Bei pollenanalytischer Untersuchung jener alten, aus der Ancyclus- und der frühen atlantischen Zeit stammenden Torfe entspricht das einzelne Pollendiagramm einer nur geringen und häufig nur einer an sich belanglosen Zeitspanne. Wenn man die Dauer jener Senkung richtig erfassen will, kommt es daher darauf an, daß die höchsten Torflagen der westlichsten mit den höchsten Torflagen der östlichsten erreichbaren, während der gleichen Senkungsperiode noch eben untergetauchten Vorkommen miteinander verglichen werden.

Dasselbe gilt für die jüngeren, zumeist bronzzeitlichen Torfe, die zum Beispiel in Süd-Sylt unter dem Klei liegen. Eine eingehende pollenanalytische Untersuchung an geeigneten Orte sorgfältig genommener Proben wird aller

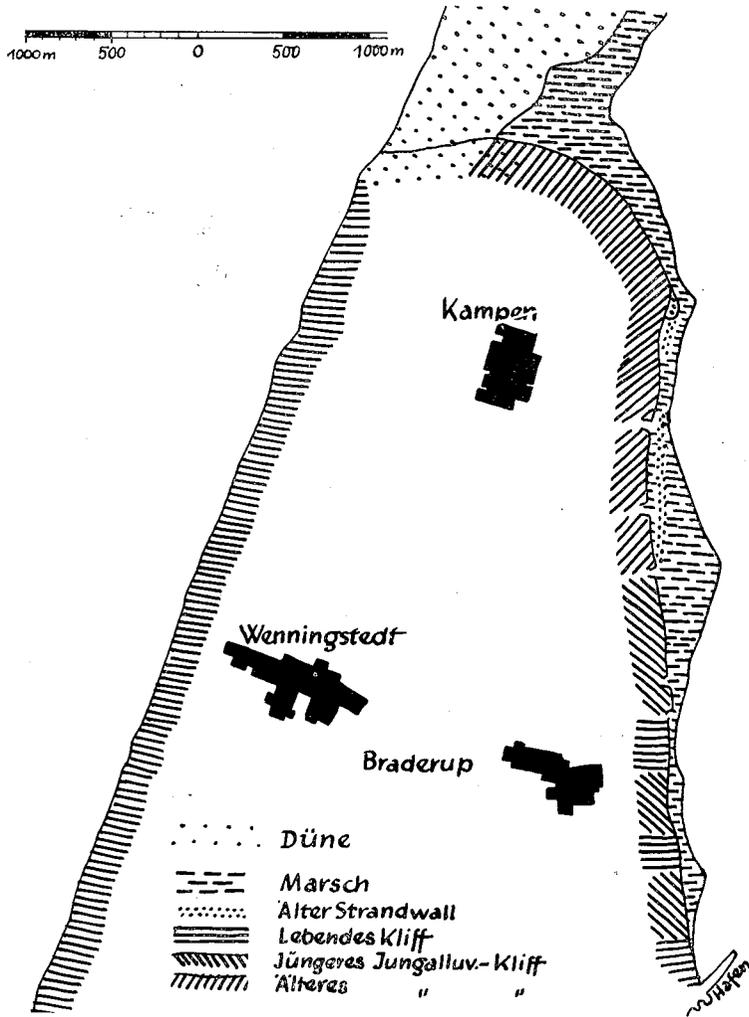


Abb. 12. Die verschieden alten Kliffs in Nord-Sylt

Wahrscheinlichkeit nach bisher ungeahnt genauen Aufschluß über die Dauer und vielleicht sogar Erstreckung der einzelnen nacheiszeitlichen Senkungszeiten der deutschen Nordseeküste ergeben.

Das Profil von Listland hat jüngere Torfe nicht angetroffen. Der Wechsel von Kleilagen und Sand läßt aber darauf schließen, daß auch hier nicht ein gleichmäßiges Absinken, sondern Hebung und Senkung abwechselnd aufge-

treten sind. Entkalkte Kleie mit Wurzellöchern, also alte Marschoberflächen, sind nicht beobachtet worden. Wenn man aber von der Voraussetzung ausgeht, daß jene Kleiabsätze in ruhigem flachen Wasser, die durchgehenden Lagen von rein marinen Sanden aber in bewegterem, also tieferen Wasser zum Niederschlag gekommen sind, so lassen sich aus dem alluvialen Profil nördlich vom Kampener Kliff mit Sicherheit zwei Zeiten der Hochlage (Wattklei 1 und 3) und jeweils vorher zwei Zeiten bewegterer See herauslesen. Bei Wattklei 2 ist fraglich, ob er von Wattklei 3 durch eine Zeit der Senkung getrennt ist, oder ob der zwischen Wattklei 2 und 3 lagernde kleireiche Sand nur einer Strömungsverlagerung seine Entstehung verdankt (siehe oben S. 18).

Ob den Kleilagen Hebungen entsprechen, die anderenorts zur Trockenlegung, also Marschwerdung des Gebietes führten, lassen die Bohraufschlüsse nicht erkennen. Jedenfalls scheint der Wechsel von Meeressand und Klei anzuzeigen, daß auch die nacheiszeitliche Senkung nicht einen einzigen Senkungsvorgang, sondern einen Wechsel von Hebung oder Stillstand und Senkung darstellt. Auf die Frage, ob wir heute auf Listland mit Hebung oder Senkung zu rechnen haben, sagen die Bohrungen nichts aus. Jedoch ist das Kliff östlich von Kampen bis zur Sturmflutgrenze herunter mit Heide bewachsen, und außerdem wird es hier heute durch Strandwälle und einen Marschstreifen vor den Einwirkungen des Meeres weitgehend geschützt\*) (Abb. 12). Das Kliff ist also den Angriffen des Meeres, durch die es einstmals entstand, entzogen: es ist tot. Dies aber schließt aus, daß hier in den letzten Jahrhunderten eine den Betrag der Anshlickung überwiegende Absenkung stattgefunden hat.

## VII. Bisherige Anschauungen über die Geologie von Nord-Sylt.

Da die vorstehenden Untersuchungen in Nord-Sylt nicht aus wissenschaftlichem, sondern aus praktischem Anlaß angestellt worden sind, wurde in dem Bericht, aus dem die vorstehenden Abschnitte einen Auszug geben, auf eine Auswertung des Schrifttums kein Gewicht gelegt und dieses infolgedessen kaum beachtet. Hier aber möge nachträglich eine kurze Uebersicht gegeben werden über das, was früher schon von einzelnen Forschern mehr oder weniger richtig gesehen oder gedeutet worden war.

Die grundlegende Arbeit über den Aufbau und damit die Erdgeschichte Sylts ist L. MEYN's Kartierung (1876). MEYN hat Zusammensetzung, Verbrei-

---

\*) Das Tal, das östlich des Leuchtturmes herunterkommt, durchbricht den Strandwall nicht. Das Tälchen, das östlich des Buddah-Steines (Denkstein der Karten) herunterzieht, hat sein Unterende durch Meeresabtragung verloren, ist also ein hängendes Tal geworden. Dies ist ein Beweis, daß in den von einer unverletzten Pflanzendecke überzogenen Tälern heute keine Erosion stattfindet. Der auf Abbildung 12 angegebene Strandwall ist in seinem südlichen Teil verheidet und zeigt damit an, daß er höher hinaufreicht als die Sturmflut des Herbstes 1936; denn die untere Grenze des Heidewachstums fällt mit der Höhenlage des Sturmfluttreibels zusammen.

tung und Lagerung der Schichten im Untergrunde Sylts mit einer für seine Zeit bewundernswerten Klarheit und Richtigkeit erkannt. Bohrungen waren damals auf der Insel noch nicht niedergebracht, und die wenigen bekannten Schichtprofile aus Brunnengrabungen sagten über die erdgeschichtlichen Vorgänge zur Zeit des Alluviums nichts aus. Auch sind die grundlegenden Arbeiten über die besonderen Ausbildungen von Flachlandsküsten erst später erschienen. So ist zu erklären, daß MEYN Alter und Entstehung des Hörnum und Listländer Dünenzuges nicht erkannte, vielmehr glaubte, unter beiden diluviale und gar tertiäre Schichten nachweisen zu können. Das mit Recht hohe wissenschaftliche Ansehen MEYN's ließ alle späteren Bearbeiter (G. BRAUN 1911, ORDEMANN 1912, WOLFF 1910, 1920, 1928, O. JESSEN 1914, MAGER 1927, KOLUMBE 1932) an das Vorhandensein eines festen Kernes unter Listland glauben.

Dies mag die Ursache sein dafür, daß trotz der klaren Erkenntnis von G. BRAUN (siehe unten) die Entstehung von Listland und Ellenbogen und damit zusammenhängend weitere wichtige Abschnitte der Entstehungsgeschichte Sylts lange Zeit nicht richtig erkannt sind.

SOLGER (1910) war der erste, der Listland und Hörnum mit Nehrungen in Verbindung brachte (S. 121)\*). Er glaubte jedoch, diese Nehrung hätte ursprünglich weiter im Westen gelegen und daß „die Wellen die Nehrung bis an den Inselkern zurückdrängten“.

Trotzdem hatte SOLGER auf S. 11 seiner Arbeit Nehrungen richtig als an Steilküsten gebunden hingestellt. Aber SOLGER studierte Dünen und betrachtete deren Unterlage nur nebenbei.

Diese Bildungen an Flachlandsküsten wurden ein Jahr später von G. BRAUN (1911) gründlich untersucht. Er schrieb S. 126: „an den Inselkern von Sylt . . . hängen sich im Norden und Süden je ein Haken an. Die Außenküste des nördlichen verläuft in nordnordwestlicher Richtung bis zum Ostindienfahrer-Huk, wo sie zu dem . . . Ellenbogen in eine rein östliche umbiegt“. „Der Ellenbogen ist somit ein Haken zweiter Ordnung, der an das Listerland, selber ein Haken, angehängt worden ist.“ S. 124 und 125 stellt BRAUN heraus, was ein Haken ist, nämlich: „ein Strandwall, der mit einem Ende an einem Kliffufer befestigt ist. Der Küstenschutt, der ihn aufbaut, stammt von der Zerstörung des Kliffufers. Ein Haken wird aufgebaut, wenn die Küstenversetzung ihre Richtung bewahrt, während die Küste selbst umbiegt“.

Diese Angaben und Voraussetzungen BRAUN's treffen auf Listland und Ellenbogen weitgehend zu. Aber — man möchte sagen leider — fügte BRAUN auf S. 128 ohne weitere Auseinandersetzung hinzu: „Listerland scheint nach den Angaben von MEYN einen diluvialen Kern zu besitzen, das würde die

\*) Ähnliche Vorstellungen hatte auch C. P. HANSEN 1856, S. 3, er schreibt von einem Schuttwall, einer Dünenkette, welche mit wenigen Unterbrechungen von Eiderstedt bis an die Lister Tiefe führte.

starke Verbreiterung dieser Stelle erklären“. Durch diese Annahme zerstört BRAUN im Grunde genommen seine vorige Angabe, nämlich, daß Listland ein Haken sei. Haken heißt Aufschüttung in das Meer; wenn ein Haken das Festland oder eine Insel erreicht, nennt BRAUN ihn Nehrung. Im Hinblick auf den angeblichen Kern von Listland hätte BRAUN also das Listland als Nehrung und den Ellenbogen als einen Haken 1. Ordnung ansehen müssen.

Aber G. BRAUN ist mit seiner so richtigen Deutung zunächst überhaupt kein Erfolg beschieden gewesen. Schon W. ORDEMANN (1912) zitiert zwar G. BRAUN, aber in seiner inhaltreichen und heute noch sehr lesenswerten Arbeit nennt er (S. 136—142) Hörnum, Listland und Ellenbogen Sandzungen. Von Listland heißt es zum Teil zutreffend: „In dem südlichen Teil dieser Sandzunge wird der Geestkern am Grunde der Senken bisweilen noch bloßgelegt, in dem größten Teil bilden indes junge Alluvionen von Meeressand den Untergrund des gesamten Düengeländes.“

Hierin liegt ein Abweichen vom Gedanken der Hakenaufschüttung und eine Annäherung an MEYN. Trotzdem ORDEMANN (S. 139) so richtig schreibt: „Die treibenden Kräfte, die das Zurückweichen der Sylter Westküste bedingen, liegen im Meere selbst, in seinen Strömungen und in seinen Wellen, nicht aber unmittelbar im Wind“, sieht und erörtert er nur den Anteil des Windes. Die kurz vorher von G. BRAUN herausgestellte aufbauende Tätigkeit des Küstenversatzes, dies ist die erste Entstehung des von ihm Sandzunge genannten Hakens beziehungsweise dessen marine Komponente, zieht ORDEMANN nicht in den Kreis seiner Betrachtung.

Trotzdem hat ORDEMANN (S. 138) deutlich den Kreislauf Strand, Düne, Sandmarsch und, nachdem Düne und Strand weit genug vorgerückt sind, die dann eintretende Erneuerung dieses Laufes erkannt. Auch betont er, daß das Marschenland sich jeweils im Schutze der Dünenzone gebildet habe. Auf Seite 140 erörtert er die Ursache zu der auffallenden Breite Listlands und führt sie auf eine zeitweilig verstärkte Sandzufuhr am Weststrand zurück. Mit C. P. HANSEN möchte er an die „Zerstörungsprodukte ehemals vorgelagerter Inseln“ denken. Also eine weitgehende Uebereinstimmung mit unserer ähnlichen, auf Seite 25 erörterten Auffassung.

W. WOLFF (1910—1928) vermutet unter List Diluvium in geringer Tiefe, und die großen Gerölle am Strande von Hörnum bezeugen ihm gleiches. Auf die grundlegenden Auffassungen von G. BRAUN geht WOLFF nicht ein.

Auch MAGER (1927) führt BRAUN nicht in seinem reichen Literatur-Verzeichnis an. Er widerspricht auch (S. 40) ORDEMANN's Ansicht, daß die Dünen sich auf eine erst in ihrem Schutze entstandene Marsch wälzten. Er beruft sich auf O. JESSEN (1914), der aus steinreichen Schichten unter List auf Diluvium schloß, im übrigen aber ORDEMANN in der eben berührten Frage zustimmt. Hervorzuheben ist, daß O. JESSEN (S. 331) es für wahrscheinlich hält, daß die

Lister Marsch nicht unter den Dünen nach Westen durchstreicht (siehe Seite 10 unten).

MAGER (S. 164) glaubt an das frühere Vorhandensein einer ausgedehnten Marsch im Westen Sylts. Aber die jetzt ausgeführten Bohrungen machen dies höchst unwahrscheinlich. Aus seiner unrichtigen Vorstellung leitet MAGER (S. 165) eine weitere ab, nämlich die eines schützenden Riffes aus Limonit-sandstein, das den zur Marschbildung benötigten Schutz geboten hätte. Wir stimmen WASMUND (1937 S. 34) bei, daß nichts zu dieser Annahme berechtigt.

Eine weitere, für das Verständnis der jüngeren Erdgeschichte Sylts wichtige Arbeit ist die Untersuchung von WERNER JESSEN (1932). JESSEN ist seit BRAUN der erste, der Listland und Hörnum als Haken auffaßt und die Kleilagen, die am Weststrand zutage kommen, als im Schutz des Hakens gebildet ansieht. Ueberdies bringt er zahlreiche wertvolle Beobachtungen. Trotzdem ist der Aufsatz nicht nur für Laien, sondern selbst für Fachleute leicht irreführend, da der Verfasser bei der Fülle des Stoffes manches als gesichert vorführt, was noch weitgehend Problem war. So werden, weil der Geestrand „im Nordseebereich allgemein als die Grenze gilt, bis zu der das Litorina-Meer gereicht hat“, die Kliffe auf Amrum und auf Sylt das Kampener, Keitumer und der ältere Teil des Morsumer Kliffs als litorina-zeitlich angesehen. Dies, obgleich W. JESSEN selber (S. 23) beschreibt, daß das Kampen-Braderuper Kliff im Süden heute noch angeschnitten wird. Die Bohrungen haben gezeigt, daß das Litorina-Kliff rund 2 km weiter draußen und mit seinem Fuß heute 23 m tief liegt!

Ferner scheint uns JESSEN nicht scharf genug zu trennen zwischen dem Anteil, den das Meer und dem, den der Wind bei der Bildung der Haken hat. Bei einem Haken ist das Meer mit Sandverfrachtung und Aufschüttung das Primäre; später, nach hinreichender Aufhöhung, treibt der Wind mit dem Sande sein Spiel. Daher erscheint es uns nicht angängig, in den gestreckten Dünenzügen Listlands Reste von Haken zu erblicken (S. 35). Die großen Sandhöhen vom Jensmettenberg über Sandberg bis zur großen Wanderdüne südlich davon sind unseres Erachtens ausschließlich vom Winde ostwärts verfrachtete Sandmassen (siehe Abb. 7), und die Dünenzüge dürften die Strichdünen zu den gewanderten Parabeldünen sein, siehe die Karte bei OTTO JESSEN.

Noch bei einer anderen Gelegenheit scheint uns W. JESSEN den Meeresanteil bei der Hakenbildung unberechtigter Weise außer acht zu lassen. Seite 35 schreibt er: „Der Sylter Nord-Haken ist an seiner Ansatzstelle wie der Südhaken wieder ganz zerstört. Nördlich einer fast gänzlich dünenfreien Lücke nördlich des Kliffendes steigt die Randdüne bald wieder zu beträchtlicher Höhe an“. Seite 31 steht: „Mit fortschreitender Zurückschneidung des Kernlandes wird zugleich die Wurzelzone der Haken angegriffen, bis sie . . . vollkommen wieder zerstört ist, während am äußeren Ende der Haken weiter hinausgeschüttet wird. Unterbrochen wird die Weiterbildung erst, wenn das Meer die

weichen, ihres Schutzes beraubten Bildungen hinter der Ansatzstelle des ehemaligen Hakens durchreißt. Dort liegen auf unseren Inseln die gefährdeten Stellen (Kampener Kliffende . . .)“. Gewiß ist der Haken, den das Meer ursprünglich in tieferem Wasser aufgeschüttet hatte, und der daher nur aus Sand und Kies ohne Klei bestand (wie das junge Stück des Listland-Hakens nördlich vom Blidseel-Tief noch heute), bei älteren Haken längst zerstört. Auch G. BRAUN erwähnt dies Seite 125. Trotzdem ist das Meer dort nicht durchgebrochen. Dies kann es auch für gewöhnlich nicht. Ein Haken besteht nicht nur aus dem Damm abgelagerten Sandes, sondern ihm liegt auf der Seeseite die zwar dünne, aber für einen lebenden Haken nicht nur wichtige, sondern auch bezeichnende Wandersandlage auf. Wenn sich der Haken durch Zurückweichen des Landes, an dem er hängt, seitlich verlagert hat, so ist zwar der ursprünglich aufgeschüttete Hakendamm durch Abtragung verschwunden, aber es bilden das neu entstandene, zum Teil untermeerische Kliff in den ursprünglichen Hakenbinnenseiten-Absätzen mitsamt der Wandersandlage ein neues Hakenstadium, das sein Ende erst mit Schluß der Sandwanderung erreicht.

Die (heute) übrigens nur unerhebliche Schwächung der Dünen vor Kliffende möchten wir auf die Aenderung in der Windströmung am Ende des Roten Kliffs zurückführen. Eine Ueberflutung des Hakens bei Stürmen kann hier wie überall, wo der Dünenzug vorübergehend niedrig ist, eintreten. Aber die Zerstörung wird nur den durch Wind entstandenen Anteil betreffen. Der Meeresanteil des Hakens wird seine Verwundungen ausheilen, solange der hakenbildende Sandtransport an der Küste anhält. In der Tat zeigt die Karte JOH. MEYER's vom Jahre 1648 in DANKWERTH's Beschreibung der Herzogtümer (abgedruckt bei MAGER) nördlich von Kliffende die gleiche Verschmälerung der Dünen und dahinter ein breites Neuland wie die heutigen Karten.

Im gleichen Jahre wie W. JESSEN's Arbeit erschien eine Studie über den Königshafen von E. KOLUMBE. Er gibt auf Seite 124 an, Diluvium unter jungen Absätzen mehrfach gefunden zu haben. Es liegt hier aber, wie bei so vielen seiner Vorgänger, eine zu weit reichende Ausdeutung in alluviale Schichten eingebetteter Geschiebe vor\*). Für Gesamt-Listland gibt KOLUMBE keine Deutung, aber den Ellenbogen sieht er als Haken an. Ferner deutet KOLUMBE den Wechsel von Marsch und Dünenzügen im Bereiche des heutigen Ortes List als eine Folge von fünf parallelen Hakenzügen. Diese müssen durch eine auf der Wattseite von Süden kommende Strömung herangefrachtet sein (siehe auch die nachträgliche Anmerkung auf Seite 63). Eine Fortführung dieser Beobachtungen KOLUMBE's ergibt, daß diese Hakenbildung beim Dorfe List zusammen mit dem Ellenbogen-Haken eine im Entstehen begriffene

---

\*) Im Jahre 1937 lag der Nordstrand vom Ellenbogen im Gegensatz zu MEYN's Angabe (S. 663) örtlich voll von zum Teil großen Geschieben, unter denen plattige Stücke auffallend überwogen, siehe auch W. JESSEN Seite 32. (Nachträgliche Anmerkung auf Seite 62.)

Hakenschlange darstellt. Ein solcher, auch Höftland-Bildung genannter Vorgang umfaßt die Entstehung einer Lagune durch ringsum aufgeschüttete Haken, nur, daß die Lagune in unserem Falle bald versandet (BRAUN S. 128, P. MARTENS 1927). In diesem entstehenden Höftland haben wir zwar nicht die Ursache zu der großen auf Seite 47 erörterten Listländer Sandansammlung, aber einen weiteren Umstand kennengelernt, der mit geholfen hat, das große Listland-Dünengebiet entstehen zu lassen.

Die geschichtliche Betrachtung des Schrifttums zeigt, daß die Entstehung von Listland und Ellenbogen schon 1911 von BRAUN teilweise richtig erkannt worden ist. Dessen Deutung hat sich aber lange Zeit nicht durchsetzen können, oder man hat die Folgerungen daraus nicht gezogen. Erst 1932 sind BRAUN's Anschauungen teilweise von KOLUMBE und sehr stark von W. JESSEN wieder vorgebracht worden.

Die planmäßige Erkundung durch hinreichend tiefe Bohrungen aber hat erst die mannigfachen erdgeschichtlichen Vorgänge und gleichzeitig die paläohydrographischen Verhältnisse, die zur Entstehung von Nord-Sylt führten, zu gesicherterem Erkenntnis gebracht.

### VIII. Zusammenfassung.

Die Bohrungen auf Listland ergaben:

1. Die Sylter Geest ist bei Kliffende nördlich von Kampen und dem bewachsenen Kliff östlich des Ortes zu Ende.
2. Unter Listland liegt ein bis in den Kaolinsand eingeschnittenes alteiszeitliches Ausräumungsbecken, das erfüllt war mit Sanden und Kiesen.
3. In dies Ausräumungsbecken hat sich das Eem-See eingeschnitten.
4. Die Eem-Absätze waren vom Talsand, den Schmelzwasserabsätzen der letzten Vereisung, überdeckt.
5. Die heute 12 m tief gelegene Talsandoberfläche war Land und wurde von Torf überzogen, bis die alluviale Nordsee kam.
6. Das von der alluvialen Nordsee zunächst an der Sylter Geestinsel erzeugte sogenannte Litorina-Kliff liegt rund 2 km vom heutigen Kliffende entfernt und reicht heute von — 23 bis auf — 15 m NN.
7. Alle Angaben über das Vorkommen von hochliegendem Tertiär und Diluvium unter Listland und Ellenbogen haben sich als irrig erwiesen.
8. Listland und Ellenbogen sind bis über 20 m Tiefe aus alluvialen Absätzen aufgebaut, und zwar sind sie ein vom Küstenstrom aufgeworfener sogenannter Haken.
9. Innerhalb des Hakens haben Schlickfall, Meeressand und zuletzt Einsandung von den Dünen des Hakens her zu ständiger Aufhöhung geführt.

10. Listland wird in O-W-Richtung von einer Rinne gequert, die durch den Eem-Ton hindurch bis rund 50 m tief eingeschnitten ist. Dies sogenannte Blidsel-Tief ist ein Vorläufer des heutigen Lister Tiefs.
11. Eine N-S verlaufende alluviale Rinne schneidet in den unter Ellenbogen und Uthörn gelegenen Eem-Ton zum mindesten ein und dürfte eine Vorläuferin des heute östlich davon gelegenen Lister Leys sein.
12. Der Listland-Haken ist ursprünglich weit im Westen entstanden und unter Ostwärts-Verlagerung allmählich gegen Norden gewachsen.
13. Am Südrand des Blidsel-Tiefs fand der Listland-Haken lange Zeit sein Ende.
14. Als das Blidsel-Tief verlassen war, wuchs der Haken bis an das Lister Tief nach Norden, und die Tidebarre vor dem Blidsel-Tief wurde von der Strömung nordwärts verlagert. Ihre Sandmassen lieferten wahrscheinlich zu erheblichem Teil das Material für den breiten Teil Listlands.
15. Am Rande des Lister Tiefs wird die Sandwanderung von Strom und Wind ostwärts verstärkt. Dadurch entstand zunächst die westliche Hälfte des Ellenbogens bis zum Uthörn Ley. Später, nach Zuschüttung dieser Rinne, kam der östliche Teil des Ellenbogens hinzu.
16. Die parallel zum Lister Tief streichenden Dünenwälle des Ellenbogens sowie deren noch andauernde Neubildung zeigen an, daß der Ellenbogen außer gegen Osten auch gegen Norden wächst.
17. Der Ellenbogen ist streng genommen kein Haken, da er nicht unter Aufarbeitung abgetragen und rückwärts verlagert wird, sondern an der dem Meere zugekehrten Seite wächst. Der Ellenbogen ist vielmehr das in nördlicher und östlicher Richtung weiter wachsende Ende des Listland-Hakens.
18. Das Ausmaß der bisherigen Ostwärts-Verlagerung des jüngeren Teiles vom Listland-Haken nördlich vom Blidsel-Tief kann nur gering gewesen sein, da Binnenseitenabsätze (Klei) unter dem Weststrand nicht vorhanden sind.
19. Als Betrag der Küstensenkung ergeben die Bohrungen in Nord- und Mittel-Sylt
 

seit dem Limonitsandstein	50 m
seit dem Marinen Diluvium	3 m
seit dem Eem-Ton	20 m
seit dem Talsand und Torf	12 m

Es sind also dort einer geringen Gesamtsenkung Zeiten beträchtlicher Hebungen eingeschaltet.

20. Die Angaben KIELHOLT's über einen bis 1436 im Westen Sylts vorhandenen, die Marsch schützenden, rostfarbenes Gestein enthaltenden Höhenzug lassen sich ungezwungen auf einen podzolierten Vorläufer des Hörnum-Hakens beziehen.

### IX. Verzeichnis des erwähnten Schrifttums.

- BEYER, ANDERS: Untersuchungen über Umlagerungen an der Nordseeküste, im besonderen an und auf der Insel Sylt. Dissertation, Erlangen 1901.
- BRAUN, G.: Entwicklungsgeschichtliche Studien an europäischen Flachlandsküsten und ihren Dünen. Veröffentl. Institut Meereskunde u. Geograph. Instituts d. Univ. Berlin, Heft 15, S. 1—174. 1911.
- ERNST, O.: Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder Nordwest-Deutschlands IV. Untersuchungen in Nord-Friesland. Schriften d. Naturw. Vereins Schleswig-Holsteins 20, S. 209—329. 1934.
- HANSEN, C. P.: Chronik der Friesischen Uthlande. Altona 1856.
- JESSEN, O.: Morphologische Beobachtungen an den Dünen von Amrum, Sylt und Röm. Landeskundl. Forschungen, Heft 21. München 1914.
- JESSEN, WERNER: Die postdiluviale Entwicklung Amrums und seine subfossilen und rezenten Muschelpflaster. (Unter Berücksichtigung der gleichen Vorgänge auf den Inseln Sylt und Föhr.) Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst. 53, S. 1—69. 1932.
- KOLUMBE, E.: Ein Beitrag zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte des Königshafens bei List auf Sylt. Wissensch. Meeresunters. Abt. Kiel 21, S. 115—129. 1932.
- MAGER, F.: Der Abbruch der Insel Sylt durch die Nordsee. Veröff. Schlesw.-Holst. Univ.-Ges. 8. 1927.
- MARTENS, P.: Morphologie der Schleswig-Holsteinischen Ostsee-Küste. Veröff. Schlesw.-Holst. Univ.-Ges. 7. 1927.
- MEYN, L.: Geognostische Beschreibung der Insel Sylt. Abhandl. z. geol. Karte von Preußen 1, Heft 4. 1876.
- ORDEMANN, W.: Beiträge zur morphologischen Entwicklungsgeschichte der deutschen Nordseeküste mit besonderer Berücksichtigung der Dünen tragenden Inseln. Mitt. Geogr.-Ges. Jena 30, S. 15—150. 1912.
- SCHÜTTE, H.: Nordfrieslands geologischer Werdegang. Nordfriesland, Heimatbuch f. d. Kreise Husum u. Süd-Tondern. Husum 1929.
- SOLGER, F. u. a.: Dünenbuch. Stuttgart 1910.
- TIMMERMANN, P. D.: Proeven over den invloed van golven op en strand. Leidsche Geolog. Mededeelingen VI, S. 231—386. 1935.
- WASMUND, E.: Der unterseeische Rücken von „Südstrand“ zwischen Helgoland und Eiderstedt. Geol. d. Meere u. Binnengew. 1, S. 27—37. 1937.
- WOHLENBERG, E.: Die Wattenmeer-Lebensgemeinschaften im Königshafen von Sylt. Helgol. Wiss. Meeresunters. 1, S. 1—92. Helgoland 1937.
- WOLFF, W.: Die Entstehung der Insel Sylt. Hamburg. 1. Aufl. 1910; 2. Aufl. 1920; 3. Auflage 1928.

### Nachträgliche Anmerkungen.

#### 1. Zu Seite 35:

Im Jahre 1938 ausgeführte Ergänzungsbohrungen der Forschungsabteilung Husum trafen Eem-Ton in 23 m Tiefe an und schränken die Breite des Uthörn Ley auf weniger als 750 m ein.

#### 2. Zu Seite 56:

Die Anschauung, unter Listland säßen ältere Gesteine, ist so fest verwurzelt, daß auf der Tagung Nordwestdeutscher Geologen zu Pfingsten 1938 die hier vertretenen Deutungen aus den neuen Bohrungen für unzutreffend angesehen wurden. So sollten die großen Strandgerölle, die am Strande des Ellenbogens auf und nahe unter der Oberfläche auftreten, auf ein in nächster Nähe hoch aufragendes Diluvium hinweisen. Ferner wurde für kiesige Sande, die nahe des Ortes List abgebaut wurden, ein diluviales Alter beansprucht.

Jene Geröllagen aber liegen, wie zahlreiche Bohrungen beweisen, hoch in einer alluvialen Schichtenserie, die von Eem-Absätzen unterlagert wird. Da jene alluvialen und Eem-Schichten weithin und in den Bohrungen ausschließlich den Untergrund bis über 30 m Tiefe bilden, ist kein Platz für Aufragungen älteren Gesteines, und es müssen jene Gerölle entweder aus dem Grunde des Lister Tiefs stammen, oder sie sind vom Roten Kliff her am Strande entlang verfrachtet worden. Dr. DITTMER hat gelegentlich beobachtet, daß Gesteinsstücke von der Größe, wie sie auf dem Ellenbogen vorkommen, in der Brandung unschwer bewegt werden. Er bestätigt damit, was in dem Schrifttum seit langem verzeichnet steht.

Die kiesigen Sande hingegen, die bei der Ortschaft List abgebaut werden, sind die Strandwall-Absätze der von KOLUMBE erwähnten Haken. Eine Bohrung, die seitens der Bauleitung in der wichtigsten dieser Gruben, in Meinerts Kiesgruben, im Juli 1938 niedergebracht wurde, ergab bei einer Geländehöhe von rund 2,5 m + NN

0,00— 2,55 m	gelbgrauer grober Sand
2,55— 5,45 m	gelbgrauer grober Sand mit Steinen bis 6 cm Durchmesser
5,45— 5,70 m	Klei
5,70— 9,90 m	hellgrauer feiner Sand, Schalenbruch
9,90—24,50 m	Sand, mittel, grob und kiesig mit Steinen bis 8 cm Durchmesser; Spatangidenstachel, Schalenbruch
24,50—(26,00) m	Sand, mittel bis grob.

Der für diluvial gehaltene kiesige Sand liegt also auf einer aus alluvialen kiesigen Sanden bestehenden Schichtenfolge und ruht sogar unmittelbar auf Klei. Sein jugendliches Alter ist damit bewiesen. Irgendein eindeutiger Hinweis für das Aufragen älterer Schichten unter Listland ist somit trotz des schon verhältnismäßig dichten Bohrnetzes nicht zu finden.

Es ist zudem auch schwer vorstellbar, daß sich inmitten des großen, vom Kampener Kliffende bis zur Geestnase von Graerup, 11 km nördlich von Blaavandshuk reichenden Ausräumungsbecken eine Insel aus lockeren, diluvialen oder tertiären Absätzen durch ein bis zwei Zeiten der Schmelzwasserumspülung gehalten und die Angriffe des Eem- und des alluvialen Meeres überstanden haben sollte.

### 3. Zu Seite 59:

Das Alter der Haken, auf denen das Dorf List gelegen ist, läßt sich neuerdings in gewisser Hinsicht festlegen. Während der jüngste Haken (Haken V bei KOLUMBE) nach Ausweis der Karten in den letzten Jahrzehnten noch erheblich gewachsen ist, läßt sich für den Haken I beweisen, daß er gegen Ende des 11. Jahrhunderts schon vorhanden war. Gemäß Fundakte des Museums für Vorgeschichte zu Kiel wurden unweit von List im Jahre 1937 bei Erdarbeiten Reste eines mit einem Bleideckel verschlossenen Kuhhorns mit zahlreichen Münzen darin gefunden. Die jüngste dieser Münzen wurde nach der Bestimmung des Herrn NOBBE in Flensburg im ersten Jahrzehnt des 11. Jahrhunderts geprägt. Der Fund dürfte danach nicht später als zwischen Mitte und Ende jenes Jahrhunderts vergraben worden sein. Das Kuhhorn aber saß in senkrechter Stellung in dem Strandwall I nahe dem jetzigen Hause „Frisör und Bücherei“. Damit ist das angegebene Mindestalter jenes Hakens bewiesen.

Wichtig ist dies auch für das Verständnis des heute Alt-List genannten alten Siedlungsplatzes nördlich des Mannemorsum-Tales. Nach den Untersuchungen des Herrn NOBBE sind die dort gefundenen Münzen in den Jahren 1202—1332 geprägt worden. Jene Siedlung ist also jünger als der Strandwall I mit dem Kuhhorn. Die Siedlung Alt-List kann somit nicht am Wattenmeer selber gelegen haben, sondern nur an einer Abzweigung des Königshafens.

Diese, unseres Erachtens einwandfreien Zeitangaben bezeugen überraschend geringe Veränderungen jener Gegend für die letzten neun Jahrhunderte. Sie erscheinen gleichfalls wichtig für die Beurteilung des Wertes alter Karten.

## X. Bohrergergebnisse.

Da der Abdruck sämtlicher Bohrergergebnisse zu umfangreich werden würde, sind nachstehend einige der wichtigsten ausführlich wiedergegeben worden.

Die Schichtenfolge einiger weiterer Bohrungen kann der Abbildung 1 und 2 entnommen werden.

## Bohrung S 5.

1.—4. Oktober 1937. Gelände 2,07 m + NN. Grundwasser 1,35 u. O.

0,0 — 1,35 m	gelbweißer Strandsand mit einzelnen Geröllen
1,35 — 7,9 m	gelbweißer, grober bis kiesiger Sand mit großen Geröllen und Schalenentrümmern
Probe 1	1,35 — 1,7 m
Probe 2	2,2 — 3,3 m
Probe 3	3,3 — 3,9 m
Probe 4	3,9 — 4,8 m
Probe 5	5,6 — 6,2 m
Probe 6	6,2 — 7,1 m
7,9 — 13,1 m	gelber schwach grober Mittelsand mit einigen Steinchen und Schalen von <i>Mytilus</i> , <i>Donax</i> , <i>Macra</i> u. a., ab 8,8 Fein- bis Mittelsand, ab 11,0 sehr feiner Sand, bei 12,0 <i>Bittium</i> und Holzkohle
Probe 7	7,9 — 8,8 m
Probe 8	8,8 — 9,6 m
Probe 9	10,4 — 11,1 m
Probe 10	12,0 — 12,5 m
13,1 — 20,9 m	grüngrauer sehr feiner Sand mit schwarzen Tonbrocken, Holzkohle, Schalen, u. a. <i>Donax</i> , <i>Bittium</i> , <i>Corbula</i>
Probe 11	13,1 — 13,9 m
Probe 12	14,8 — 15,3 m
Probe 13	15,7 — 16,8 m
Probe 14	17,4 — 17,8 m etwas gröber, einige Steinchen
Probe 15	18,7 — 19,1 m
Probe 16	19,8 — 20,5 m etwas gröber
20,9 — 26,2 m	grüngrauer, grober bis schwach kiesiger Sand mit grünen und grauen Tonbrocken, viel Schalen wie <i>Turritella</i> , <i>Corbula</i> , <i>Pholas</i> , von 23,8—23,9 m hellgrün-graue Tonschicht mit Pflanzenresten
Probe 17	20,9 — 21,5 m
Probe 17a und 17b Siebproben	20,9—22,5 m
Probe 18	22,5 — 22,8 m
Probe 19	23,4 — 23,8 m
Probe 19a und 19b Siebproben	23,4—23,8 m
Probe 20	Tonschicht 23,8—23,9 m
Probe 21	24,1 — 24,7 m
Probe 21a Siebprobe	24,7—25,0 m
Probe 21b Siebprobe	25,0—25,2 m
Probe 22	25,2 — 25,5 m
Probe 23a Siebprobe	25,5—26,2 m
26,2 — 27,7 m	grünlichgrauer, schwach kiesiger Sand bis Kies mit großen Steinen und großen Schalen, viele gelbweißliche Eem-Schalen, grüne Tonbrocken, <i>Corbula</i> , <i>Turritella</i> , <i>Bittium</i> , Holzkohle
Probe 23	26,2 — 26,8 m
Probe 23b	26,8 — 27,2 m
Probe 24	26,8 — 27,7 m
Probe 24a	Siebprobe aus gleicher Tiefe
27,7 — 30,6 m	grüner, fetter, sehr fester Ton, unten weicher
Probe 25	27,7 — 27,8 m
Probe 26	28,5 — 28,6 m
Probe 27	29,5 — 29,6 m
Probe 28	30,5 — 30,6 m
30,6 — 32,0 m	grüngrauer feinsandiger Ton
Probe 29	31,5 — 31,6 m
Probe 30	31,9 — 32,0 m
32,0 — 35,9 m	sehr feiner grüngrauer, oben noch toniger Sand mit Schalenresten; unten etwas größeres Korn, Steinchen, sehr wenig Schalen
Probe 31	32,0 — 32,5 m
Probe 32	32,9 — 33,9 m
Probe 33	33,9 — 35,1 m
Probe 34	35,1 — 35,9 m

35,9	52,0	m	grauer grober Kies mit Steinen abwechselnd mit grobem kiesigen Sand bis Mittelsand mit Steinen
Probe 35	35,9	—36,5	m
Probe 36	36,5	—37,2	m
Probe 37	37,5	—38,2	m
Probe 38	38,5	—39,1	m Schalenbruchstücke
Probe 39	39,5	—40,1	m
Probe 40	40,8	—41,4	m Holzkohle, grüne Tonbrocken
Probe 41	42,1	—42,8	m feiner Mittelsand
Probe 42	43,1	—43,8	m grober Kies, ein <i>Cardium</i> , eine <i>Nassa</i>
Probe 43	43,8	—44,3	m je eine <i>Corbula</i> und <i>Pecten</i> , Steine
Probe 44	44,5	—45,0	m grober Kies, viele Steine
Probe 45	45,0	—45,9	m grober Kies, viele Steine
Probe 46	46,3	—46,5	m
Probe 47	47,1	—47,6	m 1 Schalenbruchstück, schwach grober Mittelsand
Probe 48	48,2	—48,8	m Kies mit großen Steinen
Probe 49	49,0	—49,2	m grober Kies
Probe 50	50,9	—51,2	m grober kiesiger Sand
Probe 51	51,2	—51,7	m grober kiesiger Sand
Probe 52	51,7	—52,0	m

### Zusammenfassung:

0,0	—13,1	m	Strandsand
13,1	—26,2	m	grauer Meeressand
26,2	—32,0	m	Eem-Ton
32,0	—35,9	m	Eem-Sand
35,9	—52,0	m	Sand mit Kies und Steinen

### Bohrung S 7.

6.—7. Oktober 1937. Gelände 2,32 m + NN. Grundwasser 2,3 m u. O.

0,0—	3,1	m	gelbweißer Strandsand
Probe 1	2,0	—2,3	m
3,1—	4,1	m	gelbweißer Kies mit Steinen
Probe 2	3,1	—3,3	m
4,1—	5,0	m	gelbweißer grober Sand
Probe 3	4,1	—4,6	m
5,0—	7,5	m	gelber Mittelsand bis grober Sand, mit Steinchen
Probe 4	5,2	—6,1	m
7,5—	8,9	m	grob gelber Sand bis sandiger Kies mit Steinen
Probe 5	7,5	—8,0	m
8,9—	11,0	m	gelber mittlerer bis grober Sand
Probe 6	8,9	—10,4	m
11,0—	16,3	m	gelber grober bis kiesiger Sand mit Steinen und Schalen, u. a. <i>Bittium</i>
Probe 7	11,0	—11,8	m
Probe 8	13,8	—14,1	m graugelb
16,3—	38,9	m	grünlichgrauer Mittel- bis Grobsand mit Holzkohle, Steinchen und Schalen, u. a. <i>Bittium</i>
Probe 9	16,3	—17,0	m
Probe 10	18,0	—19,0	m
Probe 11	20,0	—20,5	m
Probe 12	21,4	—22,4	m mittelsandig, wenig Schalen, Holzkohle
Probe 13	23,0	—24,0	m
Probe 14	25,3	—26,0	m
Probe 15	27,8	—28,8	m grüne Tonbrocken
Probe 16	28,8	—29,4	m Mittel- bis Grobsand, Zunahme der Schalen
Probe 16a	29,4	—30,0	m außer Schalen auch grüne Ton- und Torfreste
Probe 17	bei 30,8	m	mehr grüne Tonbrocken, Steinchen; <i>Nucula</i> , <i>Turritella</i> , <i>Corbula</i> u. a.
Probe 17a			gerollter, grüngrauer Ton
Probe 18	32,0	—33,0	m
Probe 19	34,0	—34,7	m Zunahme der Stein

Probe 20	35,2—36,4 m	grüne Tonbrocken
Probe 21	37,3—38,0 m	feinkörniger Schalenbruch, grüne Tonbrocken
Probe 22	38,4—38,9 m	
Probe 22a	Siebprobe	38,0—38,4 m

## Zusammenfassung:

0,0—16,3 m	gelbweißer Strandsand
16,3—38,9 m	grauer Meeressand

## Bohrung S 11.

11.—12. Oktober 1937 auf Uthörn Wasser bei 0,60 m u. O.

0,0— 1,0 m	Sandbank, grober gelbweißer Sand mit Schalen
1,0— 2,2 m	braungrauer grober Sand mit grünlichen Schlickstreifen und Schalen ( <i>Mya arenaria</i> , <i>Cardium edule</i> )
	Probe 1 1,0— 1,4 m
2,2— 5,8 m	grüner stark riechender Faulschlamm mit Schilffresten und Schalen
	Probe 2 2,2— 3,0 m
	Probe 3 3,8— 4,4 m
	Probe 4 5,2— 5,6 m
5,8—31,2 m	grauer grober Sand, unten kiesig bis grob kiesig, mit Schalen und Steinen
	Probe 5 5,8— 6,7 m
	Probe 6 7,6— 8,6 m grau, ab 7,0 m Kies, Steine, Holz
	Probe 7 8,6— 9,1 m
	Probe 8 10,6—11,2 m gelbgrau
	Probe 9 12,0—12,4 m
	Probe 10 13,2—14,0 m viel Geröll
	Probe 11 15,0—15,3 m
	Probe 12 16,4—16,5 m
	Probe 13 18,0—18,2 m große Steine
	Probe 14 18,6—19,8 m gelbgrauer grober Sand, Kies und Steine
	Probe 15 20,9—21,2 m
	Probe 16 22,4—23,0 m
	Probe 17 24,0—24,5 m grober kiesiger Sand, Steine
	Probe 18 25,0—26,0 m
	Probe 19 27,2—27,7 m Kies, <i>Macoma</i> , <i>Maetra</i>
	Probe 20 28,0—28,9 m Kies, viel große Gerölle
	Probe 21 30,4—31,2 m

## Zusammenfassung:

0,0— 2,2 m	braungrauer schlickstreifiger Sand
2,2— 5,8 m	grüner Faulschlamm mit Schilffresten
5,8—31,2 m	grauer, oben grober, unten kiesiger Sand mit Steinen und Schalen

## Bohrung S 17.

19.—20. Oktober 1937. Gelände: 1,60 m + NN. Grundwasser 1,1 m u. O.

0,0— 1,3 m	gelbweißer mittlerer bis grober Sand mit Erzkornlagen und Kiesschichten, unten vereinzelt größere Gerölle
1,3— 2,0 m	gelbgrauer bis gelbbrauner grober bis mittlerer Strandsand
	Probe 1 1,4— 2,0 m
2,0— 3,3 m	heller schwach gelblicher Grob- bis Mittelsand
	Probe 2 2,0— 2,7 m
3,3— 4,1 m	schwach grünlichgrauer Grob- bis Mittelsand mit grünlichgrauen Kleistreifen, bei 3,9 bis 4,0 m, etwas Schalenbruch
	Probe 3 3,3— 3,9 m

- 4,1— 4,7 m grüngrauer fetter, weicher sandstreifiger Klei mit Pflanzenresten und Schalen von *Mytilus*, *Litorina*, *Hydrobia*  
 Probe 4 4— 4,7 m kalkhaltig Gas!
- 4,7— 4,9 m grüngrauer, grober bis mittlerer Sand mit Kleiresten und Pflanzenspuren; Schalen von *Cardium*, *Litorina*, *Hydrobia*  
 Probe 5 4,7— 4,9 m
- 4,9— 8,0 m grüngrauer weicher sandstreifiger sandiger Klei mit Pflanzenresten und Schalen wie vorher; ab 7,2 m Grob- bis Mittelsand mit dicken Kleilagern  
 Probe 6 4,9— 5,2 m kalkhaltig  
 Probe 7 6,2— 7,2 m kalkhaltig
- 8,0—12,5 m grüngrauer Fein- bis Schluffsand mit wenig Kleiresten und Schalen wie oben; ab 9,4 m mittelsandig  
 Probe 8 8,0— 8,3 m  
 Probe 9 9,4— 9,7 m  
 Probe 10 10,4—11,6 m
- 12,5—15,4 m dunkelgrüngrauer fetter bis sandiger, nach unten hin weicherer Klei mit eingelagerten Sandstreifen, Pflanzen- und Schalenresten  
 Probe 11 12,5—13,1 m kalkhaltig
- 15,4—15,9 m sehr toniger Fein- bis Mehlsand mit dicken Kleistreifen  
 Probe 12 15,4—15,9 m
- 15,9—16,2 m Ancyclus-Torf mit Birkenholz  
 Probe 13 15,9—16,0 m  
 Probe 14 16,0—16,2 m
- 16,2—20,0 m Talsand; braungrauer, fast gleichkörniger Fein- bis Mittelsand oben mit etwas Schalenbruch, Pflanzenreste  
 Probe 15 16,2—16,3 m  
 Probe 16 17,8—18,0 m etwas grobes Korn, Torfreste, 1 *Hydrobia*  
 Probe 17 18,9—19,2 m sehr wenig Schalenbruch, kleine Gerölle, Flint, Eemtonreste; ab 19,2 m Grob-Mittelsand, grau; Zunahme von Steinen.
- 20,0—21,2 m hellgrüngrauer schwach sandiger Eemton ohne Schalen  
 Probe 18 20,0—20,7 m kalkhaltig
- 21,2—23,4 m hellgrüngrauer fester, sehr fetter Eem-Ton mit schwarzen Flecken, Wurzelfasern, keine Schalen; bei 21,9 m erste zersetzte Schalen, bei 23,0 m mehr zer-setzte Schalen von *Turritella*  
 Probe 19 20,7—21,2 m kalkhaltig
- 23,4—26,6 m grüngrauer sandiger Eem-Ton mit gut erhaltenen und auch zer-setzten Schalen von *Turritella*, *Corbula* ab 24,0 m; ab 25,1 m viel Geröll von nordischen und Flintsteinen, einige Torfreste, kiesiger Sand, viele Schalen, u. a. *Venus ovata*. Eem-Basis  
 Probe 20 23,5—23,6 m
- 26,6—40,5 m grober bis kiesiger Diluvial-Sand mit nordischen und Flintsteinen, wenige Schalenreste, ganz wenige Tonreste; ab 28,0 m feinkörnig; ab 33,4 m gröber, ab 37,1 m feiner, Holzreste; ab 34,0 m grauer, grober Kies, Steine.

#### Zusammenfassung:

- 0,0— 4,1 m Strandsand  
 4,1— 8,0 m Klei mit Sandlagen  
 8,0—12,5 m Fein- bis Schluffsand  
 12,5—15,9 m Klei  
 15,9—16,2 m ancyluszeitlicher Torf  
 16,2—20,0 m Talsand  
 20,0—26,6 m Eem-Ton  
 26,6—40,5 m diluvialer Kies

#### Bohrung S 25.

26.—27. Oktober 1937.

Gelände: 1,9 m + NN.

- 0,0— 1,4 m gelbweißer, grober bis mittlerer Strandsand  
 1,4— 2,4 m dunkelblaugrauer grober bis mittlerer Sand.  
 Probe I 1,4— 2,4 m

- 2,4—4,5 m grüngrauer, weicher, fetter, geschichteter, dünn feinsandstreifiger, kalkhaltiger Schlack mit *Cardium*, *Mytilus*, *Litorina*  
 Probe 2 2,4—2,6 m kalkhaltig
- 4,5—14,0 m grüngrauer, sehr feinkörniger Sand mit Pflanzenresten und vielen Pflanzenreste führenden, faulschlammig riechenden weichen, grüngrauen Schlackstreifen  
 Probe 3 4,5—6,6 m  
 Probe 4 6,6—7,5 m ohne Schlack, Foraminiferen  
 Probe 5 8,1—8,7 m Flintsteine, Kleigeröll  
 Probe 6 10,5—10,8 m mittelsandig, kalkhaltig, grüngraue Schlackstreifen
- 14,0—16,0 m grüngrauer, sandstreifiger, fetter Klei, kalkhaltig; ab 15,8 m Gas aus darunter liegendem Sand  
 Probe 7 14,0—14,5 m kalkhaltig  
 Probe 8 15,6—15,8 m kalkhaltig, *Bittium*, *Hydrobia*
- 16,0—26,8 m grüngrauer, oben sehr feiner, nach unten zu Fein- bis Mittelsand mit Pflanzenresten und Schalen. Ab 25,2 m sehr wenige grüne und grauweiße Tonkrümel; 1 *Pisidium*; ab 26,1 m Zunahme grauer Tongerölle  
 Probe 9 17,0—18,0 m  
 Probe 10 19,5—20,4 m  
 Probe 11 22,0—22,6 m  
 Probe 12 24,1—24,2 m
- 26,8—26,9 m milchiggrauer, stark kalkhaltiger fetter, weicher Ton (Beckenton)  
 Probe 13 26,8—26,9 m kalkhaltig
- 26,9—27,3 m hellgrünlichgrauer, gleichkörniger Feinsand mit milchiggrauen kalkhaltigen Tonresten und kalkhaltigen grünen Eem-Ton-Geröllern, Pflanzenreste, Schalenbruch  
 Probe 14 26,9—27,0 m
- 27,3—28,7 m milchiggrauer, kalkhaltiger Ton mit sehr harten Lagen grüner Eem-Ton-Reste, schwach sandig, Beckenton  
 Probe 15 bei 27,3 m kalkhaltig  
 Probe 16 bei 27,8 m kalkhaltig
- 28,7—34,5 m hellgrüngrauer, ungleichkörniger sehr feiner Sand mit grünen Eem-Ton-Resten und milchiggrauen Beckenton-Brocken; Pflanzenreste  
 Probe 17 28,7—29,0 m  
 Probe 18 29,5—30,4 m
- 34,5—39,3 m grüngrauer grober bis mittlerer Sand mit grünen Eem-Ton-Resten und Schalen, ab 36,5 m kleine Steinchen und Abnahme an Schalenbruch  
 Probe 19 34,5—34,7 m  
 Probe 19a Siebprobe 34,5—35,9 m  
 Probe 20 35,2—35,4 m  
 Probe 21 36,0—37,2 m  
 Probe 22 38,0—38,6 m

### Zusammenfassung:

- 0,0—2,4 m Strandsand, ab 1,4 m blaugrau  
 2,4—14,0 m Schlack und Sand  
 14,0—16,0 m Klei, vermutlich Klei 3  
 16,0—34,5 m grauer Meeressand mit milchiggrauen Beckentonen von 26,8—28,7 m  
 34,5—39,3 m sandiges Eem. Dessen Lage ist ungewöhnlich tief, vielleicht an der Steilkante des Blidsel-Tiefs abgerutscht

Bohrung: „Mannemorsum-Tal Versuchsbohrung“ der Bauleitung.

19.—28. Oktober, 4.—20. November 1936. Gelände: 3,37 m + NN.

- 0,0—1,7 m Dünensand  
 1,7—2,7 m toniger Sand (Sand-Marsch)  
 2,7—5,4 m graugelber mittelkörniger Sand mit Steinen  
 5,4—6,5 m mittlerer ungleichkörniger Sand mit Steinen  
 6,5—9,2 m graugelber gleichkörniger Sand

- 9,2—11,0 m graugelber gleichkörniger Sand mit Braunkohle-Geröllen  
 11,0—13,3 m graugelber gleichkörniger Sand  
 13,3—13,8 m grober ungleichkörniger Sand mit Mollusken  
 13,8—15,2 m dasselbe  
 15,2—19,0 m ungleichkörniger Sand  
 19,0—43,6 m abwechselnd Feinsand, Grobsand und Kies; bei 41,1—42,0 *Turritella*  
 43,6—47,2 m Kies mit nordischen Gesteinen  
 47,2—48,0 m hellgrauer gleichkörniger Feinsand  
 48,0—55,0 m dunkelgrauer, sehr feiner Sand mit einzelnen größeren Körnern, z. T. schwach verfestigt, erzeich; reich an Glaukonit und fossilen winzigen Kotballen

#### Zusammenfassung:

- 0,0—1,7 m Düne  
 1,7—2,7 m Sandmarsch  
 2,7—13,3 m gelblicher Meeressand  
 13,3—47,2 m grauer Meeressand  
 47,2—48,0 m Alter nicht erkennbar  
 48,0—55,0 m mariner Glaukonitsand; Äquivalent des Limonitsandsteins

#### Bohrung: nördlich Bahnhof List, Bohrung 5 der Bauleitung.

13.—14. Oktober 1936.

Gelände: 5,21 m + NN

- 0,0—4,3 m Dünensand  
 4,3—6,5 m reiner Sand und stark schlickiger Sand.  
 6,5—7,2 m toniger Sand, grob, mit *Cardium edule*, *Mytilus edulis*, *Litorina litorea*  
 7,2—8,5 m grauer toniger Feinsand  
 8,5—9,3 m grober kiesiger Sand mit Feuersteinen bis 3 cm, *Macra solida*  
 9,3—13,4 m Klei fett und fest  
 13,4—21,8 m grauer Feinsand mit *Spatangus*-Stacheln  
 21,8—27,2 m grauer Feinsand mit Schalenresten  
 27,2—31,7 m mittelkörniger Sand reich an Mollusken: *Donax*, *Mytilus*, *Macra subtruncata*, *Cardium edule*  
 31,7—35,3 m mittelkörniger graugelber Sand mit Muscheln und Braunkohle-Brocken  
 35,3—37,3 m etwas größerer Sand mit *Pholas*, *Cardium*  
 37,3—39,5 m grober Sand mit *Cardium edule*, *Macoma baltica*, *Macra subtruncata*, *Mytilus*, *Turritella*, *Donax*, *Bittium*, viel *Pholas*

#### Zusammenfassung:

- 0,0—4,3 m Düne  
 4,3—6,5 m Sandmarsch  
 6,5—9,3 m feiner bis grober und kiesiger Meeressand  
 9,3—13,4 m Klei  
 13,4—39,5 m grauer Meeressand

#### Bohrung: „Austernfischerei Ellenbogen“ der Bauleitung, gelegen in der Mitte zwischen Austernfischerei und Ost-Feuer.

März 1937.

Gelände: etwa 3 m + NN

- 0,0—9,0 m feiner bis mittlerer, teils auch grober gelblicher Meeressand, oben z. T. Dünensand  
 9,0—15,2 m feiner Sand, gelber oder grauer Meeressand  
 15,2—30,5 m grauer Meeressand ab 24,3 m kiesig, bei 27,6 m Kies mit *Turritella*  
 30,5—32,0 m grünlich grauer fetter Eem-Ton mit *Turritella*

## Bohrung: Möwenberg, Probebohrung für Reserve-Brunnen.

Mai 1937.

Gelände: etwa 3,0 m + NN

- 0,0— 1,7 m heller, gleichkörniger Dünensand  
 1,7— 3,5 m dasselbe, etwas gröber  
 3,5— 5,0 m schmutzig graugelber, schwach toniger Sand  
 5,0— 6,3 m zum Teil sandiger Klei, Pflanzenreste vieler Muschelschalen; *Litorina litorea*, *Hydrobia*  
 6,3— 7,4 m ungleichkörniger Sand mit nordischen Geröllen bis 5 cm Durchmesser, einzelne Schalen  
 7,4— 9,5 m feiner bis grober, grauer Sand, selten stark korrodierte Schalen  
 9,5—13,2 m feiner ziemlich gleichkörniger Sand, einzelne größere Quarkörner; zahlreiche *Spatangiden*-Stacheln, Schalenreste selten und winzig  
 13,2—18,2 m grauer feiner gleichkörniger Sand, zahlreiche winzige Schalenreste, ein *Spatangus*-Stachel  
 18,2—21,5 m feiner, grauer, gleichkörniger Sand mit Holz, schwarzem Feuerstein und wenigen Schalen: *Hydrobia*, *Mytilus*, *Macoma baltica*, *Macra* und *Corbula* gerollt  
 21,5—23,8 m feiner bis grober, ungleichkörniger, grau bis rostfarbener Sand mit *Macoma tenuis*, *Macoma fabula*, *Cardium edule*, *Cardium exiguum*, *Hydrobia*, *Montacuta*, *Syndosmya*, *Bittium*, *Corbula*, *Litorina litorea*, *Macra subtruncata*, *Mytilus*  
 23,8—27,2 m feiner bis grober, grauer bis rostfarbener Sand, zahlreiche Schalen, u. a. *Pholas*, *Corbula*, *Turritella*, *Bittium*  
 27,2—27,6 m feiner bis grober, grauer Sand, zahlreiche Schalen, darunter: *Pholas*, *Ostrea*, *Turritella*, *Uenus (Timoclea) ovata*, *Corbula*, *Bittium*, *Balanus*  
 27,6—36,2 m grüngrauer fetter kalkhaltiger Ton mit *Nucula*, *Turritella*, *Corbula*, *Cardium*, *Mytilus*  
 36,2—36,8 m grauer, toniger Feinsand mit Pflanzenresten  
 36,8—39,3 m grauer gleichkörniger feiner Sand, nur eine *Foraminifere* und ein Schalenrest  
 39,3—42,5 m grauer, gleichkörniger feiner Sand, ganz vereinzelt kleine Schalenreste.

## Zusammenfassung:

- 0,0— 3,5 m Düne  
 3,5— 6,3 m Sandmarsch  
 6,3— 7,4 m gelber Meeressand mit Steinen  
 7,4—27,6 m grauer Meeressand  
 27,6—36,2 m Eem-Ton  
 36,2—42,5 m Feinsand, ganz oder z. T. Eem