

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.

Über eine Mikrofauna im oberen Eulitoral auf Amrum.

Von ERICH SCHULZ.

(Meereskundliche Arbeiten der Universität Kiel, Nr. 55.)

I. Allgemeine Betrachtungen.

Über das Verhalten der größeren Tierformen im Gezeitengebiet sind wir durch eine Anzahl eingehender Untersuchungen recht gut unterrichtet. Für das Gebiet des Sand-Eulitorals sei an die Arbeiten von THAMDRUP und WOHLBERG erinnert. Wesentlich geringer sind unsere Kenntnisse über die Mikrofauna im Grenzgebiet zwischen Meer und Land. Daß diese recht reich und eigenartig entwickelt sein kann, haben zwei Untersuchungen gezeigt, die des Küstengrundwassers (vgl. Schr. d. Naturw. Ver. f. Schl.-Holst., Band XX, 1934) und die des Farbstreifen-Sandwatts auf Amrum. In diesem, welches nur noch unregelmäßig überflutet wird und bereits über Mittelhochwasser liegt, war noch eine recht artenreiche Mikrofauna vorhanden. Wir glaubten damals, mit diesem Farbstreifenwatt die obere Grenze einer reich entwickelten marinen Mikrofauna im Sandwattengebiet gefunden zu haben, denn einzelne Untersuchungen im Grundwasser unter der höher gelegenen Blediuszone erbrachten nur wenige Nematoden. Im Rahmen weiterer Untersuchungen auf dem Kniepsand Amrums, welche die Bedingungen zur Ausbildung des Farbstreifenwattes zum Thema haben, und über die später berichtet werden soll, wurden zufällig Feststellungen über eine artenreiche Fauna im benachbarten Sandgebiet gemacht, welche es verdienen, gesondert betrachtet zu werden. Bei Untersuchungen im Grundwasser wurden Stellen angetroffen, wo im Sand dichte Lagen von Muschelschalen (*Petricola*, *Cardium*, *Macoma* und *Mactra*) durchstoßen werden mußten. Auf nebenstehender Abb. 1 ist ein Muschelpflaster vom



Abb. 1

Kniepsand zu sehen, übersandet ergibt es den „Muschelsand“, wie wir ihn nennen wollen. Das Grundwasser sah hier von dem ausgefallten Ca milchig trübe aus, und wir

waren einigermaßen überrascht, Salzgehaltswerte von 33,2—65,4‰ zu messen, wobei hervorgehoben sei, daß von 13 Messungen nur 2 unter 40‰ lagen. Das Grundwasser wurde in 38 cm Tiefe angetroffen, in der darüber liegenden Sandschicht nimmt die Menge des kapillar aufsteigenden Wassers nach der Oberfläche zu ab. Da von einer anderen Fragestellung her der Feuchtigkeitsgehalt unter der Oberfläche interessierte, sandte Herr Prof. REMANE während eines Aufenthaltes auf Amrum in verschlossenen Gläschen Sandproben (50 ccm). Nachdem der Wassergehalt und der Salzgehalt bestimmt waren, wurde ein Teil des restlichen Sandes fünf Wochen später mit Nordseewasser, welches zu Kurzwecken versandt wird, aufgeschwemmt und nach evtl. noch lebenden Tieren durchsucht. Es war interessant, hier tatsächlich eine lebende Mikrofauna anzutreffen, welche in der Hauptsache aus Nematoden bestand, außerdem aber noch Oligochaeten, Archianneliden, 1 Acoel, 1 Ostracode, 1 Rotator, 1 Copepode (Copepoditstadium) und von Ciliaten einige Trachelocercen enthielt. Nach insgesamt 4½ Monaten wurde der Rest des Muschelsandes (20 ccm) aufgeschwemmt, auch dann fanden sich noch Nematoden, Oligochaeten und 1 Archiannelid. Der Wassergehalt des in verschlossenen Gläschen aufbewahrten Sandes betrug 29,7 Gewichtsprozent und der Salzgehalt war 40‰. In gleicher Weise wurde mit einer anderen Probe verfahren, welche aus der *Bledius*-Dyschirius-Zone genommen war („*Bledius*-Sand“). Es handelt sich um die Zone, in der in reichem Maße *Bledius arenarius* vorkommt. (Man vgl. auch das Schema in meiner Arbeit über das Farbstreifensandwatt.) Eingehenderes über die Biologie dieses Käfers findet sich neuerdings in anschaulicher Darstellung bei WOHLENBERG und LARSEN. Der Wassergehalt in dieser Probe betrug 18,1 Gewichtsprozent und der Salzgehalt 28,6‰. Diese Werte stimmen mit den von LARSEN gemessenen überein. Sowohl individuen- wie artenmäßig war die Mikrofauna reichhaltiger. Es wurde auf quantitative Auswertung kein Wert gelegt, doch sei hervorgehoben, daß sich wieder vorherrschend Nematoden fanden, und zwar 162 Individuen; häufiger Oligochaeten, Turbellarien, Ostracoden, Ciliaten, sowohl nach fünf Wochen wie nach 4½ Monaten. Es ist interessant, daß solche geringen Feuchtigkeitsmengen den gefundenen Tieren zum Leben genügen. Der Einwand, daß die Tiere mit dem zum Aufschwemmen benutzten Seewasser hineingespült seien, kann nicht geltend gemacht werden, da es sich um ein filtriertes zu Trinkkuren versandtes Nordseewasser handelt. Auch ein anderer Einwand muß fallen gelassen werden, nämlich der, daß die gesamte vorgefundene Fauna die Zeit bis zur Aufschwemmung in Dauer- oder Eistadien überstanden hätte, denn die Tiere wurden unmittelbar nach dem Aufschwemmen beobachtet und außerdem war ein hoher Prozentsatz geschlechtsreif.

Weshalb die Fauna im Muschelsand im Vergleich zum *Bledius*sand arten- und individuenärmer war, obwohl der Feuchtigkeitsgehalt um 10‰ höher lag, ist schwer zu sagen. Vielleicht waren der höhere Salzgehalt und die Anreicherung der Carbonate ausschlaggebend. Ob dieser hier aufgezeigte Unterschied in der Besiedlungsdichte dauernd besteht, kann an Hand der beiden untersuchten Proben nicht ausgesagt werden. Zu diesem Zwecke wäre es notwendig, eine große Anzahl von Proben aus den Biotopen „Muschelsand“ und „*Bledius*sand“ miteinander zu vergleichen. Hauptzweck der vorliegenden Arbeit ist aber, auf die Leistung der Mikrofauna und auf ihr Milieu hinzuweisen.

Übrigens ist der hohe Salzgehalt von 40‰ im Muschelsand nicht etwas Einmaliges, bei den oben angekündigten weiteren Kniepsand-Untersuchungen wurden hohe Salzgehaltswerte in der Muschelsand-Zone durch eine reiche Anzahl von Messungen festgestellt. Die H₂O-Menge von 18 Gewichtsprozent im Bledius-Sand reicht auf jeden Fall aus, um eine Mikrofauna von 48 Arten mindestens 4¹/₂ Monate am Leben zu erhalten. Ob die gemessenen Werte für die festgestellte Fauna des Bledius-Sandes Existenzminimum oder -optimum bedeuten, läßt sich noch nicht angeben.

Ein Vergleich der in beiden Biotopen gefundenen Nematoden, als der am stärksten vertretenen Tiergruppe (vgl. den speziellen Teil) ergibt, daß der Muschelsand eine verarmte Bledius-Sand-Fauna beherbergt. Es sei aber darauf hingewiesen, daß der zarte Archiannelid *Diurodrilus subterraneus*, welchen REMANE (1934) aus dem Küstengrundwasser der Ostsee beschrieb, und der nun erstmalig auch an der Nordseeküste festgestellt wurde, in einer Anzahl von Exemplaren nur im Muschelsand beobachtet wurde. Bei der Kleinheit dieser Tiere läßt sich für ihr Fehlen auch der geringere H₂O-Gehalt im Bledius-Sand nicht verantwortlich machen.

Doch halten wir zunächst fest, daß im Muschelsand insgesamt 14 und im Bledius-Sand 48 Tierarten festgestellt wurden. Die Zahl der Tierarten, welche diese Biotopen bewohnen, wird bei eingehender sich über verschiedene Jahreszeiten erstreckende Untersuchung fraglos um einiges vermehrt werden, und der zahlenmäßige Unterschied zwischen Muschel- und Bledius-Sand wird vielleicht nicht mehr so groß bleiben. Die Hydrographie in diesen Lebensräumen wird dabei starke Berücksichtigung erfahren müssen. Das alles sind Fragen, welche noch der Lösung harren.

Ob während der 4¹/₂ Monate dauernden Aufbewahrung der untersuchten Proben eine Vermehrung, wenn auch eine herabgesetzte, stattgefunden hat, ist schwer zu sagen, doch möglich, da die Tiere Lebensbedingungen fanden. Die in den Lebensraum eingespülte Nahrungsmenge, welche ja von außen her nicht ergänzt wurde, war groß genug, um darin Leben zu erhalten. So sind wir geneigt, darin eine Leistung zu sehen, unter den stattgehabten Bedingungen zu überdauern. Denn normalerweise tritt viel häufiger innerhalb eines solchen Zeitraumes eine Durchfeuchtung von oben her ein, sei es durch Regen oder durch Überspülung bei Sturm und Springtiden und somit eines Nachschubes von Nahrungsstoffen. Auch das Licht, welche für die Diatomeen eine Rolle spielt, war bei der Aufbewahrung im Zimmer weitgehend ausgeschaltet. Wir heben hervor, daß im Bledius-Sand von 48 gefundenen Tierarten die Nematoden mit 32 Arten 66,6‰ ausmachen, im Muschelsand mit 7 Arten 50‰ und im Farbstreifenwatt, das wir als bereits untersuchten Lebensraum des Kniepsandes zum Vergleich heranziehen wollen, waren ebenfalls die Nematoden mit 47,6‰ bei weitem die vorherrschende Tiergruppe. Nematoden sind heute aus allen Lebensräumen bekannt, das zwingt uns geradezu, sie mehr zu beachten und nicht mehr als obskure Gruppe beiseite liegen zu lassen. Je schlechter die Lebensbedingungen werden, desto größer wird der prozentuale Anteil der Nematoden an der jeweiligen Gesamtf fauna. Weitere Untersuchungen werden zeigen, ob an dieser Feststellung Einschränkungen zu machen sind.

Wie wir oben sahen, betrug der Salzgehalt im Muschelsand 40‰ und im Bledius-Sand 28,6‰ und wie weiter unten ersichtlich, finden sich unter der stattlichen Anzahl von Nematoden-Arten im Bledius-Sand auch 5, welche wir zu den Brackwasserarten

rechnen. REMANE hat 1934 die Einteilung der Brackwässer erörtert und gesagt, daß „der Name Brackwasser am besten auf die Region zwischen 3 und 15‰ zu beschränken“ sei, zugleich aber ausdrücklich betont, daß mit solch hydrographischer Einteilung nichts gewonnen sei, sondern die abgrenzbare Lebensgemeinschaft die Grundlage der Einteilung sein müsse.

Die hydrographischen Bedingungen des Sandwattes, wozu der Bledius-Sand und das Farbstreifenwatt gehören, sind — wie früher schon dargelegt wurde — außerordentlich wechselnd, was allein schon die Überlegung beim Hinweis auf Überflutung, Verdunstung und Niederschläge uns sagt. So wird man die vorkommenden Brackwasserarten als euryhaline Brackwasserbewohner bezeichnen, und wir können es uns denken, daß Brackwasserarten gelegentlich Populationen herausbilden, welche geringere oder höhere Salzkonzentrationen vertragen; sie bleiben Brackwasserarten, solange ihr Häufigkeitsmaximum in Lebensgemeinschaften von Brackwässern liegt. Daraus geht hervor, daß euryhaline Arten und Brackwasserarten nicht dasselbe sind, beide können natürlich in demselben Lebensraum angetroffen werden. Um Beispiele zu nennen: den Archianneliden *Diurodrilus subterraneus*, welcher von Amrum, aus der Kieler Förde und von der Kurischen und Frischen Nehrung uns bekannt ist, die Halacaride *Halacarellus basteri*, das Rotator *Proales globulifera* und andere mehr werden wir immer als euryhaline Arten bezeichnen.

Die Tiere des Bledius- und Muschelsandes haben den feuchten Sand als Lebensraum. In diesem Zusammenhang sei vergleichsweise ein Blick auf die Verhältnisse im Süßwasser geworfen. J. WISZNIIEWSKI befaßt sich unter besonderer Berücksichtigung der Rotatorien hiermit. „Im gegebenen Rauminhalt des feuchten Sandes nimmt das Wasser nur einen Teil davon ein (höchstens gegen 50%, gewöhnlich aber noch weniger), und lediglich dieser Teil kommt als Lebensträger in Betracht“. „Die Organismengemeinschaft, die die sandigen Zonen der Ufer und des Bodens von Seen und Flüssen besiedelt, wird Psammon bzw. Mikropsammon genannt. Diese Gemeinschaft läßt sich wiederum in 3 Sonderformationen einteilen: Auf dem submersen Sande, der stets vom Wasser bedeckt ist, wohnt eine Gemeinschaft, die wir Hydropsammon nennen. Die nächste Gemeinschaft tritt oberhalb der Wassergrenze in feuchtem, oft von Wellen benetzten und völlig mit Wasser gesättigtem Sand auf. Sie führt den Namen Hygropsammon, und schließlich lebt noch eine dritte Gemeinschaft, das Eupsammon, in den weiter von der Wassergrenze entfernten Strandteilen, wo bereits auf der Oberfläche eine Schicht trockenen Sandes erscheint und wo zwischen den Sandkörnchen nicht nur Wasser, sondern auch Luft eingeschlossen ist.“ Wie wir sehen, findet hier eine Verquickung von biologischen und hydrographischen Verhältnissen statt. Wenn wir diese Einteilung auf die Meeresküste übernehmen, würden wir die Biozönose des Muschel- und Bledius-Sandes zunächst als Eupsammon erklären; doch müßten wir die Verhältnisse des Meeresstrandes in Rechnung setzen und zugestehen, daß bei kurzer Überspülung ein Hygropsammon und bei anhaltender Überschwemmung ein Hydropsammon gegeben sind. Küstengebiete, welche dem Gezeitenwechsel unterliegen, hätten also Zonen mit dauerndem Wechsel zwischen Hydro- und Hygropsammon. — Auf die weitere Terminologie, welche sich mit der Gliederung des Strandgebietes befaßt, sei hier nicht ein-

gegangen. A. REMANE wird demnächst in der Einleitung zur „Tierwelt der Nord- und Ostsee“ kurz die Problematik des Fragekomplexes behandeln.

Wie lange im Laufe eines Jahres auf dem Kniepsand der Muschel- und Bledius-Sand und andere Lebensräume Eu-, Hygro- oder Hydro-Psammon sind, sollen erst künftige Untersuchungen zeigen. Nach den Erfahrungen aus den Sommermonaten ist der Zustand des Eupsammon der häufigste und ein Übergang zum Hygro- und Hydro-Psammon wird die Zahl der Bionten nur geringfügig ändern, da durch Überspülung keine nennenswerte Anzahl von Mikroorganismen des Sandlückensystems transportiert wird. Daß wir es im Bledius-Sand mit einer eigenen Fauna zu tun haben, geht aus dem Vergleich mit dem Farbstreifen-Sandwatt hervor und wird unten eingehender erörtert werden. So können wir auch von einer Biozoonose des Bledius-Sandes sprechen.

Die Notwendigkeit, weiterhin Lebensräume und ihre Lebensgemeinschaften zu untersuchen, um noch viel mehr Werte zum Vergleich zu gewinnen, erhellt aus dem oben Angeführten. Der Vorwurf, hier Biozoonoseforschung zu treiben mit Tieren, welche man nicht sieht, trifft daneben, denn er ist nur ein solcher, der der Bequemlichkeit entspringt, also nicht diskutabel.

II. Die Fauna.

„Muschelsand“ „Bledius-Sand“

	Artenzahl	
Nematoden	7	32
Turbellarien	1	8
Oligochaeten	1	2
Archianneliden	1	—
Rotatorien	1	—
Copepoden	1	2
Ostracoden	1	2
Protozoen	1	2
	14	48

Den Herren KLIE, Dr. KUNZ und Prof. MEIXNER danke ich für freundliche Hilfe bei der Bestimmung.

„Muschelsand“.

Nematoden: *Oncholaimus brachycercus*, *Enoploides labiatus*, *Enoplolaimus spec.*, *Spilophorella paradoxa*, *Prochromadorella germanica*, *Camacolaimus longicauda*, *Tripyloides marinus*.

Turbellarien: Acoel.

Oligochaeten: spec. adet.

Archianneliden: *Diurodrilus subterraneus*.

Rotatorien: *Colurella colurus*.

Copepoden: Copepodit-Stadium.

Ostracoden: *Leptocythere baltica*.

Protozoen: *Trachelocerca spec.*

„Bledius-Sand“.

- Nematoden: *Enoploides labiatus*, *Enoploides* spec., *Oncholaimus brachycercus*, *Adoncholaimus juscus*, *Adoncholaimus thalassophygus*, jg. Oncholaimide, *Syringolaimus benepapillosus*, *Syringolaimus striaticaudatus*, *Trefusia longicauda*, *Thalassoalaimus septentrionalis*, *Paracanthochus caecus*, *Parachromadora litoralis*, *Microlaimus robustidens*, *Microl. honestus*, *Microl. arenicolus*, *Monoposthia mirabilis*, *Spilophorella paradoxa*, *Dichromadora geophila*, *Algeniella trichophora*, Comesomide, *Ascolaimus elongatus*, *Odontophora armata*, *Camacolaimus longicauda*, *Leptolaimus setiger*, *Aegialoalaimus* spec., *Bathylaimus assimilis*, *Tripylloides marinus*, *Eleutherolaimus stenosoma*, *Theristus acer*, *Th. pertenuis*, *Th. ambronensis*, *Neotheristus cancellatus*.
- Turbellarien: *Cicerina brevicirrus*, *Macrostomum* spec., *Monocelis* spec., *Carcharodopharynx* spec., Proxenetide, Schizorhynchide, Dalyellide, Acoel.
- Oligochaeten: 2 Arten (noch unbestimmt).
- Copepoden: *Stenocaris minuta*, *Huntemannia jadensis*.
- Ostracoden: *Leptocythere baltica*.
- Protozoen: *Condyllostoma* spec., *Trachelocerca* spec.

Alle diese Arten, 14 im Muschelsand und 48 im Bledius-Sand, wurden in 50 ccm Sand gefunden. Es ist sehr wahrscheinlich, daß man die Bionten dieser Lebensräume in der Hauptsache erfaßt hat und ein zahlreiches Material an Proben die Anzahl der Arten, welche aber keine Bionten zu sein brauchen, zwar noch erhöhen wird. Wenn man bedenkt, daß im Farbstreifensandwatt nach intensiver Bearbeitung 56 Arten gefunden wurden, so ist die reiche Besiedlung des Bledius-Sandes in der einen untersuchten Probe außerordentlich bemerkenswert. Dazu kommt noch, daß *Bledius arenarius* als Art gar nicht mitgezählt worden ist. Es war im allgemeinen Teil schon gesagt worden, daß der Muschelsand eine verarmte Bledius-Sand-Fauna beherbergt. Ein Blick auf die Faunenliste zeigt dies sofort. Von den 7 Nematodenarten des Muschelsandes kommen 5 im Bledius-Sand vor. Das Turbellar war in beiden Proben dasselbe Acoel. Ebenso die eine Art Oligochaeten, Copepoden, Ostracoden und Protozoen kamen ebenfalls im Bledius-Sand vor. (Die Bestimmung der Oligochaeten wie auch die der Turbellarien wird noch durchgeführt und später publiziert.) Lediglich auf Grund des Vorkommens von *Colurella colurus* und *Diurodrilus subterraneus* von biotopeigener Fauna des Muschelsandes zu sprechen, wäre zumindest verfrüht, wenn nicht verfehlt. Was ergibt nun eine Gegenüberstellung der Faunen des Bledius-Sandes und des Farbstreifen-Sandwattes? Beide Lebensräume haben 13 Nematodenarten, d. s. 40,6% gemeinsam und wahrscheinlich 5 Turbellarien, d. s. 62,5%. Der seinerzeit nicht bestimmbar Ostracode *Leptocythere* spec. aus dem Farbstreifen-Sandwatt ist mit großer Wahrscheinlichkeit *L. baltica* gewesen, denn diese Art ist im Muschelsand und Bledius-Sand sehr häufig und wird, da als einziges Exemplar im Farbstreifen-Sandwatt gefunden, hierhin sich verirrt haben. Vielleicht sind die beiden Ciliaten dieselben Formen, welche im

Farbstreifenwatt angetroffen wurden und besonders im Feinsand sehr häufig sind. Es bleiben demnach noch eine Anzahl von Arten, welche dem Bledius-Sand sein besonderes Gepräge geben. Wahrscheinlich werden wir demnächst auch die Turbellarien noch besser beurteilen können bei der ökologischen Auswertung unserer Untersuchungen über die Mikrofauna des Sandes. Bevor die Nematoden bestimmt waren, stand man in der Erwartung, in der Hauptsache bekannte Formen des Farbstreifen-Sandwattes wiederzufinden. Um so überraschender war es, fast 20 Arten festzustellen, von denen bei der ziemlich eingehenden Durchsuchung des Farbstreifen-Sandwattes keine Spur zu sehen war. Sicher werden bei der zukünftigen Untersuchung des Arenicola-Sandwattes weitere Arten dazukommen, welche weder im Farbstreifen-Sandwatt noch im Bledius-Sand angetroffen wurden. Sie alle sind aber strandnahe Feinsandbewohner, welche zum Teil durch Euryhalinie näher gekennzeichnet sind.

Literaturverzeichnis.

- BRO LARSEN, E., 1936: Biologische Studien über die tunnengrabenden Käfer auf Skallingen. Vid. Medd. Dansk Naturh. For. Köbenhavn B. 100.
- SCHULZ, E., 1936: Das Farbstreifensandwatt und seine Fauna. K. Mf. 1.
- WOHLENBERG, E., 1937. Die Wattenmeer-Lebensgemeinschaften im Königshafen von Sylt. Helgoländer Wissensch. Meeresuntersuchungen 1.
- WISZNIEWSKI, J., 1937: Der feuchte Sand als Lebensmilieu. Mikrokosmos 1937-38, 2.
-