

# Die Sedimentation in den schleswig-holsteinischen Förden

Von Joachim JARKE, Hamburg.

Mit 2 Abbildungen.

In den Jahren 1947/48 bot sich im Rahmen der vom Institut für Meereskunde, Kiel, durchgeführten Fahrten mit dem Forschungskutter „Südfall“ Gelegenheit zu einer Untersuchung des Meeresbodens in den schleswig-holsteinischen Förden. Neben der Gewinnung von Grundproben aus der Eckernförder Bucht und Flensburger Förde wurde besonders die Kieler Außenförde eingehend aufgenommen. Die Bearbeitung des Materials erfolgte im wesentlichen im Geologischen Institut der Universität Kiel<sup>1)</sup>. Im folgenden sollen die Grundzüge des meeresgeologischen Geschehens in den Förden in ihrer Abhängigkeit von den hydrographischen Verhältnissen erörtert werden.

## I. Die sedimentationsbestimmenden Faktoren.

Bei dem geologischen Geschehen im Meere spielen in der Hauptsache folgende Faktoren eine Rolle:

1. Die Morphologie und Beschaffenheit des Untergrundes.
2. Die Art der Zufuhr sowie die Zusammensetzung des vom Festland kommenden Materials.
3. Die hydrographischen Verhältnisse.
4. Die Organismen.

Zu 1. Die schleswig-holsteinischen Förden stellen morphologisch verhältnismäßig tiefe Becken dar (Kieler Förde bis 18 m, Eckernförder Bucht und Flensburger Förde mehr als 25 m), die durch randliche Untiefen (z. B. Strander Grasberg und Klever Berg in der Kieler Förde) eingengt und durch mitten im oder eben vor dem Fördenausgang gelegene Flachs (Mittelgrund in der Eckernförder Bucht, Breitgrund vor der Flensburger Förde) abgeriegelt sein können. Die Flensburger Förde wird durch eine bis auf — 8 m aufragende Schwelle in der Enge von Holnis in die Außen- und die Innenförde aufgeteilt.

Der Boden im Bereich der Förden, über den das Meer transgredierte, bestand aus lockeren diluvialen Ablagerungen, stellenweise — wie z. B. im Bereich des ehemaligen Süßwassersees in der Kieler Förde (E. TAPFER, 1939) — auch aus limnischer Gytja und in den Senken vielfach aus Torf (Basistorf).

<sup>1)</sup> Herrn Prof. GRIPP, der dieser Arbeit stets seine tatkräftige Unterstützung zuteil werden ließ, sei an dieser Stelle nochmals gedankt.

Zu 2. Das anorganische Material für die Sedimentation in den Förden stammt im wesentlichen aus den aktiven Geschiebemergelkliffs<sup>\*)</sup>. Einen kleineren Anteil liefert neben dieser Zufuhr vom Festland auch der Meeresboden: Einmal dürfte eine gewisse Abrasion auf den sich an die meisten aktiven Kliffs anschließenden submarinen Terrassen vor sich gehen. Weiter findet man im Anschluß an die Sande des küstennahen Flachwassers (s. S. 206) im allgemeinen eine Zone, in der der diluviale Untergrund von einer ganz geringmächtigen Decke gröberen Materials bedeckt ist. Hier werden die feineren Komponenten ausgewaschen. Endlich kommen noch die Kuppen der höher aufragenden Untiefen (Mittelgrund usw.), auf denen der Boden ebenfalls der Auswaschung unterliegt, als Materialquelle in Betracht. Die Zufuhr des anorganischen Sedimentationsmaterials in den Förden dürfte im wesentlichen nicht kontinuierlich, sondern schubweise — gelegentlich stärkerer Stürme — vor sich gehen.

Die organische Komponente der Sedimente wird fast ausschließlich von den Pflanzen des Meeres (Seegräsern usw., Phytoplankton) gestellt. Auch die Belieferung mit organischen Resten wird zeitlich verschieden sein.

Zu 3. Die horizontalen und vertikalen Wasserbewegungen in den Förden sind infolge der nur ganz schwach entwickelten Gezeiten im wesentlichen direkt oder indirekt windbedingt. Die Stromgeschwindigkeiten nehmen mit der Tiefe ab und dürften im Bodenwasser der Mulden in der Größenordnung von wenigen cm/sec liegen. Die Wellenwirksamkeit wird nach dem Fördeninnern hin geringer.

In physikalisch-chemischer Hinsicht ist vor allem die das ganze Jahr über vorhandene, mehr oder minder stabile Wasserschichtung von Bedeutung. Diese beruht auf den erheblichen Salzgehaltsdifferenzen zwischen Oberflächen- und Tiefenwasser und wird in den Sommermonaten durch größere Temperaturunterschiede zwischen beiden Wasserstockwerken noch verstärkt. Die stabile Schichtung verhindert weitgehend eine vertikale, von der Oberfläche bis zum Boden reichende Konvektion. Die Erneuerung des Tiefenwassers erfolgt daher nicht von oben her, sondern im wesentlichen durch seitliche Zufuhr. Der Aufbau aus zwei durch eine scharf ausgeprägte Sprungschicht voneinander getrennten Wasserstockwerken bedingt die schlechte Durchlüftung, den hohen Kohlensäuregehalt und die dementsprechend relativ niedrigen  $pH$ -Werte des Tiefen- und Bodenwassers. Zu einem völligen Verbrauch des Sauerstoffs kommt es indes im Bodenwasser der Kieler Förde und Eckernförder Bucht wohl nur lokal in Löchern. Die Oxydo-Reduktionsgrenze liegt daher hier im allgemeinen im Boden. Andere Verhältnisse herrschen hingegen zeitweise in der durch die Schwelle von Holnis besonders stark abgeriegelten Flensburger Innenförde. Hier wird im Laufe des Sommers der Sauerstoff im Tiefenwasser gelegentlich gänzlich verbraucht (Abb. 1), so daß die Oxydo-Reduktionsgrenze zeitweise in das freie Wasser verlegt wird und Schwefelwasserstoff aus dem Boden in das Wasser vordringt.

Zu 4. Organismen, denen in anderen Meeresgebieten (z. B. in den Watten) durch die „biologische Fällung“ der feinsten Sinkstoffe (J. JARKE, 1948, S. 54 ff.) eine große Bedeutung für den primären Absatz zukommt, spielen in den Förden in dieser Hinsicht eine untergeordnete Rolle. Wichtig aber sind sie für die Umsetzungen, die in den im wesentlichen rein mechanisch ausgefallenen Sedimenten des tiefen Wassers nach dem Absatz vor sich gehen (s. S. 208).

<sup>\*)</sup> Bei Haberniß an der Flensburger Förde kommt in einem Kliff auch Cyprinenton zur Aufbereitung.



## II. Die Verteilung des Sedimentationsmaterials.

Wellen und Strömungen bereiten das für die Sedimentation zur Verfügung stehende Material auf, sortieren es und verteilen es auf die verschiedenen Sedimentationsbezirke. Bestimmend für den dynamisch bedingten Verteilungsvorgang in den Förden ist die Abnahme der Wasserbewegungen mit zunehmender Tiefe bis zu den erwähnten Minimalwerten (s. S. 205). Denn nur hierdurch wird der rein mechanische Absatz der feinsten Trübe und der leichten organischen Reste ermöglicht.

Zur Verdeutlichung der Vorgänge betrachten wir zunächst die Verteilung der verschiedenen Komponenten eines Geschiebemergels aus dem Abbruch eines aktiven Kliffs. Während die Blöcke am Strande vor dem Kliff verbleiben, werden Gerölle, Kies und gröbere Sande in der telmatischen Zone verfrachtet und dienen in den Förden im wesentlichen zur Aufschüttung von Strandwällen. Mittel- und Feinsand wandern weiter draußen im Flachwasser und bauen schließlich Haken, Nehrungen, Strandwälle und Höftländer auf. Die Mehlsand-, Schluff- und Tonteilchen endlich werden — im wesentlichen als Schweb durch die Oberflächenströmungen verfrachtet — weiter hinausgetragen, sinken in stromschwachen Zeiten ab und gelangen in Gebieten, in denen die Bodenwasserbewegungen die oben erwähnten minimalen Werte aufweisen, zum Absatz.

Das Material, das die Auswaschungsgebiete für die Sedimentation beisteuern, besteht in der Regel aus Feinsand, Mehlsand, Schluff und Ton. Die Feinsande werden nicht weit transportiert. Sie setzen sich im Bereich der küstennahen Auswaschungszone zur Tiefe hin alsbald wieder ab und finden sich daher an den Flanken der Flachs. Die Mehlsand-, Schluff- und Tonteilchen aber gelangen in den gleichen Gebieten wie die entsprechenden Korngrößenfraktionen aus den Kliffabbrüchen zum Absatz.

Die oben geschilderten Vorgänge führen zu einer zonenartigen Anordnung der Sedimente in den Förden. Ein schematisiertes Profil durch die Eckernförder Bucht (Abb. 2) soll die Verhältnisse näher erläutern.

Auf die telmatische Zone folgen im Flachwasser die küstennahen Wandersande, danach eine Auswaschungszone, weiter die Hauptabsatzgebiete der Feinsande und schließlich — in den sogenannten Muddregionen — die Sedimentationsstätten der feinen und feinsten anorganischen Komponenten und der organischen Reste. Die einzelnen Zonen sind nicht scharf gegeneinander abgegrenzt, sondern durch allerdings nur schmale Übergangszonen miteinander verbunden. Für die Tiefenlage der Grenzzonen gilt ganz allgemein, daß die Grenzen gegen die inneren Teile der Förden hin ansteigen. So beginnt beispielsweise der Mudd, der in der Kieler Bucht erst ab etwa 16—18 m Tiefe auftritt, im Innern der Eckernförder Bucht in ungefähr 9 m und in den noch geschützteren inneren Teilen der Kieler Förde bereits in 3—4 m Tiefe.

## III. Die Sedimente.

### 1. Die Sande.

Die Sande des küstennahen Flachwassers bilden nur einen dünnen Schleier über dem Diluvium und erreichen selbst in den Riffen eine Mächtigkeit von höchstens 2 m. Im wesentlichen handelt es sich um Mittelsande (Korngröße 200—1000  $\mu$ ), denen oft Feinsand (Korngröße 100—200  $\mu$ ) beigemischt ist. Auch gröberes Material — meist Bruchschill, in Küstennähe sogar kleinere Steine — kommt in diesem Bezirk vor. Tabelle 1 zeigt die Korngrößenverteilung in einem Wandersand aus der Eckernförder Bucht.

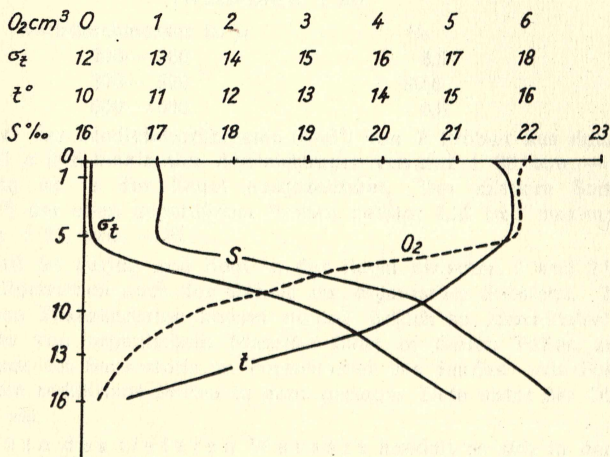


Abb. 1. Stabile Wasserschichtung in der Flensburger Innenförde. „Süd-fall“. Station 132. 29. 9. 1947 ( $54^\circ 21,2'N$ ,  $9^\circ 31,0'O$ ) (nach JARKE 1948)

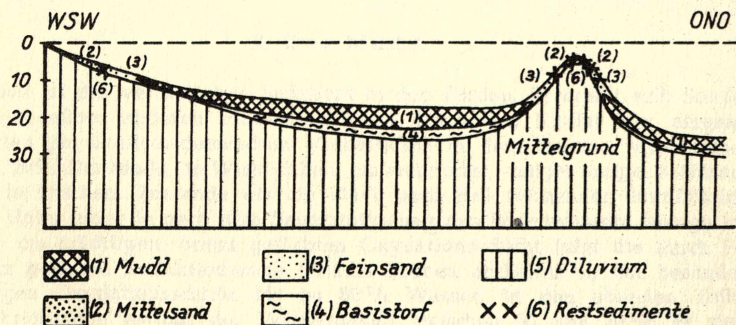


Abb. 2. Schematisches Profil durch die Sedimente der Eckernförder Bucht





Tabelle 1.

Korngrößenverteilung in einem Sand vor Surendorf.  
(Wassertiefe: 1 m).

Korndurchmesser in $\mu$	%
200— 300	8,5
300— 500	90,6
500—1000	0,6

Der Mittelwert der Mediandurchmesser ( $M_d$ )<sup>3)</sup> von 7 Proben aus dem Laböer Sand beträgt 251  $\mu$  (mit maximalen Abweichungen von nur + 39, bzw. — 31  $\mu$ ).

Die Sortierung ist in der Regel ausgezeichnet. Der mittlere Sortierungskoeffizient ( $So$ )<sup>3)</sup> der eben angeführten Proben beträgt 1,23 (mit maximalen Abweichungen von + 21, bzw. — 8).

Der Kalkgehalt ist gering und liegt in der Regel zwischen 0 und 2 %. Sehr gering ist im allgemeinen auch der Gehalt an organischer Substanz. Zu einer Anreicherung von Pflanzenresten kommt es nur örtlich an geschützten Stellen. Reichliche Zufuhr von organischem Material führt in diesen Fällen zu einem raschen Verbrauch des Sauerstoffs im Porenwasser des Sandes. Als Folge hiervon stellt sich ein reduktives Milieu in ganz geringer Tiefe unter der Oberfläche des Sedimentes ein.

Bei den Sanden des tieferen Wassers handelt es sich in der Hauptsache um Feinsande. Sie sind ebenfalls ausgezeichnet sortiert ( $So$  meist zwischen 1,15 und 1,30). Zur Tiefe hin treten zunehmend Mehlsand (Korngröße 20—100  $\mu$ ) und schließlich Schluff (Korngröße 2—20  $\mu$ ) und Ton (Korngröße < 2  $\mu$ ) hinzu, während der Feinsandanteil mehr und mehr zurückgeht. Der Kalkgehalt der reinen Feinsande ist gering, steigt aber mit der Zunahme der feineren Komponenten. Auch der Gehalt an organischer Substanz wächst mit zunehmender Kornverfeinerung. Über die Mächtigkeit dieser Sande ist nichts bekannt. Sie dürfte aber sehr gering sein.

## 2. Der Mudd.

Der Mudd ist das verbreitetste Sediment in den Förden. Er erhält sein Sondergepräge gegenüber anderen Flachseeschlicks durch den Einfluß der eingangs geschilderten physikalisch-chemischen Verhältnisse in dem unteren Wasserstockwerk (s. S. 205). Der Mudd, in Wirklichkeit ein mehr oder weniger toniger Mehlsand, erscheint in frischem Zustande als ein stark nach  $H_2S$  riechender dünnflüssiger Schlamm. Unter einer je nach dem Sauerstoffgehalt des Bodenwassers wenige mm bis einige cm mächtigen, braun gefärbten Oxydationsschicht folgt die durch  $FeS$  tiefschwarz gefärbte Reduktionszone. Frische Proben enthalten in der besonders dünnflüssigen Oxydationsschicht bis zu 80 % Wasser. In den obersten Teilen der Reduktionszone beträgt der Wassergehalt zwischen 50 und 70 %. Er sinkt in den tieferen Partien eines Muddprofils infolge zunehmenden Drucks und Synärese (P. GROSCHOPF, 1938).

<sup>3)</sup> Der Mediandurchmesser  $M_d$  sowie die Quartilen  $Q_1$  und  $Q_3$  werden aus der Summenlinie abgelesen. Der Sortierungskoeffizient  $So$  ist folgendermaßen definiert:  $So = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$  (H. U. SVERDRUP)  
M. W. JOHNSON und R. H. FLEMING, 1946).

Wenn man von den Übergangszonen zu den Feinsanden absieht, so ist die Korngrößenverteilung im Mudd recht gleichförmig: 35—45 % tonige Substanzen, 5—10 % Schluff und 30—40 % Mehlsand. Feinsand ist nur in Spuren vorhanden oder fehlt ganz.

Die Kalkgehalte wechseln im einzelnen von Probe zu Probe in ziemlich weiten Grenzen. Der Hauptgrund hierfür dürfte der unterschiedliche Gehalt an kalkschaligen Foraminiferen sein. Bei einem Vergleich der drei Förden finden wir die höchsten Kalkgehalte im Mudd der Kieler Förde. Analysen von 20 Muddproben aus Tiefen zwischen 9 und 18 m ergeben hier im Mittel einen  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt von 14,3% (Maximum 26,0%, Minimum 5,7%). In der Eckernförder Bucht sind die Kalkgehalte wesentlich niedriger. Werte von 2—3 % scheinen nach den vorliegenden Analysen hier im Mudd die Regel zu sein. Die niedrigen  $\text{CaCO}_3$ -Werte im Mudd der Eckernförder Bucht bestätigen anscheinend die von H. WITTIG (H. WITTIG, 1941) auf Grund ihrer Untersuchungen über den Kalkgehalt und die Alkalinität geäußerte Vermutung, daß das Tiefenwasser in der Eckernförder Bucht — im Gegensatz zur übrigen westlichen Ostsee — befähigt sei, Kalk aus dem Sediment herauszulösen. In der Flensburger Förde schwanken die Kalkgehalte in den verschiedenen Muddgebieten in ähnlicher Weise wie in der Kieler Förde.

Wichtiger aber als die Auflösung von Kalk durch das Bodenwasser dürfte die im reduktiven Milieu stattfindende Entkalkung sein, die dazu führt, daß Schalen, welche aus reinem Aragonit oder aus Kalzit bestehen, aufgelöst oder zum mindesten mehr oder weniger stark angelöst werden. Kalk dürfte im Mudd nur in Bindung an organische Gerüststoffe mit Sicherheit erhalten bleiben. In diesem Falle verhindert in der Oxydationszone der Kalk den Abbau des Eiweißes, während in der Reduktionszone wiederum das Eiweiß den Kalk vor Auflösung schützt (K. KREJCI-GRAF, 1935). Demnach haben im Mudd vor allem kalkig-hornige und kalkig-chitinoöse Reste (Skeletteile, Fischschuppen usw.) Aussicht auf Erhaltung.

Die organische Substanz zeigt bei einem Vergleich des Mudds der drei Förden im wesentlichen ein umgekehrtes Bild wie der Kalkgehalt. Wir finden als Mittelwert der erwähnten 20 Proben aus der Kieler Förde einen Glühverlust von 7,6 % (Maximum 13,0 %, Minimum 0,8 %), während er im Mudd der Eckernförder Bucht im Mittel bei etwa 14 % liegen dürfte. Als Maximalwert wurde hier 16,7 % beobachtet. Abnorm hohe Gehalte zeigen sapropelartige Absätze aus der Flensburger Innenförde, in der zu gewissen Zeiten  $\text{H}_2\text{S}$  im freien Wasser auftritt (s. S. —). Hier wurde an einer Probe aus 25 m Tiefe, die schon rein äußerlich durch das Fehlen der Oxydationsschicht gekennzeichnet war, ein Glühverlust von 25,5 % festgestellt.

Die Oxydo-Reduktionsgrenze liegt beim Mudd im Sediment. Die sofort nach dem Absterben einsetzende Verwesung der organischen Reste geht in der Oxydationszone weiter. Vor allem Eiweißstoffe und Zellulose werden abgebaut, während Lignin und Gerüststoffe (s. oben) auch bei größerer Dicke der Oxydationszone und damit stärkerer Verwesung erhalten bleiben.

Die wichtigsten sich in der Reduktionszone abspielenden Vorgänge bestehen in der Entwicklung von  $\text{H}_2\text{S}$  durch sulfatreduzierende Bakterien, in der bakteriellen Bildung von  $\text{NH}_4$ -Ionen und der Spaltung von Zellulose (C. R. BAIER, 1938). Nach BAIER's Untersuchungen an einem Profil aus der Eckernförder Bucht reicht die Zone besonders starker bakterieller Umsetzungen im Mudd nur bis zu etwa 1 m Tiefe. Mit zunehmender Tiefe gehen die Bakterienzahlen rasch zurück. Als Ergebnis der bakteriellen Umsetzungen bleiben hochmolekulare, kompliziert aufgebaute Substanzen zurück. P. GROSCHOFF hat den Chlorophyllgehalt in einem Muddprofil bestimmt (P. GROSCHOFF 1938). Über das Vorhandensein anderer Produkte des bakteriellen Abbaus (wie Chlorophyllabkömmlinge, Porphyrine, Carotinoide usw.) liegen bisher keine Untersuchungen vor.

Die Besiedlung des Mudds mit Foraminiferen und Ostrakoden hat D. ROTTGARDT untersucht (D. ROTTGARDT, 1950). Außer ihnen bewohnen nur wenige Tiere mit erhaltungsfähigen Schalen dieses Sediment. Häufig findet man Röhren von *Pectinaria koreni*. Neben Würmern kommen vereinzelt Mollusken (*Cyprina islandica*, *Neptunea antiqua* usw.) vor. Entsprechend der dünnen Be-



siedlung zeigt der Mudd nur selten eine stärker koprogene Struktur. Er ist daher als eine Art Übergangsbildung zwischen Halbfaulschlamm und echten Sapropelen zu betrachten.

Wie Bohrungen im N-Teil der Eckernförder Bucht aus den Jahren 1935 und 1936 (Lageplan s. b. E. TAPPER, 1939, S. 123, Fig. 5), eine Bohrung, welche P. GRO-SCHOPF (1938) ebenfalls in diesem Gebiet niederbringen ließ, und Bohrungen in der Kieler Förde (E. TAPPER, 1939, S. 131—133) zeigen, ist der Mudd in den Förden wesentlich mächtiger als in der freien Kieler Bucht.<sup>4)</sup> Im einzelnen schwanken — abgesehen von einer im flacheren Wasser angesetzten Bohrung, in der die Mächtigkeit nur 3,60 m betrug — die Muddicken in der Eckernförder Bucht zwischen 7,40 m und 10,30 m.<sup>5)</sup> In der Kieler Förde wurden etwas geringere Mächtigkeiten beobachtet.

Die Erklärung für die im Vergleich zum freien Seegebiet wesentlich größeren Muddmächtigkeiten in den Förden dürfte vor allem darin zu suchen sein, daß die Muddbildung, die, wie gezeigt, ruhiges Bodenwasser zur Voraussetzung hat, in den engräumigen Förden eher einsetzte als in der weiträumigen Kieler und Mecklenburger Bucht. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache errechnet sich die mittlere Sedimentationsgeschwindigkeit für den Mudd in der Eckernförder Bucht zu 1,25 mm pro Jahr (J. JARKE, 1948, S. 70/71).

### 3. Die Restsedimente.

Den bisher betrachteten Sammelstätten allochthonen Materials stehen die Auswaschungsregionen mit ihren mehr oder weniger groben, autochthonen Sedimenten gegenüber. In ihnen entstehen nicht durch Materialzufuhr, sondern durch Auswaschung bestimmter Korngrößen neue Sedimente in Gestalt dünner konglomeratischer Lagen, die als Restsedimente bezeichnet werden (O. PRATJE, 1939). Die korngrößenmäßige Zusammensetzung der Restsedimente ist im einzelnen sehr verschieden, jedoch dadurch charakterisiert, daß der Feinsandanteil stark reduziert, die Mehlsand-, Schluff- und Tonteilchen aber bereits mehr oder weniger vollständig entfernt sind. Organische Substanz fehlt vollkommen, und Kalk ist höchstens in Spuren vorhanden.

### IV. Vergleich der Sedimentation in den Förden mit der Sedimentation in der westlichen und südlichen Ostsee.

Die Sedimentation vollzieht sich in den Förden in ihren Grundzügen in gleicher Weise wie in der Kieler und Mecklenburger Bucht. Das gilt insbesondere für die zonale Anordnung der verschiedenen Sedimente, welche sich auch in der gesamten südlichen Ostsee in so weiter Verbreitung findet (O. PRATJE, 1939 und 1948), daß man sie als Normalfolge dieses Meeres bezeichnen könnte. Die Normalfolge ist in den Förden — im Gegensatz zur Kieler Bucht, wo gelegentlich die eine oder andere Zone fehlt — stets vollständig entwickelt.

### Zusammenfassung.

1. Nach Behandlung der morphologischen, geologischen und hydrographischen Grundlagen der Sedimentation in den Förden wird die Verteilung des Sedimentationsmaterials an Beispielen erörtert und die Entstehung der zonalen Anordnung der Sedimente erklärt.

<sup>4)</sup> Im Durchschnitt hier nur 2—3 m (O. PRATJE, 1939).

<sup>5)</sup> Die nach der Entwässerung zu erwartende erhebliche Senkung ist bei den Mächtigkeitsangaben nicht berücksichtigt.



2. Die verschiedenen Sande werden näher charakterisiert und Angaben über Korngrößen, Sortierungsgrad, Kalkgehalt und Gehalt an organischer Substanz gemacht.

3. Entstehung und Eigenschaften des Mudds werden diskutiert und in Beziehung zu den physikalisch-chemischen Verhältnissen im unteren Wasserstockwerk gesetzt. Bei einem Vergleich der einzelnen Förden ergeben sich Unterschiede im Kalkgehalt und Gehalt an organischer Substanz, die auf Besonderheiten in den hydrographischen Verhältnissen zurückgeführt werden.

4. Die Sedimentation in den Förden wird mit der Sedimentation in der übrigen westlichen und südlichen Ostsee verglichen.

#### Schriften

BAIER, C. R.: Bakteriologische Erdölstudien. Kieler Meeresf. 2. 1937.

BAIER, C. R.: Chemisch-mikrobiologische Beobachtungen zur Sedimentdiagenese an postglazialen Sedimenten der Eckernförder Bucht. Geol. Rdsch. 29, 1938.

GROSCHOPF, P.: Diagenetische Beobachtungen an marinen postglazialen Sedimenten der Kieler Förde. Geol. d. Meere u. Binnengew. 1. 3. 1937.

GROSCHOPF, P.: Physikalisch-chemische Beobachtungen zur Sedimentdiagenese an Postglazialsedimenten der Eckernförder Bucht. Geol. Rdsch. 29, 1938.

JARKE, J. Die Unterschiede in der Sedimentation vor der Ost- und West-Küste Schleswig-Holsteins. Diss. Kiel 1948.

KREJCI-GRAF, K.: Heutige Meeresablagerungen als Grundlagen der Beurteilung der Ulmuttergesteinsfrage. Kali, verwandte Salze, und Erdöl, Heft 14—21, 1935.

PRATJE, O.: Die Sedimentation in der südlichen Ostsee. Ann. d. Hydr. LXVII, 1939.

PRATJE, O.: Die Bodenbedeckung der südlichen und mittleren Ostsee und ihre Bedeutung für die Ausdeutung fossiler Sedimente. Deutsch. Hydr. Ztschr. I, H. 2/3. 1948.

ROTTGARDT, D.: Mikropaläontologisch wichtige Bestandteile rezenter brackischer Sedimente an den Küsten Schleswig-Holsteins. Dissertation, Kiel. 1950.

SVERDRUP, H. U., JOHNSON, M. W. und FLEMING, R. H.: The Oceans. Their Physics, Chemistry and General Biology. New York 1946, S. 970—971.

TAPFER, E.: Meeresgeschichte der Kieler und Lübecker Bucht im Postglazial. Diss. Kiel 1939.

WITTIG, H.: Über die Verteilung des Kalziums und der Alkalinität in der Ostsee. Kieler Meeresf. III, 1941.

Der Gesamtauflage dieses Bandes ist ein Prospekt des Verlages F. Vieweg beigelegt.

**HANS CLOOS**

### *Gespräch mit der Erde*

Geologische Welt- und Lebensfahrt

Zweite, erweiterte Auflage. 389 Seiten  
13 Abbildungen und 79 Bildtafeln. 17. Tausend. Leinen DM 18,80

**R. PIPER & CO. VERLAG**  
**MÜNCHEN**

»In der Tat: Dieses Buch ist wie wenige geeignet, der Wissenschaft von der Erde neue Freunde zu erwerben. Niemand, auch der Fachmann nicht, wird dieses Buch aus der Hand legen, ohne Gewinn und Genuß davon gehabt zu haben.«

*Petermanns Geographische Mitteilungen*

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein](#)

Jahr/Year: 1951

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Jarke Joachim

Artikel/Article: [Die Sedimentation in den schleswig-holsteinischen Förden 204-210](#)