

HANS-ERICH REINECK und WILHELM SCHÄFER

Kleines Küsten-ABC
für Binnenländer an der Nordsee.

*

HANS-ERICH REINECK

Der Wattenboden
und das Leben im Wattenboden.

Ein geologischer Streifzug.

*

UDELGARD GROHNE

Die Geschichte des Jadebusens
und seines Untergrundes.

FORSCHUNGSANSTALT
FÜR MEERESGEOLOGIE UND MEERESBIOLOGIE „SENCKENBERG“
IN WILHELMSHAVEN

Natur und Volk	86	Heft 8 Heft 9	Seite 225—233 Seite 261—284	Frankfurt a. M., 1. 7. 1956 Frankfurt a. M., 1. 8. 1956
----------------	----	------------------	--------------------------------	--

Sonderdruck aus

NATUR UND VOLK

Bericht der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft
zu Frankfurt a. M.

Senckenberg am Meer Nr. 184*).

Kleines Küsten-ABC

für Binnenländer an der Nordsee.

Von Dr. H.-E. REINECK & Priv.-Doz. Dr. WILHELM SCHÄFER,
Forschungsanstalt für Meeresgeologie und Meeresbiologie „Senckenberg“
in Wilhelmshaven.

Mit 18 Bildern.

Seemann, Fischer und Küstenbewohner haben Worte geprägt, die nicht nur in Seekarten und Segelanweisungen gebraucht werden, sondern auch von der Wissenschaft übernommen worden sind. Für den Binnenländer haben wir hier eine Anzahl der wichtigsten Ausdrücke zusammengestellt, ihre Bedeutung erklärt und sie, wo zugänglich, durch Bilder näher erläutert.

AUSSENGRODEN siehe *Groden*.

AUSSENMARSCH siehe *Groden*.



Bild 1.

BAKE: Richtungszeichen am Lande oder auf den Watten zur Ortung von See her, oft mit Lichtsignal „befeuert“ (Bild 1).

BALJE: Breite Gezeiten-Rinne, spaltet sich landwärts in mehrere Priele auf (Bild 2).

BINNENDEICHS: Land hinter dem Schaudeich gelegen, (*butendeichs* = *außendeichs*: Land vor dem Schaudeich gelegen). Siehe Deich.

BRACK: Durch Deichbruch mit Meerwasser überschwemmtes und dadurch unbrauchbar gewordenen Land. Z. B. „Schwarzes Brack“ (südlicher Jadebusen, heute wieder verlandet); „Neues Brack“ (Nordküste der Jeverischen Marsch, heute Watt; Bild 2).

*) 183: *Senck. leth.* 37, 3/4: 319-330. Frankfurt a. M. 1956.

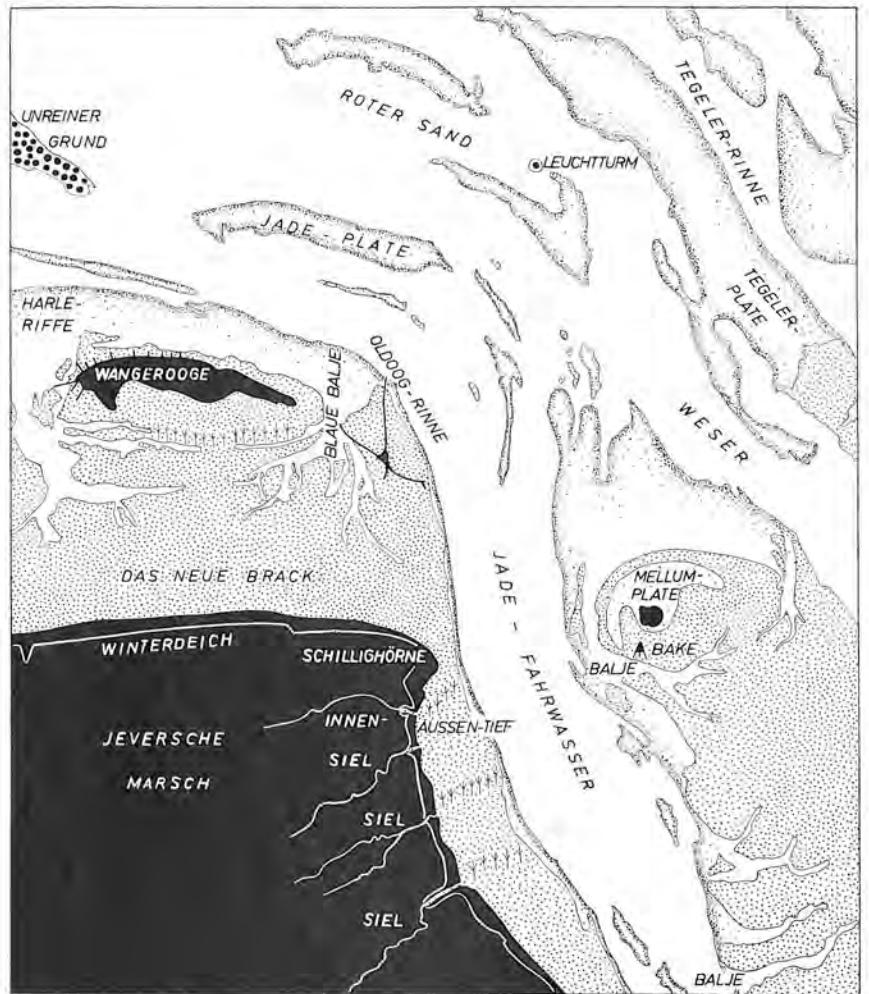


Bild 2.

BRANDUNG: Meereswellen, durch Grundberührung umgeformt in stürzende oder schäumende Brecher (Strandbrandung, Riffbrandung).

BUHNE: Meist gemauerter und durch Rammpfähle gesicherter Damm, senkrecht zur Uferlinie gebaut, zum Auffangen der Sinkstoffe oder zum Schutz des Strandes gegen küstenparallele Strömung (Bild 2).

DEICH: Grasbewachsener Kleierde-Schutzdamm der Marschen gegen die See. Die Eindeichung der Nordseeküste war um 1100 n. Chr. beendet. *Schaudeich:* der Deich, der von der Deichbehörde „beschaut“ wird, auch *Winterdeich* oder *Hauptdeich*. *Schlafdeich:* alter, ruhender Deich hinter dem Schaudeich. *Sommerdeich:* nur gegen die sommerlichen (niederen) Fluten schützend.



Bild 3.

DEICHSCHAART: Deich-Durchfahrt für Wagen, durch Tore gegen Sturmflut gesichert.

DÜNUNG: Meereswellen nach Sturm oder Meereswellen aus entferntem Sturmgebiet.

EBBE: Siehe Gezeiten.

FAHRWASSER: Betonnte (meist auch befeuerte) Wasserstraße zwischen Untiefen, für größere Fahrzeuge benutzbar (auch „Rinne“; Bild 2).

FEHDING: Süßwassergrube auf einer „Wurt“ (Bild 3).

FLAUTE: Stille Luft. („flau“ = kraftlos.)

FLOTT: Treibend oder schwimmend ohne Grundberührung. (Das auf dem Watt liegende Boot wird bei steigendem Wasser „flott“; Bild 4.)

FLUT: Siehe Gezeiten.

GAMMEL: Beifang der Fischer an untermaßigen Fischen und Krebsen. Vergammelt: alt, schlecht geworden. *Gammeldarre:* Dörrofen für Gammel.

GATT: = Seegatt, Meerenge zwischen Inseln oder Vorsprüngen des Festlandes. Im Niederdeutschen Gat = Loch (englisch gate = Tor und hochdeutsch Gasse, vgl. auch Kattgatt).

GEEST: Auf dem Lande gebildete, vorwiegend sandige Ablagerung der Eiszeit. Oft als „gast“ in Ortsbezeichnungen, z. B. Dangast.

GEZEITEN: = Tiden. Durch Mond und Sonne hervorgerufene, regelmäßig sich wiederholende Wasserstandsschwankungen, die als Gezeitenwelle die Ozeane durchlaufen (Bild 5). — Auflaufendes Wasser während *Steigtide* (äußert sich an der Küste als *Flutstrom*). Abflaufendes Wasser während *Falltide* (äußert sich an der Küste als *Ebbstrom*). Flutstrom und Ebbstrom laufen in etwa 6stündigem Wechsel. Der Zeitpunkt der höchsten und tiefsten Wasserstände verschiebt sich täglich um $\frac{3}{4}$ Stunden.

Höchststand des Wassers beim Übergang von Steigtide zu Falltide = *Tide-Hochwasser* (THW). Es herrscht *Hochtide*. Das Watt liegt dann unter Wasser (*Untermeereszeit* des Watts).

Tiefststand des Wassers bei Übergang von Falltide zu Steigtide = *Tide-Niedrigwasser* (TNW). Es herrscht *Niedrigtide*. Das Watt liegt jetzt trocken (*Übermeereszeit* des Watts). Während Hochtide und Niedrigtide „kentert“ die Strömung, d. h. wechselt sie ihre Richtung um etwa 180° . Zur Zeit des Kenterns sinkt die Stromgeschwindigkeit auf Null = *Stauwasser*.

Nipptide: Tide nach halbem Mond, also bei geringster Einwirkung von Mond und Sonne auf den Tidenhub, der dann besonders gering ist.

Springtide: Tide nach Vollmond und Neumond, also bei stärkster Einwirkung von Mond und Sonne auf den Tidenhub. Die Hochtide ist dann besonders hoch, die Niedrigtide besonders niedrig, so daß das Watt weit hinaus trocken läuft.

MTHW = Mittleres Tide-Hochwasser, über einen größeren Zeitraum gemessen.

MTNW = Mittleres Tide-Niedrigwasser.



Bild 4.

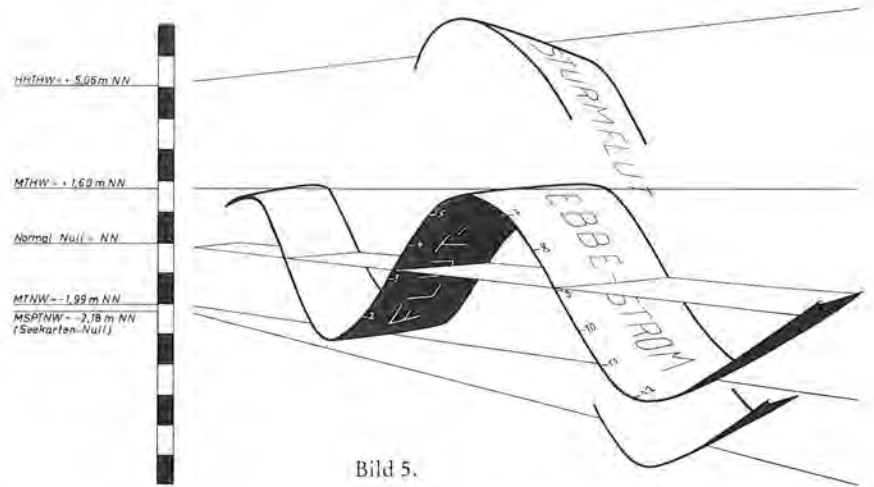


Bild 5.

HHTHW = Höchster Stand des Tidehochwassers, der überhaupt bekannt ist.
 MSPTNW = Mittleres Springtide-Niedrigwasser. Auf Seekarten meist Karten-Null.

GRODEN: Jung verlandetes Grünland. *Außengroden* = Grünland vor dem Schauderich, meist mit Salzpflanzen bewachsen = *Außenmarsch*. *Innengroden* = Grünland unmittelbar hinter dem Deich. Groden wird nur im Jade-Gebiet gesagt, in Dithmarschen = *Koog*, an der Ems und in Holland = *Polder*, im Lande Wursten (Weser) = *Außen-deichsland* (Bild 6).

GRÜPPEN: Siehe Landgewinnung.

GRUNDSCHLEPPNETZE: Dredsche = kleines Schleppnetz, Netzbeutel durch Metallrahmen geöffnet. *Kurre* = Schleppnetz, Netzbeutel durch Kurrstange (mit Kufen) geöffnet (Granatkurre). *Frischfischnetz* = Großes Schleppnetz, Netzbeutel durch „Scherbretter“ geöffnet.

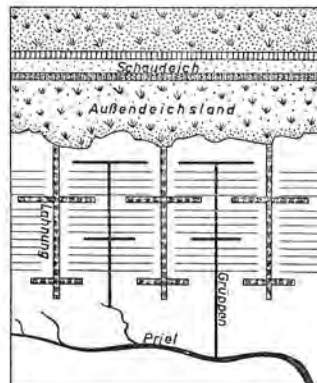


Bild 6.

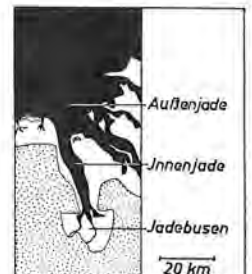


Bild 7.

HALLIGEN: Kleine Inseln vor der nordfriesischen Westküste, Restkörper ehemaligen Marschenlandes. Meist bewohnt, aber ohne Deiche, Gehöft auf *Warft* gelegen (siehe Wurt).
HELM: Strandhafer. *Blauer Helm* (*Elymus arenarius*), Sandgerste. Wird auf Dünen und Sandflächen angepflanzt, zum Schutz gegen Ausblasung.

HOHLE SEE: Stark bewegte See.

HOL: Der Hol = ein Netzfanzug beim Fischen. *Verholen* = Schiff verlegen von einem Platz zum anderen.

HÖRNE: Vorspringende Festlandecke (Horn) an der Jade, z. B. Schillighörne, Eckwarderhörne (Bild 2).

JADE: Meeresbucht der südlichen Nordseeküste. Eingeteilt in *Außenjade*, *Innenjade*, *Jadebusen* (Bild 7). Größe des Jadebusens: 166 qkm, davon 122 qkm Watten. Da ohne größere Süßwasser-Zuflüsse, führt die Jade in allen Teilen Seewasser (Jadebusen 2,7‰, Außenjade 3,3‰ Salz). Der Jadebusen ist im Winter stark vereist, im Sommer hat er Wassertemperaturen bis 20° C.

KLEI: Durch Alterung gesetzter, bindig gewordener Marschenboden. *Kleischießen:* Kleischichten aus der Tiefe auf darüber liegende Moore bringen.

KOLK: Durch schnell fließendes und strudelndes Wasser ausgehöhlte Vertiefung, häufig durch Deichbruch entstanden.

LAHNUNG: siehe Landgewinnung.

LANDGEWINNUNG: Maßnahme zum Aufhöhen und Verbreitern des Außendeichslandes. Sobald es breit genug ist, wird es durch einen neuen Deich gegen die See geschützt. Durch Buschzäune (*Lahnungen*, *Schlengen*) werden im Watt vor dem Außendeichsland rechtwinklige Felder abgesteckt, in welchen die Flut ihre Sinkstoffe ablädt. Das Ebbewasser rinnt durch Gräben (Gruppen) in die natürlichen Priele des Watts ab. Die Gruppen werden mit Hand immer wieder ausgehoben (*begrüppelt*, *geschlotet*). Zwischen den Lahnungen siedelt sich der im Salzwasser wachsende Queller an, häufig künstlich ausgesät. Der Quellerbewuchs beruhigt das Wasser. Das Watt wird allmählich zur begrünten Außendeichswiese. Es erhöht sich bis zu 1 m und mehr über MTHW (Bild 6 und 8) und wird dadurch *deichreif*.

MARSCH: *Seemarsch* = junge und begrünte Meeresablagerung, meistens über MTHW (Bild 9). (Marsch = norddeutsches Wort für „Niederung“.) *Flußmarsch* = junge Ablagerung im Bereich der tideführenden Flußunterläufe. (*Außenmarsch* siehe „Grodan“.)

MOLE: In die See gebaute Steinmauer oder mit Spundwand bewehrte Mauer zum Schutz gegen Strömung und Brandung (Bild 10).

MTHW und MTNW: siehe *Gezeiten*.

NIPPTIDE: siehe *Gezeiten*.

OOG: Eiland (verwandt mit Aue). Z. B. Spiekeroog, Wangerooge (Bild 2).

PLATE: Sandbank zwischen Gezeitenrinnen, sowohl über als auch unter MTNW (Bild 2).

PRIEL: Kleinere, natürliche Zu- und Ablaufrinne im Wattenmeer, oft stark verzweigt und mäandernd (Bild 11).

PRICKEN: Stangen mit Strohwisch oder Birkenstämmchen mit Krone zur Bezeichnung eines Watten-Fahrwassers, im Wattboden des Fahrwasser-Randes durch Holzkreuz verankert. (*Bepricktes Fahrwasser* = mit Pricken bezeichnete Fahrrinne im Wattenmeer; Bild 2).



Bild 8.



Bild 9.

RAUHER GRUND: Gerölle am Meeresgrund, aus eiszeitlichen Ablagerungen ausgewaschen. In Fischereikarten eingetragen zur Warnung vor Befischung mit Grundschleppnetzen, auch als *Unreiner Grund* bezeichnet (Bild 2).



Bild 11.

REEDE: Ankerplatz in einiger Entfernung vom Strand über tiefem Grund.

RIFFE: Flache Bänke unter Niedrigwasser. Wenn aus Lockermaterial, dann wandernd: „Sandriff“, „Schillriff“, „Diluvialriff“, „Kleinriff“ (Bild 2).

RIPPELN: Regelmäßige wellige Oberflächenformen des Sedimentes. Je nach der



Bild 13.

Entstehung: „Strömungsrippeln“, „See-gangsrippeln“, „Windrippeln“. — „Großrippeln“ = Rippeeln größer als 20 cm (Bild 12 und 13).

SAND: Im Jadebusen meist Feinsand, der Hauptanteil mit Korngrößen über 0,1 mm \varnothing .

SAND: Sandbank (z. B. Roter Sand, Bild 2).



Bild 10.

SCHAUDEICH: siehe Deich.

SCHICHTUNGSARTEN: Gezeitenschichten = dünnblättrige Wechselschichtung, je eine Schicht während Steig- und Falltide abgesetzt. Vom Flutstrom werden die sandigeren, vom Ebbstrom die schlickigeren Schichten zurückgelassen. *Sturmflutschich-*



Bild 12.

ten: Ablagerungen, die bei hohen Tide-Hochwasserständen auf der Außenmarsch abgesetzt oder durch Brandung hinaufgeworfen worden sind. Kennzeichen: Schill-Lagen und oft knödelige, gebogene Schichten, von zahlreichen Pflanzenwurzeln durchzogen. *Flaserschichten:* Schichten in Linsenform, die bei strömendem, wellenbewegtem Wasser gebildet werden.



Bild 14.



Bild 15.

SCHILL: Zusammengespülte Anhäufung von tierischen Hartteilen wie Muschelschalen, Schneckengehäusen, Krebspanzern. Im *Bruchschill* sind die Hartteile zerbrochen.

SCHLAFDEICH: siehe Deich.

SCHLENGE: siehe Landgewinnung.

SCHLICK: Organismenreicher Schlamm, in nassem Zustand flüssig bis breiig bis schmierigbindig. Im trockenen Zustand stark geschrumpft, fest. Hauptmenge unter 0,1 mm Korngröße.

SCHLICKSAND: Gemisch von Feinsand und Schlick, oft auch nur Wechsellagerung von Feinsand und Schlick. Korngröße: gleiche Mengen über wie unter 0,1 mm.

SCHLICKSCHLITTEN: Schlittenartiges Gefährt aus Holz zum Befördern von Lasten über das trockengelaufene Watt, von Hunden gezogen oder auch durch den abstoßenden Fuß vorwärtsbewegt (Bild 14).

SEEGANG: Meereswellen bei Wind, auch *Windsee* genannt.

SIEL: Schleuse im Deich zum Durchtritt eines Süßwasserlaufs aus dem Binnenland. Der Süßwasserlauf heißt hinter dem Siel *Binntief*, vor dem Siel *Außentief*. Das Außentief ist als *Fahrwasser* im Wattenmeer meist durch *Pricken* gekennzeichnet. Die Tiefs werden mit dem *Modderpraam* (Bild 15), einem baggernden Wasserfahrzeug, gereinigt und ausgetieft. Am Siel meist kleiner Hafen und Dorfsiedlung, z. B. Rüstiersiel (Bild 2 u. 16).

SLIPP: Schräge Rampe eines Gezeiten führenden Hafens zum Trockensetzen kleiner Kutter während Niedrigtide.

SPÜLSAUM: Auswurf des Meeres als Saum oberhalb der letzten Hochwasserstände. (Bild 17.)

SPRINGTIDE: siehe Gezeiten.

STAUWASSER: siehe Gezeiten.



Bild 16.



Bild 17.

STRANDWALL: Sedimentwall, aufgeworfen durch brandende Wellen (mit flachem Luv- und steilerem Lee-Hang).

STURMFLUT: Durch Stürme erhöhte Tide-Wasserstände.

WARF, Warft: siehe Wurt.

WATTENSEE: Gesamtbereich aller Wattengebiete mit ihren Fahrwassern, Prielen usw.

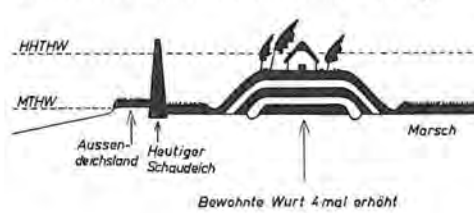


Bild 18.

„Watt“ = in der Wattensee trockenfallendes Gebiet; nicht aber steile, nach See abfallende Gezeitenstrände (z. B. Inselstrände).

WEISSE DÜNE: Düne, frei von Pflanzenwuchs; in den meisten Fällen Wanderdüne.

WIERDE: siehe Wurt.

WINTERDEICH: siehe Deich.

WURT: Bewohnte und gegen Sturmfluten sichernde Erdhügel, vom Menschen in der ursprünglich unbedeichten Marsch aufgeworfen (und auch später hinter dem Deich zum Schutz bei Deichbrüchen). Letzte Wurt im 15. Jahrhdt. (in Ostfriesland) gebaut. Mehrmalige Aufhöhung im Laufe der Jahrhunderte ihrer Benutzung (Bild 18).

Im Jade-Weser-Gebiet = *die Wurt*; in Ostfriesland = *der Warf*; in Schleswig-Holstein *die Warft*; im Lande Wursten (Weser) = *die Wierde*; in Holland = *Terp*.

Senckenberg am Meer Nr. 185*).

Der Wattenboden und das Leben im Wattenboden.

Ein geologischer Streifzug.

Von Dr. H.-E. REINECK,

Forschungsanstalt für Meeresgeologie und Meeresbiologie „Senckenberg“
in Wilhelmshaven.

Mit 14 Bildern und Titelbild.

Ablagerungen vorzeitlicher Meere sind als Gestein erhalten und mit ihnen die Spuren ehemaligen Lebens am Meeresboden. Diese versteinerten Spuren schweigen oft von ihren Urhebern auch in der Hand kundiger Sammler und Wissenschaftler. Im Watt aber sehen wir das werdende Gestein, und wir finden darin die Erbauer verschiedenster Gänge und Bauten und die Urheber verwühlter Schichten noch an der Arbeit. Sie können uns Hinweise geben für die Deutung von erdgeschichtlichen Zeichen, die versteinert überliefert sind.

I. Ablagerungen und Bodenbewohner im Watt einer Meeresbucht.

Die Gezeiten haben im Jadebusen die Wattenablagerungen gürtelartig verteilt (Bild 1).

*) 184: Natur u. Volk, 86: 261-268. Frankfurt a. M. 1956.

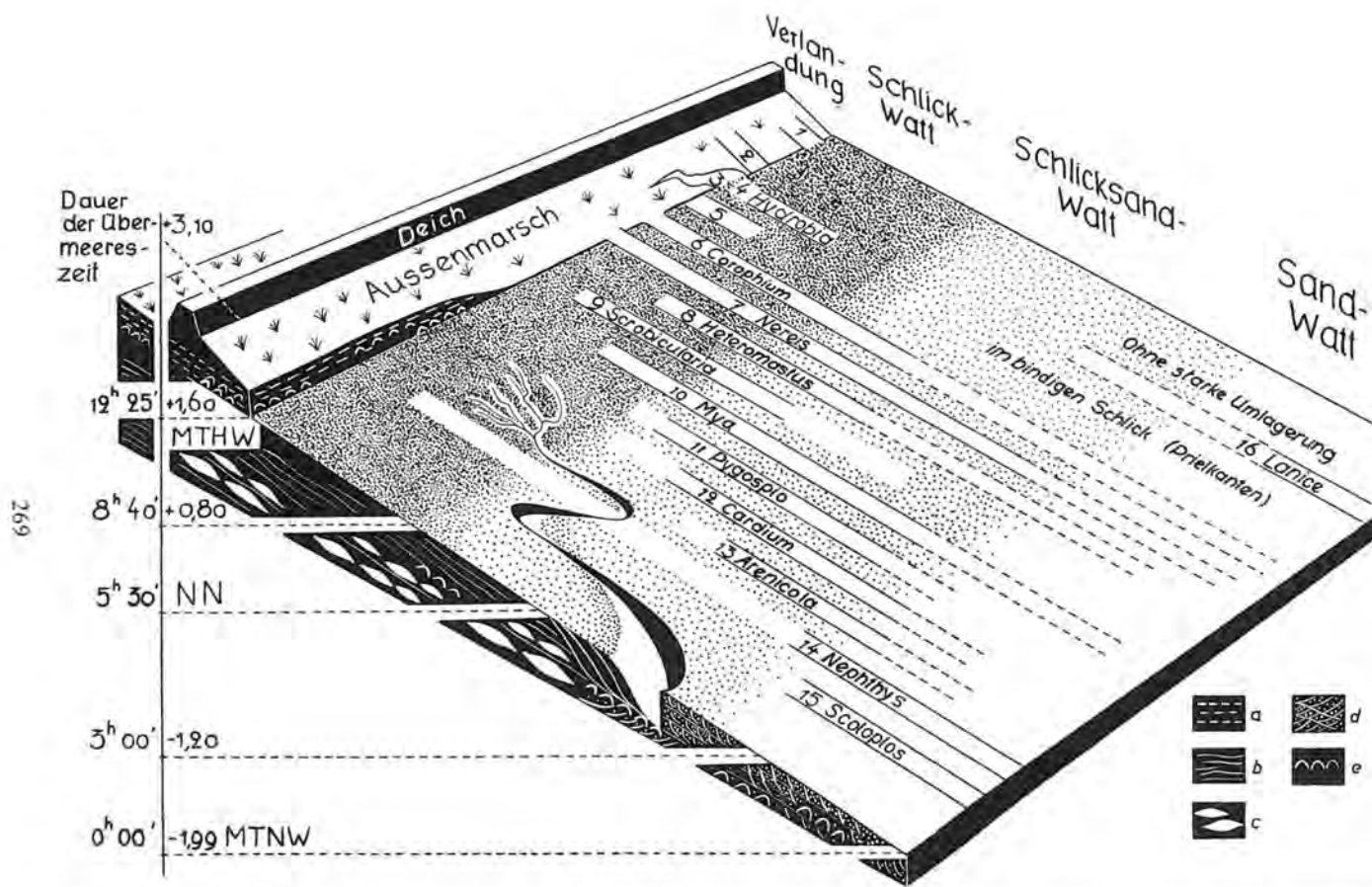


Bild 1. Verteilung der Watten-Ablagerungen und der Bodenbewohner in einer Bucht eines Gezeitenmeeres (Nordsee). a = Sturmflut-Schichtung, b = Gezeiten-Schichtung, c = Flaserschichtung, d = Rippelschichtung, e = Schill. 1 = Strandaster (*Aster tripoleum*), 2 = Salzkäfer (*Bembidion concinnum*), 3 = Brackwasserschnecke (*Assiminea grayana*), 5 = Queller (*Salicornia herbacea*).

Das *Verlandungsgebiet* säumt die Ufer. Es folgen zum offenen Wasser hin das *Schlick-Watt*, das *Schlicksand-Watt* und das *Sand-Watt*. Der Schlickgürtel am O-Ufer des Jadebusens ist schmaler als der im W, weil gegen das O-Ufer der Hauptseegang läuft (Hauptwindrichtung aus SW). Im SW des Jadebusens erreicht der Wattgürtel eine Breite von 5—6 km. Ein mächtiger Priel, das Steinhauser Tief, durchschneidet hier das Watt (Bild 6).

1. Der Verlandungssaum.

Etwa 4 m erhebt sich der Deich, die künstliche Trennwand zwischen fruchtbarer Marsch und dem Bereich meerischen Geschehens. Von der Deichkrone erfaßt der Blick die See, deren ablaufendes Wasser langsam die Wattfläche freigibt. Vor der Außenmarsch¹⁾ tauchen die Quellerpflänzchen (Bild 2b) aus dem Wasser. Außenmarsch und queller-bestandenes Watt werden zum Verlandungsgürtel gerechnet. Hier wächst Land auf, indem es an Höhe zunimmt und zugleich seine Grenze weiter ins Watt hinaus vorschiebt.

Sinkstoffe, die das auflaufende Wasser mitführt, werden zur Stauwasserzeit dort abgesetzt, wo nicht ständig starke Brandung anläuft. Das ablaufende Wasser nimmt nur wenig des Mitgebrachten wieder fort; eine dünne, neue Schicht verbleibt, Schicht auf Schicht, bis die Höhe der Mittleren Hochwasser-(MTHW) Linie erreicht wird. So ist Land entstanden, das nicht mehr zweimal täglich überflutet wird wie das Watt. Anfänglich nur eine schmale Fläche, wächst dieses Land ins Watt hinaus. Salz-unempfindliche Landpflanzen rücken vor. Aber noch überfluten Springtiden und Sturmfluten die grünenden Flächen, die Außenmarsch. Jede hinterläßt eine Schicht: Feinsand und Schlick, vom überflutenden Wasser abgesetzt (Bild 7), gröbere Sande, Meeresgetier und Schille, die von der Brandung hinaufgeschleudert wurden (Bild 9). Bald aber werden die neuen Schichten wiederum von Pflanzen überwachsen.

Über die Geschwindigkeit der Verlandung geben die Vermessungen des ehemaligen Strombauressorts der Marinewerft²⁾ Auskunft. Nach den Vermessungen der Jahre 1887, 1901, 1911, 1925 und 1934 befinden sich die Außenmarschen des Jadebusens fortlaufend im Vor- und Aufwuchs. Für eine 8,5 km lange Strecke der Außenmarschen im SW des Jadebusens ergibt sich jährlich ein Vorrücken zur See hin um 3,96 m. Ein Stück der Außenmarsch im O des Jadebusens, 13 km lang, rückte dagegen trotz Buhnen (Schutz gegen Brandung und Strömung) nur 1,87 m jährlich vor. Im gleichen Zeitraum wuchs die westliche Außenmarsch am Deich um 3 cm im Jahr auf, die östliche um 1,6 cm. An der ehemaligen Kante vom Jahre 1901 wurde die westliche Außenmarsch jährlich um 0,8 cm aufgehöhht, die östliche um 0,4 cm. Eine Zahl zum Vergleich erfahren wir von NIELSEN (1935), der auf der Halbinsel Skalling (Dänemark) einen jährlichen Aufwuchs von 0,36 cm maß.

¹⁾ Erklärung der Fachausdrücke, siehe Seite 261-268.

²⁾ Das Wasserwirtschaftsamt, Wilhelmshaven, übernahm die Nachfolge. Für Benützung der Kartenvergleiche und erwiesene Unterstützung sei dem Leiter, Oberregierungs- und Baurat TILLESSEN und seinen Mitarbeitern, vor allem Regierungsoberbauinspektor IMKEN und Herrn UNSELD sehr gedankt.

Außenmarsch-Ränder, die der Brandung ausgesetzt sind oder an Priele und Tiefs grenzen, fallen steil als Kliff ab (Bild 10). Diese Steilkanten, oft über 1 m hoch, sind zugleich natürliche Aufschlüsse, an denen die Sturmflutschichtung gut zu sehen ist (Bild 8):

Feinsandreiche Lagen wechseln mit tonigeren Lagen ab. 1 bis 1/2 cm sind diese Lagen mächtig, oft auch weniger. Die Schichtgrenzen sind teilweise wellig-knödelig, da sie auf der unebenen Außenmarsch-Oberfläche abgelagert wurden (HÄNTZSCHEL 1936). Häufig sind die Schichten von Trockenrissen unterbrochen. Lagen von Muschel- und Hydrobienschill fallen (vorwiegend im östl. Jadebusen) als weiße Bänder im Profil auf (Bild 8). Die Schichten werden von zahllosen Pflanzenwurzeln durchzogen und dadurch teilweise gestört.

Welch vielfältiges Leben, Land- und Meeresgetier in unmittelbarer Nachbarschaft! Salz-unempfindliche Pflanzen siedeln auf der Außenmarsch, gestaffelt nach der Höhe, d. h. nach der Häufigkeit der salzigen Überflutungen. An der vorderen, niedrigen Kante gedeiht in großen Beständen die Strand-Aster (*Aster tripolium*, Bild 2a). Brackwasser-erfüllte Gräben und Schlenken sind der Lebensraum für Kiesel- und andere Algen und Brackwasser-Foraminiferen. Etwa in der Höhe der MTHW-Linie leben die Brackwasserschnecke *Assimineea* (Bild 2c) und der Salzläufer *Bembidion* (Bild 2e). Bis zur MTHW-Linie und teilweise darüber siedeln noch Wattentiere: der Schlickkrebbs *Corophium*, der Ringelwurm *Nereis* und die Wattenschnecke *Hydrobia* (Bild 2d).

Im Verlaufe vorgeschichtlicher und geschichtlicher Zeiten hat sich der Meeresspiegel oftmals verlagert (vgl. GROHNE, Heft 7, 1956). Anzeichen, an denen man ehemalige MTHW-Linien erkennen kann, sind die widerstandsfähigen Stengel von Meerstrand-Dreizack (*Triglochin maritimum*), Assimineen-Gehäuse, die Chitinpanzer und Flügeldecken von *Bembidion*.

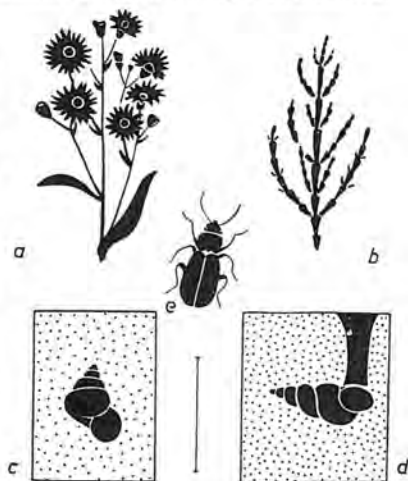


Bild 2. Bewohner der Verlandungszone: a = Strandaster (*Aster tripolium*), b = Queller (*Salicornia herbacea*), c = Brackwasserschnecke (*Assimineea grayana*), d = Wattenschnecke (*Hydrobia ulvae*), vergraben während der Übermeereszeit, e = Salzkäfer (*Bembidion concinnum*).

2. Das Schlick-Watt.

Unmittelbar vor der Außenmarsch liegt das Schlick-Watt. Dünnflüssiger Schlickbrei³⁾ bedeckt die Oberfläche. Daher sinken Rippeln meist wieder zusammen (vgl. jedoch TRUSHEIM 1929).

³⁾ Wassergehalt im Mittel (nach LINKE 1939):

Schlick	54 Gew. %
Schlicksand	36 Gew. %
Sand	23 Gew. %

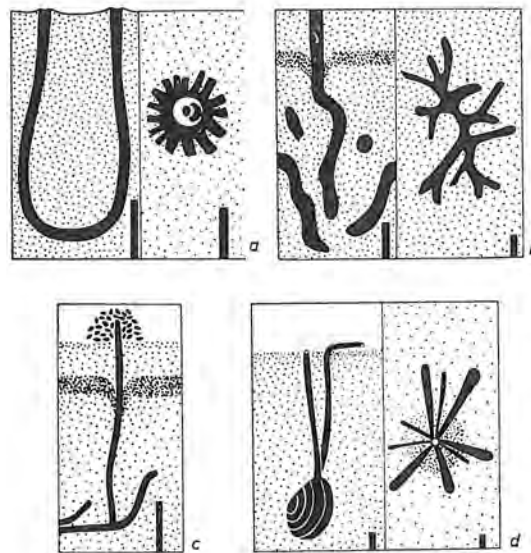


Bild 3. Bewohner des Schlickwatts: a = Schlickkrebse (*Corophium volutator*), links U-Wohnbau, rechts Weidestern um eine Gangmündung an der Oberfläche. b-c = Ringelwürmer. b *Nereis diversicolor*, links Gänge im Wattboden, rechts Weidestern um eine Gangmündung an der Oberfläche. c *Heteromastus filiformis*, Gänge im Wattboden mit Kothäufchen an der Mündung der Kotröhre. d = Pfeffermuschel (*Scrobicularia plana*). Links vergrabene Muschel mit ausgestreckten Siphonen bei der Nahrungsaufnahme, rechts Weidestern an der Oberfläche. — Höhe der schwarzen Säule jeweils 1 cm.

Ein Spatenstich offenbart die Vielzahl der Bodenbewohner und ihre unterirdischen Bauten. Da sind die unregelmäßig gewundenen, von der Tiefe her busch-artig verzweigten Gänge von *Nereis* (Bild 3b). Geweihähnlich vergabelte Weidespuren an der Oberfläche verraten diesen Ringelwurm. Zu vielen Tausenden sitzen die kleinen Schlickkrebse (*Corophium*) in ihren U-Wohnbauten (Bild 3a). Auf der Oberfläche legen sie kleine, zahnrad-förmige Weidespuren um die Gangmündung an. Zentimeterhohe Häufchen winziger Kotpillen bedecken die Mündung der Kotröhre von *Heteromastus* (Bild 3c), einem faden-dünnen Ringelwurm, der bei jedem Spatenstich wie Gummifäden auseinandergezogen wird. Wenige, aber nicht leichte Schritte weiter hat die Pfeffermuschel (*Scrobicularia*) mit ihrem Einström-Siphon Sternspuren in die Oberfläche eingedrückt (Bild 3d). Die Muschel selber sitzt etwa 15 cm tief vergraben. Mit zwei getrennten Siphonen ist sie mit der Oberfläche verbunden. Dort „pipettiert“ sie nahrungshaltigen Schlickbrei mit dem Einström-Siphon.

Von einer Schichtung ist im blauschwarzen Schlick fast nichts zu erkennen. Erst wenn eine herausgestochene Probe etwas angetrocknet ist, kann man im Schlick eingelagerte, dünne Sandlagen erkennen. Die Wühlspuren, soweit es nicht offene Gänge sind, werden erst im durchscheinenden Schliff sichtbar (Bild 11).

Unabsehbar dehnen sich die Schlickflächen, die mit schmatzend-gurgelndem Schritt zu durchqueren, kostbare Zeit verschlänge. Wir folgen deshalb mit einer Barkasse dem Steinhauser Tief, dieser vom strömendem Wasser eingesägten „Schlucht“. Drei bis vier m hoch ragen bei Niedrigwasser die Ränder auf, die im Schlick-Watt sanft geböscht, aus weichstem Schlick bestehend, jeglichen Anstiegs-Versuch „hüfttief“ ersticken.

3. Das Schlicksand-Watt.

Schon verweilt das Auge des Geologen an dem Aufschluß, den die steile Krümmungs-Außenseite des Tiefs freigibt. Feinblättrige Gezeitschichtung (Bild 12) wechselt mit Linsenschichtung (Bild 13), Schichtungsarten, die vornehmlich im Schlicksand-Watt auftreten. Wenige m daneben wechselt das Bild der Schichten. Ein mächtiger Packen schräg verlaufender Bänke (Schrägschicht-

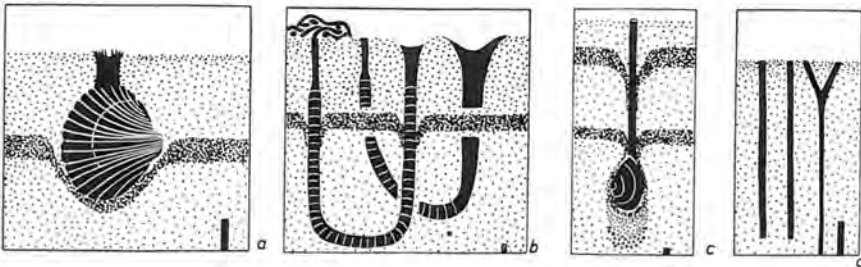


Bild 4. Bewohner des Schlicksand-Watts: a = Herzmuschel (*Cardium edule*) mit ausgestrecktem Siphon. Wühlspur unter der Muschel. b = Pierwurm (*Arenicola marina*). Bauten in U-Form und, nach THAMDRUP, in J-Form. Linker Schenkel = Kotröhre, rechter Schenkel = Freßröhre oder -schacht, waagerechter Teil = Wohnröhre. Durch Wühlen abgebogene Schicht. c = Klaffmuschel (*Mya arenaria*). Abgebogene Schichten am Siphon-Schacht. Unter der Muschel Wühlspuren. d = Wohnröhren des Wurms *Pygospio elegans*, aus Sand oder Schlick mit Schleim verkittet. Vereinzelt Y-Form (nach THAMDRUP 1935).

ung) zieht quer über den Hang. Auf dem flachen Innenbogen eines heute verschwundenen oder abgewanderten Prieles wurden die Schrägschichten seitlich abgelagert (vgl. Bild 1, vordere Kante).

Um die Wattfläche selber kennenzulernen, muß jedoch die Barkasse verlassen und der Hang erklommen werden. Am oberen Rand des Hanges begegnen uns nun schon alte Bekannte unter den Bodenbewohnern: *Corophium* in seinen U-Wohnbauten. Selbst die steilen Wandteile besiedelt es. Die Bauten verlaufen schräg in die Wand. *Nereis* treffen wir wieder und, soweit die Schichten nicht klei-artig bindig sind, auch *Heteromastus*.

Welch anderes Bild gegenüber dem Schlick-Watt bietet die Oberfläche des Schlicksand-Watts! Wattentümpel und Rippeln überziehen die Fläche; braune Diatomeen-Rasen breiten sich aus. Welch anderes Bild auch unter den Bodenbewohnern! Noch treffen wir *Scrobicularia* an, aber daneben auch die tief siedelnde Klaffmuschel (*Mya arenaria*, Bild 4c und 13), deren Vorkommen ein kreisrundes, wassergefülltes Loch, die Mündung des Siphonal-Schachts, anzeigt. Auf der Wattfläche wird *Corophium* spärlicher, dafür tritt der Wurm *Pygospio* (Bild 4d) als bezeichnender Bewohner des Schlicksand auf. Bräunliche Röhrenrasen bilden seine halb freigespülten, weichen Sandröhren an Stellen flächen-

haften Abbruchs. Wie aus einer Zahnpasta-Tube kommen sandige Kotschlingen des Pierwurms (*Arenicola*), der tiefe U-Bauten anlegt (Bild 4b). Flach siedelt die Herzmuschel (*Cardium*, Bild 4a), die Kenner roh wie Austern verspeisen.

Der Boden eines Priellarmes muß in letztem abströmendem Wasser mit tastenden, bloßen Füßen erkundet werden. Schalenpflaster ausgespülter Muscheln wechseln mit Stellen, an denen man aufgescheuchten jungen Granat (*Crangon vulgaris*) und junge Plattfische erfühlt, die verspäteten Flutgäste des Watts.

Möwen und andere Seevögel bevölkern die Wattfläche. Ihre Fährten werden den gleichen Schichtflächen eingeprägt, die schon viele Anzeichen meerescher Bedeckung enthalten; der amphibische Watt-Charakter findet seine Niederschrift im zukünftigen Felsgestein.

4. Das Sand-Watt.

Die Steilufer des Tiefs werden niedriger und weichen den flachen Böschungen wenig standfesten Sandes. Die letzten freigespülten Klaffmuschel-Siedlungen, in denen die Muschelschalen noch in Lebensstellung stehen (Bild 13), sind vorübergezogen; die zahllosen Kotschlingen von *Arenicola* werden seltener. Wir durchqueren den äußersten Rand des Watts, das Sand-Watt. Nahe der Niedrigwasser-Linie, wo das Wasser bei Niedrigtide noch lange Zeit steht, wo die Wattfläche dem ungebrochenen Wellengang des freien Wassers ebenso lange ausgesetzt ist, finden von allen Watt-Teilen die stärksten Umlagerungen statt. Die große Wasserunruhe läßt nur selten feinere Körner als Sand zum Absatz kommen.

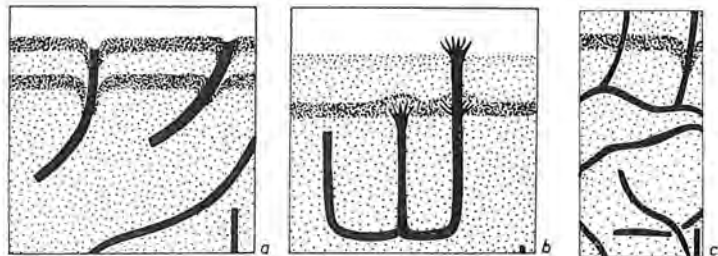


Bild 5. Bewohner des Sandwatts: Ringelwürmer: a = *Nephtys hombergii*, unten Wander- und Fraßgang, oben 2 Ruhegänge in bezeichnender Bogenform, Schichten durch Wühlen verbogen. b = *Lanice conchilega*. Zu elastischen Röhren verkitteter Sand. W-Form der Wohnröhren (n. SEILACHER 1951). Fransenfächer an der Röhrenmündung und an Stellen ehemaliger Röhrenmündungen (n. ZIEGELMEYER 1952). c = *Scaloplos armiger*, Wander- und Fraßgänge.

Der wasser-gesättigte Sand ist nur schwer mit dem Spaten so auszustechen, daß man eine Schichtung erkennen kann. Rippelschichtung tritt vorwiegend auf (Bild 14), ein Zeichen gewandelter Rippeln und damit entsprechender Umlagerung. Die uns bekannten Bewohner des Schlick- und des Schlicksand-Watts suchen wir vergeblich. Nur wenige Bodenbewohner vermögen sich hier zu

behaupten: der sehr wendige *Nephtys* (Bild 5a), ein Räuber, und *Scoloplos* (Bild 5c), gleichfalls ein rasch grabender Ringelwurm. Beide bauen keine Wohnröhren, die sie längere Zeit bewohnen. Unster wandernd und rastend vollbringen sie ihre unterirdische Wühlarbeit. *Lanice* (Bild 5b), auch ein Sandwatt-Bewohner, fehlt hier im Jadebusen, wo sie kein geschütztes Sand-Watt findet, wie etwa auf Mellum.

II. Ablagerungen und Bodenbewohner in gegenseitiger Abhängigkeit.

Sand, Schlicksand und Schlick verteilen sich auf dem Watt nach der Stärke des Gezeitenstromes und der Stärke und Dauer des Wellenganges. Können wir aber auch die Verteilung der Bodenbewohner (Bild 6) verstehen, und wie weit ist diese Verteilung für den Geologen und den Paläontologen bedeutungsvoll?

1. Lockerer Sand und bindiger Schlick.

Feuchter Sand, besonders wenn er noch dicht gepackt ist, kann außerordentlich standfest sein. Seine Festigkeit jedoch schwindet, wenn er ausgetrocknet oder wassergesättigt wird, da in beiden Fällen die Kapillarspannung aufgehoben wird (vgl. REINER 1956). Mit zweimaligem Trockenfallen und zweimaliger Überflutung täglich durchlaufen die Sande auf dem Watt verschiedene Grade der Durchfeuchtung bis zur völligen Wassersättigung. Mit nachlassender Festigkeit während der Überflutung ebnen sich die steilwandigen Marken und Spuren ein unter dem Einfluß des eigenen Gewichts.

Schlick dagegen verhält sich anders. Wenn er lagert, verringert sich bei ihm der Wassergehalt, damit steigen die Kapillarspannungen und seine „Festigkeit“ (Bindigkeit). Je stärker Schlick austrocknet, desto größer wird — im Gegensatz zu Sand — seine Festigkeit. Trockenen Schlick muß man mit einem Werkzeug zerteilen, — trockener Sand rieselt durch die Finger. Feuchter oder gar trockener Schlick ist — weiterhin im Gegensatz zu Sand — nur mit Mühe (Kneten, Rühren) wieder in wässrigen Brei zurückzuführen; denn mit dem Wasserverlust sind die „Schlick“-Teilchen durch VAN DER WAALS'sche Kräfte „verklebt“ und das Porensystem so eng geworden, daß Wasser nur sehr langsam und nur auf kleinen Strecken wieder eindringen kann.

Diese verschiedenen Festigkeits-Eigenschaften von Sand und Schlick spielen für den Formenschatz auf und in dem Wattboden eine große Rolle.

Bindige Schlickschichten zwischen leicht auswaschbaren Sandschichten werden bei Abtragung herauspräpariert; sie bilden herausragende Kanten auf Wattflächen und an Prielhängen und verursachen Wasserfälle an den Mündungen kleiner Nebenriele in ein Tief.

Spuren und Marken können sehr verschieden aussehen, je nach der Festigkeit der Ablagerung, in die sie eingeprägt werden. Im Sand sind sie leichter vergänglich, im bindigen Schlick aber bleiben sie weit eher auch bei mehrfacher Überflutung erhalten.

Für die Platzwahl der Bodenbewohner und deren Gedeihen ist der Unterschied an Festigkeit und Bindigkeit zwischen Sand und Schlick wichtig oder sogar ausschlaggebend.

Scrobicularia, *Heteromastus*, *Nereis* und *Corophium* kommen im weichen Schlick nebeneinander vor. In bindigeren Schlickböden dagegen fehlen sehr bald *Scrobicularia* und *Heteromastus*, während *Nereis* und vor allem *Corophium* noch in dichter Siedlung

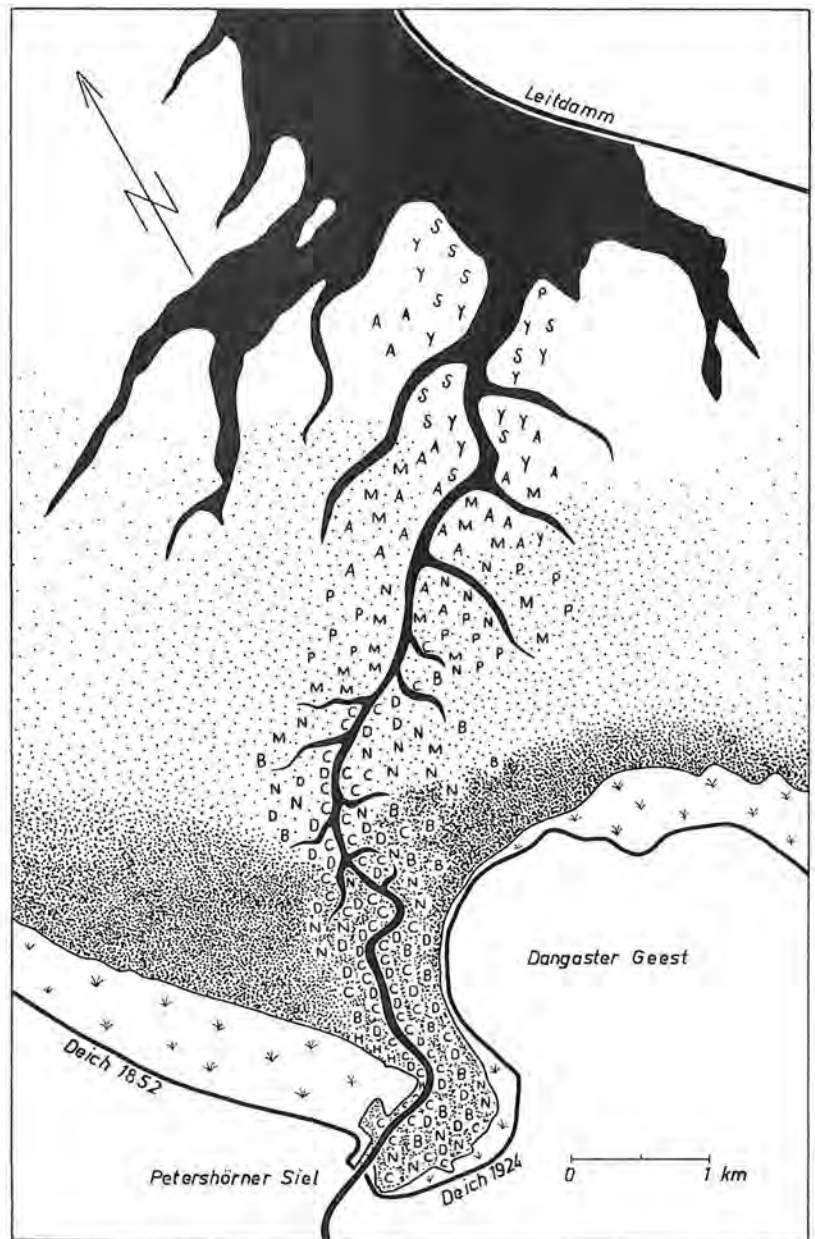


Bild 6. Das Steinhauser Tief (südwestlicher Jadebusen). Verteilung der Bodenarten und Verteilung der Bodenbewohner. Aufnahme REINECK & SCHÄFER, Mai 1956. Eng punktiert = Schlick, weit punktiert = Schlicksand, weißer Sand. A = *Arenicola marina*, B = *Scrobicularia plana*, C = *Corophium volutator*, D = *Heteromastus filiformis*, H = *Hydrobia ulvae*, M = *Mya arenaria*, N = *Nereis diversicolor*, P = *Pygospio elegans*, S = *Scoloplos armiger*, Y = *Nephtys bombergii*.



Bild 7. *Aus dem Verlandungs-Saum.*
Die Außenmarsch wächst über den Meeresspiegel auf. Schlickschicht von Sturmflut auf die Außenmarsch aufgesetzt. Trockenrisse. Pflanzen überwuchern bald den Schlick (vgl. Bild 8). — Petershörner Siel; 2. 5. 1956. Archivbild L 7189, S. a. M.



Bild 8. *Aus dem Verlandungs-Saum.*
Sturmflutschichtung in seitl. Schnitt. Unregelmäßige Schichtgrenzen, da die Schichten auf der begrünten Oberfläche der Außenmarsch abgelagert wurden (vgl. hierzu Bild 9). — Hooksiel; 20. 5. 1956. Archivbild L 7168, S. a. M.



Bild 9. Aus dem Verlandungs-Saum. Brandung warf Muschelschalen (= Schill) auf die Außenmarsch. Die Schill-Lage wird bei weiterem Aufwuchs zu einer Schicht im Marschprofil (vgl. Bild 10). — Schweiburger Watt; 29. 3. 1955. Archivbild L 6417, S. a. M.

aufzutreten. (LINKE 1939 gibt für die Prielränder als Wohndichten von *Corophium* stellenweise 20 000 bis 40 000/m² an.)

Die gleichen Schlickbänke, deren Bindigkeit den Wohnbauten von *Corophium* Schutz gegen rasche Abtragung bietet, können für andere Siedler (z. B. *Mya*) zur Katastrophe werden.

Die Klaffmuschel *Mya* gleicht leichte Höhenschwankungen beim Aufhöhen und Abbruch einer Wattfläche aus durch stärkeres oder geringeres „Ausfahren“ ihres Siphos. Auch vermag die Muschel durch Graben ihre Wohntiefe anzupassen und dadurch selbst anhaltende langsame Abtragung auszugleichen. Es kommt vermutlich meist erst dann zum Unglück, wenn die Muscheln in der Tiefe auf eine bindige Schlickschicht stoßen, die sie nicht rasch genug zu durchdringen vermögen. Für diese Vermutung spricht, daß die zahlreichen in Lebensstellung freigespülten *Mya*-Klappen immer in bindigen Schlickschichten stecken.

2. Umlagerungen im Wattenbereich.

Vermessungen des Jadebusens lassen erkennen, daß außer im Verlandungsgürtel (I,1) und in der Nähe von Kunstbauten (z.B. Leitdamm) ein Gleichgewichts-Zustand herrscht. Größere Flächenstücke erlitten im Verlaufe von 5 verglichenen Vermessungen (1887, 1901, 1911, 1925 und 1934) wechselnd Auf- und Abtragung. Meist betragen die Schwankungen nur einige cm, selten wenige dm.

Nirgends im Watt wird also ein Schichtstapel entstehen, dem nicht durch wiederholte flächenhafte Abtragung Schichten fehlen, weit mehr Schichten, als sie sichtbar im Profil vor uns liegen. Diese Umlagerungen wirken sich auf die Verteilung der Bodenbewohner aus: Die langsam wühlenden Arten (*Scrobicu-*



Bild 10. *Aus dem Verlandungs-Saum. Kliff-Kante* der Außenmarsch mit weißen Schill-Lagen. — Schweiburger Watt; 29. 3. 1955. Bildarchiv L 6419, S. a. M.



Bild 11. *Aus dem Schlick-Watt. Wühlgefüge* im Schlick wird wie hier meist erst im durchscheinenden Schliff sichtbar. Senkrechter Schliff einer Probe vom Prielhang, daher schräg verlaufende Schichtung von links oben nach rechts unten. — Marien-Tief; 1. 2. 1956. Bildarchiv L 7164, S. a. M. Schliff Nr. 36.



Bild 12. Aus dem Schlicksand-Watt. Gezeitenströmung mit Wühlgefüge. — Steinhauser Tief; 6. 5. 1956. Bildarchiv L 7172, S. a. M.

laria, *Mya*) und die sesshaften Bodenbewohner (*Corophium*, *Nereis*, *Heteromastus*) bevorzugen die ruhigen, also oberen Teile des Watts. Im Bereich starker Umlagerungen werden sich dagegen nur rasch wühlende Tiere (*Nephtys*, *Scoloplos*) halten können. SCHÄFER (1956) weist auf die siedlungsfeindlichen Ränder der Tiefs hin, unter der MTNW-Linie gelegen, wo stärkste Umlagerungen jegliches Bodenleben verhindern.

3. Schlick-Anreicherung, Schlick-Bindung durch Bodenbewohner.

Gezeitenstrom und Wellengang bestimmen die Verteilung der Watt-Ablagerungen. Aber auch die Bodenbewohner üben einen Einfluß aus auf die Korngröße einer Ablagerung.

Die Muscheln *Mya*, *Mytilus* und *Cardium* filtern feinste Sink- und Schwebstoffe aus dem Wasser und geben sie als Kotpillen wieder ab. Auf diese Weise gelangen feine Korngrößen zur Ablagerung, die bei der herrschenden Wasser-Unruhe in Schwebelagen blieben.

Andere Bodenbewohner formen Kot aus feinem Material, das sie von der Oberfläche abgeweidet haben (*Scrobicularia*, *Hydrobia*, *Nereis*) oder in der Tiefe aufnehmen (*Heteromastus*). Auch ihre Tätigkeit bewirkt ein Vergrößern des Kornes und damit ein anderes Verhalten bei Aufarbeitung.

Geformter Kot wird teils in verlassene Gänge eingeschwemmt, teils auf Schichtflächen angereichert.



Titelbild: Rippeln im Watt. Aufn. Dr. R. BOTT.

Abgesetztes Sediment wird gegen Abtragung geschützt durch Schleim zahlreicher in und auf dem Wattenboden lebender Tiere: Schleimwandige Bauten (*Corophium*, *Nereis*, *Heteromastus*, *Pygospio*, *Lanice*, *Scoloplos*) und Schleimfährten (*Litorina*, *Hydrobia*, *Nereis*).

Besonders befähigt, frisch abgesetzte Sinkstoffe anzuheften, sind schleimbildende Diatomeen, zumal sie auf dem Watt oft große Flächen einnehmen.



Bild 13. Aus dem Schlickesand-Watt. Linsen- oder Flaserschichtung mit Klaffmuscheln (*Mya arenaria*) in Lebensstellung, die z. T. freigespült in der Oberfläche stecken. Unter der rechten Klaffmuschel Wühlspur von Aufwärtsbewegung. — Steinhauser Tief; Juni 1955. Bildarchiv L 6665, S. a. M.

4. Wühlspuren im Watt.

Während Marken und Spuren auf den Schichtflächen von zahlreichen Beobachtern beschrieben worden sind, ist man vornehmlich erst in jüngerer Zeit auf Lebensspuren im Sediment aufmerksam geworden, die z. T. nur in Gefüge-

Änderungen bestehen. Viele dieser Wühlspuren werden erst durch Anfärben oder im Dünnschliff sichtbar. In Gebieten langsamer Ablagerung und geringer Umlagerung sind die Wühlspuren stark gehäuft (Bild 11). In Gebieten starker Umlagerung hingegen ist die Zahl der Bodenwühler gering, zugleich geht die Veränderung hier zu rasch vor sich, als daß die Wühler Zeit hätten, „entschichtend“ zu wirken.



Bild 14. Oben: *Flaserschichtung* mit einzelnen Wühlspuren. Unten: *Rippelschichtung*. Die dunklen Bögen bestehen aus schlickreichem Sand mit Torfgras, Schill und Seeigeltacheln. — Steinhauser Tief; 18. 5. 1956. Bildarchiv L 7173, S. a. M.

Gerade die Wühlspuren können ein bleibendes Zeugnis vom Bodenleben werden, mehr als die Bodenbewohner selber, die nach ihrem Tode meist rasch zersetzt werden.

Das auf diesem Streifzug gewonnene Bild erhält erhöhten Wert, wenn wir es auch auf Watten anderer Gebiete übertragen können. Vergleicht man miteinander die biologischen Arbeiten über die Halbinsel Skalling (THAMDRUP 1935), über den Königshafen von Sylt (WOHLENBERG 1937), über den Jadebusen (LINKE 1939), über Mellum (SCHUSTER 1951), sowie die Gefüge-Analyse niederländischer Watten (VAN STRAATEN 1954), so ergeben sich weitgehende Übereinstimmungen. Deswegen darf man sinngemäß verallgemeinern für die Watten in Buchten der Nordsee.

Schriften:

Siehe die Schriftenreihe „Senckenberg am Meer“ (Gesamtverzeichnis der senckenbergischen Schriften 1935, 1940 und 1952). Außerdem: HÄNTZSCHEL, W.: Rückschau auf die paläontologischen und neontologischen Ergebnisse der Forschungsanstalt „Senckenberg am Meer“. - *Senckenbergiana Leth.* 37, 3/4: 319-330. 1956. — LINKE, O.: Die Biota des Jadebusens. - *Helgol. wiss. Meeresunters.*, 1: 201—348, Helgoland 1939. — NIELSEN, N.: Eine Methode zur exakten Sedimentationsmessung. Studien über die Marschbildung auf der Halbinsel Skallingen. - *Kgl. Dan. Vid. Selskab., biol. Medd.*, 12, 1—98, Kopenhagen 1935 [In *Medd. Skalling-Labor.*, 1, Kopenhagen 1935]. — REINECK, H.-E.: Die Oberflächenspannung als geologischer Faktor in Sedimenten. - *Senck. leth.*, 37: 265-287, Frankfurt a. M. 1956. — SCHÜTTE, H.: Sinkendes Land an der Nordsee? Zur Küstengeschichte Nordwestdeutschlands. - *Schr. Dtsch. Naturkde. - Ver.*, N. F., 9, 144 S., Öhringen (Rau) 1939. — STRAATEN, L. M. J. U., VAN: Composition and structure of recent marine sediments in the Netherlands. - *Leids geol. meded.*, 19: 1-110, 1954. — THAMDRUP, H. M.: Beiträge zur Ökologie der Wattenfauna auf experimenteller Grundlage. - *Medd. Skalling-Labor.*, 2, 125 S., Kopenhagen 1935. — WOHLBERG, E.: Die Wattenmeer-Lebensgemeinschaften im Königshafen von Sylt. - *Helgol. wiss. Meeresunters.*, 1: 1—92, Kiel 1937. — ZIEGELMEIER, E.: Beobachtungen über den Röhrenbau von *Lanice conchilega* (PALLAS) im Experiment und am natürlichen Standort. - *Helgol. wiss. Meeresunters.*, 4: 107—129, List 1952.

Die Geschichte des Jadebusens und seines Untergrundes.

Dr. UDELGARD GROHNE,

Niedersächsische Landesstelle für Marschen- und Wurtenforschung in Wilhelmshaven.

Mit 7 Bildern und Titelbild.

Wir stehen am Rande des Jadebusens und blicken über die weite Wasseroberfläche. Sie ist so groß, daß man das entgegengesetzte Ufer nur bei guter Sicht als zarten, bläulichen Streifen zu erkennen vermag. Bleiben wir einige Stunden auf dem dichten Teppich aus Andel (*Festuca thalassica*), Strandnelke (*Armeria maritima*), Statize (*Statice limonium*), Meeresstrand-Dreizack (*Triglochin maritima*) u. a., der rings das Ufer umsäumt, dann können wir sehen, wie der Wasserspiegel mehr und mehr sinkt und schließlich die glänzenden, grauen Watten vor uns liegen, eine unebene, pfützenreiche Fläche, die nur von den geschlängelten Wasserläufen der Priele durchschnitten wird. Wo sich heute Wasser und Watt ausbreiten, war noch vor 800 Jahren Land, von Gehöften und Dörfern belebt. Dieses Gebiet, größtenteils Moor, fiel im Mittelalter mehreren schweren Sturmfluten zum Opfer, im wesentlichen der einen katastrophalen Wintersturmflut von 1362.

Gehen wir mit einem Bohrgerät auf das spiegelnde Watt, so müssen wir 10-20 m tief bohren, um die alte, eiszeitliche Oberfläche zu erreichen. Wir durchteufen dabei abwechselnd Lagen von Ton und Torf (Bild 1). Das sagt uns: Mehrmals muß hier Land gewesen sein und wieder Wasser, das Schlick ablagerte, der

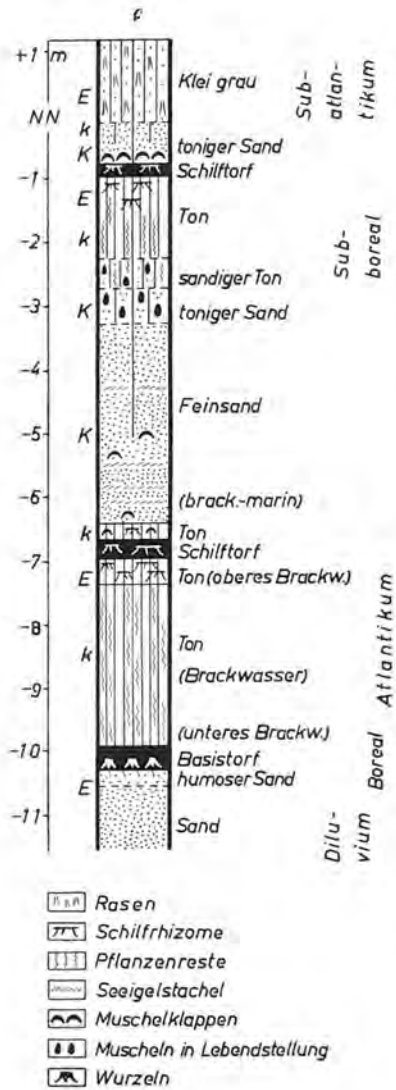


Bild 1. Normalprofil des Alluviums im Jade-Gebiet. Das Profil zeigt den ungestörten Aufbau des Alluviums im Untergrunde Wilhelmshavens (Maße und Zeiten nach SCHÜTTE). Zeichen-erklärung: E = entkalkt; k = schwach kalkhaltig; K = stark kalkhaltig (aus HÄNTZSCHEL 1941).

wiederum Land wurde. Und das alles in dem kurzen Zeitraum von etwa 8000 Jahren. Das ist nicht nur hier so gewesen. Wir können vielmehr die raschen Veränderungen am Jadebusen und in seinem Untergrund als Beispiel nehmen für die Vorgänge an unserer gesamten Flachmeer-Küste während der jüngsten Erdgeschichte.

Wie kam es dazu, daß gerade hier mehrmals diese Meeresbucht entstand? Offenbar hängt es mit der Gestalt des alten, eiszeitlichen Bodens zusammen. Das Jade-Unterweser-Gebiet befindet sich mitten im Urstromtal der Weser. Hier liegt die ehemalige eiszeitliche Oberfläche rund 30 m tiefer als auf der benachbarten ostfriesischen Geest und der Geest auf dem rechten Ufer der Weser. Außerdem schneidet da, wo heute die Fahrinne in der Innenjade liegt, eine Rinne tief in den eiszeitlichen Untergrund ein. Hier fand das Meer eine Einfallspforte, durch die es immer wieder hereingebrochen ist. Auch an anderen Stellen der Nordseeküste sind die Meeres-einbrüche vorzugsweise dort entstanden, wo solche eiszeitlichen Täler vorhanden gewesen waren.

Die Aufklärung der Entstehungsgeschichte des Jade-Weser-Gebietes verdanken wir der Tätigkeit von Geologen, Historikern, Botanikern u. a. (siehe Schriftenverzeichnis). Der Pionier aber war HEINRICH SCHÜTTE. 1905 begann er mit seinen Bohrungen (Handbohrgerät) in der Marsch. Er wertete auch den größten Teil der Bohrungen und Baggerungen aus, die unter Leitung von WILHELM KRÜGER von der Hafenbaudirektion der Marine (Wilhelmshaven) durchgeführt wurden. Es waren im ganzen mehrere hundert Bohrungen und nicht weniger Baggerungen, sowohl auf dem Festland als auch im Bereich des Jadebusens und der Außenweser. Eine Gemeinschaftsarbeit erwuchs aus der Tätigkeit der Forschungsanstalt „Senckenberg“ in Wilhelmshaven (HÄNTZSCHEL für Geologie, BARTENSTEIN und BRAND für For-



Titelbild: Blick über den Jadebusen vom Leitdamm aus bei Niedrigwasser.
Aufn. Dr. R. BOTT.

miniferen, BROCKMANN für Diatomeen, OLDEWAGE für Paläogeographie, PFAFFENBERG für Pollenanalyse). Seit 1939 ist die Erbohrung des Alluviums durch HAARNAGEL fortgesetzt worden. In einem besonderen Projekt wurden von 1939-1945 im Stadtgebiet von Wilhelmshaven und seiner zunächst angrenzenden Dörfer rund 3000 Bohrungen in den nacheiszeitlichen Schichten vorgenommen (HAARNAGEL 1950). Es wurde damit ein Bohrnetz über ein begrenztes Festlandsgebiet gelegt, bei dem die Maschenweite nur 100 m betrug.

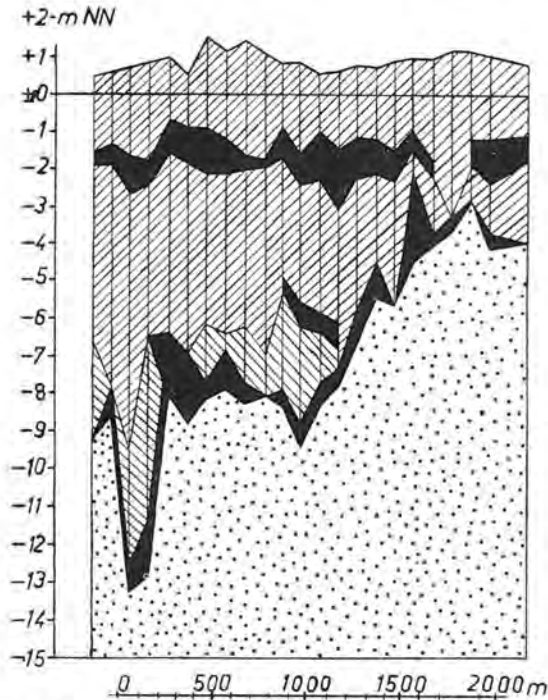


Bild 2. Profilschnitt durch das Alluvium des Jade-Gebietes. Die 23 Profile zeigen die Wechsellagen von Torf und Ton im Hangenden des eiszeitlichen Untergrundes. Zeichenerklärung: Punktiert=diluviale Schichten; schwarz=Torf; schraffiert=Ton, und zwar im unteren Teil brackisch, im oberen marin (nach HAARNAGEL 1950, vereinfacht).

Die Bohrungen zeigen uns (Bild 2), daß dort, wo sich der Wechsel zwischen Wasser und Land ungestört vollzogen hatte, in das Alluvialprofil 3 Torfhorizonte eingeschaltet sind.

Die alte, eiszeitliche Oberfläche ist (1.) von einer 0,30-4 m mächtigen Torfschicht, dem „Basistorf“, bedeckt. Er besteht aus Schilftorf (*Phragmites communis*) und Bruchwald und liegt heute in der Tiefe von - 11 bis - 17 m NN. (Untersucht wurden insgesamt 8 Torfprofile, 9 einzelne Bohrproben und 25 Baggerproben von ERDTMANN 1927, OVERBECK & SCHMITZ 1931, BRINKMANN 1934, PFAFFENBERG 1941, GROHNE unveröff.). Der Basistorf wird bedeckt von einer 0,50-7 m mächtigen Tonschicht. Diese feinkörnige Ablagerung ist meistens von Schilfrhizomen und -stengeln durchsetzt, die stellenweise zu einer tonhaltigen Schilftorflage verdichtet sind.

Es liegt (2.) oberhalb der pflanzenführenden Tonschicht nochmals eine Torfschicht, der „mittlere Torfhorizont“. Er ist 0,30-0,50 m mächtig und liegt heute in der Tiefe von — 4 bis — 6 m NN, wobei seine Unterkante an den verschiedenen Stellen bis 1,5 m in der Höhe abweicht. Er besteht aus Schilftorf mit Bruchwald. Die „mittlere Torfschicht“ ist bedeckt von 3-4,5 m mächtigen, geschichteten Tonen und Feinsanden mit Schalen von Salzwasser-Muscheln (*Cardium edule*, *Mytilus edulis*, *Macoma baltica* u. a.). In diesen gibt es keine Pflanzenreste.

Hierüber lagert (3.) die „obere Torfschicht“, von der 15 Profile botanisch untersucht worden sind (OVERBECK & SCHMITZ 1931, BRINKMANN 1934, PFAFFENBERG 1941, GROHNE unveröff.). Die Unterkante dieser Torfschicht liegt in einer Tiefe von rd. — 2,50 bis — 1,50 m NN. Der untere Teil besteht aus Schilftorf. Es folgen nach oben zu Bruchwald und Moostorf (oligotropher, jüngerer *Sphagnum*-Torf) oder gleich Moostorf. Diese Torfschicht ist bis zu 0,50 m mächtig. Stellenweise reicht sie heute noch bis zur Oberfläche, wie z. B. bei Sehestedt am Jadebusen, wo sie dann mehr als 4 m stark ist. Meistens aber ist sie von einer 2-3 m mächtigen Lage aus tonigem Feinsand oder Ton bedeckt.

Für die Klärung war es von Nutzen, daß in unser Alluvialprofil Lagen von Torf eingeschaltet sind, denn nur sie geben durch eine botanische, z. B. pollenanalytische, Untersuchung sicheren Anhalt zu einer zeitlichen, klimatischen und pflanzensoziologischen Gliederung.

Versuchen wir nun, den Ablauf der Entwicklungsgeschichte unseres Alluvialprofils vor uns zu sehen und ein stiller Beobachter zu sein, der 10 000 Jahre lang die mannigfachen Ereignisse unseres Jadebusen-Gebietes erlebt hat.



Bild 3. Das Jade-Weser-Gebiet um etwa 4000 v. Chr. — Zeichenerklärung: Punktiert = Gees; schwarz = Alluvium; gestrichelte Linie = heutige Begrenzung des Jadebusens (nach SCHÜTTE, aus HAARNAGEL 1950).

Am Ende der Späteiszeit (8000-7000 v. Chr.) war hier ein tief liegendes, leicht welliges Sandgebiet. Lichte Wälder aus Birken und Kiefern bedeckten das Land, darin eingebettet kleine, flachgründige Seen lagen. Im Laufe des folgenden Jahrtausends verlandeten die Seen und wurden zu Flachmooren. Die Birken verschwanden zum großen Teil aus den Wäldern, verdrängt durch Eichen, Haseln, Eschen, Ulmen und Linden. Später kam dann die Massenausbreitung der Erlen. Um 6000 v. Chr. bestand unser Gebiet aus großen Flächen von Niederungsmooren aus Schilf (*Phragmites*) und Seggen (*Carex*), sowie Bruchwäldern aus Birken und Erlen, größtenteils mit viel Schilf, Schneide (*Cladium mariscus*) und anderen Kräutern im Untergrund. Nur die bewaldeten Kuppen der Geest ragten aus den nassen Mooren (den „Basismoores“) heraus. Um diese Zeit setzten an den niedrigsten Stellen Überschwemmungen ein. Das Wasser begann jetzt, schwach salzig zu werden (bis zu 2‰ Kochsalz) und brachte als Trübe feinen Schlick mit, den es zwischen dem Schilf und am Boden der Bruchwälder ablagerte. Je mehr die Schlickdecke anwuchs — und das tat sie bis zu 7 m, — umso höher an den Geesthängen herauf schob sich die Decke von Bruchwald und Schilfmooren. Geestkuppen, die vorher noch Eichenmischwald getragen hatten, gerieten nun in ihren Bereich. Zwei bis drei Jahrtausende lang kennzeichneten lagunenartige Seen und Schilfsümpfe, stellenweise schilffreie Bruchwälder, durch die das Brackwasser aus- und einging, diese Landschaft (Bild 3). In dieser Zeit entstand der „mittlere“ Torfhorizont. Ob er einen gleichzeitig allgemein vorhandenen Vermooringshorizont darstellt, wie SCHÜTTE und HAARNAGEL annehmen, oder ob es nur örtlich begrenzte Bildungen gewesen sind, muß zunächst offen bleiben. Die bisherigen botanischen Untersuchungen (zwei) reichen zur Entscheidung nicht aus.

Noch während der nacheiszeitlichen Wärmezeit (4000 bis 3000 v. Chr.) trat eine völlige Änderung der bis dahin ruhigen Verhältnisse im Jadebusen-Gebiet ein. In die Bruchwälder und Schilfsümpfe brach das Meer mit salzigem Wasser ein und lagerte seine sandig-tonigen Schichten über den Moorflächen ab. Vielerorts drang es mit Gewalt ein, zerstörte die Moore, lagerte die zerstückelten Reste an anderen Stellen ab oder räumte sie völlig aus, wie an den zutiefst gelegenen Senken, und fraß sich dort noch in den alten, eiszeitlichen Boden ein. Nun breiteten sich hier Meereswatten mit Salzwasser-Muscheln aus, und mit der Tideströmung floß das Salzwasser aus und ein. Bruchwälder und Schilfmoore wurden unter einer Decke von 3 bis 20 m Schlick und Sand begraben. Es war dort der erste Jadebusen entstanden, wo er heute ist (HAARNAGEL 1950). Aus ihm ragten als Inseln nur die hohen Kuppen der Geest heraus. Die umwälzenden Vorgänge währten bis an das Ende der späten Wärmezeit (Subboreal) oder bis in den Anfang der Nachwärmezeit (Subatlantikum).

Während des letzten Jahrtausends v. Chr. trat nochmals eine Änderung ein: dort, wo vorher Wasser und Watt war, entstand neues Land. Es begann so, daß sich auf dem Watt Schilf und andere Pflanzen ansiedelten. Noch wurde das Gebiet überflutet. Aber Salzgehalt und Strömung verminderten sich. Allmählich wurden die Schilfmoore dichter und der Tongehalt geringer. Die Überschwemmungen hörten an den meisten Stellen auf. Auf einem Teil der Schilfmoore entstanden Bruchwälder aus Birken und Erlen. Diese wurden nach kur-

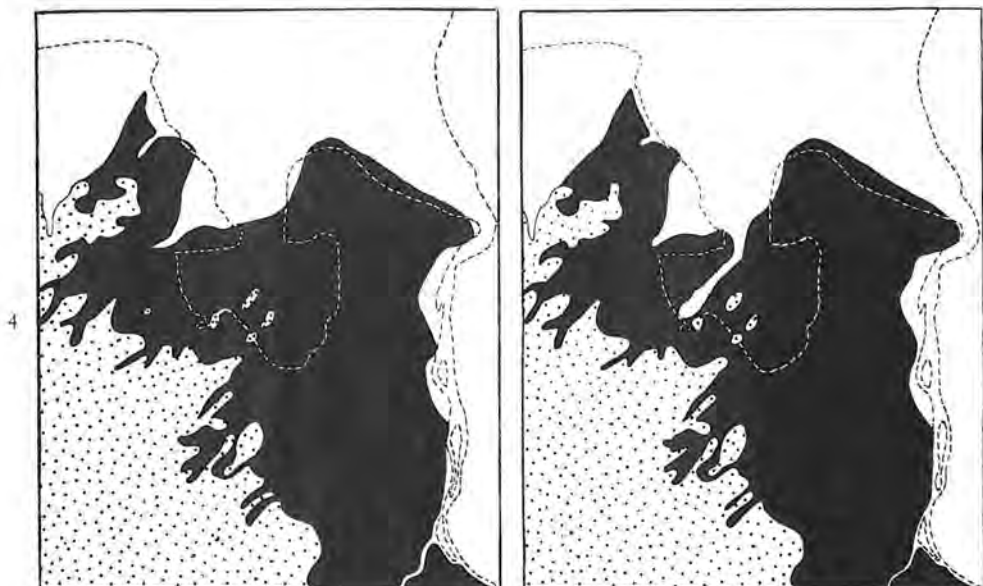


Bild 4. Das Jade-Weser-Gebiet von 1164 n. Chr. — Zeichenerklärung siehe Bild 3 (nach SCHÜTTE 1935, vereinfacht).

Bild 5. Das Jade-Weser-Gebiet nach der Julianenflut von 1164. — Zeichenerklärung siehe Bild 3 (nach SCHÜTTE 1935, vereinfacht).

zer Lebensdauer erstickt durch Torfmoose, die sich schließlich zu mächtigen Hochmooren (oligotrophe, schwach zersetzte Sphagneten) emporwölbten. Wenige Jahrhunderte nach Chr. Geb. war der gesamte Jadebusen wieder von Mooren ausgefüllt. Aus ihnen ragten nur noch einzelne Anhöhen hervor, die Geestkuppen des alten, eiszeitlichen Festlandes. Es zogen Menschen in dieses neue Gebiet und bauten allerwärts Gehöfte und Dörfer, wohl bevorzugt auf den Geestkuppen und den seewärts gelegenen Marschenstreifen. Es war jetzt festes Land, so gut und sicher scheinend wie das der Nachbarschaft (Bild 4). Das blieb so bis in das frühe Mittelalter.

Am 17. Februar 1164 bedrohte die erste schwere Sturmflut dieses Land und fraß eine schlauchförmige Bucht hinein, die heute noch als Dangaster Fahrinne erhalten ist (Bild 5). 168 Jahre lang hatte das Land danach Ruhe. Dann folgten in einem Jahrhundert zwei Sturmfluten, von denen die zweite die furchtbarste war, die in geschichtlicher Zeit das gesamte Küstengebiet der Nordsee betroffen hat. Es war die „große Mannstränke“ (oder Marcellusflut) vom Januar 1362. Sie hat auch den Dollart und die Zuiderzee sowie viele andere Buchten in das Land gerissen. Breite Wasserarme gingen vom Jadebusen nach Süden und Westen sowie nach Osten zur Weser (Bild 6). In der neuen Meeresbucht gab es als Inseln noch die Reste der Hochmoore und die Geestkuppen, die ehe-

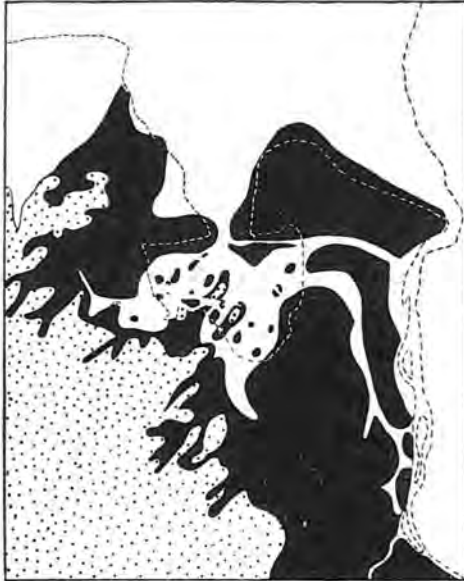


Bild 6. Das Jade-Weser-Gebiet nach der Marcellusflut („Große Mannstränke“) von 1362. Zeichenerklärung siehe Bild 3 (nach SCHÜTTE 1935, vereinfacht).

Bild 7. Das Jade-Weser-Gebiet nach der Antonisflut von 1511. — Zeichenerklärung siehe Bild 3 (nach SCHÜTTE 1935, vereinfacht).

mals aus dem Moor geragt hatten. Während in den folgenden Jahrhunderten die Wasserarme wieder vermoort, wurden durch neue Sturmfluten (Bild 7) die kleinen Inseln im Jadebusen allmählich zerstört. Der Sand bei dem Leuchtturm Arngast ist der inzwischen vielfach umgearbeitete Rest der früheren Geestkuppe, auf der einmal das Dorf Arngast gestanden und die bis dahin alle früheren Ereignisse überdauert hatte. Südlich Eckwarderhörne, wo jetzt bei Hochwasser die Schiffe fahren, lagen die berühmten Oberahneschen Felder, einstmals bewohntes Marschland, das erst 1947 restlos zerstört war (SCHÄFER 1948). Der Rest des nicht weniger berühmten schwimmenden Hochmoores von Sehestedt kann heute noch besucht werden.

Die weiträumigen Veränderungen verlangen eine geologische Deutung. Man nahm an, daß die 12-20 m mächtigen alluvialen Ablagerungen durch eine Küstensenkung entstanden wären. Die Einschaltung von Torfhorizonten in den Ton oder Sand erklärte SCHÜTTE durch Landhebungen, die die Küstensenkung unterbrochen haben sollten. Für den jüngsten Abschnitt der Küstensenkung seit etwa Christi Geburt wurden sogar Senkungsbeträge je Jahrhundert berechnet. Heute zieht man auch in Betracht, daß nach dem Ende der Eiszeit der Meeresspiegel angestiegen sein muß. Die Moorbildungen erklären einige damit, daß das Ansteigen des Meeresspiegels durch einen Stillstand unterbrochen wurde, die anderen damit, daß sogar kurzfristig eine rückläufige Bewegung stattgefün-

den habe. Als Ursache dieses Spiegelanstieges des Meeres nimmt man unter anderem das Abschmelzen der eiszeitlichen Eismassen an. Es ist schwierig festzustellen, in welchem Ausmaß beide Bewegungen — Spiegelanstieg des Meeres und Landsenkung — an den Veränderungen im Küstengebiet beteiligt sind.

8000 Jahre — ein Atemzug im Leben der Erde — und dennoch so überreich an erdgeschichtlichen und, mit Bezug auf den Menschen, schicksalhaften Ereignissen infolge des in diesem Küstengebiet besonders mannigfaltigen Wechsels zwischen Land und Meer.

Schriften.

- BRINKMANN, P.: Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder NW-Deutschlands III. Das Gebiet am Jadebusen. - Englers bot. Jb., 46: 370-445, 1934. — DEWERS, F.: Das Diluvium und das Alluvium. Das Känozoikum in Niedersachsen. - Oldenburg i. O. 1941. — GROHNE, U.: Zur Datierung der Küstenmoore zwischen Jadebusen und Dollart. - Abh. naturw. Ver. Bremen, 33: 121-132, 1952. — HAARNAGEL, W.: Das Alluvium an der deutschen Nordseeküste. - Probl. Küstenforsch., 4: 1-146, 1950. — HÄNTZSCHEL, W. & E. BRAND, CHR. BROCKMANN, H. OLDEWAGE, K. PFAFFENBERG: Zur jüngsten geologischen Entwicklung der Jade-Bucht. - Senckenbergiana, 23: 33-123, 1941. — KÜNNEMANN, CHR.: Das Sehestedter Moor und die Ursachen seiner Zerstörung. - Probl. Küstenforsch., 2: 37-58, 1951. — LÜDERS, K.: Die Sturmfluten der Nordsee in der Jade. - Bautechn., 4: 1936. — OVERBECK, F. & H. SCHMITZ: Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder Nordwestdeutschlands. I. Das Gebiet von der Niederweser bis zur unteren Ems. - Mitt. Prov. stelle Naturdenkmalpfl., 3: 1-179, 1931. — PFAFFENBERG, K.: Über einige Moore aus der jüngsten Hebungsstufe in der Umgebung von Wilhelmshaven. - Probl. Küstenforsch., 2: 22-36, 1941. — SCHÄFER, W.: Zum Untergang der Oberahneschen Felder im Jadebusen. - Senckenbergiana, 29: 1-16, 1948. — SCHÜTTE, H.: Das Alluvium des Weser-Jadegebietes. Ein Beitrag zur Geologie der deutschen Nordseemarschen. - Veröff. wirtschaftswiss. Ges. Stud. Niedersachs. Reihe B, H. 13: 7-146, 1935. — WOEBCKEN, C.: Die großen Sturmfluten an der deutschen Nordseeküste bis zum Ausgang des Mittelalters. - Probl. Küstenforsch., 2: 91-97, 1941.