

Die benthische Copepodenfauna in einem ufernahen Verschmutzungsgebiet der westlichen Ostsee*

K. ANGER¹ & W. SCHEIBEL²

¹ *Biologische Anstalt Helgoland (Meeresstation); Helgoland
und*

² *Zoologisches Institut der Universität Kiel; Kiel, Bundesrepublik Deutschland*

ABSTRACT: The benthic copepod fauna of an organically polluted sandy area in the Western Baltic Sea. The annual cycle and distribution of the benthic copepod fauna of a shallow inshore area in the South of Kiel Bay (Baltic Sea) were investigated. The species composition found is not typical for medium fine sand, but resembles that characteristic of a mixture of coarser sand, phytal and even soft bottoms. The mean population density was about 10 times smaller than in offshore stations (SCHEIBEL, 1973). Obvious maxima were observed in July and November, and attributable to different species. The dominant harpacticoid species change several times during the year. Species diversity was highest in summer, lowest in winter, when only two species, *Paraleptastacus holsaticus* and *Scottopsyllus minor*, were dominant. Many species show breeding maxima in spring and summer, a few in autumn (e. g. *Ameira parvula*) or winter (e. g. *Scottopsyllus minor*). The effect of sewage pollution manifests itself significantly only in the immediate vicinity of the outfall: Species diversity decreases; *Scottopsyllus minor*, *Nitocra spec.*, *N. typica*, *Paraleptastacus holsaticus*, *Parastenhelia spinosa*, as well as *Tachidius discipes* are rather frequent in this zone. The potential value of these species as indicators of water quality is discussed. Most of the harpacticoids in the investigated area are rather tolerant to domestic waste products.

EINLEITUNG

Bis zum Jahre 1972 wurden am nordwestlichen Ausgang der Kieler Förde bei Bülk täglich im Mittel ca. 50 000 m³ Abwässer völlig ungeklärt in 250 m Abstand vom Ufer in die Ostsee eingeleitet. Genaue Beschreibungen dieses Gebietes sowie der Abwässer und deren Ausbreitung finden sich bei HORSTMANN (1972), HUBRICH (1972) und ANGER (1975a).

Der Einfluß der organischen Verschmutzung auf das ufernahe benthische Partial-ökosystem wurde erstmals von ANGER (1975a, b) untersucht. Besonderes Gewicht lag dabei auf der Betrachtung der Makrofauna. Daten zum Meiobenthos der Kieler Bucht wurden in neuerer Zeit von BECKER (1970), SCHEIBEL (1973) sowie SCHEIBEL und NOODT (1975) erarbeitet; die frühere Literatur wurde dort zusammengefaßt und vergleichend diskutiert. Dabei zeigte es sich, daß kaum Angaben zur Besiedlung der fla-

* Beitrag des Sonderforschungsbereichs 95, Nr. 89.

chen, ufernahen Sandflächen vorlagen. Da nur in diesem biologisch weitgehend unerforschten Bereich eine unmittelbare Verschmutzung des Benthos durch kommunale Abwässer stattfindet, bietet er sich in besonderer Weise für die Untersuchung folgender Fragestellungen an: (a) Wie unterscheidet sich die benthische Copepodenfauna ufernaher Flachwassergebiete von der uferferner Sandbänke? (b) Wie wirken sich sedimentierende Schmutzstoffe auf die interstitielle und superfizielle Meiofauna aus? (c) Gibt es innerhalb der benthischen Copepoda geeignete Indikatorarten für organische Verschmutzung?

Die vorliegende Untersuchung soll in erster Linie einen ersten Eindruck von der Harpacticidenbesiedlung des ufernahen Benthos und seiner Reaktion auf sedimentierende Abwasserpartikel geben.

MATERIAL UND METHODEN

Von Juni 1971 bis September 1972 konnten an 9 Stationen insgesamt 141 Meiofauna-Proben von jeweils 0,01 m² Fläche gesammelt werden. Die Stationen lagen in 50, 100, 200, 300, 500, 700, 1000, 1500 und 2000 m Entfernung jeweils nordwestlich der Ausleitungsstelle der Abwässer. Da sie etwa auf einer küstenparallelen Geraden (Abstand zum Ufer: ca. 200 m) ausgewählt wurden, betrug die Wassertiefe stets 3 m, und der Biotop konnte – abgesehen von der Konzentration der Abwässer – als weitgehend homogen betrachtet werden.

Die Proben wurden von Bord der Forschungsbarkasse „Sagitta“ aus mit Hilfe eines kleinen van-Veen-Greifens genommen. Das Gerät dringt auf reinem Sand bei 0,01 m² „Bißfläche“ ca. 2,5 cm tief ein und liefert 250–270 ml Sediment. Nach den Ergebnissen von ELMGREN (1973) ist diese Methode gemessen an Kastenloten oder taucherbetriebenen Geräten wahrscheinlich nicht als vollständig quantitativ anzusehen. Produktionsbiologische Aussagen sind daher hier nicht möglich. Vergleichend ökologische und faunistische Betrachtungen sind dagegen durch die Tatsache gerechtfertigt, daß die obersten 2 cm des Sediments die weitaus meisten Meiofauna-Individuen enthalten (MUUS, 1967; McINTYRE, 1969; TIETJEN, 1969; SCHEIBEL, 1973; ARLT, 1973).

Parallelproben dienten der Ermittlung der Korngröße (mit Trockensiebung bestimmt) und des Glühverlustes (bei 500° C).

ERGEBNISSE

Der Biotop

Die Hydrographie des Untersuchungsgebietes wurde eingehend von WATTENBERG (1949), KÄNDLER (1952, 1959, 1960), OHL (1959) und KRUG (1963) beschrieben. Der Salzgehalt schwankt danach meist zwischen 13 und 18 ‰.

Die Versuche und Messungen von HORSTMANN (1972) sowie eigene Messungen mit der von GRASSHOFF (1969) beschriebenen TO-Sonde lassen den Schluß zu, daß der Sauerstoffgehalt für das Benthos der flachen Küstengewässer bei Bülk keinen Mini-

mumfaktor darstellt. Die Sauerstoffsättigung betrug selbst in Bodennähe und bei starker Verschmutzung stets um 100 %.

Die Analyse der Korngrößenverteilung lieferte im gesamten Untersuchungsgebiet Medianwerte zwischen 250 und 300 μ . Es handelt sich also um einen feinen Mittelsand, der (nach FOLK, 1966 und WOLFF, 1973) mit einem Sortierungskoeffizienten von

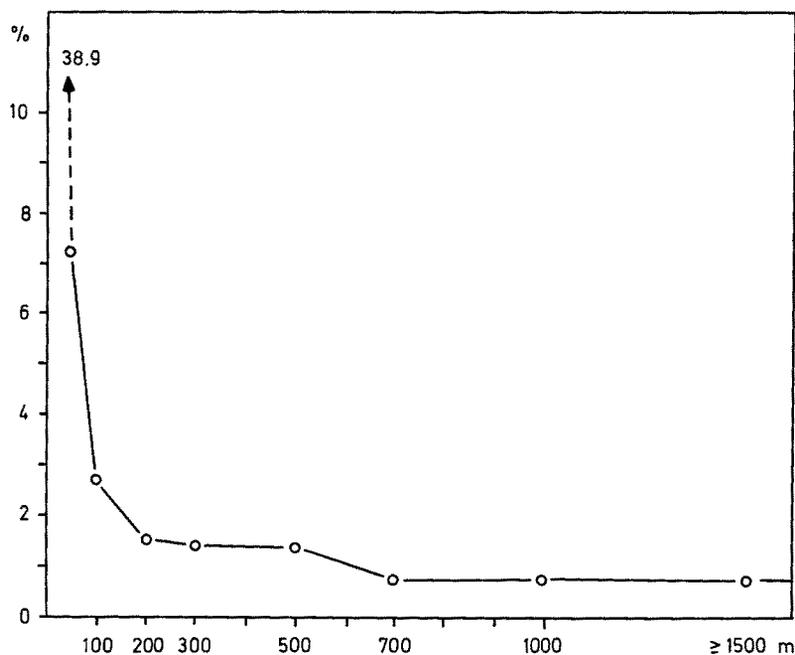


Abb. 1: Mittlerer Glühverlust des Sediments im Verschmutzungsgradienten des Untersuchungsgebietes

50–200 φ (Errechnung nach INMAN, 1952) als „weniger gut sortiert“ bezeichnet werden muß. Der Glühverlust des Sediments wird in sehr starkem Maße durch organische Stoffe aus den Abwässern bestimmt und zeigt so einen charakteristischen Verlauf im Verschmutzungsgradienten des Untersuchungsgebietes (Abb. 1).

Die benthische Copepodenfauna

Bis auf eine Art (*Cyclopina norvegica*) besteht die benthische Copepodenfauna bei Bülk nur aus Harpacticoiden. Eine vollständige Liste der gefundenen Arten (mit Autorennamen) ist in den Tabellen 3 und 4 enthalten.

Die nach der vorherrschenden Korngröße zu erwartende „*Kliopsyllus-holsaticus*-Assoziation“ (SCHEIBEL & NOODT, 1975) ist nur teilweise im Untersuchungsgebiet vertreten. Insbesondere die namensgebende Charakterart der Gemeinschaft spielt nur eine untergeordnete Rolle. Auch die ebenfalls hierzu gehörenden *Paraleptastacus espinula-*

tus, *Evansula pygmaea*, *Rhizothrix minuta* und *Leptastacus laticaudatus forma intermedius* treten zurück hinter Arten, die sonst typisch sind für gröbere Sande (*Nitocra typica*, *Amphiascoides debilis*, *Scottopsyllus minor*, *Paraleptastacus holsaticus*, *Ameira parvula*, *Heterolaophonte minuta*, *Huntemannia jadensis*, *Paronychocampus curti-*

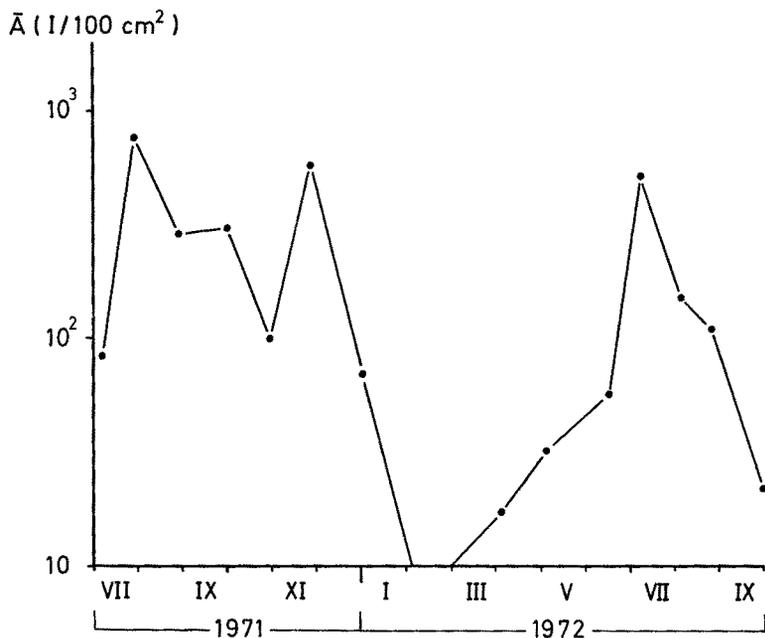


Abb. 2: Mittlere Abundanz der benthischen Copepoda im Jahresverlauf

caudatus). Daneben stehen auch Vertreter des Phytals (*Harpacticus flexus*) und sogar der Weichböden (*Danielssenia typica*, *Halectinosoma gothiceps*) stark im Vordergrund.

Die Besiedlungsdichte ist um den Faktor 10 kleiner als die von SCHEIBEL (1973) an uferfernen Stationen der Kieler Bucht ermittelte. Ob diese Feststellung auf methodische oder tatsächliche ökologische Differenzen zurückzuführen ist, wurde nicht untersucht.

Den Jahresgang der Copepodenfauna zeigt Abbildung 2: Im Juli ist stets ein eindeutiges Maximum der Populationsdichte zu verzeichnen, kurz nachdem die Wassertemperatur mit 19°–20° C ihren höchsten Jahreswert erreicht hat. Ähnliche Beobachtungen machten SCHEIBEL (1973) in der Kieler Bucht und SCHMIDT (1968) im Wattenmeer. Folgende Arten sind maßgeblich an dieser Erscheinung beteiligt: *Harpacticus flexus*, *Danielssenia typica*, *Nitocra typica*, *Paraleptastacus holsaticus**, *Paro-*

* In der vorliegenden Arbeit wurde nicht zwischen *P. holsaticus* und *P. spinicauda* unterschieden, da bei den Populationen des Untersuchungsgebietes eine eindeutige Trennung nicht möglich erscheint. Taxonomische Arbeiten zur Gattung *Paraleptastacus* werden z. Z. im Zoologischen Institut der Universität Kiel durchgeführt; neuere Ergebnisse liegen außerdem von MOORE (1975) und MIELKE (1975) vor. Diese konnten jedoch bei der Bestimmung nicht mehr berücksichtigt werden.

Tabelle 1
 Anteil eiertragender ♀♀ von Januar (I) bis November (XI)
 (für Dezember liegen keine Daten vor)

Species	Monate										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
<i>Harpacticus flexus</i>	—	—	—	—	1/3	7/67	13/439	8/123	0/1	11/198	—
<i>Halecinosoma gothiceps</i>	2/10	0/6	2/9	—	1/3	2/11	8/27	6/162	2/7	44/176	0/8
<i>Nitocra typica</i>	3/56	2/11	—	—	2/3	4/7	65/243	34/272	4/70	13/141	0/152
<i>Ameira parvula</i>	0/6	—	—	—	1/2	1/8	3/5	15/83	15/57	65/208	0/18
<i>Scottopsyllus minor</i>	16/23	313/798	—	0/1	1/8	—	0/3	7/77	1/1	28/74	527/1370
<i>Paraleptastacus bolsaticus</i>	1/112	7/654	—	2/13	25/97	1/5	19/195	1/73	3/63	0/87	29/2618
<i>Heterolaphonte minuta</i>	—	—	—	—	—	21/74	4/44	2/64	0/30	1/98	0/7
<i>Paronychocampus curticaudatus</i>	—	—	—	—	—	10/36	11/180	12/234	—	2/33	0/1
<i>Daniellsenia typica</i>	—	—	—	—	17/46	27/77	6/214	69/282	—	0/1	—

nychocampus curticaudatus, *Huntemannia jadensis*, *Paraleptastacus espinulatus*, *Scottopsyllus minor*, *Nitocra spec.**

Bei gleichzeitiger Verschiebung der Dominanzverhältnisse fällt die Besiedlungsdichte zum Herbst hin erheblich ab, was recht gut mit den Befunden von SCHEIBEL (1973) übereinstimmt. In dieser Periode, in der die Wassertemperatur allmählich auf ca. 7° C zurückgeht, dominieren stets *Halectinosoma gothiceps* und *Ameira parvula*, außerdem 1971 auch *Nitocra typica* und *Heterolaophonte minuta* bzw. 1972 *Danielssenia typica*.

Von November ab herrschen während des ganzen Winters *Paraleptastacus holsaticus* und – etwas schwächer – *Scottopsyllus minor* vor. Beide verursachen im November ein zweites Maximum der Populationsdichte, dem im Winter ein absolutes Minimum folgt. Ab Mai, wenn die Wassertemperaturen mit 8–14° C denen der Monate November/Oktober entsprechen, steigt die Diversität (Artenzahl und Äquität) der benthischen Copepodenfauna wieder an. Im Gegensatz zu 1971 trat 1972 während des ganzen Sommers *Danielssenia typica* besonders stark hervor. Inwieweit dieser Jahreszyklus mit den Laichperioden einzelner dominierender Arten in Zusammenhang steht, kann aus Tabelle 1 abgeleitet werden. Die darin aufgeführten Species zeigen zu recht unterschiedlichen Zeiten Maxima eiertragender ♀♀: Der Vielzahl typischer Frühjahrs- und Sommerlaicher (*Danielssenia typica*, *Paronychocampus curticaudatus*, *Nitocra typica*, *Heterolaophonte minuta*, *Paraleptastacus holsaticus*) stehen im Spätsommer und Herbst (*Ameira parvula*) oder im Winter (*Scottopsyllus minor*) reproduzierende

Tabelle 2

Funde eiertragender ♀♀ der untersuchten Copepoden

Species	Monate
<i>Nitocra spec.</i>	VI VII VII
<i>Paraleptastacus espinulatus</i>	VIII
<i>Tisbe spec.</i>	VI VII X
<i>Mesochra pygmaea</i>	VII VIII IX X
<i>Amphiascoides debilis</i>	VII VIII X XI
<i>Huntemannia jadensis</i>	VIII
<i>Asellopsis intermedia</i>	VII VIII
<i>Hastigerella tenuissima</i>	VIII X XI
<i>Rhizothrix minuta</i>	VIII
<i>Tachidius discipes</i>	X
<i>Scottopsyllus minor</i>	XI
<i>Ectinosoma spec.</i>	XI
<i>Proameira spec.</i>	VIII
<i>Schizopera spec.</i>	VIII X
<i>Mesochra inconspicua</i>	I
<i>Leptastacus macronyx</i>	I
<i>L. laticaudatus f. intermedius</i>	XI
<i>Intermedopsyllus intermedius</i>	I
<i>Stenbelia palustris</i>	VII
<i>Diarthrodes nobilis</i>	VIII
<i>Cyclopina norvegica</i>	X

* Eine eindeutige Identifizierung der Art war vorerst nicht möglich. Eine taxonomische Überarbeitung durch SCHEIBEL ist in Vorbereitung.

Tabelle 3
Verteilung der häufigsten Harpacticoiden-Arten im Verschmutzungsgradienten
(P = Präsenz [%], A = mittlere Abundanz [Individuen/100 cm²])

Species	50-200 m		300-700 m		1000-2000 m							
	P	A	P	A	P	A						
<i>Scotopsyllus minor</i> SCOTT u. A.	●	34,0	○	25,7	●	33,3	○	28,7	●	8,8	○	23,4
<i>Nitocra</i> spec.	●	20,0	○	8,1	●	17,8	●	2,5	●	2,9	○	0,1
<i>N. typica</i> BOECK	●	54,0	○	9,3	●	62,2	●	27,6	○	47,1	○	5,7
<i>Paraleptastacus bolsaticus</i> KUNZ	●	42,0	○	22,8	●	60,5	●	41,4	●	32,4	○	60,1
<i>P. espinulatus</i> NICHOLLS	●	4,0	○	6,3	○	17,8	●	7,1	●	8,8	○	0,6
<i>Tisbe</i> spec.	●	12,0	○	0,7	●	13,3	●	1,9	●	11,8	○	3,6
<i>Harpacticus flexus</i> BRADY & ROBERTSON	●	26,0	○	6,6	●	46,7	○	12,4	●	38,2	○	16,7
<i>Mesochra pygmaea</i> CLAUS	●	10,0	○	0,2	●	26,7	●	0,9	●	17,6	○	0,5
<i>Amphiascoides debilis</i> GIESBRECHT	●	10,0	○	0,1	●	28,9	●	1,2	●	20,6	○	0,9
<i>Ameira parvula</i> CLAUS	●	14,0	○	3,4	●	51,1	○	8,3	●	41,2	○	9,1
<i>Halictinotoma gothiceps</i> GIESBRECHT	●	14,0	○	0,5	●	40,0	○	9,4	●	29,4	○	8,5
<i>Heterolaophonte minuta</i> BOECK	●	24,0	○	2,5	●	42,2	○	6,9	●	47,1	○	5,5
<i>Huntemannia jadensis</i> POPPE	●	16,0	○	1,6	●	42,2	○	12,4	●	41,2	○	6,4
<i>Aseillopsis intermedia</i> SCOTT	●	14,0	○	0,7	●	20,0	○	0,9	●	35,3	○	1,3
<i>Paronychocampus curticaudatus</i> BOECK	●	10,0	○	0,3	●	24,4	○	10,7	●	29,4	○	9,2
<i>Danielssenia typica</i> BOECK	●	6,0	○	0,1	●	13,3	○	4,1	●	35,3	○	24,8
<i>Hastigerella tenuissima</i> KLIE	●	6,0	○	0,3	●	11,1	○	0,3	●	14,7	○	4,5
<i>Rhizothrix minuta</i> BOECK	●	6,0	○	0,0	●	15,6	○	0,3	●	11,8	○	0,1
<i>Evansula pygmaea</i> SCOTT	●	2,0	○	0,2	●	13,3	○	0,8	●	14,7	○	0,3
n =		50		44		43		39		34		31

Harpacticiden gegenüber. Bei *Harpacticus flexus* und *Halectinosoma gothiceps* konnten keine klaren Maxima eiertragender ♀♀ ermittelt werden. Einige der hier aufgeführten Arten reproduzieren anscheinend das ganze Jahr über (Tab. 1). Weitere Angaben über Funde von ♀♀ mit Eiern sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Die Wirkung der organischen Verschmutzung schlägt sich in einer geringeren Artenvielfalt im betroffenen Bereich nieder. Dieser Effekt wurde bei MARCOTTE & COULL (1974) ausführlich diskutiert.

Die Verteilung der einzelnen Copepodenarten im Untersuchungsgebiet ist in den Tabellen 3 und 4 festgehalten, wobei Tabelle 3 die häufigsten Arten zusammenfaßt:

Scottopsyllus minor und die taxonomisch noch zu bearbeitende *Nitocra* spec. bevorzugen offenbar die verschmutzten Bereiche I und II und verhalten sich damit ähnlich wie *Nitocra spinipes* im Greifswalder Bodden (ARLT, 1975). Es folgt mit ähnlicher Verteilung im Untersuchungsgebiet *Nitocra typica*. Diese euryhaline und eurytope Art (KLIE, 1950) wurde bisher meist im Phytal und Pfahlbewuchs gefunden (KUNZ, 1935;

Tabelle 4

Seltenerer Harpacticoiden-Arten: Anzahl der Funde in den drei unterschiedenen Teilbereichen des Untersuchungsgebietes (I = 50–200 m, II = 300–700 m, III = 1000–2000 m Abstand vom Düker)

Species	I	II	III	Species	I	II	III
<i>Parastenbelia spinosa</i> FISCHER	2	5	1	<i>Stenbelia palustris</i> BRADY	0	0	3
<i>Tachidius discipes</i> KLIE	2	2	0	<i>Paramphiascopsis longirostris</i> CLAUS	0	0	2
<i>Proameira hiddensoeensis</i> SCHÄFER	1	2	0	<i>Dactylopodia vulgaris</i> SARS	1	0	0
<i>Stenocaris minuta</i> NICHOLLS	1	4	2	<i>Parathalesthris</i> spec. BAIRD	0	1	0
<i>Ectinosoma</i> spec. NICHOLLS	0	2	0	<i>Diarthrodes nobilis</i> BAIRD	0	1	0
<i>Proameira</i> spec. NICHOLLS	0	2	0	<i>Harpacticus</i> spec. BOECK	0	1	0
<i>Paraleptastacus</i> spec. NICHOLLS	0	2	0	<i>Heterolaophonte</i> spec. BOECK	0	1	0
<i>Schizopera</i> spec. NICHOLLS	0	3	1	<i>Scottopsyllus herdmanni</i> SCOTT	0	0	1
<i>Kliopsyllus bolsaticus</i> KLIE	1	3	2	<i>Tachidius</i> spec. SCOTT	0	0	1
<i>Mesochra inconspicua</i> SCOTT	1	1	2	<i>Mesochra</i> spec. BOECK	0	0	1
<i>Leptastacus macronyx</i> SCOTT	1	1	2	<i>Ameira minuta</i> BOECK	0	0	1
<i>L. laticaudatus intermedius</i> NICHOLLS (KUNZ)	0	2	2	<i>Ameira</i> spec. BOECK	0	0	1
<i>Heterolaophonte littoralis</i> T. & A. SCOTT	0	1	1	<i>Paradactylopodia latipes</i> BOECK	0	0	1
<i>Nannopus palustris</i> BRADY	0	1	2	<i>Pseudonychocampus proximus</i> SARS	0	0	1
<i>Intermedopsyllus intermedius</i> T. & A. SCOTT	0	1	2	<i>Leptastacus</i> spec. BOECK	0	0	1
<i>Nitocra elegans</i> (?) SCOTT	0	1	2	<i>Cyclopina norvegica</i> BOECK	0	0	1
<i>Amphiascus</i> spec. SCOTT	0	1	2				

DAHL, 1948, 1973; SCHÜTZ & KINNE, 1955; NOODT, 1957, 1970; BILIO, 1966), ist aber auch ein typischer Sandbewohner (NOODT, 1957; SCHEIBEL & NOODT, 1975). Das häufige Vorkommen im unverschmutzten Bereich III macht eine Brauchbarkeit als Indikatorart für Anreicherungen organischen Materials jedoch unwahrscheinlich.

Auch *Paraleptastacus holsaticus* gehört zu den regelmäßigen und mitunter häufigen Bewohnern der 200-m-Zone. Er leitet über zu einer Reihe weitgehend indifferenter Arten, die den mittleren Bereich geringfügig vorziehen. Hierzu gehören u. a. der häufige Feinsand- und Schlickbewohner *Harpacticus flexus* (vgl. NOODT, 1957; BARNETT, 1968), die nach den Befunden von DAHL (1948) detritusliebende *Mesochra pygmaea* sowie der euryöke Phytal-, Sand- und Weichbodenbewohner *Amphiascoides debilis* (vgl. NOODT, 1957, 1970; BILIO, 1966; BECKER, 1970).

Die nach letztgenannten Autoren sowie nach SCHÜTZ & KINNE (1955), SCHÜTZ (1966) und SCHEIBEL (1974) als ausgesprochen euryök geltende *Ameira parvula* verhält sich hier vergleichsweise empfindlich, ebenso wie die nachfolgenden Arten. Von diesen gelten *Halectinosoma gothiceps* und *Danielssenia typica* als Weichbodentiere (LANG, 1948; MCINTYRE, 1964; BECKER, 1970; SCHEIBEL & NOODT, 1975), beide wurden auch in detritusreichem Phytal gefunden (DAHL, 1948). Bei Bülk besiedeln sie regelmäßig Mittelsand. *Asellopsis intermedia*, die von LASKER et al. (1970) eingehend untersucht wurde, *Huntemannia jadensis*, *Paronychocampus curticaudatus* und *Evansula pygmaea* sind Sand-Harpacticiden (NOODT, 1957, 1970), *Heterolaophonte minuta* eher ein Phytalbewohner (DAHL, 1948; BILIO, 1966), der jedoch auch im Grobsand häufig ist.

Die Ökologie der restlichen Arten ist teilweise noch wenig untersucht, bei selteneren Arten des Gebietes (vgl. Tab. 4) wird auf ihre Diskussion hier verzichtet. Lediglich *Parastenbelia spinosa* und *Tachidius discipes* sind auf Grund ihrer relativen Häufigkeit und ihres Verteilungsbildes noch erwähnenswert: Beide gelten als sehr euryök und unempfindlich gegen Detritusablagerungen (DAHL, 1948). *T. discipes* ist außerdem durch eine extreme Euryhalinität gekennzeichnet (RIEMANN, 1966). Der Diatomeenfresser (MUUS, 1967) entwickelt daher dichte Populationen in allen (meist phytalreichen) lenitischen Bereichen (NOODT, 1957, 1970; BILIO, 1966; MUUS, 1967; DAHL, 1973) und wird durch Eutrophierungsvorgänge sicher gefördert.

Bei den weiteren Arten der Tabelle 4, die ebenfalls nach ihrem Verteilungsmuster geordnet sind, lassen sich auf Grund ihrer Seltenheit keine gesicherten Aussagen machen. Das gilt insbesondere für die nur in jeweils einer einzigen Probe gefundenen Arten (ab *Dactylopodia vulgaris*).

DISKUSSION

Sedimentierende Detritusteilchen und Zellulosefasern verstopfen teilweise das Lückensystem (POLLOK, 1971) und verändern die Oberflächeneigenschaften der Sandkörner (JANSSON, 1971) und den Chemismus des interstitiellen Wassers (KÜHL, 1971). In ausreichend sauerstoffversorgten Sandbiotopen liegt darin wahrscheinlich die primäre Wirkung organischer Abwässer (vgl. auch MARCOTTE & COULL, 1974). Hinzu kommt eine Förderung von Detritus- und Bakterienfressern bei gleichzeitiger Verdrängung spezialisierterer Arten (z. B. PENNAK, 1951; GRAY, 1971).

Die Mehrzahl der benthischen Copepodenarten der südlichen Kieler Bucht ist euryök und gegenüber sedimentierenden Schmutzpartikeln weitgehend indifferent. Nur *Scottopsyllus minor*, *Nitocra* spec. und – weniger deutlich – *Nitocra typica* werden durch den organischen Detritus direkt oder indirekt (durch Ausschluß konkurrierender Arten) gefördert und kommen somit u. U. als Indikatoren in Betracht.

Die auf eine Empfindlichkeit hindeutende Verteilung der letzten acht Arten der Tabelle 3 läßt diese unter Vorbehalt ebenfalls als mögliche Verschmutzungsindikatoren diskutabel erscheinen. Wie die Ergebnisse von GRAY (1971) und MARCOTTE & COULL (1974) gezeigt haben, ist das Meiobenthos durchaus geeignet, Indikatortasken zu erfüllen. Das unregelmäßige, oft spärliche Auftreten vieler Arten erschwert dabei jedoch die Interpretation von Felddaten. Zusätzliche experimentelle Untersuchungen, wie sie von JANSSON (1967) durchgeführt wurden, müssen deshalb in Zukunft verstärkt auch der Meiofauna gelten.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Der Jahreszyklus und die Verteilung der benthischen Copepodenfauna eines ufernahen Flachwassergebietes in der südlichen Kieler Bucht wurden untersucht.
2. Die Populationsdichte zeigt im Juli und November jeweils ein deutliches Maximum. Im Laufe eines Jahres wechseln die dominierenden Arten mehrmals; die Artenvielfalt ist am höchsten im Sommer, am niedrigsten im Winter.
3. Die meisten Harpacticoiden des Untersuchungsgebietes sind gegenüber organischer Verschmutzung indifferent. Nur wenige Arten kommen als Indikatoren in Betracht.

ZITIERTE LITERATUR

- ANGER, K., 1975a. Benthos und Abwasser. Die Auswirkung kommunaler Abwässer auf ein ufernahes Partialökosystem der westlichen Ostsee. Diss. Kiel, 327 pp.
- 1975b. On the influence of sewage pollution on inshore benthic communities in the South of Kiel Bay. Part. 1. Qualitative Studies on indicator species and communities. Merentutkimuslait. Julk. **239**, 116–122.
- ARLT, G., 1973. Vertical and horizontal micro-distribution of the meiofauna in the Greifswalder Bodden. Oikos (Suppl.) **15**, 105–111.
- 1975. Remarks on indicator organisms (meiofauna) in the coastal waters of the GDR. Merentutkimuslait. Julk. **239**, 272–279.
- BARNETT, P. R. O., 1968. Distribution and ecology of Harpacticoid Copepods of an intertidal mudflat. Int. Rev. ges. Hydrobiol. **53**, 177–209.
- BECKER, K.-H., 1970. Beitrag zur Kenntnis der Copepoda Harpacticoida sublitoraler Weichböden in der Kieler Bucht. Kieler Meeresforsch. **26**, 56–73.
- BILIO, M., 1966. Die aquatische Bodenfauna von Salzwiesen der Nord- und Ostsee. II. Ökologische Faunenanalyse: Hydrozoa, Nematodes, Rotatoria, Gastrotricha, Nemertini, Polychaeta, Oligochaeta, Halacaridae, Ostracoda, Copepoda. Int. Rev. ges. Hydrobiol. **51**, 147–195.
- DAHL, E., 1948. On the smaller Arthropoda of marine algae, especially in the polyhaline waters of the Swedish west coast. Glycerup, Lund, 193 pp.
- 1973. Ecological range of Baltic and North Sea species. Oikos (Suppl.) **15**, 85–90.

- ELMGREN, R., 1973. Methods of sampling sublittoral bottom meiofauna. *Oikos* (Suppl.) **15**, 112–120.
- FOLK, R. L., 1966. A review of grain-size parameters. *Sedimentology* **6**, 73–93.
- GRASSHOFF, K., 1969. Untersuchungen über die Sauerstoffbestimmung im Meerwasser. IV. Teil. Über eine Sonde zur digitalen und analogen Registrierung von Sauerstoff, Temperatur und Druck im Meerwasser. *Kieler Meeresforsch.* **25**, 133–142.
- GRAY, J. S., 1971. The effects of pollution on sand meiofauna communities. *Thalassia jugosl.* **7** (1), 79–86.
- HORSTMANN, U., 1972. Über den Einfluß von häuslichem Abwasser auf das Plankton in der Kieler Bucht. *Kieler Meeresforsch.* **28**, 178–198.
- HUBRICH, L. M., 1972. Zur horizontalen Ausbreitung von kontinuierlichen Abflüssen in das küstennahe Meer – am Beispiel einer Abwassereinleitung in die Kieler Bucht. *Kieler Meeresforsch.* **28**, 162–177.
- INMAN, D. L., 1952. Measures for describing the size distribution of sediments. *J. Sedim. Petrol.* **22**, 125–145.
- JANSSON, B.-O., 1967. The importance of tolerance and preference experiments for the interpretation of mesopsammon field distributions. *Helgoländer wiss. Meeresunters.* **15**, 41–58.
- 1971. The "Umwelt" of the interstitial fauna. *Smith. Contr. Zool.* **76**, 129–140.
- KÄNDLER, R., 1952. Hydrographische Untersuchungen zum Abwasserproblem in den Buchten und Förden der Ostseeküste Schleswig-Holsteins. *Kieler Meeresforsch.* **9**, 177–200.
- 1959. Hydrographische Beobachtungen in der Kieler Förde 1952–1957. *Kieler Meeresforsch.* **15**, 145–156.
- 1960. Typen der Salzgehalts- und Temperaturschichtung in der Kieler Förde. *Kieler Meeresforsch.* **16**, 164–179.
- KLIE, W., 1950. Harpacticoidea (Cop.) aus dem Bereich von Helgoland und der Kieler Bucht (Fortsetzung). *Kieler Meeresforsch.* **7**, 76–128.
- KRUG, J., 1963. Erneuerung des Wassers in der Kieler Bucht im Verlaufe eines Jahres am Beispiel 1960/61. *Kieler Meeresforsch.* **19**, 158–174.
- KÜHL, H., 1971. On changes of the interstitial water after decomposition of organic matter. *Smith. Contr. Zool.* **76**, 171–179.
- KUNZ, H., 1935. Zur Ökologie der Copepoden Schleswig-Holsteins und der Kieler Bucht. *Schr. naturw. Ver. Schlesw.-Holst.* **21**, 84–132.
- LANG, K., 1948: Monographie der Harpacticoidea I u. II. Ohlsson, Lund, 1682 pp.
- LASKER, R., WELLS, J. B. J. & McINTYRE, A. D., 1970. Growth, reproduction, respiration and carbon utilization of the sand-dwelling harpacticoid copepod *Asellopsis intermedia*. *J. mar. biol. Ass. U. K.* **50**, 147–160.
- MARCOTTE, B. M. & COULL, B. C., 1974. Pollution, diversity and meiobenthic communities in the North Adriatic (Bay of Piran, Yugoslavia). *Vie Milieu* **24**, 281–300.
- McINTYRE, A. D., 1969. Ecology of marine meiobenthos. *Biol. Rev.* **44**, 245–290.
- MIELKE, W., 1975. Systematik der Copepoda eines Sandstrandes der Nordseeinsel Sylt. *Mikrofauna Meeresb.* **52**, 1–134.
- MOORE, C. G., 1975. A review of the harpacticoid genus *Paraleptastacus* (Crustacea, Copepoda). *J. nat. Hist.* **9**, 495–507.
- MUUS, B. J., 1967. The fauna of Danish Estuaries and Lagoons: Distribution and ecology of dominating species in the shallow water reaches of the mesohaline zone. *Medd. Danm. Fisk- og Havunders.* **5**, 3–316.
- NOODT, W., 1957. Zur Ökologie der Harpacticoidea (Crust. Cop.) des Eulitorals der deutschen Meeresküste und der angrenzenden Brackgewässer. *Z. Morphol. Ökol. Tiere* **46**, 149–242.
- 1970. Zur Ökologie der Copepoda Harpacticoidea des Küstengebietes von Tvärminne (Finnland). *Acta zool. fenn.* **128**, 3–35.
- OHL, H., 1959. Temperatur- und Salzgehaltsmessungen an der Oberfläche des Kieler Hafens in den Jahren 1952–1957. *Kieler Meeresforsch.* **15**, 157–160.
- PENNAK, R. W., 1951. Comparative ecology of the interstitial fauna of fresh water and marine beaches. *Année biol.* **27**, 449–480.
- POLLOCK, L. W., 1971. Ecology of intertidal meiobenthos. *Smith. Contr. Zool.* **76**, 141–148.

- RIEMANN, F., 1966. Die Verbreitung der interstitiellen Fauna im Elbe-Ästuar. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh. (Sonderbd) **2**, 117–123.
- SCHEIBEL, W., 1973. Quantitativ-ökologische Untersuchungen am uferfernen Mesopsammon in der Kieler Bucht. Kieler Meeresforsch. **29**, 58–68.
- 1974. Submarine experiments on benthic colonization of sediments in the Western Baltic Sea. II. Meiofauna. Mar. Biol. **28**, 165–168.
- & NOODT, W., 1975. Population densities and characteristics of meiobenthos in different substrates in the Kiel Bay. Merentutkimuslait. Julk. **239**, 173–178.
- SCHMIDT, P., 1968. Die quantitative Verteilung und Populationsdynamik des Mesopsammons am Gezeiten-Sandstrand der Nordsee-Insel Sylt. I. Faktorengefüge und biologische Gliederung des Lebensraumes. Int. Rev. ges. Hydrobiol. **53**, 723–779.
- SCHÜTZ, L., 1966. Ökologische Untersuchungen über die Benthosfauna im Nord-Ostsee-Kanal. II. Autökologie der vagilen und hemisessilen Arten im Bewuchs der Pfähle: Mikro- und Mesofauna. Int. Rev. ges. Hydrobiol. **51** (4), 633–685.
- & KINNE, O., 1955. Über die Mikro- und Makrofauna der Holzpfähle des Nord-Ostsee-Kanals und Kieler Förde. Kieler Meeresforsch. **11**, 110–135.
- TIETJEN, J. H., 1969. The ecology of shallow water meiofauna in two New England estuaries. Oecologia **2**, 251–291.
- WATTENBERG, H., 1949. Die Salzgehaltsverteilung in der Kieler Bucht und ihre Abhängigkeit von Strom- und Wetterlage. Kieler Meeresforsch. **6**, 17–30.
- WOLFF, W. J., 1973. The estuary as a habitat. An analysis of data on the soft-bottom makrofauna of the estuarine area of the rivers Rhine, Meuse, and Scheldt. Zool. Verh., Leiden **126**, 1–242.

Anschrift des erstgenannten Autors: Dr. K. ANGER
Biologische Anstalt Helgoland (Meeresstation)
D-2192 Helgoland
Bundesrepublik Deutschland