Die tiefen Schlickgebiete der Kieler Bucht unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes*

Von Sebastian A. Gerlach

1. Einleitung

Bisher wurde im Bereich der schleswig-holsteinischen Ostseeküste Baggergut küstennah auf Restsedimentflächen verklappt, zum Beispiel am Ostausgang der Kieler Förde nördlich von Marina Wendtorf auf fünf bis sieben Meter Wassertiefe (Abb. 1). Restsediment-Gebiete entstehen durch die Erosion des eiszeitlichen Geschiebemergels, wobei feinkörnige Sedimentkomponenten fortgeschwemmt werden und Grobsand, Kies und Steine zurückbleiben. Der Kies ist Lebensraum einer speziellen Meiofauna, auf den Steinen heften sich die Makrophyten an. Insbesondere auf Rotalgen findet sich eine artenreiche Tiergemeinschaft. Auf die Schutzwürdigkeit haben NOODT & KÖLMEL (1986) hingewiesen.

Ich werde im Folgenden untersuchen, wie es um die Schutzwürdigkeit der tiefen Schlickgebiete steht. Ich werde zu dem Schluß kommen, daß diese eher als die Restsediment-Flächen für eine Deponie von Baggergut in Betracht kommen, wenn man Argumente des Naturschutzes zugrundelegt und wenn man nicht auf jedes Einbringen von Baggergut in das Meer verzichten will.

2. Die Bodenfauna der schlickigen, sandschlickigen und schlicksandigen Regionen der Kieler Bucht

Seit 1968 liegen umfangreiche und systematische Untersuchungen über das Makrozoobenthos von verschiedenen Stationen in der Kieler Bucht vor, die von WEIGELT (1988) zusammenfassend behandelt wurden. Gefunden wurden 28 Mollusken-Arten, 19 Crustaceen-Arten, mehr als 49 Polychaeten-Arten und 16 Arten aus anderen Tiergruppen, insgesamt also über 110 Arten.

Die Biomasse wird von dickschaligen Muscheln der Art *Arctica islandica* dominiert, die bis 65 mm groß wird und im östlichen Gebiet (Süderfahrt, Millionengrund, Abb. 2) mit bis zu 50 Individuen/m² und mit einer Biomasse bis 50 g organische Substanz/m² auftritt. Im mehr schlickigen Westteil der Kieler Bucht ist diese Muschel seltener. Auf schlicksandigen Sedimenten, wie sie im Ostteil der Kieler Bucht an den Stationen Süderfahrt und Millionengrund vorliegen, sind auch die hartschaligen, bis 30 mm großen Muscheln der Gattung *Astarte* häufig und stellen einen Biomasse-Anteil von bis zu 20 g organische Substanz/m². *Arctica* und *Astarte* können wochenlang Sauerstoffmangel im inaktiven Zustand überleben und wurden deshalb auch durch den extremen Sauerstoffmangel 1981 nicht wesentlich geschädigt. Allerdings gibt es Anzeichen dafür, daß *Arctica* im Westteil der Kieler Bucht, der häufiger von Sauerstoffmangel betroffen wird, seit 1983 zurückgegangen, teilweise ausgestorben ist.

Vor 1981 stellten *Arctica* und *Astarte* in den tiefer als 18–20 m gelegenen schlickigen, sandschlickigen und schlicksandigen Gebieten der Kieler Bucht 80–90% der Makrofauna-Biomasse. Genauere Daten sind nicht bekannt, da diese großen Muscheln nicht mit den Methoden erfaßt werden können, welche sonst für Makrofauna-Untersuchungen Anwendung finden. ARNTZ (1980) errechnet für *Arctica islandica* 83% der gesamten Makrofauna-Biomasse, die Bestände waren auch bereits 1877 und 1911 ähnlich hoch (ARNTZ 1972).

Die übrigen Arten der Makrofauna waren vor 1981 überschlägig mit folgenden Biomassen in der Kieler Bucht vertreten (Angaben beziehen sich auf organische Substanz = aschefreies Trockengewicht, nach WEIGELT 1988; Tab. 27):

Gebiet	Fläche (km²)	Biomasse (g/m²)	Masse (t)
Westgebiet	165,9	1,5	249
Nordgebiet	345,2	4,2	1450
Dorschmulde	14,7	1,8	26
Millionenviertel	60,0	5,2	315
Süderfahrt	77,7	7,8	606
Hohwachter Bucht	82,7	5,2	430
Gesamtgebiet	746,8	4,1	3076

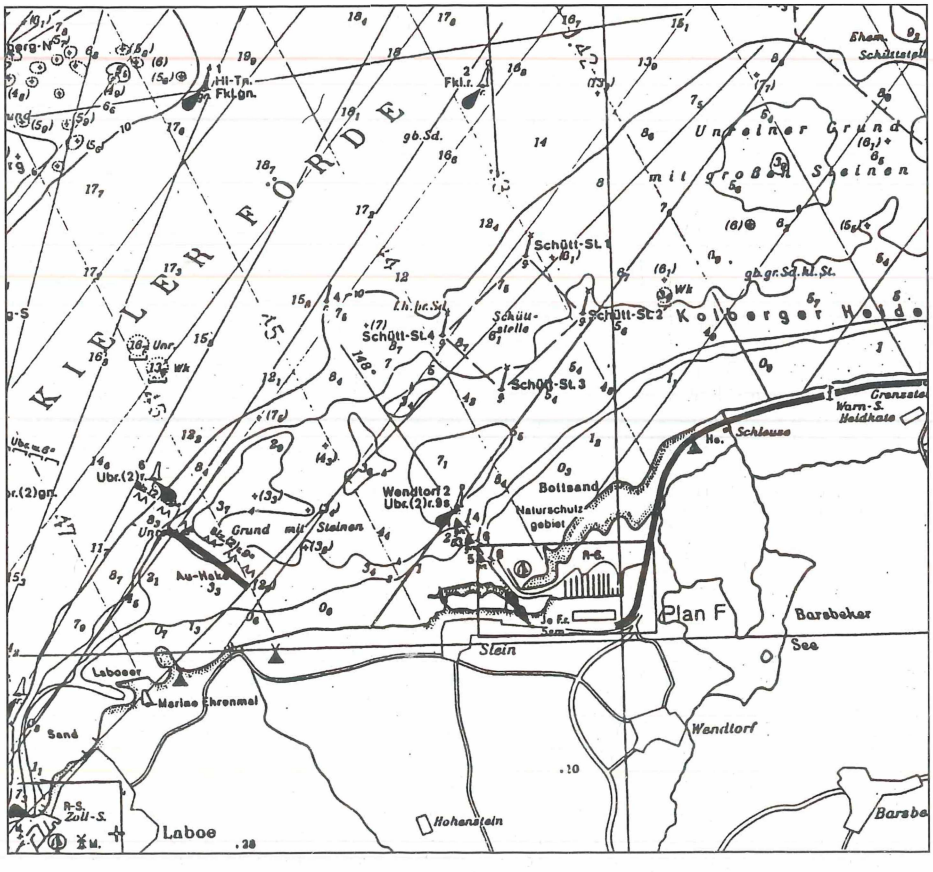

Abb. 1: Ausschnitt aus der Seekarte D 30, Kieler Bucht mit Lage der Verklappungsgebiete.

* Die vorliegende Arbeit ist Teil des Abschlußberichtes des Autors über das Forschungsvorhaben »Untersuchungen der Folgen von Eingriffen in die Lebensräume der Kieler und Mecklenburger Bucht (Ostsee)« 1988/89 im Auftrage des Ministers für Natur, Umwelt und Landesentwicklung des Landes Schleswig-Holstein und des Landesamts für Naturschutz und Landschaftspflege und wurde für den Druck freigegeben.

Sowohl die Muschel *Arctica islandica* als auch viele Arten der kleineren Makrofauna werden von Dorsch und Scholle als Nahrung geschätzt. Die reiche Bodenfauna ist also die Grundlage für die Grundschleppnetz-Fischerei in der Kieler Bucht. Um die als aschefreies Trockengewicht (= organische Substanz) ausgedrückten Biomassen in Feuchtgewicht umzurechnen, muß man die Zahlen für Polychaeten mit 7,5, die Zahlen für Muscheln (einschließlich Schale) mit 18–19 multiplizieren.

Es kann keine Rede davon sein, diese großen und für die Fischerei wichtigen Areale der Kieler Bucht und der benachbarten Gebiete pauschal als Deponie für Baggerschutt auszuweisen. Wohl aber kann man innerhalb der großen Flächen solche Gebiete auswählen, die von Natur aus besonders benachteiligt sind, weil es sich gewissermaßen um Sackgassen handelt, in welchen das Bodenwasser nicht regelmäßig erneuert wird. Zugleich handelt es sich bei diesen Gebieten gewissermaßen um Trichter, in denen sich das organische Material sammelt, welches von den umliegenden flacheren Gebieten hangabwärts bis in die tiefsten Stellen transportiert wird und dort unter Sauerstoffzehrung entweder mineralisiert oder im Sediment deponiert wird. In diesen extremen Gebieten tritt Sauerstoffmangel am häufigsten auf.

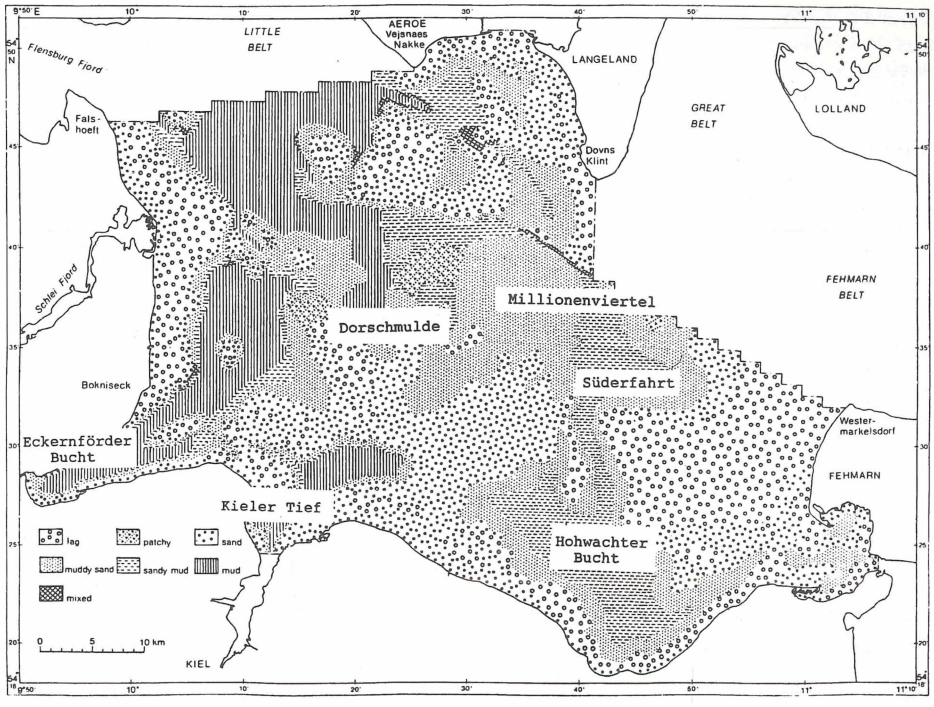

Abb. 2: Kieler Bucht in den von BABENERD & GERLACH (1987) definierten Grenzen mit Tiefenlinien und Sedimentarten (lag = Restsediment, patchy = Mosaiksediment, muddy sand = Schlicksand, sandy mud = Sandschlick, mud = Schlick, mixed = Mischsediment). Aus BABENERD & GERLACH (1987).

3. Schlickgebiete mit häufigem Sauerstoffmangel in der Kieler Bucht

Von REIMERS (1976) und von KÖLMEL (1977, 1981) ist in den Jahren 1971–1973 eine Schlickstation in 28 m Wassertiefe auf der Sohle der Eckernförder Bucht (54° 30' N; 9° 59' E) untersucht worden. Wegen Sauerstoffmangels starb die Makrofauna hier sowohl im September 1971 als auch im September 1972 vollständig aus. Es wurden auch keine lebenden Muscheln der Art *Arctica islandica* gefunden, nur tote Schalen in 2–3 cm Sedimenttiefe, die belegen, daß es entweder früher einmal etwas günstigere Lebensbedingungen gegeben haben muß, oder daß die Schalen aus flacheren Sedimenten der Eckernförder Bucht hangabwärts transportiert wurden. Jeweils in den Wintern 1971/72 und 1972/73 fand eine Wiederbesiedlung der Schlickflächen mit Larven der Polychaeten *Capitella, Polydora* und *Pectinaria* und der Muschel *Abra (Syndosmya)* statt. Erwachsene Tiere des räuberischen Polychaeten *Harmothoe* und des Krebses *Diastylis,* die sich häufig im Plankton finden, besiedelten ebenfalls schnell die Region, nachdem dort wieder sauerstoffreiches Wasser den Meeresboden bedeckte. Die Abundanz der Makrofauna erreichte bereits im Januar 1972 1000 Individuen/m^2, die Biomasse (Feuchtgewicht) 5 g/m^2, im Juli 1972 waren es 3000 Individuen/m^2 mit etwa 10 g/m^2. Diesen Arten gelingt es, heranzuwachsen und sich zu vermehren, bevor im Sommer erneut Sauerstoffmangel auftritt und die Bestände vernichtet. So besiedeln sie immer wieder nach Sauerstoffmangel-Ereignissen erneut das Gebiet. Nur weil sie kurzlebig sind, kann es ihnen gelingen, sich vor dem nächsten Sauerstoffmangel fortzupflanzen.

Die Meiofauna ist mit 10 regelmäßig vorkommenden Nematoden-Arten vertreten, teilweise mit über 100 Individuen/cm^3. Nematoden überleben vermutlich den regelmäßig auftretenden Sauerstoffmangel im Schlick. Zwei Drittel der Individuenzahlen werden von *Paracanthonchus longicaudatus* (30% der Biomasse) und *Microlaimus tenuicaudatus* (10% der Biomasse) gestellt. Diese Arten finden sich in den oberen zwei Zentimetern des Sedimentes und sind während der Zeiten des Sauerstoffmangels in geringeren Zahlen vertreten, sterben dann vielleicht doch zum Teil ab. Sie nehmen aber stark zu, wenn wieder Sauerstoff vorhanden ist. Im März ist die Zahl dieser Tiere am höchsten. Vermutlich ist das auf Vermehrung zurückzuführen. Grundsätzlich ist es aber auch möglich, daß im Winter eine Einwanderung von Nematoden aus flacheren Gebieten erfolgt, da die Winterstürme viel flockiges Material hangabwärts transportieren.

Die zweithäufigste Nematoden-Art ist *Sabatieria pulchra*, die wegen ihrer beträchtlichen Körpergröße 50% der Nematoden-Biomasse stellt und mit Vorliebe in den tieferen Sedimentschichten (2–5 cm unter der Sedimentoberfläche) lebt. Diese Art wird nur vereinzelt in den oberen Sedimentschichten mit oxischen Verhältnissen gefunden und erreicht hohe Abundanzen nur in solchen Sedimentschichten, wo das Porenwasser Schwefelwasserstoff enthält. Es ist bisher nicht bekannt, ob diese Nematodenart ganz ohne Sauerstoff leben kann, oder ob sie nicht wenigstens in gewissen Lebensabschnitten den Kontakt mit sauerstoffhaltigem Porenwasser sucht.

Sabatieria pulchra ist in ihrem Vorkommen nicht auf die extrem schlickigen Sedimente mit häufigem Sauerstoffmangel beschränkt, sondern lebt auch in den tieferen Sedimentschichten vieler anderer Weichbodengebiete. Es handelt sich also nicht um eine seltene Art. Dieselbe Feststellung gilt auch für die übrigen Arten der Makro- und Meiofauna der extremen Schlickgebiete in der Kieler Bucht.

4. Muß man die Schlickgebiete als Lebensraum von *Halicryptus spinulosus* schützen?

KÖLMEL (1977) erwähnt nicht das Vorkommen des Priapuliden *Halicryptus spinulosus* am Boden der Eckernförder Bucht. Es kann jedoch vermutet werden, daß dieser bis 4 Zentimeter große Wurm auch in dem von KÖLMEL bearbeiteten Gebiet vorkommt, denn er ist in ähnlichen Gebieten oft als einziges Makrofauna-Tier immer wieder gefunden worden, auch in den extrem schlickigen Zonen des Kieler Tiefs.

Die Priapulida sind ein Tierstamm, der bereits vor 500 Millionen Jahren im Kambrium existierte. Bis vor einigen Jahrzehnten waren

rezent nur zwei Gattungen bekannt, *Priapulus* und *Halicryptus*. Inzwischen sind einige weitere Priapuliden als Vertreter der Meiofauna bekannt geworden, doch ist es weiterhin berechtigt, die Gruppe als »lebende Fossilien« zu bezeichnen. Sie repräsentieren einen Bauplan, den es sonst nicht im Tierreich gibt; die Deutung ihrer morphologischen Besonderheiten ist damit ein Prüfstein für alle Bemühungen, die Stammesgeschichte der wirbellosen Tiere nachzuvollziehen. Fundorte von Priapuliden sollten deshalb besonders geschützt werden.

1849 fand von SIEBOLD *Halicryptus spinulosus* nach einem Sturm am Strand der Ostsee in der Nähe der Weichselmündung angespült. Er beschrieb nach diesem Fund erstmalig wissenschaftlich die Art. Die Art ist aber nicht auf die Ostsee beschränkt, sondern weit in den borealen Zonen der nördlichen Erdhalbkugel verbreitet: Alaska, Kanada, Grönland, Island, Spitzbergen, Norwegen, Eismeer, Novaya Zemlya und Kara-See, dazu die Ostsee, die wohl das größte zusammenhängende Verbreitungsgebiet darstellt. Es handelt sich bei *Halicryptus spinulosus* nicht um eine die vollmarinen Meeresgebiete besiedelnde Tierart, vielmehr um einen Bewohner von Küstengewässern mit vermindertem Salzgehalt zwischen 4–20 Promille. Solche Küstengewässer treten meist kleinräumig in der Nähe von Flußmündungen und von Grundwasser- oder Schmelzwasser-Austritten auf. *Halicryptus spinulosus* lebt hier meist in geringen Wassertiefen. So große Brackwassergebiete wie die Ostsee sind selten im borealen Klimabereich. Bemerkenswert ist, daß *Halicryptus* hier früher bis in 220 m Wassertiefe gefunden wurde, in einer Zeit, als auch diese Tiefen regelmäßig sauerstoffreiches Wasser erhielten (POWILLEIT 1989).

Vermutlich konnte *Halicryptus* als »lebendes Fossil« deshalb überleben, weil er a) im Brackwasserbereich weniger Konkurrenz durch Vertreter anderer Tierstämme hat und weil er b) Perioden des Sauerstoffmangels überleben kann, bei denen Konkurrenten aussterben. Im Experiment bei 10°C ohne Sauerstoff im Versuchswasser war nach 34 Tagen noch die Hälfte der Versuchstiere lebendig (OESCHGER & THEEDE 1986). *Halicryptus* lebt in selbstgebauten Gängen, die bis 30 cm tief in das Sediment reichen. In diesen Tiefen ist *Halicryptus* gegen Räuber geschützt. Nur wenn er an die Sedimentoberfläche kommt, wird er auch Beute der Bodenfische. Nach den bisherigen Erkenntnissen ist *Halicryptus* ein Räuber, der in den oberflächlichen Sedimentschichten nach kleinen Vertretern der Makrofauna jagt (POWILLEIT 1988).

Eine ähnliche Lebensweise haben die Polychaeten der Gattung *Nephtys*. *Nephtys* ist aber empfindlich gegen Sauerstoffmangel. Im Herbst 1981 starben auf den meisten tief gelegenen Schlickflächen in der Kieler Bucht die *Nephtys*-Polychaeten aus, *Halicryptus* dagegen überlebte. In den folgenden zwei Jahren gelang es *Nephtys* nicht, den ursprünglichen Bestand wieder aufzubauen, denn *Nephtys* wird erst mit drei Jahren geschlechtsreif. 1983 wurden viele Gebiete der Kieler Bucht erneut von Sauerstoffmangel betroffen. Dadurch wurden die dort heranwachsenden Jungtiere von *Nephtys* ausgerottet. *Halicryptus* dagegen erweiterte damals sein Verbreitungsgebiet in der Kieler Bucht beträchtlich.

Vor 1965 war *Halicryptus* nur im Westteil der Kieler Bucht im Faulschlamm gefunden worden, also in den schlickigsten Regionen der Kieler Bucht, wo fast regelmäßig in jedem Sommer Sauerstoffmangel vorkommt und wo deshalb nur wenige andere Makrofauna-Arten in geringer Zahl auftraten. 1968/69 wurde die *Halicryptus*-Biomasse mit etwa 0,5 g/m^2, 1982 mit 0,6 g/m^2, im September 1984 mit 0,9 g/m^2 angegeben. Nach dem Sauerstoffmangel 1967 trat *Halicryptus* in der Dorschmulde, der Vejsnäs-Rinne und in der Hohwachter Bucht auf (Abb. 2). 1982, nach der Sauerstoffmangel-Katastrophe vom Herbst 1981, war *Halicryptus* überall in der Kieler Bucht vertreten, auch im Millionenviertel, und nicht nur im Schlick, sondern auch in sandigen und teilweise in kiesigen Sedimenten (WEIGELT 1988). Im Millionenviertel, wo im Vergleich zu anderen Gebieten der Kieler Bucht gute Sauerstoffverhältnisse vorherrschen, konnte nach 1981 *Nephtys* wieder Fuß fassen, *Halicryptus* war dagegen 1985 aus diesem Gebiet wieder verschwunden. Im Gebiet Süderfahrt dagegen war *Halycryptus* bis 1985 vertreten, teilweise mit mehr als 100 Individuen/m^2 und mit einer Biomasse (organische Substanz) von mehr als 0,5 g/m^2 (WEIGELT 1988; Abb. 55–56). Übrigens wird auch der etwas größere *Priapulus caudatus* einzeln, aber regelmäßig in den Sedimenten der Kieler Bucht gefunden.

Unklar ist bislang, auf welche Weise *Halicryptus* so schnell so große Gebiete besiedeln konnte. Entweder kommt er in der gesamten Kieler Bucht zwar vor, ist aber so selten, daß er mit den klassischen Methoden der Benthosforschung nicht erfaßt wird, oder die benthischen Larven werden zusammen mit dem flockigen Oberflächen-Material des Sedimentes von der Wasserturbulenz aufgewirbelt und mit Strömungen über dem Meeresboden verfrachtet.

Zusammenfassend kann man wohl sagen, daß die Art *Halicryptus spinulosus* in einem Lebensraum lebt, wo sie bedroht ist durch die Konkurrenz »tüchtigerer« Polychaeten immer dann, wenn sich die Sauerstoffverhältnisse verbessern, und vom Tod des Erstickens immer dann, wenn Sauerstoffmangel zu lange anhält. *Halicryptus* lebt also in einem empfindlichen Grenzbereich zwischen zwei Streßsituationen.

Grundsätzlich ist *Halicryptus* weltweit vom Aussterben bedroht, denn brackige Küstengewässer treten in der Nähe von Flußmündungen und als Lagunen in Küstenebenen auf, die allgemein für Hafenanlagen und Küstenbauwerke bevorzugt werden. In dem gleichen Maße, wie in den nördlichen borealen und subarktischen Gewässern die Industrialisierung fortschreitet, werden die meistens nur kleinräumigen Lebensräume von *Halicryptus spinulosus* (wie auch von anderen Brackwasser-Arten) vernichtet werden. Ein großes Brackwassermeer wie die Ostsee hat deshalb ganz besondere Bedeutung für das Überleben von *Halicryptus*.

In der Ostsee dürfte *Halicryptus* inzwischen in den tiefen Gebieten ausgestorben sein, in denen seit vielen Jahren dauernd Sauestoffmangel herrscht. Vermutlich konnte die Art aber ähnlich wie in der Kieler Bucht auch in anderen Gebieten der Ostsee ihren Lebensraum in die etwas flacheren Gebiete ausdehnen, wo im Bodenwasser jetzt Sauerstoffmangel mit Sauerstoffvorkommen abwechselt. Ob nun die Sauerstoff-Verhältnisse in der Ostsee sich weiter verschlechtern oder wieder besser werden: Für *Halicryptus* wird sich immer der passende Lebensraum finden, solange die Ostsee in ihrer Eigenschaft als Brackwassermeer nicht bedroht ist.

In der Kieler Bucht ist *Halicryptus* vom Sauerstoffmangel begünstigt worden und ist gegenwärtig alles andere als selten. Sollten sich die Sauerstoff-Verhältnisse nachhaltig bessern, zum Beispiel durch eine Reduzierung der anthropogenen Nährstoff-Einträge, dann wird sich das für *Halicryptus* bewohnbare Areal wieder auf die extremen Schlickgebiete mit schlechter Sauerstoffversorgung bschränken.

Halicryptus ist dann dort praktisch das einzige größere Makrofauna-Tier. Es handelt sich um einen Räuber, der kleine Polychaeten (*Capitella, Polydora*), wie sie nach Sauerstoffmangel-Katastrophen als Erstbesiedler auftreten, frißt und der selbst von Fischen gefressen wird. Zugleich ist *Halicryptus* hier der einzige Vertreter der Makrofauna, der durch den Bau von Wohngängen dafür sorgt, daß Meerwasser von oberhalb der Sedimentoberfläche in das Sediment hineingebracht wird und der dadurch den Stoffaustausch zwischen Meerwasser und Porenwasser intensiviert. Im Experiment ergab sich eine Verzehnfachung des Wasseraustausches zwischen Porenwasser und überstehendem Meerwasser, wenn *Halicryptus* anwesend war (KITLAR 1988).

Soll man tiefe Schlickgebiete wegen *Halicryptus* unter Schutz stellen? Manche der oben aufgeführten Argumente sprechen dafür. Ich komme jedoch zu dem Schluß, daß die Art nicht aussterben wird, wenn ihr Verbreitungsareal durch Baggergut verkleinert wird. Es könnte sogar sein, daß *Halicryptus* auch das Verklappungsmaterial von Baggerungen besiedelt, denn die Art scheint nicht einen bestimmten Sediment-Typ zu bevorzugen.

5. Muß man die tiefen Schlickgebiete als Nahrungsraum für Bodenfische und Tauchenten schützen?

Mit 0,5 g/m² *Halicryptus*-Biomasse (organische Substanz) produzieren die tiefen Schlickgebiete zwar Fischnahrung, die Gesamt-Biomasse der Makrofauna im »Westgebiet« der Kieler Bucht beträgt aber nur selten mehr als 1 g/m² und ist damit unbedeutend gegenüber der etwa 10fach höheren Biomasse der Bodenfauna in den übrigen tiefen Sandschlick- und Schlicksand-Gebieten der Kieler Bucht.

Eiderenten fressen neben anderen Muschelarten auch gern *Arctica islandica* und tauchen diese Muscheln auch aus größeren Wassertiefen herauf (KIRCHHOFF 1979). *Arctica* ist in den Schlicksand- und Sandschlick-Gebieten weit verbreitet und häufig, ist aber in den extremen Schlickgebieten selten.

Zusammenfassend ergibt sich, daß die tiefen Schlickgebiete mit regelmäßig wiederkehrenden Sauerstoffmangel-Situationen auch aus fischereilicher Sicht und als Nahrungsgrund für überwinternde Tauchenten von geringer Bedeutung sind.

6. Die Wiederbesiedlung von Sedimenten nach Sauerstoffmangel-Katastrophen

Wenn die Sauerstoffmangel-Situation lange genug dauert, dann sterben praktisch alle Bodentiere der Makrofauna mit Ausnahme der großen Muscheln *Arctica* und *Astarte* und des Wurmes *Halicryptus spinulosus* aus. Abgesehen von diesen großen Arten, von den überlebenden Nematoden und natürlich auch von den anaerob lebenden Sedimentbakterien, gibt es nach jedem Sauerstoffmangel eine »unbesiedelte Wüste«, welche zur Wiederbesiedlung einläd.

Wenn die Sauerstoffmangel-Katastrophe mit dem Auftreten von Schwefelwasserstoff im Bodenwasser einherging, dann ist in der Regel der Polychaet *Capitella* der Erstbesiedler, vermutlich, weil er dann konkurrenzlos ist. Etwas später können sich dann die gegen Schwefelwasserstoff empfindlichen Polychaeten der Gattung *Polydora* ansiedeln, aber wenn die erst einmal da sind, dann scheint für eine spätere Ansiedlung von *Capitella* kein Platz mehr zu sein. *Polydora* tritt nicht nur nach Sauerstoffmangel auf, sondern nach Störungen jeglicher Art, welche zum Verschwinden der angestammten Fauna geführt haben, also nach extrem kalten Wintern, auf Baggerschütt-Material, nach sonstigen mechanischen Störungen. *Polydora* kann sich auf Sedimenten der verschiedensten Art, auf Hartböden und auf den Schalen anderer Tiere ansiedeln. In der Kieler Bucht kommen mehrere Arten von *Polydora* vor, am häufigsten *Polydora ciliata*. Die Tiere werden 25–30 mm lang. Wenn mehr als 8 vertikale Röhren pro cm² auftreten, redet man von einem »*Polydora*-Rasen«; *Polydora* bedeckt dann praktisch vollständig die Sediment-Oberfläche (NOJI 1989).

Beim Röhrenbau scheidet *Polydora* Schleim aus Drüsen der 6.–7. borstentragenden Segmente aus. Der Schleim bildet einen Ring um den Körper. Sedimentpartikel werden von den für Spioniden charakteristischen beiden peristomialen Palpen eingefangen und in den Schleimring eingearbeitet. Die Innenwand der so entstehenden Röhre wird mit den großen Borsten des 5. Segments geglättet. Es wird eine U-förmige Röhre gebaut, die durch Anbau in der U-Krümmung verlängert wird. Die Röhre ist länger als der Wurm; dieser kann sich in der Röhre umdrehen. Die Nahrung wird mit den Palpen erlangt und über Wimperbänder zum Mund gebracht. Die Nahrung besteht aus Detritus, Meiofauna, größeren Tieren und Aas. Wenn viel Suspension im Wasser ist und wenn Strömung herrscht, wird Nahrung mit den Palpen auch aus der Suspension gewonnen. Bei dichten Siedlungen von *Polydora* kann sehr viel suspendiertes Material gefunden und sedimentiert werden, so daß sich unter einem *Polydora*-Rasen viel schlikkiges Sediment ansammelt. *Polydora* verändert also aktiv die Qualität des Sedimentes.

Die Eier von *Polydora* werden in Schleimkapseln in der Röhrenwand abgelegt. Auch die Larven bleiben zunächst noch dort und ernähren sich aus dem Atemwasserstrom der Mutter oder indem sie Geschwister-Eier fressen. Nach einer Woche etwa sind sie auf ein Stadium mit 3 borstentragenden Segmenten herangewachsen; sie schlüpfen dann und leben einige Wochen lang im Pelagial. Normalerweise gehen sie nach 2–6 pelagischen Wochen mit 16–20 Segmenten an den Meeresboden, aber bei ungünstigen Bedingungen, zum Beispiel bei niedrigen Temperaturen, kann die Metamorphose bis zu 20 Wochen hinausgezögert werden. Auf diese Weise gibt es fast das ganze Jahr über *Polydora*-Larven im Plankton, die zur Ansiedlung bereit sind.

Mit etwa 40 borstentragenden Segmenten wird *Polydora* schon drei Wochen nach der Ansiedlung im Benthos geschlechtsreif. Unter günstigen Bedingungen dauert also die Generation vom Ei bis zum Ei nur etwa 6 Wochen.

Später wird *Polydora* von anderen Bodenfauna-Arten verdrängt, zum Beispiel von der Muschel *Abra* und dem Polychaeten *Pectinaria*, die von RUMOHR (1980) als »Post-Opportunisten«, bezeichnet werden. *Polydora* ist der typische Fall eines »Opportunisten«, der sehr schnell freiwerdende Flächen des Meeresbodens besiedeln kann und dabei nicht wählerisch ist, vielmehr Schlick, Sand und auch Hartboden bedeckt. In geringer Besiedlungsdichte kommt *Polydora* auch später zwischen anderen Makrofauna-Tieren am Meeresboden vor. Auch dadurch wird dafür gesorgt, daß ständig Larven im Pelagial bereitstehen. Wann immer auf einem Areal des Meeresbodens die Fauna abstirbt, sei es durch Sauerstoffmangel im Herbst, durch extreme Kälte im Winter oder durch mechanische Einwirkung (Scherbrettfischerei, Verklappung von Baggergut), eine Neubesiedlung mit *Polydora* kann sofort erfolgen, wenn sauerstoffreiches Wasser über dem Meeresboden vorhanden ist.

Auf den Sandschlick-Sedimenten im Gebiet »Süderfahrt« (Abb. 2) im Osten der Kieler Bucht war ein Jahr nach der Sauerstoffmangel-Katastrophe vom Herbst 1981 die Biomasse der Makrofauna schon wieder halb so groß wie vorher: Sie setzte sich überwiegend aus zahlreichen kleinen Organismen zusammen. Nach zwei Jahren wurde schon wieder eine Biomasse ähnlich hoch wie vor der Katastrophe erreicht, doch fehlten noch große Exemplare langlebiger Arten wie *Nephtys* (WEIGELT 1988; S. 228). Abschätzungen über die Höhe der Makrofauna-Produktion in diesen Jahren fehlen, doch darf man unterstellen, daß die Produktion an Tiermasse schon nach einem Jahr trotz halb so hoher Biomasse kaum niedriger war als die Produktion der Bodentiergemeinschaft vor der Sauerstoffmangel-Katastrophe. Denn damals bestand sie zu einem guten Teil aus großen, adulten Tieren mit (auf das Körpergewicht bezogen) geringer Produktionsleistung. Von kleinen Arten oder von heranwachsenden Jugendstadien wird (bezogen auf das Körpergewicht) eine viel höhere Produktionsleistung erbracht.

Es gibt noch keine Untersuchungen darüber, ob diese vermutlich hohe Sekundärproduktion der »Opportunisten« von Fischen als Nahrung genutzt wird. Wenn *Polydora* massenhaft und rasenbildend vorkommt, kann man sich vorstellen, daß auch größere Fische Stücke aus dem Rasen herausbeißen.

In den extremen Schlickgebieten der Kieler Bucht finden Opportunisten fast regelmäßig jedes Jahr im Winter nach Sauerstoffmangel unbesiedelte Sedimente vor. Die Wiederbesiedlung durch *Capitella* und *Polydora* und durch als Adulte einwandernde *Harmothoe* und *Diastylis* sowie die anschließende Post-Opportunistenphase laufen in diesen Gebieten geradezu modellmäßig ab. Es handelt sich aber nicht um einen spezifischen Lebensraum dieser Arten. Die Opportunisten und Post-Opportunisten kommen vielmehr weit verbreitet in der Kieler Bucht und in den angrenzenden Meeresgebieten vor, *Polydora ciliata* scheint sogar Kosmopolit zu sein. Darum ist es wegen dieser Arten nicht notwendig, die tiefen Schlickgebiete zu schützen. Wenn es dort zur Verklappung von Baggergut kommt, dann wird sich *Polydora* auch auf dem fremden verklappten Sediment ansiedeln und dort Rasen bilden.

7. Die Auswirkung der Scherbrett-Fischerei

In den schleswig-holsteinischen Ostseegewässern ist (mit Ausnahmen) ein 3 Seemeilen breiter Gürtel vor den Küsten für die Fischerei mit Grundschleppnetzen gesperrt, damit hier die Jungfische ungestört aufwachsen können. Da es sich dabei um die flacheren Zonen handelt, in denen das Sonnenlicht eine Vegetation von Großalgen ermöglicht, werden durch diese Beschränkung der Fischerei auch die Makrophytenbestände geschützt.

Demgegenüber werden alle tiefer als etwa 18 m liegenden Sandschlick- und Schlickgebiete intensiv befischt. Das ist kürzlich durch Untersuchungen mit dem Side-scan-Sonar dokumentiert worden (KROST et al. 1990, KROST 1990). Mit diesem Ortungsgerät lassen sich die bis zu 1 m breiten und 5–10 cm, gelegentlich bis 20 cm tiefen Furchen erkennen, welche ein Scherbrett auf weichem Sediment beim Schleppnetzfischen hinterläßt. Hochgerechnet auf die gesamte Kieler Bucht (von BABENERD & GERLACH 1987 definiert mit 2571 km^2), ergibt sich eine Fläche von 140 km^2, die nach den Sonar-Aufzeichnungen unmittelbar von der Scherbrettfischerei betroffen wird. Das Gebiet, in welchem »häufig« Scherbrettspuren angetroffen wurden, umfaßt 19% der Kieler Bucht. Schätzungen gehen dahin, daß in diesen regelmäßig befischten Gebieten im Mittel jährlich einmal der Meeresboden von Scherbrettern gepflügt wird, während bis zu 10mal jährlich das zwischen den Scherbrettern gezogene Schleppnetz über den Meeresboden schleift.

Auf Schlickgrund, wo wenig Wasserbewegung herrscht, bleiben die Scherbrettspuren teilweise bis zu 5 Jahre lang erhalten, sofern sie nicht durch neuere Scherbrettfurchen zerstört werden. In Sandgebieten dagegen, die flacher liegen und in denen die Wasserbewegung einebnend wirkt, wo außerdem der harte Grund die Scherbretter auch nur wenige Zentimeter tief eindringen läßt, kann man mit der Methode des Side-scan-Sonars nicht die Wirkung der Scherbrettfischerei quantifizieren.

Zusammenfassend ergibt sich, daß alle Sandschlick- und Schlickgebiete und vermutlich auch die etwas flacher liegenden Schlicksand- und Sandgebiete intensiv befischt werden, wodurch mehr oder weniger regelmäßig die Sedimentoberfläche und die Bodenfauna zerstört werden. Es kommt dann dort in den Scherbrettfurchen zur Ansiedlung von Opportunisten und Post-Opportunisten, wie in anderen entvölkerten Meeresboden-Gebieten auch.

Gegenwärtig gibt es in der Kieler Bucht und in der Lübecker Bucht nur wenige Gebiete, in denen sich die Bodenfauna unbeeinflußt vom Streß der Scherbretter langfristig entwickeln kann: das Forschungs-Sperrgebiet des Instituts für Meereskunde vor Bokniseck am Eingang zur Eckernförder Bucht und militärische Sperr- und Schießgebiete (Abb. 2). Mir erscheint es notwendig, darüber nachzudenken, ob es nicht weitere Schutzgebiete geben sollte, in denen sich auch langlebige Bodentiere ungestört entwickeln können. Ein solches Gebiet sollte in einem Teilgebiet der schleswig-holsteinischen Ostseegewässer liegen, welches nur selten von Sauerstoffmangel bedroht ist, also zum Beispiel im Nordosten der Kieler Bucht (Millionenviertel) (Abb. 2). Die Ausweisung eines Sperrgebietes dort kollidiert allerdings mit den Ansprüchen der Fischer.

8. Zusammenfassung

Im Bereich der schleswig-holsteinischen Ostseeküste wurde Baggergut bisher küstennah auf eiszeitlichen Restsedimentflächen verklappt. Zur Ausweisung weiterer Flächen werden die tieferen Schlickgebiete der Kieler Bucht auf ihre Schutzwürdigkeit hin untersucht und anhand von abiotischem Faktorengefüge (Sauerstoffmangelsituationen), Besiedlung durch die Bodenfauna, Nutzung durch Bodenfische und Tauchenten sowie Bedeutung für die Fischerei bewertet.

9. Summary

The deep muddy areas of Kiel Bight under the aspect of nature conservation

At the Baltic Coast of Schleswig-Holstein dredged sediment was dumped so far at glacial sublittoral sediment areas in shallow waters. To declare additional sites for dumping the deep muddy areas of Kiel Bight are studied in regard to a need of conservation and are valued with respect to abiotic factors (e.g. situations of oxygen deficiency), distribution of meio- and macrobenthos, use by bottom-dwelling fish and diving ducks, and importance for fishery.

10. Literaturverzeichnis

ARNTZ, W. E. (1972): Über das Auftreten des Nemertinen *Malacobdella grossa* in *Cyprina islandica* aus der Kieler Bucht. – Kieler Meeresforsch. 28: 199–203.

ARNTZ, W. E. (1980): Predation by demersal fish and its impact on the dynamics of macrobenthos. – In: Marine benthic dynamics (R. TENORE & B. C. COULL, Herausgeber). Georgetown, South Carolina: 121–149.

BABENERD, B. & S. A. GERLACH (1987): Bathymetry and sediments of Kieler Bucht. – In: Seawater-sediment interactions in coastal waters (J. RUMOHR, E. WALGER & B. ZEITZSCHEL (Herausgeber). Springer-Verlag, Heidelberg: 16–31.

KIRCHHOFF, K. (1979): Nahrungsökologische Untersuchungen an benthosfressenden Enten in der Hohwachter Bucht. – Unveröffentl. Diplomarbeit Mathem.-Naturwiss. Fakultät Univ. Kiel: 1–105.

KITLAR, J. (1988): Leistungen verschiedener Benthostiere beim Wasseraustausch an der Grenzfläche zwischen Meer und Meeresboden. – Unveröffentl. Diplomarbeit Mathem.-Naturwiss. Fakultät Univ. Kiel.

KÖLMEL, R. (1972): Ökosysteme im Wechsel zur Anaerobiose. Zoobenthos und Abbau in zeitweise anoxischen Biotopen der Kieler Bucht. Reports Sonderforschungsbereich 95 Univ. Kiel 33: 1–304.

KÖLMEL, R. (1979): The annual cycles of macrobenthos: its community structures under the influence of oxygen deficiency in the Western Baltic. – In: Cyclic phenomena in marine plants and animals (E. NAYLOR & R. G. HARTNOLL, Herausgeber). Pergamon Press Oxford: 19–28.

KROST, P. (1990): Der Einfluß der Grundschleppnetzfischerei auf Nährsalz-Freisetzung aus dem Sediment und Makrofauna der Kieler Bucht (westliche Ostsee). – Ber. Inst. Meereskunde Kiel 200: 1–150.

KROST, P., M. BERNHARD, F. WERNER & W. HUCKRIEDE (1990): Otter-trawl tracks in Kiel Bay (Western Baltic) mapped by side-scan sonar. – Meeresforschung 32: 344–353.

NOJI, C. (1989): Spionid tube lawns and their significance for recolonization of defaunated benthic substrates. – Manuskript 45 S. als Anhang zum Abschlußbericht »S. A. GERLACH: Untersuchungen der Folgen von Eingriffen in die Lebensräume der Kieler und Mecklenburger Bucht«. Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein.

NOODT, W. & R. KÖLMEL (1986): Darstellung ökologisch bedeutsamer Räume in der Kieler und Mecklenburger Bucht aus ornithologischer und benthosökologischer Sicht. – Forschungsvorhaben 1985/86 des Landesamtes für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein: 1–175.

OESCHGER, R. & H. THEEDE (1986): Untersuchungen zur Langzeit-Anaerobiose bei *Halicryptus spinulosus*. – Verh. Deutsche Zool. Ges. 79: 401.

POWILLEIT, M. (1988): Die Bioturbationsleistung des Priapuliden *Halicryptus spinulosus* in der Kieler Bucht. – Unveröffentl. Diplomarbeit Mathem.-Naturwiss. Fakultät Univ. Kiel.

POWILLEIT, M. (1989): Die Schlickgebiete der Kieler und Mecklenburger Bucht als typischer Lebensraum eines lebenden Fossils, des Priapuliden *Halicryptus spinosus*. – Manuskript 37 S. als Anhang zum Abschlußbericht »S. A. Gerlach: Untersuchungen der Folgen von Eingriffen in die Lebensräume der Kieler und Mecklenburger Bucht«. Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein.

REIMERS, T. (1976): Anoxische Lebensräume: Struktur und Entwicklung der Mikrobiozönose an der Grenzfläche Meer-Meeresboden. – Reports Sonderforschungsbereich 95 Univ. Kiel 20: 1–134.

RUMOHR, H. (1980): Der »Benthosgarten« in der Kieler Bucht – Experimente zur Bodentierökologie. – Reports Sonderforschungsbereich 95 Univ. Kiel 55: 1–179.

WEIGELT, M. (1988): Auswirkungen von Sauerstoffmangel auf die Bodenfauna der Kieler Bucht. – Ber. Inst. Meereskunde Kiel 176: 1–299.

Anschrift des Verfassers:

Institut für Meereskunde an der Universität
Düsternbrooker Weg 20
24105 Kiel

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: 1993

Band/Volume: 14_3_1993

Autor(en)/Author(s): Gerlach Sebastian A.

Artikel/Article: Die tiefen Schlickgebiete der Kieler Bucht unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes 48-52