

Untersuchungen zur räumlichen Verteilung des Zooplanktons in einem flachen inneren Küstengewässer der Ostsee

von Hartmut Arndt, Werner Schnese und Reinhard Heerkloß

1. Einleitung

Die Gewinnung und Auswertung von Planktonproben ist eine wichtige Voraussetzung für die Analyse des Stoff- und Energieflusses aquatischer Ökosysteme. Reale Bilanzierungen verlangen exakte Biomassewerte, deren Zuverlässigkeit maßgeblich vom Entnahme- und Auswertungsmodus bestimmt wird. Im Rahmen komplexer ökologischer Untersuchungen im Bereich der Boddenengewässer südlich der Halbinsel Darß-Zingst (südliche Ostsee) werden seit mehreren Jahren regelmäßig die Abundanzen des Zooplanktons bestimmt. Da die genannten Gewässer mit einer mittleren Tiefe von 1,7 m sehr flach sind, wurde zunächst davon ausgegangen, daß das Zooplankton so homogen verteilt ist, daß auf die aufwendige Entnahme von Mischproben verzichtet werden kann und eine Vollprobe je Station genügend exakte Werte zu liefern vermag. Bald stellte es sich jedoch heraus, daß auch unter den Bedingungen der flachen, stets gut durchmischten Bodden das Zooplankton eine oft unerwartet ausgeprägte heterogene Verteilung zeigt (SCHWARZ 1963; SCHNESE und FISCHER 1973). Um die Abundanzwerte der Routineuntersuchungen auf bestimmten Standardstationen besser einschätzen zu können, wurden Untersuchungen zum kleinräumigen Verteilungsmuster der produktionsbiologisch wichtigen Arten im Barther Bodden, dem Schwerpunkt der Ökosystemanalyse, durchgeführt. Arbeiten zu dieser Problematik liegen sowohl aus dem limnischen (z. B. ELSTER 1958, NOWAK 1975) als auch dem marinen (z. B. ANRAKU 1975, SANDSTRÖM 1979) Bereich vor.

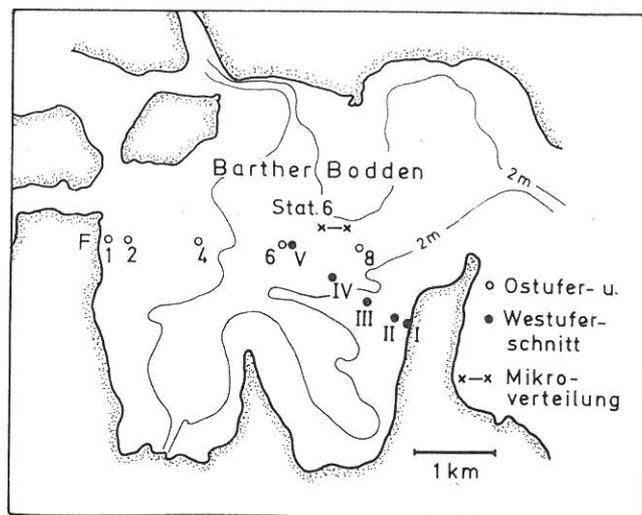


Abb. 1
 Lage der Untersuchungsstationen im Barther Bodden südlich der Halbinsel Zingst (westliche Ostsee)

2. Material und Methode

Die Untersuchungen zur horizontalen Verteilung wurden am 25. Juni 1979 auf dem Ostuferschnitt (O) (16.00 MEZ; 4,0–4,3 ‰ S) und am 30. August 1979 auf dem Westuferschnitt (W) (11.00 MEZ, 4,8–5,2 ‰ S) durchgeführt (vgl. Abb. 1)

Auf jeder Station wurden 5 1-l-Oberflächenvollproben entnommen. Alle Zooplanktonproben wurden dann in einer 4 ‰igen Formalinlösung fixiert und in einer Zählkammer bei 45facher Vergrößerung vollständig ausgezählt.

Um den Einfluß der horizontalen Lage der Stationen auf die Abundanzen zu prüfen, wurde die einfache Varianzanalyse angewendet (vgl. WEBER 1972, KREUTZMANN u. NASEV 1979).

Um die Varianzen an den einzelnen Stationen zu stabilisieren und eine Annäherung an die Normalverteilung zu erreichen, wurden die natürlichen Logarithmen der Abundanzwerte verwendet (BOTTRELL et al. 1976). Falls die Signifikanzschwelle ($F_{0,05; 4; 20} = 2,866$) überschritten wurde, und somit horizontale Unterschiede in den Abundanzen der jeweiligen Art signifikant waren, wendeten wir den multiplen t-Test an, um Abweichungen zwischen den einzelnen Horizontalstationen zu berechnen. Bei signifikanten Unterschieden wurden die betreffenden Stationsmittelwerte mit Linien verbunden (Abb. 2; $P < 0,05$ ---, $P < 0,01$ ———).

Die Untersuchungen zur Mikroverteilung wurden am 12. Oktober 1979 auf einer Station im Barther Bodden durchgeführt (vgl. Abb. 1) (11.00 MEZ, 5 ‰, siehe Abb. 3). An 15 Untersuchungspunkten, die 3 m in der Horizontalen entfernt lagen, wurden in 0,5 m, 1,5 m und 2,1 m Tiefe 2-l-Vollproben entnommen. Unter der Voraussetzung, daß die Zooplankter an einem Probenahmepunkt angenähert normal verteilt sind (für *Filinia longiseta* (EHRENBERG) durch VIETINGHOFF (pers. Mitteilung) in der Boddenkette nachgewiesen), untersuchten wir mit Hilfe der zweifachen Varianzanalyse, ob die Plankter eine Bevorzugung horizontaler oder vertikaler Wasserkörper zeigten. Die F-Werte für die Bevorzugung von Wasserkörpern der Vertikalen ($F_{vert}^x > F_{0,05; 2; 28} = 3,3^3$; $F_{vert}^{xx} > F_{0,01; 2; 28} = 5,45$) sind in Abb. 3 angegeben.

3. Ergebnisse

3.1. Horizontale Planktonverteilung im Barther Bodden

Die Abbildung 2 läßt deutlich die starken Schwankungen der Abundanzen der einzelnen Arten innerhalb eines Horizontalschnittes erkennen. In allen Fällen war die Variabilität zwischen den Stationen größer als zwischen den Proben einer Station.

1) Wir danken Dr. U. Vietinghoff und Dr. D. Nasev für die wertvollen Hinweise bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse.

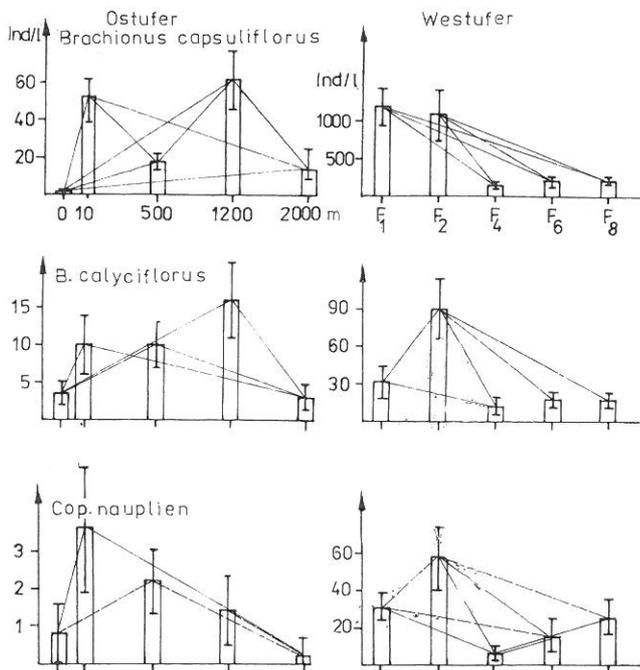


Abb. 2a-2c
Horizontale Verteilung einiger Copepoden- und Rotatorienarten im Barther Bodden (N=5) auf dem Ost- und Westuferschnitt (vgl. Abb. 1)

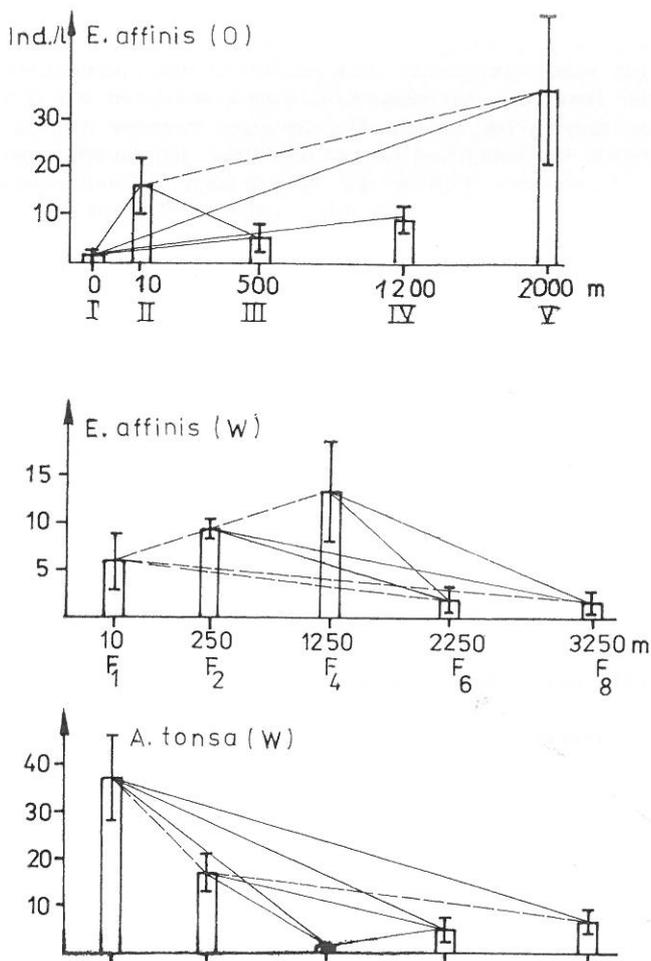


Abb. 2b

Die einfache Varianzanalyse ergab für alle Arten signifikante horizontale Unterschiede ($P < 0,01$). Auf nur 500 m voneinander entfernten Stationen unterschieden sich die Individuenzahlen zum Teil um ein Vielfaches. Diese Unterschiede waren in den meisten Fällen signifikant. So wurden für *Brachionus capsuliflorus* PALLAS auf benachbarten Stationen bis 17fache, für *F. longiseta* bis 8fache, für *Eurytemora affinis* (POPPE) bis 15fache und für *Acartia tonsa* DANA bis 10fache Abundanzen gefunden. Ein Vergleich der Planktonverteilungen (KOLMOGROV-SMIRNOV-Test nach CLAUSS und EBNER 1971) auf dem Ost- und Westuferschnitt in Abhängigkeit von der Uferentfernung ergab für die Copepodennauplien ein ähnliches Verteilungsmuster auf beiden Horizontalschnitten. Dagegen zeigten die bei beiden Untersuchungen in größeren Abundanzen gefundenen *E. affinis*, *Brachionus calyciflorus* PALLAS und *B. capsuliflorus* signifikante Unterschiede in ihrer horizontalen Verteilung zwischen Ost- und Westufer.

Der Vergleich der Besiedelung auf dem Ost- und Westuferschnitt ergab darüber hinaus folgende Aussagen. Für den Schnitt am Ostufer war die Individuenarmut direkt im Schilfgürtel bemerkenswert. Das wurde bei Vergleichs-

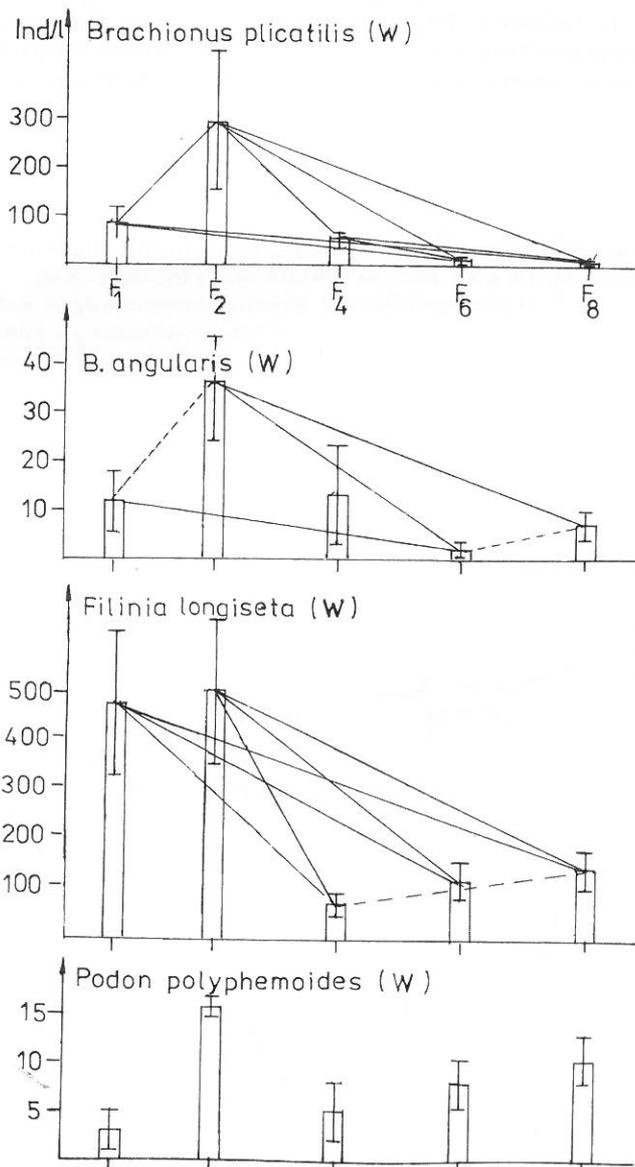


Abb. 2c

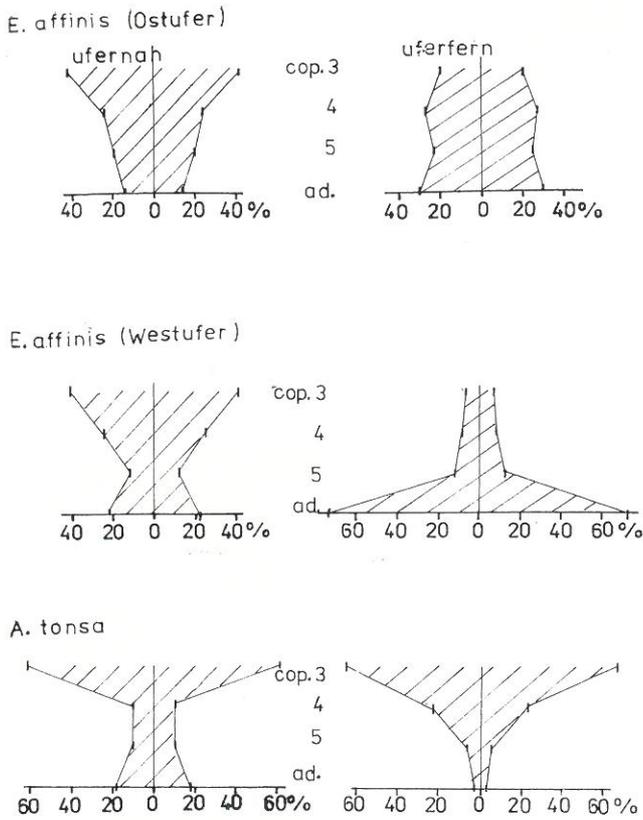


Abb. 3

Altersstruktur der Copepoden auf ufernahen und uferfernen Stationen (prozentualer Anteil der Stadien cop 3-6 an Gesamtzahl dieser Stadien)

untersuchungen auch in anderen Boddenteilen gefunden. Nur *Bosmina longirostris* (O. F. MÜLLER) trat in direkter Ufernähe (\bar{x} 4 Ind/l) signifikant etwas häufiger auf als im Freiwasser (\bar{x} 0,2 Ind/l) (vgl. auch BARTHELMES 1978). Bei allen übrigen Zooplanktern war kein eindeutiges Verteilungsmuster in Abhängigkeit von der Uferentfernung nachzuweisen.

Auf dem Westuferschnitt wurde eine allgemeine Tendenz zu höheren Individuenzahlen in Ufernähe festgestellt. Das galt vor allem für die Rotatorien und hier besonders für die vier dominierenden Arten *Brachionus plicatilis* (O. F. MÜLLER), *B. capsuliflorus*, *F. longiseta* und *Keratella cochlearis* (GOSSE).

Der für quantitative Untersuchungen und damit verbundenen Umrechnungen auf die Biomasse wichtige Vergleich der Altersstruktur der Calanoiden wurde für jeweils 2 ufernah und 2 uferferne Stationen geführt (Abb. 3). *E. affinis* zeigte auf beiden Horizontalschnitten signifikante Unterschiede (KOLMOGROV-SMIRNOV-Test) zwischen Ufernähe und Uferferne, wobei der Anteil der adulten *E. affinis* auf den uferfernen Stationen prozentual größer war. Die Erscheinung konnte auch bei vergleichenden Untersuchungen im Juni 1980 beobachtet werden. Für *A. tonsa* waren Unterschiede in der Altersstruktur nicht ausgeprägt.

3.2. Mikroverteilung des Zooplanktons an einer Station im Barther Bodden

Unsere Untersuchung sollte die Frage beantworten helfen, wie sich eine Stichprobe zu einer Probenschar des direkt umgebenden Wasserkörpers hinsichtlich der Zooplanktonqualität und -quantität verhält. Die Auswertung der Ergebnisse (Abb. 4) zeigt eindeutig die Heterogenität der Mikroverteilung der einzelnen Plankter. Dabei muß aller-

dings berücksichtigt werden, daß die Untersuchung in einer relativ individuenarmen Zeit durchgeführt wurde. Alle auf dem Horizontal- und Vertikalschnitt gefundenen Arten wiesen eine typische wolkenartige Verteilung auf. Bis zu 10fache Abundanzunterschiede traten zwischen den einzelnen Proben der Mikroverteilungsuntersuchung sowohl in horizontaler als auch vertikaler Richtung auf. Für alle Plankter lagen die F-Werte der horizontalen Verteilung über der Signifikanzschwelle ($P < 0,05$). Somit war keine Bevorzugung bestimmter horizontaler Wasserkörper nachzuweisen. Die F-Werte für eine vertikale Bevorzugung von Wasserkörpern sind jedoch für jede Tierart sehr verschieden. Vor allem der Harpacticocid *Halectinosoma curticorne* (BOECK) (det. G. ARLT) zeigte eine signifikante Bevorzugung der tieferen Wasserschichten (vgl. auch ARLT et al. 1980). *E. affinis* war in allen 3 Tiefenstufen relativ gleich verteilt, während *A. tonsa* in Bodennähe häufiger zu finden war. *B. capsuliflorus* wies eine Bevorzugung der oberen Wasserschichten auf.

4. Diskussion

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, daß in dem flachen eutrophierten Küstengewässer komplizierte Verteilungsmuster des Zooplanktons ausgeprägt sind. Der relativ geringe Probenumfang erlaubt noch keine exakten Aussagen über das Verhalten der einzelnen Arten. In der Literatur werden sowohl abiotische als auch biotische Faktoren als Ursache der „patchiness“ des Zooplanktons diskutiert. Zu den für die heterogene Verteilung der Bod-

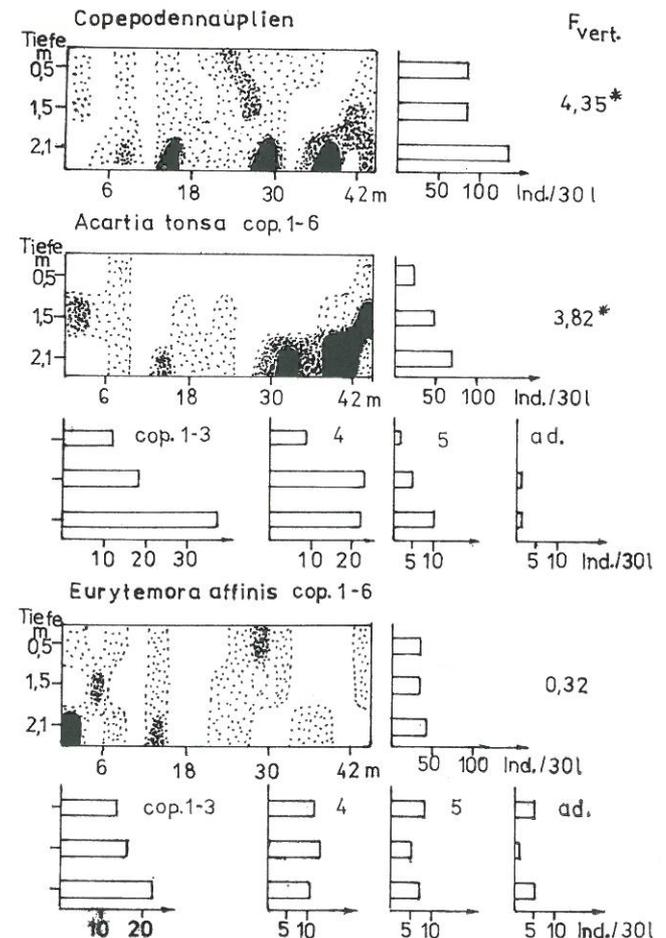


Abb. 4a, b

Horizontale und vertikale Mikroverteilung des Zooplanktons auf Stat. 6 (vgl. Abb. 1) (Für *A. tonsa* und *E. affinis* Abundanz 0-2, 3-5, 6-8, > 8 Ind/l)

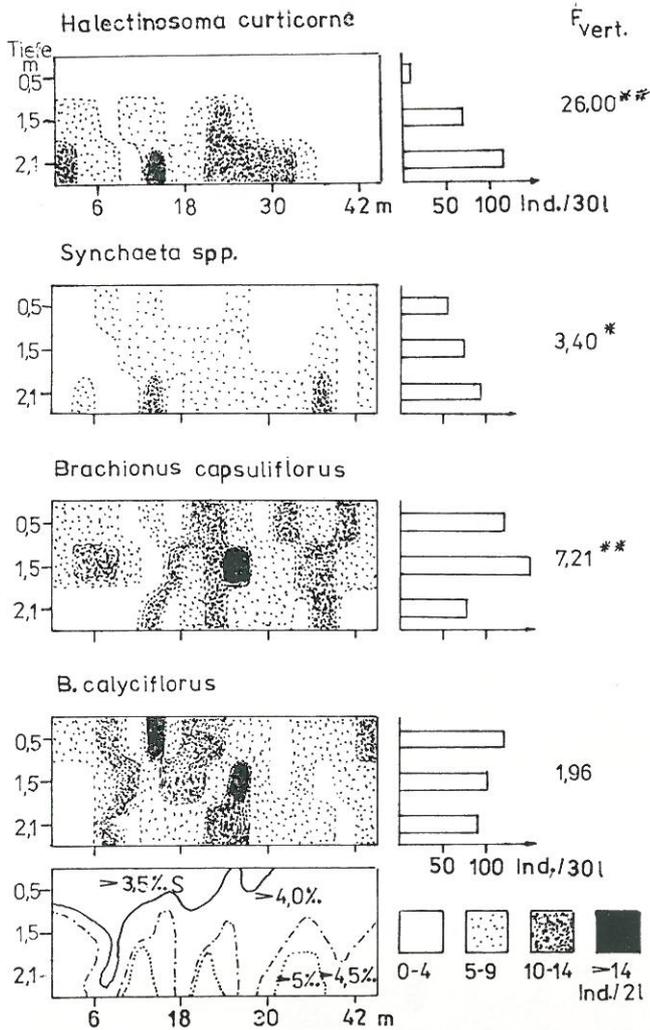


Abb. 4b

denplankter möglicherweise verantwortlichen Faktoren zählen das Strömungsgeschehen (ELSTER 1958), Licht-, Temperatur- und Salinitätsgradienten (Mc LAREN 1963, EPP und WINSTON 1978), diurnale Vertikalwanderungen (BAINBRIDGE 1961, ADENIJI 1978), horizontale Wanderungen (SIEBECK 1964, 1968) (NILSSON u. PEILER 1973) sowie selektiver Fraß durch Carnivore (DODSON et al. 1976, JACOBS 1978). Weiterhin können Faktoren wie Nahrungsverteilung (GRICE et al. 1977, WHITESIDE et al. 1978), Diffusionsgefälle gelöster Substanzen (LUCAS 1936, PENNAK 1973), spezifisches Reproduktionsverhalten (KATONA 1973, DePAUW 1973) oder inter- und intra-spezifische Konkurrenz (LONSDALE et al. 1979) angeführt werden.

Nach unseren Untersuchungen hat die diurnale Vertikalwanderung des Zooplanktons auch in diesem flachen Boddengewässer eine entscheidende Bedeutung für die vertikale Verteilung der Arten. Es konnte gezeigt werden, daß sowohl die Crustaceen, die nachts in den Oberflächenproben signifikant häufiger waren, als auch die Rotatorien, die am Tage in Oberflächenproben verstärkt auftraten, eine diurnale Vertikalwanderung aufweisen (HEERKLOSS et al. 1980). Bei Untersuchungen wurde deutlich, daß die Phototaxis und damit der Faktor Licht eine wichtige Rolle spielt (HEERKLOSS u. ARNDT 1981). Die Bevorzugung der vertikalen Wasserkörper während der Mikroverteilungsuntersuchung ist in den meisten Fällen durch ein Diurnales Wanderverhalten zu erklären. Da *A. tonsa* eine ausgeprägtere Vertikalwanderung

gegenüber *E. affinis* zeigt (vgl. HEERKLOSS et al. 1980), können hierdurch auch die Unterschiede in der vertikalen Verteilung beider Arten erklärt werden. Die starke Tiefenbevorzugung der Harpacticoiden läßt sich durch ihre negative Phototaxis begründen (HEERKLOSS u. ARNDT 1981). Die Oberflächenbevorzugung der *Brachionus*-Arten kann die Ursache eines dem Crustaceenplankton entgegen gerichteten Wanderverhaltens sein (HEERKLOSS et al. 1980). Da es sich bei den *Synchaeta*-Arten und Copepoden-nauplien um mehrere Arten handelt, ist eine Interpretation der Verteilung schwierig.

Der Faktor Licht spielt nach SIEBECK (1964, 1968) auch bei der Uferflucht des Planktons eine Rolle. Möglicherweise können die geringen Crustaceenabundanzen im Schilfgürtel durch die Horizontüberhöhung des Schilfrandes erklärt werden. Daß dieser Faktor auch eine Ursache für die Größenverteilung von *E. affinis* in Abhängigkeit von der Uferentfernung sein könnte, scheint zweifelhaft, da die Horizontüberhöhung des Schilfgürtels nach SIEBECK nur in direkter Ufernähe wirksam ist. Vielleicht läßt sich die unterschiedliche Größenverteilung durch einen in den letzten Jahren im limnischen Bereich vielfach nachgewiesenen selektiven Fraß der größeren, weniger beweglichen bzw. gut sichtbaren Plankter erklären. Die als Zooplanktonkonsumenten bekannten Gobiiden, jungen Cypriniden, Stichlinge sowie Mysidaceen (NOACK 1978, JANSEN et al. in Vorbereitung) treten nach den Untersuchungen in der Boddenkette in besonders starkem Maße in den Uferregionen auf (FREDRICH 1975, BAST et al. 1980, JANSEN pers. Mitteilung). Die geringere Bedeutung von *A. tonsa* als Fischnahrung (WALDMANN 1961) könnte eine Erklärung für die fehlenden Größenverteilungsunterschiede sein.

Nach unserer Meinung gehört auch der Faktor Temperatur in der Boddenkette zu den wichtigen Verteilungsmechanismen. Bedingt durch die Flachheit der Boddengewässer treten nur geringe vertikale, aber bedeutende horizontale Temperaturunterschiede auf. In den flachen Buchten kommt es im Sommer bei geringen Turbulenzen zu starken lokalen Erwärmungen (Temperaturunterschiede im Sommer Uferregion/Fahrrinne bis zu 5°C). Solche kurzfristigen Temperaturdifferenzen können vor allem auf die Rotatorien mit ihrer relativ geringen Generationszeit starke Auswirkungen haben (vgl. RUTTNER-KOLISKO 1977). Möglicherweise ist dieser Faktor eine Ursache für die hohen Individuenzahlen der Rotatorien auf den ufernahen Stationen des Westuferschnittes.

Diese die einzelnen Arten unterschiedlich stark beeinflussenden Faktoren müßten theoretisch artspezifisch unterschiedliche Variabilitäten in der Verteilung ergeben. Vergleiche mit dem F-Test zeigten jedoch, daß die Varianzen der Abundanzen keine signifikanten Unterschiede aufwiesen. Man könnte also annehmen, daß hier ein Verteilungsmechanismus als bestimmender Faktor auf alle Plankter wirkt. Im Barther Bodden handelt es sich dabei wahrscheinlich um die starken Strömungen und windinduzierten Turbulenzen, die im Zusammenhang mit den erwähnten abiotischen und biotischen Verteilungsmechanismen wirken. Wir schlußfolgern darum in Übereinstimmung mit anderen Autoren (BARTHELMES 1960, ANRAKU 1975, SANDSTRÖM 1979), daß die heterogene Zooplanktonverteilung des Barther Boddens das Resultat der Wechselwirkung von komplizierten Strömungsvorgängen und biologischen Faktoren ist.

Bei den routinemäßigen Plankton-Probenahmen in den Boddengewässern wird darum nicht mehr die übliche Entnahme auf Standardstationen durchgeführt, sondern die

Planktonproben werden als Teil einer Mischprobe gewonnen, die sowohl die horizontale Heterogenität (5 Entnahmepunkte gleichmäßig über das Gebiet der Standardstation verteilt) als auch die vertikale Heterogenität (jeweils Oberflächen- und Tiefenproben) der Planktonverteilung berücksichtigt. Teilproben aus dieser Mischprobe erlauben zwar keine Aussage über die lokalen Abundanzwerte, sie

Zusammenfassung

An Hand von Untersuchungen zur horizontalen Verteilung und zur Mikroverteilung des Zooplanktons in einem kleinen flachen Boddengewässer der Ostsee wurde die starke Heterogenität der Verteilung des ästuarinen Copepoden- und Rotatorienplanktons nachgewiesen. In Vollproben benachbarter Stationen traten 10–15fache signifikante Abundanzunterschiede auf. Die Mikroverteilungsuntersuchungen zeigten eine wolkenartige Verteilung aller Zooplanktonarten mit einer Bevorzugung bestimmter vertikaler Wasserschichten im Zusammenhang mit dem vertikalen Wanderverhalten der Arten. In Abhängigkeit von der Uferentfernung wurden signifikante Unterschiede in der Altersstruktur von *Eurytemora affinis* (POPPE) gefunden. Der Einfluß verschiedener Faktoren auf die Verteilungsmuster der Arten wird diskutiert. Als Ursache der heterogenen Verteilung wird eine Wechselwirkung von komplizierten Strömungsvorgängen und biologischen Faktoren angenommen. Von den Autoren wird eine Zooplanktonprobenahme über horizontale und vertikale Mischproben eines Gebietes vorgeschlagen, um eine genauere Abschätzung der Abundanzmittelwerte zu erhalten.

Резюме

С использованием исследований о горизонтальном распределении и микрораспределении зоопланктона в небольшом мелководном заливе Балтийского моря доказана сильная гетерогенность распределения эстуарийного планктона веслоногих рачков и коловраток.

В полных пробах соседних станций имеются 10–15 кратные достоверные различия количества особей данного вида.

Исследования микрораспределения показали облакоподобное распределение всех видов зоопланктона с предпочтением определенных вертикальных слоев вод в связи с вертикальной миграцией видов. В зависимости от удаленности от берега, были установлены достоверные различия в возрастной структуре *Eurytemora affinis* (POPPE).

Обсуждается влияние различных факторов на форму распределения видов. В качестве причины гетерогенного распределения предполагается взаимовлияние сложных процессов течения и биологических факторов.

Авторами предлагается взятие проб зоопланктона горизонтальных и вертикальных смешанных проб одного района, чтобы получить более точные средние величины различия количества особей одного вида.

Literatur

- ADENIJI, H. A. (1978): Diurnal vertical distribution of plankton during stratification in Kainji Lake in Nigeria. Verh. Internat. Verein. Limnol. 20, 1677–1683
- ANRAKU, M. (1975): Microdistribution of marine copepods in a small inlet. Mar. Biol. 30, 79–87
- ARLT, G., RADZIEJEWSKA, T. und ROBERTUS, L. (1980): Vorläufige Mitteilungen über Untersuchungen zur Verti-

ermöglichen jedoch eine genauere Abschätzung der mittleren Abundanz einer Art im Untersuchungsgebiet, die als Kenngröße für eine Ökosystemmodellierung notwendig ist. Außerdem ist eine bessere statistische Bearbeitung des Probenmaterials durch die Normalverteilung der Abundanzwerte in den Teilproben möglich (vgl. WARD et al. 1979, VIETINGHOFF, pers. Mitteilung).

Summary

The considerable heterogeneity of the distribution of the estuarine copepod- and rotifer plankton is shown by investigations into the horizontal distribution and microdistribution of the zooplankton in a small shallow coastal water of the Baltic Sea. Significant differences by factors up to 10–15 were found in complete samples from neighbouring stations. The investigations into microdistribution showed a patchy distribution of all zooplankton species, preferences being shown for certain water layers in connection with the vertical migration behaviour of the species. Significant differences in the age structure of *Eurytemora affinis* (POPPE) were found to depend on the distance from the shore. The influence of different factors on the distribution pattern of the species is discussed. It is supposed that some interaction of complex current conditions and biological factors are the reason for the heterogeneous distribution.

The authors propose that zooplankton sampling should entail horizontal and vertical mixed samples for a region in order to obtain more accurate estimates of mean abundances.

Résumé

En s'appuyant sur des études relatives à la distribution horizontale et à la microdistribution du zooplancton dans une petite lagune peu profonde de la mer Baltique, on a mis en évidence l'hétérogénéité poussée de la distribution du plancton d'estuaire des copépodes et des rotatoires. Dans des échantillons complets de stations voisines, il y avait des différences significatives de l'abondance de 10 à 15 fois. Les études de la microdistribution présentaient une distribution sous forme de nuage de toutes les espèces zooplanctoniques, la préférence allant vers certaines couches d'eau verticales en relation avec la migration verticale des espèces. Des différences significatives dans la structure d'âge d'*Eurytemora affinis* (POPPE) ont été trouvées en fonction de l'éloignement de la rive. Les auteurs discutent l'influence de différents facteurs sur les systèmes de distribution des espèces. On suppose qu'une interaction de processus compliqués d'écoulement et de facteurs biologiques est à l'origine de la distribution hétérogène. Les auteurs proposent un échantillonnage zooplanctonique comprenant des échantillons mixtes horizontaux et verticaux d'une zone pour obtenir une estimation plus précise des valeurs moyennes de l'abondance.

kalwanderung der Meiofauna in einem Flachwassergebiet der Darß-Zingster Boddenkette.

Wiss. Ztschr. W.-Pieck-Universität Rostock, Math.-nat. R. 29, H 4/5, 123–126

BAINBRIDGE, R. (1961):

Migrations. In: WATERMAN, T. H.: The Physiology of Crustacea (2). Academic Press New York and London. 431–463

- BARTHELMES, D. (1960):
Die horizontale Zooplanktonverteilung im Großen Müggelsee. I. Einige Beobachtungen über die Verhältnisse im Eulimnion. Z. Fischerei N. F. 9, 333–352
- BARTHELMES, D. (1978):
Langfristige, biologische Veränderungen im Großen Müggelsee (Berlin), einige Kennzahlen des jetzigen Zustandes und bisherige fischereiliche Auswirkungen. IV. Litorales Zooplankton. Z. Binnenfischerei DDR 25, 206–209
- BAST, H.-D., FADSCHILD, K. und MÖNKE, E. (1980):
Orientierende Untersuchungen zum Jungfischauftreten im Bereich des Barther Boddens im Juni 1979. Wiss. Ztschr. W.-Pieck-Universität Rostock, Math.-nat. R 29, H 4/5, 99–102
- BOTTRELL, H. H., DUNCAN, A., GLIWICZ, Z. M., GRYGIEREK, E., HERZIG, A., HILLBRICHT-ILKOWSKA, A., KURASAWA, H., LARSSON, P., and WEGLENSKA, T. (1976):
A review of some problems in zooplankton production studies. Norw. J. Zool. 24, 419–456
- CLAUSS, G., und EBNER, H. (1971):
Grundlagen der Statistik für Psychologen, Pädagogen und Soziologen. Volk und Wissen Berlin, 214–217
- De PAUW, N. (1973):
On the distribution of *Eurytemora affinis* (POPPE) (Copepoda) in the Western Scheldt estuary. Verh. Internat. Verein. Limnol., 18, 1462–1472
- DODSON, S. I., EDWARDS, C., WIMAN, F. and NOMANDIN, J. C. (1976):
Zooplankton: specific distribution and food abundance. Limnol. Oceanogr. 21, 309–313
- ELSTER, H. (1958):
Discussion arranged by the Methods Committee. Zum Problem der quantitativen Methoden in der Zooplanktonforschung. Verh. Internat. Verein. Limnol. 13, 961–973
- EPP, R. W. and WINSTON, P. W. (1978):
The effects of salinity and pH on the activity and oxygen consumption of *Brachionus plicatilis* (Rotatoria). Comp. Biochem. Physiol. 59A, 9–12
- FREDRICH, F. (1975):
Untersuchungen über den Fischbestand des Gelegegürtels in der Darß-Zingster Boddenkette unter besonderer Berücksichtigung des Jungfischbestandes. Diplomarbeit, Sektion Biologie der W.-Pieck-Universität Rostock
- GRICE, G. D., REEVE, M. R., KOELLER, P. and MENZEL, D. W. (1977):
The use of large volume, transparent, enclosed sea-surface water columns in the study of stress on plankton ecosystems. Helgoländer wiss. Meeresunters. 30, 118–133
- HEERKLOSS, R. und ARNDT, H. (1981):
Eine Lichtfalle zur Reinigung von Zooplankton. Wiss. Ztschr. W.-Pieck-Universität Rostock, Math.-nat. R. 30, in Druck
- HEERKLOSS, R., SCHNESE, W., ARNDT, H. und FISCHER, F. (1980):
Konsumtion und Vertikalwanderung des Zooplanktons in einem flachen Küstengewässer. Wiss. Ztschr. W.-Pieck-Universität Rostock, Math.-nat. R. 29, 73–76
- JANSEN, W., HEERKLOSS, R. und GALL, W. (in Vorbereitung):
Die trophische Rolle von *Neomysis integer* (LEACH) (Mysidacea) in einem inneren Küstengewässer der Ostsee.
- JACOBS, J. (1978):
Influence of prey size, light intensity, and alternative prey on the selectivity of plancton feeding fish. Verh. Internat. Verein. Limnol. 20, 2461–2466
- KATONA, S. K. (1973):
Evidence for sex pheromones in planktonic copepods. Limnol. Oceanogr. 18, 574–583
- KREUTZMANN, H.-L. und NASEV, D. (1979):
Statistische Untersuchungen zur jahreszeitlichen Variabilität der Blutparameter Hämoglobingehalt, Hämatokrit und Erythrozytenzahl am europäischen Aal *Anguilla anguilla* L. Zool. Jb. Physiol. 83, 420–429
- LONSDALE, D. J., HEINLE, D. R. and SIEGFRIED, C. (1979):
Carnivorous feeding behavior of the adult calanoid copepod *Acartia tonsa* DANA. J. exp. mar. Biol. Ecol. 36, 235–248
- LUCAS, C. E. (1936):
On certain interactions between phytoplankton and zooplankton under experimental conditions. J. Cons. 11, 343–362
- McLAREN, I. A. (1963):
Effects of temperature on the growth of zooplankton, and the adaptive value of vertical migration. J. Fish. Res. Bd. Canada 20, 685–727
- NILSSON, N. and PEJLER, B. (1973):
On the relation between fish fauna and zooplankton composition in north Swedish lakes. Inst. Freshwater Res. Rep. 53, 51–77
- NOWAK, K. (1975):
Die Bedeutung des Zooplanktons für den Stoffhaushalt des Schierensees. Arch. Hydrobiol. 75, 149–224
- NOACK, B. (1978):
Probleme der Ausnutzung des natürlichen Nahrungsangebotes durch Fische in Gewässern der Insel Rügen. Dissertation, math.-nat. Fakultät der W.-Pieck-Universität Rostock
- PENNAK, R. W. (1973):
Some evidence for aquatic macrophytes as repellents for a limnetic species of *Daphnia*. Intern. Rev. ges. Hydrobiol. 58, 569–576
- RUTTNER-KOLISKO, A. (1977):
Population dynamics of rotifers as related to climatic conditions in Lunzer Obersee and Untersee. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 8, 88–93
- SANDSTRÖM, O. (1979):
The horizontal distribution of Baltic epi- and metalimnic zooplankton species. Intern. Rev. ges. Hydrobiol. 64, 251–262
- SCHNESE, W. und FISCHER, F. (1973):
Abundanzen und Biomasse des Zooplanktons während der synoptischen Aufnahme der Bodden südlich der Halbinsel Zingst im Mai/Juni 1972. Wiss. Ztschr. W.-Pieck-Universität Rostock, Math.-nat. R. 22, 1115–1118
- SCHWARZ, S. (1963):
Produktionsbiologische Untersuchungen am Zooplankton der Rügenschens, Hiddenseer und Darßer Boddengewässer (1953–55). II. Rotatorien. Z. Fischerei N. F. 11, 641–672
- SCHWARZ, S. (1964):
Produktionsbiologische Untersuchungen am Zooplankton der Rügenschens, Hiddenseer und Darßer Boddengewässer (1953–55). III. Crustaceen. Z. Fischerei N. F. 12, 13–44
- SIEBECK, O. (1964):
Experimente im Litoral zum Problem der „Uferflucht“ planktischer Crustaceen. Zool. Anz. 27, 389–396
- SIEBECK, O. (1968):
„Uferflucht“ und optische Orientierung pelagischer Crustaceen. Arch. Hydrobiol./Suppl. 35, 1–118
- WALDMANN, J. (1961):
Untersuchungen an Heringslarven und Zooplankton des Greifswalder Boddens in den Jahren 1958–1959. Z. Fischerei N. F. 10, 523–536
- WARD, D. C., LOFTIS, J. C., KIELSON, K. S. and ANDERSON, R. D. (1979):
Statistical evaluation of sampling frequencies in monitoring networks. J. WPCF 51, 2292–2300
- WEBER, E. (1972):
Grundriß der biologischen Statistik. Gustav Fischer Verlag Jena, 7. Auflage
- WHITESIDE, M. C., WILLIAMS, J. B. and WHITHE, C. P. (1978):
Seasonal abundance and pattern of chydorid cladocera in mud and vegetative habitats. Ecology 59, 1177–1188

Verfasser: Dipl.-Biol. Hartmut Arndt
Prof. Dr. Werner Schnese
Dr. Reinhard Heerkloß
Sektion Biologie der
Wilhelm-Pieck-Universität Rostock
DDR – 2500 Rostock 1
Freiligrathstraße 7/8