

Ein im Gezeitenbereich des Wattenmeeres selbsttätig arbeitendes Sinkstoff-Schöpfgerät und die Bedeutung der Wattfauna für die Bildung von Sinkstoffen

Von Martin Plath †

Vorwort

Die folgende Arbeit befaßt sich mit Sinkstoff-Untersuchungen, die in den Jahren 1937 und 1938 von Dr. MARTIN PLATH im nordfriesischen Wattenmeer durchgeführt wurden.

Im Rahmen der damaligen biologischen und bodenkundlichen Kartierung des gesamten nordfriesischen Wattenmeeres zwischen der Insel Sylt im Norden und der Halbinsel Eiderstedt im Süden¹⁾ erhielt PLATH den Sonderauftrag, Wege zu finden und im Gezeitenbereich praktisch verwertbare Methoden zum qualitativen und quantitativen Nachweis der Zusammensetzung der vom Wasser des Wattenmeeres bewegten Sinkstoffe auszuarbeiten.

Die so verheißungsvoll begonnenen Arbeiten wurden durch den Krieg unterbrochen, und der Soldatentod des jungen Forschers im Februar 1942 an der Front im nördlichen Rußland verhinderte die Fortsetzung und Vertiefung dieser Untersuchungen nach dem Kriege. Über die ersten Untersuchungsergebnisse liegen einige kurze Niederschriften und Aufzeichnungen vor; sie sind Fragmente geblieben. Trotzdem bilden diese ersten Ergebnisse, von der Methode und zum Teil auch vom Ergebnis her gesehen, einen Markstein in der Erforschung der natürlichen Grundlagen der Sinkstoffbewegungen im Gezeitenmeer sowie der Entstehung der jungen Sedimente im Bereich der Landgewinnung vor der Küste. Sie haben auch noch heute aktuellen Wert, da die Sinkstoffprobleme im Wattenmeer nach wie vor zu den Grundfragen des Küstengeschehens gehören²⁾. Aus diesem Grunde und zum Gedächtnis des jungen Forschers wurden die vorgenannten dienstlichen Berichte zur Veröffentlichung vorbereitet.

PLATH hat für die Bearbeitung dieses Problemkreises unseres Wissens damals keine wissenschaftlichen Quellen zur Verfügung gehabt. Auch hat er sich mit dem Plan der Drucklegung seiner vorläufigen Ergebnisse vor seiner Einberufung zum Heeresdienst nicht mehr befassen können.

Husum, 30. November 1964

Dr. WOHLNBERG
Leiter der Forschungsstelle Westküste

Inhalt

I. Einleitung	119
II. Serienmessung in der Norderhever	120
III. Untersuchungen vor Horsbüll (südlich vom Hindenburgdamm)	120
1. Das Sinkstoffschöpfstativ	121
2. Die Messungen vor Horsbüll	125
a. Die Stativproben vom Watt	126
b. Die Schöpfproben aus den Prielen	126
c. Das Sediment der Watten	126
d. Die biologische Besiedlung der Sedimente	127
e. Die Kotproduktionsgebiete	127
IV. Zusammenfassung	132

¹⁾ Vgl. Zeitschrift „Westküste“, Kriegeft 1943.

²⁾ Vgl. Aufsatz GÖHREN in diesem Heft.

I. Einleitung

Durch einige qualitative Sinkstoffuntersuchungen im Sommer 1937 und 1938 ergab sich, daß ein auffallend bedeutender Prozentsatz der vom Wasser verfrachteten Teilchen aus den Ausscheidungsprodukten der im Watt lebenden Tiere bestehen kann. Über diese Arbeiten liegen vor:

1. eine Notiz vom 23. 12. 1937 betr. Kotballenuntersuchungen an Sinkstoffproben aus der Serienmessung in der Norderhever im August 1937,
2. ein Aktenvermerk vom 23. 6. 1938 über Sinkstoffuntersuchungen am Hindenburgdamm mit Sinkstoffstativen und
3. ein kurzer Bericht vom 13. 8. 1938 über die Vervollkommnung des Sinkstoffstativs.

Aus diesen Berichten und aus Beobachtungen im Watt soll ein zusammenfassender Überblick von dem gegeben werden, was wir von der Entstehung der Kotballen und ihrer Rolle im Sinkstoffhaushalt erkannt haben und welche Methoden dabei angewandt wurden³⁾.

II. Serienmessung in der Norderhever

Die Tatsache, daß man nicht selten auf der Wattoberfläche eine Zusammenspülung von aus feinstem Material bestehenden Kotballen findet, läßt auf einen Transport dieser durch das Wasser schließen. Der formbeständige Kot, welcher vornehmlich von Detritusfressern erzeugt wird, muß also im Sinkstoff des Wassers wiederzufinden sein. Ein erster Einblick in die Zusammensetzung des Sinkstoffes wurde bei der Serienmessung in der Norderhever getan. Der konzentrierte Sinkstoff von Literproben, die mit dem waagerechten Wasserschöpfer (WOHLENBERG⁴⁾ bei gleichzeitig gemessenen Geschwindigkeiten genommen waren, wurde geschüttelt und daraus mit einer Pipette 1 ccm Flüssigkeit entnommen und gleichmäßig über den Boden eines Schälchens verteilt, so daß Kotballen und Sandkörner nicht übereinander zu liegen kamen. Unter dem Binokel wurde dann der Anteil an Kotballen einerseits, Sand und Feinstem (unter 20 μ) andererseits geschätzt. Als Maß wurde der Bedeckungsgrad in Prozenten genommen. Die Untersuchung ergab:

1. daß geformter Kot nur bei Geschwindigkeiten von 0,4 m/sec und mehr angetroffen wurde,
2. daß die Kotballen über alle Wassertiefen verteilt waren,
3. daß der Kot der kleinen Wattschnecke (*Hydrobia ulvae*) den Hauptanteil des geformten Gesamtkotgehaltes ausmacht,
4. daß bis zu 50% des Sinkstoffes (bezogen auf den Bedeckungsgrad) aus tierischen Ausscheidungsprodukten bestehen kann.

III. Untersuchungen vor Horsbüll (südlich vom Hindenburgdamm)

Um aber einen Einblick in die Sinkstoffzusammensetzung während der Überflutung der eigentlichen Wattten zu erhalten, mußten Wasserproben verwendet werden, die über verschiedenen Wattsedimenten mit bekannter tierischer Besiedlung entnommen waren. Dafür wurde ein Gerät konstruiert, mit dem unabhängig von Schiffen und unabhängig von der Wetterlage eine objektive Entnahme von Wasserproben auf den Wattten möglich war. Dieses wurde

³⁾ Vgl. PLATH, M.: Die biologische Bestandsaufnahme als Verfahren zur Kennzeichnung der Wattsedimente und die Kartierung der nordfriesischen Wattten. Westküste 1943, S. 26, 30, 37 und 42.

⁴⁾ Der horizontale Wasserschöpfer. Dt. Hydrogr. Ztschr. III, 5/6, 1950.

im Herbst 1937 und im Sommer 1938 gebaut, im Gelände geprüft und vervollkommenet. Es sei im folgenden nach Bau und Funktion beschrieben.

1. Das Sinkstoffschöpfstativ (Abb. 1—9)

Das Sinkstoffschöpfstativ besteht aus zwei senkrecht stehenden, durch Querverband miteinander verbundenen Holzpfählen, zwischen denen Literflaschen aufgehängt werden können. Diese werden (vgl. Abb. 5—7) in Halter aus Band Eisen eingesetzt, die in der Höhe des Flaschenhalses um eine waagerechte Achse (aa) drehbar sind. Unter dem Flaschenboden tragen die Halter ein Gewicht. Bei Beginn des Versuches wird der Flaschenhalter so gedreht, daß das Gewicht und der Flaschenboden über der Achse zu liegen kommen, die Flaschenöffnung also nach unten zeigt. In dieser labilen Lage (Abb. 5) wird der Halter festgehalten durch ein \rightarrow -förmiges Ansatzstück (f) am Gewicht, über das sich von oben eine seitlich befestigte Öse (c) schiebt. Diese Öse ist an einer Führungsleiste (d) befestigt, die auf und ab bewegbar ist. Am oberen Ende der Gleitschiene ist ein Schwimmer befestigt, der sich in einem Holzkasten (e) mit durchlöcherter Boden über den Holzpfählen befindet. Bei einem bestimmten Wasserstand wird der Schwimmer vom steigenden Wasser gehoben. Dadurch wird auch die Führungsleiste (d) mit der Öse (c) gehoben. Diese gleitet über das \rightarrow -förmige Ansatzstück nach oben hinaus und löst den Flaschenhalter aus. Dieser dreht sich nun um 180° C um die Achse (aa), wobei das Gewicht (b) den Auftrieb der leeren Flasche überwindet. Die Flaschenöffnung zeigt jetzt nach oben, und das Wasser kann in die Flasche eindringen (Abb. 8). 5 mm über der Flaschenöffnung war am Halter eine runde Platte angebracht, die die Öffnung verdeckte und die eine weitere Zufuhr von Sinkstoffen nach dem Füllen in die Flasche verhindern sollte.

Durch Übereinanderschalten von zwei Flaschen wurden kleine Stative erhalten, an denen der Schwimmer in einer Höhe von 1 m angebracht war. Diese kleinen Stative können an Standorten verwendet werden, an denen das Hochwasser 1 m über Grund erreicht. An Standorten mit z. B. 2 m Wassertiefe bei MThw lösen diese Stative bei halber Tide vor Thw aus. Um die Flaschenhalter bei halber Tide nach HW auslösen zu lassen, streift man die Ösen (c) der Führungsleiste (d) von unten über das \rightarrow -förmige Ansatzstück (f) und hält die Führungsleiste von unten durch ein Winkeleisen in dieser Lage (Abb. 7). Jetzt werden bei steigendem Wasser der Schwimmer und die Leiste nur um eine kleine Strecke aufwärts gehoben, nämlich so hoch, bis die Öse an den waagerechten Teil des \rightarrow -förmigen Ansatzstückes schlägt. Dadurch wird unten das Winkeleisen frei und knickt ein, so daß der Schwimmer und damit auch Führungsleiste und Öse bei fallendem Wasser sich tiefer senken können als beim Einstellen. Dadurch gleitet die Öse von dem \rightarrow -förmigen Ansatzstück nach unten ab (Abb. 7) und löst den Flaschenhalter aus. Durch diese Vorrichtung kann also auch bei fallendem Wasser, z. B. eine halbe Tide nach Hochwasser, ausgelöst werden.

Neben diesen kleinen Stativen wurden auch große mit vier übereinandergeschalteten Flaschen angefertigt, die für eine Schwimmerauslösung bei 2 m Wasserstand über Grund eingerichtet sind (Abb. 1 und 2). Mit dieser Ausführung des Stativs wurden im Hindenburgdamm-Gebiet die ersten Untersuchungen gemacht, weil dort der Kotballengehalt der Wattoberfläche auffallend groß ist. Es zeigte sich jedoch, daß der Flaschenverschluß ungenügend war. Nach Ablauf der Tide wurden Flaschen gefunden, die z. T. bis zur Hälfte mit Sinkstoffen angefüllt waren. Nach dem erstmaligen Füllen der Flaschen mit Wasser müssen demnach zusätzlich neue Sinkstoffe in die Flasche hineingelangt sein. Eine quantitative Auswertung dieser Proben war darum nicht möglich, wohl aber eine qualitative. Ein neuer Flaschenverschluß mußte gefunden werden, der beim Umkippen der Flasche den Zutritt des Wassers gestattete, nach dem Füllen



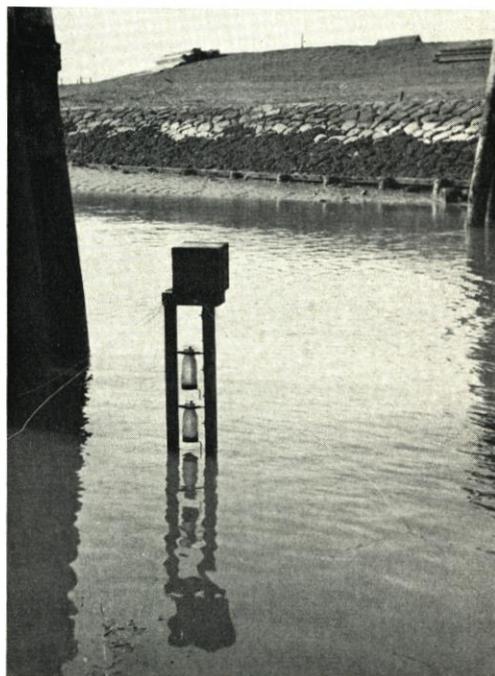
1938. Aufn. M. PLATH

Abb. 1. Die Aufstellung der Sinkstoff-Stativ im freien Wattenmeer bei Niedrigwasser



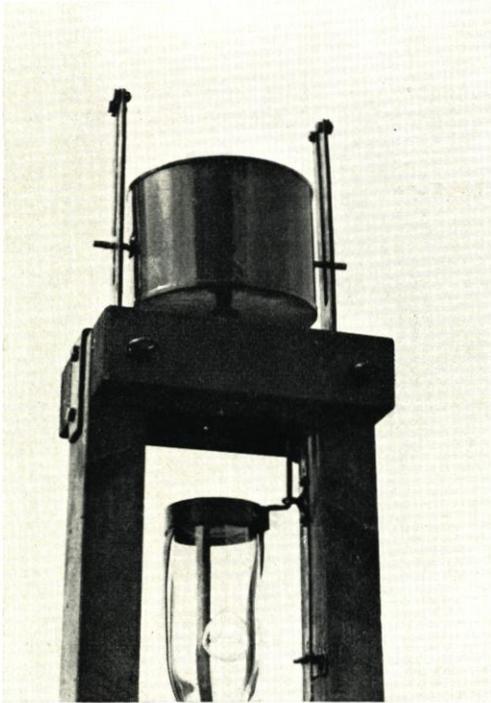
Dez. 1937. Aufn. E. WOHLBERG

Abb. 2. Das Sinkstoff-Stativ am Erprobungsstandort. Das steigende Wasser hebt den Schwimmer an und löst die Feststellung der einzelnen Flaschen nacheinander aus. Die dadurch um 180 Grad kippende Flasche füllt sich alsdann mit dem Überflutungswasser



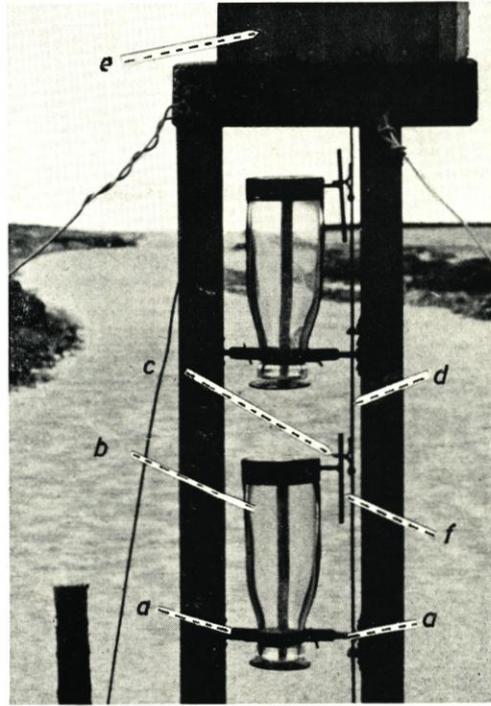
1937. Aufn. M. PLATH

Abb. 3. Das Sinkstoff-Stativ am Erprobungsstandort. Die Ebbe ist eingetreten, die gekippten Flaschen wurden während der Flut mit Wasser und Sinkstoff gefüllt



Dez. 1937. Aufn. E. WOHLBERG

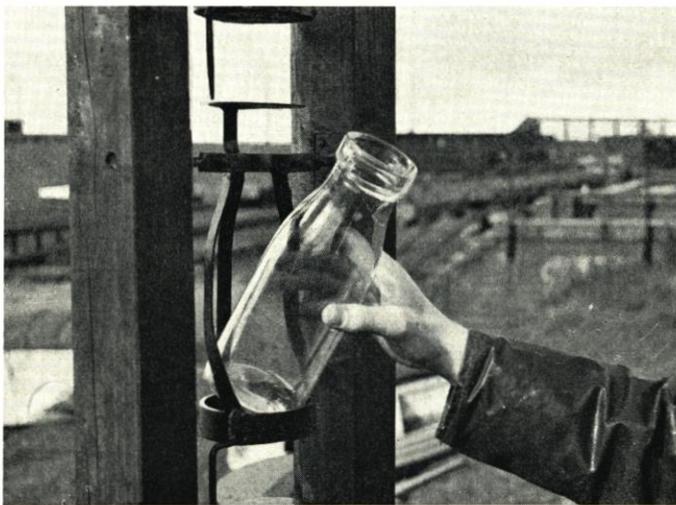
Abb. 4. Die mit dem Schwimmerkessel verbundene Führungseisen gleiten je nach Flut oder Ebbe in den Führungsgabeln auf- oder abwärts. Dabei hebt oder senkt sich die Gleitschiene mit den Arretierungsösen, die die Flaschen zum Kippen oder Füllen freigeben



1938. Aufn. M. PLATH

Abb. 5. Der Auslösungsmechanismus:

- a) Kippachse der Flaschenhalterung
- b) Sinkstoffflasche in kopflastiger Halterung
- c) Halte-Öse an der Gleitschiene umfaßt je nach Flut- oder Ebbespannung einen Schenkel des liegenden T-Stückes
- d) Gleitschiene für alle Flaschen
- e) Schwimmerkasten
- f) Ebbe-Ast des ungleichseitigen liegenden T-Stückes



Dez. 1937. Aufn. E. WOHLBERG

Abb. 6. Das Stativ wird mit den 1000 ccm fassenden Flaschen beschickt

aber jegliches nachträgliche Hineinsedimentieren von Sinkstoffen verhinderte. Es wurde ein System von Glasröhren benutzt, wie es Abbildung 9 zeigt. Beim Umkippen der Flasche liegt der gesamte Auftrieb der Flaschenluft auf der Röhre A. Das Wasser drückt auf die Röhrenöffnungen A und B gleich stark, findet jedoch bei B kaum Widerstand und fließt durch diese

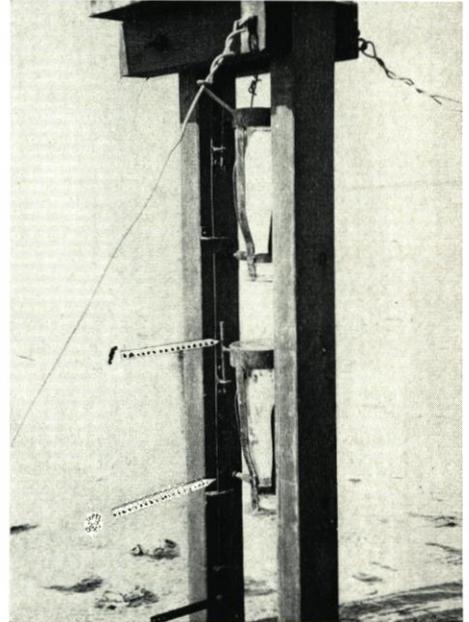


Abb. 7. Bei dem für Ebbe-Füllung hergerichteten Stativ bleibt der Flut-Ast (f) des T-Stückes frei, während die Halte-Öse den längeren Ebbe-Ast umschließt. Das in der Abbildung unten sichtbare Schienenende knickt bei sinkendem Schwimmer ein und gibt den Ebbe-Ast des \perp -förmigen Ansatzstückes für die Kippung der Flasche frei

1938. Aufn. M. PLATH



Abb. 8. Der Schwimmer steigt, die Gleitschiene mit der Halte-Öse gibt den Flut-Ast des T-Stückes frei, die Flasche füllt sich nach Entweichen der Luft (Blasen an der Wasseroberfläche links)

Dez. 1937. Aufn. E. WOHLBERG

Öffnung in die Flasche, während die Luft durch die Öffnung A entweicht. Nach dem Füllen verhindert die gebogene Form der Röhren einen Zutritt von weiteren Sinkstoffen.

Zum Nachweis der Verlässlichkeit des neuen Verschlusses wurde im Watt am Hindenburgdamm ein Kontrollversuch gemacht, der jedoch durch Abtreiben des Stativs bei Sturm scheiterte. Danach wurden vom 23. bis 25. Juni 1938 über drei Tiden im Watt bei Husum (etwa 4500 m nördlich des Husumer Dockkooges) erneut zwei Stative mit je zwei Flaschen aufgestellt, um

die Eignung des neuen Flaschenverschlusses auszuprobieren. Bei Stativ A wurden nach jeder Tide zwei mit sinkstoffhaltigem Wasser gefüllte Flaschen entnommen. Die untere Flasche (etwa 35 cm oberhalb der Wattoberfläche) enthielt 3—10mal soviel Sinkstoff wie die obere Flasche (etwa 70 cm oberhalb der Wattoberfläche). Zur Kontrolle wurde Stativ B mit zwei Flaschen neben Stativ A gestellt. Diese beiden Flaschen wurden von vornherein mit Wasser gefüllt, das vier Stunden abgestanden hatte und nur eine geringe Trübe aufwies. Die gefüllten Flaschen des Stativs B wurden in normaler Lage (Öffnung oben) mit dem neuen Verschuß versehen aufgehängt und über drei Tiden vom Wasser überflutet. Es sollte festgestellt werden, ob der neue Verschuß nach Füllen der Flasche ein nachträgliches Einspülen von Sinkstoff verhinderte. Die Ergebnisse zeigt folgende Tabelle:

	Stativ A		Stativ B (Kontrolle)		
	oben mg	unten mg	oben mg	unten mg	
Erste Überflutung	0,164	1,580			23./24. VI.
Zweite Überflutung	0,166	0,985	0,064	0,050	24. VI.
Dritte Überflutung	0,412	1,191			24./25. VI.

Prüfung des neuen Verschlusses:

Stativ A: Messung nach jeder Auslösung durch die Flut.

Stativ B: Messung nach dreimaliger Überflutung.

Einmal fällt der Unterschied der Sinkstoffführung des Wassers zwischen oben und unten auf. Dieser ist bei dem Kontrollversuch (Stativ B) nicht vorhanden, obwohl die untere Flasche in sinkstoffreicherem Wasser hängt und auch länger überflutet wird als die obere. Danach ist anzunehmen, daß kein Sinkstoff nachträglich in die Flasche eingedrungen ist. Der neue Verschuß kann also als geeignet angesehen werden.

2. Die Messungen vor Horsbüll

Auf dem Watt vor Horsbüll wurden sieben Sinkstoffstative aufgestellt. Im Bereich der Lahnungen standen Stativ Nr. 1 und Nr. 2 mit ein beziehungsweise zwei Flaschen. Wegen der hohen Lage der Watten wurden sie in den Entwässerungsgräben errichtet. In einer Entfernung von 50 m westlich der Lahnungen stand Stativ Nr. 3 und in 700 m Entfernung Stativ Nr. 4, beide mit je zwei Flaschen. 1700 m westlich der Lahnungen stand Stativ Nr. 5 mit vier Flaschen. Auf dem Horsbüll Steert waren am östlichen Ende Stativ Nr. 6 und am westlichen Ende Stativ Nr. 7, beide mit vier Flaschen, aufgebaut. Das MThw liegt im südlichen Hindenburgdamm-Gebiet auf etwa NN + 1 m. Die Höhenlage des Standortes wurde für alle Stative so gewählt, daß die Flaschen durch die Schwimmer bei einem Wasserstand von NN + 1 m (also bei Thw) ausgelöst wurden. Die Untersuchung des in den Flaschen abgesetzten Sinkstoffes konnte wegen eines Entnahmefehlers leider nicht quantitativ erfolgen. Die qualitative Untersuchung erstreckte sich auf 1. geformten Kot, 2. ungeformte feinste Teile (unter 20 μ) und 3. Sand aller Korngrößen. Der Anteil dieser verschiedenen Sinkstoffbestandteile wurde an einem Streupräparat unter dem Mikroskop geschätzt.

Außer den Flaschenproben von den Stativen wurden im Föhrer Ley und im Oster Ley

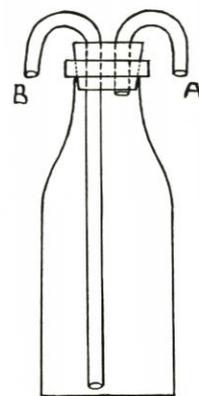


Abb. 9. Der neue Flaschenverschuß. Nach dem Kippen entweicht die Luft bei A aus der Flasche und das mit Sinkstoffen beladene Wasser strömt durch B nach und füllt die Flasche (Skizze, 1938)

Schöpfproben vom Schiff aus mit dem waagerechten Wasserschöpfer (nach WOHLBERG) entnommen, die auch auf die obige Weise untersucht wurden. Weiter wurden Untersuchungen über die Besiedlung und die Beschaffenheit der obersten 10 cm des anstehenden Sedimentes angestellt. Zu demselben Zweck wurden im Föhler Ley und im Oster Ley Greiferproben entnommen.

a. Die Stativproben vom Watt

Die hier angeführten Ergebnisse beziehen sich sämtlich auf Proben, die bei Hochwasser entnommen wurden. Die Probenentnahmen bei steigendem und fallendem Wasser wurden durch stürmische Wetterlage derart gestört, daß nur wenige Flaschen geborgen werden konnten. Der Kotperlengehalt dieser Sinkstoffproben war stets höher als der bei HW genommener Proben.

Im einzelnen konnten folgende Ergebnisse erzielt werden:

- a) Innerhalb der Lahnungen lösten die Schwimmer die Stative 1 und 2 wegen der Höhenlage des Standortes und der zur Zeit der Untersuchungen herrschenden Ostwindperiode nur selten aus. So liegen im ganzen nur fünf Flaschenmessungen vor, die aber alle dieselbe Sinkstoffzusammensetzung zeigen: etwa 25 % Kot, etwa 70 % Feinstes, etwa 5 % Sand.
- b) Kurz vor den Lahnungen liegen aus denselben Gründen nur zwei Serien mit je zwei Flaschen vor, von denen sich die eine Serie zu 65 % und die andere zu 40 % aus Kotperlen zusammensetzte. Der Rest bestand aus Feinstem.
- c) Auf dem Watt zwischen Lahnung und MTnw wurden vier Serien mit je zwei Flaschen und sechs Serien mit je vier Flaschen gewonnen. Der Sinkstoff enthielt: 75—80 % Kot, ca. 20 % Feinstes, 5 % Sand.
- d) Auf dem östlichen Horsbüll Steert ergaben vier Serien mit je vier Flaschen eine Sinkstoffzusammensetzung von: 70 % Kot, 20 % Feinstes, 10 % Sand.
- e) Der westliche Horsbüll Steert erbrachte ebenfalls vier Serien zu je vier Flaschen. Es wurde gefunden: 50 % Kot, 40 % Feinstes, 5—10 % Sand.

b. Die Schöpfproben aus den Prielen

- a) Dem Föhler Ley wurden über eine Tide aus allen Tiefen zusammen 15 Proben entnommen. Der Gehalt an Kotperlen, die zum großen Teil sehr stark zerstört waren, betrug im Mittel knapp 10 %. Der Rest bestand aus Feinstem.
- b) Aus dem Oster Ley liegen ebenfalls 15 Schöpfproben vor. Bei ihnen bestand der Sinkstoff zu ca. 25 % aus geformtem Kot. Die Perlen waren nicht so stark abgerollt wie im Föhler Ley, jedoch wesentlich stärker als die der Flaschenproben.

c. Das Sediment der Watten

Für die Untersuchung der Sedimente wurden ungestörte Sedimentblöcke von 5 mal 5 cm Querschnitt und 5—10 cm Länge entnommen und an der Luft etwas getrocknet. Nach dem Auseinanderbrechen mit der Hand wurden die Bruchflächen mit dem Binokular untersucht.

- a) In den Lahnungen wurden abwechselnd Schichten aus Sand und aus Kotperlen bestehend gefunden. Manchmal war der Übergang scharf erkennbar, manchmal auch verwischt. In 8 cm Tiefe konnte das Vorhandensein von Kotperlen noch deutlich nachgewiesen werden.
- b) Auf dem Watt zwischen den Lahnungen und der Niedrigwasserlinie war eine oberflächliche Schicht, ausschließlich aus Kotperlen bestehend, erkennbar, die viel Wasser enthielt und auf dem abgetrockneten Block durch Eintrocknen und Entnahmefehler auf 3—8 mm

zusammensank. Darunter wurde ein feinsandiges, mit Kotperlen leicht durchsetztes Sediment gefunden. Die oberflächliche Kotballenschicht bildete flache, relativ wasserarme Erhebungen auf der Oberfläche, die zu 100 % aus Kotperlen bestanden.

c) Auf dem östlichen Horsbüll Steert enthielt die sandige Oberfläche ca. 30 % Kotperlen. Im Bruch war keine Schichtung zu erkennen. Lediglich die Oberfläche zeigte in geringem Maße eine bräunliche Färbung. In den Rippeltälern wurde Kot der Herzmuschel und der Wattschnecke angetroffen.

d) Der westliche Horsbüll Steert wies eine sandige Oberfläche ohne bemerkenswerten Kotanteil auf. Eine Schichtung im Bruch war nicht zu erkennen.

e) Im Föhrrer Ley und im Oster Ley zeigten die Greiferproben, daß die Sedimentoberfläche aus grobem bis mittlerem Sand besteht, auf dem z. T. Schill oder Schalenpflaster lagert. Ein Kotperlengehalt wurde nicht festgestellt.

d. Die biologische Besiedlung der Sedimente

An Hand von Grabungen und von Oberflächenspuren wurde die Besiedlung der Sedimente festgestellt. Sie sollte erweisen, ob die gefundenen Kotmengen am Ort gebildet wurden oder nicht. Den Hauptanteil bildete der Kot der Wattschnecke (*Hydrobia ulvae*). Der Herzmuschel- (*Cardium*) und der Plattmuschel- (*Macoma*)kot spielten im Untersuchungsgebiet eine untergeordnete Rolle. Der Kot anderer Arten hatte mengenmäßig keine Bedeutung bei der Zusammensetzung der Sinkstoffe.

a) In den Lahnungen wurde die typische Besiedlung des Schlicks durch die Pfeffermuschel (*Scrobicularia plana*), den Wattringelwurm (*Nereis diversicolor*) und wenig durch den Wurm *Heteromastus* gefunden.

b) In dem Watt zwischen Lahnung und NWL siedelten in der schlammigen, kothaltigen Oberfläche und dem darunter liegenden Feinsand geringe Mengen der Wattschnecke, des Wattringelwurmes, des Sandwurmes (*Arenicola*, jung), der Plattmuschel und geringe Mengen des Schlickkrebse (*Corophium volutator*).

c) Der östliche Horsbüll Steert war neben Sandwurm, *Lanice* und *Scoloplos* von einem dichten Bestand der Herzmuschel besiedelt. Außerdem konnten in den oberen Millimetern des sandigen Sedimentes ungeheure Mengen von Wattschneckenbrut festgestellt werden. Am SO-Rande des Steertes siedelten Miesmuschelhorste auf Sand (*Mytilus edulis*).

d) Der westliche Horsbüll Steert wurde vom Sandwurm, von *Scoloplos*, *Urothoe*, *Bathyporeia* und *Lanice* besiedelt. Weder die Herzmuschel noch die Wattschnecke wurden hier in bemerkenswerten Mengen angetroffen.

e) Zum Föhrrer Ley und zum Oster Ley hin wurden alle 200—300 m Greiferproben heraufgeholt. Es wurden keine Herzmuscheln und Wattschnecken gefunden. Das Vorkommen dieser beiden Arten ist also auf den östlichen Horsbüll Steert beschränkt.

e. Die Kotproduktionsgebiete

Angesichts der hohen Bedeutung der tierischen Ausscheidungsprodukte für die Zusammensetzung der Sinkstoffe soll die beigegefügte Karte die Lage der Haupterzeugungsgebiete im nordfriesischen Wattenmeer veranschaulichen (Abb. 17).

Auf der genannten Karte sind die Schlickgebiete auch schraffiert eingezeichnet. Die Standorte mit Miesmuschelbänken sind durch Dreieck-Signatur gekennzeichnet. Die kleinpunktierten Flächen zeigen sandige Gebiete mit einer starken Besiedlung durch die kleine Watt-

Abb. 10.

Durch Kotpillen dunkel gefärbte Wattoberfläche im Seegrasgebiet (*Zostera nana*). Die hellen Flecke haben die unter der Oberfläche lebenden Herzmuscheln (*Cardium edule*) durch Ausspritzen von Wasser verursacht. Dadurch wurden die locker gelagerten Kotpillen und Diatomeen beiseite gespült

(aus PLATH 1943)
1938. Aufn. M. PLATH

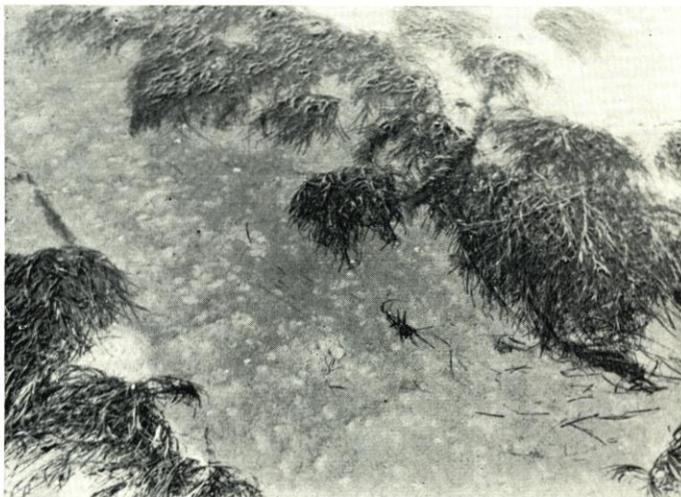


Abb. 11.

Seegraswiese auf Sandwatt. Die Dichte der Besiedlung durch die kleine Wattschnecke (*Hydrobia ulvae*) wird durch die punktförmigen hellen Lichtreflexe erkennbar

1938. Aufn. M. PLATH



Abb. 12.

Reines Sandwatt mit Rippelmarken und *Arenicola*-Besiedlung. Die winzigen dunklen Punkte weisen auf die dichte Besiedlung der kleinen Wattschnecke hin

1938. Aufn. M. PLATH





Abb. 13.
Sandwatt mit dichter Herz-
muschel-Besiedlung. Ihre Lage
erkennt man an den dunklen,
mit der Muschel verbundenen
Algenbüscheln
1938. Aufn. M. PLATH



Abb. 14.
Reines Sandwatt mit *Areni-
cola marina*. Die dunklen Bän-
der in den Rippeltälern beste-
hen aus zusammengeschwemm-
ten Kotperlen
1938. Aufn. M. PLATH

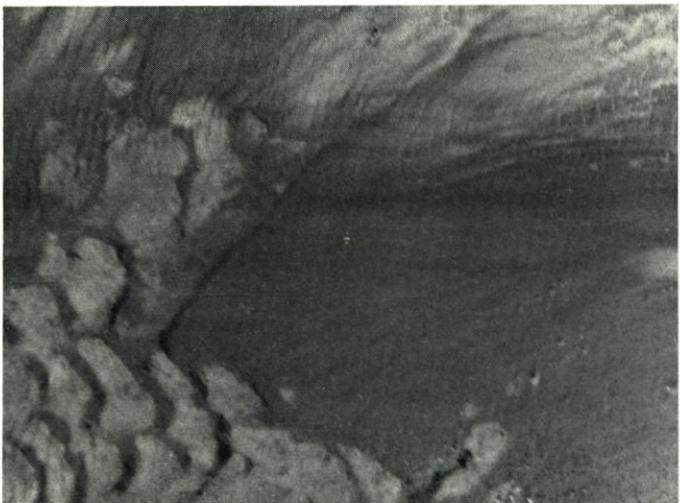


Abb. 15.
Unterwasseraufnahme eines
überströmten Sandwattes mit
flächenförmig abgelagerten
Kotperlen
1938. Aufn. M. PLATH

schnecke und die Herzmuschel an. Sie sind häufig mit mehr oder weniger dichtem Seegrasrasen bewachsen. Abbildung 10 und 11 zeigen solche Besiedlungsbilder südlich der Halbinsel Nösse. Die dunkle Sedimentfarbe auf Abbildung 10 ist auf einen starken Kotgehalt der Oberfläche zurückzuführen. Die hellen Flecke darin stammen je von einer Herzmuschel im Untergrund, die durch Ausspritzen von Wasser die dunklen leichten Kotballen beiseite gespült hat. Auf Abbildung 11 ist die dichte Besiedlung des Seegrasrasens durch die kleine Wattschnecke zu sehen. Jedes Tier erscheint durch den Lichtreflex als heller Punkt. Diese Gebiete stellen — allein an ihrer Besiedlungsdichte gemessen — starke Kotproduktionsgebiete dar. Die grobe Punktsignatur kennzeichnet Sandwatten, die eine weniger starke Besiedlungsdichte durch diese beiden Arten aufweisen. In Abbildung 12 sind die kleinen schwarzen Punkte kleine Wattschnecken, und Abbildung 13 zeigt die Wohndichte der Herzmuschel. Beide Aufnahmen stammen vom Steenack und beweisen durch die Rippeln den sandigen Charakter

Abb. 16.
Prielrand bei abfließendem Wasser. Der sinkende Wasserstand hinterläßt am Prielhang ein System von parallelen dunklen Linien, die aus den geformten Ausscheidungsprodukten der das Watt bewohnenden Tiere bestehen. In der Bildmitte eine flächenförmige Ansammlung der gleichen Stoffe. Das abfließende Wasser ist stark getrübt
1938. Aufn. M. PLATH



des Sediments. Auf allen weiß gebliebenen Flächen der Karte wurde keine bemerkenswert dichte Besiedlung durch die beiden Tiere gefunden. Nun hängt der praktische Wert eines Produktionsgebietes nicht allein von der erzeugten Kotmenge ab, sondern ebenso stark von der Möglichkeit des Abtransportes der Kotballen durch das Wasser. Dieser wird natürlich durch einen Seegrasrasen oder eine ruhige Lage des Standortes erschwert, auf exponierten, unbewachsenen Sandflächen dagegen leichter vonstatten gehen. Die Art des Abtransportes kann verschieden sein. Abbildung 14 zeigt zusammengespülten Kot in Rippeltälern auf ausgeprägtem Sandwatt. Werden größere Mengen zusammengetragen, können auf der Oberfläche dunkle Schlieren aus Kotballen gebildet werden (Abb. 15). Das letzte fallende Wasser nimmt einen Teil dieser zusammengeschwemmten Kotballen mit. Auf Abbildung 16 sind die kleinen Spülsäume des zurückgehenden Wassers als dunkle aus Kot bestehende Linien zu sehen. Das den Hang hinaufleckende Wasser hinterläßt beim Zurückfließen einen dunklen Fleck. Dieser wird durch die im Wasser suspendierten Kotballen verursacht, die langsamer ins Wasser zurückrollen. Solche Kotansammlungen sind an flachen Prielrändern häufig zu beobachten. Nach den oben geschilderten Ergebnissen vor Horsbüll ist jedoch anzunehmen, daß der Abtransport der Kotballen durch Aufwirbeln der Oberfläche bei stärkerem Wellengang größere Mengen erfaßt als der eben geschilderte.

Kotproduktionsgebiete für Wattschnecke, Herz- u. Miesmuschel

nach der biologischen Wattkartierung 1937

Zeichenerklärung

-  Gebiete mit rezentem (jungem) Schlick
-  Miesmuschelbänke
(Mytilus)
-  Besiedlungsdichte: Wattschnecke über 25 000/m²
(Hydrobia)
Herzmuschel über 200/m²
(Cardium)
-  Besiedlungsdichte: Wattschnecke 10 - 25 000/m²
(Hydrobia)
Herzmuschel 100 - 200/m²
(Cardium)

Aufgestellt:

Husum, den 19. Januar 1939

gez. Dr. M. Plath

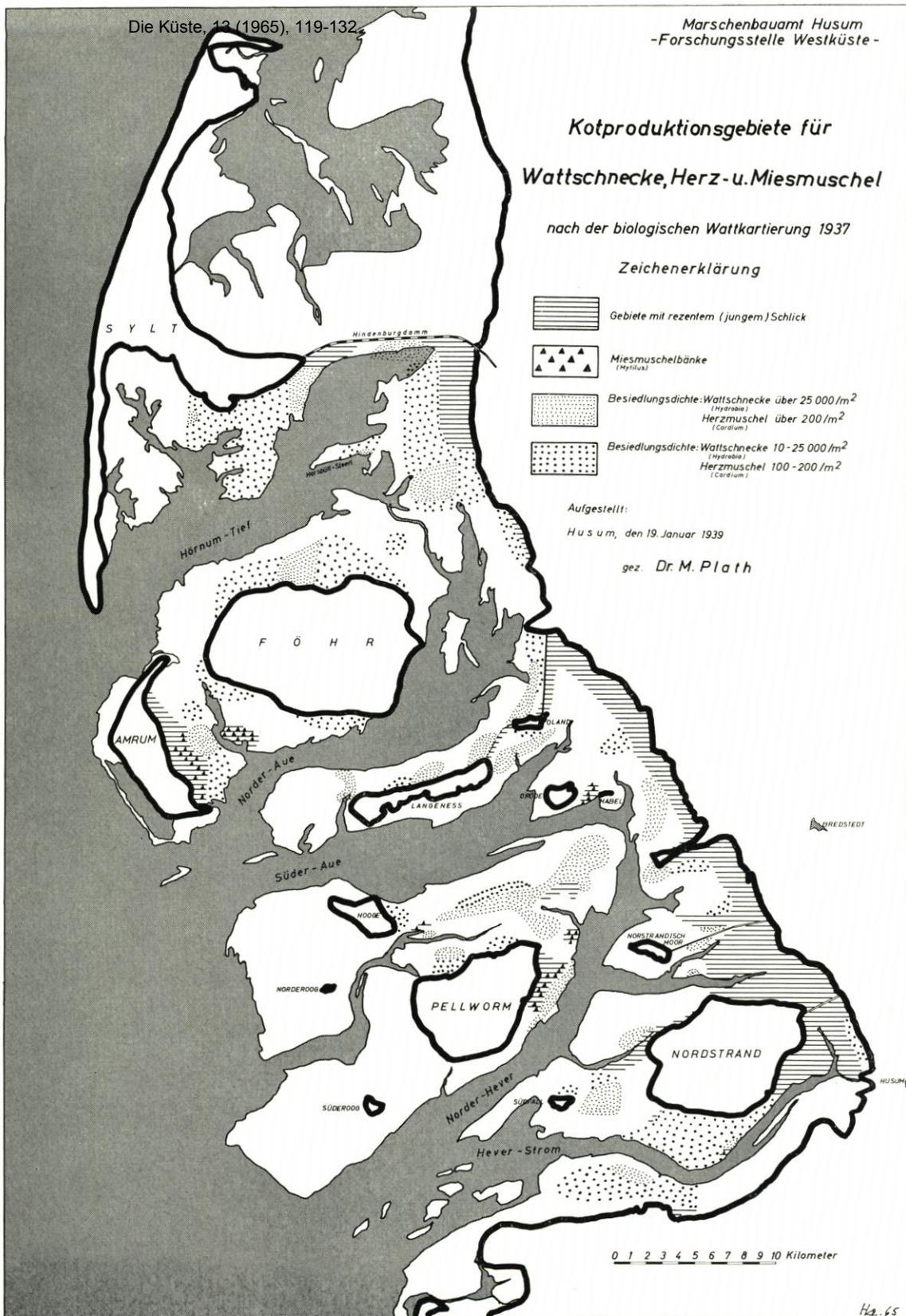


Abb. 17. Die Lage der Haupterzeugungsgebiete tierischer Ausscheidungen zugunsten des Sinkstoffhaushaltes im nordfriesischen Wattenmeer

IV. Zusammenfassung

Diese Voruntersuchungen haben das erwartete Ergebnis gehabt, daß tierische Ausscheidungsprodukte bei der Sedimentbildung vor Horsbüll im südlichen Hindenburgdamm-Gebiet eine hervorragende Rolle spielen:

1. Es findet eine schichtenmäßige Ablagerung von Kotballen in den Lahnungsfeldern statt. Bei Hochwasser ist die Kotballenführung des Wassers gering.
2. Zwischen Lahnung und Niedrigwasserlinie werden die Kotperlen vorübergehend abgelagert. Die Besiedlung dieser Gegend zeigt, daß diese hier nicht gebildet werden können. Die Sinkstoffuntersuchungen ergaben hier eine starke Kotballenführung des Wassers, die z. T. durch aufgewirbeltes z. T. durch zugeführtes Material zu erklären ist.
3. Auf dem östlichen Teil des Horsbüll Steerts, wo der Kotanteil im Sediment gering und die Kotballenführung des Wassers stark ist, siedeln die in Frage kommenden Kotballenerzeuger (junge Wattschnecken und Herzmuscheln) in großer Dichte.
4. Der westliche Horsbüll Steert zeigt weder eine Besiedlung durch die genannten Arten noch einen Kotgehalt im Oberflächensediment. Die Kotballenführung des Wassers ist gegen 2 und 3 geringer.
5. Im Föhrer Ley und im Oster Ley sind nur sehr geringe Mengen von stark zerstörten Kotballen angetroffen worden. Die Sedimente weisen keinen Kotgehalt auf und sind nicht von den erwähnten Koterzeugern besiedelt.

Nach diesen Befunden ist anzunehmen, daß im Raum südöstlich von Sylt die sandigen Wattflächen, insbesondere der Horsbüll Steert, mit ihrer Besiedlung Standorte sind, an denen der Kot gebildet wird. Durch ihr geringes spezifisches Gewicht werden die Kotperlen nicht dem Sediment einverleibt, sondern beim Wandern der Rippeln stets an die Oberfläche gebracht und vom Wasser aufgenommen. In dem Gebiet vor den Lahnungen der Küste werden sie vorübergehend abgelagert. Bei besonderen Wetterlagen werden sie in die Lahnungsfelder transportiert und dort in dickeren Lagen abgesetzt, um in Zeiten sehr starker Wasserbewegung von sandigen Sedimenten überdeckt zu werden.

Die außerordentliche Feinheit des Schlicks im Untersuchungsgebiet dürfte durch den hohen Anteil an Kotperlen zu erklären sein. Es wäre weiter zu untersuchen, a) ob der Kotanteil im übrigen Hindenburgdamm-Gebiet ebenfalls dieses Maß annimmt, b) wo weitere Koterzeugungsgebiete liegen und wie groß sie sind, und c) wie diese zu den herrschenden Stromrichtungen liegen.

Quantitativ sowie qualitativ können die Kotmengen und auch die Sinkstoffe überhaupt auf ihrem Weg aus den Wattströmen zu den Ablagerungsgebieten durch die oben geschilderten Sinkstoffstative erfaßt werden. Allerdings ist eine regionale Untersuchung großer Flächen nur unter Anwendung von vielen Stativen und durch den Einsatz mehrerer Arbeitskräfte möglich. Überall dort jedoch, wo auf verhältnismäßig engem Raum klar erkennbare Wasserbewegungen vonstatten gehen (wie z. B. in Prielen, Lahnungen oder auf kleinräumigen, in breiter Front überströmten Wattflächen) ist man in der Lage, Werte über die Sinkstoffmengen an sich und über ihre Zusammensetzung (Kot, Feinstes, Sand) zu erhalten. Im zweiten Jahr der Untersuchungen (1938) wurde ein Verfahren gefunden, mit dem sich Kotballen und feinste unformte Bestandteile voneinander trennen lassen, so daß der Kotanteil, der Sandanteil und der Anteil an Feinstem nicht mehr nur geschätzt (vgl. oben S. 125), sondern quantitativ gewogen werden kann. Das Sinkstoffstativ ist im Herbst 1937 konstruiert und im Sommer 1938 vervollkommen. Es ergibt nunmehr vollständig einwandfreie Resultate. Diese können jedoch frühestens im Sommer 1939 durch planmäßige abschnittsweise Untersuchungen entlang der nordfriesischen Küste erarbeitet werden.