

## Untersuchungen zur Vertikalwanderung epibenthischer Copepoden in einem flachen Küstengewässer mit Hilfe einer Planktonreuse

von Hartmut Arndt, Joachim Kobel, Axel Michalk, Frank Wronna und Reinhard Heerkloß

### 1. Einleitung

Bei Routineuntersuchungen des Zooplanktons in der Darß-Zingster Boddenkette (westliche Ostsee) wurden wiederholt epibenthische Crustaceen im Plankton gefunden. Die Ergebnisse der „Synopta '79“ wiesen auf eine diurnale Rhythmik in der Vertikalwanderung bestimmter Copepoden des Benthos hin. ARLT et al. (1980) sowie HEERKLOSS et al. (1980) stellten fest, daß bestimmte Harpacticoiden (vor allem *Halectinosoma curticorne* (BOECK)) nachts in großem Maße das Pelagial besiedeln können. Dieses Phänomen ist auch für viele andere Crustaceen beschrieben worden (z. B. BAINBRIDGE 1961, JANSOON and KÄLLANDER 1968, EVANS and STEWART 1977). Eine Quantifizierung der Planktonbesiedlung durch Organismen des Benthos ist für eine Analyse des Stoff- und Energieflusses im Plankton als Teil komplexer ökologischer Untersuchungen wichtig. Angeregt durch die Ergebnisse von HOBSON and CHESS (1979), die in einer tropischen Lagune Vertikalwanderungen im Plankton mittels einer Planktonreuse bestimmten, überprüften wir die Anwendbarkeit dieser Methode in einem Flachgewässer der Ostsee.

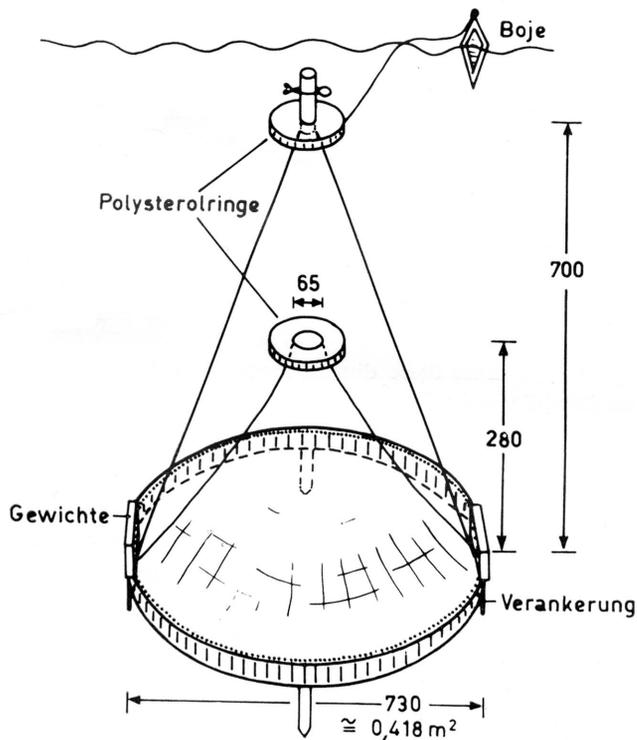


Abb. 1  
Bau der Planktonreuse (Maschenweite 100 µm)

### 2. Methoden

Zur quantitativen Bestimmung der Vertikalwanderung bezogen auf eine bestimmte Substratfläche wurde eine Planktonreuse nach Abb. 1 gebaut. Die innerhalb der Reuse aufsteigenden Tiere gelangen durch eine in Schwebelage gehaltene Öffnung an der Spitze des inneren Reusenkegels in den äußeren Reusenraum. Die zurückwandernden Tiere sammeln sich am Boden des äußeren Reusenraumes (vgl. auch HOBSON and CHESS 1979). Die Reuse wurde vertikal eingesetzt und in horizontaler Lage aufgenommen, um den Eintrag von Plankton während des Einsatzes zu reduzieren. Die im äußeren Reusenraum gefangenen Tiere wurden in den Netzbecher gespült und in eine 4%ige Formaldehydlösung überführt. Mit einer Stempelpipette entnommene Teilproben wurden in einer Planktonkammer unter dem Mikroskop (45×) ausgezählt und auf die Grundfläche der Reuse bezogen. Die Untersuchungen wurden Anfang Mai 1981 im Zentrum der Kirrbucht, Darß-Zingster Boddenkette (westliche Ostsee), durchgeführt. Eine genaue sedimentologische und chemische Charakterisierung des Versuchsgeländes geben NAUSCH et al. (1980). Die Expositionsstation ist danach dem Mineralbodenkomplex zuzuordnen mit einer mittleren Korngröße von 0,2–0,3 mm.

Untersuchungen zur diurnalen Zooplanktonverteilung wurden vom 30. April zum 1. Mai 1980 im ca. 4-h-Rhythmus im Zingster Strom durchgeführt. Je drei 5-l-Vollproben (Schöpfer mit Vertikalklappen) aus 3 Tiefenstufen wurden durch 56-µm-Gaze filtriert, mit 4%iger Formaldehydlösung fixiert und in einer Planktonkammer vollständig unter dem Mikroskop ausgezählt.

### 3. Ergebnisse

Die Resultate der ersten Experimente mit der Planktonreuse sind in Tabelle 1 für die drei dominierenden Copepodenarten *Eurytemora affinis* (POPPE) (Calanoida), *Halectinosoma curticorne* (BOECK) (Harpacticoida) sowie *Microarthridion littorale* POPPE (Harpacticoida) dargestellt. Während für *E. affinis* keine signifikanten Unterschiede zwischen den Individuenzahlen der Tag- und Nachtexposition der Falle nachweisbar waren, konnten für die beiden Harpacticoidenarten signifikant höhere Nachtfänge erzielt werden ( $p < 0,01$ ). Durch die Konstruktion der Planktonreuse (Höhe des inneren Reusenraumes 28 cm) sind die tageszeitlich unterschiedlichen Fänge im äußeren Reusenraum nur mit einer diurnal veränderten aktiven Vertikalwanderung der Harpacticoiden zu erklären. Untersuchungen von ARLT (mdl. Mitt.) an *H. curticorne* ergaben, daß vorwiegend adulte Tiere an der Vertikalwanderung beteiligt waren, wobei der Anteil der Weibchen in der Nacht (42,7% bzw. 38,4%) wesentlich höher lag als

Tabelle 1

Planktonreusenfänge in der Kirr-Bucht bei Tag- und Nachtexposition  
(Expositionszeit 19.00–7.00 bzw. 7.00–19.00 MEZ, Wassertiefe 80 cm,  $T_w = 12^\circ\text{C}$ ,  $\varnothing 3,8 \text{‰ S}$ )  
Angaben der Individuenzahlen in Ind./cm<sup>2</sup> Reusenbodenfläche.  
( $\pm$  Konfidenzintervall 95 %) )

Datum	Nacht	Tag	Nacht
Anzahl der Teilproben	8. 9. 5. 9	9. 5. 5	9./10. 5. 1981 5
<i>Eurytemora affinis</i>	2,21 $\pm$ 0,82	1,30 $\pm$ 0,45	3,97 $\pm$ 3,50
<i>Halectinosoma curticorne</i>	7,42 $\pm$ 1,62	1,65 $\pm$ 0,21	44,40 $\pm$ 8,58
<i>Microarthridion littorale</i>	3,43 $\pm$ 0,82	0,32 $\pm$ 0,10	8,21 $\pm$ 1,86

am Tage (6,3 ‰). Für adulte *E. affinis* konnten wir beobachten, daß der Anteil der Männchen in Reusenfängen etwa doppelt so hoch war wie im umgebenden Freiwasser (Planktonvollproben). Letztere Erscheinung ist vielleicht durch das unterschiedliche Schwimmverhalten der Männchen und Weibchen dieser Art zu erklären (KATONA 1973) und dem damit verbundenen schnelleren Erreichen des äußeren Reusenraumes durch die Männchen.

Um eine genauere Analyse des zeitlichen Ablaufes der Planktonbesiedlung durch die Copepoden vornehmen zu können, wurden Proben eines Tagesganges der Planktonverteilung im Zingster Strom (500 m nördlich vom Expo-

sitionspunkt der Reuse) zur Auswertung herangezogen. In Abbildung 2 sind die Ergebnisse für die Harpacticoiden (vorwiegend *Halectinosoma curticorne*) und *Eurytemora affinis* dargestellt. *E. affinis* wies während des Tagesverlaufes eine relativ gleichmäßige vertikale Verteilung auf. Nur um Mitternacht wurden an der Oberfläche signifikant höhere Abundanzen ( $p < 0,05$ ) als in der Tiefe (20 cm über dem Sediment) gefunden. Schwankungen der Abundanzen der einzelnen Probenahmen sind sicher durch „patchiness“ zu erklären (vgl. ARNDT et al. 1981). Die für die Harpacticoiden mit Hilfe der Planktonreuse gefundene diurnal veränderte Wanderaktivität spiegelt sich deutlich in ihrer vertikalen Verteilung im Plankton wider. Bemerkenswert erscheint, daß die Harpacticoiden erst nach Sonnenuntergang (SU) im Plankton in hohen Abundanzen auftraten ( $\varnothing 40$  Ind./l). Während sie zunächst um Mitternacht eine relativ gleichmäßige vertikale Verteilung aufwiesen, gingen mit Sonnenaufgang (SA) um 4.30 Uhr die Abundanzen im Oberflächenbereich zurück und erreichten die höchsten Werte direkt über dem Boden. Am Tage waren nur noch vereinzelte Harpacticoiden im Plankton zu finden.

#### 4. Diskussion

Die in der Planktonreuse beobachteten Abundanzen von vertikal wandernden adulten Harpacticoiden (11 bzw. 53 Ind./cm<sup>2</sup>; Mai 1981; Tab. 1) können durch die Ergebnisse von Planktonuntersuchungen im Zingster Strom ( $\varnothing 40$  Ind./l  $\cong 10$  Ind./cm<sup>2</sup>; Mai 1980; Abb. 2) bzw. im Barther Boden über einen Zeitraum von 10 Tagen ( $\varnothing 22,4$  Ind./l  $\cong 6,3$  Ind./cm<sup>2</sup>; Juni 1979; Abb. 3) in ihrer Größenordnung bestätigt werden. Im gleichen Bereich liegen nach ARLT (mdl. Mitteilg.) die Abundanzen von adulten Harpacticoiden im Sediment der Kirrbucht um die Mittagszeit. Daraus könnte man schlußfolgern, daß ein großer Teil der adulten Harpacticoiden an der nächtlichen Planktonbesiedlung beteiligt ist.

Eindeutig konnte diese diurnal rhythmische Wanderaktivität für die Art *Halectinosoma curticorne* nachgewiesen werden. Das bestätigten auch die Untersuchungen von ARLT et al. (1980) sowie HEERKLOSS et al. (1980). Für *Microarthridion littorale* stellten PALMER und BRANDT (1981) und PALMER (pers. Mitteilg.) in einem amerikanischen Ästuar fest, daß die Besiedlungsdichte im Sediment tageszeitlich unabhängig vom Gezeitenrhythmus bestimmt wird. Unsere Ergebnisse bei Versuchen mit der Planktonreuse in einem Gebiet ohne Gezeitenwirkungen deuten darauf hin, daß *M. littorale* aktive diurnale Vertikalwanderungen durchführt, allerdings wurde diese Art nur selten in Planktonproben gefunden. Der Calanoide *Eurytemora affinis* zeigt im Gebiet der Darß-Zingster Boddenkette zwar diurnale Vertikalwanderungen in den

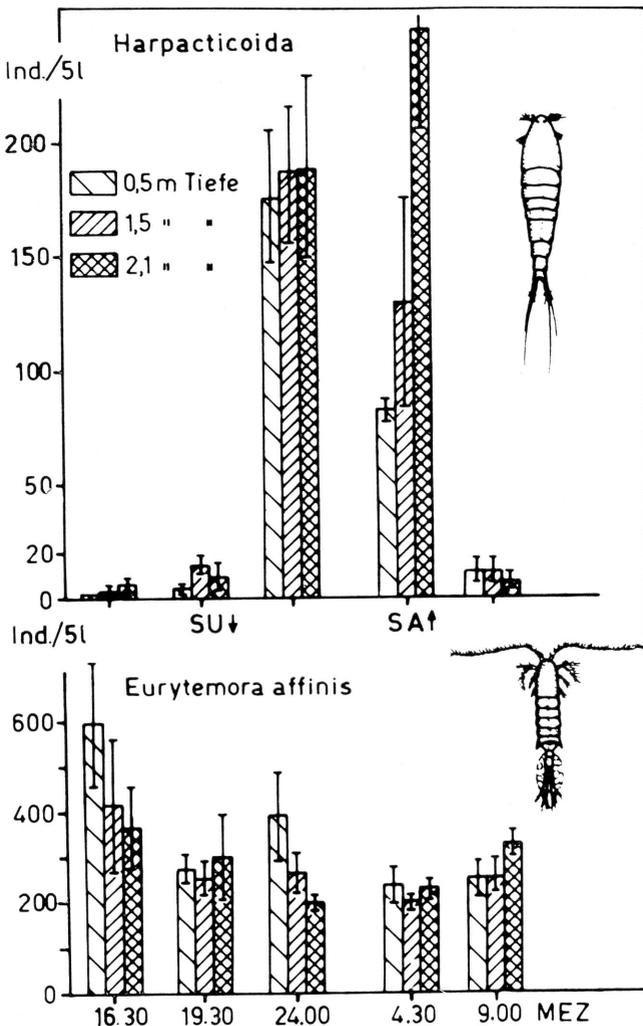


Abb. 2

Tagesgang der vertikalen Verteilung von Harpacticoiden und *Eurytemora affinis* im Zooplankton des Zingster Stromes (30. 4.–1. 5. 1980, Wassertiefe 2,5 m,  $\varnothing T_w = 8,5^\circ\text{C}$ ,  $\varnothing 3,3 \text{‰ S}$ )

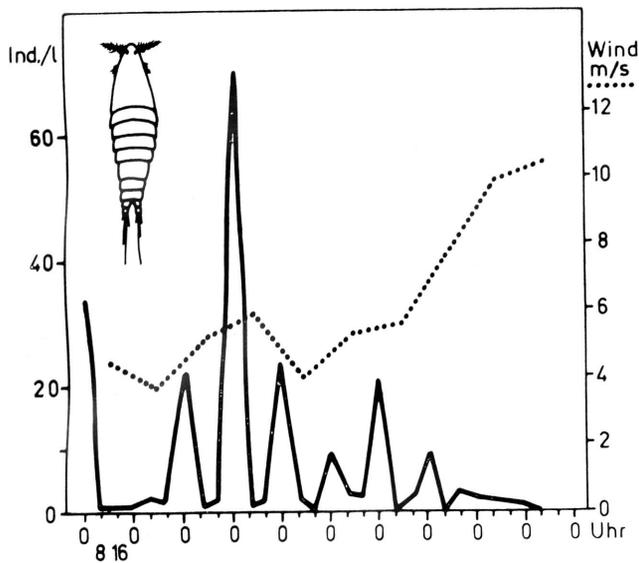


Abb. 3  
Tagesgänge der Abundanzen der Harpacticoiden im Oberflächenplankton (0,5 m Tiefe) einer zentralen Station im Barther Bodden (22. 6.–1. 7. 1979, Wassertiefe 2,8 m,  $\bar{\varnothing} T_w = 19^\circ\text{C}$ ,  $\bar{\varnothing} 4,1 \text{‰ S}$ )

Abendstunden an die Oberfläche, weist aber keine ausgesprochene Bevorzugung bodennaher Wasserschichten am Tage auf (vgl. auch HEERKLOSS et al. 1980, ARNDT unveröff. Daten), wie sie zum Beispiel von DE PAUW (1973) und EVANS und STEWART (1977) für andere Gebiete beschrieben wurden.

Der zeitliche Ablauf der Planktonbesiedlung durch die Harpacticoiden speziell von *Halectinosoma curticorne* läßt sich nach unseren Untersuchungen folgendermaßen beschreiben: Nach Sonnenuntergang verlassen vor allem die adulten Tiere aktiv das Sediment und besiedeln die gesamte Wassersäule. Mit Sonnenaufgang setzt eine abwärts gerichtete Vertikalwanderung ein, so daß am Tage nur noch vereinzelt Harpacticoiden im Pelagial zu finden sind, und sich der Hauptteil der Population in das Sediment zurückgezogen hat. ARLT et al. (1980) fanden um Sonnenaufgang die höchsten Abundanzen in aufgestellten Bodenfallen, was diese Aussage untermauert.

Bei der Diskussion der die Planktonbesiedlung beeinflussenden Faktoren müssen an erster Stelle die Lichtverhältnisse angeführt werden. Experimente von HEERKLOSS und ARNDT (1981) während der Planktonuntersuchungen im Mai 1980 mit Hilfe einer Lichtfalle ergaben eine durchweg negative Phototaxis der Harpacticoiden im Tagesver-

### Zusammenfassung

Epibenthische Copepoden der Darß-Zingster Boddenkette (westliche Ostsee), insbesondere *Halectinosoma curticorne* (BOECK) (Harpacticoida), können in der Nacht in starkem Maße das Pelagial besiedeln. Mit Hilfe einer Netzkonstruktion, die die nachts von einer bestimmten Sedimentfläche aufsteigenden Organismen nach dem Prinzip einer Reuse fängt, sowie mit Planktonproben im Tagesverlauf wurde die Wanderaktivität von epibenthischen Copepoden bestimmt. Adulte Harpacticoiden führten nach Sonnenuntergang eine aktive Vertikalwanderung in das Pelagial durch und besiedelten mit Sonnenaufgang wieder das Sediment. Diese Vertikalwanderung scheint vor allem durch die Lichtverhältnisse und die Stärke der Wasserturbulenz beeinflusst zu werden.

lauf. Damit könnte man den zeitlichen Ablauf der Vertikalwanderung mit einer Reaktion der Harpacticoiden auf den „Lichtdruck“ deuten. Für diese Erklärung spricht, daß die Tiere erst nach Sonnenuntergang im Plankton auftraten und erst mit Sonnenaufgang das Pelagial wieder verließen. Diurnale Schwankungen im  $\text{O}_2$ -Gehalt sedimentnaher Wasserschichten können nicht zur Erklärung dieses Verhaltens herangezogen werden, da die geringsten Werte etwa zum Zeitpunkt der Rückwanderung in das Sediment erreicht werden (FESTERLING 1973). Ein weiterer wichtiger Faktor scheint aber die Stärke der Wasserturbulenz zu sein. So wie ARLT et al. (1980) konnten auch wir bei starken Wasserturbulenzen nur sehr geringe Wanderaktivitäten mit Hilfe der Planktonreuse beobachten. Die Untersuchungen während der „SYNOPTA '79“ (Ende Juni 1979, Barther Bodden) ermöglichten es, die Planktonbesiedlung im Tagesgang über einen Zeitraum von 10 Tagen zu verfolgen (Abb. 3). Obwohl die oberen Sedimentschichten auf Grund der geringen Tiefe des Gewässers (1,7 m durchschnittliche Tiefe) mit steigenden Windgeschwindigkeiten aufgewirbelt wurden (GEORGI et al. 1980), wiesen die Harpacticoidenabundanzen im Pelagial (0,00 Uhr) eine negative Korrelation mit der Windgeschwindigkeit auf ( $r = 0,685$ ,  $p < 0,05$ ). Dieser Befund unterstützt die Vermutung von ARLT et al. (1980), daß zumindest *H. curticorne* bei zunehmender Wasserturbulenz engen Kontakt zum Sediment sucht.

Ökologische Bedeutung könnte der Planktonbesiedlung von *H. curticorne* wie auch für andere Meerestiere bekannt bei der Reproduktion zukommen. Dafür spricht die Beschränkung der Vertikalwanderung vorwiegend auf adulte Tiere sowie der erhöhte Anteil von Weibchen in den Nachtfängen. Zum anderen könnte der Aufenthalt im Pelagial als Mechanismus zur horizontalen Verteilung dienen („planktonic navigation“, BAINBRIDGE 1961).

Die Experimente mit der Planktonreuse, die den Status von Voruntersuchungen hatten, zeigen, daß die Methode von HOBSON und CHESSE (1979) auch für die quantitative Erfassung der Vertikalwanderung epibenthischer Crustaceen in Küstengewässern der Ostsee Anwendung finden kann. Bei genügenden Paralleluntersuchungen ist dabei auch ein Vergleich verschiedener Sedimentqualitäten möglich. Im Untersuchungsgebiet würde sich diese Planktonreuse darüber hinaus zur Gewinnung großer Mengen von *Halectinosoma curticorne* für produktionsbiologische Untersuchungen eignen.

An dieser Stelle möchten wir Herrn Dr. G. Arlt für die freundliche Unterstützung, die Bestimmung der Harpacticoidenarten sowie die zur Verfügungstellung unveröffentlichter Daten herzlich danken.

### Резюме

Эпибентосные копеподы цепи бодденов Дарс-Цингст (западная часть Балтийского моря), в частности *Halectinosoma curticorne* (BOECK) (Harpacticoida), могут ночью в сильной степени заселять пелагиаль. С помощью конструкции сети, которая вылавливает организмы, поднимающиеся по ночам с определенной седиментной поверхности, по принципу вершей, а также с помощью проб планктона в течение суток была определена активность миграции эпибентосного копепода. Взрослые Harpacticoidae осуществляли после захода солнца активную вертикальную миграцию в пелагиаль и с восходом солнца опять заселяли седимент. На эту вертикальную миграцию вероятно влияют прежде всего соотношения света и сила завихрения вод.

## Summary

Epibenthic copepods, and in particular *Halectinosoma curticorne* (BOECK) (Harpacticoida), in the chain of shallow waters (Boddens) south of the Darss-Zingst Peninsula in the Western Baltic can show a strong migration into the pelagic zone during the night. A specially designed net that catches the organisms rising from a particular area of sediment during the night in the manner of a trap net and plankton samples taken in the course of the day were used to investigate the migrational activity of copepods. Adult harpacticoids migrated vertically into the pelagic zone after sunset and returned to the sediment again at sunrise.

This vertical migration seems to be governed by light conditions and water turbulence.

## Literatur

- ARLT, G., RADZIEJEWSKA, T. und RODBERTUS, L. (1980). Vorläufige Mitteilung über Untersuchungen zur Vertikalwanderung der Meiofauna in einem Flachwassergebiet der Darß-Zingster Boddenkette. WZ Rostock, math.-nat. R. 29, H 4/5, 123–125
- ARNDT, H., SCHNESE, W. und HEERKLOSS, R. (1981): Untersuchungen zur räumlichen Verteilung des Zooplanktons in einem flachen inneren Küstengewässer der Ostsee. WZ Rostock, math.-nat. R. 30, H 4/5, 43–48
- BAINBRIDGE, R. (1961): Migrations. In: WATERMAN, T. H.: The Physiology of Crustacea (2). Academic Press, New York and London, 431–463
- DE PAUW, N. (1973): On the distribution of *Eurytemora affinis* (POPPE) (Copepoda) in the Western Scheldt estuary. Verh. Internat. Verein. Limnol. 18, 1462–1472
- EVANS, M. S. and STEWART, J. (1977): Epibenthic and benthic microcrustaceans (copepods, cladocerans, ostracods) from a nearshore area in southeastern Lake Michigan. Limnol. Oceanogr. 22, 1059–1066
- FESTERLING, E. (1973): Ökologische und produktionsbiologische Untersuchungen am Phytobenthos der Darßer Boddengewässer. WPU Rostock, Promotion A.
- GEORGI, E., SPITTLER, P., SCHNESE, W. und SCHLUNGBAUM, G. (1980): Untersuchungen zur Quantität und Qualität des Sestons in der Darß-Zingster Boddenkette. WZ Rostock, math.-nat. R. 29, H 4/5, 27–31

## Résumé

Les copépodes épibenthiques de la chaîne des boddens de Darss-Zingst (Baltique occidentale) et parmi eux surtout *Halectinosoma curticorne* (BOECK) (Harpacticoida) apparaissent pendant la nuit en grande quantité dans le pélagial. On a déterminé l'activité migratoire des copépodes épibenthiques à l'aide d'une construction de filet capturant les organismes ascendants la nuit à partir d'une certaine surface de sédiments d'après le principe d'une nasse, et à l'aide d'échantillons de plancton prélevés pendant la journée. Les harpacticoides ont fait une migration verticale active vers les couches pélagiques après le coucher du soleil pour se retrouver sur les sédiments au lever du soleil. Il semble que cette migration verticale est surtout fonction des conditions de lumière et de la force de la turbulence d'eau.

- HEERKLOSS, R., SCHNESE, W., ARNDT, H. und FISCHER, F. (1980): Konsumtionsrate und Vertikalwanderung des Zooplanktons in einem flachen Küstengewässer. WZ Rostock, math.-nat. R. 29, H 4/5, 73–76
- HOBSON, E. S. and CHESS, J. R. (1979): Zooplankters that emerge from the lagoon floor at night at Kure and Midway Atolls, Hawaii. Fish. Bull., U.S., 77, 275–280
- JANSSON, B.-O. and KÄLLANDER, C. (1968): On the diurnal activity of some littoral peracarid crustaceans in the Baltic Sea. J. exp. mar. Biol. Ecol. 2, 24–36
- KATONA, S. K. (1973): Evidence for sex pheromones in planktonic copepods. Limnol. Oceanogr. 18, 574–583
- NAUSCH, G., SCHLUNGBAUM, G. und STOLLE, S. (1980): Sedimentchemische Untersuchungen in Küstengewässern der DDR IX. Charakterisierung des Freiwasserversuchsgeländes „Kirr-Bucht“. WZ Rostock, math.-nat. R. 29, H 4/5, 107–110
- PALMER, M. A. and BRANDT, R. R. (1981): Tidal variation in sediment densities of marine benthic copepods. Mar. Ecol. Prog. Ser. 4, 207–212

Verfasser: Dipl.-Biol. Hartmut Arndt  
stud. biol. Joachim Kobel  
stud. biol. Axel Michalk  
stud. biol. Frank Wronna  
Dr. rer. nat. Reinhard Heerkloß  
Sektion Biologie der  
Wilhelm-Pieck-Universität Rostock  
DDR – 2500 Rostock  
Freiligrathstraße 7/8