Zur Bedeutung von Kleinfischen in Ökosystemen der Ostsee

Von C. Dieter Zander

Einleitung

Als Kleinfische werden Arten bezeichnet, die nicht größer als 10 cm wachsen (MILLER 1980). In den marinen Lebensräumen der Nord- und Ostsee sind diese Formen besonders durch die Stichlinge *(Gasterosteidae)* und Grundeln *(Gobiidae)* vertreten. Die geringe Größe macht diese Fische für verschiedene Prädatoren als Beute attraktiv. Nicht nur andere Fische wie Dorsche, Plattfische, Seeskorpione oder Flußbarsche (Ostsee), sondern auch Seevögel nutzen diese Nahrungsquelle sehr intensiv. So werden in der Ostsee Stichlinge von Seeschwalben und Mittelsägern erbeutet (LEMMETYINNEN u. MANKKI 1975, DIERSCHKE u. KLÜMANN 1988), Sandgrundeln von Sturmmöwen (HARTWIG 1986). Im Bereich der Nordsee erkannten HARTWIG u. SÖHL (1975) Silbermöwen, VAUK u. JOKELE (1975) Dreizehenmöwen und DORNBOOS (1984) Taucher und Säger als häufige Prädatoren von Sand- und Strandgrundeln *(Pomatoschistus minutus* und *P. microps).*

Zum Teil machten die Kleinfische bei den genannten Vögeln bis zu 85% der Nahrung aus. Die Frage ist daher, wie diese Nahrungsquelle den verschiedenen Vogelarten und anderen Prädatoren in ausreichender Menge zur Verfügung gestellt werden kann.

Genaue quantitative Untersuchungen über Bestandsdichte und Populationsdynamik von Kleinfischen waren lange Zeit nicht möglich. Die Netzfischerei, die übliche Methode bei derartigen Untersuchungen an Nutzfischen, hat viele Nachteile: 1. Das abgefischte Areal läßt sich höchstens grob schätzen; 2. eine zum Fang kleiner Formen geeignete Maschenweite läßt ein ungehindertes Fischen nicht zu; 3. bei Untersuchungen von Hart- und Gemischtböden ist der Einsatz von Netzen nicht möglich. Der Einsatz von Kastenfallen (ANEER u. NELLBRING 1977, THORMAN u. FLADVAD 1979, NELLBRING 1985) brachte zwar Dichte- und Biomassewerte der so eingeschlossenen Fische, hatte aber den Nachteil, daß sie starr auf eine bestimmte Fläche bezogen waren und den Fluchteffekt vernachlässigten. Zudem versagen sie auf Hartböden.

Abhilfe konnten erst Unterwasser-Untersuchungen mit Tauchgeräten bringen, wie sie von BAGGE u.a. (1975), JANSSON u.a. (1985) und ZANDER u. HAGEMANN (1986, 1987) in der Ostsee verwendet wurden.

Im folgenden werden Unterwasser-Untersuchungen beschrieben, die seit 1983 in der Lübecker Bucht durchgeführt wurden. Sie dienten der Analyse von Dichte, Biomasse und Nahrungsaufnahme sowie der Abschätzung von Produktion, Konsumption und ökologischer Wirksamkeit von Grundeln. Dabei konnte auch der Weg von Parasiten über die Nahrung zu den Fischwirten verfolgt werden. Diese Parameter helfen, die Rolle der Kleinfische in einem Ökosystem wie dem flachen Litoral der Ostsee zu beurteilen.

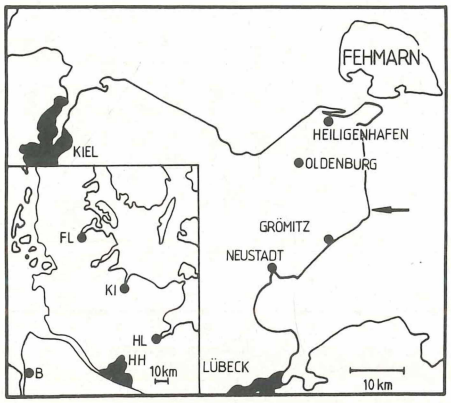

Abb. 1: Lage der Untersuchungsstelle Dahmeshöved (Pfeil) an der ostholsteinischen Küste.

Fig. 1: Situation of the investigation site off Dahmeshoeved (arrow) at the coast of eastern Holstein.

Untersuchungsgebiet und -biotope

Das Untersuchungsgebiet liegt in der westlichen Ostsee am Fuße des Leuchtturms von Dahmeshöved, nahe dem Seebad Grömitz (Ostholstein) (Abb. 1). Dort läuft eine Mole aus 1 m messenden Steinquadern vom Ufer aus etwa 30 m in östliche Richtung und knickt dann fast rechtwinklig nach Norden um. Ihre Basis liegt dort in 2,5 m Tiefe, ihre Gesamtlänge beträgt ca. 100 m. Sie ist außer auf den ersten Metern sehr dicht mit Miesmuscheln *(Mytilus edulis)* bewachsen (Abb. 2). Dieser Bewuchs stellt ein reich strukturiertes Biotop dar, der vielen Organismen Lebensraum bietet. Die Fugen der Steinquader sowie aus der Mole herausgebrochene Teile schaffen günstige Versteckmöglichkeiten für größere Fische.

Von der Mole nach Osten gerichtet schließt sich ein ausgedehnter Sandgrund an, der in ca. 250 m Entfernung vom Ufer und in 6 m Tiefe in eine Lehmabbruchkante übergeht. Dieses »Lehmriff« ist mit Felsblöcken und Geröll unterschiedlicher Größen durchsetzt, die mit Algen oder Miesmuscheln bewachsen sind. Dieses Grenzgebiet (Ökoton) von Sand- und Geröllgrund erwies sich ebenso wie die Mole als besonders fischreich und daher für ökologische Untersuchungen besonders gut geeignet.

Besonders häufig waren an der Mole und dem Lehmriff von den Kleinfischen die Schwimmgrundel *Gobiusculus flavescens* und die Sandgrundel *Pomatoschistus minutus* vertreten (Abb. 3–4), dazu kamen noch die Malergrundel *P. pictus,* die ebenso wie die beiden vorher genann-

Abb. 2: Ausschnitt aus dem *Mytilus edulis*-Gürtel mit teilweise geöffneten, filtrierenden Muscheln.

Fig. 2: Section of the *Mytilus edulis* belt with partially opened and filtrating mussels.

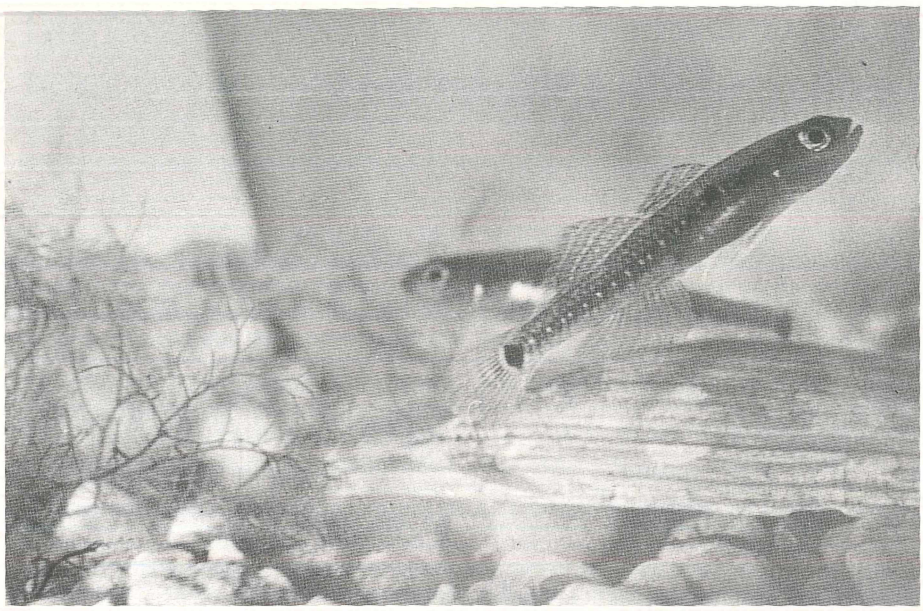

Abb. 3: Männchen der Schwimmgrundel *Gobiusculus flavescens* in Fortpflanzungstracht. Aquariumfoto.

Fig. 3: Male of the two-spotted goby, *Gobiusculus flavescens*, in nuptial colouration. Aquarium photo.

ten Formen zu den kurzlebigen Arten gehört, und die Schwarzgrundel *Gobius niger*, die mehrere Jahre leben kann.

Dichte, Biomasse und Produktion der Grundeln

Zur Bestimmung der Fischdichte wurde ein Plexiglas-Meßrahmen von 0,5x0,5 m verwendet, der in der Mitte eine kreisrunde Öffnung von 0,125 m^2 aufwies (Abb. 5). Dieser wurde mehrfach auf dem Sandgrund ausgelegt; nach kurzer Zeit konnten die in der Öffnung befindlichen Fische ausgezählt werden. Im Geröll oder Hartboden wurde eine Meßleine von 1 m verwendet, mit der durch rechtwinkelige Knickung auf ihrer Hälfte ein Areal von 0,25 m^2 abgemessen wurde. Die Fische ließen sich bei dieser Manipulation kaum stören, so daß quantitative Abundanzwerte erreicht wurden.

Aus dem Durchschnittsgewicht der gefangenen Fische ergab sich bei Multiplikation mit der festgestellten Dichte die Biomasse. Bei der Berechnung der Jahresproduktion wurden die Zuwächse der Biomasse an den aufeinanderfolgenden Probentagen summiert (Methode von ARNTZ 1971). Diese Methode bedeutet die Berechnung eines Minimalwertes, die reale Produktion ist somit eher noch höher anzunehmen.

Die Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse aus den Jahren 1983 bis 1986 unter Berücksichtigung von *Gobiusculus flavescens* und *Pomatoschistus minutus* aus 2 Habitaten – Mole und Lehmriff. Die Werte von 1983 von der Mole ragen besonders heraus und wurden in den folgenden Jahren nicht wieder erreicht. Dagegen weist das Lehmriff über mehrere Jahre einheitlichere Werte auf. Obwohl die maximale Dichte zwischen 11 und 42 Tieren schwankte, ist ihre Biomasse mit 1,1–1,4 g m^{-2} relativ ähnlich. Die Produktion schwankte dagegen zwischen 0,8 und 1,6 g m^{-2} y^{-1}. Die Bestände von epibenthischen *P. minutus* zeigten 1985 im Lehmriff und an Mole identische Produktion, während dieser Parameter im Sandgrund bei einem Vergleich mit denen des Lehmriffs im Jahr 1986 deutlich niedriger lag (ZANDER, unveröff.).

Die höchsten Dichte- und Biomassewerte traten in den Monaten August und September auf. Auf einzelnen Flächen wurden dann bis zu 72 epibenthische, d.h. über 30 mm große Sandgrundeln pro Quadratmeter gezählt. Die Jungfische von Schwimm- und Sandgrundeln vereinigen sich in den Sommermonaten in dichten, suprabenthischen Schwärmen, die bis zu 12000 Individuen zählen konnten.

Malergrundeln *(Pomatoschistus pictus)* traten frühestens im September auf und pflanzten sich im Lehmriff fort, so daß im Oktober und November noch Jungfischschwärme beobachtet wurden.

Nahrungsspektrum der Grundeln

Bei der Analyse der aufgenommenen Nahrung wird der Inhalt des Darmtraktes zunächst gewogen, danach wird er nach Komponenten bzw. groben taxonomischen Einheiten sortiert. Gezählt wird die Zahl der Nahrungskomponente (Abundanz) und die Zahl der Fische mit der jeweiligen Komponente (Frequenz). Das dritte verwendete Maß, das Trockengewicht der jeweiligen Nahrungseinheit, ist das aussagekräftigste. Da die Organismen aus dem Darmtrakt schon angedaut sind, müssen die realen Gewichte aus dem Nahrungsangebot gewonnen werden. Dazu werden Längen-Gewichtskorrelationen jeder Komponente aus dem jeweiligen Lebensraum aufgestellt und die Nahrungsorganismen aus dem Darm der Fische mit einer speziellen Meßeinrichtung »Microsize« vermessen (BERG 1979).

In Abb. 6 sind die Frequenzen und Gewichte der von Sandgrundeln aufgenommenen Nahrung illustriert. Berücksichtigt wurden hier die Fänge der Jahre 1985 (Lehmriff und Mole) und 1986 (Lehmriff und Sandgrund). Bis auf wenige Ausnahmen sind Krebse aus dem *Mytilus*-Gürtel die wichtigste Nahrung, unter denen die Gammariden vor Isopoden der Gattungen *Jaera* und *Idotea* dominieren. Seltener war ein größerer Anteil Nahrung aus anderen Lebensräumen als dem Aufwuchs zu verzeichnen, z.B. calanoide Copepoden aus dem Plankton, Epipsammon in Form von Sandgarnelen *(Crangon)* und Harpacticoiden oder Mysidaceen aus dem Suprabenthos (Abb. 6).

Meistens wurden aber Krebse einer Größe von 3 bis 6 mm bevorzugt, deren ausrei-

Abb. 4: Sandbodenbiotop mit Sandgrundel, *Pomatoschistus minutus.*

Fig. 4: Habitat of sand bottom with sand goby, *Pomatoschistus minutus.*

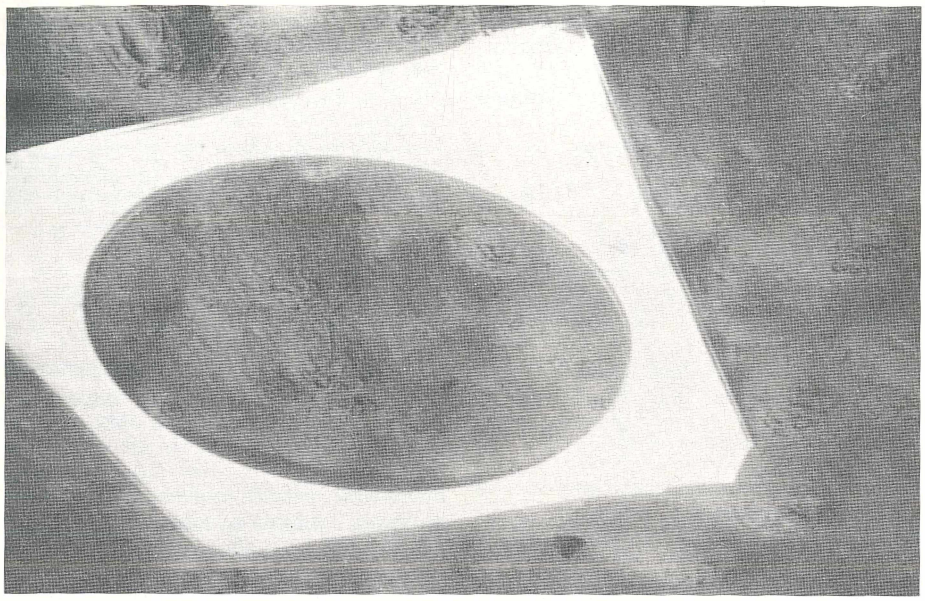

Abb. 5: Meßrahmen zur Dichtebestimmung von Grundeln im Einsatz unter Wasser.
Fig 5: Measuring frame for records of goby densities under use under water.

chender Bedarf von Gammariden gedeckt wurde (Abb. 6) (ZANDER u. HAGEMANN 1987, ZANDER u. DÖRING 1988). Wenn deren Angebot im Frühjahr noch zu knapp sein sollte, wechseln die Grundeln auch auf große Polychäten über (Abb. 6).

Die Schwimmgrundeln *(Gobiusculus flavescens)* sowie alle Junggrundeln sind vorwiegend Planktonfresser, die calanoide Copepoden bevorzugen (ZANDER u. HAGEMANN 1986). Die Schwarzgrundel *(Gobius niger)* weist im Prinzip das gleiche Nahrungsspektrum wie die Sandgrundel auf, bemerkenswert ist, daß auch Miesmuscheln bis zu einer Größe von 5 mm gefressen werden.

Nahrungsbedarf der Grundeln

Der Nahrungsbedarf wird aus der Ingestion, dem im Verdauungstrakt gefundenen Gewicht, bezogen auf 1 m^2, berechnet. Der Tagesbedarf (Konsumption) kann geschätzt werden, wenn die Ingestion mit der Zahl der möglichen Darmtraktfüllungen pro Tag multipliziert wird. Ihre Zahl ist 3,5 bei höheren, 1 bei niedrigeren Temperaturen (MEYER-ANTHOLZ 1987, für *Pomatoschistus microps).* Auf diese Weise kann die Jahreskonsumption berechnet werden.

Tabelle 1 weist einige durchschnittliche Ingestionswerte von Grundeln aus verschiedenen Habitaten und verschiedenen Jahren auf. Obwohl diese deutlich schwanken, sind sie mit den Werten der Fischbiomasse gut korreliert (Tab. 1).

Die Berechnung der Tageskonsumption ergab für die Grundelpopulation an der Mole einen maximalen Wert von 152 mg m^{-2}, für die Populationen des Lehmriffs von 70 mg m^{-2} (ZANDER u. DÖRING 1988). Diesem Nahrungsbedarf steht eine ungleich höhere Produktion von verfügbarer Biomasse in den *Mytilus*-Gürteln gegenüber. Da diese Biomasse vor allem aus *Mytilus* selbst besteht, kommen für die Grundeln nur 1–7% des produzierten Angebots als Nahrung in Frage. Das Verhältnis von konsumierter Biomasse zur Produktion (C/P) ist z.B. im Lehmriff nur 0,7%; bei Berücksichtigung der Gammariden allein liegt dieser Wert aber schon bei 11,9% (Tab. 1). Dieses bedeutet eine relativ hohe ökologische Effizienz (ZANDER u. HAGEMANN 1987).

Parasiten der Grundeln

Die Grundeln sind für einige Helminthen-Parasiten aus den Gruppen der Trematoden, Cestoden und Acanthocephalen Endwirte. Sie infizieren sich mit deren Jungstadien über die Nahrung; so wird der häufige Trematode *Podocotyle atomon* und der Nematode *Contracaecum aduncum* durch Gammariden übertragen (ZANDER u. DÖRING 1988). Für eine Reihe weiterer Parasiten sind die Grundeln Zwischenwirte, das gilt besonders für die Larven von Cestoden und Nematoden. Auch diese Stadien werden über die Nahrung aufgenommen, mit Copepoden besonders Cestoden, mit Copepoden und Ostracoden die Nematoden. Die Plerocercoide des Cestoden *Bothriocephalus scorpii* befinden sich im Darm von Grundeln und infizieren nach Fraß größere Fische. Dagegen durchbohren die Jungstadien der Cestoden *Ligula sp.* und *Schistocephalus sp.* den Darm und liegen in der Leibeshöhle zur Infektion von Vögeln bereit, die Endwirte sind. Die Plerocercoide dieser Cestoden können dabei bis zu 13% des Gewichtes der Grundeln heranwachsen. Auch viele parasitische Nematoden durchbohren auf dem L_3-Stadium den Darm und sammeln sich als L_4-Larven in der Leibeshöhle ihrer Grundel-Zwischenwirte. Bis zu 53 Nematoden wurden in einer Sandgrundel gezählt (Abb. 7, Juni 1986).

Die Befallsrate der Grundelpopulationen mit Parasiten lag meistens bei 25% und darüber, wobei Trematoden und Nematoden am häufigsten auftraten (Abb. 7), während Cestoden ggf. durch ihre Biomasse dominierten.

Diskussion

Vergleichbare Untersuchungen zur Dichte und Biomasse von Kleinfischen der Ostsee liegen von den schwedischen Küsten vor (THORMAN u. FLADVAD 1981, JANSSON u.a. 1985, NELLBRING 1985). Im Broälven-Ästuar Westschwedens erreichten Kleinfische noch höhere Werte als in Dahmeshöved. Stichlinge waren mit 28 *(Gasterosteus aculeatus)* bzw. 39 *(Pungitius pungitius)*, Strandgrundeln *(Pomatoschistus microps)* sogar mit 76 Individuen m^{-2} vertreten; das bedeutete eine Biomasse von ca. 50 g. Das Untersuchungsareal reichte von 0 bis 1,3 m Wassertiefe. In Askö (schwedische Ostküste) setzte NELLBRING (1985) Kastenfallen in 0,9 m

Tab. 1: Zusammenfassung ökologischer Daten der Grundelpopulationen aus zwei Habitaten von Dahmeshöved im Zeitraum von vier Jahren.
* In den Jahren 1985 und 1986 wurden suprabenthisch lebende Stadien ausgelassen.

Compilation of ecological characteristics of goby populations from two habitats of Dahmeshoeved during four years.
* In 1985 and 1986 suprabenthic living stages were not considered.

	Gobiusculus flavescens	*Pomatoschistus minutus*			
	Mole	Lehmriff			
	1983		1984	1985*	1986*
Dichte: N m^{-2}	247	107	19	5	4
Biomasse: mg m^{-2}	676	916	577	617	383
Produktion: mg m^{-2} y^{-1}	2654	2608	1578	809	1268
Ingestion: mg m^{-2}		22	9	4	3
Konsumption: mg m^{-2} y^{-1}			4192		
Jahreszuwachsrate: P:B	3,9	2,8	2,7	1,3	3,3
Wachstumseffizienz: P:C			0,38		
Nutzungseffizienz: C:P Nahrung			0,01		
Nutzungseffizienz: C:P Gammaridae			0,12		

Tiefe ein. Er fing dort bis zu 25 *Pomatoschistus microps* und eine Biomasse von 0,8 g des nicht so zahlreichen, aber schwereren *P. minutus*. JANSSON u.a. (1985) kamen mit Hilfe von Tauchgeräten bis in Tiefen von 8 m den hier geschilderten Verhältnissen nahe. Die *Pomatoschistus*-Arten erreichten auch dort maximale Biomassen in den *Mytilus*-Gürteln, mit 2,7 g m^{-2} waren die Werte ähnlich den hier gefundenen.

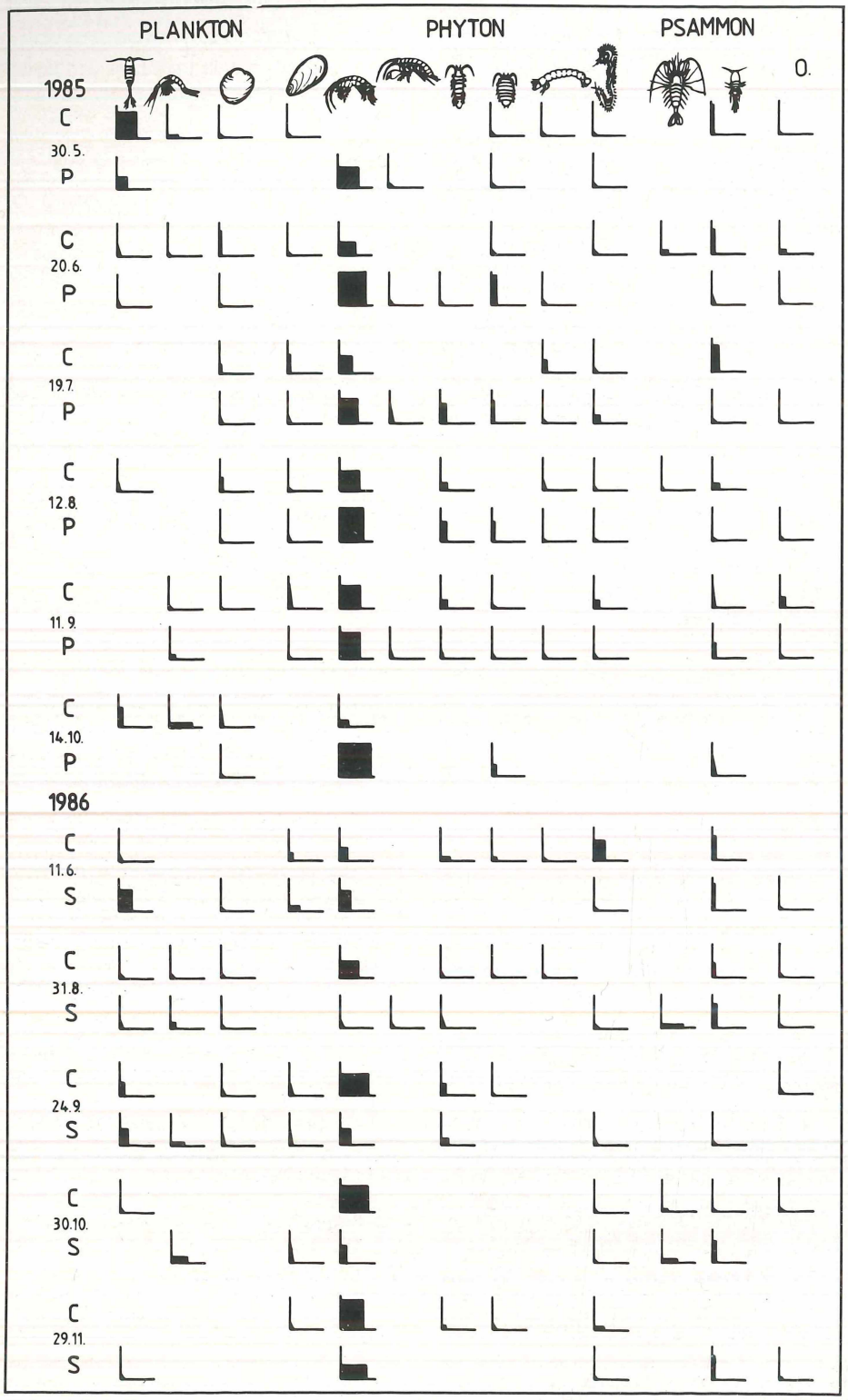

Abb 6: Nahrungsspektrum der Sandgrundel *Pomatoschistus minutus* von Dahmeshöved im Jahresverlauf. 1985 wurden Populationen des Lehmriffs (C) und der Mole (P) verglichen, 1986 solche des Lehmriffs und des Sandgrundes (S). Die X-Achsen der Einzelgraphiken bedeuten 0–100% Biomasse, die Y-Achsen 0–100% Frequenz der jeweiligen Nahrungskomponenten. Eine herausragende Stellung nehmen die Gammariden als Nahrungsquelle ein.

Fig. 6: Food spectrum of sand gobies, *Pomatoschistus minutus*, off Dahmeshoeved in the course of two years. Populations of the clay ecotone (C) and the pier (P) were compared in 1985, of the clay ecotone and the sand bottom in 1986. The X-axes of the single graphs mean 0–100% biomass, the Y-axes 0–100% frequency of occurrence of the respective food component. Gammarids have the greatest importance as food source.

Auch die Produktion der Grundeln war an der Mole von Dahmeshöved nicht ganz so hoch wie im Broälven-Ästuar (THORMAN u. FLADVAD 1981), übertraf aber andere Regionen deutlich, auch das Lehmriff der gleichen Untersuchungsstelle: 5,3 g m^{-2} y^{-1} gegenüber 0,8–1,6 g $m^{-2}y^{-1}$. In marinen Lebensräumen der schwedischen Westküste waren es nur 0,1 g m^{-2} y^{-1} (EVANS u. TALLMARK 1984).

Die Hauptursache für hohe Dichte und Produktion von Kleinfischen sehen ZANDER u. HAGEMANN (1987) in dem überreichen Nahrungsangebot in den Miesmuschelgürteln, der an der Mole von Dahmeshöved extrem entwickelt ist. Aber auch im Lehmriff konnten die Grundeln z.B. im Jahr 1984 etwa 4,2 g $m^{-2}y^{-1}$ Nahrung konsumieren, davon 1,7 g Gammariden und 0,6 g *Idotea*. Somit werden 12 bzw. 6% der Jahresproduktion dieser Organismen von den Grundeln konsumiert.

Da eine Biomasse von 1,6 g etwa 8 bis 12 adulten *Pomatoschistus minutus* entsprechen, steht auch ihren Prädatoren ein üppiges Nahrungsangebot zur Verfügung. Es ist im gesamtbiologischen Konnex ausreichend, um z.B. Jugendstadien von Parasiten auf die Endwirte zu übertragen. Dieses sind je nach Anpassung teils größere Fische (poikilotherme Endwirte), teils Seevögel (homoiotherme Endwirte), in denen Parasiten geschlechtsreif werden.

Die Grundeln sind daher ein wichtiges Glied in der Nahrungskette des Meeres und von großer Bedeutung für die Erhaltung der komplizierten Lebenszyklen von Trematoden, Cestoden, Acanthocephalen und Nematoden. Hohe Befallsraten, wie z.B. die Grundeln aus dem Juni 1986 durch Nematoden zeigten, deuten darauf hin, daß bei der Parasitierung ein ähnlicher Effekt wie bei anorganischen und organischen Schadstoffen vorkommen kann: Eine Anreicherung – Akkumulation – bestimmter Parasiten bzw. ihrer Jungstadien. Sie kann darauf zurückgeführt werden, daß in gestreßten Lebensräumen die Artenzahl zurückgeht, die verbliebenen Arten in ihrer Dichte aber zunehmen. Für bestimmte Parasiten könnten aber die verbliebenen, nun häufigen Arten gerade die günstigen Wirtsarten sein.

Zusammenfassung

In der südwestlichen Ostsee wurden Populationen der Schwimm- und Sandgrundel *(Gobiusculus flavescens* und *Pomatoschistus minutus)* analysiert. Mit Hilfe von Tauchgeräten wurden an 2 Habitaten, einer Steinmole in 2,5 und einem Lehmriff in 6 m Tiefe, in den Jahren 1983 bis 1986 Dichten und Biomassen der Fische festgestellt. Wenn alle Entwicklungsstadien der Grundeln berücksichtigt wurden, konnten über 200 Individuen und fast 1 g Biomasse m^{-2} vorkommen (Tab. 1). Das bedeutete eine hohe Produktivität dieser kurzlebigen Fische, die je Art an der Mole 2,6 g $m^{-2}y^{-1}$ übersteigen

konnte. Diese Bedingungen werden durch ein reiches Nahrungsangebot, besonders benthische Krebse, an den Miesmuschelgürteln begünstigt. Grundeln sind aber auch wichtige Nahrung für größere Fische und Seevögel, und da sie Zwischenwirte von verschiedenen Helminthen-Arten sind, wichtige Überträger dieser Parasiten auf die Endwirte.

Summary

On the importance of small-sized fish in baltic ecosystems

Populations of *Gobiusculus flavescens* and *Pomatoschistus minutus* were analyzed in the SW Baltic. The densities and biomasses of gobies were investigated at two different habitats from 1983 to 1986 by means of SCUBA. Mean values of more than 200 individuals and almost 1 g m^{-2} were found, the production was at best 2,6 g m^{-2} y^{-1} per species (tab. 1). These conditions were favoured by the rich food supply in the *Mytilus* belts, especially by benthic crustaceans. Gobies are also important preys for larger fish and seabirds. As they bear different developmental stages of helminths they are advantageous vectors of parasites in the way to their final hosts.

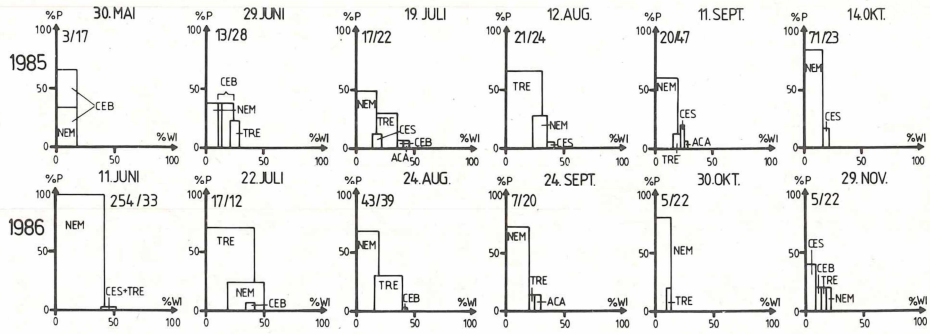

Abb. 7: Parasitenbefall von *Pomatoschistus minutus* in den Jahren 1985 und 1986 in Dahmeshöved. Die X-Achsen bedeuten die %-Anzahl der befallenen Grundelwirte (WI), die Y-Achsen die %-Anzahl der gefundenen Parasiten (P). Die Zahlenkombination bedeutet: Zahl gefundener Parasiten/Zahl der untersuchten Grundeln. ACA = Acanthocephala; CEB = Cestoda, *Bothriocephalus;* CES = Cestoda, *Ligula* und *Schistocephalus*; NEM = Nematoda; TRE = Trematoda.

Fig. 7: Infestation of *Pomatoschistus minutus* off Dahmeshoeved by parasites in 1985 and 1986. The X-axes mean the % numbers of infested gobies (WI), the Y-axes the % numbers of parasites. The combination of numbers mean: Total found parasites/total number of investigated gobies. ACA = Acanthocephala; CEB = Cestoda, *Bothriocephalus;* CES = Cestoda, *Ligula* and *Schistocephalus;* NEM = Nematoda; TRE = Trematoda.

Literatur

ANEER, G. u. S. NELLBRING (1977): A drop trap investigation of the abundance of fish in very shallow water in the Askö area, northern Baltic proper. – In: B.F. KEEGAN, P.O. CEIDIGH u. P.J.S. BOADEN (Eds.): Biology of benthic organisms, 21–30. Pergamon Press, Oxford.

ARNTZ, W.E. (1971): Biomasse und Produktion des Makrobenthos in den tieferen Teilen der Kieler Bucht im Jahr 1968. – Kieler Meeresforsch. 27: 36–72.

BAGGE, P., E. ILUS u. F. MOTZKIN (1975): Line census of fish made by the SCUBA diving method in the archipelago of Loviisa (Gulf of Finland). – Merentutkimuslait. Julk./Havsforkn. Skr. 240: 57–70.

BERG, J. (1979): Discussion of methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the food of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). – Mar. Biol. 50: 263–273.

DIERSCHKE, V. u. H. KLÜMANN (1988): Zur Nahrung nestjunger Küstenseeschwalben *(Sterna paradisea)* im Naturschutzgebiet Oehe-Schleimünde. – Seevögel 9: 26–27.

DORNBOOS, G. (1984): Piscivorous birds on the saline Lake Grevelingen, The Netherlands: Abundance, prey selection and annual food consumption. – Netherl. J. Sea Res. 18: 457–479.

EVANS, S. u. B. TALLMARK (1984): Seasonal dynamics of small vagile predators on a marine shallow soft bottom. – Holarct. Ecol. 7: 138–148.

HARTWIG, E. (1986): Untersuchungen zum Bestandsrückgang der Sturmmöwe *(Larus canus)* im Ostseebereich von Schleswig-Holstein. – Unveröff. Gutachten im Auftrag des Landesamtes f. Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein: 76 S.

HARTWIG, E. u. M. SÖHL (1975): Zur Nahrung der Silbermöwe *(Larus argentatus)* auf der Nordseeinsel Sylt. I. Zusammensetzung der Nahrung. – Zool. Anz. 194: 350–360.

JANSSON, B.O., G. ANEER u. S. NELLBRING (1985): Spatial and temporal distribution of the demersal fish fauna in a Baltic archipelago as estimated by SCUBA census. – Mar. Ecol. Progr. Ser. 23: 31–43.

LEMMETYINEN, R. u. J. MANKKI (1975): The threespined stickleback *(Gasterosteus aculeatus)* in the food chains of the northern Baltic. – Merentutkimuslait. Julk./Havsforkn. Skr. 239: 155–161.

MEYER-ANTHOLZ, W. (1987): Untersuchungen über Verdauungsraten, Freßrhythmen und lokomotorische Aktivitäten der Strandgrundel, *Pomatoschistus microps* (Krøyer) (Gobiidae, Pisces), und ihre Anwendung zur Bestimmung der Tagesration. – Dissertation, Univ. Hamburg, 1–152.

MILLER, P.J. (1979): Adaptiveness and implications of small size in teleosts. – Symp. zool. Soc. Lond. 44: 263–306.

NELLBRING, S. (1985): Abundance, biomass, and seasonal variation of fish on shallow soft bottoms in the Askö area, northern Baltic proper. – Sarsia 70: 217–225.

THORMAN, S. u. B. FLADVAD (1981): Growth and production of fish in River Broälven estuary on the Swedish west coast. – Rep. natn. Swedish environ. Prot. Bd. PM 1416: 1–112.

VAUK, G. u. I. JOKELE (1975): Vorkommen, Herkunft und Winternahrung Helgoländer Dreizehenmöwen *(Rissa tridactyla).* – Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven 15: 69–77.

ZANDER, C.D. u. W. DÖRING (1988): The role of gobies (Gobiidae, Teleostei) in the food web of shallow habitats of the Baltic Sea. – Proc. 21. EMBS Gdansk: in press.

ZANDER, C.D. u. T. HAGEMANN (1986): Fluctuations of prey, abundance and biomass of gobies (Gobiidae, Pisces) in a shallow habitat of the western Baltic Sea. – Zool. Anz. 216: 289–304.

ZANDER, C.D. u. T. HAGEMANN (1987): Predation impact and ecological efficiency of *Pomatoschistus spp.* (Gobiidae, Pisces) from a clay/sand ecotone of the western Baltic Sea. – Zool. Anz. 218: 33–48.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. C. Dieter Zander
Zoologisches Institut und
Zoologisches Museum der Universität
Martin-Luther-King-Platz 3
D-2000 Hamburg 13

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Seevögel - Zeitschrift des Vereins Jordsand zum Schutz der Seevögel und der Natur e.V.

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: 9_4_1988

Autor(en)/Author(s): Zander C. Dieter

Artikel/Article: Zur Bedeutung von Kleinfischen in Ökosystemen der Ostsee 51-55