

Copyright ©

Es gilt deutsches Urheberrecht.

Die Schrift darf zum eigenen Gebrauch kostenfrei heruntergeladen, konsumiert, gespeichert oder ausgedruckt, aber nicht im Internet bereitgestellt oder an Außenstehende weitergegeben werden ohne die schriftliche Einwilligung des Urheberrechtinhabers. Es ist nicht gestattet, Kopien oder gedruckte Fassungen der freien Onlineversion zu veräußern.

German copyright law applies.

The work or content may be downloaded, consumed, stored or printed for your own use but it may not be distributed via the internet or passed on to external parties without the formal permission of the copyright holders. It is prohibited to take money for copies or printed versions of the free online version.

Das Farbstreifen-Sandwatt und seine Fauna, eine ökologische-biozönotische Untersuchung an der Nordsee.

Von ERICH SCHULZ

(Mit 20 Abbildungen.)

Meereskundliche Arbeiten der Universität Kiel, Nr. 19.

A. Allgemeiner Teil.

Einem oberflächlichen Betrachter des Sandwattes unserer Küsten mag dieses in seinen Ausmaßen so umfangreiche Gebiet biologisch gesehen eintönig erscheinen. Und doch hat die Untersuchung ergeben, daß das Sandwatt eine Anzahl wohlunterscheidbarer Lebensgemeinschaften aufweist.

Bei biozönotischen Untersuchungen auf den nordfriesischen Inseln Amrum und Sylt, welche Prof. REMANE und ich mit Unterstützung der Deutschen Forschungs-

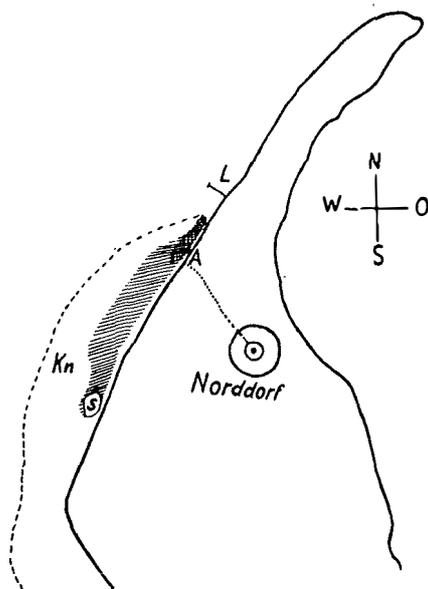


Abb. 1. Kartenschema von No-Amrum.
A Wegausgang, Kn Kniepsand, L Landungs-
brücke, S Restsee des ehem. Kniephafens,
x Hauptuntersuchungsstellen.

gemeinschaft vornehmen konnten, fanden wir auf der riesigen Sandfläche des Kniepsandes auf Amrum beim Graben im Sande häufig unter der Oberfläche eine farbige Schichtung, welche hiermit in ihrer flächenhaften Ausdehnung als „Farbstreifen-Sandwatt“ benannt sei. Es ist eine Sonderbildung des Sandwattes. Zur Kennzeichnung dieses Gebietes sei hervorgehoben, daß es im Vergleich zu der Zone des Arenicola-Sandwattes, welche bei jedem Hochwasser überflutet wird, nur ab und zu etwa fußhoch unter Wasser steht, also zur Zeit der Springtiden und bei stürmischem Wetter, daß außerdem der Grundwasserspiegel nie tiefer als 40 cm unter der Oberfläche anzutreffen ist. Zur näheren Charakterisierung des Untersuchungsgebietes sei auf nebenstehendes Kartenschema (Abb. 1) verwiesen. Mit einfacher Schraffierung ist die Ausdehnung des Farbstreifen-Sandwattes angedeutet; mit doppelter

Arenicola-Watt, das immer mehr zurückgedrängt wird und früher den nach und nach versandeten Kniephafen einnahm — wovon jetzt nur noch der Restsee (S) vorhanden ist — also das Gebiet, wo wir jetzt das Farbstreifen-Watt finden. Die beiden Hauptuntersuchungsstellen sind durch Kreuze (x) eingetragen. Die Untersuchung ergab, daß direkt unter der Oberfläche eine Grünfärbung zu sehen ist, welche meist schon

durchschimmert und von Cyanophyceen hervorgerufen wird; darunter folgt eine Rotschicht, die durch Purpurbakterien ihre Färbung erhält, und unter dieser folgt eine Schwarzschrift, welche oft nahe der obersten Lage besonders dunkel ist und ihre Färbung dem Schwefeleisen verdankt. Kam diese Schicht mit dem Luftsauerstoff in Berührung, so erfolgte die Verrostung des Sandes, welche weithin erkennbar war, z. B. auch an den Sandburgen der Badegäste. Wenngleich diese dreifache Schichtenfolge bisher noch nicht aus der wissenschaftlichen Literatur bekannt war, so finden sich doch schon Hinweise, aus denen hervorgeht, daß nach WARMING (1906) durch A. S. ÖRSTED (1841) auf der Insel Trindelen bei Hofmangave auf die Grünfärbung des Sandstrandes durch Oszillatorien hingewiesen wurde; es berichtet ferner MORTENSEN (1921) und THAMDRUP (1935) davon an dänischen Küsten und neuerdings erwähnt ARNOLD (1936) sie bei seinen ökologischen und chemischen Untersuchungen über das Halophytenproblem auf Wanderoog. Auch die Rotfärbung wird zuerst von ÖRSTED erwähnt, indem er sagt, daß die Algenschicht mit rosenroten Lagen, hervorgebracht von einem Schwefelbakter, abwechselt. Die Ausbildung des Farbstreifenwattes in seiner Drei-, unter Einbeziehung des oberflächlichen Sandes, Vierschichtigkeit konnte auf Amrum gut beobachtet werden und war schon an den Fußspuren im Sande eine kaum zu übersehende Erscheinung. — WARMING'S schöne Untersuchungen müssen hier noch näher betrachtet werden; was wir als Grünschrift bezeichnen, nennt WARMING „Formation der Sandalgen“ und meint, daß es bei der Entwicklung dieser Formation offenbar auf eine gewisse Feuchtigkeit im Sandboden ankomme, welche auf den höher liegenden Teilen der Zone dadurch erreicht wird, daß das Grundwasser nahe der Oberfläche steht, so daß der Sand ganz bis zu ihr feucht bleibt und gebunden wird. Die Formation der Sandalgen teilt WARMING in mehrere Genossenschaften (Associationen), welche zu zwei Gruppen zusammengefaßt werden können: a) die der Grünalgen und b) die der Blaugrünalgen; als dritte Gruppe fügt er noch die der Schwefeleisenbakterien an. Es soll hier nicht näher darauf eingegangen werden, sondern das wird von berufener, botanischer Seite geschehen. Daß WARMING die Rotschicht nicht gesehen hat, das ist sicher, denn sonst hätte er sie auch erwähnt. Da er aber die Sandalgen auf vielen Sandflächen der Nordsee sah, hat er entweder der dem Arenicola-Watt benachbarten Farbstreifenzone keine eingehendere Beachtung geschenkt, oder aber, was wahrscheinlicher ist, daß die ausgedehnte Purpurbakterienschrift auf dem Amrumer Kniepsand an hier vorliegende Sonderbedingungen geknüpft ist, die zu erkennen nur durch Vergleich möglich sein wird. Zur Veranschaulichung der Strandzonen, wie sie ein Feinsandgebiet erkennen läßt, mag untenstehendes überhöhtes Idealschema (Abb. 2) dienen. Die einzelnen

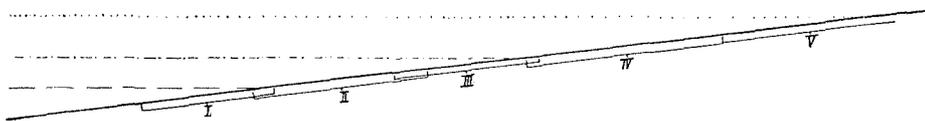


Abb. 2. Idealschema eines Feinsandstrandes. — I. Bathyporeia-Haustorius-Zone, II. Arenicola-Watt, III. Corophium-Watt, IV. Farbstreifen-Sandwatt, V. Bledius-Dyschirius-Zone. Übernormal-Hochwasserlinie, — — — Mittelhochwasserlinie, — — — Mittelniedrigwasserlinie.

Zonen sind mit römischen Ziffern bezeichnet; ihre Bearbeitung wird im Rahmen der vorgenommenen Untersuchungen nacheinander erfolgen. I. Die Bathyporeia-Haustorius-Zone. Sie liegt normalerweise dicht unter und über der Niedrigwasserlinie. Hier sei nur kurz erwähnt, daß ihr einige Crustaceen angehören, wie *Haustorius arenarius*, *Bathyporeia robertsoni*, *Pontocrates norvegicus*, *Cumopsis goodsiri* und *Eurydice pulchra*; ferner der Archiannelid *Protodrilus symbioticus*. Dann mehrere Gastrotrichen-Arten, darunter häufig *Dactylopodalia baltica*, ferner *Neodasys chaetonotoideus*, *Pleurodasys helgolandicus*; u. a. m. II. Das Arenicola-Watt. Es fällt bei Ebbe zum größten Teil trocken und beherbergt ungeheure Mengen der kleinen Schnecke *Hydrobia ulvae* und der Herzmuschel *Cardium edule*. Häufig sind noch *Crangon vulgaris*, *Gobius microps* und Nematoden. Außerdem finden sich noch mehrere Arten Ostracoden, Copepoden, Polychaeten, Turbellarien, Rotatorien und Gastrotrichen. In diese Zone reicht schon die III. hinein, das Corophium-Watt. Es ist mehr ein Bindeglied zwischen II. und IV. Zone, dem Farbstreifen-Sandwatt (F.W.), welches hier zunächst und ausführlicher behandelt werden soll. Die letzte im Schema ist die Bledius-Dyschirius-Zone. Sie ist der Überflutung normalerweise durch ihre höhere Lage entzogen und ist von allen hier im Schema aufgezählten die trockenste. Die Grünfärbung dieser Zone ist von anderer Art als die des F.W. Zum Teil stimmt diese Gliederung mit den von WARMING und MORTENSEN aufgestellten überein. Unter Einführung des F.W. ergab sich nur eine klarere Scheidung der Zonen. Daß man sie wie im Schema in derselben Reihenfolge draußen findet, wird nicht verlangt. Auf Amrum liegen die Verhältnisse fast so. Der überaus langsam ansteigende Sandstrand ist ein wichtiger Faktor dabei. Wenn sich der Strand steiler erhebt, werden die Zonen II, III, IV fortfallen, oder nur III und IV. Das richtet sich nach den lokalen Gegebenheiten. Oder wenn nahe der Niedrigwasserlinie ein Sandwall aufgeschüttet ist, welcher auch bei normalem Hochwasser noch herausragt und hinter dem sich weite Arenicola-Wattflächen hinziehen können, so findet man in dem lockeren Sand auch mal die Käfer *Bledius* und *Dyschirius*. Zur Vollständigkeit muß hier noch die „*Talitrus-Orchestia-community*“ MORTENSEN's erwähnt werden. Beide Amphipoden sind zweifellos litorale Formen, doch mit ihnen eine Lebensgemeinschaft zu kennzeichnen, ist nach unseren Beobachtungen nicht ratsam. *Orchestia gammarellus* sitzt hauptsächlich unter dem Anwurf und *Talitrus saltator* und *Talorchestia deshayesi* vereinzelt auch unter dem Anwurf, doch häufiger in reinem Sand und zwischen Steingeröll. Für unser Schema könnten wir sie von der V. Zone an mitnotieren und weiter für eine VI. und VII.; konnten wir doch *Talitrus* auch noch in der Psamma-Zone feststellen. — Unter den im Schema genannten Zonen hat das „Arenicola-Watt“ schon von anderen Autoren, zum Teil unter anderen Gesichtspunkten, eingehendere Bearbeitung gefunden. So stellt die *Arenicola marina*-Gemeinschaft nach HAGMEIER (1927) eine Unterabteilung der *Tellina baltica*-Lebensgemeinschaft im Wattenmeer dar. Hier wie bei THAMDRUP (1935) findet die Mikrofauna, welche ein genaueres und charakteristischeres Indicium in der Biocoenose-Forschung darstellt, wenig Berücksichtigung. Ob das von THAMDRUP erwähnte „Geflecht von Grünalgenfäden“ mit der Grünzone im Farbstreifen-Sandwatt identisch ist, was bei Vergleich der Niveauverhältnisse möglich wäre, kann nicht mit Sicherheit entschieden werden, da sich keinerlei Hinweis auf die Fauna des Grünalgengeflechts findet. — Wie diese Übersicht

zeigt, scheint eigentlich nur ÖRSTED bisher das Farbstreifen-Watt gesehen oder beachtet zu haben. Die Schilderungen, welche WARMING von der Sandalgenregion gibt, treffen ganz überwiegend auf die höher gelegene Sandwattzone (V in Abb. 2) zu. Darauf deutet das tiefere Absinken des Grundwassers (bei WARMING bis 60 cm) hin, ebenso das Auftreten einer helleren Sandschicht unter der Grünzone, die durch Oxydation bedingte Braunfärbung der oberen Schwarzschrift usw. Die Unterschiede dieser Zone vom F.W. in bezug auf Algenbesiedlung wird demnächst Dr. HOFFMANN behandeln. Vielleicht hat WESENBERG-LUND nach WARMING (1906) stellenweise ein Farbstreifen-Sandwatt vor sich gehabt, da er die für dieses so charakteristischen Fliegenmaden und Puppen (z. B. von *Scatella aestuans*) erwähnt.

Wenn wir die gesamte Schichtenfolge des Farbstreifen-Sandwattes übersehen, so können wir sie einteilen in eine belebte und eine azoische Schicht. Zu letzterer wäre die schwefelwasserstoffreiche Schwarzschrift und zu ersterer die darüberliegende Rot-, Grün- und oberflächliche Sandschicht zu rechnen. Diese Zweiteilung kann vorgenommen werden, weil Rot- und Grünschrift einmal durch lebende Organismen, den Bakterien und Algen, erzeugt werden, außerdem auch von Tieren besiedelt werden, also Biotope mit ihrer eigenen Biozönose sind, während die Schwarzschrift durch Schwefel-eisen gefärbt wird, wobei anaerobe Bakterien eine Rolle spielen sollen, sie aber von Tieren gänzlich unbewohnt ist, wie Strichproben bis ins Grundwasser zeigten. Die oberste Sandschicht enthält eine von der letzten Überflutung zurückgebliebene Restfauna. Über die Entstehung des F.W. lassen sich etwa folgende einfache Vorstellungen entwickeln. Die Rot- wie Grünschrift bedürfen zu ihrer Existenz sowohl des Lichtes wie der Feuchtigkeit. Daß die Rotschrift unter der Grünschrift folgt und es nicht umgekehrt ist, ist einmal lichtbedingt und findet eine Parallele in der Aufeinanderfolge von Grün- und Rotalgen im Meere und ist außerdem stoffwechselbedingt. Die Purpurbakterien der Rotschrift fordern zu ihrer Existenz außer Licht und Feuchtigkeit noch Schwefel zu ihrem Stoffwechsel und dieser wird ihnen durch kapillaren Wasseraufstieg aus der darunterliegenden toten, schwefelwasserstoffreichen Schwarzschrift geliefert. Bei WARMING findet sich über Schwefelbakterien nur die kurze Notiz, daß in Proben aus der Schicht der Blaugrünalgen *Beggiatoen* gefunden seien. Die Abhängigkeit der Rot- von der Schwarzschrift ist also eng und stoffwechselbedingt. Solche strenge Bindung läßt sich zwischen Rot- und Grünschrift nicht mit gleicher Deutlichkeit erkennen. Daß das kapillar aufsteigende Wasser eine wichtige Rolle spielt, erwähnen auch WARMING und ARNOLD. WARMING schreibt außerdem auch, daß unter der Schwarzschrift meist wieder heller Sand auftrat; das war auf dem F.W. auf Amrum nicht der Fall; unsere Grabungen führten immer bis ins Grundwasser, das in der Tiefe von den aufgeschwemmten Teilchen eine schwarz-graue, übelriechende Brühe war. Die Schwarzschrift trat auch dort auf, wo keine Rot- und Grünschrift darüber gelagert waren; in solchen Fällen lag sie meist tiefer, und zwar auch meerwärts in Richtung der Sandwall-Aufschüttung. An anderen Stellen wieder war die Schwarzschrift ziemlich nahe der Oberfläche und dann in den obersten Lagen verrostet; eine Beobachtung, über die auch WARMING berichtet. Wir müssen aber noch einen wichtigen Punkt erwähnen, welcher zur Entstehung des Farbstreifenwattes notwendig ist, und das ist die Korngröße des Sandes. Bei CORRENS (1934) finden wir interessante Angaben,

welche auf ATTERBERG zurückgehen. Wir erfahren dort, daß die Sande von 0,2—0,02 mm Korngröße gute Kapillarität besitzen und schnelle kapillare Bewegung des Wassers. „Feinere Sande zeigen zwar auch noch sehr hohe Kapillarität, aber eine immer mehr verlangsamte Bewegung des Wassers in den Kapillaren. Teilchen unter 0,002 mm Durchmesser haben sehr verlangsamte Wasserbewegung, so daß die Oberfläche ganz austrocknen kann, wenn auch noch dicht darunter Wasser vorhanden ist.“ „Oberhalb einer Korngröße von 2 mm sinkt nach ATTERBERG die Kapillarität so weit, daß sie keine praktische Bedeutung mehr hat.“ Zur Ausbildung des Farbstreifenwattes ist also notwendig, daß die für die Kapillarität günstigen Korngrößen vorhanden sind. Für die in der Rot- und Grünschlamm lebenden Tiere würde die Korngröße 0,2—0,02 mm vielleicht optimale Bedingungen schaffen, da hier noch schnelle kapillare Wasserbewegung stattfinden soll. Falls der Grundwasserspiegel sehr hoch steht, wäre die Forderung nach Sand mit guter kapillarer Steigkraft unnötig. An Stellen, wo die Feuchtigkeit nicht so weit aufsteigen kann, wie das Licht von oben eindringt, wird es also nicht zur Ausbildung des Farbstreifen-Wattes kommen; oder noch anders ausgedrückt: Der durch kapillaren Wasseraufstieg geschaffene Feuchtigkeitshorizont muß in die durchleuchtete Sandzone hinaufreichen. Dies sind also wichtige Voraussetzungen für die Bildung der Farbstreifen im Sandwatt; ob noch andere Faktoren, etwa der Salzgehalt, dabei wichtig sind, kann nach diesen ersten Untersuchungen noch nicht mit Sicherheit gesagt werden. Da das Farbstreifen-Watt sich nicht unter jeder Sandfläche fand, waren an diesen Stellen die erwähnten Bedingungen nicht vorhanden. Hier war auch meist die Lagerung des Sandes lockerer, was zugleich anzeigte, daß die Feuchtigkeit hier geringer war. Wie wir später sehen werden, findet sich hier auch eine andere Lebensgemeinschaft. Nachdem unser Augenmerk einmal auf das Auftreten des Farbstreifen-Wattes gerichtet war, fanden wir noch eine andere Grünzone am Fuße der Vordünen zwischen *Honckenya peplodes*. Doch handelte es sich dabei um eine andere, viel fädigere Algenart, was deutlich zu erkennen war, und auf die auch WARMING hinweist. Dem äußeren Anscheine nach fand ich diese selbe Form auch vor kurzem am Strande der Kieler Außenförde, wo ich nach einem Farbstreifen-Sandwatt nach dem Amrumer Muster suchte, es aber bisher nicht fand. Aus den Angaben MORTENSEN's ist nicht klar zu ersehen, welche Grünzone er beobachtet hat, auch die über die Begleitfauna des „Forstranden“ sind zu allgemein gehalten, als daß es sich daraus erkennen ließe. Die Untersuchungen ARNOLD's auf Wangeroog bringen interessante Ergebnisse zutage, so z. B. die kolossale Anreicherung des Salzes im Boden und im Grundwasser, zum Teil bis 90‰ (!). Diese Verhältnisse verdienen es, auch mal von zoologischer Seite untersucht zu werden; etwas Ähnliches findet sich ja an manchen Binnenlandsalzstellen, z. B. Artern, wo am Boden sogar eine Auskristallisation der Salze zu bemerken ist und auch eine Vegetation fehlt oder sehr kümmerlich ist. Doch kehren wir zurück zu Betrachtungen über das Farbstreifen-Watt. Das Material, welches den eigentlichen Kniepsand Amrums mit seinen verschiedenen Zonen aufbaut, ist ein Feinsand. Die nähere Untersuchung von 7 Proben, welche freundlicherweise von der Meeresgeologischen Forschungsstelle Kiel ausgeführt wurde, ergab die interessanten Werte, welche aus nachfolgender Tabelle zu ersehen sind.

Größenordnung		I	II	III	IV	V	VI	VII
0,5 mm	%	1,6	0,27	1	0,4	0,56	0,76	28,5
0,2 „	%	83,3	76,9	83,3	90,9	90,9	90,9	48,3
0,1 „	%	16,6	27	17,8	13,7	14,7	15,3	4,1

Die Proben II—VI stammen aus der Zone des F. W., bzw. aus seiner Nähe. Probe I wurde dem Arenicola-Watt entnommen und Probe VII dicht vor den Dünen. Alle sieben Proben zeigen, daß ihr Material im weitaus größten Prozentsatz der Größenordnung 0,2 mm zugehört; den nächst niederen Prozentsatz sehen wir bei den Proben I—VI bei 0,1, bei VI dagegen bei 0,5. Der gesamte Kniepsand Amrums zeigt also ein außerordentlich einheitliches Bild in dem Vorherrschen von feinem und feinstem Sand, nur dicht vor den Dünen finden wir gröberes Material (0,5) an zweiter Stelle hinter dem Feinsand (0,2). Dieses erklärt sich durch eine vor den Dünen stattfindende Sortierung, indem das feinste Material vom Wind auf die Dünen hinaufgeblasen wird und das schwerere und gröbere davor sich anhäuft. Es ist ein überaus eindrucksvolles Bild, zu sehen, wie der Sand bei westlichen Winden über den Kniepsand wogt. Hierbei kommt es vor, daß das F. W. höher zugedeckt wird und sich über den älteren Farbstreifen neue bilden, so daß die Schichtfolge zum Teil doppelt ist und wir sie von oben in folgender Reihenfolge sehen: weiß, grün, weiß, grün, rot, schwarz. Es ist natürlich notwendig, daß dazu die Feuchtigkeit in den darübergelagerten Sand aufsteigt. WARMING nimmt an, daß die Sandalgen aktiv nach oben wandern; das ist wahrscheinlich, denn im Glase mitgenommene Proben der Grünschicht zeigten uns einwandfrei das Wandern. Man müßte sich dann vorstellen, daß bei der Doppelschichtung ein Zustand angetroffen wäre, wo noch nicht das ganze ältere Farbstreifen-Watt nach oben gewandert ist. Dabei läßt sich aber die mittlere weiße Sandschicht schwer erklären, welche ja durchwandert werden muß, aber nicht grün gefärbt ist! Entscheidendes läßt sich also noch nicht sagen, bevor nicht evtl. experimentell eine Erklärung erfolgt ist. Im Farbstreifen-Sandwatt war die Schichtdicke des oberflächlichen, hellen Feinsandes 3—4 mm, stellenweise etwas dicker; die der Grünschicht 3 mm und der Rotschicht 3—4 mm. Die Schwarzschrift begann ziemlich konstant 1,5—2 cm unter der Oberfläche. Die Korngröße des Sandes gehört wie wir sahen, überwiegend der Größenordnung (0,2) an, für welche CORRENS gute Kapillarität und schnelle kapillare Wasserbewegung angibt. Diese beiden Faktoren sind ja nach der oben gegebenen Deutung über die Entstehung eines F. W. von Wichtigkeit. Eine kürzere Überflutung ohne stärkere Wasserbewegung schadet dem F. W. nicht, anders dagegen stürmisches Wetter. Bei solcher Gelegenheit werden Grün- und Rotschicht aufgearbeitet und nur an der Überflutungsgrenze sieht man sie als Miniatur-Kliff erhalten (siehe Abb. 3a u. 3b), was zugleich veranschaulicht und auch WARMING erwähnt, daß durch die Verflechtung des Sandes mit Algen und Bakterien eine etwas festere Consistenz zustande kommt. Der Salzgehalt unter dem F. W. zeigte nichts Besonderes; die Werte entsprachen durchaus den anderen in der Nähe gemessenen, 27—30‰. Anders wird es sein mit dem Salzgehalt des Wassers, welches kapillar gebunden über dem Grundwasserspiegel steht. Irgendwelche quantitativen Werte über den Feuchtigkeitsgehalt des F. W. wurden aus technischen Gründen noch nicht gewonnen. Ein



Abb. 3a u. b. Abbruchkante des Farbstreifen-Sandwattes. (Aufnahmen des Bot. Inst. Königsberg)

starker Regen wird eine Aussüßung der oberen Schichten bringen, eine intensive Sonnenbestrahlung durch Verdunstung eine Erhöhung des Salzgehaltes; das läßt sich leicht vorstellen. Wie groß derartige Schwankungen werden können, zeigt die Untersuchung der Enteromorpha-Zone durch OTTO (1936). Zur Ökologie des F. W. sind solche wechselnden Bedingungen mit in Rechnung zu setzen, und so sehen wir dann auch, daß seine Fauna in dieser Richtung charakteristische Elemente aufweist. Betrachten wir zunächst die Fauna des F. W. als Ganzes, so sehen wir, daß es von einer ganzen Anzahl von Tierarten bewohnt wird, welche sich auf folgende Klassen und Ordnungen verteilen:

Diptera, Copepoda, Ostracoda, Tardigrada, Oligochaeta, Rotatoria, Nematoda, Turbellaria und Ciliata. Bis auf die Protozoen, ein Turbellar und eine Dipteren-Larve konnten fast alle Arten bestimmt werden

(Hierbei danke ich den Herren Rektor O. KARL (Stolp), W. KLIE (Pyrmont), Prof. J. MEIXNER (Graz), Prof. A. REMANE (Kiel) und Prof. A. THIENEMANN (Plön) für freundliche Mitarbeit und Auskunft.)

Diptera.

Trichocladius vitripennis MG.
Hydrophorus praecox LEHM.,

Scatella subguttata MG.
Cyclorhaphé-Larve unbekannter Art.

Copepoda.

Ectinosoma tenuissima KLIE,
Mesochra lilljeborgi BOECK,
Psammastacus confluens NICH.,

Laophonte minuta BOECK,
Tachidius brevicornis LILLJEB.,
Metis ignea PHIL.

Ostracoda.

Leptocythere spec.,

Tardigrada.

Batillipes mirus RICHT.

Oligochaeta.

Enchytraeide [sehr wahrscheinlich *Pachydrius lineatus* (MÜLL.)].

Rotatoria.

Lindia gravitata LIE-PETTERS,
Colurella colurus (EHRENB.),

Notholca striata (MÜLLER),
Encentrum marinum (DUJ.).

Nematoda.

Triploides marinus (BTLI.),
Chromadora nudicapitata BAST,
Enoplolaimus litoralis n. sp.,
Microloaimus robustidens SCH. ST. u. D. CON.,
Microloaimus honestus D. M.,
Theristus ambronensis n. sp.,
Theristus setosus (BTLI.),
Bathylaimus assimilis D. M.,
Paracanthochus caecus (BAST),
Hypodontolaimus inaequalis (BAST),
Axonolaimus paraspinosus SCH. ST. und
Axonolaimus spinosus (BTLI.), [ADAM
Ascolaimus elongatus (BTLI.),

Odontonema guido-schneideri FILIP.,
Odontonema tenuis (G. SCHN.),
Eleutherolaimus stenosoma (D. M.),
Oncholaimus oxyuris DITL.,
Adoncholaimus thalassophygas (D. M.),
Syringolaimus benepapillosus SCHZ.,
Enoploides labiatus (BTLI.),
Desmodora serpentulus D. M.,
Metachromadora vivipara (D. M.),
Cyatholaimus demani FILIP.,
Prochromadorella germanica (BTLI.),
Dichromadora geophila D. M.,
Sabatieria vulgaris D. M.

Turbellaria.

Provortex balticus M. SCH.,
Proxenetes flabellifer JENS.,
Cicerina brevicirrus MEIXN.,
Placorhynchus octaculeatus KARLING,

Diascorhynchus spec.,
Macrostomum nov. spec. MEIXN.,
Monocelis spec.,
Acoel.

Ciliata.

<i>Trachelocerca</i> spec.,	Braunes Ciliat,
<i>Condylostoma</i> spec.,	Langes Ciliat mit Kontraktionswellen.
<i>Euplotes</i> spec.,	

Wir sehen also, daß das Farbstreifen-Sandwatt mindestens von 56 Arten bewohnt wird; eine erstaunliche Anzahl, wenn man sich die extremen und stark wechselnden hydrographischen Faktoren vor Augen hält. Was läßt sich nun aus dieser Faunenliste entnehmen? Zunächst pflegt man zu prüfen, wie viele von den Arten für den Lebensraum charakteristisch (-bionten) sind. Und da sehen wir, daß die Zahl trotz der großen Eigenarten des Lebensraumes auffallend gering ist. Die beiden neuen Nematoden-Arten sollen bei den folgenden Vergleichen keine Berücksichtigung finden, da gerade die Verbreitung der Nematoden noch wenig bekannt ist und die neuen Arten sehr wohl noch in anderen Biotopen gefunden werden können. *Cum grano salis* lassen sich vier Nematoden-Arten als Charaktertiere deuten, und zwar *Oncholaimus oxyuris*, *Micro-laimus honestus*, *Odontonema guido-schneideri* und *Dichromadora geophila*, das sind rund 7% der Gesamtf fauna. Mit Hinblick auf das Küstengrundwasser und seine biotop-eigene Fauna, wo die Halostygobionten über 50% ausmachen (cf. REMANE und SCHULZ 1934), hatte man wohl einen höheren Prozentsatz erwartet, denn beide Lebensräume haben das „Unterirdische“ und einen weiten Schwankungsbereich der Salinität gemeinsam; letzteren haben wir zwar, da der Aufenthalt auf Amrum beschränkt war, nur aus der Vorstellung erschlossen und so läßt sich schwer sagen, welches das Jahresmittel ist, da Niederschlagsmenge und Insolation hierbei eine wichtige Rolle spielen. Dagegen müssen wir uns auch vergegenwärtigen, daß das Küstengrundwasser meist ein lichtloser Biotop ist, während das F. W. mit seinen assimilierenden Algen durchleuchtet ist. Halten wir uns ferner vor Augen, daß die -bionten im Strandanwurf nach DÜRRKOP (1934) 2—3% und in der Enteromorphazone nach OTTO (1936) ebenfalls 2—3% betragen, so wird die Sonderstellung des Küstengrundwassers nochmals evident.

Die meisten Arten kommen auch in anderen Lebensräumen vor, sind also -phile und -xene, und es lassen sich demnach gewisse Beziehungen feststellen. Auf die eingehendere Betrachtung der benachbarten Lebensräume (siehe Schema Abb. 2) müssen wir hier verzichten, da sie noch nicht so untersucht sind, wie dies mit dem F. W. der Fall ist. Wir wissen aber schon, ob wir es mit Bewohnern des nahen Strandes oder der tieferen Litoralzone zu tun haben. Eine Reihe von Tieren lassen auch diese Einteilung nicht an sich anwenden; es sind dies die Ubiquisten, aus denen man bei intensiver Beobachtung hinsichtlich der Fortpflanzungs- und somit Erhaltungsfähigkeit die Tiere ausschalten kann, welche sich in den Biotop verirrt haben. Als Ubiquisten seien hier genannt *Batillipes mirus*, *Colurella colurus*, *Encentrum marimum*, *Chromadora nudicapitata*, *Micro-laimus robustidens*, *Bathylaimus assimilis*, *Hypodontolaimus inaequalis*, *Desmodora serpentulus*, *Cyatholaimus demani* u. a. Als strandnahe Bewohner notieren wir sämtliche gefundenen Dipterenlarven — *Scatella subguttata* wurde auch an Süßwässern gefunden —, den erst 1935 von NICHOLS beschriebenen Copepoden *Psammastacus confluens*, ferner *Metis ignea*, *Mesochra lilljeborgi*, *Tachidius brevicornis*, *Enchytraeide*, *Odontonema guido-schneideri*, *Metochromadora vivipara*, *Syringolaimus*

benepapillosus, *Acoel*, *Provortex balticus*, *Macrostomum* n. sp., u. a. Es könnte noch nach Beziehungen zur Bodenart, also ob Sand-, Schlamm- oder Phytalbewohner, gesucht werden. Ubiquisten in dieser Beziehung lassen sich schwer nennen, vielleicht *Colurella colurus*, im übrigen sind alle anderen Sandbewohner (arenophile). Wir können weiter Beziehungen feststellen zur Enteromorphazone, indem beide Biotope eine Reihe von marinen eurytopen Arten an Dipteren, Copepoden, Rotatorien und Nematoden gemeinsam haben, wie *Trichocladius vitripennis*, *Mesochra lilljeborgi*, *Tachidius brevicornis*, *Notholca striata*, *Colurella colurus*, *Oncholaimus oxyuris*, *Adoncholaimus thalassophygas*, *Tripyloides marinus*, *Paracanthonchus caecus*, *Chromadora nudicapitata*, *Microaimus honestus*, *Theristus setosus*.

Wir können auch noch eine andere Methode benutzen, um Beziehungen aufzudecken, und zwar, indem wir das Verhalten gegenüber dem Salzgehalt prüfen und damit auch die Frage der Herkunft, ob marin, brackig oder limnisch, berühren. Es war oben schon erwähnt worden, daß wir vom jahresdurchschnittlichen Salzgehalt des F.W. nichts wissen und so auch nicht von hier aus Erwartungen herantragen können. Zu den holeuryhalinen Tieren gehören Ubiquisten wie *Colurella colurus*, *Encentrum marinum*, *Chromadora nudicapitata*, *Microaimus robustidens*, *Bathylaimus assimilis*, *Cyatholaimus demani* u. a. Bei weitem die meisten Arten der Faunenliste sind aber den euryhalinen Meeresarten zuzurechnen: *Batillipes mirus*, *Ectinosoma tenuissima*, *Mesochra lilljeborgi*, *Laophonte minuta*, *Tachidius brevicornis*, *Lindia gravitata*, *Tripyloide marinus*, *Theristus setosus*, *Paracanthonchus caecus*, *Axonolaimus paraspinosus* und *spinosus*, *Ascolaimus elongatus*, *Odontonema tenuis*, *Enoploides labiatus*, *Metachromadora vivipara*, *Prochromadorella germanica*, *Sabatieria vulgaris*, *Provortex balticus*, *Macrostomum* n. sp. Eine Trennung der stenohalinen Brackwasser-Arten von den eben genannten ist nicht immer möglich, da die Strandtümpelbewohner in ihrem Verhalten zum Salzgehalt den echten Brackwassertieren weitgehend gleichen (cf. REMANE 1934). So ist es möglich, daß die eine oder andere Form wie *Lindia gravitata*, *Provortex balticus* und die neue *Macrostomum*-Art hierzugehören, außerdem die Nematoden *Microaimus honestus*, *Odontonema guido-schneideri*, *Eleutherolaimus stenosoma*, *Oncholaimus oxyuris*, *Adoncholaimus thalassophygas*, *Syringolaimus benepapillosus*, *Dichromadora geophila*.

Da in der Faunenliste die Nematoden allein 47,6% der gefundenen Arten ausmachen und an zweiter Stelle mit 14% erst die Turbellarien folgen, ist es vielleicht reizvoll, sie noch einmal gesondert zu betrachten, wobei sich ergibt, daß von den 26 Arten 43% euryhaline Meeresarten sind, 27% stenohaline bis euryhaline Brackwasserarten und 23% rein marine und holeuryhaline Arten. Ja wir können noch ein Weiteres tun und unsere Nematodenliste vergleichen mit solchen anderer Brackwassergebiete und ökologischer Sonderlebensräume wie I. die Zuidersee (SCHUURMANS-STEKHOVEN 1931), II. Enteromorphazone (OTTO 1936), III. Südschweden (ALLGEN 1934), IV. Tvärminne (G. SCHNEIDER 1927), V. Finnischer Meerbusen (FILIPJEV 1930), VI. Küstengrundwasser (SCHULZ 1934) und können aus folgender Übersicht die Zahl und den Prozentsatz: 1. der überhaupt gemeinsamen Arten, 2. der gemeinsamen steno- bis euryhalinen Brackwasserarten und 3. der gemeinsamen euryhalinen Meeresarten ablesen.

Faunenliste	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
1. Artengemeinsam mit F. W.	15 = 58%	7 = 27%	6 = 23%	6 = 23%	6 = 23%	5 = 19%
2. gemeinsam steno- euryhaline Brack- wasserarten	4 = 27%	2 = 28,5%	2 = 33,3%	2 = 33,3%	2 = 33,3%	1 = 20%
3. gemeinsam euryhal. Meeresarten	10 = 66,6%	3 = 43,4%	4 = 66,6%	4 = 66,6%	4 = 66,6%	4 = 80%

Wenn wir nun die Schichten des F. W. — soweit das möglich ist — gesondert auf ihre Tierwelt betrachten, so finden wir in der oberflächlichen Sandschicht vorherrschend: Fliegenmaden, meist *Scatella subguttata*, *Ectinosoma tenuissima*, *Tachidius brevicornis*, *Chromadora nudicapitata*, *Odontonema tenuis*, *Provortex balticus*, *Proxenetes flabellifer*, *Macrostomum* n. sp., *Acoel*, *Trachelocerca* spec., braunes Ciliat. In der Grünschicht vor allem: Fliegenmaden und Puppen, *Ectinosoma tenuissima*, *Mesochra lilljeborgi*, *Lindia gravitata*, *Tripyloides marinus*, *Chromadora nudicapitata*, *Microlaimus robustidens*, *Odontonema tenuis*, *Oncholaimus oxyuris*, *Proxenetes flabellifer*, *Trachelocerca* spec., *Condylostoma* spec. Und in der Rotschicht vorherrschend: Larven von *Trichocladus vitripennis*, *Odontonema guido-schneideri*, *Provortex balticus*. Bei dieser Betrachtung fällt auf, daß die oberflächliche Sandschicht und die Grünschicht relativ am reichsten, auch an Arten, besiedelt ist, die Rotschicht dagegen arm an Arten ist. Wenn wir wiederum die Nematoden als die zahlenmäßig am stärksten vertretene Tiergruppe und ihre Verteilung auf das F. W. besonders berücksichtigen, so sehen wir, daß im Oberflächensand neun Arten auftreten, bei weitem am häufigsten *Chromadora nudicapitata*, ziemlich häufig noch *Microlaimus robustidens* und *Odontonema tenuis*. In der Grünschicht wurden von den 26 Arten über 50%, nämlich 14, gefunden; auch hier vorherrschend *Chromadora nudicapitata*, außerdem aber ebenso häufig *Tripyloides marinus*, nächst häufig dann *Oncholaimus oxyuris* und *Microlaimus robustidens*. In der Rotschicht wurden nur 7 Arten gefunden, bei weitem am häufigsten fand sich hier *Odontonema guido-schneideri*, während die übrigen Arten nur in 1—6 Individuen gefunden wurden. Am auffälligsten dabei bleibt, daß *Odontonema guido-schneideri* sonst nicht im ganzen F. W. vorkam, es danach scheint als ob die Art an die Purpurbakterienschicht streng gebunden ist. Eine Untersuchung des unter dem F. W. gelegenen Grundwassers in der Schwarzschrift brachte ebenfalls 7 Nematodenarten zutage, außerdem wurde 1 Enchytraeide und ein Copepode gesehen. Bei den Nematoden herrscht wieder *Chromadora nudicapitata* vor, außerdem waren in wenigen Exemplaren auch Arten da, welche in der Grünschicht und Sandoberfläche vorkamen, die Rotschicht aber nicht besiedelten, oder auch nur in der Grünschicht und im Grundwasser, so z. B. die beiden neuen Arten *Enopolaimus litoralis* und *Theristus ambronensis*, ferner *Axonolaimus paraspinosus* und *Eleutherolaimus stenosoma*. Schließlich traten drei Arten nur in der Grün- und Rotschicht auf, wie *Paracanthochus caecus*, *Oncholaimus oxyuris* und *Prochromadorella germanica*. Da die Schwarzschrift keine spezifischen Vertreter enthält, sondern in ihr nur vereinzelt Vertreter von Arten gefunden wurden, die in den höheren Schichten vorkommen, so sind diese wohl nur beim Aufgraben des Bodens

in die Schwarzschrift verschlagen worden. Die Verwandtschaft zur limnischen und terrestrischen Fauna wird eigentlich nur durch die Dipteren besonders betont; alle übrigen Arten sind als marine Ursprungs zu betrachten. Es ist klar, daß alle im F.W. vorkommenden Arten sich dort aufhalten, wo sie Existenzbedingungen finden. Die Lebensräume sind ineinandergeschachtelt, wie wir das auch sonst kennen; der Biotop der Rot- oder Grünschrift ist eine Untergliederung, auch fazieller Art, des Biotops Farbstreifen-Sandwatt, dieses wieder eine Untergliederung des Sandwattes schlechthin und so fort. Als Nahrungsgrundlage im F.W. dürfen wir wohl die vorkommenden Algen und Bakterien ohne Bedenken annehmen; Fliegenlarven, *Lindia* und Nematoden wurden beim Fressen dieser zur Verfügung stehenden Nahrung beobachtet. Eine Stoffabgabe sehen wir nach oben vor sich gehen in den schlüpfenden Imagines, nach unten in der Ablagerung feinsten Detritus-Mengen in der Schwarzschrift. Der Stoffaufbau ergibt sich aus den oben ausgeführten Überlegungen über die Entstehung des F.W. Diejenigen Arten, welche in diesen Lebensraum verschlagen und hier einer starken Aussüßung bzw. Steigerung des Salzgehaltes ausgesetzt werden, werden je nach ihrem physiologischen Vermögen den ihnen nicht zusagenden Umweltseinfluß aushalten, evtl. durch einen vorübergehenden Starrezustand, wie wir das von der Moosfauna her kennen, überstehen oder zugrunde gehen.

B. Spezieller Teil.

Diptera.

Um ein Wiedererkennen der im F.W. gefundenen Dipterenlarven zu ermöglichen, sei noch auf die Organisation der Maden näher eingegangen. Im allgemeinen ist die Anatomie und Morphologie der Fliegenlarven des öfteren untersucht worden. Über Dolichopodiden und Verwandte fand ich Ausführlicheres bei DE MEIJERE (1916) und

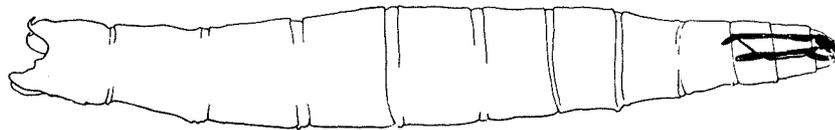


Abb. 4. Larve von *Hydrophorus praecox* (Dolichopodide).

BISCHOFF (1924). Der Grad der äußeren Ähnlichkeit ist ja durchaus nicht immer ein Zeichen für nahe Verwandtschaft und so gilt es für den Systematiker, die Merkmale herauszufinden, welche systematisch wertvoll sind. In dieser Beziehung hat man dem Kopf- und Mundskelett eine solche Bedeutung zuerkannt. Unter dem eingesammelten

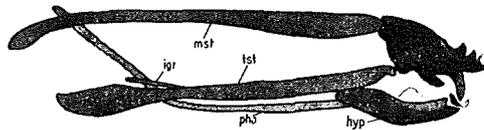


Abb. 5. Kopf- und Mundskelett von *H. praecox*, Seitenansicht. — hyp = Hypopharynx, mst = Metacephal-Stäbe, tst = Tentorial-Stäbe, igr = Innengräte, pha = Pharynx.

Material fanden sich einige Larven von *Hydrophorus praecox* (Abb. 4); sie sind äußerlich ohne besondere Charakteristika. Vom Kopf- und Mundskelett sind in Seitenansicht (Abb. 5) Hypopharynx (hyp), Metacephal- (mst) und Tentorial-Stäbe (tst) deutlich erkennbare Gebilde. Den Tentorial-Stäben innen anliegend (Abb. 6) (angewachsen?) ragen Innen-

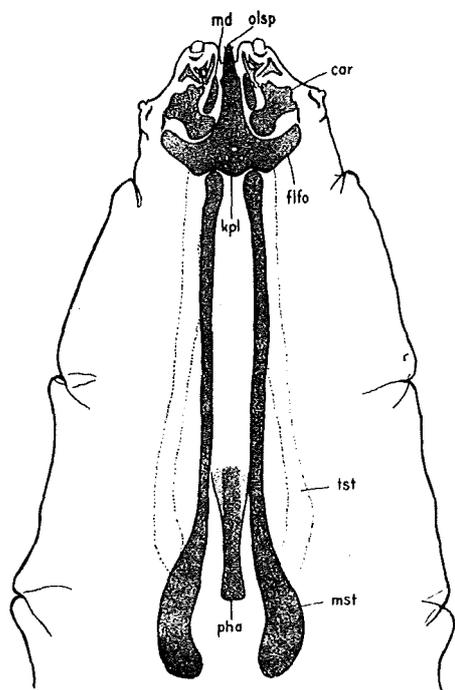


Abb. 7. Teil des Kopf- und Mundskeletts von *H. praecox*, Ansicht von dorsal, kpl = Kopfplatte, flfo = flügelartige Fortsätze, car = Cardo, md = Mandibel, olsp = Oberlippenspitze, übrige Bezeichnung wie bei Abb. 5.

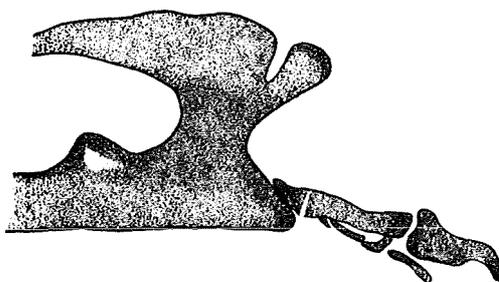


Abb. 8. Cephalopharyngeal-Apparat von *Scatella subguttata* (Ephydride).

guttata Mg. Der Cephalopharyngeal-Apparat (Abb. 8) zeigt alle Bestandteile, wie sie im Schema von STRASBURGER (1932) und HENDEL (1928) als charakteristisch für die Brachycera Cyclorhapha angegeben werden. Bemerkenswert sind für diese Art die stark entwickelten zahnartigen Gebilde an den paarigen Mundhaken (Abb. 9, mh). Von den „accessorischen Skleriten“ (WEBER) am H-Stück (hst) sind das hintere (h) und vordere (v) Unterschlundstück unpaar und das laterale paarig ausgebildet.

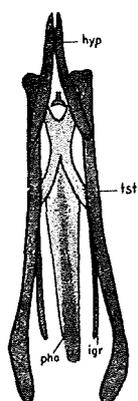


Abb. 6. Teil des Kopf- und Mundskeletts von *H. praecox*, Ansicht von dorsal, kpl = Kopfplatte, flfo = flügelartige Fortsätze, car = Cardo, md = Mandibel, olsp = Oberlippenspitze, übrige Bezeichnung wie bei Abb. 5.

gräten (igr) hervor; auffallend ist ferner noch der stark chitinierte Teil des Pharynx (pha), der sich zwischen und dicht unter den Tentorialstäben hinzieht, in Höhe der Innengräten nach dorsal abbiegt und bis zwischen die Metacephalstäbe und darüber hinausragt. Etwas Ähnliches zeichnet auch BISCHOFF (1916) bei *Porphypops spec.* Die übrigen Bauelemente sind in der Dorsalansicht deutlicher (Abb. 7). Wie bei *Dolichopus* sehen wir an der Basis der Kopfplatte (kpl) die flügelartigen Fortsätze (flfo), davor oralwärts die — wie bei der *Empedide Hilara* — kräftig entwickelten Cardines (car) der Maxillen und in deren gebogenen Innenseiten die Mandibeln (md). Die Zahl der Höcker auf der Oberlippenspitze (olsp) beträgt vier, davon stehen zwei als die vordersten nebeneinander und sind im Vergleich zu den beiden folgenden kleiner und auffallend schwach chitiniert. Die Bezeichnung der übrigen neben der Oberlippenspitze liegenden Gebilde wird hier unterlassen, da die Homologisierung der das Dipterenkopf- und Mundskelett aufbauenden Elemente, wie ich aus der Literatur entnehme, noch sehr umstritten ist. Die Puppen dieser *Dolichopodide* wurden nicht gefunden. Weit aus am häufigsten fanden sich die Larven und Puppen der Ephydride *Scatella sub-*

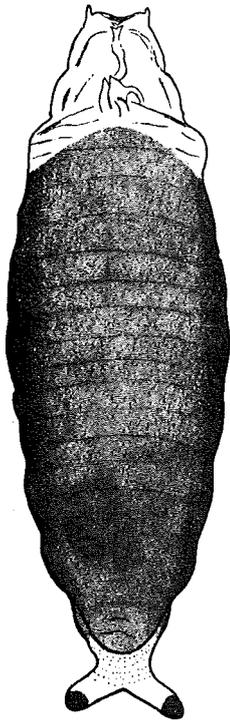


Abb. 11. Puppe von *Sc. subguttata*.

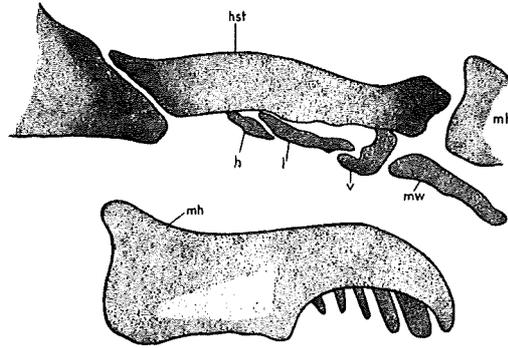


Abb. 9. Mundhaken (mh) und H-Stück (hst) von *Sc. subguttata*, h, l, v = hinteres, laterales, vorderes Unterschlundstück, mw = Mundwinkelstück.

Fast der gesamte Larvenkörper (Abb. 10) ist von Stachelreihen umgeben, welche nahe dem Vorderende kaum erkennbare Höckerchen bilden, nach hinten immer deutlicher werden und schließlich am Hinterende als chitinige Häkchen

erkennbar sind. Die Puppen (Abb. 11) sind „in die letzte erhärtete Larvenhaut eingeschlossen (Tönnchen, Puparium), wie bei allen Cyclorhaphen“ (HENDEL 1936). Ebenso selten wie die Dolichopodide fand sich eine zweite cyclorhaphide Larve, deren nähere systematische Zugehörigkeit einstweilen noch ungeklärt bleibt, da die Zucht noch nachgeholt werden muß und es auch an Hand der einschlägigen Literatur nicht gelang, die Larve zu bestimmen. Eine feinere Chitinstrukturierung in 5—7 Reihen (Abb. 12), die vor allem ventral immer deutlicher erkennbar war, deutet schwache Kriechwülste an. Diese Maden waren schlanker und viel größer als die von *Scatella subguttata* und noch größer als die von *Hydrophorus praecox*. Der Cephalo-Pharyngeal-Apparat (Abb. 13) ist außerordentlich charakteristisch vor allem durch seine Gebilde die den Mundhakenapparat aufbauen (Abb. 14 seitlich und Abb. 15 von ventral). Auf eine Deutung muß zugunsten einer späteren Untersuchung an Vergleichsmaterial verzichtet werden. Ob die accessori-

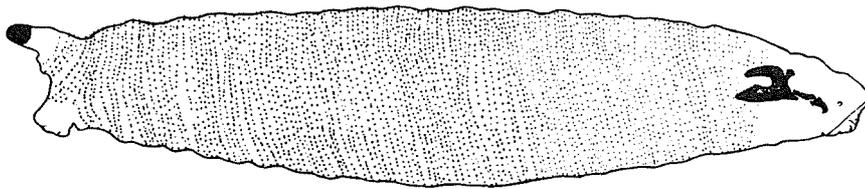


Abb. 10. Larve von *Scatella subguttata* (Ephydride).

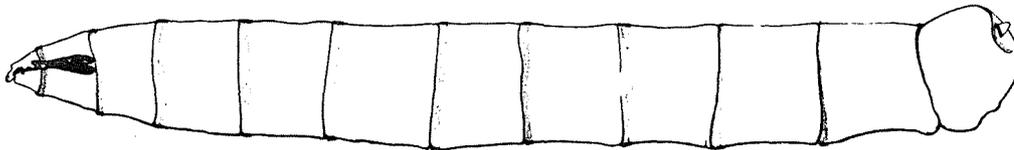


Abb. 12. *Cyclorhaphide*-Larve, spec. adet.

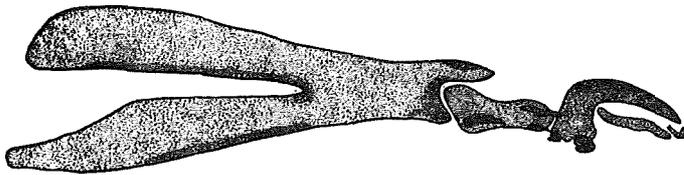


Abb. 13. Cephalopharyngeal-Apparat spec. adet.

mit seinem schmalen Teil bis zwischen die Mundhaken; in Abb. 17 ist es in der Aufsicht dargestellt. Die Cephalo-Pharyngealplatten sind breit und erstrecken sich weit nach hinten; eine Verbindung der rechten und linken Platte durch die sogenannte „Brücke“ wurde — das sei hervorgehoben — nicht beobachtet. Im Vergleich zu *Scatella subguttata* macht das gesamte Cephalo-Pharyngealskelett dieser unbekanntnen Art einen in sich viel gefestigteren und stabileren Eindruck, zumal auch Fasern, welche die einzelnen Elemente zusammenhalten, deutlich erkennbar sind (cf. Abb. 16).

Nematoda.

Wenn wir vergleichen, zu welchen die 26 gefundenen Arten gehören, so stellen wir fest, daß 50% allein der arten- und gattungsreichen Ordnung der Chromadoroidea angehören, während die Araeolaimoidea und die ebenfalls gattungs- und artenreichen Enoploidea an zweiter Stelle erst mit 19% folgen. Dies sei hier nur für spätere Vergleiche mit anderen Lebensräumen festgehalten.

Abb. 14—17. spec. adet.

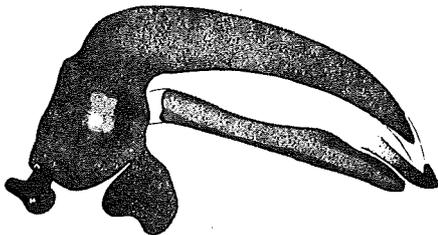


Abb. 14. Mundhaken, seitliche Ansicht.

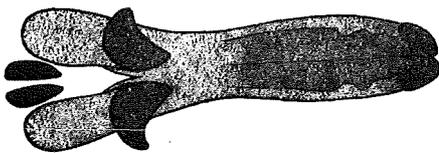


Abb. 15. Mundhaken von ventral.

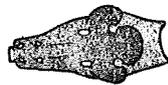


Abb. 17. Dorsales accessorisches Stück im H-Stück.

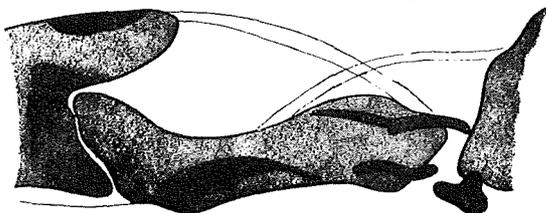


Abb. 16. H-Stück.

Theristus ambronensis, nov. spec.

Unter dem relativ reichhaltigen Nematodenmaterial des F.W. fand sich auch eine neue *Theristus*-Art. Wie sehr notwendig es ist, daß beide Geschlechter bei der Neu-

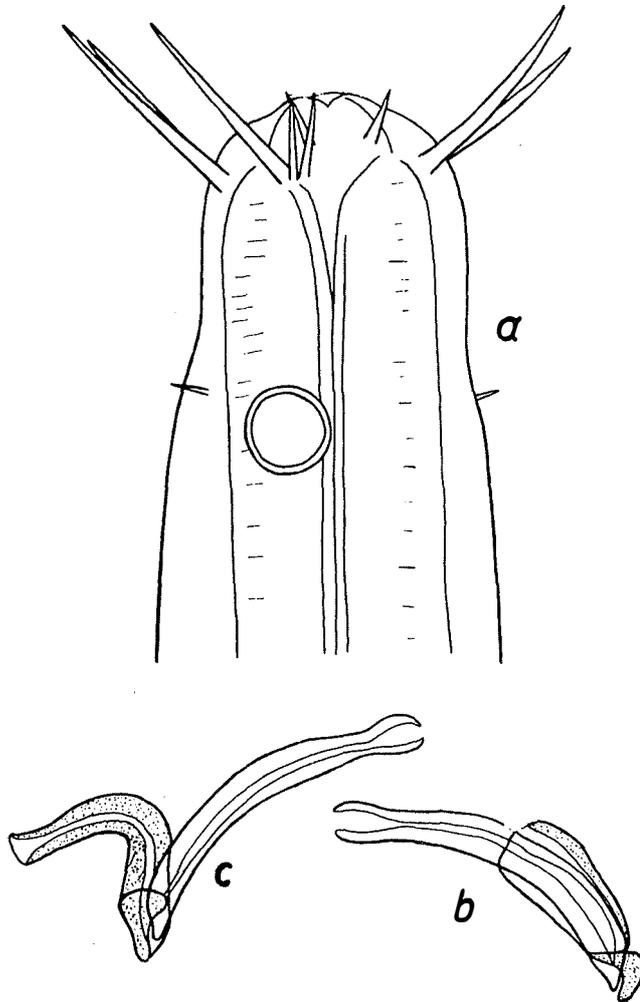


Abb. 18. *Theristus ambronensis* nov. spec. a Kopfende, b und c Spicula.

beschreibung vorliegen, geht aus dem folgenden hervor. Die männlichen Tiere haben einen Kranz von 14 Kopfborsten (Abb. 18a), der sich zusammensetzt aus lateral je 3 und submedian je 2; diese sind fast gleich lang, während die lateralen aus einer langen Borste bestehen und 2 halb so langen. Die Weibchen haben 12 Kopfborsten, so daß auch lateral nur je 2 stehen. Die 6 Kopfpapillen sind in beiden Geschlechtern borstenförmig. Die Körperborstung ist in den Submedianlinien im allgemeinen spärlich, nur am Schwanz des Männchens stärker. Die Seitenorgane liegen $24--27\mu$ vom Vorderende entfernt. Die Vulva der Weibchen ist weit nach hinten gerückt, der dafür errechnete Wert ist $V=70--72\%$; ein unpaarer Ovarialschlauch erstreckt sich bis nahe an das Oesophagus-Ende und ist nicht umgeschlagen. Die Spicula (Abbild. 18b) sind sanft gebogen und $30--31\mu$ lang; dicht vor dem Anus wurde eine winzige

Borstenpapille beobachtet. Die accessorischen Stücke liegen normalerweise den Spicula manschettensförmig an, nur in einem Falle (Abb. 18c) zeigten sie eine ganz andere Lage und täuschten fast eine dorsale Apophyse vor. Die größten Männchen waren $1,2--1,3$ mm lang und geschlechtsreife Weibchen bis $1,18$ mm. Die längsten Kopfborsten waren 83% der Kopfbreite lang und die übrigen Werte waren bei den Männchen $\alpha=25--26$, $\beta=4,5$, $\gamma=8$ und bei den Weibchen $\alpha=23,3--24$, $\beta=4,5$, $\gamma=8$. Im allgemeinen besteht etwas Ähnlichkeit hinsichtlich der Merkmale zu *Th. acer* BAST, doch weisen die Spicula und die lateralen Kopfborsten der Männchen, die bei *Th. acer*

alle 3 verschieden lang sind, deutlich die Unterschiede auf. Der größere Wert V (= 70—72%) gegenüber den bei *Th. acer* (= 61,6—68,2%) ist systematisch nicht so streng zu werten.

Enoplolaimus litoralis nov. spec.

Auch ein neuer *Enoplolaimus* wurde gefunden. Seine Hauptcharakteristika sind 1. zwei überlange Kopfborsten, welche mindestens $2,5 \times S$ lang sind, und 2. merk-

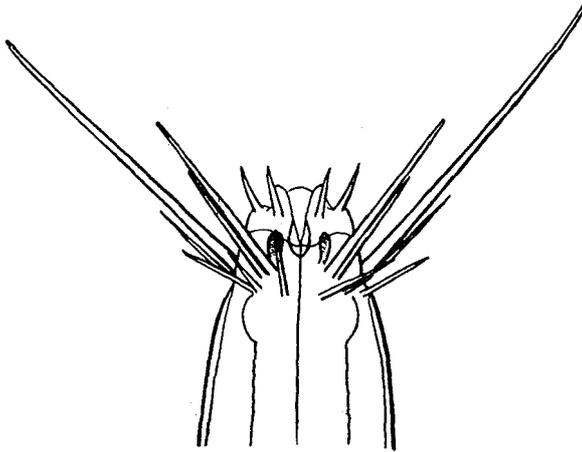


Abb. 19. *Enoplolaimus litoralis* nov. spec. Kopfende.

würdig an ihrer Spitze — wie die Narbe einer Blütenpflanze — gespaltene Spicula. Um die Mundöffnung (Abb. 19) stehen sechs kräftige und kurze Borsten von $10,5\text{--}11\mu$ Länge; es folgt ein Kranz von 10 Kopfborsten, von denen je eine dorsal und ventral sehr lang sind und $75\text{--}80\mu$ groß werden, in der Submedianen stehen ferner 4 Borsten von $48\text{--}50\mu$ Länge, denen noch eine kürzere beigesellt ist; schließlich folgt noch ein Kranz von 12 Borsten, der sich aus acht sublateralen, sub-

dorsalen und subventralen und vier kurzen submedianen zusammensetzt. Es war an anderer Stelle (1932) schon mal auf sezernierende Kopf- und Schwanzborsten hingewiesen worden; auch bei dieser Art scheinen die langen Kopfborsten diese Fähigkeit zu besitzen und die Zeichnungen verschiedener Autoren lassen sie auch bei anderen Arten vermuten. Die Vulva liegt kurz hinter der Körpermitte ($V = 55,5\%$), das Hilfsorgan etwa 70μ vor dem Anus (Abb. 20). Die gleichmäßig gebogenen Spicula sind 35

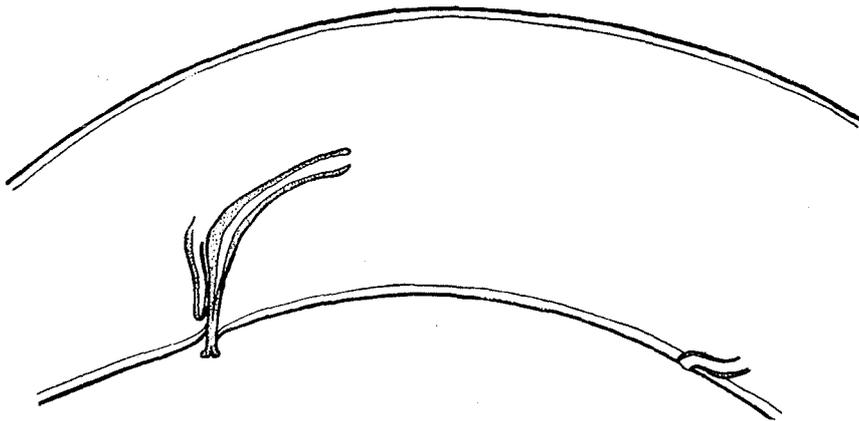


Abb. 20. *Enoplolaimus litoralis* nov. spec. Spicula.

bis 37μ lang. Der Schwanz verjüngt sich bald hinter dem Anus und ist bei den Männchen etwas kürzer als bei den Weibchen. Die relativen Werte sind folgende: Männchen $\alpha = 24-32$, $\beta = 2,7-3,5$, $\gamma = 10,8-14$; Weibchen $\alpha = 28-29$, $\beta = 4,5-5,8$, $\gamma = 9,4-9,8$.

Turbellaria.

Macrostomum spec. Die Beschreibung dieser neuen *Macrostomum*-Art wird durch Prof. MEIXNER an anderer Stelle erfolgen. Bisher aus dem Brackwasser des Boddensandes bei Kiel bekannt.

Proxenetes flabellifer JENSEN. Verbreitet im Phytal des Meeres, sein Vorkommen reicht bis weit in die Ostsee.

Provortex balticus SCHULTZE. In Strandgewässern, auch im Brackwasser, verbreitet.

Placorhynchus octaculeatus KARLING. Erst vor kurzem aus den Brackwässern Finnlands beschrieben, auch im Brackwasser der Schlei (Kieler Bucht) gefunden, in der Nordsee bisher unbekannt.

Rotatoria.

Lindia gravitata (LIE-PETTERSEN). Die Art war häufig und nährte sich von Cyanophyceen. Durch die hinten vorragenden schlanken Zehen wichen die Tiere von *L. tecusa* H. u. M. ab und stimmten mit *L. gravitata* L.-P. überein. Merkwürdigerweise trug keines der Tiere im Innern entwickelte Embryonen. So ist es doch noch denkbar, daß *L. gr.* mit Ausbildung der Embryonen die Form von *L. tec.* annimmt, also beide Arten synonym wären. Ähnliche Umgestaltungen des Körpers treten ja auch bei anderen viviparen Rädertieren auf.

Notholca striata (O. F. MÜLLER). In geringer Anzahl die Form mit kurzem medianen Endstachel.

Protozoa.

Auffallend war die Armut an Protozoen, sowohl in Artenzahl als auch in Individuenzahl. Das ist um so erstaunlicher, als ja im Lebensraum eine Purpurbakteriensicht vorhanden ist, die in anderen Regionen (Bodenschicht von Strandtümpeln) einen enormen Ciliatenreichtum aufweist. Regelmäßig trat nur das braunrote Ciliat auf, eine mittelgroße, abgeplattete Art, deren artliche Identifikation später erfolgen wird.

Zusammenfassung.

1. Das Farbstreifen-Sandwatt ist ein Lebensraum, in dem vertikal von der Oberfläche an folgende Schichtung auftritt: a) helle Sandschicht (3—5 mm), b) Grünschicht, gebildet durch ein die Sandkörner umspinnendes Cyanophyceen-Geflecht (ca. 5 mm), c) Rotschicht, gebildet aus Purpurbakterien (3—5 mm), d) Schwarzsicht, von der Rotschicht an abwärts, oberste Lage meist besonders dunkel. Diese Schichtung ist auf großen Strecken nachweisbar, lokal kann Rotschicht oder Grünschicht fehlen.

2. In seiner Höhenlage schaltet sich das F.W. zwischen die Arenicola-Zone bzw. Corophium-Hydrobia-Zone und lockere Sande mit Grünschicht ein, die wohl der Bledius-Dyschirius-Zone zuzurechnen sind und hauptsächlich die Regionen der Sand-

algen im Sinne WARMING'S repräsentieren (vgl. Abb. 2). Das F.W. wird nur unregelmäßig überflutet, bei Niptiden liegt es meist mehrere Tage trocken.

3. Die Bedingungen für die Entstehung einer F.W. sind offenbar folgende: Kapillarer Aufstieg des Bodenwassers bis dicht unter die Oberfläche, Eindringen von Licht bis ca. 1 cm unter die Oberfläche, also Überschneiden von dauernder Durchfeuchtungszone und Belichtungszone; ferner ganz allmählicher Anstieg des Strandes.

4. Die Korngröße des Sandes zeigt ein starkes Maximum zwischen 0,2—0,5 mm. Für die Entstehung des F.W. ist die Korngröße nur ein bedingender Faktor (Kapillarität), in den anderen Lebensräumen der Umgebung ist die Sandkorngröße die gleiche. Die Lagerung des Sandes ist offenbar dichter und fester als in den höher gelegenen Regionen des einfachen Sand-Grünwattes (Bledius-Dyschirius-Zone).

5. Der Lebensraum ist nicht konstant, bei höherem Wellengang (im Beobachtungsfalle bei NW-Wind, Stärke 7) war das F.W. durch Umlagerung des Sandes zerstört, dabei bildet die Grünschlamm-Schicht eine stärkere Widerstandsfläche. Die Regeneration des Lebensraumes ist offenbar stark, drei Tage nach der Zerstörung war im umgelagerten Sand die Schichtung wieder erkennbar.

6. Die Fauna des F.W. ist mit Rücksicht auf die extremen Bedingungen des Lebensraumes auffallend reich, es wird von mindestens 56 Arten bewohnt. Die Makrofauna ist nur durch Dipterenlarven besonders von *Scatella subguttata* und *Trichocladus vitripennis* vertreten, in der Mikrofauna ist die hohe Zahl der Nematoden-Arten (47,6%) und die geringe Zahl der Ciliaten-Arten auffallend.

7. Die Fauna enthält einen sehr geringen Prozentsatz (vielleicht 7%) von spezifischen Biotopbewohnern (-bionten), ob die beiden neu beschriebenen Nematoden hierher gehören, läßt sich noch nicht entscheiden. Auffallend ist der hohe Prozentsatz von stark euryhalinen Arten, die bisher aus brackigen Gewässern bekannt waren (vgl. S. 368).

8. Die Artenübereinstimmung mit den bisher untersuchten litoralen Lebensräumen wie Küstengrundwasser und Enteromorpha-Zone ist im ersten Fall auffallend gering, im letzteren beträgt sie 22%.

9. Eine schichtweise Gliederung der Fauna, entsprechend der Farbschichten, läßt sich erkennen, die Schwarzschlamm-Schicht ist offenbar azoisch.

10. Die Produzenten des Lebensraumes sind die Pflanzen der Grün- und Rotschlamm-Schicht, sie bilden die Hauptnahrungsquelle (in geringem Maße kommen noch von der Flut angespülte Organismen und Diatomeen der Sandschlamm-Schicht in Betracht), eine Stoffabgabe findet statt 1. an den Luftraum (schlüpfende Fliegen und Mücken), 2. in das tiefere Lückensystem des Sandes (feinschlammiger Detritus in den tieferen Lagen).

Literaturverzeichnis.

- ARNOLD, A., 1936. Beiträge zur ökologischen und chemischen Analyse des Halophytenproblems. Jahrb. wiss. Bot. 83.
- BISCHOFF, W., 1922. Über die Deutung der Mundhaken der Cyclorhapha-Larven. Arch. Naturg. A6.
—, 1924. Über die Kopfbildung der Dipterenlarven. Ebenda A8.
- CORRENS, C. W., 1934. Grundsätzliches zur Darstellung der Korngrößenverteilung. Ztbl. Min. Geol. Palaeont. A.
- DÜRKOPF, H., 1934. Die Tierwelt der Anwurfzone der Kieler Förde. Schrft. Nat. Ver. Schl.-Holst. 20.
- HAGMEIER, A., 1927. Ökologische Untersuchungen im nordfriesischen Wattenmeer. Wiss. Meeresuntersuch. Helgoland. 16.
- HENDEL, F., 1928. Diptera. Dahl, Tierwelt Deutschlands.
—, 1936. Diptera. Hdb. Zoologie, Bd. IV, 2.
- DE MEIJERE, J. C. H., 1916. Beiträge zu Kenntnis der Dipteren-Larven und -Puppen. Zool. Jahrb. Syst. 40.
- MORTENSEN, TH., 1921. Biologiske Studier over Sandstrandsfaunaen. Publ. Univ. Zool. København, Nr. 21.
- OTTO, G., 1936. Die Fauna der Enteromorphazone der Kieler Bucht. Kieler Meeresforschungen 1.
- REMANE, A., 1934. Die Brackwasserfauna. Verhandl. Deutsch. Zoolog. Ges.
- REMANE, A. u. SCHULZ, E., 1934. Das Küstengrundwasser als Lebensraum. Schrft. Nat. Ver. Schl.-Holst. 20.
- STRASBURGER, M., 1932. Bau des Darmtraktes von *Drosophila melanogaster* Mg. Ztschr. wiss. Zool. 140.
- THAMDRUP, H. M., 1935. Beiträge zur Ökologie der Wattenfauna. Medd. Komm. Danm. Fiskeri X. 2.
- WARMING, E., 1906. Dansk Plantevækst I.

Berichtigungen.

- S. 254. In der Unterschrift zu Abb. 1 „Zeitsetzungskurven“ statt Druckporenzifferkurven.
- S. 266. Abb. 2 und S. 268. Abb. 3 ergänze bei der Unterschrift: ausgezogene Linie: Oberfläche; gestrichelte Linie 15 m Tiefe.
- S. 321. Unter der Arbeit HENTSCHEL ist der Untertitel: Meereskundliche Arbeiten der Universität Kiel Nr. 12 zu streichen.

Bemerkungen.

Außerhalb der Kieler Meeresforschungen sind bisher ab 1936 folgende Meereskundliche Arbeiten der Universität Kiel erschienen:

- Nr. 6. SCHULZ, E. Beitrag zur Biologie des amphibischen Opisthobranchiers *Alderia modesta*. Zool. Anz. Bd. 116. 1936.
- Nr. 12. FRIEDRICH, H. Einige Beobachtungen über das Verhalten der *Alderia modesta* Lov. im Brackwasser. Biolog. Zentralbl. Bd. 57. 1937.
- Nr. 18. PRECHT, H. Über das Epizoon des Polychaeten *Capitella capitata*. Zool. Anz. Bd. 118. 1927.