

Instituut voor Zeewetenschappelijk onderzoek
Institut für Küsten- und Binnenfischerei
Veröff. Inst. Meeresforsch. 69
Prinses Elisabeth 37 15
8401 Bredene - Belgien

Bundesforschungsanstalt für Fischerei
Institut für Küsten- und Binnenfischerei
Hamburg

Verh. d. Ges. Meeresforsch. 69
Bremerh. 12, 43-64 (1969)
Aus dem Institut für Küsten- und Binnenfischerei
der Bundesforschungsanstalt für Fischerei

Über das Zooplankton der Unterweser und Wesermündung

16193

Heinrich Küh l und Hans Mann

Abstract: On zooplankton of Unterweser and Weser estuary. Zooplankton was collected from 1954 to 1956 at 24 stations between Bremen and Weser lightvessel at low tide and high tide by vertical catches using the Helgoland egg net. According to the salinity division of REDEKE the region can be divided into three sections. There is a distinct boundary in the region of Nordenham—Bremerhaven (stations 12 to 14) which can be noticed in the regional distribution of plankton. Upstream exist freshwater species like *Oligochaeta*, fresh water Cladocera and copepods (mainly *Eurytemora affinis*), and gammarids. Downstream advance some eurytope forms like *Neomysis* and larvae of flounder and smelt into the mesohalinic and polyhalinic.

In the polyhaline zone many species are found, partly in large quantities: Hydromedusa, Ctenophora, Cumacea, some species of Mysidacea, Chaetognatha and Copelata, and the larvae of polychaets, barnacles, decapods, echinoderms and molluscs.

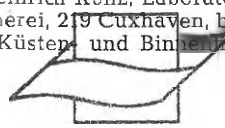
Seasonal differences between spring and autumn trips are due to temperature differences. Comparing plankton of Weser and Elbe estuary, the spectrum of species is rather homogeneous, but plankton is usually more abundant in Elbe river, which is obviously due to the more favorable nutritional conditions.

In den Jahren 1954 bis 1956 wurden auf der unteren Weser fünf Untersuchungsfahrten mit dem FK „Uthörn“ von Bremen bis Weser-Feuerschiff durchgeführt, bei denen Wasserproben genommen und Planktonfänge gemacht wurden. Über die Ergebnisse der hydrochemischen Untersuchungen wurde bereits berichtet (KÜHL und MANN, 1957). Nachdem nun auch die Untersuchungen über das Plankton abgeschlossen sind, sollen nachfolgend die Ergebnisse mitgeteilt werden.

Das Phytoplankton der Unterweser wurde eingehend von LEMMERMANN (1907), HUSTEDT (1959) und BEHRE (1961) bearbeitet. Auf drei Fahrten wurde auch das Phytoplankton von BURSCHE, KÜHL und MANN untersucht und in Beziehung zu

Eingegangen am 5. 6. 1969.

Anschriften der Verfasser: Dr. Heinrich KÜHL, Laboratorium Cuxhaven des Instituts für Küsten- und Binnenfischerei, 219 Cuxhaven, bei der Alten Liebe 1; Prof. Dr. Hans MANN, Institut für Küsten- und Binnenfischerei, 2 Hamburg-Altona, Palmaille 9.



den chemischen Faktoren gesetzt (1959). Von SCHRÄDER (1941) wurden im Wesergebiet fischereiliche Untersuchungen und Untersuchungen über Plankton und Benthos der Weser angestellt. FRIEDRICH (1959) machte Angaben über Verteilung von Gelbstoff und Seston im Zusammenhang mit den Grenzonen im Unterwesergebiet. Er berichtete weiterhin über die Verteilung der Cladoceren, Amphipoden und Mysideen (1960). Spezielle Angaben über die Verbreitung von *Cerianthus*-Larven im Weserästuar liegen von RIEMANN-ZÜRNECK (1968) vor.

Methodik

Auf 24 Stationen wurden von Bremen bis Weser-Feuerschiff Vertikalfänge mit dem Helgoländer Eiernetz gemacht, und zwar jeweils bei Flut und Ebbe, so daß also jede Station zweimal in Abständen von 1 bzw. 3 und 4 Tagen aufgesucht wurde. Wie schon an anderer Stelle ausgeführt (KÜHL und MANN, 1968) spielt die Wasserführung eines Tide-Flusses für die Ausbreitung der halinen Zonen und somit für die Verteilung des Planktons eine wesentliche Rolle. Aus diesem Grunde sind in den nachfolgenden Fahrtterminen die Wasserführungen der Weser angeführt.

Die Fahrten fanden statt:

Datum	Wasserführung am Pegel Intschede m ³ /s
I 11.—13. Mai 1954	140 — 127
II 2.— 5. Juni 1955	234 — 210
III 11.—15. November 1955	196 — 187
IV 13.—17. Mai 1956	260 — 246
V 19.—22. November 1956	390 — 347

Die meteorologischen Daten sind in der früheren Veröffentlichung über den Chemismus der Weser (KÜHL und MANN, 1957) angeführt. Für die Auswertung wurden stets die gesamten Fänge durchgearbeitet, um auch die selteneren Formen zu erfassen. Zur gleichen Zeit wurden auf der Elbe bei den Feuerschiffen Elbe 1, Elbe 2 und Elbe 3 sowie bei Cuxhaven auf 5 Stationen auch Proben in gleicher Weise entnommen.

Anhand der Befunde über den Salzgehalt haben wir die untersuchte Strecke der Weser in drei Abschnitte unterteilt (Abb. 1):

1. die Unterweser von Bremen bis Bremerhaven (versalzene limnische und oligohaline Zone)
2. die Außenweser von Bremerhaven bis Hoheweg-Tonne F¹) (meso- und polyhaline Zone)
3. die Weserbucht von Tonne F bis Weser-F.S. (euhaline Zone)

¹) Ungefähre Position des inzwischen eingezogenen Feuerschiffs „Bremen“.

Diese Dreiteilung findet sich auch bei einem Vergleich der Kurven der Wassertemperaturen wieder.

In den Frühjahrsfahrten nahm die Temperatur von Bremen nach See hin stetig ab, in der Unterweser war die Veränderung nur gering, stärker dagegen in der Außenweser und Weserbucht. Bei den Herbst-

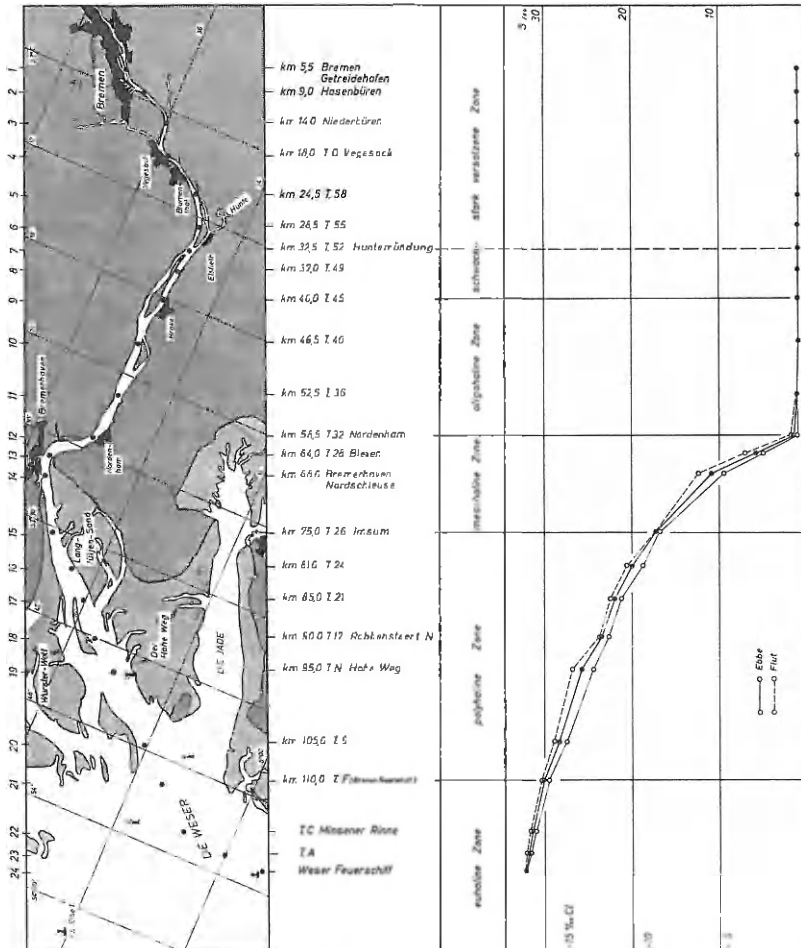


Abb. 1: Plan der Wesermündung von Bremen bis Weser Feuerschiff mit Eintragung der Stationen 1—24, der Flußkilometer, und der halinen Zonen. Die Kurven des mittleren Salzgehaltes für Ebbe und Flut wurden aus den Werten von fünf Untersuchungsfahrten ermittelt.

fahrten waren naturgemäß die Temperaturen im Seegebiet am höchsten, bei Bremen auch noch höher als im Mesohalinikum.

Ergebnisse

A. Coelenteraten

Über die in den Planktonfängen gefundenen Hydromedusen wurde schon eine zusammenfassende Darstellung gegeben (KÜHL, 1969).

Wie auf der Elbe und Ems war das Verbreitungsgebiet auch hier die euhaline und polyhaline Zone, also das Gebiet von Weser-F.S. bis Bremerhaven.

Sarsia tubulosa (M. Sars) wurde im Mai 1954 nur in wenigen ausgewachsenen, reifen Exemplaren bis Station 21 (Hoheweg) gefangen.

Margelopsis Haeckeli (HARTLAUB) kam in den Mai- und Juni-Fängen im Gebiet zwischen Weser-F.S. und Hoheweg (Station 24—18) sowohl als Meduse wie auch als freischwimmender Polyp vor. Einige Medusen hatten Knospen am Manubrium. Die höchste Fangzahl — 15 Exemplare — war bei Station 20 (Hoheweg) zu finden. Zur gleichen Zeit wurden auf der Elbe zwischen Feuerschiff Elbe 2 und Feuerschiff Elbe 3 etwa fünfmal soviel Medusen und Polypen gefangen.

Rathkea octopunctata (M. Sars) hatte im Mai und Juni Knospen und kam daher im gesamten Gebiet zwischen Weser-F.S. und Bremerhaven recht gleichmäßig und in großer Zahl vor. Die meisten Medusen wurden bei Station 16 gefangen (1960 Exemplare), in der Elbmündung waren die Fangzahlen zwei- bis dreimal so hoch.

Nemopsis bachei Agassiz wurde auf unseren fünf Fahrten nicht angetroffen, das konnte jahreszeitlich bedingt sein. Da diese Meduse aber seit dem Jahre 1949 im Cuxhavener Raum von Mai bis Oktober in allen Altersstadien in großen Mengen auftritt, sollte dieser Frage nachgegangen werden. Mit Unterstützung des Instituts für Meeresforschung Bremerhaven wurden daher im Juli 1967 unterhalb von Bremerhaven Horizontalfänge von 10 Minuten Dauer gemacht¹⁾. Bei den Stationen 17/18 (Hoheweg—Wurster Watt) und 14 (Bremerhaven Nordschleuse) wurden reife *Nemopsis* in geringer Zahl (3—5 Exemplare) erbeutet. Die Medusen waren z. T. in einem schlechten Zustand. Im Cuxhavener Raum waren zur gleichen Zeit diese Medu-

¹⁾ Herrn cand. GOERKE sei auch an dieser Stelle für seine Hilfe herzlich gedankt.

sen in Massen vertreten; unter den gleichen Fangbedingungen hätten Tausende von *Nemopsis* im Netz sein müssen. Durch die Fänge konnte aber gezeigt werden, daß *Nemopsis bachei* in der Weser vorkommen kann. Noch nicht ist damit aber die Frage geklärt, ob *Nemopsis* sich in der Weser auch fortpflanzt. Anhand der Befunde scheint das nicht der Fall zu sein, dafür sprechen die geringe Zahl und der schlechte Zustand der reifen Medusen; Jugendstadien wurden nicht gefangen. Es ist jedoch denkbar, daß die Medusen aus dem Elbegebiet stammen und sie bei Thw über die Wasserscheide und das Hochwatt (Wurster Watt) in die Weser mit ablaufendem Wasser gelangt sind, obgleich der Küstenstrom in entgegengesetzter Richtung fließt.

Phialidium hemisphaericum (L.) kam im Mai nur in 1—2 Exemplaren, im Oktober häufiger (10—25 Exemplare) in den Fängen im Gebiet zwischen Weser-F.S. und Bremerhaven vor. Auf der Elbe waren es beim F.S. Elbe 2 maximal 36 Medusen.

Clytia pelagica (VAN BREEMEN) wurde im November 1955 vereinzelt auf den gleichen Stationen wie *Phialidium* angetroffen. Die zarten Kolonien hatten 1—2 Hydrotheken, aber keine Gonangien; es handelte sich wahrscheinlich um Reste einer größeren Population.

Eucheilota maculata HARTLAUB war zwischen Weser-F.S. und Hoheweg (Station 25—20) als reife Meduse in den Fängen mit einer Höchstzahl von 18 Exemplaren vertreten. In der Elbemündung kam diese Meduse zur gleichen Zeit nicht in größerer Menge vor.

Obelia sp. PÉRON et LESEUR kam in allen Altersstadien auf allen Fahrten in geringer Zahl im ganzen Polyhalinikum vor.

Über das Vorkommen von Scyphomedusen können wir verhältnismäßig wenig berichten, da unsere Untersuchungsfahrten entweder im Mai/Juni oder November stattfanden. Die Ephyren von *Aurelia aurita* wurden in geringer Zahl, und zwar bis zu 4 Exemplaren auf der dritten Fahrt im November 1955 zwischen Weser-F.S. und Tonne 9 (Tegeler Platte) angetroffen. Für diese Meduse findet die Strobilation im Frühwinter statt. Da die Scyphostomen von *Aurelia* bei Wilhelmshaven auf Miesmuscheln gefunden worden sind (KÜHL, 1964), besteht die Möglichkeit, daß die vor dem Jadebusen angetroffenen Ephyren aus dem Raum von Wilhelmshaven stammen. Fundorte von Scyphostomen aus der Weser sind uns nicht bekannt.

Die Larven von *Cerianthus lloydii* Gosse mit 4 bis 8 Tentakeln fanden wir im Mai 1954, im Juni 1955 und Mai 1956 in einzelnen Exemplaren (bis zu 4 Stück) im Raum von Weser-F.S. bis Tonne N (Hoheweg). Dieses Vorkommen deckt sich mit den Befunden von

RIEMANN-ZÜRNECK (1968), die diese Larven in der Weser bei Tonne K gefunden hatte. Nach ihren Angaben handelte es sich bei unseren Exemplaren um die Larvalstadien 1 bis 3. Die erwachsenen Tiere kommen in der Helgoländer Bucht vor.

Die Ctenophore *Pleurobrachia pileus* (O. MÜLL.) trafen wir in den Frühjahrsfängen (1., 2. und 4. Weserfahrt) in größeren Mengen an, während sie auf den Herbstfahrten in unseren Fängen fehlte. Das Maximum lag bei der ersten Fahrt mit 480 Exemplaren bei Bremerhaven (Stat. 14), bei der zweiten Fahrt im Raum um Weser-F.S. mit 62 Exemplaren und bei der vierten Fahrt mit 32 Rippenquallen beim Robbensteert (Stat. 18). In der Hauptsache handelte es sich um sehr kleine Exemplare und Larven, ein Zeichen dafür, daß sich diese Rippenqualle im Weser-Ästuar fortpflanzt.

Während *Beroe cucumis* FABRICI auf der Elbe und Ems in unseren Fängen vertreten war, war dies in der Weser nicht der Fall.

Wenn auch nicht zum echten Plankton gehörend, soll nicht unerwähnt bleiben, daß wir im limnischen und oligohalinen Bereich von Bremen bis Bremerhaven auf allen Fahrten mit Ausnahme der vierten regelmäßig die abgerissenen Hydranten von *Cordylophora caspia* (PALLAS) in mehreren Exemplaren und vereinzelt auch *Hydra* sp. antrafen. Auf Platten, die im Hafen von Bremerhaven ausgelegt waren, siedelten sich regelmäßig Kolonien von *Cordylophora* (KÜHL, 1968) an, so daß anzunehmen ist, daß diese Form zwischen Bremerhaven und Bremen vorkommt.

B. Vermes

Dinophilus gyrociliatus O. SCHMIDT kam in unseren Fängen nur im Mai 1954 und 1956 auf den Stationen 14—20, also von Bremerhaven bis Tonne F vor. Im Maximum wurden 960 Exemplare bei Bremerhaven Schleuse gefangen. Ihre Zahl nahm bis auf zwei Exemplare bei Tonne N (Stat. 19) ab. In beiden Jahren war das Vorkommen auf die Fahrten mit ausgehendem Strom beschränkt.

Das Vorkommen von Oligochaeten beschränkte sich auf den limnischen Abschnitt der Weser oberhalb von Nordenham. Sie kamen dort nicht auf jeder Station und meist auch nur in geringer Zahl vor. Am häufigsten trafen wir sie im Mai 1954 mit 10 bis 42 Exemplaren unterhalb von Bremen bei Hasenbüren (Stat. 1—3) an. Gleichzeitig fanden wir auch ihre Kokons im Plankton. Bemerkenswert ist, daß ähnlich wie in unseren Untersuchungen an der Elbe (KÜHL und MANN, 1962) das Vorkommen von Oligochaeten (Naididen) mit dem Auftreten größerer Mengen von grobem Detritus verbunden war. Wir

hatten früher schon darauf hingewiesen, daß *Paranais* und *Ophidionais* sich möglicherweise von dem Aufwuchs auf den Detritusteilchen oder von diesem selbst ernähren. Auch sei bemerkt, daß im Zusammenhang mit den Selbstreinigungsvorgängen in der Weser unterhalb von Bremen der Sauerstoffgehalt abnahm und die Sauerstoffsättigung bis auf 60 % sank. Nach Untersuchungen von DAHL (1960) ist bekannt, daß Naididen bei Sauerstoffmangel im Boden ins freie Wasser aufsteigen und dann im Plankton erfaßt werden können.

Tomopteris helgolandica GREEF kam in unseren Fängen in der Weser nicht vor. Von *Autolytus prolifer* O. F. MÜLLER wurde der eiertragende Sacconereis nur einmal im November 1956 in einem Exemplar bei Tonne A (Stat. 23) gefangen. Diese negativen Befunde sind vermutlich darauf zurückzuführen, daß diese beiden Arten ihr Verbreitungsgebiet im Seegebiet haben und nur unter besonderen Verhältnissen in die Flußmündungsgebiete verfrachtet werden. Bei unseren Untersuchungen in der Elbmündung (KÜHL und MANN, 1962 und 1967) fanden wir sie auch nur im Außengebiet bei höherem Salzgehalt.

Von den marinen Polychaeten waren im Plankton vorwiegend die Larven vertreten. Unter ihnen spielen die Larven von *Spioniden* schon mengenmäßig eine große Rolle. Sie kommen praktisch das ganze Jahr über vor, wobei sie in den Wintermonaten allerdings immer nur in wenigen Exemplaren vertreten sind. Wie aus Abb. 2 und 3 zu ersehen ist, zeigte ihr Vorkommen zwei Maxima im Verbreitungsgebiet, das eine lag im oberen Polyhalinikum, das zweite weiter zur freien See hin. Bei dem ersteren handelte es sich vorwiegend um die Larven von *Polydora ciliata* (JOHNST.) und *Polydora* sp., während im zweiten Maximum vorherrschend *Pygospio elegans* CLAPARÈDE vertreten war. Eine genaue Bestimmung der Artzugehörigkeit war in manchen Fällen nicht möglich, worauf THORSON (1946) schon hingewiesen hatte.

Auf der ersten und vierten Fahrt fanden wir das stärkste Vorkommen dieser Arten; es wurden bis zu 1000 Exemplare pro Fang bei Weser-F.S. (Stat. 24) gefangen. Beide Fahrten hatten jeweils im Mai stattgefunden. Im Juni 1955 betrug das Maximum nur 140 Exemplare. Selbstverständlich war im November 1956 ihre Zahl mit 40 Exemplaren niedrig. Auf der fünften Fahrt wurden nur vereinzelt Tiere (bis zu 3 Stück) angetroffen, was offenbar auf das stürmische Wetter während dieser Fahrt zurückzuführen war.

Lanice conchilega (PALLAS) kam nur auf der zweiten Fahrt im Juni 1955 in größerer Zahl vor. Auf den anderen Fahrten, die im Mai und im November stattfanden, trat sie nur ganz vereinzelt in

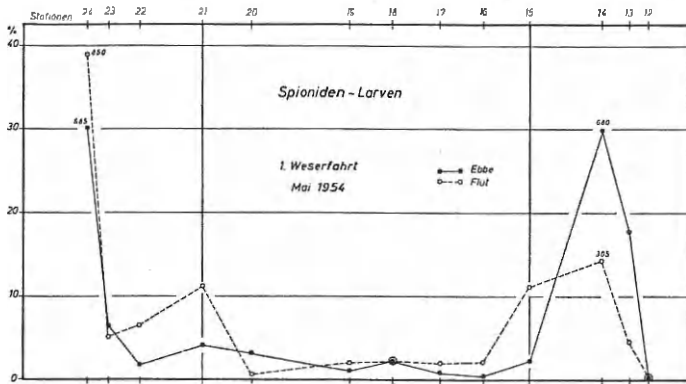


Abb. 2: Verteilung der Spionidenlarven zwischen Nordenham (Station 12) und Weser Feuerschiff (Station 24) im Mai 1954, ausgedrückt in Prozenten der Gesamtzahl. Bei den Maxima (Station 14 und 24) sind die Fangzahlen angegeben.

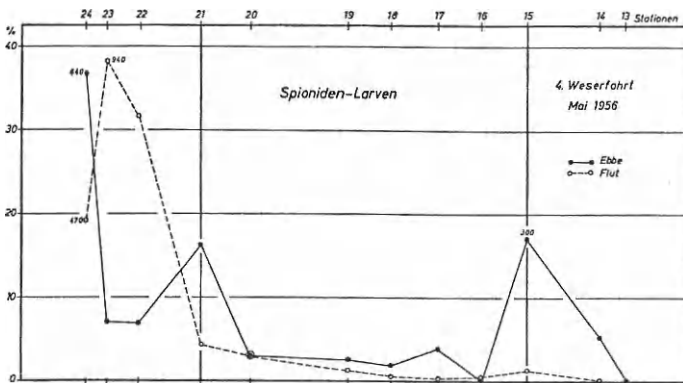


Abb. 3: Prozentuale Verteilung der Spionidenlarven im Mai 1956, bezogen auf die Gesamtmenge. Die Fangzahlen sind bei den Stationen 15, 23 und 24 angegeben.

den äußeren Stationen unterhalb von Bremen F.S. auf. Das unterschiedliche zahlenmäßige Vorkommen auf den Mai- und Junifahrten war offenbar temperaturbedingt, denn auf der Fahrt im Juni 1955 lagen die Temperaturen im allgemeinen über 10° C, während diese Temperatur auf den Fahrten im Mai 1954 und Mai 1956 nicht erreicht wurde. Auf der zweiten Fahrt im Juni 1955 wurden bei ablaufendem

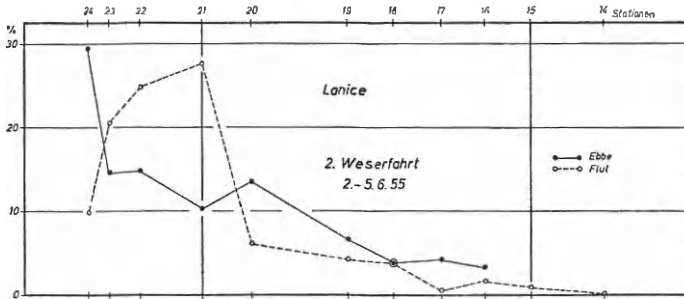


Abb. 4: Das Vorkommen der Larven von *Lanice conchilega*, in Prozent der Gesamtfangzahl, während der zweiten Fahrt im Juni 1956, zwischen Bremerhaven (Station 14) und Weser Feuerschiff (Station 24).

Wasser die ersten *Lanicel*arven (140 Exemplare) bei Stat. 16 (Tonne 24) angetroffen. Ihre Zahl nahm stetig zu und erreichte am äußersten Punkt unseres Untersuchungsgebietes bei Stat. 24 (Weser-F.S.) mit 1250 Exemplaren das Maximum. Bei auflaufendem Wasser lag das Maximum weiter weseraufwärts im Raum Minsener Rinne (1100 Exemplare). Die Fangzahlen gingen dann sehr schnell zurück. Bei Stat. 14 und Stat. 15 (Bremerhaven Nordschleuse) wurden die letzten Exemplare gefunden. Erwähnenswert ist, daß die Summen aller gefangenen *Lanicel*arven bei Ebbe und bei Flut mit 4260 bzw. 3930 Exemplaren sehr ähnlich waren, eine erstaunliche Übereinstimmung, wie sie auch bei anderen Planktongruppen festgestellt wurde (Abb. 4).

Magelona papilliformis O. F. MÜLLER wurde nur in wenigen Exemplaren im Juni 1955 und Mai 1956 angetroffen. Ihr Vorkommen lag unter 10 Exemplaren im Raum von F.S. Weser bis Tonne F. Zur gleichen Zeit wurden auf der Elbe bis 100 Larven bei F.S. Elbe 1 gezählt (KÜHL und MANN, 1967).

Pectinaria koreni MALMGREN wurde von uns nur in 3—4 Exemplaren im Juni 1955 zwischen Stat. 22 und Stat. 23 (Minsener Rinne) festgestellt.

Polynoiden-Larven (*Harmothoe*, *Gattyana*, *Lepidonotus*) kamen im Raum von F.S. Weser bis unterhalb Bremerhaven vor. Das Auftreten dieser Larvenformen scheint von Temperaturverhältnissen beeinflusst zu sein, denn in den Novemberfahrten traten sie selten (3. Fahrt) oder gar nicht (5. Fahrt) auf. Bei der ersten Fahrt im Mai 1954 waren die Fangzahlen ebenfalls nur gering, im Juni 1955 (2. Fahrt) lagen sie etwa doppelt so hoch.

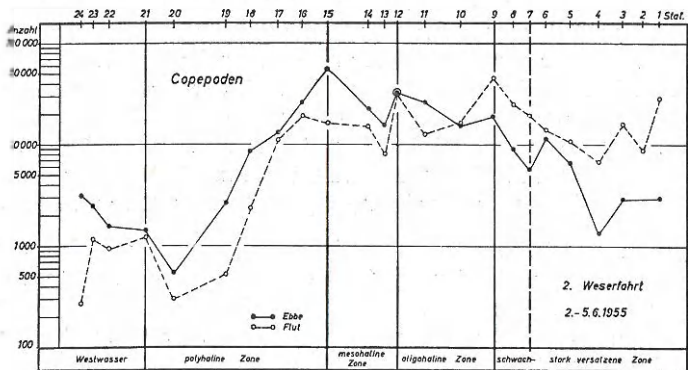
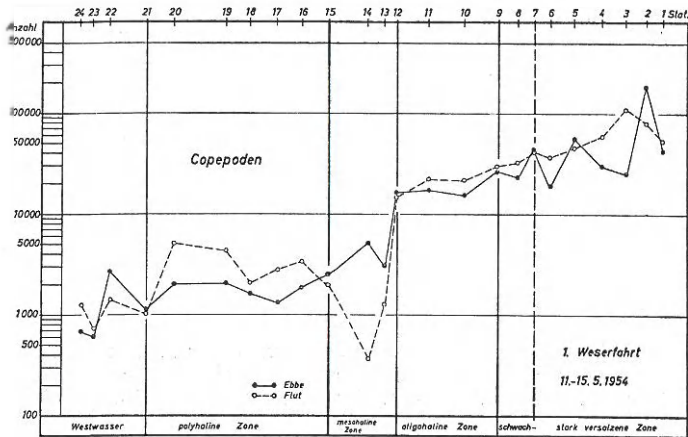
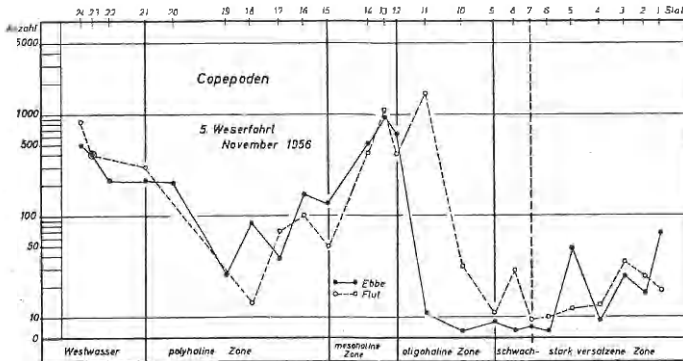
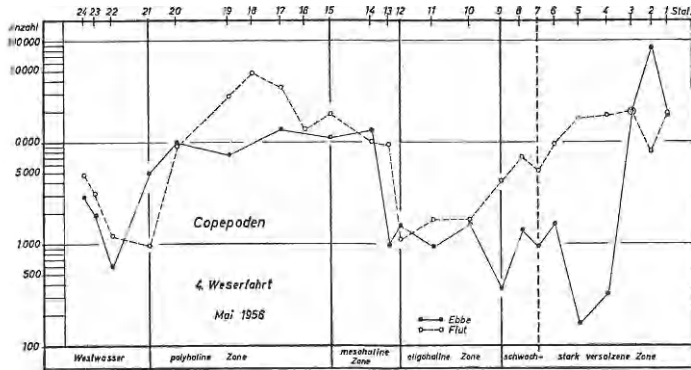
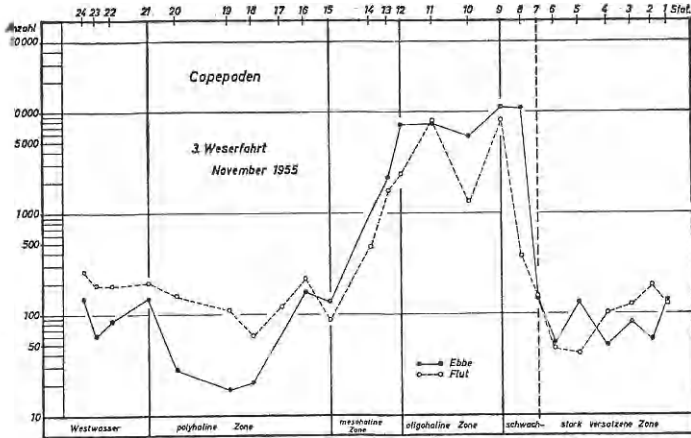


Abb. 5: Mengenmäßiges Auftreten der Copepoden in der Unter- und Außen-Weser im Mai 1954
Juni 1955
November 1955
Mai 1956
November 1956.

Die horizontale Verteilung der Copepoden ist im November 1956 derjenigen der übrigen Fahrten sehr ähnlich. Die vergleichsweise geringen Fangzahlen sind auf das stürmische Wetter (Windstärken von 5–8) zurückzuführen.



Und besonders hoch war das Vorkommen auf der vierten Fahrt im Mai 1956. Vergleicht man das mengenmäßige Vorkommen der Larven mit den Temperaturkurven, so zeigt sich, daß die 10°-C-Temperaturgrenze eine Rolle für ihr Vorkommen spielt.

Nicht unerwähnt bleiben soll, daß auch eine Reihe von Trochophoralarven und Larven von Nereiden vorkamen, die nicht näher bestimmt wurden. Sie traten in geringerer Zahl im Gebiet zwischen Bremen F.S. (Stat. 21) und Imsum (Stat. 15) auf. Am häufigsten waren sie auf der zweiten und vierten Fahrt mit 2—17 Exemplaren.

Die Actinotrocha von *Phoronis* sp. hatten wir auf keiner Fahrt in unseren Planktonfängen. Pilidiumlarven wurden nur einmal mit 10 Exemplaren auf der vierten Fahrt bei F.S. Weser festgestellt.

C. Crustacea

Cladoceren fanden wir im limnischen Bereich bzw. der oligohalinen Zone zwischen den Stationen 1—11. Es waren dies drei Arten, nämlich *Daphnia longispina* O. F. MÜLLER, *Bosmina longirostris* (O. F. MÜLLER) und *Chydorus sphaericus* O. F. MÜLLER; sie wurden auf allen Fahrten angetroffen, wenn auch oft nur in sehr geringen Mengen. Über das jahreszeitliche Auftreten lassen sich anhand unserer Befunde keine näheren Angaben machen, denn auf der 1. und 4. (Maifahrten) und der 5. (November) Fahrt kamen die Daphnien und Bosminen nur vereinzelt in den Fängen vor. Dagegen traten auf der 2. (Juni 1955) und der 3. Fahrt (November 1955) von den Stationen 12—1 regelmäßig bei Flut und Ebbe Daphnien und Bosminen in größerer Zahl auf. Im November 1955 war auch *Chydorus* anzutreffen.

Die Maxima lagen zwischen Station 7 und 1 bei der 2. Fahrt mit 218 Bosminen bei Station 1 und bei der 3. Fahrt mit 185 Exemplaren bei Station 2. *Daphnia longispina* hatte mit 55 Tieren bei Station 1 ihr Maximum.

Die marinen Cladoceren *Podon* und *Evadne* kamen nur in unseren Mai- und Junifahrten (1., 2. und 4. Fahrt) im Bereich der Außenweser von Station 19 (Tegeler Plate) bis Station 24 (F.S. Weser) vor. Die höchsten Fangzahlen für die beiden Gattungen *Podon* und *Evadne* waren beim F.S. Weser, so daß anzunehmen ist, daß das eigentliche Verbreitungsgebiet noch weiter seewärts liegt. Die Fangzahlen für *Podon* lagen bei der 1. Fahrt (V/1954) zwischen 3 (Station 19) und 50 (Station 24) Exemplaren, von *Evadne normanni* LOVÉN wurde nur ein Tier (Station 24) gefangen; ganz ähnlich war es auch bei der 2. Fahrt (Juni 1955), die Zahlen waren mit 2—12 für *Podon* noch niedriger. *Evadne* trat wieder mit einem Exemplar beim F.S. Weser auf. Anders dagegen war es bei der 4. Fahrt (V/1956), hier waren 100—1000

Podon (Station 19—24) und 2—115 *Evadne* in den Fängen, die Maxima lagen sowohl bei Ebbe, wie bei Flut wiederum bei den Stationen 23—24. Viele Tiere hatten Embryonen im Brutraum, außerdem war ein Teil jugendlicher *Podon* in den Proben.

Die Copepoden wurden nur in ihrer Gesamtheit erfaßt und nicht getrennt betrachtet. Wie auf der Elbe und der Ems ist im limnischen und mesohalinen Bereich die eurytope Form *Eurytemora affinis* (POPPE) stark verbreitet. Unter den polyhalinen Copepoden sind als häufig zu nennen: *Calanus finmarchicus* (GUMER), *Acartia bifilosa* (GIESLER), *Temora longicornis* (MÜLLER), *Centropagus hamatus* (LILLY). Ähnlich wie in der Elbe zeigten sich im mengenmäßigen Vorkommen deutliche Unterschiede zwischen Frühjahr und Herbst. Während im Frühjahr bis zu 100 000 Exemplare im limnischen Bereich in einer Probe gezählt wurden, lag im Herbst das Maximum bei 10 000 Exemplaren. Auf diese jahreszeitlichen Unterschiede hat auch schon SCHRÄDER (1941) bei seinen Weseruntersuchungen hingewiesen. Wenn auch die Copepoden oft in Wolken auftreten und dementsprechend die Fangmengen in den einzelnen Proben größeren Schwankungen unterliegen können, so ist doch bemerkenswert, daß die Kurven der Ebbe- und Flutfahrten, die zu verschiedenen Zeiten durchgeführt wurden, in ihrem Verlauf größenordnungsgemäß gut übereinstimmen. Es genügt daher, an zwei Beispielen (2. und 3. Fahrt) die räumliche Verteilung aufzuzeigen. Aus beiden Kurven geht hervor, daß im limnischen und oligohalinen Bereich ein Maximum zu verzeichnen war. Zum Polyhalinikum war eine deutliche Abnahme im Vorkommen der Copepoden festzustellen; nach See hin nahm ihre Menge wieder zu (Abb. 5).

Die Nauplien und Cyprislarven von *Balanus balanoides* (L.), *Balanus crenatus* BRUG. und *Balanus improvisus* DARWIN kommen vom F.S. Weser (Station 24) bis Bremerhaven (Station 14) vor. Das Verhältnis der drei Arten ist etwa 1 : 2 : 4, wobei *B. balanoides* und *B. crenatus* mehr in den seewärts gelegenen Regionen vorkamen. Die Maxima lagen sowohl für Nauplien wie auch Cyprislarven bei allen Fahrten zwischen Minsener Rinne (Station 22) und der Robbenplate (Stat. 19), also in der polyhalinen Zone im Gebiet der ausgedehnten Watten. Bei ablaufendem Wasser ist die Menge an Larven mit 400 bis 650 Nauplien und 130—240 Cyprislarven je Fang in der polyhalinen Zone erheblich höher als bei Flut; im Bremerhavener Gebiet verschieben sich die Verhältnisse, da hier die Watten fehlen, die die Hauptmenge besonders an Nauplien liefern.

Da die Larven der Balaniden gewöhnlich erscheinen, wenn die Wassertemperatur über 10° C liegt, wurden sie auch hauptsächlich in den Mai- und Juni-Fahrten gefangen. Im Mai waren die Fang-

zahlen im allgemeinen höher. Auf der dritten Fahrt im November kamen vereinzelt noch Cyprislarven vor, aber keine Nauplien, da die Wassertemperaturen in den Außenbezirken sich noch über 10° C bewegten.

Bei den Amphipoden handelt es sich im limnischen Bereich vorwiegend um Gammariden. KLIE (1914, 1932/33) und SCHRÄDER (1941) nennen nur *Gammarus zaddachi* SEXTON, FRIEDRICH (1960) außerdem noch *Gammarus salinus* SPOONER. Eine ziemlich scharfe Grenze in der Verbreitung für diese Arten lag im Gebiet Nordenham—Bremerhaven (Stat. 32 und 28). Bei der ersten und zweiten Fahrt (Mai 1954 und Juni 1955) wurden bis 1000 Exemplare (bis 90 % jugendliche Tiere) in den Proben gefangen. Dieses Vorkommen erstreckte sich bis Bremen hin, das Massenvorkommen lag zwischen Stat. 12 (Tonne 32) und Stat. 7 (Tonne 52). In den anderen drei Fahrten war der Unterschied in der räumlichen Verteilung nicht so ausgeprägt, da auch das zahlenmäßige Vorkommen erheblich geringer war (maximal 50 Exemplare).

Im polyhalinen Bereich treten nach SCHRÄDER (1941) *Bathyporeia pelagica* (BATE) und *Bathyporeia pilosa* LINDSTRÖM auf. Von den *Corophium*-arten wären zu nennen *Corophium lacustre* VANHÖFFEN und *Corophium volutator* (PALLAS). SCHRÄDER (1941) erwähnte in seinen Untersuchungen ferner *Caprella linearis*, *Microprotopus maculatus*, *Calliopius rathkei*, *Pontocrates arenarius* und *Notropis swamerdami*. Insgesamt kamen diese Arten als Bodenbewohner stets nur in wenigen Exemplaren in den Fängen vor. Frau Dr. SCHULZ-MOVAGHAR erhielt die von uns gesammelten Amphipoden zur weiteren Bearbeitung.

Cumaceen, in der Hauptsache *Pseudocuma longicornis* (BATE) kamen nur in geringer Zahl in unseren Proben vor, da diese Tiere als Bodenbewohner von unseren Fanggeräten nur dann erfaßt wurden, wenn sie ihr Substrat verließen. Das Verbreitungsgebiet lag zwischen F.S. Weser (Stat. 24) und Robbenplate (Stat. 18). In den Novemberfahrten waren die Fangzahlen größer und die Verteilung der Tiere regelmäßiger als auf den Fahrten, die im Mai bzw. Juni stattfanden. Das geringste Vorkommen (Station 21 bis Stat. 19) war auf der vierten Fahrt im Mai 1956 zu verzeichnen, als die Temperaturen etwas höher lagen. Das gesammelte Material wurde Herrn Dr. GRUNER, Berlin, übergeben.

Von den Mysideen wurden von uns fünf Arten in der Weser festgestellt. Es waren dies: *Neomysis integer* (LEACH), *Mesopodopsis (Macropsis) slabberi* (VAN BENEDEEN), *Paramysis (Schistomysis) spirilus* NORMANN, *Paramysis (Schistomysis) kervillii* (G. O. SARS), *Gastrosac-*

cus spinifer GOES. Die von SCHRÄDER (1941) erwähnte *Leptomysis mediterranea* G. O. SARS war in unseren Fängen nicht vertreten, während die von ihm ebenfalls genannte Art *Schistomysis ornata* der von uns angeführten *Paramysis kervillei* entspricht (KÜHL, 1964). *Neomysis integer* besiedelte im Mai und Juni die obere Brackwasserzone oberhalb Bremerhavens bis Vegesack. Im November war das Vorkommen sehr viel ausgedehnter und reichte bis Bremen F.S. (Stat. 21). Besonders häufig war diese Art auf der zweiten Fahrt mit 580 Exemplaren bei Stat. 15 (Imsum) vertreten, dabei war der Anteil junger Tiere recht hoch. Im Mai hatten die Weibchen Eier bzw. Junge im Marsupium. Die übrigen obengenannten Arten besiedelten die polyhaline Zone bis zum F.S. Weser hin. Die Maximalzahlen ihres Vorkommens betragen 43 Exemplare von *Paramysis spiritus*. Die genannten Arten kamen regelmäßig vor, eine Ausnahme machte *Gastrosaccus spinifer*, der vereinzelt auf der ersten, dritten und fünften Fahrt vorkam. *Gastrosaccus* gelangte als Bodenform nur selten in unsere Fanggeräte. Das gleiche gilt auch für *Praunus flexuosus*, die nur einmal in unseren Fängen auftrat.

Die Larven von *Crangon crangon* L. traten nur in der polyhalinen Zone auf. Ihr Vorkommen war in der 1., 2. und 4. Fahrt (Mai und Juni) besonders groß, wobei Jugendstadien I—III überwogen. In den Novemberfahrten kamen die Larven in unseren Fängen nur vereinzelt vor. Es handelte sich dann auch nur um die älteren Stadien V und VI. Im Maximum wurden über 300 Larven im Mai 1956 bei Stat. 18 im Gebiet der Robbenplate gezählt.

Im Gegensatz zu den Larven kamen erwachsene *Crangon* vereinzelt noch bis Nordenham (Stat. 12) vor. Auch SCHRÄDER (1941) wies darauf hin, daß *Crangon* als ausgewachsenes Tier bis an die Grenze des Süßwassers vordringen kann.

Die Zoelarven von *Carcinus maenas* L. trafen wir nur auf der ersten und zweiten Fahrt an, und zwar auf der ersten Fahrt auf einzelnen Stationen in geringer Zahl (bis 5 Exemplare) zwischen F.S. Weser bis Robbenplate. Auf der zweiten Fahrt traten die Zoea auf engerem Gebiet zwischen F.S. Weser und Tegeler Plate regelmäßig in etwas größerer Zahl (38 Exemplare) auf.

D. Echinodermen

Die Brachiolarien von *Asterias rubens* L. wurden von uns in der gesamten polyhalinen Zone bis nach Bremerhaven regelmäßig auf den Mai/Junifahrten angetroffen. In dieser Zeit hatten die Larven Knospen, in geringerer Zahl fanden wir auch metamorphosierte Seesterne vor. Das Maximum betrug mehr als 200 Exemplare im Mai 1956 bei Tonne A (Stat. 23).

Die Plutei von *Ophiura albida* FORB. und *Ophiura texturata* LAM. wurden auf der zweiten Fahrt zwischen F.S. Weser und Tonne F regelmäßig bis zu 12 Exemplaren angetroffen. Echinoplutei von *Echinocyamus pusillus* (O. F. MÜLLER) traten nur zweimal im Mai 1956 zwischen F.S. Weser und Minsener Rinne auf. In den Novemberfahrten kamen Echinodermenlarven in unseren Fängen nicht vor.

E. Mollusken

Die Larven von Muscheln, wobei es sich in der Hauptsache um *Mytilus edulis* L. und vereinzelt um *Cardium edule* L. handelte, wurden nur auf der zweiten Fahrt im Juni 1955 in größerer Zahl zwischen Minsener Rinne (Stat. 22) und Imsum (Stat. 15) festgestellt. Das Maximum mit mehr als 750 Larven lag im Gebiet der Watten zwischen Tonne F und Hoheweg (Stat. 19).

F. Chaetognathen

Sagitta setosa J. MÜLLER kam in den Mai- und Junifahrten von F.S. Weser bis Bremerhaven nur vereinzelt in geringer Anzahl vor. Dagegen waren die Fangzahlen bei den beiden Novemberfahrten im Bereich von F.S. Weser (Stat. 24) bis Bremerhaven (Stat. 13) recht hoch. Sie lagen zwischen 100 und 550 Exemplaren unter einem Quadratmeter. Bemerkenswert ist, daß die Fangmengen sowohl bei beiden Weserfahrten als auch bei den Fängen auf der Außenelbe zur gleichen Zeit sich in der gleichen Größenordnung bewegten (Abb. 6).

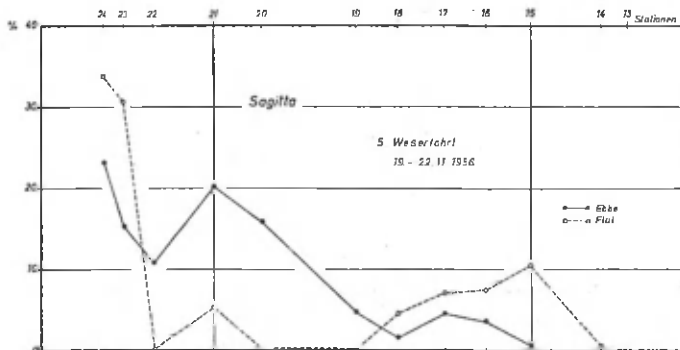


Abb. 6: Die Verbreitung von *Sagitta setosa* im Raum zwischen Station 13 (Bremerhaven) und 24 (Weser Feuerschiff) im November 1956, die prozentuale Verteilung bezogen auf die Gesamtzahl.

G. Copelaten

Oikopleura dioica FOL. war in den Fängen der Novemberfahrten vertreten, und zwar von F.S. Weser bis Tegeler Plate (Stat. 19). Maximal waren es 90 Exemplare bei F.S. Weser.

Frittilaria borealis (LOHMANN) fanden wir nur auf der vierten Fahrt im Mai 1956 zwischen F.S. Weser und Tonne F, allerdings in großer Anzahl (bis zu 2250 Exemplaren) vor.

H. Fischeier und Fischlarven

Auf den Frühjahrsfahrten (1., 2. und 4. Fahrt) wurden im gesamten Untersuchungsbereich Fischeier und Fischlarven angetroffen. Von Nordenham (Stat. 12) bis Niederbüren (Stat. 3) fanden sich vorwiegend Eier und Larven vom Stint (*Osmerus eperlanus* L.), und zwar bis zu 210 Exemplare je Fang. Daneben kamen von Nordenham bis Brake (Stat. 9) vereinzelt auch Flunderlarven (*Platichthys flesus* (L.) vor.

Unterhalb von Bremerhaven, im Polyhalinikum, waren Fischeier und Fischlarven, deren Artzugehörigkeit im einzelnen nicht bestimmt wurde, im Frühjahr ebenfalls vertreten, besonders zahlreich waren sie auf der vierten Fahrt (Mai 1956).

Auf den Fahrten im November wurden weder Fischeier noch Fischlarven angetroffen, doch wurden im Bereich von Nordenham—Brake juvenile Stinte mit einer Länge von 40—50 mm gefangen.

Besprechung der Ergebnisse

Unsere Untersuchungen erstreckten sich auf Unterweser und Außenweser zwischen Bremen und F.S. Weser. Anhand der Ergebnisse der Untersuchungen über die Hydrochemie der Weser (KÜHL und MANN, 1957) hatten wir das Untersuchungsgebiet in drei Abschnitte unterteilt: 1. den eigentlichen Lauf des Flusses von Bremen bis Bremerhaven (Unterweser); 2. den anschließenden Abschnitt von Bremerhaven bis Bremen F.S. (Außenweser); 3. den Übergang des Flusses in die freie See. Diese grobe Unterteilung deckt sich gut mit den Befunden von SCHRÄDER (1932, 1941), PLATE (1951), RÖBKE (1957) und FRIEDRICH (1959, 1960).

Die Einteilung in haline Zonen nach dem REDEKE-System, die wir aufgrund der hydrochemischen Ergebnisse vorgenommen hatten, konnte auch auf die biologischen Verhältnisse übertragen werden, wie dies für das Phytoplankton (BURSCHE, KÜHL und MANN, 1959) bereits geschehen ist. Diese Ergebnisse stimmten auch sehr gut mit

den umfangreichen Untersuchungen von HUSTEDT über die Diatomeenflora (1959) und von BEHRE über die Algenbesiedlung der Weser (1961) überein. Es sei darauf hingewiesen, daß die Einteilung in haline Zonen kein starres System darstellt. Die halinen Zonen bewegen sich über mehr oder weniger große Strecken, wofür insbesondere die Wasserführung, daneben auch Wetterverhältnisse und Tiden verantwortlich zu machen sind. Die Wasserführung und ihre biologische Bedeutung wurden anhand zahlreicher charakteristischer Beispiele von Elbe und Ems behandelt (KÜHL und MANN, 1968).

Die auffälligsten Unterschiede in der mengen- und artenmäßigen Verteilung der Plankter in der Weser liegen im Gebiet von Bremerhaven, also an der Grenze zwischen Unterweser und Außenweser, bzw. der beweglichen Grenze zwischen der oligo- und mesohalinen Zone. Oberhalb dieser Grenze finden sich nur relativ wenig Planktongruppen. Es sind dies Cladoceren, Copepoden, Gammariden, *Neomysis integer*, Larven vom Stint und Flunder. Diese Gruppen, die nur relativ wenige Arten umfassen, kommen, mit Ausnahme der Cladoceren, im allgemeinen in sehr großen Mengen vor.

Unterhalb von Bremerhaven nimmt die Artenzahl im Polyhalinikum zu und erreicht ihre höchsten Werte in den seewärts gelegenen Regionen. Hier spielen die ausgedehnten Wattengebiete für die Entwicklung der Larvenstadien eine große Rolle.

Deutliche Unterschiede nach Mengen und Arten der Plankter finden sich zwischen den Mai/Juni- und Novemberfahrten. Diese jahreszeitlichen Veränderungen in der Zusammensetzung des Planktons im Weserästuar werden durch die Wassertemperaturen bedingt. Dabei spielt die 10°C-Temperaturgrenze eine wichtige Rolle. Die Mai/Juni-fahrten fallen dabei in eine Zeit mit steigender, die Novemberfahrten mit fallender Temperaturtendenz. Von Mai bis Oktober liegen die Temperaturen über 10°C, wobei die Maxima in die Monate Juli/August und die Minima in die Monate Januar/Februar fallen. Die Frühjahrs- und Sommermonate sind die Zeit der Fortpflanzung für viele Plankter und Benthosorganismen. Dies wird deutlich, wenn man die Zahlen des Vorkommens einer Reihe von Planktern und ihrer Jugendformen in den verschiedenen Fahrten miteinander vergleicht. In den Mai- und Junifahrten waren stark vertreten *Margelopsis*, *Rathkea*, *Pleurobrachia*, *Lanice*, Larven von Balaniden, *Crangon*, *Carcinus* und Muscheln. Andererseits haben gewisse Formen ihr Maximum im Winter, wie z. B. *Sarsia* und *Phialidium*. Manche Formen finden sich sowohl im Frühjahr als auch im Herbst in größerer Zahl, wie z. B. *Sagitta*. Auch die Spionidenlarven sind während des ganzen Jahres anzutreffen, allerdings in größter Zahl im Mai/Juni.

Naturgemäß spielt für die regionale Verteilung auch die Tidenbewegung eine Rolle. In vielen Fällen zeigen jedoch unsere Fangzahlen, daß die Unterschiede in der Verteilung auf die gesamte Untersuchungsstrecke nicht so markant sind, da die Fahrten parallel mit den Tidenbewegungen ausgeführt wurden. Andererseits zeigen sich selbstverständlich Unterschiede im zahlenmäßigen Vorkommen, wenn man an einem Fixpunkt die Veränderungen im Verlauf einer Tide verfolgt.

Vergleich der maximalen Fangmengen

Fahrzeit	Plankter	Weser (Station)	Elbe (Station)
V/54	<i>Rathkea</i>	1 960 (15)	5 920 (23)
VI/55	<i>Rathkea</i>	680 (23)	1 990 (21)
V/56	<i>Rathkea</i>	1 215 (19)	2 650 (21)
V/54	<i>Pleurobrachia</i>	480 (14)	76 (21)
VI/55	<i>Pleurobrachia</i>	62 (21)	295 (21)
V/54	Spionidenlarven	850 (24)	1 110 (25)
VI/55	Spionidenlarven	133 (24)	944 (25)
XI/55	Spionidenlarven	37 (24)	51 (21)
V/56	Spionidenlarven	940 (23)	539 (25)
XI/56	Spionidenlarven	3 (24)	20 (23)
VI/55	<i>Lanice</i>	1 253 (24)	2 640 (25)
VI/55	<i>Magelona</i>	10 (23)	100 (25)
V/54	<i>Brachiolaria</i>	58 (24)	322 (23)
VI/55	<i>Brachiolaria</i>	108 (23)	341 (25)
V/56	<i>Brachiolaria</i>	207 (23)	124 (25)
XI/55	<i>Sagitta</i>	522 (21)	579 (23)
XI/56	<i>Sagitta</i>	551 (23)	457 (23)
VI/56	<i>Fritillaria</i>	2 250 (23)	975 (24)

Interessant ist ein Vergleich zwischen Außenelbe und Außenweser, deren Wassermassen sich im Vormündungsgebiet mischen (LÜNEBURG, 1963). Die Vergleichsfänge zeigten, daß die artenmäßige Zusammen-

setzung des Planktons beider Flüsse in der polyhalinen Zone sehr ähnlich ist, wie sich aus der Zusammenstellung der Maximalzahlen einiger häufiger Plankter ergibt. Weitgehend unabhängig von der Wassertiefe stimmen die Fangzahlen recht gut überein. Bei Planktern, die in größerer Zahl vorkommen, sind im allgemeinen die Mengen in der Elbe größer als in der Weser. Offensichtlich beruht dies auf dem höheren Nährstoffgehalt der Elbe. Auch der Detritusgehalt der Elbe ist größer als der der Weser. Ferner sind die Ufer der Unterweser steil, so daß Buchten, Gräben und Altarme weitgehend fehlen, während sie in der Unterelbe zahlreich vertreten sind. Der Weser fehlen auch Buchten mit Sandbänken, ebenso wie die Uferstreifen mit Gelegegürteln und Unterwasserbeständen, worauf auch schon SCHRÄDER (1941) hingewiesen hatte. Besonders interessant ist, daß die Appendicularie *Fritillaria borealis* LOHMANN nur auf der Fahrt im Mai 1956, und zwar sowohl in der Weser wie auch in der Elbe auftrat. In der Weser war die Menge mit 2250 Tieren bei Tonne A größer als in der Elbe (F.S. Elbe 1 mit 975 Tieren). Das Vorkommen beschränkt sich in beiden Flüssen auf die drei bzw. vier äußeren Stationen. Auf vierzehn Untersuchungsfahrten in der Elbe fand sie sich nur auf dieser Fahrt im Mai 1956.

Aus technischen Gründen konnten wir unsere Untersuchungsfahrten auf der Weser nur in den Monaten Mai/Juni bzw. November durchführen. Aus dem Vergleich mit dem Elbeplankton, das in allen Jahreszeiten gefangen wurde, geht aber hervor, daß das Gesamtbild auch bei diesen wenigen Fahrten erfaßt worden ist.

Literaturverzeichnis

- BEHRE, K. (1961): Die Algenbesiedlung der Unterweser unter Berücksichtigung ihrer Zuflüsse (ohne die Kieselalgen). Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh. **7**, 71—263.
- BURSCHE, E. M., H. KÜHL und H. MANN (1959): Beziehungen zwischen dem Chiasmus und der Phytoplanktonentwicklung auf der unteren Weser. Internat. Rev. ges. Hydrobiol. **44**, 277—298.
- DAHL, I. O. (1960): The Oligochaete Fauna of 3 Danish Brackish Water Areas. Meddel. Danm. Fiskeri- og Havundersogelser. (N. S.) **2** (26), 1—20.
- FRIEDRICH, H. (1959): Beiträge zu biologisch-ökologischen Untersuchungen in der Unter- und Außenweser. Veröff. Inst. Meeresforsch., Bremerh. **6**, 1—12.
- (1960): Beiträge zu biologisch-ökologischen Untersuchungen in der Unter- und Außenweser. IV. der KMnO_4 -Verbrauch; V. Verteilung der

- Cladocera (Wasserflöhe) im Plankton der Unterweser; VI. Verteilung der Amphipoden (Flohkrebse); VII. Verteilung der Mysidacea. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh. **7**, 36—47.
- HUSTEDT, F. (1959): Die Diatomeenflora der Unterweser von der Lesummündung bis Bremerhaven mit Berücksichtigung des Unterlaufs der Hunte und Geeste. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh. **6**, 13—176.
- KLIE, W. (1914): Die Crustaceenfauna des Alten Hafens zu Bremerhaven. Internat. Rev. ges. Hydrobiol. Biol. Suppl. **6**, 1—12.
- (1933): Neues zur Crustaceenfauna Nordwestdeutschlands. Abh. natur. Verein Bremen, **28**, 271—276.
- KÜHL, H. (1964 a): Die Mysideen der Elbmündung. Abh. u. Verh. Naturw. Ver. Hamburg N. F. **8**, 167—178.
- (1964 b): Die Scyphomedusen der Elbmündung. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhav. **9**, 84—94.
- (1968): Schiffsbewuchs und Hafengewuchs. Deutsche Häfen 2 (Wilhelmshaven, Bremerhaven). Schiff und Hafen **20**, 544—547.
- (1969): Die Hydromedusen der Wesermündung. EMBS III Arcachon 1968 (im Druck).
- KÜBL, H., und H. MANN (1957 a): Beiträge zur Hydrochemie der unteren Weser. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh. **5**, 34—62.
- (1957 b): Protokolle zur Hydrochemie der unteren Weser auf Grund der Untersuchungsfahrten in 1954—1956. Veröff. Küsten- u. Binnenfischerei Nr. 17.
- (1962): Über das Zooplankton der Unterelbe. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh. **8**, 53—70.
- (1967): Untersuchungen über das Plankton der Außenelbe. Gewässer und Abwässer **44**, 7—36.
- (1968): Biologische Bedeutung der Wasserführung eines Tideflusses. Gewässer und Abwässer **47**, 41—60.
- LEMMERMANN, A. (1907): Das Plankton der Weser bei Bremen. Arch. f. Hydrobiol. **2**, 393—447.
- LÜNEBURG, H. (1963): Über die Wassermischvorgänge vor der Weser- und Elbmündung. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh. Sonderband, 95—100.
- PLATE, H. (1951): Die Salzgehaltsverhältnisse im Brackwassergebiet der Unterweser. Neues Arch. f. Niedersachsen **25**, 497—516.
- RIEMANN-ZÜRNECK, R. (1968): *Cerianthus*-Larven aus dem Weserästuar, Beobachtungen zur Biologie und Entwicklung. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh. **11**, 37—46.

- RÖBKE, H. (1957): Beitrag zum Chemismus der Unterweser unter besonderer Berücksichtigung der Erdalkalien und ihrer ökologischen Bedeutung. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh. **5**, 103—112.
- SCHRÄDER, Th. (1932): Über die Möglichkeit einer quantitativen Untersuchung der Boden- und Ufertierwelt fließender Gewässer, zugleich: Fischereibiologische Untersuchungen im Wesergebiet. Zeitsch. f. Fischerei **30**, 105—125.
- (1941): Fischereibiologische Untersuchungen im Wesergebiet II, Hydrographie, Biologie und Fischerei der Unter- und Außenweser. Zeitsch. f. Fischerei **39**, 527—693.
- THORSON, G. (1946): Reproduction and Larval Development of Danish Marine Bottom Invertebrates. Medd. Komm. Danm. Fiskeri- og Havundersogelser. Ser. Plankton **4** (1), 7—519.