

Copyright ©

Es gilt deutsches Urheberrecht.

Die Schrift darf zum eigenen Gebrauch kostenfrei heruntergeladen, konsumiert, gespeichert oder ausgedruckt, aber nicht im Internet bereitgestellt oder an Außenstehende weitergegeben werden ohne die schriftliche Einwilligung des Urheberrechtinhabers. Es ist nicht gestattet, Kopien oder gedruckte Fassungen der freien Onlineversion zu veräußern.

German copyright law applies.

The work or content may be downloaded, consumed, stored or printed for your own use but it may not be distributed via the internet or passed on to external parties without the formal permission of the copyright holders. It is prohibited to take money for copies or printed versions of the free online version.

Die tierische Besiedlung der Hartböden in der Schwentinemündung

Von LISELOTTE SCHÜTZ

Zusammenfassung: Die Hartbodenfauna der Schwentinemündung — ein Brackgewässer im westlichen Ostseebereich — wurde untersucht. Der Salzgehalt nimmt in diesem Gewässer besonders in der Oberflächenschicht von der Einmündung in die Kieler Förde bis zu einem 2,4 km entfernt gelegenen Wehr kontinuierlich ab.

Die Schwentinemündung läßt sich in 3 gegeneinander abgegrenzte Halinitätszonen gliedern. Jeder dieser Bereiche läßt sich durch eine spezifische Bewuchszone charakterisieren. Das größte Areal nimmt die α -mesohaline Zone ein. Sie wird von einer verarmten arktisch-borealen marin-euryhalinen Hartbodengemeinschaft (*Mytilus edulis* — *Balanus crenatus*-Biozönose) besiedelt. Die β -mesohaline Zone wird von einer südlich-borealen, marin-euryhalinen (brackischen) Hartbodengemeinschaft (*Balanus improvisus* — *Membranipora crustulenta*-Biozönose) bewohnt. Im α -Oligohalinikum breitet sich eine Grün- und Braunalgenzone aus, die von einer Mikrophytalgemeinschaft bevölkert wird, welche sich zum größten Teil aus Brackwasserarten zusammensetzt.

Summary: The sessil fauna in the mouth of the river Schwentine — an area of brackish water in the western baltic — is described. The salinity decreases continuously — especially near the surface — from the mouth of the river to a weir 2,5 kms upstream.

Three different zones of salinity are to be differentiated, each of which is characterized by a specific sessil fauna. The largest area is covered by the α -mesohaline zone, which is settled by an impoverished arctic-boreal marine-euryhaline community (*Mytilus edulis* — *Balanus crenatus*-community). The β -mesohaline part is settled by a souther boreal, marine-euryhaline (brackish) community (*Balanus improvisus* — *Membranipora crustulenta*-community). The most brackish part, the α -oligohaline zone, is covered by green and brown algae, in which a microfauna of brackish origin is to be found.

Zu einer der wichtigsten Forschungsaufgaben des Kieler Zoologischen Instituts zählt die Untersuchung des Einflusses veränderten Salzgehaltes auf die Biologie der Arten und auf die Zusammensetzung der Zoobiozönosen des westlichen Ostseebereiches.

In der Schwentinemündung — von der unmittelbaren Einmündung in die Kieler Förde bis zu einem 2,4 km flußaufwärts gelegenen Wehr nimmt — besonders in der Oberflächenschicht bis zu einer Tiefe von 2—3 m — der Salzgehalt kontinuierlich ab. Die Reaktion der Tierwelt auf diesen Milieuwechsel zeigt sich besonders in einer Änderung des Bewuchses der Pfähle und Steine. Außer dem Salzgehalt ändern sich in diesem Brackgewässer mit zunehmender Aussüßung andere lebenswichtige Faktoren, auch dadurch wird die Fauna in ihrer artlichen Zusammensetzung und die Lebensabläufe der vorkommenden Arten beeinflusst.

In Abständen wird seit 1950 der tierische Besatz der Pfähle und Steine dieses Brackgewässers vom Zoologischen Institut überprüft. Während dieser Zeit fluktuierte besonders die Makrofauna in ihrer Ausbreitung. Soweit es möglich war, wurde der Lebensablauf einiger Makrotiere studiert.¹⁾

¹⁾ Für die Bestimmung der Turbellarien möchte ich auch an dieser Stelle Herrn Professor Dr. P. Ax, der Nematoden Herrn Professor Dr. S. Gerlach und Herrn Dr. E. Schulz, der Polychaeten Herrn Professor Dr. K. Banse und der Harpacticiden Herrn Dr. W. Noodt und Herrn cand. rer. nat. S. Lorenzen herzlich danken.

A. Umwelt

Die Schwentinemündung liegt im borealen Klimabereich ($\sim 54,2^\circ$ nördl. Br. und $\sim 10,1^\circ$ westl. Länge). Über ein Mühlenwehr fließt das Süßwasser der Schwentine in sein trichterförmiges Mündungsgebiet. Nur in diesem 2,4 km langen unteren Bereich des Flusses kommt es zu einer Überschichtung von salzreichem aus der Kieler Förde eindringenden Tiefenwasser und einem salzarmen Oberflächenwasser. Die Grenzschicht dieser beiden Wasserkörper schwankt im allgemeinen zwischen $\frac{1}{2}$ —3 m Wassertiefe. Im Sommer und Herbst erfolgt der geringste Süßwassereinstrom; an manchen Tagen dringt kaum Wasser von der Schwentine ein.

In der Schwentinemündung liegen unsere 4 Beobachtungsstationen in folgender Entfernung von der Einstromstelle des Süßwassers (s. Abb. 1):

1. Station	eine steinerne Uferbefestigung und 1 Pfahl	3 m
2. Station	die Anlegebrücke in Neumühlen	10 m
3. Station	die Anlegebrücke in Dietrichsdorf	0,95 km
4. Station	die Anlegebrücke in Wellingdorf	1,6 km

Der mittlere wie auch der höchste und niedrigste Salzgehalt und der Jahresgang dieses Faktors unterschieden sich in der Untersuchungszeit — wie schon erwähnt — an allen Stationen. Besonders auffällig waren die Unterschiede an der 1., 2. und 4. Station. Die Nähe des Süßwassereinstromes (St. 1) führte besonders im Frühjahr, Ende des Winters, zu einer starken Herabsetzung des mittleren Salzgehaltes. Im Mittel wurden dort Salzgehalte von 4 — 6 ‰ festgestellt. Während des Sommers wurden allerdings zeitweise solche von 17 bis 18 ‰ gemessen, so daß die Salzgehaltsschwankung an dieser Station zwischen fast 0 ‰ und den oben genannten Werten betrug. Aber schon an der Neumühlener Anlegebrücke (St. 2) lag der Salzgehalt im Mittel zwischen 8 — 10 ‰ in der oberen Wasserschicht bis zu einer Tiefe von 2 — 3 m, tiefer und nahe dem Untergrund (~ 5 m) betrug der Mittelwert schon ~ 12 ‰. An der Anlegebrücke in Wellingdorf (St. 4) pendelte der Mittelwert (in der Wasserschicht von 0 — ~ 1 m Tiefe) zwischen 12 und 14 ‰, tiefer zwischen 14 und 16 ‰.

Generell ist folgendes über die Salzgehaltsverhältnisse in der Schwentinemündung zu sagen. Von der Kieler Innenförde her breitet sich eine α -mesohaline Zone bis zur Neumühlener Anlegebrücke (kaum 10 m vom Süßwassereinstrom entfernt), mit gering abnehmendem Salzgehalt entlang des Untergrundes aus und reicht dort noch bis zu einer Wassertiefe von ~ 2 m. Dem entgegen erstreckt sich an der Oberfläche von Neumühlen ausgehend bis zur Innenförde die β -mesohaline mit leicht steigendem Salzgehalt, doch beträgt deren Mächtigkeit bei Wellingdorf kaum noch 1 m ($\sim 1,6$ km vom Süßwassereinstrom entfernt). Nur in einem kleinen Umkreis des zur Schwentine hin errichteten Mühlenwehres herrschen α -oligohaline Verhältnisse.

Es bestehen zwischen den förde- und flußwärts gelegenen Stationen außerdem Unterschiede in der Lage der Mini- und Maxima. Die höchsten Werte werden im westlichen Ostseegebiet und auch in der Kieler Förde während des Winters beobachtet, die niedrigsten im späten Frühjahr und zu Beginn des Sommers. So verhält es sich noch annähernd an der äußersten Schwentinemündungsstation, doch beginnt auch dort, wie besonders auffallend nahe der Einstromungsstelle des Süßwassers festgestellt werden konnte, die Zeit der niedrigsten Werte schon zu Beginn des Frühjahrs. Im Bereiche des Wehres und an der Anlegebrücke bei Neumühlen setzt die stärkere Aussüßung des Wassers im allgemeinen schon Ende des Winters ein und ist während des Frühjahrs bis zu Beginn des Sommers zu beobachten. Im Spätsommer-Herbst erreichen die Werte im innersten Bereich der Schwentinemündung ihr Maximum. Es verschieben sich die Maxima vom Süßwassereinstrom (Wehr) bis zur Förde vom Spätsommer-Herbst auf den Winter und der Minima vom Winterende auf den Frühling-Frühsummer. Der stärkste Süßwasseraus-

strom erfolgt während des Frühlings; er wirkt sich auch verstärkt auf die tieferen Wasserschichten aus. Während dieser Jahreszeit werden die hydrographischen Verhältnisse im Mündungsbereich am intensivsten vom Schwentinewasser her bestimmt; dagegen im Sommer und Herbst vom Fördewasser. An der Wellingdorfer Anlagebrücke wurden kaum Salzgehalte über 18‰ gemessen und die niedrigsten lagen bei 5–6‰, bei Neumühlen bei 2–3‰ nahe der Oberfläche.

Der Temperaturverlauf ist an allen Stationen fast gleich, doch die Extremwerte unterscheiden sich sehr. So liegen die höchsten Spätsommerwerte bei Neumühlen im β -mesohalinen und α -oligohalinen bei 20° C, dagegen die niedrigsten im Winter nahe der Einmündung sogar um 0° C und bei Neumühlen (St. 2) zwischen 1–2° C. An der Wellingdorfer Anlagebrücke dagegen wurden im August selten Werte über 18° C gemessen, im Winter kamen nur in den kalten Jahren 1963 und 1964 Temperaturen von 0° C vor, sonst lagen sie bei 2° C und leicht höher. Im Frühjahr stieg die Temperatur an der salzärmeren Station rascher an, es wurden dort im Mai schon Werte von 10° C gemessen, dagegen an der unteren Schwentinemündung nur solche von höchstens 6° C. In den letzten beiden Jahren war das Wasser im gesamten Schwentinebereich Mitte Mai nahe der Oberfläche erst 3° C warm. Gelegentlich wurden nahe der Einmündungsstelle an sonnenreichen Tagen Werte von 5–6° C erreicht.

Das Schwentinemündungsgebiet weist außer den spezifischen Salzgehalts- und Temperaturverhältnissen auch bei anderen Faktoren besondere Bedingungen auf.

H. WITTIG (1940) konnte aufgrund einer längeren Beobachtungsreihe feststellen, daß der relative wie der absolute Ca-Ionen-Anteil mit steigendem Cl-Wert in der Schwentinemündung fällt. Ähnliche Ergebnisse zeigten sich bei der Untersuchung der Alkalinität dieses Gewässers, auch sie nahm bei höherem Cl-Gehalt ab. Die Autorin sah darin einen Beweis, daß außer dem verhältnismäßig karbonatreichen Schwentinewasser der Schwentinemündung durch Industrieabwässer Calcium noch in anderen Verbindungen zugeführt werden muß. In die südliche Ostsee münden viele Ca-reiche Flüsse und Bäche, es zeigt sich dort überall wie im Schwentinemündungsbereich, daß mit Entfernung von der Küste zur offenen Ostsee der absolute wie der relative Anteil des Calciums sinkt.

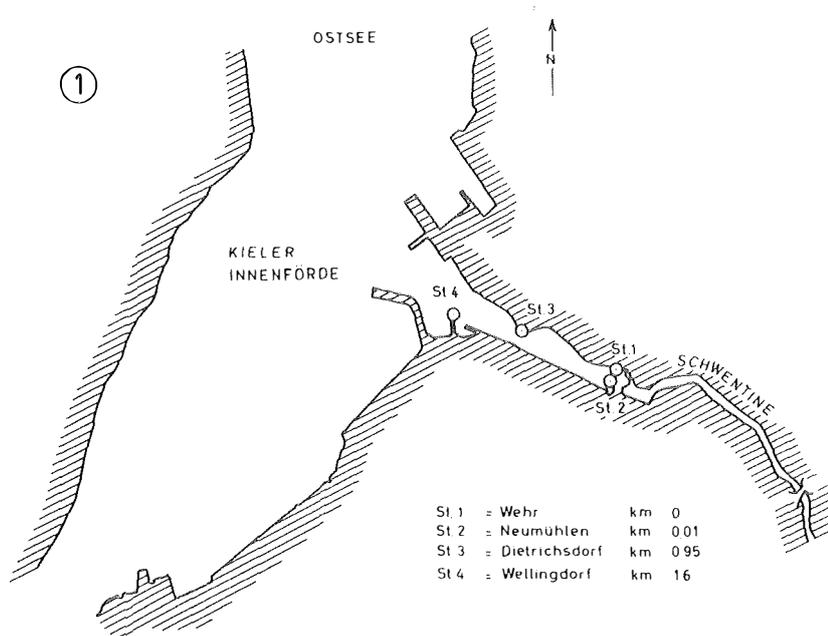
Der Schwentinemündung werden durch die angrenzenden Fabrikanlagen (Fischereihafen, chemische Industrie) in großen Mengen Abwässer zugeführt. Das führt zu einer starken Nährstoffanreicherung und damit Eutrophierung dieses Gewässers. Noch bis in die Innenförde ist die Zufuhr von Nitrit und Phosphat in größeren Mengen aus Industrieanlagen nachweisbar (KREY 1942). Das pH steigt im Sommer zeitweise auf 9, selten werden während dieser Jahreszeit Werte unter 8 gemessen. Im Winter dagegen — besonders Ende des Winters — fiel das pH auf 7,5 und sogar auf 7,3. Die starke Eutrophierung führt zu einer üppigen Entwicklung des Phytoplanktons, das besonders im Sommer vielen Tieren des Benthos eine reiche Nahrungsquelle bietet.

Die Umweltverhältnisse in der Schwentinemündung sind mit folgenden Worten nach den obigen Ausführungen zu skizzieren. Es herrschen im allgemeinen α -mesohaline Verhältnisse, nur in einer dünnen Oberflächenschicht β -mesohaline und in einem kleinen Umkreis der Nähe des Süßwasserreinstromes α -oligohaline. Doch während des Frühjahrs wird die gesamte Hydrographie des Brackgewässers von einem stärkeren Süßwasserreinstrom beherrscht, der bis zu einer Tiefe von 2–3 m auch bis nahe an die Ausmündung in die Förde das Wasser stark aussüßt. In Fördernähe herrschen im allgemeinen ausge-

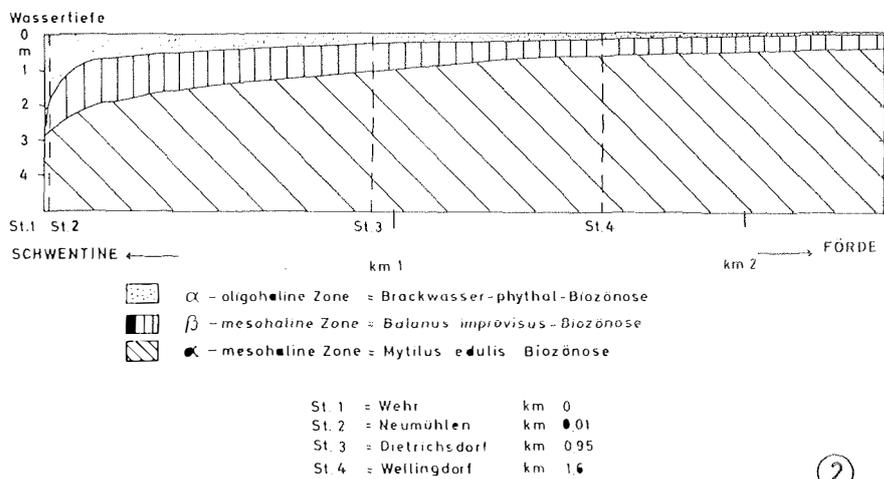
Legenden zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 1)

Abb. 1: Übersichtskarte.

Abb. 2: Schematische Darstellung der Halinitäts- und Bewuchszonen.



Schematische Darstellung
Halinitätszonen und Bewuchsverteilung
in der Schwentinemündung



Tafel 1 (zu L. Schütz)

glichene Temperaturen wie in der freien Ostsee, nahe des Süßwassereinstroms sind die Werte extremer. Das Wasser wird durch einmündende Abwässer stark eutrophiert, pH kann bis auf 9 steigen. Der karbonatreiche Süßwasserzustrom der Schwentine und die zahlreichen zufließenden Industriegewässer erhöhen den Ca-Anteil des Wassers beträchtlich.

B. Über Verbreitung und Biologie der vorkommenden Arten

Nur wenige marin-euryhaline sessile und hemisessile Arten besiedeln die Pfähle und Steine in der Schwentinemündung. Doch ist ihre Populationsdichte an manchen Stellen sehr groß. Diese verarmte marine Hartbodenfauna wird von einer geringen Zahl vagiler Arten begleitet. Die Mikrofauna tritt sowohl arten- als auch individuenmäßig kaum in Erscheinung. Bildet sich jedoch in den oberen Wasserschichten ein Phytal, belebt sich dieses rasch mit vielen Mikro-Organismen. Aber dieser Biotop kommt permanent nur in der Nähe des Süßwassereinstroms und in der Höhe der Wasserlinie im gesamten Mündungsgebiet zeitweilig zur Ausbildung.

1. Die sessile Fauna

a) Ciliaten:

Besonders im Frühjahr überwuchern stark verzweigte bäumchenartige Vorticellidenkolonien alle harten Gegenstände, auch Kalkgehäuse von Seepecken und Moostieren. Solitäre Ciliaten überziehen die Panzer der Gammariden und *Jaera*-Individuen in großer Zahl. Besonders üppig war der Ciliatenbewuchs im α -oligohalinen Bereich, aber auch an der fördenahen Station sind Ciliatenkolonien im Mai recht zahlreich. Der Bewuchs solitärer Ciliaten auf Crustaceenpanzer nimmt jedoch mit zunehmendem Salzgehalt ab. Im Herbst wurde noch einmal eine 2. maximale Glockentierbesiedlung festgestellt. Während der warmen und der kalten Jahreszeit tritt der Ciliatenaufwuchs sehr zurück.

b) Hydrozoen:

Das marin-euryhaline, boreale Hydrozoon *Laomedea loveni* kommt in der gesamten Schwentinemündung vor, doch wird seine Besiedlungsdichte mit zunehmender Aussüßung geringer. Bis zur Neumühlener Anlegebrücke ($S = 10-12\text{‰}$ Mittelw.) ist dieses Hydrozoon regelmäßig anzutreffen — im Umkreis der Schwentineeintründung ($S = 4-6\text{‰}$ Mittelw.) nur gelegentlich. Sein Vorkommen im NO-Kanal (α - und β -mesohaliner Bereich) ist wesentlich dichter, obwohl seine Leistungen dort mit zunehmender Aussüßung auffallend abnehmen. Ursache für dieses unterschiedliche Verbreitungsbild in den beiden Brackgewässern ist die jeweilige Zusammensetzung der Hartbodenbiozönosen und die Besiedlungsfolge der einzelnen sessilen und hemisessilen Arten. *Mytilus edulis* und *Balanus crenatus* treten im NO-Kanal in geringer Individuendichte auf, und die Ansiedlung des Balaniden beschränkt sich nur auf die Tiefenzone des α -mesohalinen Bereiches. Diese beiden Arten sind in der Schwentinemündung besonders häufig — vor allem der Lamellibranchier. In der Schwentinemündung verhindert während des Sommers ein äußerst dichter Larvenbefall der Miesmuschel das Aufkommen einer Sommergeneration von *Laomedea loveni*, junge Kolonien dieses Hydrozoon werden von der Miesmuschelansiedlung einfach erstickt. Im Herbst, wenn sich in der Tiefe noch einmal junge *Laomedea*-kolonien festsetzen, werden diese sehr häufig von einem spätherbstlichen Ansatz von *Balanus crenatus* zerstört. Daher beschränkt sich der Bewuchs von *Laomedea loveni* in der Schwentinemündung auf ufernahe Pfähle und Steine in 2—3 m Tiefe, dort ist der *Mytilus*-Bewuchs sehr unregelmäßig und der Balanide tritt kaum auf, außerdem sedimentiert weniger Detritus. In der Sedimentationszone siedelt sich vor

allem im Spätsommer *Polydora ciliata* an, und dieser *Polydoraschlick* führt häufig auch zur Vernichtung des Hydrozoenbewuchses. *Balanus improvisus* — der häufigste Balanide im NO-Kanal — und *Laomedea loveni* haben annähernd gleiche Festsetzungszeiten. Gleichzeitige Besiedlung der Hartböden führt nicht so sehr zu einer gegenseitigen Verdrängung, wenn die Dichten der beiden Populationen ausgewogener zueinander sind, als eine Ansiedlungsfolge mit üppigerer Entfaltung des Nachfolgers.

In der Schwentinemündung sind Ende April bei einer Temperatur von $\sim 5^\circ\text{C}$ (Salzgehalt $10\text{--}12\text{‰}$) schon gonophorentragende Kolonien von *L. loveni* in der Tiefe von 3 m anzutreffen. Im NO-Kanal reiften die *L. loveni*-Kolonien erst bei einer Temperatur von $\sim 10^\circ\text{C}$ (Salzgehalt $\sim 10\text{‰}$). Das Eindringen von Fördewasser ist in Wasserschichten unter 2—3 m Tiefe in der Schwentinemündung wesentlich intensiver als im NO-Kanal, außerdem führt die starke Eutrophierung des Schwentinemündungsbereiches zu einer üppigen Entfaltung der Phyto- und Zooplankter. So konnte man im Frühjahr in großer Zahl Planktondiatomeen und auch Calaniden in diesem Gewässer beobachten. In der Innenförde wurden häufig schon im März bei Temperaturen von $3\text{--}4^\circ\text{C}$ reife *L. loveni*-Kolonien gefunden. Nach den kalten und lang anhaltenden Wintern 1963 und 1964, deren Folge eine starke Aussüßung des Wassers im Frühjahr war, beschränkte sich die Ansiedlung von *L. loveni* nur auf die fördewärts gelegenen Stationen Wellingdorf und Dietrichsdorf, in Neumühlen trat das Hydrozoon nicht mehr auf.

Um die Jahrhundertwende war das Brackwasserhydrozoon *Cordylophora caspia* in der Schwentinemündung an Pfählen und Steinen anzutreffen (KUHLGATZ 1898). Heute findet man es im allgemeinen dort nicht mehr, nur Dr. Hj. Thiel beobachtete bei einer Untersuchung der Steine und Pfahlbauten in unmittelbarer Nähe des Schwentineeinstroms (α -oligohalin) 1961 ein kleines Büschel an einem Pfahlstumpf einige Meter vom Ufer entfernt (freundliche Mitteilung von Herrn Dr. Hj. THIEL).

c) Bryozoen:

Den Mytilus- und Balanidenbewuchs überziehen in der α -mesohalinen Zone besonders im Spätsommer *Membranipora membranacea*-Kolonien. Noch in Neumühlen ($10\text{--}12\text{‰}$ Mittelw.), in einer Wassertiefe von ~ 1 m, wurde dieses Bryozoon in früheren Jahren häufig gefunden. Seit 1963, als eine starke Aussüßung des Schwentinemündungswassers im Frühjahr und Sommer stattfand, sind die Kolonien von *Membranipora membranacea* verschwunden, dagegen breitet sich heute bis zur Förde *Membranipora crustulenta* auf den Hartböden aus und bildet bei Neumühlen sogar dicke Knollen auf Balaniden und Mytilus. Diese als „Krausenwuchs“ bekannten Gebilde sind bei Wellingdorf ($14\text{--}16\text{‰}$) nicht mehr anzutreffen. *M. crustulenta* setzt sich vor allem im Frühsommer fest und besiedelt vorwiegend die β -mesohaline Zone und dringt bis in die α -oligohaline vor. Noch nahe der Süßwassereinflußstelle (Wehr) konnte man vereinzelt Kolonien dieser Art während des ganzen Jahres beobachten.

d) Cirripedier:

Zu den Hauptbesiedlern der Pfähle in der Schwentinemündung zählen vor allem die Balaniden *Balanus improvisus* und *Balanus crenatus*. Der marin-euryhaline, arktisch-boreale *B. crenatus* tritt fast ausschließlich in der α -mesohalinen Zone auf, seine Dichte nimmt in dieser mit abnehmendem Salzgehalt ab. Der subtropisch-boreale marin-euryhaline *B. improvisus* dagegen besiedelt vorwiegend den β -mesohalinen Bereich, siedelt sich aber auch im α -Oligohalinikum noch an.

Beide Balaniden zählen in der Kieler Innenförde zu den dominierenden Arten der Hartbodenbiozönosen. Der häufigere ist dort *B. crenatus*. Seine optimale Verbreitung liegt im Sublitoral unterhalb 3—4 m Wassertiefe, oberhalb dieser Wasserzone wird er zum Teil durch *Mytilus edulis* vom Hartboden verdrängt, setzt sich aber wiederum zu

einer späteren Zeit auf den Muscheln fest. Das Eulitoral wird von *B. improvisus* besiedelt. Noch an der Brücke in Wellingdorf zeigt sich im allgemeinen dieses Verteilungsbild, in Neumühlen überwiegt mehr der Bewuchs von *B. improvisus*, besonders bis zu einer Wassertiefe von 2—3 m. Im Umkreis des Wehres ist *B. improvisus* zeitweise Alleinbesiedler der Hartböden. Nach dem kalten Winter 1963 ist *Balanus crenatus* fast aus der Schwentinemündung verschwunden. Es ist sicher nicht der Einwirkung der niedrigen Temperaturen zuzuschreiben, daß dieser Balanide keine ihm zusagende Bedingung in diesem Brackgewässer mehr findet, sondern der starken Aussüßung, die während des darauffolgenden Frühjahrs und Sommers stattfand. Die Art pflanzt sich nämlich schon früh im Jahr das erste Mal fort. Einige Tiere hatten sich im Herbst 1963 in Wellingdorf und vereinzelt sogar in Neumühlen unterhalb 3 m Tiefe angesiedelt, doch waren diese wenigen Individuen in diesem Frühjahr nach einem stärkeren Süßwasserzuström auch wieder zugrunde gegangen, dadurch wurde auch der Larvenzuström aus der Kieler Förde gehemmt, wenn nicht sogar völlig verhindert.

In der Kieler Innenförde läßt sich durch die hohe Individuendichte der Populationen von *B. crenatus* der Lebenslauf dieser Art gut studieren. *B. crenatus* hat auch dort — wie ganz allgemein im borealen Klimabereich (engl. Küste siehe PYLEFINCH 1948) — 3 Hauptfortpflanzungszeiten. Die erste beginnt schon im März und ist von Temperaturvorgängen scheinbar unabhängig. Die frühjährliche Hauptproduktion liegt im April. Die 2. Fortpflanzungsperiode findet im Sommer — vor allem im Juli — statt. Während dieser Zeit erfolgt der stärkste Larveneinstrom in die Schwentinemündung. Die schon ansässige sublitorale Hartbodenfauna — besonders *Mytilus edulis* — wird von jungen *B. crenatus*-Individuen besiedelt. Der Larvenbefall erfolgt im allgemeinen bis in die Nähe des Wehres (Süßwassereintritt). Während dieser Zeit, und besonders im Spätsommer, werden in diesem Brackgewässer die höchsten Salzgehalte gemessen. Süßwasser strömt kaum oder gar nicht ein. An der Produktion dieser Sommergeneration beteiligt sich schon die Frühjahrgeneration, daher ist die Zahl der Nachkommen während dieser Jahreszeit auch besonders hoch. Im Herbst erfolgt dann noch einmal ein schwächeres Maximum der Larvenerzeugung. Noch Anfang November werden in der Innenförde reife Individuen beobachtet. Im Spätsommer gehen bei den relativ hohen Wassertemperaturen die meisten adulten Tiere dieser Art zugrunde. Die Herbstgeneration ist in der Schwentinemündung nicht besonders groß und ihre Populationen beschränken sich fast nur auf den der Förde nahegelegenen Teil. Da die Altersunterschiede relativ groß sind, sind auch die einzelnen Brutperioden nicht scharf abgegrenzt, so daß von Ende Februar Anfang März bis in den November hinein im westlichen Ostseebereich soweit poly- und α -mesohaline Verhältnisse herrschen, Larven produziert werden, jedoch sind, wie oben dargestellt wurde, 3 Maxima vorhanden, von denen das sommerliche in der Schwentinemündung zum stärksten Larvenbefall führt. Die Größenvariation der Individuen ist daher dort nicht so auffällig wie z. B. in der Innenförde.

Der Lebenszyklus dieser Sommergeneration läuft, soweit es sich überschauen läßt, in der Schwentinemündung folgendermaßen ab. Im Hochsommer bis Spätsommer setzen sich die Larven fest, sie wachsen bis zu einer Größe von 6—7 mm heran und reifen im nächsten Frühjahr, sie setzen im späten Frühjahr ihre erste Brut frei und im Hochsommer zum Teil eine zweite. Im Spätsommer — nach einer Lebensdauer von $\sim 1\frac{1}{4}$ Jahr — sterben die Individuen ab. Der Rhythmus dieser Art verzögert sich in dem salzärmeren Milieu. Die Individuen erreichen während ihres Lebens im allgemeinen eine Größe von 8—10 mm, selten 11 bis 12. Die Ansiedlungen dieses Balaniden sind in der Schwentinemündung nicht unbedingt gedrängt. Ihre Gehäuse erscheinen daher zum größten Teil in der Patellaform.

B. improvisus hat 2 Fortpflanzungsperioden im Jahr, die erste im Spätfrühling (Mai) und die zweite im Spätsommer. Die Reifungsvorgänge scheinen durch eine reiche Phytoplankternahrung stimuliert zu werden; es laufen auch Planktonmaxima und Reifeperioden fast parallel. Die Produktion im Frühjahr ist besonders groß. Dichte Larvenschwärme befallen vor allem die Hartböden im Eu- und oberen Sublitoral. Zum Teil sind diese im gesamten Mündungsgebiet bis zu 2 m nur noch gering besiedelt, da viele ältere *Mytilus*-Individuen in größere Tiefen abgewandert sind. *B. improvisus* dehnt daher sein Siedlungsareal in höher salzige Bereiche aus. Es entstehen äußerst dichte Populationen im gesamten Mündungsbereich. Während des Hochsommers führt die dichte Ansiedlung von jungen Mytiliden zu einer Hemmung der Entwicklung dieser *B. improvisus*-Populationen. Zum größten Teil werden im α -mesohalinen Bereich die Individuen dieses Balaniden durch den *Mytilus*-Bewuchs völlig zerstört. Im Spätsommer beschränkt sich das Siedlungsareal von *B. improvisus* auf die nähere Umgebung des Schwentine-süßwassereinstromes und das Eulitoral der Schwentinemündung, nur in Neumühlen sind auch in etwas größerer Dichte im Sublitoral Tiere dieser Art anzutreffen. Im Spätsommer ist die Larvenproduktion nicht so groß. Die Cypris-Larven setzen sich zum größten Teil auf *Mytilus* fest. Im Frühjahr führt die gedrängte Ansiedlung zum größten Teil zur Ausbildung der Hippuritenform, im Spätsommer mehr zur Patellaform.

B. improvisus-Individuen werden in der Schwentine ~ 1 Jahr alt, sie erzeugen im Durchschnitt 2 Bruten im Jahr. Doch da ein großer Teil der Tiere durch *Mytilus*-Individuen an der Entwicklung gehemmt wird, gehen schon viele nach einem Vierteljahr zugrunde; diese kommen natürlich nicht mehr zur Fortpflanzung. Bei einer Basallänge von 5—7 mm setzen die Individuen ihre erste Brut frei. Tiere mit einer Länge von 10—11 mm werden sehr selten angetroffen. Es entstehen 2 Generationen im Jahr.

Diese beiden Balaniden charakterisieren in der Schwentinemündung sehr gut die herrschenden Salzgehaltsverhältnisse, denn das Siedlungsareal von *B. crenatus* beschränkt sich auf die α -mesohaline, das von *B. improvisus* auf die β -mesohaline Zone. In den letzten Jahren nach den kalten und vor allen Dingen langen Wintern, kam es zu einer starken Aussüßung des Wassers in der Schwentinemündung, was zu einer fast völligen Vernichtung der *B. crenatus*-Populationen führte und auch ihren erneuten Ansatz fast unmöglich machte.

2. Hemisessile Arten

a) Polychaeten:

Die arktisch-boreale-subtropische, marin-euryhaline *Polydora ciliata* kommt im gesamten Schwentinemündungsbereich im Sublitoral (unterhalb $1\frac{1}{2}$ —2 m Wassertiefe) vor. In der freien Ostsee dringt diese Art kaum weiter als bis zu einem mittleren Salzgehalt von $\sim 12\text{‰}$ (HEMPPEL 1956) vor. Sie ist im allgemeinen nur im α -mesohalinen Bereich existenzfähig. In der Schlei (NELLEN 1963) wie auch in der Schwentinemündung (stark eutrophierte Gewässer) besiedelt *P. ciliata* auch die β -mesohaline Zone und setzt sich in relativ großer Zahl auf Pfählen und zwischen Muscheln fest. Ihre Fortpflanzungsfähigkeit scheint unterhalb eines mittleren Salzgehaltes von $10\text{—}8\text{‰}$ gehemmt zu sein. Nahe der Süßwassereinmündung beim Wehr, wo im Frühjahr der Salzgehalt zwischen $0,5\text{—}3\text{‰}$ schwankt, wurden Individuen dieser Art angetroffen. Doch wirkten sie verkümmert; und reife Tiere wurden dort bisher nicht beobachtet.

Der Lebensablauf dieser Art soll im folgenden kurz skizziert werden: Die Ansiedlung der Larven erfolgt im Spätsommer-Herbst (zur Zeit des Salzgehaltsmaximum im innersten Bereich der Mündung). Das Wachstum findet vorwiegend im Herbst statt. Im Frühjahr — Ende März/Anfang April — beginnt die Reife. Die ersten Larven werden Ende Mai Anfang Juni beobachtet. Die Planktonlarvenzeit dauert fast 3 Monate. Im

Frühsommer findet man immer noch adulte Tiere an den Pfählen. Im Sommer stirbt die alte Generation allmählich ab. Schon Ende Juli und vor allem im August, existieren auf den Hartböden keine *Polydora ciliata*-Individuen mehr. Die Lebensdauer beträgt nicht ganz ein Jahr — ~ 10 Monate. Der Lebensrhythmus dieses Polychaeten ist an allen Stationen — d. h. soweit die Art fortpflanzungsfähig vorkommt — gleich.

Im NO-Kanal lebt die Art auch im Pfahlbewuchs, doch in diesem Brackgewässer sind die Tiere schon in der α -mesohalinen Zone nicht mehr fortpflanzungsfähig.

An der Neumühlener Anlagebrücke wurde in den Jahren von 1950—1954 vereinzelt im Herbst *Polydora ligni* gefunden. Die Tiere waren vom Untergrund her in den tierischen Bewuchs der Pfähle eingewandert. In den letzten Jahren wurde dieser Polychaet nicht mehr beobachtet.

b) Lamellibranchier:

Die Art, die durch ihren hohen Individuenanteil die Pfahlgemeinschaften in der Schwentinemündung prägt, ist die marin-euryhaline Muschel *Mytilus edulis*. Sie kommt von der Wasserlinie bis zu einer Tiefe von 5 m häufig vor. Im Spätsommer-Herbst besetzen die *Mytilus*-Individuen polsterartig alle Pfähle von Wellingdorf bis Neumühlen. Sie verdrängen durch ihre dichte Ansiedlung jeglichen tierischen Bewuchs, der sich vorher angesiedelt hat.

Diese arktisch-boreale-subtropische Art kann, wie ihr Vorkommen an der finnischen Küste beweist, noch unter oligohalinen Verhältnissen existieren. Ihre Ausbreitung in der Schwentinemündung bis nahe an den Süßwassereinstrom zeigt daher kein besonderes Verhalten. Es konnte leider nicht beobachtet werden, ob bei dem niedrigen Salzgehalt dieses Fundortes alle Individuen reif wurden.

Der Lebensrhythmus dieser Muschel hat in der Schwentinemündung den gleichen Verlauf wie in der Kieler Innenförde. Ende Mai—Anfang Juni treten die ersten Larven auf. Im Spätsommer (Ende Juli) — vor allem im August — setzen sich die jungen Muscheln an den Pfählen und Steinen fest, in großer Zahl siedeln sich die jüngsten Individuen auf den Algenbüscheln im Eulitoral an. Das Wachstum beginnt im Spätsommer und endet im Spätherbst, während des Winters findet kaum Zuwachs statt. Die Reifezeit liegt im Frühjahr, schon im April besitzt der größte Teil der Tiere Gonaden. Im Mai, Anfang Juni, entlassen sie ihre Geschlechtsprodukte. Es folgt meistens noch ein zweiter Eischub im Jahr. Da die Art mehrjährig ist, ist der Altersaufbau sehr variabel, was wiederum eine etwas unterschiedliche Produktionshöhe und -zeit zur Folge hat. Es werden daher während des Sommers bis in den Herbst hinein Larven und junge Muscheln beobachtet. Reifungsvorgänge und frühjährliche Phytoplanktonblüte laufen parallel. Schon bei $2-3^{\circ}\text{C}$ — wie in diesem Jahr beobachtet werden konnte — und Salzgehalten zwischen $5-8\text{‰}$ (und höher) entwickeln sich die Gonaden.

Aus den Untersuchungen des letzten Jahres (1963/64) ließ sich einiges über die Wachstumsintensität dieser Muschel in der Schwentinemündung sagen. Anfang August setzten sich die ersten Muscheln (Länge $\sim 0,5$ mm) — bei Wellingdorf Station 4 in großer Dichte und bei Neumühlen unterhalb 2 m in kleineren Nestern — fest. Schon nach ~ 6 Wochen — Mitte September — hatten sie eine Länge von $16-18$ mm erreicht. Im nächsten Frühjahr — Mitte April — nach ~ 7 Monaten, hatten sie nur noch einen weiteren Zuwachs von ~ 4 mm aufzuweisen. Sie besaßen eine Länge von $20-22$ mm. Die Tiere waren hauptsächlich im Spätsommer zur Zeit der höchsten Temperaturen (Wellingdorf zeitweise 18°C ; Neumühlen 20°C), des höchsten Salzgehaltes ($14-18\text{‰}$) und des größten Nahrungsangebots (2. Phytoplanktonmaximum, welches durch die starke Eutrophierung des Gewässers besonders optimal ist) gewachsen. Im Herbst kam diese Lebensphase bald zum Stillstand, ob durch eine zu reiche Detritusnahrung, denn

während dieser Zeit sedimentiert dieser stark, oder der schon einsetzenden Entwicklung der Gonaden, müßte einmal näher untersucht werden. In Neumühlen (Station 2) erfolgte im Sublitoral (unter 2—3 m Tiefe) die stärkste Ansiedlung im letzten Drittel des August, nach ~ 3 Wochen — Mitte September — besaßen diese Individuen eine Länge von 8—10 mm. Bis zum nächsten Frühjahr (nach ~ weiteren 7 Monaten) hatten sie noch einen Zuwachs von 5—6 mm aufzuweisen, dann besaßen sie nämlich eine Länge von 14—16 mm. Die letzten jungen Muscheln setzten sich im ersten Drittel des Oktobers fest. In Wellingdorf (Station 4) wuchsen diese bis zum nächsten Frühjahr (nach ~ 6 Monaten) bis zu einer Länge von 4—6 mm heran, in Neumühlen nur bis auf 2—3 mm. In Neumühlen wanderten während des Herbstes und vor allem im Winter, die größten Tiere in die Tiefe (~ 4—5 m). Im Frühjahr konnte man nur wenige 20 mm große Individuen, die reif waren, dort in 2—3 m Tiefe beobachten. Die Populationen erreichen im α -mesohalinen Bereich der Schwentinemündung (mittlere Salzgehalte 14—16‰) eine Länge von 20—22 mm, im 2. Jahr eine solche von ~ 38 mm (Zuwachs 16 mm), im 3. Jahr von 44—46 mm (Zuwachs 6—8 mm), im 4. Jahr 50—52 mm (Zuwachs ~ 6 mm), im 5. Jahr ~ 55 mm (Zuwachs ~ 4 mm). Alle Altersstufen wurden im Sommer geschlechtsreif. Tiere, die eine Größe von 60 mm erreichten, sind in den letzten Jahren kaum in der Schwentine angetroffen worden. Im Jahre 1950 wurde bei Wellingdorf (Station 4) einmal ein Exemplar von 80 mm Länge gefunden. Bei Neumühlen (Station 2) werden die *Mytilus*-Individuen höchstens 2—3 Jahre alt. Tiere mit einer Länge über 45 mm werden daher sehr selten gefangen. Im α -oligohalinen Bereich, d. h. nahe der Süßwassereinmündung am Wehr, wachsen die Individuen nur sehr langsam. Muscheln, die sich im Spätsommer-Herbst dort ansiedeln, erreichen bis zum nächsten Frühjahr (6—7 Monate) kaum eine Länge von 6 mm, der größte Teil nur eine solche von 2—3 mm. Sie erreichen nur ein Lebensalter von ~ 1 Jahr und eine Länge von 15, höchstens 18 mm. Es entwickeln sich in ihnen im Sommer bei einer Länge von ~ 15 mm Gonaden, ob sie aber Geschlechtsprodukte entlassen, ist bisher noch nicht beobachtet worden.

Um einmal übersehen zu können, welche Umweltvorgänge bestimmten Entwicklungsphasen parallel laufen, ist eine Gegenüberstellung von Umweltsituation und jeweiligem Lebensstadium wichtig. Im westlichen Ostseebereich fällt die Reifung der Gonaden in die Zeit der frühjährlichen Diatomeenblüte. Die Wachstumszeit fällt in die spätsommerliche und herbstliche 2. Phytoplanktonblüte (Ceratioblüte). Nun entwickelt sich besonders im Sommer durch die hohe Eutrophierung dieses Gewässers das Phytoplankton sehr üppig. BOJE (1964) hat festgestellt, daß Nannoplankton- und Bakteriennahrung besonders das Wachstum dieser Muschel intensivieren. Für ein besonders rasches Wachstum wird daher eine üppige Phytoplanktonentwicklung bedeutend sein. Außer diesem Faktor spielt aber sicher auch die Höhe des Salzgehaltes eine Rolle, denn während der Hauptwachstumszeit sind in der gesamten Schwentinemündung auch die höchsten Salzgehalte anzutreffen. Eine Vergleichsdarstellung von Längenmessungen in verschiedenen Halinitätszonen macht das deutlich.

Längen der *Mytilus edulis* Individuen in mm

Alter	Kieler Bucht polyhalin	Schwentinemündung α -mesohalin	NO-Kanal β -mesohalin
1. Jahr	30	20	15
2. Jahr	55—60	38	30—35
3. Jahr	75—77	44—46	45—50
4. Jahr	80—83	50—52	55—60
5. Jahr	85—88 (90)	55	—

Es zeigt sich, daß mit Zunahme des Salzgehaltes auch eine Längenzunahme in den einzelnen Altersstufen festzustellen ist. In der Nordsee im Euhalinikum, erreichte ein fünfjähriges *Mytilus edulis*-Exemplar sogar eine solche von 120 mm. Im NO-Kanal wurden Individuen über 2 Jahre äußerst selten gefunden und niemals reif. Die Tiere in der Schwentine sind in allen Altersstufen auch fertil beobachtet worden. Generell betrachtet, ist die Leistung der Art in der Schwentinemündung höher.

Die Populationen von *Mytilus edulis* in der Schwentinemündung sind äußerst gedrängt. Man kann beobachten, daß Individuen in solchen dichten Ansammlungen in ihrem Längen- und Höhenverhältnis relativ konstant bleiben. Von einer Größe von $\sim 0,5$ mm an beträgt die Relation L : H 2 : 1. Im NO-Kanal, in der Außenförde bilden die Muscheln nur kleine Nester oder sitzen einzeln auf Balaniden, dort sind die Schalen plumper, das Verhältnis ist kleiner und äußerst variabel (von 2 : 1,2 bis 2 : 1,6). In der Innenförde ist die Ansiedlung auch sehr gedrängt, dort besteht größtenteils wieder eine Relation von 2 : 1 wie in der Schwentinemündung.

c) Amphipoden:

Als hemisessiler Amphipode kommt nur *Corophium insidiosum* im Pfahlbewuchs der Schwentinemündung vor. Diese mediterrane-südlichboreale Art ist aus α -mesohalinen Gewässern bekannt. Sie ist bis zu einem Salzgehalt von 5‰ existenzfähig. Schon in einer Tiefe von $1\frac{1}{2}$ m baut sie an den Pfählen der Wellingdorfer Brücke zwischen den Balaniden und auf den Mytiliden ihre Detritusröhren, doch auch in Neumühlen kommt sie unterhalb 3 m Wassertiefe vor. Ihre Fortpflanzungszeit liegt im Frühjahr und Frühsommer. Die größte Dichte erreicht die Art im Spätsommer.

3. Vagile Arten

a) Turbellarien

Turbellarien sind nur in der obersten Wasserschicht häufig, dort wo vor allem im Frühjahr und im Spätsommer und Herbst ein Phytal entsteht, daß sich vorwiegend aus feinthallösen Braun- und Grünalgen zusammensetzt. Wie schon in der Innenförde, so besiedelt auch in der Schwentinemündung *Procerodes litoralis* diesen Biotop. Diese Art dringt bis an die unmittelbare Süßwassereinmündung vor. Häufig ist das Turbellar im Spätsommer. Im α -mesohalinen Bereich tritt neben *Procerodes litoralis* *Monocelis lineata* auf. Einige Individuen aus der Gattung *Jensenia* wurden im oberen Pfahlbewuchs bei Neumühlen gefunden.

b) Nematoden

Auch die Nematoden kommen vorwiegend im Phytal der obersten Wasserschicht vor. Im Frühjahr, aber auch im Spätsommer, ist ihre Individuendichte besonders hoch. Mit zunehmender Aussüßung verbreitert dieses Phytal sein Areal. Beschränkt es sich nahe der Innenförde auf eine Breite von 20 cm, so dehnt es sich in Neumühlen schon fast auf 1 m aus und nahe der Süßwassereinmündung reicht es bis zu einer Tiefe von $1\frac{1}{2}$ m. Vorwiegend sind es Phytalbewohner, die an den Pfählen in der Schwentinemündung gefunden wurden. Die *Monhystera*-Arten *disjuncta*, *parva* und *socialis* sind besonders häufig. *M. disjuncta* besiedelt mehr den α -mesohalinen Bereich und seine höchste Abundanz liegt im Spätsommer, während *M. socialis* sich besonders gut im Frühjahr entfaltet und die salzärmeren Bereiche bevorzugt. Diese Art kommt sehr häufig im α -Oligohalinikum vor. BÜTSCHLI (1874) fand diesen Nematoden in einem ähnlichen Biotop im „Kleinen Kiel“, einem brackigen, stark eutrophierten Tümpel im Kieler Stadtgebiet. Außer diesen Arten sind die marin-euryhalinen Nematoden *Allgeniella tenuis* und *Diplolaimella islandica* nicht selten angetroffen worden. Ihre maximale Abundanz liegt im Spätsommer und im β -mesohalinen und α -oligohalinen Bereich. Auch Brack-

wasserarten wie *Adoncholaimus thallassophygas* und *Anoplostoma viviparum* leben im Phytal der ausgesüßteren Bezirke der Schwentinemündung (α -oligohalin — β -mesohalin). Zwei limnisch-euryhaline Arten treten im α -oligohalinen und β -mesohalinen Bereich hin und wieder auf. Es sind *Dorylaimus doryuris* und *Panagrolaimus rigidus*.

c) Polychaeten:

Nereis diversicolor kommt im gesamten Schwentinemündungsgebiet im Pfahlbewuchs vor. Er besiedelt vorwiegend die oberen Wasserschichten. Nahe des Süßwassereinflusses tritt er in besonders großer Dichte auf. Reife Tiere wurden auf den sekundären Hartböden nicht beobachtet. Die Individuen wandern größtenteils vom nahen Ufer und dem Untergrund her in den Bewuchs der Pfähle ein.

d) Oligochaeten:

Im Eu- und oberen Sublitoral kommen in der Schwentinemündung die 3 Brackwasserarten: *Pachydriulus lineatus*, *Paranais litoralis* und *Nais elinguis* vor. *P. lineatus* ist in allen Jahreszeiten in fast gleichbleibender Individuenstärke vertreten. Im Herbst treten die ersten reifen Tiere dieser Art auf, die Hauptreifezeit erfolgt aber erst im nächsten Frühjahr zur Zeit der Diatomeenblüte (Temp. von (2) 3° C—10° C). *P. lineatus* besiedelt vorwiegend das Eulitoral, *Paranais litoralis* dagegen mehr das Sublitoral. Im α -Mesohalinikum (in Fördenähe) ist *P. litoralis* der häufigste Oligochaet im Pfahlbewuchs. Im Spätsommer-Herbst waren die meisten Tiere dieser Art reif. Während des Winters wurden keine Individuen von *P. litoralis* gefunden. *Nais elinguis* bewohnt ausschließlich das Phytal und ist daher im α -Oligohalinikum, wo sich dieser Biotop an den Pfählen besonders gut entfaltet, sehr häufig. Die Fortpflanzungszeit dieses Oligochaeten liegt auch im Frühjahr zur Diatomeenblüte.

e) Harpacticiden:

Auf den sekundären Hartböden der Schwentinemündung kommen 6 Harpacticiden-Arten vor. Davon sind einige Brackwassertiere. Die marin-euryhaline Art *Tisbe furcata* besiedelt in großer Zahl das Phytal der oberen Wasserzone. Besonders während ihrer Fortpflanzungszeit im Frühjahr prägt sie die Phytalbiozönose durch ihren hohen Individuenanteil. Eine weitere marin-euryhaline Art, *Mesochra pygmaea*, tritt nur einzeln auf. Dagegen sind die Brackwasserarten *Schizopera clandestina* und *Dactylopodia vulgaris* (*holsatica*) häufiger. Sie kommen auch im tierischen Bewuchs vor. *Nitocra spinipes* und *Mesochra aestuarii*, auch Brackwassertiere, bevorzugen das Phytal im α -Oligohalinikum und dringen in geringer Individuenzahl in das β -Mesohalinikum vor. Alle Populationen der Brackwasser-Harpacticiden entfalten sich erst im Spätsommer-Herbst optimal.

f) Amphipoden:

Gammarus salinus und *Gammarus oceanicus* bevölkern in großer Zahl den Pfahlbewuchs. Die größte Abundanz von *G. salinus* liegt im β -mesohalinen Bereich, *G. oceanicus* entfaltet sich dagegen maximal im α -Mesohalinikum.

In ihrer Biologie unterscheiden sich die beiden Arten. Es kommt daher zu verschiedenen Häufigkeitsmaxima, was gelegentlich zu falschen Aussagen über optimale Verbreitungsareale führt.

Die Hauptproduktionsphase von *G. oceanicus* liegt in der Schwentinemündung im Sommer. Die 1. Fortpflanzungszeit beginnt Ende Mai und dauert bis in den August. Danach gehen bei relativ hohen Temperaturen die Adulten zugrunde. Diese Sommergeneration wächst während des Sommers und Herbstes heran, und im Oktober beginnt die zweite Fortpflanzungszeit, die bis zum Winter dauert. (Es zeigt sich eine spätsommerliche Produktionspause, die in verschiedenen Halinitäts-Bereichen unterschiedliche Länge besitzt). Auch in dieser Zeit wird noch eine große Nachkommenschaft erzeugt.

Die Herbst/Winter-Generation bleibt aber zahlenmäßig in der β -mesohalinen Zone kleiner als in der α -meso- und polyhalinen. Schon Ende des Winters (Ende Februar Anfang März) tragen einige ♀♀ wieder Eier — vermutlich zweite Brut. Diese dritte Winter-Frühlings-Fortpflanzungszeit geht im April zu Ende, selten wurde Anfang Mai noch ein reifes ♀ beobachtet. Ende Mai beginnt dann wieder die große Fortpflanzungszeit.

Im Frühjahr beginnt *G. salinus* sich fortzupflanzen. Schon Ende März tragen ♀♀ Eier. Im April-Mai liegt die Hauptproduktionszeit. Im Sommer verschwinden die Adulten allmählich. Die maximale Individuendichte dieser Art liegt im Frühling und Frühsommer. *G. oceanicus* besitzt seine größte Individuendichte dagegen im Hochsommer. Im Verhältnis zu *G. salinus* ist sie auch noch im Spätsommer häufig.

Die größten Individuen von *G. salinus* wurden im Frühling gefunden, die von *G. oceanicus* im Sommer. Im Mai gehen viele ♂♂ von *G. salinus* zugrunde. Die sex ratio beträgt dann häufig $\sim 10 : 1$ (♀♀ : ♂♂). Bei *G. oceanicus* scheint generell der ♂♂ Anteil in den Populationen größer zu sein als bei *salinus*. Beide Arten sind in der Schwentine-mündung einjährig. Nur wenige Tiere erreichen ein Alter von $1\frac{1}{2}$ Jahr. Bei *G. salinus* sterben viele schon nach einem halben Jahr — nach der Erzeugung der Bruten im Sommer. Bei beiden Arten scheinen sommerliche Temperaturen die Sterblichkeit zu erhöhen.

Der Lebensablauf von *G. oceanicus* in der Schwentine-mündung ist dem an der englischen Küste ähnlich (SEGERSTRÄLE 1950; 1959). Auch die Populationen im „Kleinen Kiel“ verhalten sich ähnlich (KINNE 1956), nur ist dort die Fortpflanzungspause im Spätsommer-Herbst länger. Da in diesem Brackgewässer die Temperaturen im Sommer besonders hoch liegen, führt das vermutlich zu einer hohen Sterberate adulter, fort-pflanzungsfähiger Individuen.

Nach den kalten und lang anhaltenden Wintern von 1963 und 1964 ist die Populations-dichte von *G. salinus* stark zurückgegangen. *G. salinus* ist während der Fortpflanzung an etwas höhere Temperaturen gebunden als *G. oceanicus*. Bei einer Temperatur von $2-3^{\circ}\text{C}$ beobachtet man wohl reife ♀♀, doch erst bei solchen über 5°C tragen alle ♀♀ Eier und entlassen erst dann ihre Brut. *G. oceanicus* scheint während der Fortpflanzung von Temperaturvorgängen unabhängig zu sein, auch im Winter erzeugt die Art Nachkommen.

f) Isopoden:

Die Meeresassel *Jaera albifrons* ist in den oberen Wasserschichten eine der häufigsten vagilen Arten. Sie kommt noch im α -●ligohalinikum vor. Schon im Frühjahr-Ende März (Temp. $\sim 3^{\circ}\text{C}$) werden reife ♀♀ gefunden. Im April beginnt die Art sich fortzupflanzen, und im Herbst — Ende ●ktober — beobachtet man vereinzelt noch Eiertragende ♀♀. Die relative hohe Nachkommenschaft führt zu dichten Populationen. Noch in 4 m Tiefe werden im Spätsommer viele Tiere gefangen.

Bis 1954 war außer diesem Isopoden die Brackwasserassel *Sphaeroma hookeri* sehr häufig. Diese Art besiedelte vorwiegend die ufernahen Steine und das Phytal, das sich auf diesen Hartböden angesiedelt hatte. Besonders dichte Populationen wurden im α -●ligohalini-kum beobachtet. Im α -mesohalinen Bereich wurden nur vereinzelt Individuen ange-troffen. Nahe der Süßwassereinmündungsstelle und bis zur Neumühlener Anlegebrücke herrschen jedoch im Sommer — während ihrer Fortpflanzungszeit — relativ hohe Salzgehalte (zeitweise sogar 18‰). In diesem Brackwasserbereich waren der Unter-grund, Steine und Algen dicht übersät mit Diatomeen — der Hauptnahrung dieser Assel. In den letzten Jahren hat eine sehr starke Detritussedimentation im gesamten Schwentine-mündungsbereich stattgefunden, so daß sogar in Ufernähe eine Mudschicht Steine und Grobsand überlagert. Diese Biotopänderung wird vermutlich zum Verschwinden dieser Assel beigetragen haben.

g) Halacariden:

Es kommt im gesamten Untersuchungsbereich in allen Wasserschichten *Halacarellus basteri* vor. Dieser Halacaride dringt weit in ausgesüßte Bereiche des Brackwassers vor. Die Milbe tritt nur in geringer Zahl auf, doch ist sie während des ganzen Jahres anwesend.

h) Chironomiden:

Neben Oligochaeten, Harpacticiden, Nematoden und Turbellarien zählt *Trichocladius vitripennis* zu den dominierenden Arten des Phytals der oberen Wasserzone. Noch nahe der Süßwassereinmündung trifft man vereinzelt Exemplare dieser Art. Ihre Dichte ist besonders groß im Sommer, aber auch im Frühjahr wurden viele Individuen gefunden.

C. Die Pfahlgemeinschaften in der Schwentinemündung

Drei voneinander gut abgrenzbare Gemeinschaften besiedeln Steine und Pfähle in diesem Brackgewässer (s. Abb. 2). Die Ausbreitung der drei das Gebiet beherrschenden Halinitätszonen läßt sich durch sie jeweils darstellen. Die *Mytilus edulis*-Zönose charakterisiert die α -mesohaline Zone, die *Balanus improvisus*-Zönose die β -mesohaline und eine Algenformation, die aber wiederum von einer Phytalgemeinschaft bewohnt wird, primär die α -oligohaline.

1. Die *Mytilus edulis*-Zönose im α -Mesohalinikum

Von der Kieler Innenförde bis in die innere Schwentinemündung nach Neumühlen breitet sich diese Pfahlgemeinschaft aus. Sie beschränkt sich mit zunehmender Ausüßung auf die tieferen Wasserschichten. An den Pfählen der Anlegebrücke von Neumühlen tritt sie erst unterhalb 2—3 m Wassertiefe auf. Die artliche Zusammensetzung bleibt bis zu dieser Station die gleiche, doch ist die Individuendichte nicht mehr so groß wie in Fördenähe. Der Larvenbesatz der sessilen und hemisessilen Arten erfolgt nicht mehr in der Stärke wie im salzreicheren Teil des α -Mesohalinikums (16—14‰ bis 12—10‰ Mittelwerte). Es beteiligen sich an der Hartbodengemeinschaft folgende Arten:

Dominierende Arten:

<i>Mytilus edulis</i>	hemisessil	marin-euryh.	arkt.-boreal.
<i>Balanus crenatus</i>	sessil	marin-euryh.	arkt.-boreal.
<i>Membranipora membranacea</i>	sessil	marin-euryh.	arkt.-boreal.
<i>Polydora ciliata</i>	hemisessil	marin-euryh.	arkt.-boreal.

Begleiter:

<i>Laomedea loveni</i>	sessil	marin-euryh.	arkt.-boreal.
<i>Balanus improvisus</i>	sessil	marin-euryh.	subtropisch-boreal
<i>Corophium insidiosum</i>	vagil	marin-euryh.	mediterran-boreal
<i>Gammarus oceanicus</i>	vagil	marin-euryh.	arkt.-boreal
<i>Gammarus satinus</i>	vagil	marin-euryh. (Aestuar)	boreal
<i>Jaera albifrons</i>	vagil	marin-euryh.	arkt.-boreal
<i>Halacarellus basteri</i>	vagil	marin-euryh.	arkt.-boreal.
<i>Paranais litoralis</i>	vagil	brackisch	boreal

Gäste:

<i>Membranipora crust.</i>	sessil	brackisch	arkt.-boreal
(<i>Carcinus maenas</i>)	(vagil)	(marin-euryh.)	(südl.-boreal)
<i>Nereis diversicolor</i>	vagil	marin-euryh.	boreal

Der Bewuchs — besonders von *Mytilus edulis* — ist so dicht, daß eine Besiedlung z. B. von *Balanus improvisus*, *Laomedea loveni* und *Membranipora crustulenta* zeitweilig fast unmöglich ist, wie oben schon näher ausgeführt wurde. Die Ansiedlung erfolgt in 3, ja sogar in 4 Schichten übereinander. Feinde dieser Hartbodenbewohner, die im Polyhalinikum und auch im α -Mesohalinikum der Kieler Förde noch auftreten, kommen nicht mehr vor. Die Entfaltung des einzelnen Tieres wird durch diese gedrängte Ansiedlung gehemmt, was besonders bei der Gehäusebildung zum Ausdruck kommt (Beispiel *Mytilus edulis* und im β -Mesohalinikum *Balanus improvisus* s. o.).

Vor allem besiedeln — wenn auch in äußerst geringer Artenzahl — arktisch-boreale, marin-euryhaline Hartbodenbewohner die Pfähle und Steine. Südlich-boreale und Brackwasserarten treten individuen- wie auch artenmäßig kaum in Erscheinung. Die vagile Fauna ist neben der hohen Zahl sessiler und hemisessiler Tiere nur in den oberen O_2 -reicheren und häufig auch wärmeren Wasserschichten dicht. Es sind hauptsächlich marin-euryhaline, arktisch-boreale Crustaceen, die als relativ eurytop gelten, bevölkern sie doch gleichermaßen Phytal, Hartboden und die Strandzone. Der Oligochaet und die Halacaride sind gleichfalls als relativ weit verbreitete Arten mit geringer Bindung an spezifische Biotopverhältnisse bekannt.

Vergleichen wir die Besiedlung der Pfähle der Kieler Innenförde bis zu einer Wassertiefe von 5 m mit der in der Schwentinemündung, so zeigt sich ein äußerst starker Artenabfall, obwohl die Leitformen der jeweiligen Biozöosen die gleichen sind. Auch dort bestimmen *Mytilus edulis*, *Balanus crenatus* und *Membranipora membranacea* neben *Polydora ciliate* und *Corophium insidiosum* das Bild des Pfahlbewuchses. Außer diesen zählen in der Innenförde aber *Laomedea loveni* und *Clava multicornis* noch zu den häufigen Hartbodenbewohnern. Bei einer Gegenüberstellung der Zahl der Besiedler der beiden Gewässer zeigt sich der Artenabfall recht deutlich.

Tiergruppe	Kieler Innenförde poly- α -mesohalin mittlere S. Werte 18—16 (14) ‰	Schwentinemündung α -mesohalin mittlere S. Werte 16—12 ‰ (10 ‰)
Cnidarier	4	1
Bryozoen	5	2
Nemertinen	1	—
Polychaeten	6	2
(Mollusken):		
Lamellibranchier	1	1
Gastropoden	7	—
(Crustaceen):		
Cirripedier	2	2
Amphipoden	3	3
Isopoden	2	1
Brachyuren	1	(1)
Halacariden	1	1
Echinodermen	1	—
Tunikaten	1	—
	35	13 (1)

Über $2\frac{1}{2}$ mal mehr Arten kommen in der Innenförde in dem salzreicheren marinen Gewässer vor. Welche Faktoren behindern die Ausbreitung dieser marin-euryhalinen

Arten in der Schwentinemündung? Die mittleren Salzgehalte dieser beiden Gewässer unterscheiden sich um 2—4‰. Das ist natürlich schon eine relativ große Differenz. Besonders im Frühjahr, wenn die Hydrographie im Mündungsgebiet bis zur unmittelbaren Einmündung in die Förde vom Süßwasser des Ober- und Mittellaufes des Flusses bestimmt wird, gelingt es solchen Arten, die während dieser Zeit reifen und sich fortpflanzen kaum, diese Halinitätsunterschiede und damit verknüpfte andere Faktorenänderungen zu überwinden. Das Fehlen der Polychaeten: *Harmothoe imbricata*, *Nereis pelagica*, der Hydrozoen: *Clava multicornis* und *Coryne sarsi*, wie wohl auch das von *Asterias rubens*, läßt sich dadurch erklären. Auch *Membranipora membranacea* und *Balanus crenatus* wurden durch die besonders starke Aussüßung nach den letzten beiden Wintern an ihrer Ausbreitung gehindert, obwohl sie sonst zu den Hauptvertretern der Pfahlbiozöosen in diesem Gewässer zählen. Die in der Innenförde noch auftretenden Ophistobranchier dringen nicht mehr in die Schwentinemündung vor. Einmal finden sie in dem für sie schon salzarmen Wasser der Kieler Innenförde kaum noch existenzfördernde Bedingungen und daher sind sie auch dort nur in geringen Populationsdichten vertreten; zum anderen mangelt es ihnen in der Schwentinemündung an geeigneten Nahrungsquellen, da ja kaum Hydrozoen und Bryozoen (nur jeweils eine Art in jeder Biozönose) vertreten sind. Arten, die relativ empfindlich gegen eine zu starke Sedimentation sind oder als Nahrung während ihrer sessilen Zeit fast ausschließlich lebendes Plankton bevorzugen, finden im Brackwasser der unteren Schwentine auch keine zusagenden Bedingungen, dadurch können einige Bryozoen und die Tunikate an ihrer Ausbreitung gehindert werden. Auch diese sind schon in der sedimentreichen und stark eutrophierten Innenförde nur Gäste in den Hartbodengemeinschaften. Außerdem bildet sich durch die Halinitätsverminderung und durch eine zu geringe Sichttiefe (Abnahme der Lichtintensivität durch eine zu starke Sedimentation) kein marines Phytal mehr aus. Es fängt sich kein Feinsand im Bewuchs, weil der Boden mit einer Mudschicht bis zum Ufer hin überlagert ist. Phytalbewohner, wie *Fabricia sabella*, *Idothea baltica* und vielleicht auch *Autolytus prolifer*, die dem Salzgehalt gegenüber sonst relativ tolerant sind, finden daher keine geeigneten Biotopverhältnisse und siedeln sich nicht mehr an.

2. Die *Balanus improvisus*-Zönose im β -Mesohalinikum

Marin-euryhaline Hartbodenbewohner, die auch während so wichtiger Lebensphasen wie Reife und Fortpflanzung stärkere Aussüßung vertragen können, sind in der β -mesohalinen Zone existenzfähig. Zu diesen zählt vor allem *Balanus improvisus* und das (marin-euryhaline) Bryozoon *Membranipora crustulenta*, (diese ist nur zahlreichen anderen Meeresbryozoen und auch -hydrozoen gegenüber nicht konkurrenzfähig und daher erscheint sie im Meer nur an äußerst exponierten Stellen.)

Folgende Arten besiedeln das β -Mesohalinikum der Schwentinemündung:

Dominierende Arten:

<i>Balanus improvisus</i>	sessil	marin-euryh.	subtrop.-boreal
<i>Membranipora crustulenta</i>	sessil	marin-euryh. (br.)	arkt.-boreal-medit.
<i>Polydora ciliata</i>	h. sessil	marin-euryh.	arkt.-boreal-medit.
<i>Mytilus edulis</i>	h. sessil	marin-euryh.	arkt.-boreal-lusit.

Begleiter:

<i>Gammarus salinus</i>	vagil	marin-euryh. (Aestuartier)	boreal
-------------------------	-------	-------------------------------	--------

<i>Gammarus oceanicus</i>	vagil	marin-euryh. (Aestuarter)	arkt.-boreal
<i>Jaera albifrons</i>	vagil	marin-euryh.	arkt.-boreal
<i>Paranais litoralis</i>	vagil	br.	boreal
<i>Halacarellus basteri</i>	vagil	marin-euryh.	arkt.-boreal
<i>Nereis diversicolor</i>	vagil	marin-euryh.	arkt.-boreal-medit.
Gäste:			
<i>Laomedea loveni</i>	sessil	marin-euryh.	arkt.-boreal-medit.

Diese Gemeinschaft prägen vor allem der Cirripedier *Balanus improvisus* und das Bryozoon *Membranipora crustulenta*. *Mytilus edulis* besitzt in dieser Zone schon eine wesentlich geringere Vitalität. Die Muschel bildet nur Nester, die sich hier und da auf dem Balanidenbewuchs verankert haben. Doch sie bestimmt die Gemeinschaft durchaus mit, da ihre fleckenartige Verteilung gerade charakteristisch für diesen Hartbodenbewuchs ist. Die beiden Gemeinschaften (die *M. edulis*- und die *B. improvisus*-) grenzen sich aber deutlich voneinander ab, denn jeweils ist eine andere Art vorherrschend und prägt durch ihre Gestalt das Bild. Die Begleitfauna hat sich nicht geändert. Es sind wieder vorwiegend die 3 vagilen *Peracarida*, die den Bewuchs bevölkern. Daneben treten etwas häufiger junge *Nereis diversicolor* auf. Die Detritussedimentation ist in dieser Zone im Innern der Schwentinemündung stärker. Den beiden marin-euryhalinen Arten *Mytilus edulis* und *Polydora ciliata* gelingt es nur sich in dieser Halinitätszone anzusiedeln, weil während ihrer Fortpflanzungs- und Wachstumszeit die höchsten Salzgehalte herrschen, d. h. zeitweise bis zu 18⁰/₁₀₀. Die größte Ausbreitung besitzt die *Balanus improvisus*-Zönose bei Neumühlen, nicht weit von der Süßwassereinemündung entfernt. Sie erstreckt sich von dort mit abnehmender Wassertiefe bis zur Förde (auch dort bildet sie ein schmales Band oberhalb des *Mytilus*-Bewuchses). Bei Wellingdorf dehnt sie sich noch von der Wasserlinie bis zu einem 1/2 m Tiefe aus — an ufernahen Pfählen sogar bis fast zu 1 m Wassertiefe.

3. Die Phytalbiozönose in der α -oligohalinen Zone

In das α -Oligohalinikum dringen noch vereinzelt marin-euryhaline Arten ein, doch bilden sie hier kaum einen geschlossenen Bewuchs und sind auch nicht ganzjährig anwesend. Während des Sommers herrschen kurzweilig auch in dieser Zone relativ hohe Salzgehalte. Während dieser Zeit dringen Larvenschwärme dieser Meerestiere bis in diesen Bereich vor und die Tiere setzen sich fest. Doch sind auch diese Ansätze einer marin-euryhalinen Fauna äußerst spärlich. Eine kontinuierliche Besiedlung erfolgt in dieser Halinitätszone nur durch feinthallöse Grün- und Braunalgen. Dieses Phytal bevölkert eine Anzahl vagiler Arten — vor allem Brackwasserarten. Die Ausdehnung dieses Biotops beschränkt sich auf die unmittelbare Umgebung des Süßwassereinstroms beim Wehr und zieht sich in einem sehr schmalen Streifen nahe der Wasserlinie bis zur Kieler Innenförde. Doch schon an der Neumühlener Anlegebrücke ist dieses Phytal nicht immer vorhanden, seine optimale Entfaltung beschränkt sich an diesem Ort nur auf das Frühjahr und den Spätsommer-Herbst.

Diese Phytalbiozönose setzt sich aus folgenden Arten zusammen:

Dominierende Arten:

<i>Pachydriulus lineatus</i>	vagil	br.
<i>Nais elinguis</i>	vagil	lim.-euryh.
<i>Trichocladius vitripennis</i>	vagil	br.
<i>Procerodes litoralis</i>	vagil	marin-euryh.

<i>(Monocetis lineata)</i>	(vagil)	(marin-euryh.)
<i>Tisbe furcata</i>	vagil	marin-euryh.
<i>Monhystera socialis</i>	vagil	br.
<i>(Monhystera parva)</i>	(vagil)	(marin-euryh.)
<i>(Monhystera disjuncta)</i>	(vagil)	(marin-euryh.)
<i>Jaera albifrons</i>	vagil	marin-euryh.

Begleiter:

<i>Nereis diversicolor</i>	vagil	marin-euryh.
<i>Allgeniella tenuis</i>	vagil	marin-euryh.
<i>(Diplolaimella islandica)</i>	(vagil)	(marin-euryh.)
<i>Adoncholaimus thalassophygae</i>	vagil	br.
<i>Schizopera clandestina</i>	vagil	br.
<i>(Dactyopodia vulgaris holsatica)</i>	(vagil)	(br.)
<i>Paranais litoralis</i>	vagil	br.
<i>Gammarus salinus</i>	vagil	Aestuar

Gäste:

<i>Nitocra spinipes</i>	vagil	br.
<i>(Mesochra pygmaea)</i>	(vagil)	(marin-euryh.)
<i>(Mesochra aestuari)</i>	(vagil)	(marin-euryh.)
<i>Dorylaimus doryuris</i>	vagil	limn.-euryh.
<i>Panagrolaimus rigidus</i>	vagil	limn.-euryh.

Die in Klammer gesetzten Arten sind nicht am Wehr nahe der Süßwassereinmündungsstelle anwesend, denn dort fällt der Salzgehalt zeitweilig unter 1⁰/₁₀₀.

Es sind nur vagile Arten und solche, die ein detritusreiches Phytal bevorzugen. Ein Vergleich der Artenzahl ist nicht möglich, denn sowohl im Meer als auch im Brackwasser wird die feinthallöse Algenvegetation dicht von vielen Mikro- und Mesotieren bevölkert. Der Artenreichtum des Phytals beider Halinitätsbereiche ist wesentlich größer als der auf den jeweiligen Hartböden. Ein Vergleich der Artenzahl der Tiere aus den in der Kieler Förde gelegenen eu- und oberen sublitoralen Algenformationen mit der in der Schwentinemündung würde ein noch wesentlich stärkeres Absinken zeigen als im Vergleich bei der auf Hartböden beider Gewässer. Nur sehr wenige marin-euryhaline Phytalbewohner dringen bis nahe der Süßwassereinmündung vor, einige wenige mehr sind noch an der fördenahen Station anwesend. Die Biozönose wird hauptsächlich von Brackwasserarten geprägt. Das marine Faunenelement tritt wenig in Erscheinung. Im Frühjahr und im Spätsommer-Herbst, wenn sich Diatomeen üppig auf den Algen entfalten, verdichten sich die Populationen. Der größte Teil der Arten ernährt sich von Mikroflora-Aufwuchs. Diese reiche Nahrung intensiviert die Fortpflanzung.

4. Eine zusammenfassende Darstellung der biozönotischen Verhältnisse auf den Hartböden in der Schwentinemündung

Es breitet sich an den Pfählen eine verarmte marin-euryhaline Hartbodengemeinschaft bis fast in die unmittelbare Nähe des Süßwassereinstroms in diesem Gewässer aus. Die auffallende Abnahme der marinen Arten wird nicht ersetzt durch eine Zunahme echter Brackwasserhartbodenbewohner. Da aber sowohl die Feinde der Adulten der Meeresbewohner — wie wohl auch die ihrer Larven im Plankton (die an den Pfählen vorkommenden Arten besitzen alle planktonische Larven als Verbreitungsstadium) fehlen, kommt es zu äußerst gedrängter Ansiedlung. Der dichte Besatz führt zu einem harten Existenzkampf. Als Folge stellt sich eine völlige Verdrängung einzelner Hartboden-

bewohner ein. Hier bieten nicht nur die veränderten Umweltverhältnisse (Salzgehalt, Sedimentation usw.) Verbreitungsschranken, sondern auch Populationsverdichtungen und ungünstige biologische Anpassung an den tierischen Bewuchswechsel. Im Mesohalinikum nehmen im allgemeinen mit zunehmender Aussüßung die Leistungen der marin-euryhalinen Arten ab. Die Fähigkeit sich fortzupflanzen hört auf, Wachstumsverzögerungen treten ein und auch die Produktion an Larven ist sicher geringer. Das führt letztlich zum Stillstand des Kampfes um Siedlungsplatz und Nahrung. Nun treten die Arten stärker hervor, die sich in ihrer Biologie den brackigen Verhältnissen besser anzupassen vermögen. Zwei marin-euryhaline Hartbodenbiozöosen breiten sich entsprechend ihrer Salzgehaltstoleranz in 2 aufeinander folgenden Halinitätszonen aus. Wichtig ist zu wissen, daß ihre Verbreitungsoptima in der Schwentinemündung nicht aus Leistungsoptima der ihnen zugehörigen Arten resultieren. Im α -mesohalinen Bereich kommt eine *Mytilus edulis*-Gemeinschaft und im β -mesohalinen eine *Balanus improvisus*-Biozönose vor.

Da im β -Mesohalinikum während des Sommers und Herbstes relativ hohe Salzgehalte und auch ein reiches Nahrungsangebot an Phytoplanktern vorhanden ist, können marin-euryhaline Arten wie *Mytilus edulis* und *Polydora ciliata* weit in ausgesüßte Bezirke vordringen und noch zu dominierenden Arten der vorkommenden Biozönose zählen. Während dieser Zeit liegt nämlich ihre empfindlichste Phase — die Fortpflanzung. Auch ihre Wachstumsleistungen können durch die herrschende Faktorenkombination im Spätsommer-Herbst relativ gut stimuliert werden.

Das Fortpflanzungsgeschehen ist in der α -mesohalinen Zone besonders stark im Sommer, doch auch im Winter und im frühen Frühjahr werden reife Tiere und auch Embryonen beobachtet. Im β -mesohalinen Bereich liegt die Hauptfortpflanzungszeit im Frühjahr, ein zweites stärkeres Maximum folgt im Spätsommer, doch im Winter und frühen Frühjahr zur Zeit der niedrigsten Salzgehalte, der tiefsten Temperaturen und der stärksten Detritussedimentation kommen reife Tiere kaum vor. Die einzige Art, die auch unter diesen Umweltbedingungen sich fortpflanzen kann, ist *Gammarus oceanicus*. Ihre Produktionsrate ist dann aber nicht besonders hoch, denn die Zahl junger Tiere ist während der kältesten Zeit gering.

In der Nähe der Süßwassereinnüpfung im α -Oligohalinikum und in Höhe der Wasserlinie an den anderen Stationen bildet sich keine Hartbodenbiozönose mehr aus. In diesem zum Teil äußerst ausgesüßten Bereich könnte nur eine Brackwasserhartbodenbiozönose existieren, doch Brackwasserbewohner des Biotops Hartboden gibt es heute kaum noch in der Schwentinemündung. Sie haben sich wenigstens nicht mehr auf größere Flächen ausgebreitet. Ganz vereinzelt wurde an äußerst exponierten Stellen *Cordylophora caspia* angetroffen. Um die Jahrhundertwende bewohnte jedoch diese Hydrozoe noch Steine und Pfähle in Ufernähe (KUHLGATZ 1897). In dieser Halinitätszone breitet sich ein Phytal aus feinthallösen Braun- und Grünalgen aus, das von einer Brackwasserphytalbiozönose besiedelt wird. Die Vertreter dieser Gemeinschaft gehören vorwiegend der Mikro- und Mesofauna an. Der Artenbestand ist gegenüber dem der Hartbodenbiozöosen relativ groß. Doch ist die Vielfalt der Lebensformen, der systematischen Gruppen im Phytal generell größer als auf Hartböden. Besonders dichte Populationen entstehen in dieser Zone im Frühjahr zur Diatomeenblüte und zur Zeit der größten Aussüßung. Vertreter wie *Pachydrilus lineatus*, *Nais elinguis* und vor allem der marin-euryhaline Harpacticide *Tisbe furcata*, ferner *Monhystera socialis*, *Jaera albifrons* und *Gammarus salinus* pflanzen sich während dieser Jahreszeit fort. Im Spätsommer folgt zur Zeit der 2. stärkeren Entwicklung sessiler Diatomeen eine weitere Fortpflanzungsperiode. Die Arten wechseln, jetzt treten Nematoden wie *Monhystera disjuncta*, *M. parva*, *Diplolaimella islandica*, Harpacticiden wie *Schizopera clandestina*, *Dactylopodia vulgaris*

(*holsatica*), *Nereis diversicolor* und der Oligochaet *Paranais litoralis* stärker hervor. Die Populationsdichten der einzelnen Arten, die zu dieser Brackwasserphytalbiozönose gehören, sind während des Jahres äußerst unterschiedlich. Die Konstanz der artlichen Zusammensetzung ist sehr gering. Das Bild dieser Gemeinschaft vagiler Tiere ist äußerst variabel. Gelegentlich besiedeln — besonders im Herbst — auch noch Vertreter der Hartbodenbiozönosen diese Halinitätszone, nämlich dann, wenn die Salzgehalte so hoch liegen, daß auch diese noch existieren können. Der Besatz ist meistens von kurzer Dauer und äußerst weiträumig. Nur in diesem Brackwasserbereich tritt in der Fauna das Brackwasserelement stärker in Erscheinung, gebildet wird es von Mikro- und Mesotieren.

Die Fauna der Pfähle in der Schwentinemündung wird in den letzten Jahren immer artenärmer. Wie oben erwähnt, ist das Brackwasserhydrozoon *Cordylophora caspia* fast völlig verschwunden. Die Scherenassel *Heterotanais oerstedii* — eine Brackwasserart — die früher mit anderen Phytalbewohnern die strandnahen Algenbüschel an den Steinen besiedelte und bis in den tierischen Bewuchs vordrang, (KUHLGATZ 1897) ist schon lange nicht mehr in der Schwentinemündung zu finden. Sie ist auch aus der Kieler Innenförde völlig verdrängt, wo sie um die Jahrhundertwende noch häufig war (MÖBIUS 1874). Ein weiterer Vertreter der Brackwasserfauna — der Isopode *Sphaeroma hookeri* — war bis 1954 noch sehr häufig in den oberen Wasserschichten — sogar nahe der Süßwassereintrittsmündung — anzutreffen. Heute ist auch er nicht mehr zu finden. Eine starke Detritussedimentation hat die ufernahen Bereiche mit einer Mudschicht bedeckt, so daß Geröll und größere Steine und ein darauf sich ansiedelndes Phytal als Lebensräume nicht mehr bestehen. Diese Biotope bevorzugt aber gerade diese Assel. Marin-euryhaline Arten, die im Ostseebereich sonst mehr den detritusvermischten Sand tieferer Wasserschichten aufsuchen und die gegen O₂-Schwund relativ unempfindlich sind — wie *Nereis diversicolor*, *Pygospio elegans* und *Corophium volutator* — dringen heute in der Schwentinemündung in höhere Wasserschichten vor und sind gelegentlich auch im sedimentreichen Pfahlbewuchs zu finden. In den letzten Jahren hat die im Frühjahr und zum Teil auch noch im Sommer stattgefundene starke Aussüßung die Ansiedlung marin-euryhaliner Arten wie *Balanus crenatus* und *Membranipora membranacea* stark behindert. Dieses Faunenelement ist aus den Hartbodenbiozönosen auch fast verschwunden, statt dieser in ihrer Biologie stärker an marine Faktoren gebundenen Arten haben sich schon im unteren Schwentinemündungsbereich *Balanus improvisus* und *Membranipora crustulenta* eingefunden, die in ihren wichtigen Lebensphasen geringeren Salzgehalten gegenüber toleranter sind.

Allgemein betrachtet, zeigt sich eine immer stärkere Verarmung der Hartbodengemeinschaften an marin-euryhalinen Arten. Brackwasserarten ersetzen aber nicht diesen verlorengegangenen Bestand, denn eine große typische Brackwasserzone mit einer echten Brackwasserfauna ist nicht vorhanden. Doch nur von dort könnte eine Einwanderung erfolgen.

D. Vergleich der Hartbodenbiozönosen aus Brackgewässern des südwestlichen Ostseegebietes

Als Vergleich dienen die Faunen der Schlei, (REMANE 1936; NELLEN 1963) des NO-Kanals (SCHÜTZ u. KINNE 1956; SCHÜTZ 1963) und der Trave (JULIUS 1957). Diese Gewässer wurden in den letzten Jahren mehrfach untersucht.

In den stark eutrophierten Gewässern: Schlei, Trave und Schwentinemündung dringt das marin-euryhaline Faunenelement relativ weit in ausgesüßte Bereiche vor und Brackwasserarten wenig in die höher salzigen. Arten wie *Mytilus edulis*, *Polydora ciliata*, *Gammarus salinus* und *Jaera albifrons* kommen noch bis nahe 5‰ Mittelwert vor,

sie dringen fast ins α -Oligohalinikum ein. Für diese Arten sind die Nahrungsquellen — reiches Phytoplankton und üppige Entwicklung sessiler Diatomeen (bedingt durch die starke Eutrophierung) — für das weitere Vordringen verantwortlich. Im NO-Kanal kommen diese Arten — außer *Jaera albifrons* — kaum noch in der α -mesohalinen Zone vor. Der NO-Kanal wird in seiner Hydrographie im wesentlichen durch die zufließenden, zum Teil moorigen Süßgewässer bestimmt, das pH liegt im Mittel unter dem in der freien Ostsee (die Eutrophierung scheint nur gering zu sein). An den Schleusen zur Kieler Innenförde ist zeitweise die Salzgehaltsdifferenz groß ($2-4\text{‰}$ und mehr). Das wirkt sich auf marine Arten mit Larven, die dem Salzgehalt gegenüber wenig tolerant sind als Verbreitungsschranke aus. Im NO-Kanal ist die *Balanus improvisus*-Gemeinschaft auf den Pfählen im Mesohalinikum weit verbreitet. Sie wird begleitet von *Laomedea loveni* (*Mytilus edulis* und *Polydora ciliata* scheiden bald aus) und schon von Brackwasserhartboden- und -phytallbewohnern, wie *Cordylophora caspia*, *Perigonimus megas*, *Corophium lacustre*, *Leptocheirus pilosus*, *Sphaeroma hookeri* und *Heterotanais oerstedii*. Das Brackwasserelement stößt in diesem Gewässer weit in die höher salzigen (bis ins α -Mesohalinikum) Bereiche vor. Diese Arten beschränken sich in den stark eutrophierten Gewässern nur auf die β -mesohaline Zone und dringen mehr in die α -oligohaline vor. In der Ryckmündung (STAMMER 1928) sind die biozönotischen Verhältnisse ähnlich wie im NO-Kanal, doch begleitet dort *Mytilus edulis* die *Balanus-improvisus*-Gemeinschaft weit ins Mesohalinikum. Mutmaßlich entwickelt sich dort im Sommer und Herbst ein reiches Phytoplankton, was die Existenz dieser Art besonders fördert (Boje 1964).

Besonders in der Schwentinemündung dringen die marin-euryhalinen Arten *Balanus crenatus* und *Membranipora membranacea* weit in schon stark brackige Wasserschichten ein. Von der Kieler Innenförde, wo diese beiden Arten an den Pfählen häufig sind, kann immer wieder eine Einwanderung erfolgen. Auch wenn, wie es sich in den letzten Jahren gezeigt hat, starke Aussüßung während Reife und Fortpflanzung die Populationen fast vernichtet hat. Der nahegelegene Entstehungsort dichter Larvenschwärme ermöglicht wieder eine Neubesiedlung bei günstiger werdenden Bedingungen.

Literaturverzeichnis

- BOJE, F. (1964): Die Bedeutung von Nahrungsfaktoren für das Wachstum von *Mytilus edulis* L. — eine ökologische Untersuchung. — Diss. Kiel; 1—56. — BÜTSCHLI, O. (1874): Zur Kenntnis der freilebenden Nematoden insbesondere des Kieler Hafens. — Abhandl. Senckenb. Naturf. Ges. 9; 1—56. — HEMPEL, CH. (1956): Beitrag zur Ökologie und Biologie einiger Spioniden unter besonderer Berücksichtigung des Röhrenbaues. — Diss. Kiel. — JULIUS, H. (1957): Fischereibiologische Studien an der Untertrave. — Diss. Kiel; 1—136. — KINNE, O. (1954): Die Gammarus-Arten der Kieler Bucht. — Zool. Jb. Abt. Syst. 82, 5; 465—496. — KREY, J. (1942): Nährstoff- und Chlorophylluntersuchungen in der Kieler Förde 1939. — Kieler Meeresforsch. 4; 1—17. — KUHLGATZ, TH. (1898): Untersuchungen über die Fauna der Schwentinemündung. — Wissenschaftl. Meeresunters. Abt. Kiel N. F. 3; 91—155. — MÖBIUS, K. (1873): Die wirbellosen Tiere der Ostsee. — Kiel; 1—39. — NELLEN, W. (1963): Fischereibiologische und faunistische Brackwasseruntersuchungen in der Schlei, einer Ostseeförde Schleswig-Holsteins. — Diss. Kiel; 1—187. — PYEFINCH, K. A. (1948): Notes on the Biology of Cirripeds. — Mar. Biol. Ass. U. K. 27; 464—503. — REMANE, A. (1936): Die Tierwelt der Schlei. — Schr. naturwiss. Ver. Schles.-Holst. 22; 209—224. — SCHÜTZ, L. (1963): Ökologische Untersuchungen über die Benthosfauna im Nordostsee-Kanal. I. Autökologie der sessilen Arten. — Int. Revue ges. Hydrobiol. 48, 3; 361—418. — SCHÜTZ, L. u. O. KINNE (1956): Die Mikro- und Makrofauna der Holzpfähle des NO-Kanals und der Kieler Förde. — Kieler Meeresforsch. 11, 110—138. — SEGERSTRÅLE, S. G. (1950): The amphipods on the coasts of Finland — some facts and problems. — Soc. Scient. Fenn. Comm. Biol. 10, 14; 1—28. — SEGERSTRÅLE, S. G. (1959): Synopsis of Data on the Crustaceans *Gammarus locusta*, *Gammarus oceanicus*, *Pontoporeia affinis*, and *Corophium volutator*. — ibid 20, 5; 1—23. — STAMMER, J. (1928): Die Fauna der Ryckmündung, eine Brackwasserstudie. — Z. Morph. u. Ökol. d. Tiere 11; 36—101. — WITTING, H. (1940): Über die Verteilung des Kalziums und der Alkalinität in der Ostsee. — Kieler Meeresforsch. 3; 460—496.