Fachinformationsdienst Biodiversitätsforschung

UB Universitätsbibliothek Frankfurt am Main

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

FID Biodiversitätsforschung

Decheniana

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westfalens

Steinverfrachtung durch Meeresalgen - mit 6 Abb. auf 3 Tafeln

Willer, Alfred

1952

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen
Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:
Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten Identifikator:

urn:nbn:de:hebis:30:4-168477

Visual Library

Decheniana Bd. 105/106	Seite 75—80	Bonn 1951/52

Steinverfrachtung durch Meeresalgen

Von A. Willer und C. Schubert

Mit 6 Abb. auf 3 Tafeln

(Institut für Fischereiwissenschaft der Universität Hamburg)

Eingegangen Januar 1950

Unter den Strandseen der ostholsteinischen Küste zeigt der in hydrographischer und biologischer Hinsicht recht interessante sogenannte Sehlendorfer Binnensee bei Hohwacht, der durch eine 625 m lange Verbindung nach der Ostsee entwässert, ein Phänomen, das in dieser Intensität wohl verhältnismäßig selten zu beobachten ist. In dieser Verbindung, wir nennen es das „Hohwachter Tief" in Anlehnung an das Pillauer Tief des Frischen und das Memeler Tief des Kurischen Haffes, findet ein in seiner Richtung und Stärke außerordentlich schnell wechselnder Wasseraustausch statt. Der etwa 90 ha große See wird von der Ostsee durch eine nehrungsartige, mit niedrigen Sanddünen bedeckte Landbrücke abgetrennt, die sich südöstlich an die diluviale Steilküste bei Hohwacht ansetzt und zur gegenüberliegenden Steilküste beim Sehlendorfer Strand hinübergehend als Ergebnis der Küstenströmung und deren Sandtransport den inneren Teil der Hohwachter Bucht als „Binnensee" abgetrennt hat. Diese Hohwachter Nehrung besitzt südöstlich vom Tief eine aus der Entfernung als hohe Düne wirkende Aufhöhung, die sich jedoch durch oberflächlich lagernde Kies- und Geschiebeeinsprengsel als künstliche Aufschüttung erweist. Tatsächlich handelt es sich hier um eine „Schanze", die während des Dänenkrieges im Jahre 1864 angelegt worden ist und anscheinend einer Artilleriestellung gedient hat. Von dieser Stelle abgesehen liegt der Nehrungsrücken niedrig, ja z. T. sehr flach und erhebt sich nördlich vom Tief kaum 1 bis 1½ m über den Ostseespiegel in seiner mittleren Lage, stellenweise liegt sie so niedrig, daß bei auflandigem Wind oder windbedingtem Ansteigen des Ostseewasserspiegels eine Überflutung der Nehrung stattfindet und Ostseewasser über diese direkt in den mittleren Teil des Tiefs hineinströmt. Diese gelegentliche Überflutung findet in erster Linie nördlich des Tiefs statt und ist so stark, daß dabei tiefe Erosionsrinnen ausgewaschen werden, die sich besonders zwischen einzelnen Strandhaferinseln im Dünensande finden. Diese fast schluchtenartig zu nennenden Fließrinnen lassen die Gewalt des überströmenden Wassers, das offenbar durch die bültenartigen Vegetations-Inseln teilweise stark zusammengedrängt

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

wird, erkennen. Wo die Kraft des Wassers bei der Überflutung nicht zur Erosion ausreicht, sondern infolge der höher gelegenen und gleichmäßiger gestalteten Sandflächen mehr eine Überstauung oder ein ruhigeres Überströmen der Nehrungsflächen eingesetzt hat, beobachtet man nach dem Rücktritt des Wassers eine schöne und ziemlich tiefe Rippelmarkenbildung. Eine solche findet sich aber auch auf den gleichen Sandflächen, wenn sie im trokkenen, normalen Zustande vom Winde überstrichen werden, ebenfalls in schöner Ausbildung. So kommt es, daß auf der Hohwachter Nehrung ein äolisch bedingtes Rippelmarkensystem während der Überspülung von einer neuen Rippelmarkenbildung aquatischen Ursprungs beeinflußt wird, ohne dabei völlig zerstört zu werden oder umgekehrt. Da beide Rippelmarkensysteme in der Regel nicht durch gleichgerichtete Strömungen (Wind- bzw. Wasserströmungen) entstehen, überschneiden sie sich und es bildet sich ein besonderes kannelierungsartiges Relief aus, das bald mehr, bald weniger gleichmäßig ist, aber keinen allzu langen Bestand hat. (Abb. 1).

Ganz besonders interessante und für die morphologischen Verhältnisse auf der Nehrung selbst, vor allem in der Umgebung des Tiefs, aber auch im See wichtige Verhältnisse entwickeln sich infolge der Austauschvorgänge zwischen Ostsee und Strandsee einerseits und der Lage von größeren Fucus-Beständen vor der Hohwachter Steilküste andererseits. Zwischen dem eigentlichen Fischerdorf Hohwacht und dem sogenannten „Lütjenburger Strand", dem eigentlichen Badestrand, liegt vor der Steilküste, also nördlich der Tiefmündung etwa 100—200 m vor der Strandlinie eine örtlich begrenzte, aber ziemlich ausgedehnte Fucusbank, die auf den Geschieben des diluvialen Steilhanges vor der Küste basiert. Auf diesen Geröllsteinen, die von Kies- bis Blockgröße hier abgelagert sind, sind die beiden Fucus-Arten vesiculosus und serratus befestigt. Ihre Haftorgane sitzen auf faust- bis kindskopfgroßen Steinen bzw. haften an den großen Blöcken. Sind letztere auch bei starkem Seegang bzw. Brandung wohl ziemlich stabil gelagert, trifft das für die kleineren Geschiebe keineswegs zu. Ihre Beweglichkeit wird durch die aufsitzenden Fucussprosse ganz bedeutend erhöht, und sie erlangen durch diese eine starke Wanderfähigkeit; sie werden einzeln, kleine auch gelegentlich in der Mehrzahl durch die nun tragend werdende Fucuspflanze, die durch die starke Wasserbewegung ins Treiben gerät, davongeschleppt und weithin von ihrer ursprünglichen Lagerstelle entführt.

Im Hohwachter Tief herrscht je nach der Höhe des Wasserspiegels in der Hohwachter Bucht oder den Winddruckverhältnissen bald aus- bald eingehender Strom. Wir und unsere Mitarbeiter Seemann und Lillelund beobachteten z. B. im Frühherbst 1949 folgende Verhältnisse im Tief:

Datum	Ausstrom	Einstrom	Bemerkungen
5. 9. — 11. 9. 49	an 5 Tagen	2 Tagen	An einem Tag vorübergehend Stillstand
12. 9. — 18. 9. 49	an 4 Tagen	3 Tagen	
19. 9. — 25. 9. 49	an 6 Tagen	1 Tag	
26. 9. — 2. 10. 49	an 7 Tagen	0 Tagen	
3. 10. — 9. 10. 49	an 4 Tagen	3 Tagen	je an einem der Tage des Einstroms abends Richtungswechsel
10. 10. — 16. 10. 49	an 6 Tagen	1 Tag	
17. 10. — 19. 10. 49	an 3 Tagen	0 Tagen	
45 Tage davon	35 Tage = 80%	10 Tage = 20%	

Die Stromgeschwindigkeit innerhalb des Tiefes wechselt sowohl bei eingehendem wie auch bei ausgehendem Strom außerordentlich stark, zuweilen besteht Stromstille. Abhängig ist die Stromgeschwindigkeit von dem jeweiligen Niveauunterschied zwischen dem Binnensee und dem Ostseespiegel in der Hohwachter Bucht. Durch geeignete Windrichtung kann eine Erhöhung der Stromgeschwindigkeit eintreten, doch läßt sich auch bei hohen Windstärken eine der Windrichtung entgegengesetzte Stromrichtung sehr häufig beobachten. Die direkte Windrichtung spielt eine durchaus sekundäre Rolle. Nicht selten sind sowohl der eingehende wie auch der ausgehende Strom ausgesprochen reißend. Es wurden von den zwei genannten Untersuchern und uns folgende Stromgeschwindigkeiten gemessen: (Mitte, Oberfläche)

Ausstrom

16. 8. 49	0,22 bis 0,31 m/sec.	Durchschnitt von 10 Messungen	0,26 m/sec.
11. 9. 49	0,04 bis 0,06 m/sec.	Durchschnitt von 11 Messungen	0,05 m/sec.
4. 10. 49	0,48 bis 0,51 m/sec.	Durchschnitt von 10 Messungen	0,49 m/sec.

Einstrom

17. 8. 49	0,29 bis 0,42 m/sec.	Durchschnitt von 10 Messungen	0,35 m/sec.
4. 10. 49	1,11 bis 1,28 m/sec.	Durchschnitt von 11 Messungen	1,21 m/sec.

Ebenso stark schwankend wie Stromrichtung und Stromstärke ist im Hohwachter Tief der Wasserstand. An einem selbst errichteten Pegel ließen sich folgende Wasserstände ablesen:

Wasserstände im Hohwachter Tief vom 5. 9. bis 19. 10. 49

		25. 9. — 1 cm	5. 10. — 1 cm	14. 10. — 16,3 cm
5. 9. ± 0 cm	15. 9. + 4 cm	26. 9. — 3 cm	6. 10. + 2 cm	15. 10. — 13 cm
6. 9. — —	16. 9. + 3 cm	27. 9. — 4 cm	6. 10. +43 cm	16. 10. — 11 cm
7. 9. — 1,3 cm	17. 9. + 2 cm	28. 9. — 5 cm	7. 10. +11 cm	17. 10. — 9 cm
8. 9. — 1 cm	18. 9. + 1 cm	29. 9. — 5 cm	8. 10. — 5 cm	18. 10. — 13 cm
9. 9. — 2 cm	19. 9. ± 0 cm	30. 9. — 5 cm	9. 10. +11 cm	19. 10. — 17 cm
10. 9. — 2 cm	20. 9. ± 0 cm	1. 10. — 4 cm	10. 10, +24 cm	
11. 9. — 4 cm	21. 9. ± 0 cm	2. 10. — 2 cm	11. 10. — 3 cm	
12. 9. — —	22. 9. ± 0 cm	3. 10. — 4 cm	12. 10.—13 cm	
13. 9. — 1 cm	23. 9. + 3 cm	4. 10. +60 cm	13. 10. — 8 cm	
14. 9. + 5 cm	24. 9. + 1 cm	4. 10. +68 cm		
		4. 10. +56 cm		
		4. 10. +48 cm		

Die Messungen wurden um 8 Uhr morgens gemacht. Weitere Tagesangaben beziehen sich auf im weiteren Verlauf des Tages gemachte Ablesungen. Die Amplitude des Wasserstandes betrug also in der Beobachtungszeit von — 17 bis + 68, also 85 cm.

Diese Wasserstandsschwankungen können verhältnismäßig schnell auftreten und schnell bedeutende Differenzen aufweisen. So stieg der Wasserstand am Pegel zwischen dem 3. und 4. 10. innerhalb von 14 Stunden von — 4 auf + 68, also um 72 cm, am 6. 10. innerhalb von 10 Stunden von + 2 auf 43, also um 41 cm. Dieses Schwanken des Wasserstandes im Tief ist vorwiegend von den weit draußen auf See herrschenden Windverhältnissen abhängig und kann auch bei ruhigem Wetter an der Küste beobachtet werden.

Alle diese Verhältnisse haben dazu geführt, daß das Hohwachter Tief ein ziemlich steilwandiges Erosionsbett bildet mit einem ausgesprochenen Hochufer, einem breiten bald trockenen, bald überfluteten Vorland und einer in der Tiefe und Breite stark schwankenden Stromrinne. Dieses Bett des Tiefes ist vor allem im Mündungsgebiet in die Ostsee stark veränderlich. In früherer Zeit hat diese Mündung überhaupt weiter nördlich gelegen, wie sich aus der Bodengestaltung ergibt. Die durch die Küstenströmung bedingte Versandung hat von Norden her die Mündung immer weiter südwärts verlagert. Hier wird nun heute aber noch innerhalb kurzer Zeit eine ständige Hin- und

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Herverlagerung der Mündung durch die Tätigkeit der Küstenströmung einerseits und der Tiefströmung andererseits bedingt, die in der Regel auch noch zu einer Aufspaltung der Mündung in zwei, durch eine breite Sandbank getrennte Mündungsarme führt. Von diesen ist der nördliche Arm der Hauptarm, durch den der hauptsächlichste Wasseraustausch stattfindet. Bei sehr hohem Wasserstand der Ostsee und starkem anlandigen Wind drängt zuweilen das Wasser der Ostsee nicht nur durch das eigentliche Tief in den Binnensee hinein, sondern es flutet dann in breiter Fläche über das Gelände zwischen dem Seestrande und dem seewärts gelegenen in Nord-Südrichtung verlaufenden Stücke des Tief-Bettes in dieses hinein und arbeitet hierbei vor allem dort, wo es durch vereinzelt stehende Strandhaferbüsche zusammengedrängt wird, die erwähnten kleinen und verhältnismäßig kurzen Erosionsrinnen aus und modelliert die Strandhaferbüsche mit ihrem Sandfuß zu Bildungen, die den bekannten Kupsten der Kurischen Nehrung gleichen. Der Wind setzt die Kupstenbildung nach Rücktritt des Wassers weiter fort. Sie sind hier also das Ergebnis einer kombinierten Erosionstätigkeit des Wassers und einer äolischen Tätigkeit.

Der durch das Tief und die Landenge zwischen diesem und der Ostsee einflutende Strom führt in großen Mengen Fucuspflanzen, die der erwähnten Fucus-Bank vor der Hohwachter Steilküste entstammen, mit sich und transportiert sie in den Sehlendorfer Binnensee hinein. Vor allem handelt es sich um Fucus vesiculosus, aber auch F. serratus findet sich, wenn auch in wesentlich geringerer Menge, in den Tangmassen vor. Diese werden vor der Mündung des Tiefs im Binnensee in großen Massen abgelagert, (Abb. 2) zum Teil werden Einzelexemplare weit in den See getrieben. Jedoch bleibt auch ein großer Teil der Tangmassen an den Ufern und in den Buchten des Tiefbettes liegen und bildet hier Strandsäume bzw. kleinere Strandwälle, oder auch umfangreichere Tanglager, die nach Aufhören des Einstromes bzw. nach Sinken des Wasserstandes, im Tief zu mehreren untereinander liegend, das Strombett flankieren. Wie geschildert, schleppen die Fucus-Pflanzen vielfach die ihre Haftflächen bildenden Steine mit sich, und so werden diese Steinträger auch in den See selbst eingetrieben und stellen das Transportmittel für in der Ostsee zur Ablagerung gekommenes Geröll landeinwärts in den Binnensee hinein dar. (Abb. 3) Wenn dann die Tange in dem ausgesüßten Wasser absterben, bleiben die Gerölle am Seeboden zurück. Offenbar wird aber der weitaus größte Teil dieser Gerölle bereits an den Ufern des Tiefs und im Vorlande zwischen seinen Hochufern und der eigentlichen Stromrinne abgelagert. Das Tief verläßt den Binnensee in West-Ostrichtung und biegt späterhin nach etwa ein Drittel seiner Gesamtlänge in die Nordwest-Südostrichtung um. An dieser Kurve wird der eingehende Strom in seiner Geschwindigkeit und damit Transportfähigkeit gehemmt, was noch dadurch gefördert wird, daß sich hier die Reste einer alten Steinmole, die wohl in früherer Zeit eine Art Hafeneinfahrt schaffen sollte, aber schließlich aufgegeben wurde und verfiel, schräg durch das Tief ziehen. In der Kurve hat der Strom an der Nordostseite einen Prallhang ausgearbeitet. Auf dem gegenüberliegenden Gleithang kommt bei Überspülung desselben nun der geröllführende Tang in der hier stark abgeschwächten Strömung zur Ruhe. Nach Rücktritt des Wassers trocknet er ab und zerfällt oder wird vom Wind abgerissen, ein Teil fault wohl auch bei

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

nachfolgender Neuüberstauung unter Wasser ab. Das Ergebnis ist aber die Entwicklung einer ausgedehnten Geröllfläche auf dem dem Prallhang gegenüberliegenden Vorland. (Abb. 4) Wir hatten Gelegenheit, das Tief an dieser Stelle einige Tage, nachdem ein starker Einstrom durch das Tief und eine ausgedehnte Überflutung der erwähnten Landbrücke stattgefunden hatte, das Wasser aber inzwischen gefallen war, zu besuchen und konnten so die Bildung, beziehungsweise Weiterentwicklung, der Geröllfläche sehr eingehend studieren. Vor der Geröllfläche und in ihr sah man noch einzelne steinbeladene Fucuspflanzen auf dem trockenen Sande liegen. Die Steinträger hatten auf dem seewärts vor dem Steinlager gelegenen Sande ein ganzes System parallel verlaufender Schleiffurchen hinterlassen (Abb. 5) und dort, wo offenbar eine stärkere Wirbelbildung des einströmenden Wassers geherrscht hatte, waren gletschertopfartige Strudellöcher in den Sandboden hineinmodelliert, die einen Längsdurchmesser bis zu etwa einem Meter und eine Tiefe bis etwa 30—50 cm besaßen und einige geringe Längsstreckung quer zum Tief zeigten. Diese Strudellöcher lagen an den Innenseiten der Schleiffurchenbahn (Abb. 6), entstehen also in etwas tieferem Wasser als diese, wo die Transportkraft des Wassers und damit auch die Tragkraft der Fucuspflanzen noch so stark ist, daß die Steine nicht nachgeschleppt, sondern getragen werden können. Diese Auskolkungen werden durch die strudelnde Wirkung des Wassers bei sich schnell änderndem Wasserstand angelegt. Sie erfahren aber offenbar vielfach durch hineingeratene steintragende Tange eine weitere Vertiefung, indem nämlich die strudelnde Wirkung der Tange dann vermöge der anhängenden Steine eine erhebliche schürfende und bohrende Wirkung auf den Sandboden ausübt.

Strudellöcher und Schleiffurchen sind jedoch recht vergängliche Gebilde. Wind und Wasser beseitigen sie bald wieder, zurück bleiben die Gerölle als Einzelstücke oder als ganze Geröllflächen. Aber auch diese zeigen noch in ihrer Lagerung die Art ihrer Entstehung. Nähert man sich von der Mündung des Tiefs in die Ostsee her der Geröllfläche, so sind die Gerölle zunächst nicht gleichmäßig flächenhaft verteilt, sondern in schmalen Geröllströmen, die einander parallel laufen, angeordnet. Zwischen diesen liegen reine oder mit Kies durchsetzte Sandrücken (s. Abb. 4). Die Geröllströme setzen gewissermaßen die Schleiffurchen fort und erst weiter landwärts schließen sie sich zu Geröllflächen zusammen. Die Art der Entstehung erklärt es auch, daß keine Größensortierung des Gerölles erfolgt. Alle Größen vom kleinen nußgroßen bis zum nahezu kindskopfgroßen Geröll liegen ungeordnet nebeneinander. Die Tragfähigkeit der einzelnen Fucus-Pflanze hängt von ihrer „Laub"-Masse und von der jeweiligen Transportkraft des sie mitführenden Strombezirkes ab. Umfangreiche Tangsprosse können größere Steine mitschleppen als weniger umfangreiche. Beide aber kommen an gleicher Stelle zur Ruhe und lagern ihre Steine so wirr durcheinander ab.

Man ist versucht, nach Analogie der Gletschertöpfe auch am Boden der genannten Strudellöcher nach einem oder mehreren Scheuersteinen zu suchen. Wir haben sie niemals beobachtet, sondern den Boden allenfalls mit kleinem Kies oder Muschelschalen (Cardium, Mya) ausgekleidet gefunden (s. Abb. 5). Bei einiger Überlegung wird man sie aber auch von vornherein überhaupt nicht, oder doch nur ausnahmsweise, erwarten dürfen. Der scheuernde Stein

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

wird von dem tragenden Fucus-Sproß wieder weiter mitgeführt, sobald dieser aus dem Bereich des Strudels mit der Strömung herausgelangt. Da die Strudelbildung für die Dauer eines bestimmten Strömungszustandes im Tief, also häufig doch wenigstens für einige Stunden an der gleichen Stelle des Bettes herrschen wird, so ist es auch wahrscheinlich, daß das Strudelloch nicht nur von einer einzigen steintragenden Tangpflanze gebildet wird, sondern daß hintereinander mehrere derselben an der Ausarbeitung beteiligt sind. Würden diese Strudellöcher allein eine Wirkung des strudelnden Wassers sein oder Fucus-freier Steine, so müßte man erwarten, daß sie in letzterem Falle den Schürfstein nach Trockenlegung am Boden aufweisen würden, in ersterem Falle würden sie flacher und weniger steil sein.

Die ganze Geröllflächenbildung am Hohwachter Tief ist jedenfalls ein schönes Beispiel für die Bedeutung der Fucaceen, die diese u. U. für den Transport gröberen Küstenmaterials sowohl land- wie seewärts, haben können und lassen den Schluß zu, daß die Schleifwirkung steinbeladener Tange an manchen Felsküsten ebenfalls eine gewisse Rolle spielt, ja vielleicht dort, wo der Tidenstrom durch eingeengte Strecken zwischen felsigem Inselgewirr mit oft reißender Kraft wirksam ist, sehr wesentlich an der bekannten Polierung der Felswände und des Felsbodens beteiligt ist.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Abb. 1 Sich überkreuzende Rippelmarkensysteme am Hohwachter Tief.

Abb. 2 In den Sehlendorfer Binnensee bei Hohwacht durch eingehenden Strom aus der Ostsee eingeschwemmte Fucusmassen.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Abb. 3 Fucus vesiculosus Steine tragend aus dem Sehlendorfer Binnensee, in den sie eingeschwemmt wurden.

Abb. 4 Durch steintragende Fucaceen bedingte Geröllablagerung auf dem Vorlande des Hohwachter Tiefs. Im Hintergrund die Fischersiedlung Tivoli. Zwischen ihr und der Geröllfläche ist von rechts nach links ziehend die Stromrinne des Tiefs erkennbar. Links vorn im Bild die auslaufenden Schleiffurchen der steinbeladenen Fucaseen.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Abb. 5 Schleiffurchensystem von der Geröllfläche (Abb. 4) in Richtung auf die Ausmündung des Tiefs in die Ostsee (Hintergrund) gesehen. Zur Stromrinne hin eine Reihe von begleitenden Strudellöchern.

Abb. 6 Einzelnes Strudelloch mit Muschelschalenresten (Mya arenaria).

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Decheniana

Jahr/Year: 1952

Band/Volume: 105-106

Autor(en)/Author(s): Willer Alfred

Artikel/Article: Steinverfrachtung durch Meeresalgen 75-80