

Sonderabdruck aus
Mitteilungen aus dem Geologischen Staatsinstitut in Hamburg
Heft 23 S. 76—85, Hamburg 1954



Vlaams Instituut voor de Zee
Flanders Marine Institute

Aus der Hydrobiologischen Abteilung des Zoologischen Staatsinstitutes und Zoologischen Museums Hamburg

15696

Biologische Untersuchungen über die Lebensräume der Unterelbe und des Vormündungsgebietes der Nordsee

Von

HUBERT CASPERS, Hamburg*)

Mit 8 Abbildungen im Text

Instituut voor Zeewetenschappelijk onderzoek
Institute for Marine Scientific Research

Prinses Elisabethlaan 69
8401, Bredene - Belgium - Tel. 059 / 80 37 15

Aus der Hydrobiologischen Abteilung des Zoologischen Staatsinstitutes und Zoologischen Museums Hamburg

Biologische Untersuchungen über die Lebensräume der Unterelbe und des Vormündungsgebietes der Nordsee

Von

HUBERT CASPERS, Hamburg*)

Mit 8 Abbildungen im Text

Wenn bei einer Geologentagung die heutigen biologischen Verhältnisse in dem zur Diskussion stehenden Gebiet der Unterelbe erörtert werden sollen, so hat der Biologe zu danken, daß seine Untersuchungen in diesen Rahmen gestellt werden, weil für ihn selbst stets die geologischen und hydrographischen Verhältnisse die Grundlagen für die kausale Deutung seiner Ergebnisse liefern müssen. Im folgenden sollen die dabei im Vordergrund stehenden Probleme erörtert und ein kurzes Referat über die bisher ausgeführten Untersuchungen gegeben werden.

Der Lebensraum des Elbeästuars birgt mancherlei biologisch-ökologische Fragen, finden sich in ihm doch Verhältnisse, wie sie nur an wenigen Orten der Erde in gleicher Weise vorhanden sind und wie sie bisher noch kaum eingehender untersucht wurden. Im Vordergrund steht die biologische Erfassung der durch das Eindringen des Salzwasserstromes sich ergebenden Brackwasserzonen im Flußverlauf bis hin zum Süßwasserbereich. In letzterem bildet sich aber nun — um gleich auf eine recht interessante Erscheinung zu sprechen zu kommen — ein Phänomen aus, das von besonderem hydrobiologischem Interesse ist: durch den Stau und das Auf- und Abpendeln des in das Ästuar eindringenden Gezeitenstromes kommt es auch in der angrenzenden Süßwasserstrecke zu beträchtlichen Pegelschwankungen mit der Folge, daß zur Zeit des Ebbstromes ein ausgedehnter Wattstreifen trocken fällt. Wir haben in diesen Ästuaren daher den einzigartigen Fall, daß sich im Bereich des reinen Süßwassers Wattenzonen ausbilden (in der Unterelbe werden sie „Schorre“ genannt), und das ökologische Problem ist nun, wie sich die Lebewelt des Süßwassers an diese ihm ja völlig fremden Verhältnisse anpaßt. Es ist zu klären, welche Arten diesen Bedingungen zu widerstehen vermögen; hieran schließt sich die Frage nach der quantitativen Beteiligung dieser Formen und dann der Komplex der regionalen, auf Bodeneigenschaft, Zeit der Trockenlage usw. zurückzuführenden Unterschiede der Besiedlung. Weiter ist der Wechsel zum Brackwasser und schließlich zur voll-marinen Zone zu untersuchen und die einzelnen so hydrographisch gekennzeichneten Gebiete biologisch in Vergleich zu setzen, wobei der ganze Komplex der Brackwasserbiologie in die Fragestellung eintritt. — Diese Wattenuntersuchungen betreffen nur einen der Lebensräume des Elbeästuars; hinzu kommt die Bearbeitung der weiteren Biotope, über die unten noch zu berichten sein wird.

*) Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. H. CASPERS, Hamburg 13, Bornplatz 5, Zool. Staatsinstitut.

Die biologische Bearbeitung dieses großen Gebietes gehört schon seit dem Bestehen des Hamburger Zoologischen Museums zum Aufgabenkreis der Hydrobiologischen Abteilung, die überhaupt ursprünglich als „Abteilung für Elbuntersuchungen“ gegründet worden war. Vor allem VOLK hatte zwischen 1900—1909 Untersuchungen begonnen mit dem Ziel einer systematischen Bonitierung; ein größerer Mitarbeiterkreis veröffentlichte Monographien über einzelne Tiergruppen und schuf so die Grundlage für schon rein ökologische Untersuchungen, wie sie von dem späteren Leiter der Abteilung, Prof. E. HENTSCHEL, in Angriff genommen wurden. Dieser hatte 1922 bereits in einem Referat auf der Gründungsversammlung der Intern. Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie in Kiel auf die „Biologischen Wirkungen der Gezeiten im Süßwasser der Niederelbe“ hingewiesen. Er selbst begann Untersuchungen im Hamburger Hafen, beschränkte sich also, wie es auch für die meisten der vorhergehenden systematischen Bonitierungen zutrifft, auf das engere Hamburger Untersuchungsgebiet, so daß die Fragestellungen des Übergangs zum Brackwasser nicht mehr in Betracht gezogen wurden. Schüler HENTSCHEL's haben einzelne Biotope im Hamburger Gebiet eingehender studiert. Als HENTSCHEL dann mehr und mehr die Möglichkeit hatte, sein Forschungsgebiet auf den Ozean zu verlegen, traten die Elbuntersuchungen zurück; nur planktologisch wurden hier noch umfangreichere Arbeiten ausgeführt, die von THIEMANN 1934 in einer vergleichenden Untersuchung des Planktons der Flußmündungen (in Verbindung mit HENTSCHEL's Meteor-Material) ausgewertet wurden. — Als ich nach dem Tode HENTSCHEL's 1945 die Hydrobiologische Abteilung übernahm, schien es mir vordringlich, diese Fragen der Ästuarbiologie im gesamten Bereich der Unterelbe weiter zu klären. Inzwischen liegt nun ein umfangreiches Untersuchungsmaterial vor, das einmal die Wattenzonen, zum anderen den Bereich der Fahrrinne bis ins offene Meer betrifft. — Über die Untersuchungen liegen bisher kleinere Berichte vor (CASPER 1948, 1949, 1951); die ausführliche Darstellung ist in Vorbereitung.

Nach dies em allgemeinen Überblick nun einige Ergebnisse.

Die Wattflächen des Süßwassers stellen einen sehr extremen Lebensraum dar, an welchen sich nur wenige Tiere des schlammigen Teich- und Seebodens anpassen konnten. Dies spiegelt sich im Vergleich der Artenzahl und -zusammensetzung von Süß-, Brack- und Meerwasser: Tabelle 1.

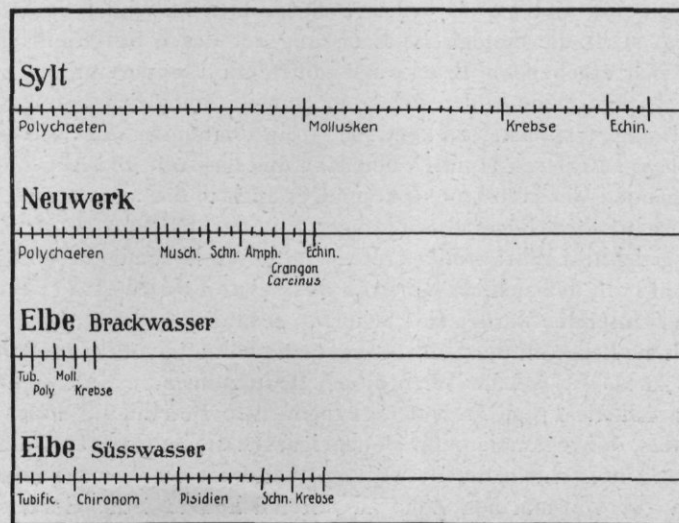


Tabelle 1. Artenzahl in den Wattenzonen der Unterelbe (nach eigenen Untersuchungen; Sylter Watt = Königshafen bei List, nach WOHLBERG).

Den in den Süßwasserwatten lebensfähigen Arten steht eine ungeheure Fülle von organischer Nahrung zur Verfügung, so daß sie in entsprechender Individuenfülle auftreten können. So sind von Tubificiden bis zu 84 000 auf 1 qm zu zählen, auf der gleichen

Fläche ferner bis 37 000 Chironomidenlarven. In der Brackwasserzone tritt die Individuenzahl auf etwa $\frac{1}{10}$ zurück: die Massenentwicklung geschieht hier vorzugsweise durch *Corophium*; hinzu kommen einige Polychaeten und — vom Süßwasserbereich — Tubificiden. Im rein marinen Watt ist dann wieder eine Steigerung der Gesamtindividuenzahl festzustellen, die vorzugsweise auf die Polychaeten und Muscheln zurückgeht.

Süß- und Meerwasserzone scheinen zunächst sich zu entsprechen, doch ist zu beachten, daß im Meer eine viel weitgehendere Aufgliederung in Oekotypen festzustellen ist, während im Süßwasser zur Hauptsache Tubificiden, Chironomidenlarven und Pisidien den Lebensraum nutzen: ökologisch gesehen sind Tubificiden-Chironomiden und Pisidien nur zwei Typen — Detritusfresser und Strudler —; die Gattungs- und Artentrennung innerhalb jedes Typs ist eine systematische und keine ökologische. Die Brackwasserzone dagegen tritt in Bezug auf die Artenzahl sehr zurück (einige Arten zeigen aber ein Massenauftreten, vor allem *Corophium*). — Sehr zu Gunsten der marinen Wattzonen scheint ein Vergleich der Gewichte zu sprechen, wie die folgende Übersicht zeigt:

Tabelle 2. Lebendgewicht auf 1 qm Bodenfläche

Neuwerk (Meerwasser)

(*Arenicola-Mya-Cardium*-Watt)

Muscheln und Schnecken	5 970 g
Würmer	78 g
Krebse	20 g
	6 068 g

Ostemündung (Brackwasser)

Krebse	24 g
Würmer	13 g
	37 g

Hetlingen (Süßwasser)

Tubificiden	80 g
Chironomidenlarven	32 g
Muscheln	31 g
	143 g

Für den Brackwasserbereich äußert sich die geringere biologische Produktivität in diesen Gewichtsbestimmungen deutlich. Beim Vergleich Meer- und Süßwasser muß jedoch berücksichtigt werden, daß einmal ein hoher Gewichtsanteil der marinen Gruppe auf Schalen der Muscheln und Schnecken entfällt, der Unterschied zum Süßwasser also bei einem Vergleich der reinen Fleischgewichte wesentlich geringer wäre, wenn auch weiterhin hervortretend; zum anderen aber müssen wir bedenken, daß für einen Vergleich der Produktivität der beiden Gebiete die Muscheln fast ganz ausgeschlossen werden müssen, da sie als Strudler ihre Nahrung nicht aus dem Rohstoff des Wattbodens selbst gewinnen (mit Ausnahme der „Pipettierer“ im marinen Watt); auch die Schnecken leben nicht direkt vom Sediment, sondern weiden auf dem Watt den Algenrasen ab. Bei einem Vergleich der nun bleibenden Endobiosefauna ist dann die Produktivität des Süßwasserwatts durchaus gleichwertig. Der Reichtum an organischer Substanz wird hier also voll ausgenutzt; der Unterschied zum Meer ist aber darin gegeben, daß im

Süßwasserbereich nur wenige Arten an dieser Ausnutzung beteiligt sind, während wir im Meer eine größere Arten-, aber jeweils geringere Individuenzahl feststellen. — Zum Abschluß dieser Erörterungen über die Wattenökologie des Elbeästuars soll noch darauf hingewiesen werden, daß wir in den Süßwasserwatten keine spezifischen Arten vorfinden, wie sie in den marinen Watten so zahlreich sind: das Süßwasserwatt weist nur Arten auf, die ihre Hauptverbreitung in anderen Süßwasserbiotopen haben, die aber so euryoek sind, daß sie auch den harten Verhältnissen des Watts begegnen können und hier eben den Vorzug des reichen Nahrungsangebotes haben, das sie konkurrenzlos nutzen können. Für die Ausbildung spezifischer Wattenarten fehlte im Süßwasser die Zeit; auch war dieser Lebensraum bei den häufigen Stromverlagerungen zu unstat, als daß eine der marinen Wattenfauna parallele Entwicklung bis heute einsetzen konnte. Mit eine Rolle für den mangelnden Anpassungsstand der Süßwasser-Wattenfauna spielt ferner das Fehlen pelagischer Ausbreitungsstadien, durch welche im Meer eine Art in kurzer Zeit auch entlegene Siedlungsräume besetzen kann.

Die Bodenfauna der tieferen Strombereiche stellt seit 1950 das Hauptarbeitsfeld der quantitativen Untersuchungen dar; bisher sind 260 Bodengreiferfänge ($\frac{1}{5}$ qm) quantitativ ausgewertet worden. Das reichste Leben ist hier in den Sandschlickgründen im äußersten Bereich der Elbmündung — beim Feuerschiff Elbe 1 — vorhanden: Abb. 1. Es treten hier auch ganz weiche Schlickzonen mit starkem H_2S -Gehalt auf, die Massentwicklung von Hydrobien zeigen: Abb. 2. Im sandigen Schlick bei „Elbe 2“ sind *Nucula nitida*, *Angulus fabula* und *Echinocardium* hervortretend: Abb. 3. Am Wattrand ist zeitweise ein geschlossener Teppich von halbwüchsigen Cardien festzustellen: Abb. 4. Bei „Elbe 3“ kommen wir in Feinsandzonen, die eine wesentlich geringere Besiedlung zeigen: Muscheln ganz zurücktretend, vorherrschend niedere Krebse (die Mysidee *Gastrosaccus* und der Amphipode *Haustorius*): Abb. 5. Im weichen Schlick vor Cuxhaven-Kugelbake ist eine gedrängte *Corophium*-Siedlung: Abb. 6. Ein großer Teil der marinen Elemente ist hier bereits ausgeschieden, vor allem die Echinodermen, deren Grenze etwa bei „Elbe 2“ liegt; ferner *Nucula*. — Von Cuxhaven bis stromaufwärts etwa Otterndorf arbeitet der Gezeitenstrom sehr in die Tiefe, und auf dem harten Boden findet sich streckenweise eine fast geschlossene Miesmuscheldecke: Abb. 7; in den Lücken zahlreiche Amphipoden, und zwar die Brackwasserart *Gammarus zaddachi*. Oberhalb dieses Miesmuschelbereiches ist der Elbegrund einmal mit festem Klei, zum anderen mit Feinsand bedeckt. Innerhalb des polyhalinen Brackwasserbereiches wird der Klei noch von einigen Polychaeten besiedelt: *Heteromastus filiformis*; im gesamten übrigen Bereich ist er azoisch. Der Feinsand der Brackwasserregion ist arm besiedelt, immerhin treten einige Polychaeten (*Nephtys hombergi*, *Eteone*, *Heteromastus*) und dann — oft in größerer Zahl — Amphipoden (*Bathyporeia*-Arten) auf: Abb. 8. In einigen Randzonen, wo in Vertiefungen eine Schlickanreicherung stattfindet, wie z. B. vor der Ostemündung, ist eine reichere Ansammlung euryhaliner Meeresformen vorhanden, ein Hinweis darauf, daß ein Larvenangebot für die Bodenbesiedlung in diesen Zonen noch vorhanden ist. Kommen wir aber über die Brackwasserzone hinaus — also etwa von Glückstadt ab — so wäre am Boden des Stromes nun die Fortsetzung der Besiedlung durch Süßwasser-Elemente zu erwarten. Der hier vorhandene mittelfeine bis grobe Sand ist aber völlig azoisch! Die Stromrinne im gesamten Süßwasserbereich bis Hamburg fällt für eine benthale Fauna also aus (auf eine Kausaldiskussion dieser Tatsache muß hier verzichtet werden; s. CASPERS 1951). Die vom Strom vorbeigeführten Nahrungsmengen bleiben im Fahrrinnenbereich also ungenutzt.

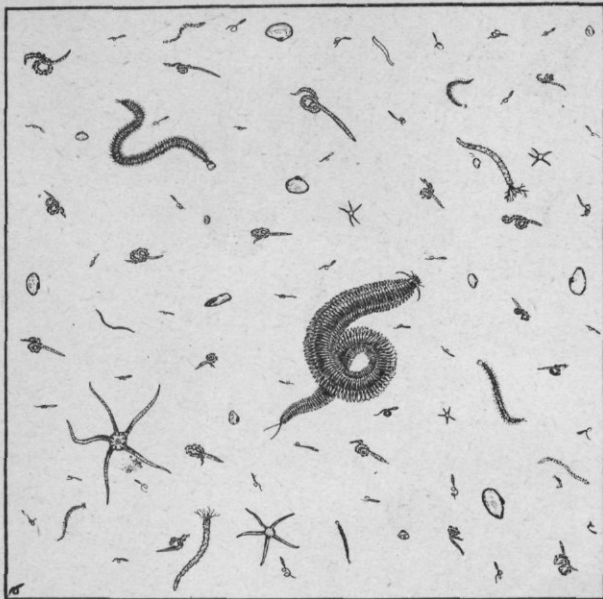


Abb. 1. Die Besiedlung auf $\frac{1}{10}$ qm Bodenfläche westlich vom Feuerschiff Elbe I. Sandiger Schlick.
 3 *Nucula nitida*, 4 *Spisula solida*, 5 *Abra alba*, 1 *Cultellus pellucidus*; 5 *Opbiura albida*; 1 *Nereis virens*,
 1 *Nephtbys caeca*, 1 *Nephtbys longosetosa*, 1 *Nephtbys bombergi*, 1 *Goniada maculata*, 20 *Scoloplos armiger*,
 40 *Pygospio elegans*, 2 *Lanice conchilega*; 1 Nemertine; 1 Amphipode.

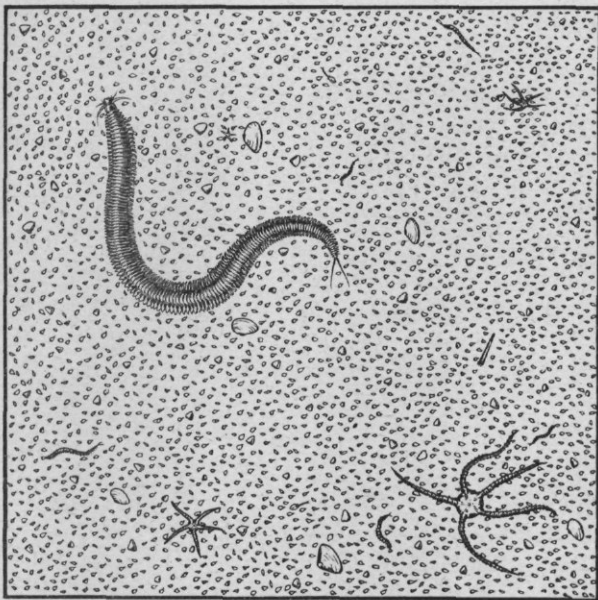


Abb. 2. Weiche Schlickzone bei Elbe I, stark nach H_2S riechend. Besiedlung auf $\frac{1}{10}$ qm.
 3020 *Hydrobia ulvae*, 119 *Nucula nitida*, 1 *Mysella* (= *Montacuta*) *bidentata*, 5 *Abra alba*, 1 *Aloidis* (= *Corbula*) *gibba*, 1 *Spisula solida*; 8 *Opbiura texturata*; 1 *Nereis virens*, 5 *Nephtbys bombergi*, 1 *Pectinaria koreni*;
 2 *Diastylis ratbkai typica*.

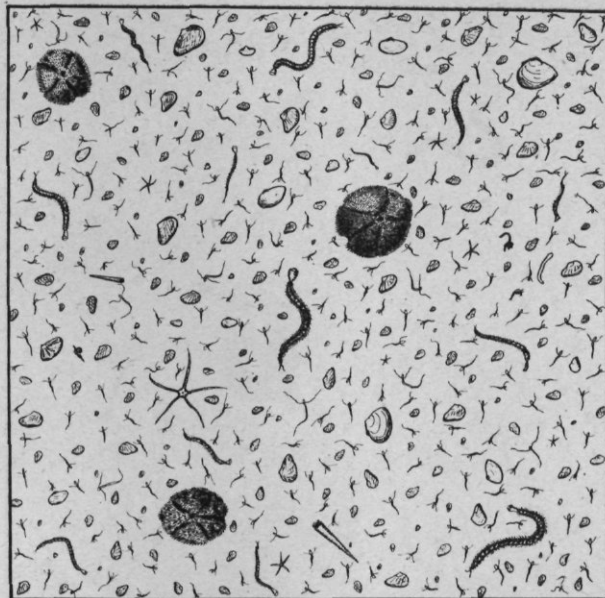


Abb. 3. Sandiger Schlick bei Elbe II. Besiedlung auf $\frac{1}{10}$ qm.

15 *Nucula nitida*, 206 *Angulus fabula*, 1 *Angulus donacinus*, 6 *Abra alba*, 3 *Macoma baltica*, 1 *Spisula solida*, 1 *Mytilus edulis*; 3 *Echinocardium cordatum*, 9 *Ophiura texturata*; 13 *Nephtys bombergi*, 279 *Magelona papillicornis*, 2 *Scoloplos armiger*, 2 *Pectinaria koreni*; 1 *Urotroë grimaldi* var. *poseidonis*; 1 Nemertine.

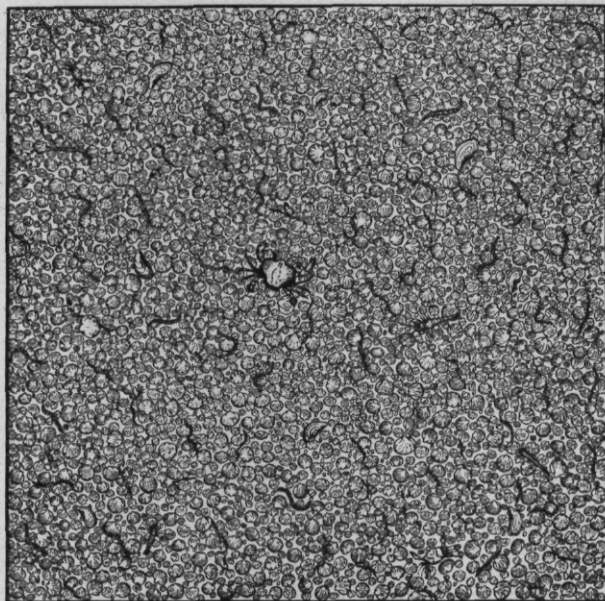


Abb. 4. Dichte *Cardium*-Siedlung im Feinschlick querab Elbe III. $\frac{1}{10}$ qm.

3721 *Cardium edule*, 10 *Macoma baltica*, 1 *Petricola pholadiformis*, 12 *Mytilus edulis*, 14 *Hydrobia ulvae*; 10 *Nephtys bombergi*, 1 *Anatides mucosa*, 82 *Heteromastus filiformis*, 1 *Pectinaria koreni*, 1 *Lanice conchilega*; 1 Nemertine; 1 *Carcinus maenas*, 3 *Portunus bolsatus*, 2 *Crangon crangon*.

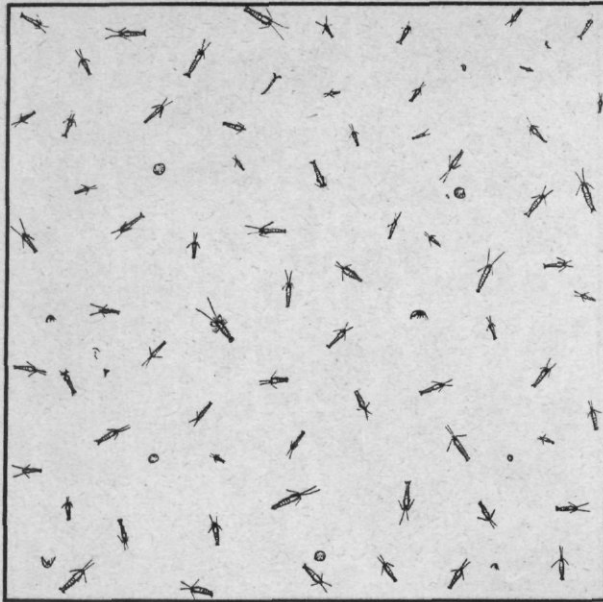


Abb. 5. Feinsandboden bei Elbe III. Mysideen-Siedlung auf $\frac{1}{10}$ qm.

5 *Cardium edule*; 1 Spionide; 1 *Crangon crangon*; 63 *Gastrosaccus spinifer*; 4 *Haustorius arenarius*, 1 *Batyporeia tenuipes*.

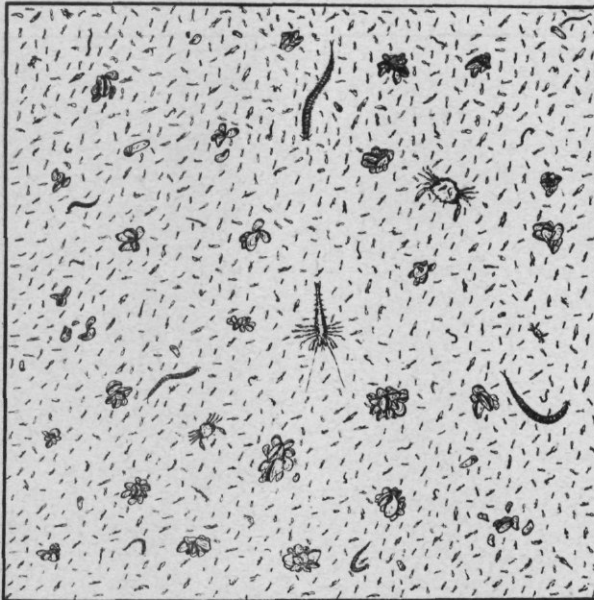


Abb. 6. *Corophium*-Siedlung im weichen Schlick vor Cuxhaven-Kugelbake, $\frac{1}{10}$ qm.

240 *Mytilus edulis*, 12 *Petricola pboladiformis*; 36 *Nereis succinea*; 4 *Carcinus maenas*, 1 *Crangon crangon*; 140 *Corophium volutator*, 22 *Gammarus zaddacbi*; 1 *Neomysis vulgaris*.

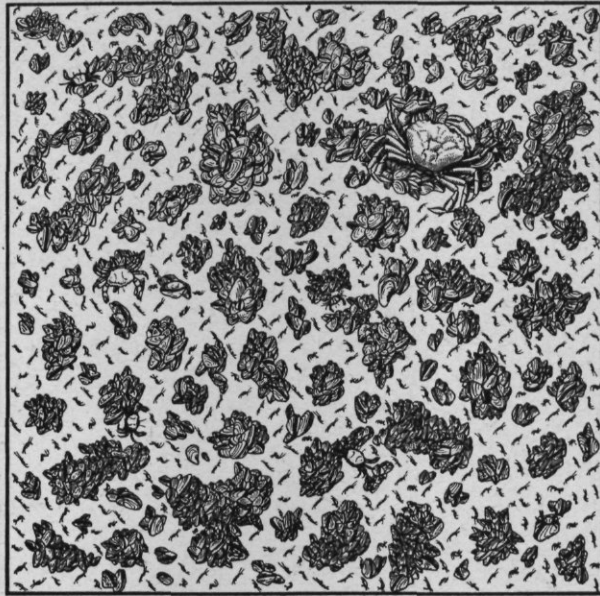


Abb. 7. *Mytilus*-Siedlung in der Elbe-Fahrrinne vor Altenbruch, $\frac{1}{10}$ qm.
2035 *Mytilus edulis*; 10 *Carcinus maenas*; 420 *Gammarus zaddachi*.

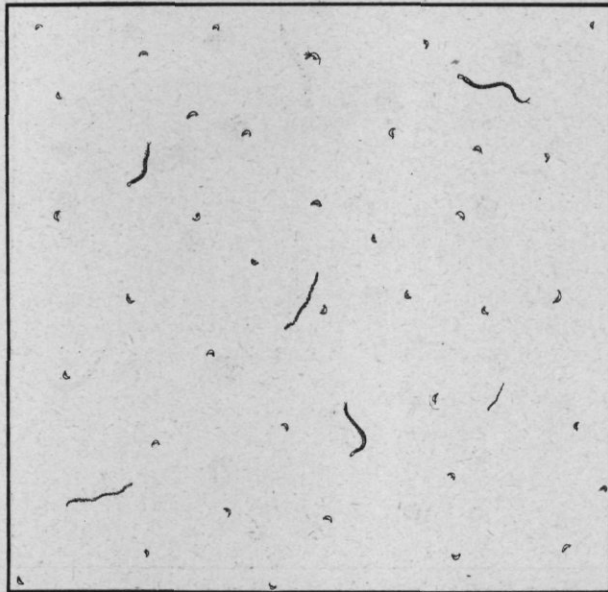


Abb. 8. Feinsand mit geringer Schlickkomponente am Rande der Elbe-Fahrrinne vor Otterndorf, $\frac{1}{10}$ qm.
3 *Nephthys bombergi*, 1 *Eteone longa*, 2 *Heteromastus filiformis*; 36 *Batyporeia pilosa*, 1 *Gammarus zaddachi*.

Als weiteres Untersuchungsobjekt wird seit 1951 der Tonnenbewuchs bearbeitet und damit die alte Untersuchung von KIRCHENPAUER (1862) wieder aufgenommen. Die Fahrwassertonnen bieten für das Studium über die Verbreitung der sedentären Lebewelt im Elbegebiet ideale Verhältnisse: als „tabula rasa“ werden sie ausgelegt, so daß der sich bildende Bewuchs nach Zeit und Zusammensetzung untersucht werden kann. Auch hierbei wurden quantitative Methoden angewendet. Der außerordentlich schnelle und mächtige Anwuchs an den Tonnen von Cuxhaven seewärts ist bekannt. Nach einem ersten Algenrasen kommt es zu gedrängtem *Balanus*-Besatz. Endstadium ist hier stets eine dicke Miesmuscheldecke, deren Lückensystem eine Fülle von vagilen Tieren des Schlickbodens beherbergt; hinzu tritt ein artenreicher Sekundärbewuchs von Seepocken, Seerosen, Hydrozoen und vielem sonst. Der *Mytilus*-Besatz läßt oberhalb Cuxhavens bald nach, so daß wir auch bei lange ausliegenden Tonnen nur eine Seepockenkruste vorfinden, wobei die Balaniden im Sekundär- und Tertiärbewuchs aufeinander sitzen (*Balanus improvisus* + *B. crenatus*). Zahlreich sind zwischen den Seepocken Amphipoden enthalten: *Gammarus zaddachi*. Im Süßwasserbereich treten immer mehr *Cordylophora*-Rasen hervor, die dann neben Algen — *Cladophora* u. a., ferner Schlauchdiatomeen — das Bewuchsbild bestimmen. Immerhin wurden die letzten Seepocken (*Balanus improvisus*) noch in mittlerer Höhe von Pagensand festgestellt! Es ist dies ein Hinweis, daß Larven bis hier transportiert werden. — Auf eine weitere Auswertung dieser Untersuchungen muß hier aus Platzmangel verzichtet werden.

Herr Dr. FR. KÖTTER untersuchte die Pflanzengesellschaften der Unterelbe; neu begonnen wurde von einem Mitarbeiter die biologische Untersuchung der Elbe oberhalb Hamburgs bis zur Zonengrenze. Ferner liegt eine Untersuchung über die Gezeitengräben an der Unterelbe vor. Verf. begann eine Untersuchung über die Besiedlung des Hamburger Hafens.

Mein Referat mußte aus Platzmangel eine Art Tätigkeitsbericht sein, der aber die mannigfachen ökologischen Fragen zeigen sollte, die im Elbeästuar auftreten. Durch zahlreiche weitere Untersuchungen müssen die besonderen Verhältniss dieses Lebensraumes geklärt werden. Endziel wäre die geschlossene Darstellung einer Ästuarbiologie — aber das ist ein weiter Weg.

Schriftenverzeichnis

- CASPERS, H., 1948: Ökologische Untersuchungen über die Wattentierwelt im Elbe-Ästuar. — Verh. Dtsch. Zoologen Kiel.
- , 1949: Die tierische Lebensgemeinschaft in einem Röhricht der Unterelbe. — Verh. Ver. naturwiss. Heimatforsch. Hamburg, 30.
- , 1951: Bodengreiferuntersuchungen über die Tierwelt in der Fahrrinne der Unterelbe und im Vordelta der Nordsee. — Verh. Dtsch. Zool. Gesellsch. Wilhelmshaven.
- DAHL, Fr., 1891: Untersuchungen über die Thierwelt der Unterelbe. — 6. Ber. Komm. wiss. Unters. d. dtsch. Meere, H. 3.
- HENTSCHEL, E., 1916: Biologische Untersuchungen über den tierischen und pflanzlichen Bewuchs im Hamburger Hafen. — Mitt. Zool. Mus. Hamburg, 33.
- , 1917: Ergebnisse der biologischen Untersuchungen über die Verunreinigung der Elbe bei Hamburg. — Ibid. 34.
- , 1923: Biologische Wirkungen der Gezeiten im Süßwasser der Niederelbe. — Verh. Intern. Verein. theor. u. angew. Limnologie, Kiel, 1.
- KIRCHENPAUER, J. U., 1862: Die Seetonnen der Elbmündung. Ein Beitrag zur Thier- und Pflanzen-Topographie. — Abh. aus d. Gebiete d. Naturwiss., herausg. naturwiss. Verein Hamburg, 4, 3.
- KONIEZKO, B., 1954: Recherches sur les fossés latéraux de l'Elbe soumis à l'influence des marées. — Mém. Inst. Roy. Sc. nat. Belg.

- KÖTTER, FR., 1952: Die Pflanzengesellschaften im Tidegebiet der Niederelbe. — Diss. Math.-Naturw. Fak. Univ. Hamburg.
- MESCHKAT, A., 1937: Abwasserbiologische Untersuchungen in einem Buhnenfeld unterhalb Hamburgs. — Arch. f. Hydrobiol. **31**.
- SCHLIENZ, W., 1922: Verbreitung und Verbreitungsbedingungen der höheren Krebse im Mündungsgebiet der Elbe. — Ibid. **14**.
- THIEMANN, K., 1934: Das Plankton der Flußmündungen. — Wiss. Ergebn. Dtsch. Atlant. Exped. „Meteor“, **12**.
- VOLK, R. (u. a.), 1901—1909: Hamburgische Elbuntersuchung. — Mitt. Naturhist. Mus. Hamburg, **13**.—**26**.

