

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.

Aus dem Institut für Meereskunde an der Universität Kiel

Biomasse und Produktion des Makrobenthos in den tieferen Teilen der Kieler Bucht im Jahr 1968

Von WOLF E. ARNTZ

Zusammenfassung: Das Makrobenthos der tieferen Teile der Kieler Bucht wurde im Jahr 1968 auf 24 Bodengreiferstationen im Abstand von zwei Monaten quantitativ erfaßt, um ein Bild der Nahrungsvoraussetzungen für bodenlebende Fische zu erhalten. Im einzelnen wurden der Anteil von Fischnährtieren am Gesamtbenthos, die Menge an Fischnahrung in wichtigen Fischereigeieten sowie jahres- und tageszeitliche Veränderungen des Nahrungsangebots untersucht. Nach einem Vergleich von Biomasse und Produktion verschiedener Benthosarten wird der Versuch gemacht, die Mindestproduktion an Makrobenthos für die *Abra alba*-Zönose der Kieler Bucht abzuschätzen.

Biomass and production of macrobenthos in the deeper parts of Kiel Bay in 1968 (Summary): A quantitative study of macrobenthos in the deeper parts of Kiel Bay was conducted every two months in 1968 to get a picture of the food available for demersal fish. The share of fish food in the total benthos, the amount of food animals in important trawling localities, and seasonal and diurnal changes in the food offer are particularly discussed. After a comparison of biomass and production of different benthos species, the minimum production of macrobenthos in the *Abra alba*-coenosis of Kiel Bay is fixed by estimate.

Einleitung

Trotz einer Vielzahl von Nahrungsuntersuchungen wurde bis heute erst ein einziges Mal eine erschöpfende Antwort auf die Frage gegeben, inwieweit ein bekannter Bodentierbestand in einem begrenzten Gebiet durch die bodenlebenden Fische in diesem Areal ausgenutzt wird. Von etwa 1910 bis 1950 führten zunächst PETERSEN und in der Folge besonders BLEGVAD und BOYSEN-JENSEN im Limfjord und im Kattegatt umfangreiche Bodenbonitierungen und Nahrungsuntersuchungen durch (zahlreiche Veröffentlichungen dieser und anderer Autoren während des genannten Zeitraums in Rep. Danish biol. Sta.). Diese Arbeiten, die vor allem auf die Scholle (*Pleuronectes platessa* L.) ausgerichtet waren, aber auch Auskunft über die Nahrungsbiologie anderer Bodenfische und über Vorkommen und Nahrungsbedarf der wirbellosen Benthosbewohner geben, führten zu einer gezielten Schollenverpflanzung und damit zu erheblichen Ertragssteigerungen im Limfjord. Während sich aber für das begrenzte Gebiet des Limfjords eine eindeutige Beziehung zwischen Nährtierangebot und Fischertrag ergab (BOYSEN-JENSEN, 1919), bestand im offenen Kattegatt diese Relation offenbar nicht (BLEGVAD, 1930). Neuere Berechnungen von THORSON (1956) werfen sogar die Frage auf, ob nicht im Kattegatt überhaupt nur 1—2% der Benthosproduktion von Nutzfischen verwertet werden, während der Rest an Wirbellose fällt.

Die Kieler Bucht als relativ abgeschlossenes Seegebiet eignet sich besonders gut für eine vergleichende Untersuchung der im Limfjord und Kattegatt bearbeiteten Zusammenhänge. Der Artenreichtum der Bodenfauna ist hier geringer, ihre Zusammensetzung übersichtlicher als in der Nordsee und im Kattegatt; die Individuenzahlen vieler Benthostiere sind recht hoch; nur wenige bodenlebende Fischarten spielen eine Rolle. Angaben über das Wachstum der Bodenfische (KÄNDLER & THUROW, 1959) und die Zusammensetzung des Benthos (KÜHLMORGEN-HILLE, 1965) liegen aus jüngerer

Zeit vor; sie erlauben kurzfristige, auf einen Jahresgang beschränkte Beobachtungen in einen weiteren Rahmen zu stellen.

In unserer Untersuchung des Makrobenthos der Kieler Bucht und seiner Verwertung durch bodenlebende Fische trat an die Stelle der langjährigen Bestandsaufnahme eine intensive Analyse im Zeitraum eines Jahres. Hols und Bodenproben wurden nach Möglichkeit am gleichen Tag, zumindest im gleichen Monat, genommen. Eine solche synchrone Aufnahme von Bodenfauna und Fischnahrung ist unerlässlich; ein Vergleich des Darminhalts mit älteren Benthosbefunden wäre immer mit erheblichen Unsicherheiten belastet. Von dem Grundkonzept (Ausnutzung des Makrobenthos durch die gesamte Bodenfischpopulation) können in der vorliegenden Arbeit nur die Nahrungsgrundlagen — Biomasse und Produktion des Makrobenthos — berücksichtigt werden. Ein umfangreiches Material an Klieschendärmen und Dorschmägen, das im gleichen Zeitraum und auf den gleichen Stationen gesammelt und größtenteils bereits bearbeitet wurde, wird in Kürze in den „Berichten der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission für Meeresforschung“ veröffentlicht. Auf Dorsch und Kliesche entfällt der größte Teil der Zehrung am Benthos in den tieferen Teilen der Kieler Bucht. Die Untersuchung des Anteils der anderen Bodenfische (vor allem Scholle, Flunder und Wittling) soll später erfolgen.

Die vorliegende Arbeit ist Teil einer Dissertation (ARNTZ, 1970), die unter Anleitung von Prof. Dr. G. HEMPEL in der Fischereibiologischen Abteilung des Instituts für Meereskunde an der Universität Kiel durchgeführt wurde. Ich danke Herrn Prof. HEMPEL auch an dieser Stelle herzlich für seine Unterstützung. Die Untersuchungen wurden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert.

Probennahme, Material, Methodik

Zur Bearbeitung der Bodenfauna wurden in den hauptsächlich befischten Gebieten der Kieler Bucht und in ihrer näheren Umgebung 25 Stationen mit genauer Decca-Position eingerichtet (Abb. 1). Mit Ausnahme der Stationen 5 (Stoller Grund), 11 (Vejsnäs Flach) und 21 (Süderfahrt) liegen alle Stationen unterhalb der 15 m-Linie. Bei der Festsetzung der Greiferstationen, die nach eigenen Voruntersuchungen und in Anlehnung an die Ergebnisse von KÜHLMORGEN-HILLE (1963, 1965) erfolgte, wurde darauf geachtet, daß nicht nur die Fauna auf den Schleppstrecken selbst (durch je 2—3 Stationen), sondern auch andere Substrate in der Nähe mit eventuell unterschiedlicher Besiedlung möglichst repräsentativ erfaßt wurden. Ein gutes Beispiel dafür ist Boknis Eck mit vier verschiedenen Substrattypen auf fünf Stationen (Tab. 9, im Anhang).

Auf jeder Station wurden zweimonatlich von März 1968 bis Januar 1969 drei Van Veen-Greifer (0,1 m²) genommen, in Bodensieben mit lichter Maschenweite von 0,9 mm ausgewaschen und in 4% Formol-Seewasser konserviert. In Süderfahrt wurde die Probenahme monatlich durchgeführt. Das Substrat auf jeder Station wurde notiert; eine Korngrößenbestimmung erfolgte vorläufig nicht, soll aber demnächst nachgeholt werden.

Um einen Hinweis darauf zu erhalten, inwieweit die untersuchten Bodentiere im freien Wasser angetroffen werden können, wurden einige Plankton- und Neustonfänge auf ihren Gehalt an Benthostieren untersucht.

Bei der Bearbeitung des Materials wurden die Bodentiere vom übrigen Siebrest getrennt, nach Arten bestimmt, gezählt und auf einer SARTORIUS „Kilomat“ auf 0,01 g gewogen. Für besondere Fragestellungen (z. B. Selektion) wurden von einzelnen Proben Meßbreihen gemacht. Die Wägung der Muscheln und Schnecken erfolgte mit Schale, die der Polychäten ohne etwaige Röhren. *Cyprina islandica* wurde grundsätzlich gemessen, von Tieren > 15 mm auch das Weichkörpergewicht bestimmt. Bei einzelnen Arten unterblieb die genaue taxonomische Bestimmung, weil sie unverhältnismäßig viel Zeit gekostet hätte und für die vorliegende Untersuchung nutzlos gewesen wäre.

Den Herren cand. H. STEPHAN und DR. V. STORCH (beide Zool. Inst. Univ. Kiel) und Herrn DR. E. ZIEGELMEIER (Biol. Anst. Helgoland, List/Sylt) danke ich für ihre Hilfe bei der Identifizierung schwieriger Arten.

Eine Bestimmung hydrographischer Faktoren (Salzgehalt, Sauerstoff, Temperatur, Strömung), die die Klärung mancher Fragen sehr erleichtert hätte, konnte aus Zeitgründen nicht durchgeführt werden.

I. Das Makrobenthos der Kieler Bucht im Untersuchungszeitraum III. 1968—I. 1969

1. Das Makrobenthos im Gesamtgebiet

1.1 Relativer Artenreichtum der Kieler Bucht

REMANE (1940) hat zusammenfassend gezeigt, daß das Gesetz der Artenabnahme mariner Tiere bei geringerem Salzgehalt auch für die Kieler Bucht zutrifft. Bei Muscheln und Polychäten als den wichtigsten Gruppen in unserem Gebiet macht diese Reduktion etwa 50% der Arten im Vergleich zur Nordsee aus, bei den Crustaceen sogar mehr.

Trotzdem ist die Fauna der Kieler Bucht, verglichen mit der eigentlichen Ostsee, relativ artenreich. Der mittlere Salzgehalt von 17—18‰ (REMANE, 1940) ist für das Überleben vieler Arten noch kein limitierender Faktor. Allerdings profitiert eine große Zahl von Benthosorganismen von dem salzreichen Tiefenwasser, das ständig durch den Großen Belt ins Rinnensystem einfließt: KÜHLMORGEN-HILLE (1965) sieht von 139 aufgefundenen Arten nur 44 als echte Dauerbewohner der Kieler Bucht an. Nach der Lage zum Einstrom aus dem Belt nahm KÜHLMORGEN eine Einteilung der Kieler Bucht in Areale vor; in A, das Gebiet unterhalb (Rinnen und mittlere Teile der Kieler Bucht), und B, das Gebiet oberhalb der halinen Sprungschicht (Sandgebiete). A wurde in drei Zonen unterteilt: A₁ = Vejsnäs Rinne, nördliches Millionenviertel, Winds Grav (direktes Einstromgebiet des Wassers aus dem Belt, Wassertiefe > 25 m); A₂ = Millionenviertel, Süderfahrt, Dorschmulde und mittlere Teile der Kieler Bucht, westliche Hohwachter Bucht (Wassertiefe 25—17 m, häufige Erneuerung durch salzreiches Bodenwasser); A₃ = westliches Tiefengebiet > 25 m, Boknis Rinne, Eingang zum Kleinen Belt (häufige Stagnation des Bodenwassers, O₂-Mangel bis -schwund). B₁ wurde das Sandgebiet westlich von Fehmarn, B₂ der Stoller Grund, B₃ das Vejsnäs Flach genannt. KÜHLMORGEN fand die höchste Zahl von Makrobenthos-Arten in A₁ (100); in A₂ waren es 60, in A₃ nur 46. Die Areale B₁—B₃ wiesen 57/62/54 Arten auf.

Die vorliegende Arbeit beschränkt sich im wesentlichen auf die Bodenfauna von sechs Fanggründen im tieferen Bereich (> 15 m) der Kieler Bucht, auf denen eine intensive Grundsleppnetzfisherei durchgeführt wird. Zu Vergleichszwecken wurden auch drei Stationen mit Sandboden in Flachgebieten in der Nähe der Fischereigründe untersucht. Die Fauna auf den Sandböden in Küstennähe wird hier nicht berücksichtigt.

1.2 Zusammensetzung des Benthos nach Arten

Um zunächst ein Bild der unterschiedlichen Häufigkeit der verschiedenen Bodentiere zu vermitteln, wird für den Zeitraum III. 1968 bis I. 1969, in dem alle Stationen untersucht wurden, eine Artenliste gegeben (Tab. 10, im Anhang). Die Zahlenwerte beziehen sich auf die Summe aller Stationen (Probennahme zweimonatlich), Angaben pro $\frac{3}{10}$ m². Sie sind nicht streng quantitativ, da einige Monate für bestimmte Stationen fehlen: die Hohwachter Bucht konnte wegen mangelnder Schiffszeit in den Monaten III und V. 68 nicht untersucht werden, die Proben Boknis Eck 4 (VII. 68) und Süderfahrt 21 (V. 68) sind wegen zu geringer Konservierung verdorben. Dennoch gibt die Liste ein

typisches Gesamtbild der Häufigkeit der in Greifern gefundenen Bodentiere. Tab. 1 führt darüber hinaus Tiere an, die nicht oder nur selten vom Greifer erfaßt, aber im Netz beobachtet wurden. Ein Vergleich der wichtigsten Gruppen mit der von KÜHLMORGEN (1965) veröffentlichten Artenliste zeigt eine Reihe von Differenzen, die teilweise auf die unterschiedliche Stationswahl und KÜHLMORGENS zusätzliche Probenahme am Eingang zum Großen Belt und westlich von Fehmarn zurückgehen dürften. Im wesentlichen liegen sie aber im Bereich normaler Fluktuationen.

Tabelle 1
Bodentiere aus dem Schleppnetz

Art	Anzahl	Fanggebiet
Mollusca:		
<i>Acmaea testudinialis</i> (O. F. MÜLLER) . . .	1	V.*)
<i>Velutina velutina</i> (O. F. MÜLLER)	8	S., V.
<i>Buccinum undatum</i> LINNE	3	S., M.
<i>Neptunea antiqua</i> (LINNE)	4	S., M.
Polychaeta:		
<i>Lepidonotus squamatus</i> (LINNE)	5	S., M.
<i>Harmothoe imbricata</i> LINNE	16	S., V., D., H.
<i>Nereis pelagica</i> LINNE	6	S., V., D.
Crustacea:		
<i>Eupagurus bernhardus</i> (LINNE)	9	S., M.
<i>Hyas araneus</i> (LINNE)	3	S., M.
Anthozoa:		
<i>Metridium senile</i> (LINNE)	30	M.
Echinodermata:		
<i>Psammechinus miliaris</i> (GMELIN)	2	D.
<i>Thyonidium pellucidum</i> (FLEMMING)	6	S., V., D.
Pisces:		
<i>Pomatoschistus minutus</i> (PALLAS)	43	S., M., V., H.
<i>Aphia minuta</i> (RISSO)	35	S., V., B.

*) V = Vejsnäs Rinne; S = Süderfahrt; M = Millionenviertel; D = Dorschmulde; H = Hohwachter Bucht; B = Boknis Eck.

Mollusca: *Abra alba* ist die häufigste Muschel der Kieler Bucht geblieben. Ihre Zahl wurde 1968 unterschätzt, weil sie auch in den zeitweise nicht erfaßten Gebieten der Hohwachter Bucht keineswegs selten ist. *Mytilus edulis* erscheint in meiner Liste nur deshalb so massenhaft, weil sich auf dem Vejsnäs Flach 11 eine Bank gebildet hat; auf allen anderen Stationen war diese Flachwasserart nicht oder nur kümmerlich vertreten. *Astarte montagui* und *Mya arenaria* haben offenbar seit KÜHLMORGENS Untersuchungen zugenommen, *Cardium fasciatum* ist zurückgegangen. *Cyprina islandica* ist mit Sicherheit häufiger geworden. *Hydrobia ulvae*, 1968 auf den Flachs sehr häufig, ist bei KÜHLMORGEN nicht verzeichnet; *Acera bullata* habe ich dagegen nur einmal gefunden. Die Relation der übrigen Mollusken zueinander blieb weitgehend gleich. Bei den selteneren Arten wurden einige nicht wieder, andere stattdessen gefunden, wie aus einem Vergleich meiner Befunde mit der Liste KÜHLMORGENS (1965) ersichtlich wird. Interessant ist das Auftreten von *Angulus tenuis* auf dem Stoller Grund und Vejsnäs Flach. Diese Art wurde zuletzt von MEYER & MÖBIUS (1872) für die Kieler Bucht angeführt.

Polychaeta: KÜHLMORGEN (1965) verzeichnet 64 Arten im 12jährigen Untersuchungszeitraum, davon 26 als selten. Da die vorliegende Untersuchung nicht faunistischen Zwecken dient, wurde auf eine genaue Artbestimmung bei den Gattungen *Nephtys*, *Rhodine* und *Paraonis* verzichtet, ebenso bei den Spioniden mit Ausnahme von *Polydora*. Bei Spioniden und Maldaniden wurde nur das Gewicht angegeben, da das Zuordnen der vielen Einzelstücke außerordentlich zeitraubend ist. Angaben über die Häufigkeit der Arten aus diesen Gruppen finden sich bei KÜHLMORGEN.

An früher verbreiteten Polychäten konnten nicht wiedergefunden werden: *Ampharete grubei*, *Artacama proboscidea*, *Amphitrite cirrata* und *Laonome kröyeri*; die beiden erstgenannten Arten werden aber von SCHULZ (1969a und b) für die Mecklenburger Bucht verzeichnet. Der Sigalionide *Sthenelais boa* trat — als neue Art — nicht selten auf. Der weitaus häufigste Polychät war 1968 *Terebellides stroemi*, gefolgt von *Scoloplos armiger*, der bis 1965 geführt hatte. *Nephtys* spp. waren in großer Zahl vorhanden und dominierten gewichtsmäßig. *Pherusa plumosa*, die ebenfalls ein hohes Gewicht erreicht, ist offenbar häufiger geworden.

Crustacea: In der Ordnung der Amphipoden sind die als massenhaft beschriebenen Formen (*Bathyporeia pilosa*, *Phoxocephalus holbölli*, *Microdeutopus* und *Corophium* spp.) immer noch sehr häufig. Nur *Unciola planipes* konnte nicht wiedergefunden werden, und *Ampelisca macrocephala* ist selten geworden. Grundsätzlich werden bei den Crustaceen immer stärkere Artverschiebungen zu erwarten sein, weil sie nicht so ortsgebunden sind wie andere Bodentiere.

Bei den Cumaceen hielten *Diastylis rathkei* und *Eudorellopsis deformis*, bei den Mysidaceen *Gastrosaccus spinifer* die Spitzenstellung.

Echinodermata: *Ophiura albida* ist weiterhin der wichtigste Stachelhäuter der Kieler Bucht. *Asterias rubens* hat mit dem Wachstum der *Mytilus*-Bank auf dem Vejsnäs Flach zugenommen. *Echinocyamus pusillus*, der zu Anfang der Untersuchung KÜHLMORGENS massenhaft vorkam und dann völlig verschwand, tauchte wieder vereinzelt auf.

Priapulida: *Halieryptus spinulosus* hat seinen Bestand ganz erheblich erhöht. Die Werte für III und V. 68 in der Artenliste sind zu niedrig, weil die Hohwacher Bucht mit ihrem reichen Priapuliden-Vorkommen nicht berücksichtigt werden konnte. *Priapulus caudatus* kommt weiterhin in geringer Zahl vor.

Im großen und ganzen hat sich also die Artzusammensetzung seit der Untersuchung von KÜHLMORGEN (1965) nur unwesentlich verändert. Der nächste Abschnitt soll klären, wie sich die Biomasse auf die einzelnen Bodentiergruppen verteilt, und ob sich in dieser Hinsicht in den letzten Jahren Veränderungen ergeben haben.

1.3. Zusammensetzung der Biomasse im Benthos

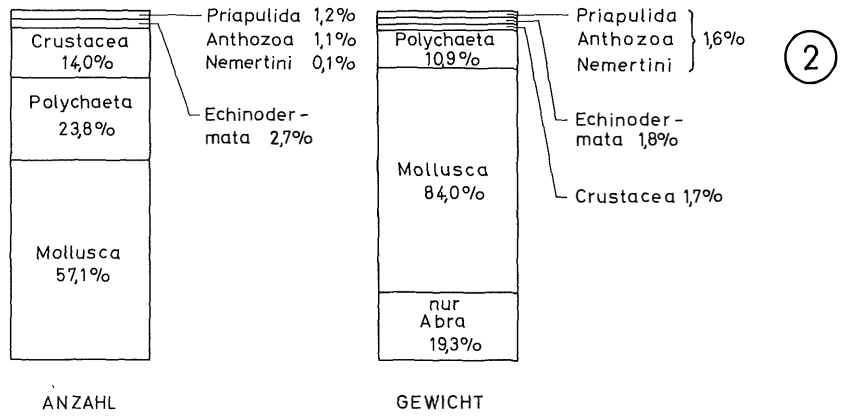
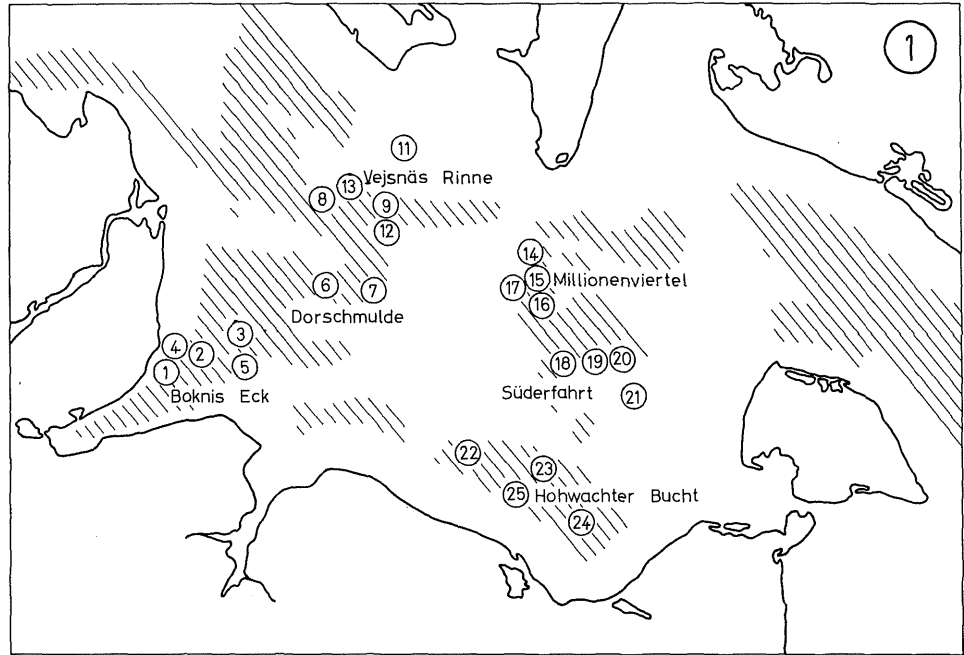
Im Zeitraum III. 68 bis I. 69 (Jahresdurchschnitt aller Stationen) kamen auf dem Quadratmeter vor:

575 Mollusken	im Gewicht von 73,4 g
240 Polychäten	im Gewicht von 9,6 g
142 Crustaceen	im Gewicht von 1,5 g

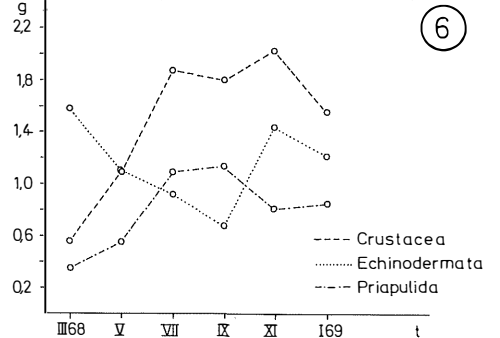
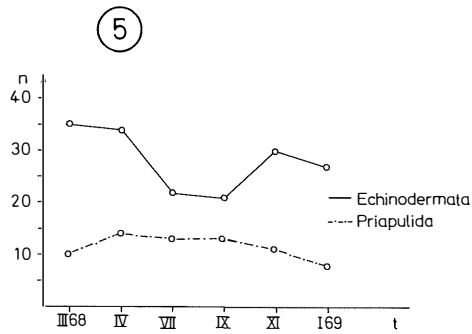
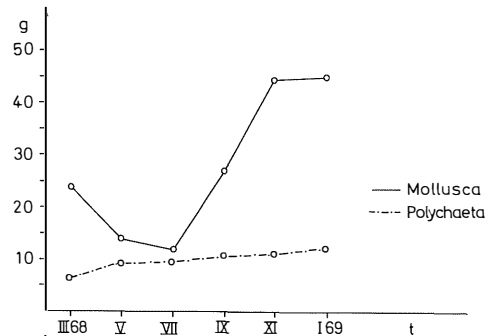
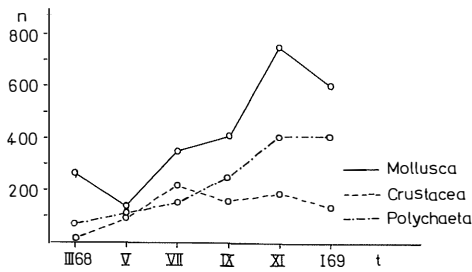
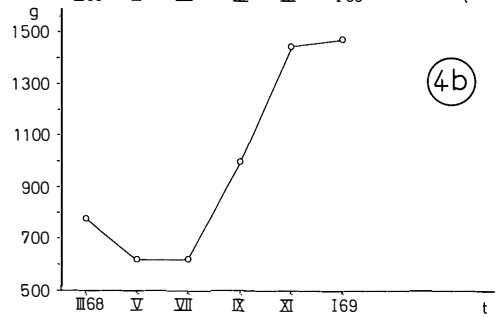
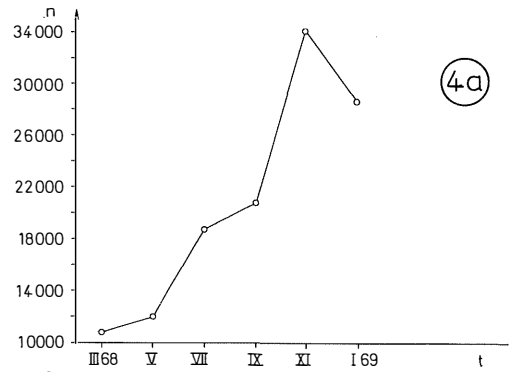
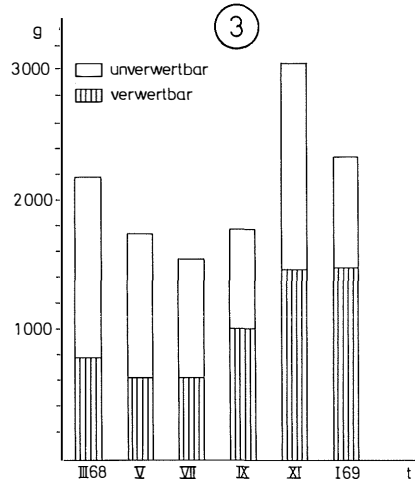
Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 1)

Abb. 1: Plan der Bodengreiferstationen. Schraffiert: Gebiete, in denen bevorzugt Grundschleppnetzfischerei betrieben wird (nach KÄNDLER aus BLUHM, 1954)

Abb. 2: Zusammensetzung des Makrobenthos der Kieler Bucht im Untersuchungszeitraum (Jahresdurchschnitt)



Tafel 1 (zu W. E. Arntz)



Tafel 2 (zu W. E. Arntz)

28 Echinodermen	im Gewicht von	1,6 g
11 Anthozoen	im Gewicht von	0,3 g
12 Priapuliden	im Gewicht von	0,8 g
1 Nemertine	im Gewicht von	0,3 g

Es lebten also im Untersuchungsgebiet durchschnittlich 87,5 g Bodentiere auf dem Quadratmeter. Nicht berücksichtigt sind in diesen Zahlen *Cyprina islandica* > 15 mm und *Mytilus edulis* auf Vejsnäs Flach 11. Abb. 2 zeigt die prozentuale Häufigkeit der sieben angeführten Gruppen.

Auf die Mollusken entfiel über die Hälfte der Gesamtzahl und 84% des Gesamtgewichts. Die Polychäten machten ein knappes Viertel der Anzahl und fast 11% des Gewichts aus. Auf die Crustaceen kamen 14% der Zahl, aber kaum 2% des Gewichts. Die restlichen Gruppen erreichten zusammen 5% der Gesamtzahl und gut 3% des Gewichts.

Im Jahr 1953 fand KÜHLMORGEN (1963) merkwürdigerweise ein Überwiegen der Polychäten (47% der Individuenzahl, 58% des Gewichts) über die Mollusken, bei seinen späteren Untersuchungen lag allerdings die gleiche Reihenfolge vor wie 1968. Eine Kombination der Mittelwerte KÜHLMORGENS für die verschiedenen Areale aus dem Untersuchungszeitraum 1953—1965 ergibt für die vier größten Gruppen den folgenden Gewichtsanteil: Mollusken 79%, Polychäten 18%, Crustaceen 2% und Echinodermen 1%.

Offensichtlich war 1968 also ein gutes Mollusken- und Echinodermen-, aber ein schlechtes Polychäten- und Crustaceenjahr. In der Größenordnung weichen die neuen Werte nicht von denen KÜHLMORGENS ab; auch die Relation zwischen den Hauptgruppen des Makrobenthos in der Kieler Bucht hat sich demnach in den letzten Jahren nicht entscheidend geändert. —

Von älteren Untersuchungen ist für die Kieler Bucht nur HAGMEIER (1930) zu nennen, der aus dem hier interessierenden Gebiet einige Proben im Millionenviertel und in der Hohwachter Bucht nahm. Seine Zahlen, die den heutigen Verhältnissen weitgehend gleichen, deuten darauf hin, daß auch während der letzten Jahrzehnte keine umwälzenden Änderungen der Bedingungen in den hier behandelten Gebieten der Kieler Bucht eingetreten sind.

In anderen Meeresgebieten wurde eine Anzahl von Makrobenthos-Untersuchungen durchgeführt, die einen Vergleich mit der Kieler Bucht erlauben und eine Einstufung dieses Gebiets als Weidegrund möglich machen.

Aus den tieferen Teilen der Lübecker Bucht (> 20 m) registrierte SCHULZ (1968) im Gegensatz zu früheren Befunden HAGMEIERS (1930) nur noch vier Bodentierarten: *Cyprina islandica*, *Harmothoe sarsi*, *Diastylis rathkei* und *Halicryptus spinulosus*. Die „Abundanz“ von *Cyprina* war etwa 1 Muschel auf 2—3 m², die der anderen Bodentiere 1—2/m². — Der gleiche Autor (SCHULZ, 1969 a und b) macht auch für eine große Zahl von Stationen in den flacheren Teilen der Lübecker Bucht und in der Mecklenburger Bucht genaue Angaben der Benthosbesiedlung. Artenzusammensetzung und Individuenzahlen ähneln

Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 2)

Abb. 3: Jahresgang des Gewichts aller Bodentiere (Σ der m²-Werte der 24 Stationen)

Abb. 4: Jahresgang der Fischnährtiere im Benthos (a) Anzahl, b) Gewicht, Σ der m²-Werte der 24 Stationen)

Abb. 5: Anzahl von Fischnährtieren pro m² im Jahresgang

Abb. 6: Gewicht von Fischnährtieren pro m² im Jahresgang, Durchschnitt aller Stationen (systematische Hauptgruppen)

sehr stark den Verhältnissen in der Kieler Bucht; die Besiedlung ist im Gegensatz zu den Tiefengebieten gut.

In der Südlichen Ostsee haben DEMEL & MULICKI (1964) die Bodenfauna untersucht. *Mytilus edulis* spielt hier stellenweise gewichtsmäßig eine ähnliche Rolle wie *Cyprina islandica* und *Astarte spp.* in der Kieler Bucht. Die Biomasse incl. *Mytilus* liegt zwischen 4,46 g/m² (tiefe Teile des Gotlandbeckens) und 358,02 g (Arkonabecken um 40 m); ohne *Mytilus* werden maximal 76,38 g/m² erreicht, allerdings bei einem Molluskenanteil (fast ausschließlich *Macoma baltica*) von 74,33 g. Schon im Arkonabecken kommt *Nephtys ciliata* als einziger Polychät von Bedeutung nicht mehr über 2,35 g/m² hinaus.

Im Limfjord wurden von 1909—1951 durch PETERSEN (1915, 1918), BOYSEN-JENSEN (1919), JENSEN (1928), POULSEN (1951), besonders aber von BLEGVAD (1925, 1928, 1951) sehr umfangreiche Untersuchungen des Makrobenthos im Zusammenhang mit Bodenbonitierungen durchgeführt. BLEGVAD (1925) gibt für den Limfjord zwischen 13 und 400 g Fischnahrung pro m² an.

Über die Benthosbesiedlung des Ostteils der Deutschen Bucht liegen längerfristige Daten von ZIEGELMEIER (1963) vor. ZIEGELMEIER unterscheidet nach Bodenbeschaffenheit, hydrographischen Faktoren etc. fünf Stationsgruppen mit durchschnittlichen Lebensbeständen zwischen 3,0 und 7,7 cm³ pro 0,1 m².

Die angeführten Zahlen zeigen, daß die Biomasse des Makrobenthos in der Kieler Bucht durchaus nicht hinter anderen Meeresgebieten zurücksteht. Das gleiche stellte KÜHLMORGEN (1962) beim Vergleich mit dem Okhotskischen und Asowschen Meer und der Beringsee fest. Die eingangs angeführte Artenreduktion im Brackwasser hat somit keine Parallele in der Menge der Bodentiere. Die hohen Individuenzahlen gleichen die relative Artenarmut aus, zum Teil werden — wie auch ARNDT (1964) betont — sogar überdurchschnittliche Biomassewerte erreicht.

1.4. Jahresgang des Benthos

Tab. 11 (im Anhang) gibt eine tabellarische Übersicht des Jahresgangs der sieben systematischen Hauptgruppen nach Anzahl und Gewicht (Gesamtgebiet). In dieser Tabelle wird eine Gruppe von Tieren abgetrennt, die mit Sicherheit als Fischnahrung nicht verwertet werden kann: die extrem dickschaligen *Astarte*-Arten, die gleichfalls sehr hartschalige *Littorina saxatilis* (nur auf den Stationen 5 und 11 vorkommend) und große Einzelstücke von *Asterias rubens* und *Metridium senile*. *Cyprina islandica* > 15 mm wurde von vornherein ausgeklammert, weil sie infolge ihres hohen Gewichts und ihrer sehr unregelmäßigen Verteilung die Gewichtswerte zu stark beeinflussen würde. *Cyprina* wird in 1.7. gesondert behandelt.

Aus der Tabelle, noch besser aber aus Abb. 3, die das Gewicht grundsätzlich verwertbarer und unverwertbarer Bodentiere gegenüberstellt, ist der außerordentlich hohe nutzlose Anteil des Benthos zu ersehen, der fast ausschließlich aus *Astarte* besteht. Er erreicht sein Maximum (zwischen 59 und 64%) in den Monaten III—VII, in denen das Gewicht der Bodentiere im Minimum ist. Der verwertbare Anteil ist also in dieser Zeit noch geringer, als es die Biomasse vermuten ließe.

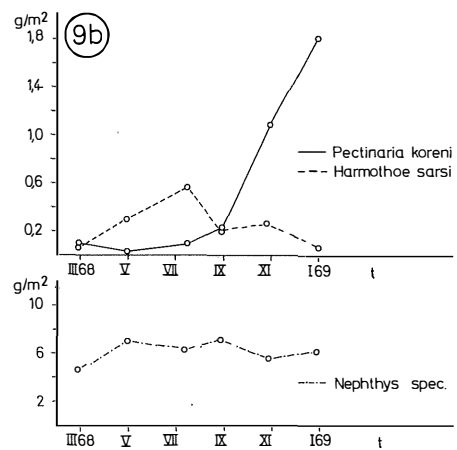
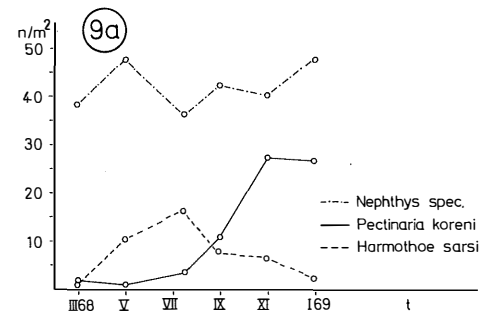
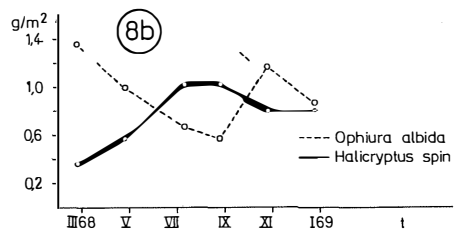
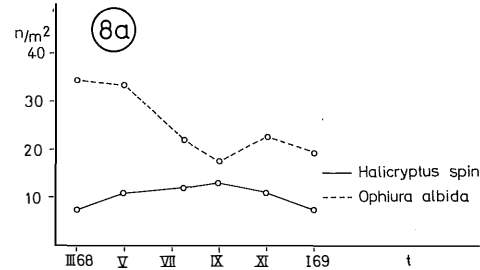
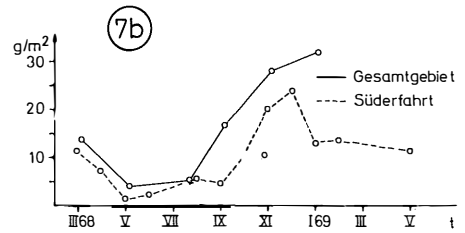
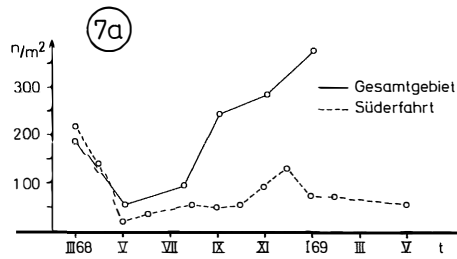
Die weitere Untersuchung wird sich mit Ausnahme des Abschnitts, der die Stationen und Fanggebiete einzeln behandelt, nur mit den grundsätzlich verwertbaren Anteilen

Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 3)

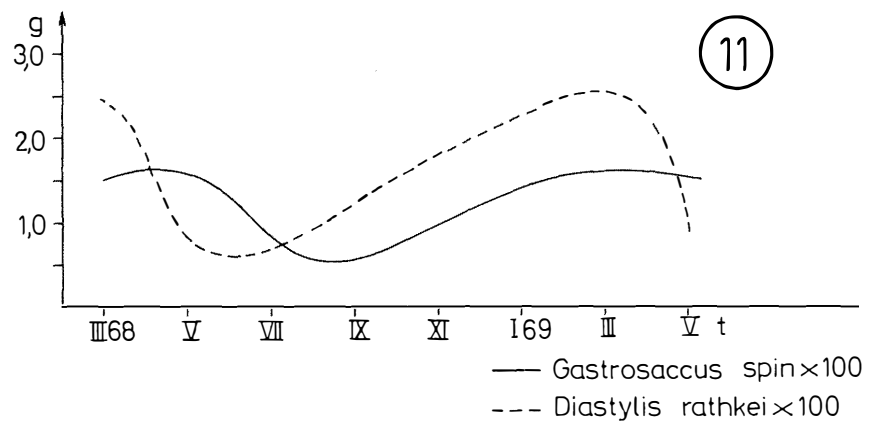
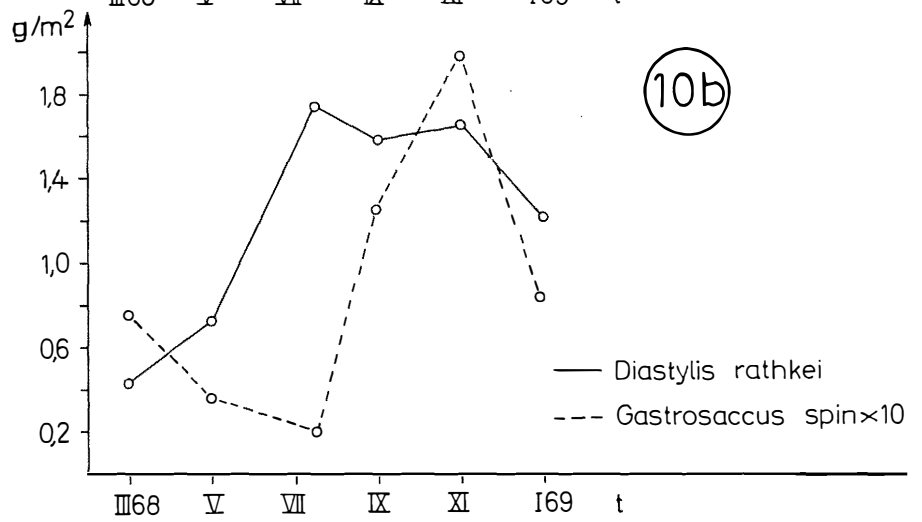
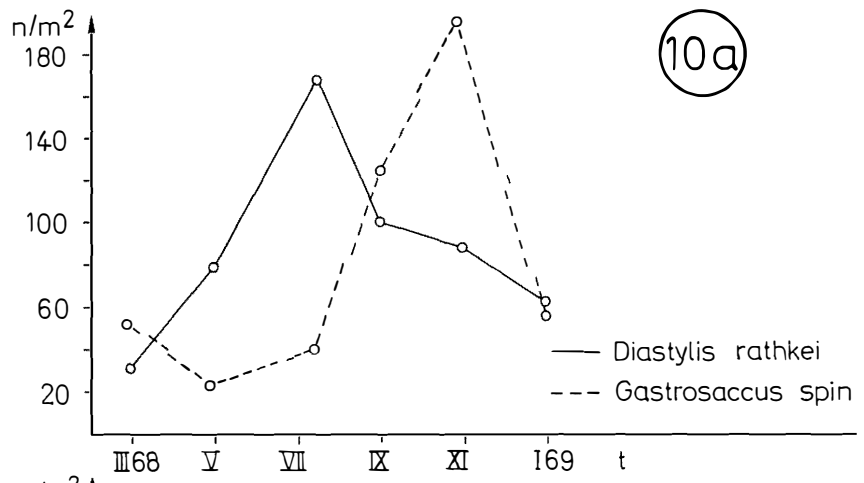
Abb. 7: Jahresgang nach Anzahl und Gewicht von *Abra alba*

Abb. 8: Jahresgang nach Anzahl und Gewicht von *Halicryptus spinulosus* und *Ophiura albida*

Abb. 9: Jahresgang einiger wichtiger Polychäten (a) Anzahl, b) Gewicht



Tafel 3 (zu W. E. Arntz)



Tafel 4 (zu W. E. Arntz)

des Makrobenthos — im folgenden als „Nährtiere“ bezeichnet — befassen. Tab. 2 gibt noch einmal einen Überblick über den Jahresgang dieses Benthosanteils. Das Maximum an Tieren pro m² wird im November erreicht, die höchste Biomasse (hauptsächlich durch heranwachsende Mollusken) erst im Januar.

Tabelle 2

Anzahl und Gewicht von *Nährtieren* pro m² im Jahresgang (alle Stationen)

Monat	n	g
III. 68	411	32,45
V. 68	499	25,87
VII. 68	779	25,91
IX. 68	864	41,77
XI. 68	1 418	60,60
I. 69	1 187	61,47

(Es ist möglich, daß die Molluskenwerte zum Winterausgang 1969 etwas höher lagen als im Jahr zuvor. In den Gebieten Süderfahrt und Millionenviertel war allerdings die Biomasse der Muscheln im Mai wieder auf den Vorjahrsstand gesunken).

Im März wird der Tiefstand der Anzahl pro m² erreicht, aber noch nicht das Gewichtsmilimum, weil die meisten Tiere ein hohes Durchschnittsgewicht haben. Im Mai steigt die Zahl durch die ersten Jungtiere (vor allem Cumaceen) schon wieder an, weitere alte Tiere sterben ab; nun liegt die geringste Biomasse vor. Im Juli erhöhen sich beide Werte wieder, das Gewicht allerdings zunächst sehr langsam, weil auch große Mengen von Jungtieren nur allmählich das Gewicht der schwindenden Alttiere ersetzen können. Zum September hin steigt auch die Biomasse kräftig an. Abb. 4 zeigt diese Verhältnisse noch einmal in absoluten Zahlen (Summe aller 24 Stationen).

Es wäre aber sehr voreilig, alle Gruppen unterschiedslos zu behandeln, wie die Abb. 5 und 6 beweisen. Durch ihre erdrückende Übermacht beeinflussen die Mollusken die Gesamtkurve so sehr, daß der Jahresgang der anderen Gruppen weitgehend verborgen bleibt.

Die Polychäten weisen in ihrem zahlenmäßigen Gang die meiste Ähnlichkeit mit den Mollusken auf. Da das Gewicht in sehr starkem Maß von der Gattung *Nephtys* bestimmt wird und bei dieser wegen der Mehrjährigkeit der Tiere kein ausgeprägter Jahresgang festzustellen ist, läßt auch die kräftige Zunahme von *Terebellides stroemi*, *Scoloplos armiger*, *Pectinaria koreni* sowie der Phyllocociden *Anaitides* und *Eteone* und anderer Arten zum Winter hin nur einen schwachen Anstieg der Gesamtbiomasse der Polychäten zu.

Bei den Crustaceen ist ein steiler Anstieg zum Juli hin (*Diastylis rathkei*) und ein weiterer, schwächerer im November (Amphipoden und *Gastrosaccus spinifer*) festzustellen. Die Priapuliden zeigen ein ausgesprochenes Sommer-, die Echinodermen dagegen ein Wintermaximum.

Ein Vergleich des Jahresgangs im Benthos mit den Befunden von 1953 (KÜHLMORGEN, 1963), wo auch ein Jahresgang erfaßt wurde, erscheint mir nicht sehr sinnvoll, da in

Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 4)

Abb. 10: Jahresgang von *Diastylis rathkei* und *Gastrosaccus spinifer* nach Zahl und Gewicht

Abb. 11: Veränderung des Durchschnittsgewichts pro Einzeltier (Jahresgang) bei *Diastylis rathkei* und *Gastrosaccus spinifer*

diesem Jahr offensichtlich atypische Verhältnisse geherrscht haben (s. o.). KÜHLMORGEN fand das Gewichtsmaximum an Bodentieren schon im September.

STRIPP (1969 a) registrierte in der Helgoländer Bucht ein Biomasse-Verhältnis von Sommer (Mai-November) zu Winter (Dezember-April) von 1,4:1. Seine Stationen wiesen das Maximum an Biomasse in den Monaten September und Oktober auf. Die Individuenzahlen waren am niedrigsten in den Monaten Februar-April, am höchsten im Juli.

1.5. Jahresgang bevorzugter Fischnährtiere

Ohne den Nahrungsuntersuchungen vorgreifen zu wollen, soll für die weiteren Betrachtungen des Benthos noch einmal eine Beschränkung durchgeführt werden. Schon bei oberflächlicher Untersuchung der Nahrung der wichtigsten Bodenfische fällt auf, daß sich die Nahrung dieser Arten vorwiegend aus bestimmten Bodentierarten zusammensetzt. Einige dieser Arten spielen im Benthos eine bedeutende Rolle (die Prozentzahlen im folgenden beziehen sich auf den Gewichtsanteil an der Biomasse aller Bodentiere im Jahresdurchschnitt). Es sind:

Mollusca:	<i>Abra alba</i>	19,3%
	<i>Cyprina islandica</i> (gesondert aufgeführt)	
Polychaeta:	<i>Nephtys spp.</i>	7,9%
	<i>Pectinaria koreni</i>	} zusammen 1,2%
	<i>Harmothoe sarsi</i>	
	<i>Pherusa plumosa</i>	
Crustacea:	<i>Diastylis rathkei</i>	} zusammen 1,5%
	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	
Priapulida:	<i>Halicryptus spinulosus</i>	} zusammen 1,3%
	<i>Priapululus caudatus</i>	
Echinodermata:	<i>Ophiura albida</i>	1,2%

Der Jahresgang dieser Bodentiere, die teilweise auch nur zu bestimmten Jahreszeiten in größeren Mengen gefressen werden, verdient eine nähere Betrachtung.

Abra alba (Abb. 7)

In der Abbildung werden die Kurven des Gesamtgebiets und von Süderfahrt gegenübergestellt, da nur letztere das Absterben vieler Tiere im Winter und damit das Absinken auf einen niedrigeren Frühjahrswert zeigt.

Abra alba ist normalerweise bei uns einjährig, eine Reihe von Individuen erreicht aber auch ein Alter von zwei Jahren (BLEGVAD, 1928; SEGERSTRALE, 1960; KÜHLMORGEN, 1962). Offenbar überlebten in Süderfahrt besonders viele alte Muscheln den Winter 1968, während nur geringe Brut hochkam. Das Durchschnittsgewicht für 100 Tiere stieg von März 1968 (5,1 g; im Gesamtgebiet: 5,8 g) auf den hohen Wert von fast 20 g im folgenden Jahr. Im Januar 1969 hatte es schon 18,6 g erreicht, als das Durchschnittsgewicht im Gesamtgebiet erst bei 8,6 g pro 100 Tiere lag. Das Maximum an Biomasse wurde in den Monaten XI—III, die größten (nicht mehrjährigen) Muscheln im Frühjahr gefunden.

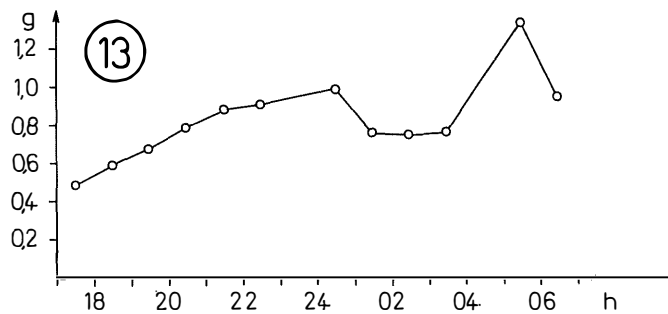
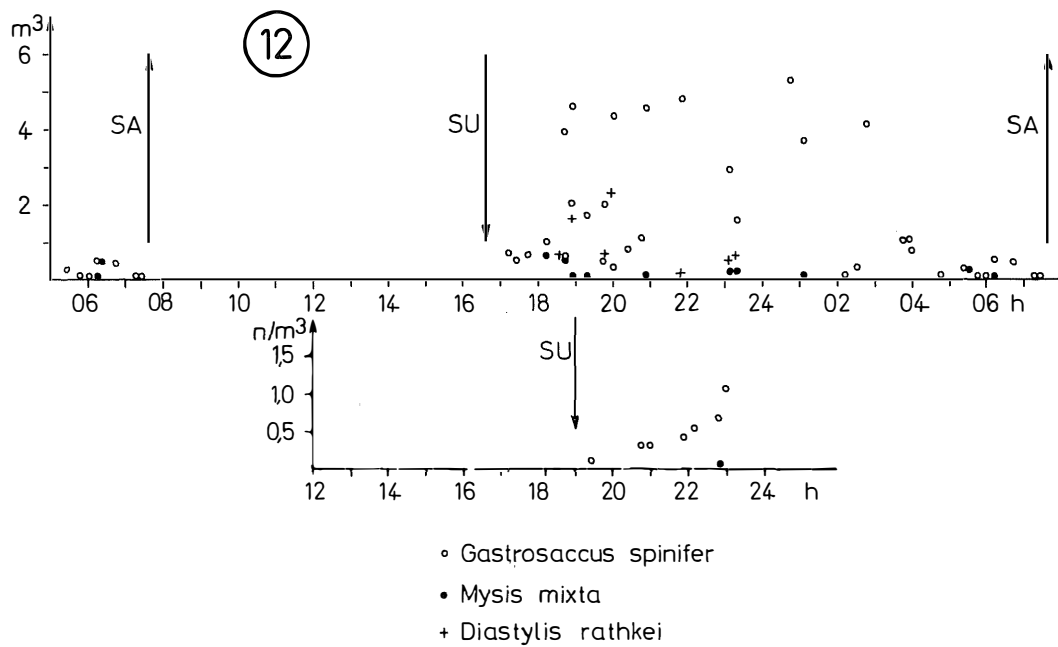
Harmothoe sarsi (Abb. 9)

Harmothoe sarsi hat ein deutlich früheres Maximum (Juli) als die anderen Polychäten. Bereits im Mai steigen die Werte an. Offenbar findet im September ein zweiter Brutfall statt: die Zahlen werden zum November noch einmal höher, das Gesamtgewicht aber geringer. Das höchste Durchschnittsgewicht pro 100 Individuen (4,6 g) wurde im März registriert.

Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 5)

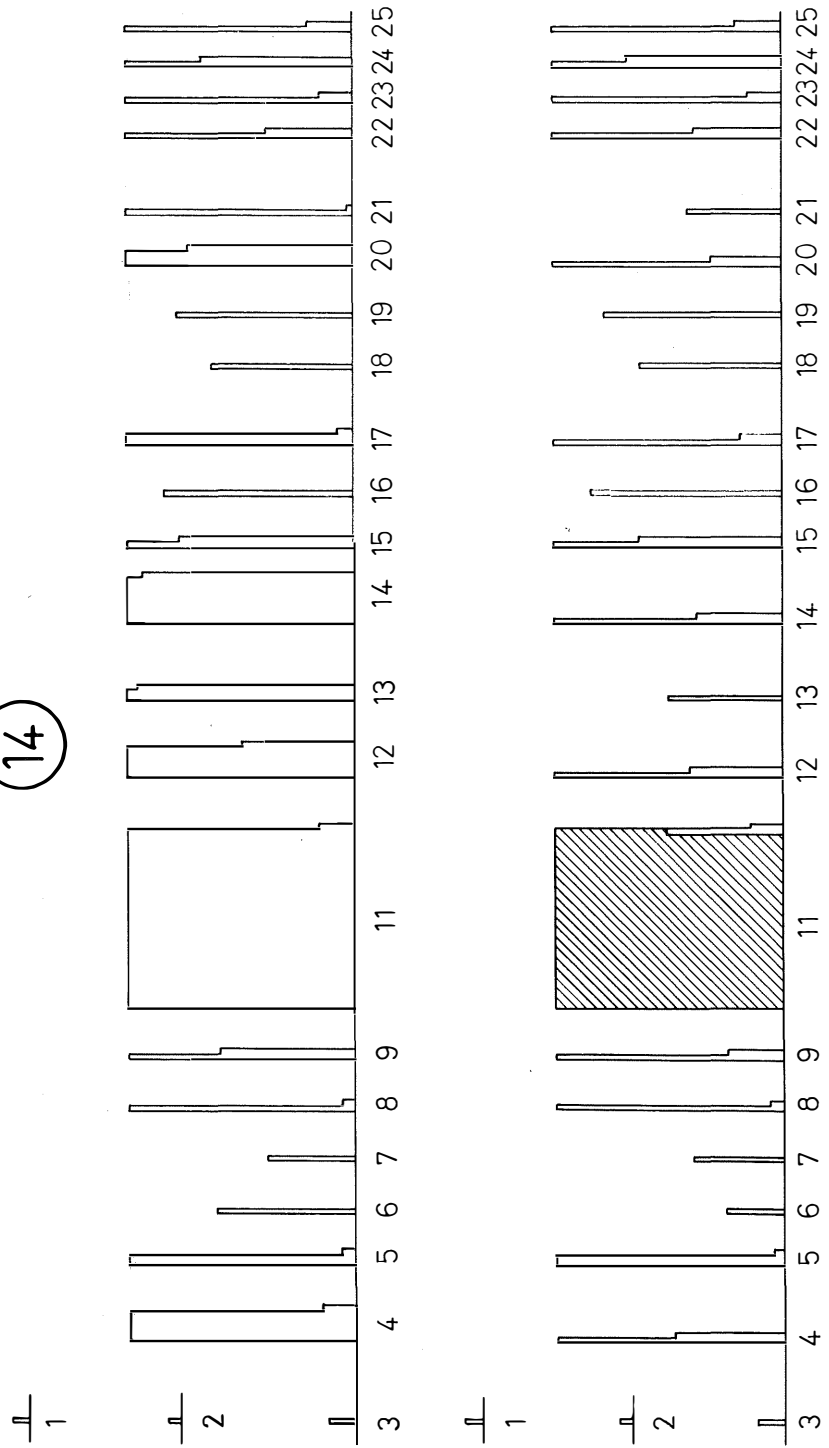
Abb. 12: Nächtliche Vertikalwanderung einiger Crustaceen nach „Hai“-Fängen im April und November 1968

Abb. 13: Veränderungen im Durchschnittsgewicht pro Einzeltier bei *Gastrosaccus spinifer* während der nächtlichen Vertikalwanderung (November 1968)



Tafel 5 (zu W. E. Arntz)

14



Tafel 6 (zu W. E. Arntz)

Pectinaria koreni (Abb. 9)

Nach BLEGVAD (1928), THORSON (1946) und KÜHLMORGEN (1962) ist *Pectinaria* normalerweise einjährig. Anscheinend wurde 1968 gerade der Beginn einer günstigen Entwicklung getroffen. Die Anzahl fiel zwar zum Januar 1969 hin wieder ab, aber *Pectinaria* blieb im Frühjahr 1969 sehr viel häufiger und größer als im Vorjahr, wie Kontrolluntersuchungen auf Süderfahrt und Millionenviertel zeigten. Im Mai 1969 erreichten einige Exemplare die für unser Gebiet stattliche Länge von 52 mm; dabei muß es sich um mehrjährige Tiere gehandelt haben.

Das Gewicht stieg durch das Wachstum der Tiere auch zum Januar 1969 hin weiter an. Die Durchschnittsgröße in diesem Monat (6,7 g/100 Stück) übertraf deutlich die von März 1968 (4,8 g).

Nephtys spp. (Abb. 9)

Durch die Mehrjährigkeit dieser Tiere und wohl auch durch den Umstand, daß verschiedene Arten vorliegen, läßt sich bei *Nephtys* keine Jahresgang feststellen. Auch eine Trennung der Sand- und Schlickstationen bringt kein besseres Ergebnis. Das *Nephtys*-Angebot dürfte das ganze Jahr über etwa gleich sein.

Pherusa plumosa

Wegen der geringen Menge der gefundenen Tiere lohnt eine graphische Darstellung nicht. Das Gewicht steigt zum Winter hin leicht an.

Halicryptus spinulosus (Abb. 8)

Dieser Priapulide hat sein Maximum im Sommer. Ein Jahresgang des Durchschnittsgewichts pro Einzeltier war nicht festzustellen.

Ophiura albida (Abb. 8)

Ophiura weist ein Wintermaximum auf, das Minimum im Sommer fällt aber nicht unter einen Wert von 17/m². Wenn man bedenkt, daß *Ophiura* nur auf sechs Stationen häufig ist, so ergibt sich für diese auch im Sommer noch ein recht gutes Angebot an Schlangensterne.

Diastylis rathkei (Abb. 10)

Diastylis pflanzt sich im Winter fort; die Männchen sind durchweg, die Weibchen zum größten Teil einjährig (KRÜGER, 1940). Die ersten Jungtiere erfaßte der Greifer im April. Im Mai waren 35% der gefangenen Cumaceen Jungtiere, im Juni (Süderfahrt allein) 80%, im Juli/August waren es 82% im Gesamtgebiet. Der höchste Wert überhaupt wurde im August in Süderfahrt gefunden: 93%. Ab September sind die vereinzelt alten Weibchen, die sich ein zweites Mal fortpflanzen, größtmäßig nicht mehr von der Masse der Jungtiere zu trennen. Während die Zahl von *Diastylis* nach dem Maximum im Juli schnell wieder absinkt, bleibt das Gewicht noch bis zum November durch das Wachstum der Tiere hoch. Erst im September haben die Jungtiere eine Länge von 10 mm.

Gastrosaccus spinifer (Abb. 10)

Gastrosaccus ist erheblich seltener als *Diastylis*, aber trotzdem zu bestimmten Jahreszeiten ein sehr wichtiges Nährtier. Um die Sequenz der Maxima dieser beiden Crustaceen zu verdeutlichen, wurde die Kurve der Mysidacee 10fach überhöht. Die Biomasse von *Diastylis* ist allerdings noch im Maximum, wenn *Gastrosaccus* seinen höchsten Gewichtswert erreicht. Das mittlere Gewicht je Einzeltier war am größten im Mai (1,6 g/100 Stück).

Abb. 11 zeigt den Jahresgang des Durchschnittsgewichts von *Diastylis rathkei* und *Gastrosaccus spinifer*. Mit Ausnahme von *Pectinaria* verändert sich bei den wichtigeren, meist mehrjährigen Polychäten das mittlere Gewicht nur unwesentlich. Bei den Mollusken steigt es zum Winter hin an; auch bei dieser Gruppe ergibt sich jedoch wegen der Mehrjährigkeit vieler Formen kein klares Bild.

Abgesehen von den kleinen Crustaceen, bei denen sich hier wieder sehr gut die zeitliche Versetzung der Höchstwerte dokumentiert, sagt das Durchschnittsgewicht des Einzeltieres im Jahresgang nicht allzu viel aus. Ein wirklicher Rhythmus ist bei vielen Arten nicht festzustellen, weil die Adulten meist längere Zeit die Laichperiode über-

Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 6)

Abb. 14: Vergleich der Bodengreiferstationen in der Kieler Bucht. a) Jahresmittel der Biomasse (excl. *Cyprina* > 15 mm und große Einzelstücke), b) Biomasse nach Abzug von *Astarte* und *Littorina*

leben, zum Teil überhaupt mehrjährig sind und auch nur selten synchron ablaichen. Die Laichzeit erstreckt sich bei vielen Arten über den ganzen Sommer, bei anderen sind offenbar zwei Laichperioden im Frühjahr und Herbst, bei Gammariden sogar bis zu sieben Perioden (BLEGVAD, 1922) möglich. BANSE (1955) weist darauf hin, daß Bodentierlarven in einem Wasserkörper oft wochenlang „überfällig“ sein können, ehe sich durch Bodenkontakt eine Ansiedlungsmöglichkeit bietet. Daß diese dann bei nicht optimalem Substrat durchaus nicht immer genutzt wird, geht anschaulich aus THORSONS (1952, 1956) Ausführungen hervor.

Bei Muscheln wurde häufig festgestellt, daß nicht alle Arten in jedem Jahr laichen und daß auch in Laichjahren die Intensität sehr verschieden ist (BOYSENJENSEN, 1919; FORD, 1925; BLEGVAD, 1928; SEGERSTRALE, 1960). Mir erscheint das eine gute Erklärung für die gegenwärtige Überalterung der Bestände von *Astarte borealis* und *Cyprina islandica* in manchen Teilen der Kieler Bucht. THORSON (1946) zeigt auf, daß Fluktuationen besonders bei Muscheln mit langer pelagischer Larvenphase (*Abra*, *Phaxas*, *Aloidis*) auftreten.

1.6. Vertikalwanderungen

In der Kieler Bucht machen von der Makrofauna vor allem die Mysidaceen *Gastrosaccus spinifer* und *Mysis mixta* sowie die Cumacee *Diastylis rathkei* tagesperiodische Wanderungen; von den genannten Arten wurde *Diastylis* schon von BANSE (1955) nachts im freien Wasser angetroffen. Um wenigstens einen ungefähren Eindruck von der Häufigkeit dieser Tiere im Pelagial im Vergleich zu den Greiferfängen zu erhalten, habe ich drei Serien von Planktonfängen (Hai: IV. 68, Nackthai: XI. 68 und Neustonnetz: V. 69) aus der Kieler Bucht auf ihren Gehalt an Crustaceen überprüft. Meinen Kollegen D. SCHNACK und W. KÜHNHOLD danke ich herzlich für die Überlassung der Proben.

Leider sind die gefundenen Werte nicht exakt vergleichbar, da sie von verschiedenen Stationen stammen. Wirklich vergleichbare Werte kann nur eine Probennahme über 24 Stunden ohne Ortsveränderung bringen, wie sie bei den Tagesperiodik-Untersuchungen des Mageninhalts von Fischen (ARNTZ, in Vorbereitung) durchgeführt wurden. Wie der Bodengreifer zeigt, schwanken die Besiedlungsdichten in verschiedenen Arealen ganz beträchtlich.

Trotzdem geben die gefundenen Zahlen einige Anhaltspunkte (Abb. 12; Tab. 12 (im Anhang)):

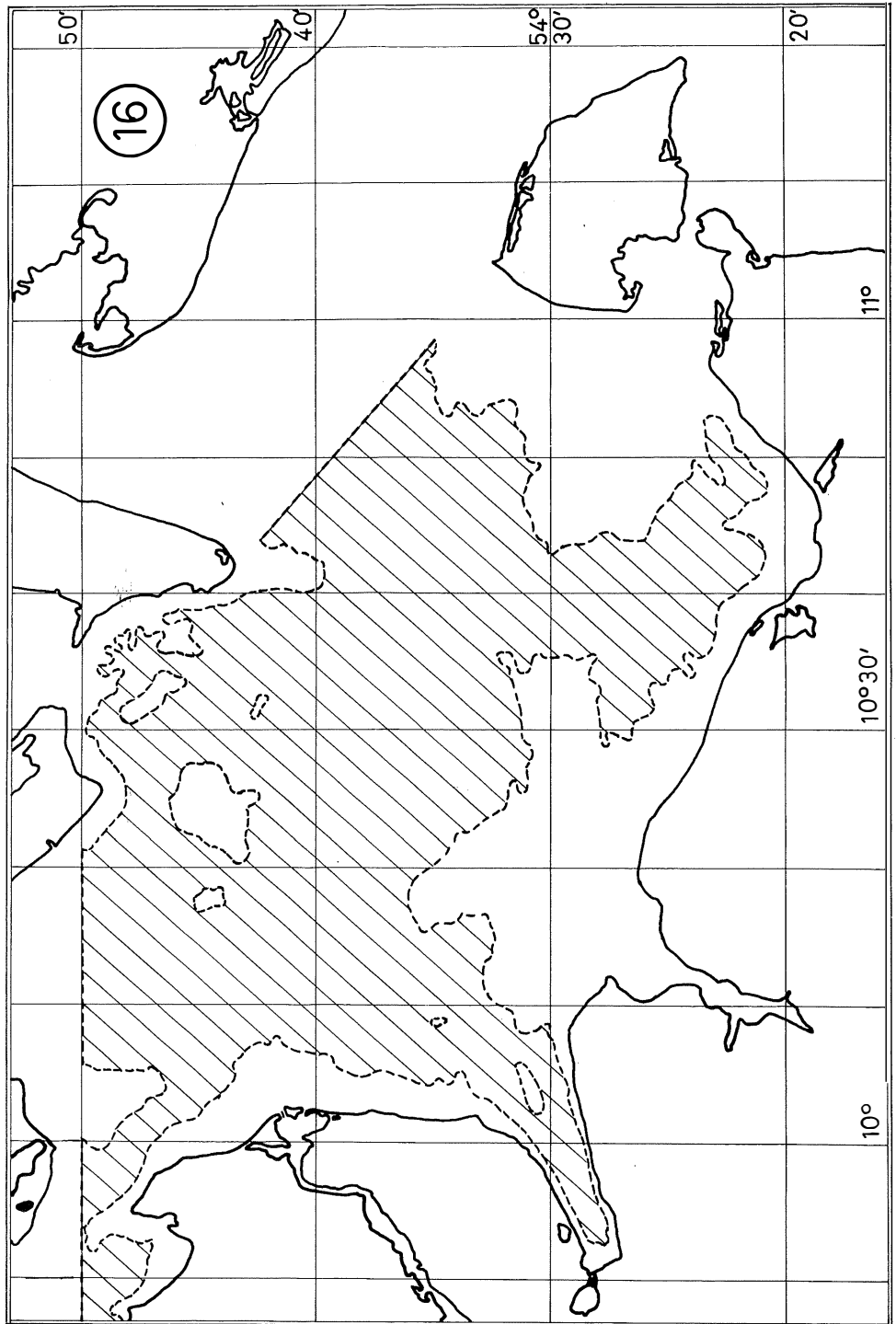
a) Vertikalwanderung fand nur in der Zeit von Sonnenuntergang (SU) bis Sonnenaufgang (SA) statt. Sie begann etwa eine halbe Stunde nach SU und endete eine halbe Stunde vor SA. Auslösend wirkte nur der Hell-Dunkel-Rhythmus, nicht die Uhrzeit.

b) Die höchsten Werte pro m³ wurden für *Gastrosaccus* zwischen 2¹/₂ Stunden nach SU und 4¹/₂ Stunden vor SA gefunden, für *Mysis* von 1¹/₂ Stunden nach SU bis 1¹/₂ Stunden vor SA, für *Diastylis* nur von 2 Stunden nach SU bis Mitternacht (XI. 68). Sie betragen für

<i>Gastrosaccus spinifer</i>	5,3/m ³ (südöstliche Süderfahrt)
<i>Mysis mixta</i>	0,7/m ³ (Fehmarnbelt)
<i>Diastylis rathkei</i>	2,3/m ³ (nördliches Millionenviertel)

Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 7)

Abb. 15: Anteil bevorzugter Fischnährtiere und anderer häufiger Bodentiere am Nahrungsangebot auf den Bodengreiferstationen



Tafel 8 (zu W. E. Arntz)

Die Vergleichswerte aus Bodengreifern für XI. 68 sind:

<i>Gastrosaccus spinifer</i>	20/m ² (Süderfahrt 21)
<i>Mysis mixta</i>	wurde nicht in Greifern gefangen
<i>Diastylis rathkei</i>	271/m ² (Millionenviertel 14).

c) Die Tiefe des Aufenthalts ergibt sich nicht aus den Haifängen. Bei flacheren Fängen wurde relativ mehr *Gastrosaccus*, bei tieferen mehr *Mysis* gefangen. Der Neustonfang vom Mai 1969 (Tab. 3) beweist, daß zumindest viele *Gastrosaccus* bis ganz an die Wasseroberfläche gehen.

Tabelle 3

Fang von Crustaceen an der Wasseroberfläche mit dem Neuston-Schlittennetz V. 69 (absolute Zahlen)

Gebiet	Wassertiefe	Uhrzeit	Schleppdauer	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	<i>Idotea baltica</i>	<i>Crangon crangon</i>	Sonstige
Vejsnäs R. (E)	30	18.55	30 min.	—	1	—	—
Millionenviertel (S)	23	22.00	15 min.	76	4	3	1
Vejsnäs R. (E)	27	01.08	30 min.	226	10	13	2
Vejsnäs R. (W)	30	06.00	30 min.	—	1	—	—
Vejsnäs R. (E)	30	09.05	30 min.	—	16	—	1
Vejsnäs R. (E)	30	12.00	30 min.	—	2	—	—

d) Der Aufstieg von *Gastrosaccus* erfolgt offenbar nicht synchron, sondern allmählich. Dafür spricht besonders die Serie von Haifängen im April 1968, die in einem relativ geschlossenen Seegebiet durchgeführt wurde und einen gleichmäßigen Anstieg der Zahlen von 20.30 bis 23 Uhr zeigt. Danach wurde die Probennahme leider abgebrochen.

e) Im Aufsteigen und Absinken von *Gastrosaccus* während der Nacht (Abb. 13) ergibt sich deutliche Übereinstimmung mit den Ausführungen CUSHINGS (1951), der in der Vertikalwanderung vier Phasen unterscheidet: 1. Aufstieg vom Tagestief, 2. Mitternachtssinken, 3. Aufstieg im Morgengrauen („dawn rise“) und 4. Abstieg zum Tagestief. Anscheinend steigen die Jungtiere von *Gastrosaccus* zuerst auf, die größeren folgen später. Das Durchschnittsgewicht steigt bis kurz nach Mitternacht an, dann sinkt es ab („midnight sinking“: die größeren Tiere sinken schneller). Um 03.30 Uhr sind noch die meisten größeren *Gastrosaccus* unten, bei der nächsten Probe um 05.30 Uhr ist schon der „dawn rise“ erfolgt (die älteren Tiere steigen auch schneller und erhöhen das Gewicht). Bis zum SA haben sich alle Mysidaceen wieder aus dem Pelagial zurückgezogen.

f) Für *Gastrosaccus spinifer* scheinen Vertikalwanderungen die Regel zu sein; er findet sich das ganze Jahr über in nächtlichen Proben (weitere Planktonproben), allerdings in unterschiedlicher Menge. *Diastylis* unternimmt Vertikalwanderungen wahrscheinlich nur zu bestimmten Jahreszeiten; es werden auch Unterschiede zwischen den Geschlechtern in dieser Hinsicht angeführt (RUSSELL, 1925; FAGE, 1932; KRÜGER, 1940). *Eudorelopsis deformis* habe ich im Pelagial noch nicht gefunden.

Ob *Mysis mixta* nur zu bestimmten Jahreszeiten Vertikalwanderungen unternimmt oder wegen ihrer Schnelligkeit nur vom Nackthai erfaßt wurde, steht noch dahin. Sie gräbt sich tagsüber nicht wie *Gastrosaccus* in den Boden ein, sondern steht darüber. Wie eigene Tauchuntersuchungen im Millionenviertel gezeigt haben, wird jede

Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 8)

Abb. 16: Ausdehnung der *Abra alba*-Zönose (schraffiert) in der Kieler Bucht.

Deckung am Boden ausgenützt. So wurden 20 *Mysis* im Schutz einer losgerissenen *Laminaria* gezählt, im umliegenden freien Gebiet keine einzige. Bei Störung sprangen die Tiere nur beiseite (BLEGVAD, 1922, berichtet das gleiche). Es erscheint durchaus denkbar, daß *Mysis* auch einem Bodengreifer ausweichen kann. Ganz sicher ist, daß die Greiferwerte für *Mysis* (0!), aber auch z. B. für *Crangon* (1) und wahrscheinlich für *Gastrosaccus* nicht den wahren Verhältnissen gerecht werden. —

DEMEL & MULICKI (1959) versuchten mit Hilfe eines engmaschigen Kleintrawls, quantitative Werte für die „near bottom fauna“ in der Südlichen Ostsee zu bekommen. Die Werte für *Diastylis* waren nachts meist beträchtlich höher als tagsüber.

Auch für andere Bodentiere sind Wanderungen ins Pelagial zu bestimmten Jahreszeiten nachgewiesen worden.

BLEGVAD (1922) beobachtete bei Nacht große Mengen meist kleiner *Gammarus*, *Idotea* und *Crangon* nahe der Oberfläche. FAGE (1932) fand im Laufe eines Jahres in Banyuls-sur-Mer und Concarneau über 150 Arten von bodenlebenden Crustaceen und Polychäten zeitweilig an der Wasseroberfläche (Tiefe allerdings nur 3--4 m). DORNHEIM (1968) fing juvenile *Crangon* in der Kieler Bucht in Planktonnetzen.

Auch in den von mir untersuchten Planktonfängen waren nachts häufig einzelne Amphipoden (meist juv.) zu finden, ebenso sehr junge *Crangon*. Im Neustonfang vom Mai 69 trat diese Garnele sogar in größerer Zahl adult an der Wasseroberfläche auf. Der Fang von *Idotea* im Neustonnetz kann nicht mit Sicherheit auf Tagesperiodik zurückgeführt werden, da sie sich wie der planktische Amphipode *Hyperia galba* auch tagsüber an der Oberfläche aufhält.

Harmothoe sarsi führt gelegentlich eine halbpelagische Lebensweise (MEUNIER, 1930). Einige Tiere dieser Art — meist juvenil — waren auch in den Haifängen aus der Kieler Bucht enthalten.

Der vertikale Aufenthalt von Crustaceen und Polychäten interessiert im Zusammenhang mit Nahrungsuntersuchungen aus zwei Gründen.

Einmal wird klar, daß der quantitative Fang bestimmter Bodentiere mit dem Greifer zu gewissen Tageszeiten nicht möglich ist. Nachtfänge bringen keine sicheren Ergebnisse; man sollte sie deshalb nach Möglichkeit vermeiden. Bei meinen Untersuchungen war das in der Hohwachter Bucht nicht möglich, weil diese tagsüber fast ständig wegen Schießübungen gesperrt ist. Der nur einmalige Fang von *Gastrosaccus* und die relativ schwachen *Diastylis*-Ergebnisse könnten ihre Ursache in der nächtlichen Probenahme haben. Die Hohwachter Bucht wurde deshalb für die Berechnung der Häufigkeit von *Gastrosaccus* nicht berücksichtigt.

Zum ändern könnten die Vertikalwanderungen eine Rolle in der Tagesperiodik der Fischernahrung spielen, indem etwa zur Zeit des Auf- und Abstiegs besondere Mengen von Mysidaceen oder Cumaceen gefressen würden. Diese Frage wird bei den Nahrungsuntersuchungen behandelt. BLEGVAD (1922) stellte allerdings im Zusammenhang mit Untersuchungen an *Gammarus*, der nachts in flachen Gebieten sehr häufig im Pelagial erschien, fest, daß die meisten Amphipodenfresser nachts keine Nahrung aufnehmen.

1.7. *Cyprina islandica*

Die Islandmuschel der Kieler Bucht ist Gegenstand einer neueren Untersuchung (ARNTZ & WEBER, 1970) und kann deshalb hier kurz abgehandelt werden. Die meisten Muscheln hatten 1968 eine Länge von 5—6 cm, die mittleren Längengruppen fehlten weitgehend. Jungtiere waren in größerer Zahl vorhanden, aber fast ausschließlich auf die Fanggebiete Millionenviertel, Süderfahrt (Südteil) und Hohwachter Bucht beschränkt. Einen Überblick über die Verteilung von *Cyprina* im Untersuchungsgebiet

gibt Tab. 4. Die Tabelle trennt kleine (≤ 15 mm) und große Islandmuscheln (> 15 mm) und führt die Schleppstrecken und umliegenden Gebiete getrennt auf.

Cyprina > 15 mm finden sich am häufigsten in der Dorschmulde und im Millionenviertel, also in Gebieten mit Schlick-Sand-Substrat. Reine Sandgebiete und Faulschlamm werden nur dünn besiedelt.

Tabelle 4 *

Cyprina islandica, Vorkommen in verschiedenen Gebieten der Kieler Bucht (Jahresdurchschnitt)

Stationen	Anzahl pro m ² Ø	<i>Cyprina</i> > 15 mm			<i>Cyprina</i> ≤ 15 mm		
		Ges. Gew. pro m ² Ø (g)	Weichk.- Gew./m ² Ø (g)	Größe Ø (mm)	Anzahl pro m ² Ø	Gew./m ² Ø (g)	
Boknis	1 2 3	7,0	259,2	53,2	54,0	0,9	0,01
Eck	4 5	4,7	184,5	39,0	56,0	0,7	0,31
Dorschmulde	6 7	30,0	1 077,1	226,5	54,0	1,4	0,20
Vejsnäs	8 9	12,5	180,4	35,0	39,0	1,7	0,22
Rinne	11 12 13	18,4	464,9	96,3	47,5	6,7	1,01
Millionen- viertel	14 15 16 17	23,1 55,1	652,6 2 293,6	152,6 468,5	52,5 56,5	40,0 3,8	0,90 0,06
Süder- fahrt	18 19 20 21	11,4 7,2	471,2 343,8	93,5 74,3	56,0 60,5	1,0 11,4	0,05 1,11
Hohwachter Bucht	22 23 24 25	11,0 23,1	482,9 1 184,9	97,7 243,3	57,5 61,0	16,2 14,3	0,35 0,50

*) AUS ARNTZ & WEBER, 1970.

Infolge der Langsamwüchsigkeit und Mehrjährigkeit sind bei großen Islandmuscheln keine jahreszeitlichen Schwankungen festzustellen, Jungtiere treten wie bei anderen Muscheln am häufigsten im Winter auf.

2. Die einzelnen Stationen und Fanggebiete

Der erste Absatz hat einen Überblick über das Benthos der Kieler Bucht insgesamt, über die Veränderungen der Bodenfauna im Jahresrhythmus und über den möglichen Einfluß des tagesperiodischen Verhaltens einiger Fischnährtiere gebracht. Der folgende wird sich mit den Hauptfanggebieten beschäftigen und feststellen, welche Voraussetzungen für die Ernährung von bodenlebenden Fischen in diesen sehr unterschiedlichen Biotopen bestehen. Angaben über die Artenzusammensetzung und die Gewichtsrelation wichtiger Benthosarten zueinander auf den 24 Bodengreiferstationen können aus ARNTZ (1970) entnommen werden.

2.1. Unterschiedliche Biomasse in verschiedenen Gebieten

Es wurde eingangs festgestellt, daß unterschiedliche Substrate jeweils eine andere Besiedlung aufweisen, und daß die Entfernung vom Großen Belt dafür nicht unerheblich ist. Als weiterer Grund für die verschiedene Biomasse der einzelnen Stationen wurde das Vorkommen von Rinnen und Schwellen in der Kieler Bucht genannt, die salzreiches Wasser weiterleiten bzw. am Weiterfließen hindern, und die daraus resultierende gute Besiedlung der Vejsnäs Rinne im Gegensatz zu den stagnierenden Verhältnissen bei Boknis Eck.

Tab. 13 (im Anhang) und Abb. 14 fassen die Bedingungen auf den 24 Stationen zusammen. Die weitaus größte Biomasse hat Station 11 (Vejsnäs Flach) durch die Bildung

einer *Mytilus*-Bank. Daneben fallen noch einige weitere Stationen durch hohes Gewicht an Bodentieren auf: die zweite Sandstation 5 (Stoller Grund), Boknis Eck 4 am Rand der Boknis Rinne, die Stationen 12 und 13 am Rand der Vejsnäs Rinne, 14 und 17 im Millionenviertel und 20 im Ostteil von Süderfahrt.

Dagegen wird auf den Stationen 1—3 in der Boknis Rinne eine äußerst geringe Biomasse erzeugt, und die Werte in der Dorschmulde (6 und 7) sowie auf Süderfahrt 18 sind ebenfalls sehr niedrig.

Ein erheblich anderes Bild bekommt man jedoch, wenn man wie schon im ersten Abschnitt die dickschaligen *Astarte*-Arten abtrennt (ebenso *Littorina*, die aber nur auf dem Stoller Grund eine gewisse Bedeutung hat) und sich nur mit den grundsätzlich freißbaren Tieren (Nährtiere im obigen Sinn) befaßt.

Aus Abb. 14b ist eindeutig zu erkennen, daß mit Ausnahme des Stoller Grunds und des Vejsnäs Flachs die große Biomasse mancher Stationen nur auf den enorm hohen Anteil von wertlosen Astarten zurückgeht. Das Nährtierangebot in den tieferen Teilen der Kieler Bucht ist also viel gleichmäßiger, als es die unterschiedlichen Werte der Biomasse vermuten lassen. —

Die flachen Gebiete mit ihrer gewichtigen Molluskenfauna sind dagegen einem ganz anderen — eher litoralen — Biotop zuzurechnen. BLEGVAD (1925) sah die Hauptbedeutung dieser Regionen in ihrer Eigenschaft als Nahrungsplätze für Jungfische. Allerdings bieten die Flachs infolge fehlenden oder sehr geringen Pflanzenwuchses sehr viel weniger Schutz als die Uferzonen. Auch die Besiedlung ist recht verschieden, wie ein Vergleich mit OHMS (1964) Daten zeigt. Für Molluskenfresser wie Scholle und Flunder liegt durch die massenhaft vorkommenden Muscheln ein recht gutes Nahrungsangebot vor. *Gastrosaccus* tritt in größerer Zahl auf, und die kleinen Amphipoden (*Phoxocephalus*, *Bathyporeia* u. a.) mögen für junge Fische ein brauchbares Futter abgeben. Von den Polychäten könnten *Nephtlys* und die Phyllodociden (besonders *Eteone*) als Fischnahrung von Bedeutung sein.

2.2. Anteil bevorzugter Nährtiere an der verwertbaren Biomasse

Rechnet man den Anteil einzelner Nährtiere (also ohne *Astarte*) am Gesamtgewicht der verschiedenen Stationen aus, so fällt dabei auf, daß meist zwei Drittel bis vier Fünftel der Biomasse auf ganz wenige Arten entfallen. Die Tiere, die oben als bevorzugte Nährtiere eingestuft wurden, sind generell darunter gut vertreten, aber mit unterschiedlichem Anteil (Abb. 15).

Am besten ist das Verhältnis gute Nährtiere: Rest in den tiefen Rinnen. Auf den Stationen Boknis 1 und 2 bilden 3 Hauptnährtiere (*Halicryptus*, *Harmothoe*, *Diastylis*) 97 bzw. 89% der Biomasse; auf Vejsnäs 8 machen *Abra*, *Diastylis* und *Halicryptus* 97,5% aus, auf 9, wo allerdings auch *Astarte* lebt, die gleichen Tiere 82,5%. Aber auch in anderen Gebieten ist das Verhältnis noch günstig: auf Millionenviertel 16 bringen *Abra*, *Nephtlys* und *Ophiura* zusammen 91%, auf 15 und Süderfahrt 18 kommen sogar nur zwei Arten (*Abra* und *Nephtlys*) auf 89 bzw. 88% des Nährtiergewichts. In der Hohwacher Bucht ist *Abra alba* allein für 45—67% des Gewichts verantwortlich.

Auf einer Reihe weiterer Stationen überwiegen die bevorzugten Nährtiere, es kommen aber andere häufige Bodentiere (*Terebellides*, *Macoma* u. a.) hinzu. Schlecht mit den besonders gefragten Nährtieren steht es auf den Sandstationen 5, 11 und 21.

Im Hinblick auf Nahrungsuntersuchungen sind die Gebiete mit geringer Biomasse also in zweifacher Hinsicht relativ begünstigt:

- a) Unverwertbare Bodentiere (besonders die *Astarte*-Arten) fehlen oder ihr Anteil ist äußerst gering.
- b) Der Anteil an guten Nährtieren ist besonders hoch, Nährtiere minderer Qualität spielen kaum eine Rolle.

Durch diese Umstände werden die Differenzen in der Menge des Nahrungsangebots etwas gemildert; die Unterschiede in der Reichhaltigkeit natürlich nicht. Außerdem darf das relative Verhältnis Hauptnährtiere : Rest der Nährtiere nicht darüber hinwegtäuschen daß die absoluten Nahrungsmengen in den verschiedenen Fanggebieten der Kieler Bucht immer noch höchst unterschiedlich bleiben.

2.3. Nährtierangebot auf den sechs Fanggründen in der Kieler Bucht

Tab. 14 (im Anhang) vergleicht Anzahl und Gewicht der Nährtiere auf den Schleppstrecken und in den umliegenden Gebieten. Tab. 15 (desgl.) faßt die Gewichtsangaben über einige Hauptnährtiere zusammen. Insgesamt haben wir in der Kieler Bucht ein sehr produktives nördliches und östliches Fanggebiet entsprechend der Lage zum Belt. In diesen Regionen (Vejsnäs Rinne, Millionenviertel, Süderfahrt) sind Nährtiere aus beinahe allen Gruppen in großer Zahl und Masse vorhanden. Von besonders gefragten Nährtieren erreichen *Diastylis rathkei* und *Abra alba* ihr Maximum auf der Schleppstrecke Vejsnäs Rinne, *Gastrosaccus spinifer*, *Nephtys spp.*, *Pectinaria koreni* und *Cyprina islandica* im Millionenviertel; *Pherusa plumosa* und *Ophiura albida* erzielen ihren höchsten Wert in der Süderfahrt.

Der Süden der Kieler Bucht (Hohwachter Bucht) weist ein gutes Angebot an *Abra alba* auf. Polychäten sind mit Ausnahme von *Harmothoe sarsi*, die hier ihr Maximum hat, rar; dagegen findet sich *Halicryptus spinulosus* hier am häufigsten von allen Gebieten in der Kieler Bucht. Das Crustaceen-Angebot erscheint schlecht, ist wahrscheinlich aber infolge von Nachtfängen nicht quantitativ erfaßt worden. Echinodermen stehen den Fischen nicht als Nahrung zur Verfügung.

Im Westen des Untersuchungsgebietes findet auf den Fanggründen nur eine geringe Nahrungsproduktion statt, die sich allerdings weitgehend auf wichtige Nährtiere erstreckt (*Halicryptus spinulosus*, *Diastylis rathkei*, *Harmothoe sarsi*). In der Dorschmulde, die den höchsten Wert an *Cyprina islandica* > 15 mm aufweist, spielt von der mittleren Polychätenproduktion nur *Nephtys* eine gewisse Rolle. An wichtigen Nährtieren sind noch *Abra alba* und *Diastylis rathkei* vorhanden. Echinodermen sind im Nahrungsangebot nicht enthalten.

II. Schätzung der Makrobenthosproduktion 1968 in der *Abra alba*-Zönose

1. Abgrenzung der *Abra alba*-Zönose

Die Kieler Bucht zeigt eine relativ klare Zonierung in Flach- und Tiefengebiete, die von der Fauna her jeweils gut charakterisiert sind. Nach den Ergebnissen KÜHLMORGENS und meinen Befunden dürfte die von PETERSEN (1913) eingeführte und von SCHULZ (1969a) für die Mecklenburger Bucht bestätigte Einteilung in die *Macoma baltica*-Zönose der Sande und die *Abra alba*-Zönose der gesamten tieferen Region auch für das Makrobenthos der Kieler Bucht weitgehend zutreffen. Allerdings zeigen in unserem Gebiet die „verarmten Tiefengebiete“ (mit *Halicryptus spinulosus* und *Harmothoe sarsi*) so charakteristische Züge, daß eine Abtrennung von der *Abra alba*-Zönose gerechtfertigt sein könnte. SCHULZ (1969a) ordnet solche Tiefengebiete als „*Cyprina-Capitella*-Variante“ der *Abra*-Zönose zu. Für die vorliegende produktionsbiologische Bearbeitung des Benthos kann diese Einteilung übernommen werden.

Mit Ausnahme der drei in I 1.1. genannten Sandstationen liegen somit alle 1968 untersuchten Stationen in der *Abra alba*-Zönose der Kieler Bucht. Für diesen Bereich wird im folgenden eine grobe Schätzung der Makrobenthosproduktion im Jahr 1968 versucht, die als Basis für spätere Berechnungen über die Ausnutzung des Benthos

durch Nutzfische dienen soll. Auf die Problematik einer Globalschätzung hat BLEGVAD (1930) sehr eingehend hingewiesen. Immerhin ist die vorliegende Arbeit in zweierlei Hinsicht begünstigt:

a) Durch die zeitlich enge Aufeinanderfolge der Proben wurde der Jahresgang der wichtigsten Benthosorganismen voll erfaßt; dies ist eine notwendige Vorbedingung für die Abschätzung der Jahresproduktion. BLEGVADS (1930) Berechnungen konnten sich auf nur zweimalige jährliche Probennahme stützen, wenn auch mit einem wesentlich dichteren Stationsnetz.

b) Durch die Arbeit von KÜHLMORGEN-HILLE (1963), in der auch eine großräumige Kartierung der Sedimente in der Kieler Bucht vorgenommen wird (Ergänzung durch SCHWENKE, 1964), bestand die Möglichkeit einer repräsentativen Anordnung der Stationen. Sie sollten in erster Linie ein Bild der Benthosbesiedlung in der Umgebung der untersuchten Fanggründe vermitteln, gleichzeitig aber in etwa das Verhältnis der Sedimente im ganzen Untersuchungsgebiet widerspiegeln. Für die *Abra alba*-Zönose dürfte dies einigermaßen gelungen sein: nach den erwähnten Sedimentkarten ist in diesem Gebiet das Verhältnis Sand-Schlick-Gemische : Schlick mit Faulschlamm 2—3 : 1, die entsprechende Relation meiner Stationen 16 : 5. Schlickiger Sand : sandiger Schlick kommt etwa wie 1,5 : 1 vor, meine Stationen zeigen das Verhältnis 9 : 7.

Es soll nicht verkannt werden, daß derartige Substratbezeichnungen sehr oberflächlich sind, und daß auch bei annähernd repräsentativer Erfassung der Sedimente noch zahlreiche Fehlerquellen übrigbleiben, so z. B. die unterschiedliche Entfernung vom Großen Belt und die verschiedenen hydrographischen Bedingungen in den einzelnen Gebieten.

1.1. Ausdehnung des Areals

Als Begrenzung für die *Abra alba*-Zönose dient die 15 m-Tiefenlinie (Abb. 16). Nach SCHULZ (1969a) und STRIPP (1969b) beginnt die *Abra*-Zönose auch in der Mecklenburger bzw. Helgoländer Bucht etwa in dieser Tiefe. Als östliche Begrenzung wurde die Luftlinie zwischen der Nordwestspitze von Fehmarn und der Südspitze von Langeland, als Nordgrenze der Breitengrad (54°50' N) gewählt.

Für die *Abra alba*-Zönose der Kieler Bucht in den in Abb. 16 gezogenen Grenzen ergibt sich eine Fläche von 245 Quadrat-Seemeilen, das entspricht ca. $841 \cdot 10^6 \text{ m}^2$.

1.2. Biomasse im *Abra alba*-Gebiet

Für die *Abra*-Zönose errechnet sich 1968 eine mittlere Biomasse von 93,4 g/m² ohne *Cyprina islandica*; dazu kommen pro m² 635,9 g Islandmuscheln > 15 mm. Damit stellt *Cyprina* in diesem Bereich fast das siebenfache Gewicht aller anderen Benthosbewohner zusammen.

Der Anteil der Tiere, die eingangs als „bevorzugte Fischnahrung“ klassifiziert wurden, beträgt 32,1%; der wertlose Anteil (*Astarte* spp., große *Asterias* und *Metridium*) 55,1%; auf den Rest („weniger bedeutende Nährtiere“) entfallen mithin 12,8% (alle Zahlen ohne *Cyprina*). Einen Überblick gibt Tab. 5, die auch den Anteil wichtiger Fischnährtiere an der bevorzugten Nahrung weiter aufschlüsselt.

Bei einem Vergleich der *Abra alba*-Zönose der Kieler Bucht mit den Angaben STRIPPS (1969c) für die *Abra*-Gemeinschaft in der Helgoländer Bucht und PETERSENS (1915) für das gesamte Kattegatt erscheinen die Verhältnisse in unserem Gebiet sehr günstig. STRIPP führt eine mittlere Biomasse (ohne Molluskenschalen) von 43,75 g an. PETERSEN schätzte, daß im Kattegatt das Verhältnis von nutzlosen Bodentieren (vor allem *Cyprina*, *Echinocardium*, *Brissopsis*) zu nutzbarer Fischnahrung (meist kleine Muscheln und Anneliden) 5 : 1 ist. Neben dem Fehlen der großen irregulären

Tabelle 5

Biomasse, verwertbarer und unverwertbarer Teil des Benthos in der *Abra alba*-Zönose der Kieler Bucht (Jahresdurchschnitt 1968; ohne *Cyprina*)

	g/m ²	%
Gesamte Biomasse	93,4	100,0
Davon:		
unverwertbar		
(<i>Astarte</i> , <i>Asterias</i> , <i>Metridium</i>)	51,5	55,1
Weniger bedeutende Nährtiere	11,9	12,8
Hauptnährtiere	30,0	32,1
<i>Abra alba</i>	19,5	20,9
<i>Nephty</i> spp.	6,1	6,5
<i>Harmothoe sarsi</i>	0,3	0,3
<i>Pectinaria koreni</i>	0,6	0,6
<i>Pherusa plumosa</i>	0,2	0,2
<i>Diastylis rathkei</i>	1,4	1,5
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	(0,0)	0,1
<i>Halicryptus spinulosus</i>	0,9	1,0
<i>Ophiura albida</i>	1,0	1,1

Seeigel fällt für die Kieler Bucht günstig ins Gewicht, daß *Cyprina* hier von den Fischen zumindest teilweise verwertet werden kann (ARNTZ & WEBER, 1970).

2. Alters- und Wachstumsverhältnisse der Bodentiere

Für die Bewertung des Nahrungsangebots in einem Seegebiet reicht der statische Aspekt der Biomasse nicht aus, weil er immer nur eine Momentaufnahme der Mengenverhältnisse im Benthos gibt. Die Biomasse ändert sich im Jahresgang durch Brutfall und Heranwachsen, Wegfraß und natürliches Absterben der Bodentiere. So müßte zusätzlich zur Biomasse die jährliche Produktion erfaßt werden. Da aber die meisten Bodentiere von den jüngsten Stadien an einer hohen Sterblichkeit unterliegen, läßt sich die Produktion nicht ohne weiteres bestimmen. Daß sie bei vielen Arten wesentlich höher als die Biomasse sein muß, geht in eindeutiger Weise aus einem Käfigexperiment BLEGVADS (1928) hervor: Nährtiere 1. Klasse (darunter *Abra* und *Pectinaria*) wiesen unter Schutzkäfigen im Limfjord nach einem halben Jahr die 60fache Zahl auf wie die gleichen Arten im Freien.

Ein Teil der Benthosarten ist einjährig, eine Reihe von Arten aber zwei- oder mehrjährig. Bei den „einjährigen“ Arten überleben viele Individuen ihre Fortpflanzungszeit um mehrere Monate.

Das Höchstalter, das in verschiedenen Meeresgebieten erreicht wird, ist bei den meisten Arten ungeklärt. Angaben dazu machen BLEGVAD (1922, 1928, 1930), SEGERSTRALE (1960), KÜHLMORGEN (1963) und ARNTZ (1970).

Für die Relation zwischen Größe und Alter der Bodentiere ist die Schnelligkeit des Wachstums von großer Bedeutung. Einjährige Arten (*Abra alba*) wachsen meist besonders schnell, viele mehrjährige (*Astarte*, *Cyprina*, *Nucula*, *Aloidis*) sehr langsam. Die Polychäten haben gewöhnlich eine hohe Wachstumsgeschwindigkeit und ein relativ hohes Endgewicht, trotzdem setzt sich der Bestand infolge der starken Zehrung zum größten Teil aus kleinen Tieren zusammen.

Die Alters- und Wachstumsverhältnisse sollen im folgenden soweit wie möglich in Betracht gezogen werden.

3. Jährliche Mindestproduktion der Bodentiere pro m²

BLEGVAD (1930) setzt voraus, daß die meist schnellwüchsigen Bodentiere, aus denen sich das Schollenfutter 1. Klasse zusammensetzt, als Produktion des laufenden Jahres angesehen werden können; dies gilt auch für mehrjährige Polychäten wie z. B. *Nephtys*. Damit muß die Jahresproduktion dieser Formen mindestens so hoch sein wie ihre maximale Biomasse.

Bei den langsamwüchsigen, durchweg mehrjährigen Benthosformen, die das Schollenfutter 2. Klasse bzw. den nicht nutzbaren Bodentieranteil bilden, schätzt BLEGVAD den Jahresgesamtwuchs auf einen erheblich geringeren Wert als die Biomasse (unverständlichlicherweise wertet er aber auch für die Berechnung dieses Benthosanteils die Biomasse als Jahresproduktion).

Um einen Anhalt für die Verhältnisse in der Kieler Bucht zu bekommen, sollen im folgenden die Differenz zwischen höchstem und niedrigstem Biomasse-Wert und der Jahresdurchschnitt der Biomasse bei wichtigen Arten verglichen werden.

3.1. Wichtige Fischnährtiere

Mit Ausnahme der mehrjährigen *Nephtys* und *Cyprina* weisen alle bevorzugten Nährtiere ein deutliches Häufigkeitsminimum und -maximum auf. Bei *Priapulus* konnte wegen des zu geringen Materials keine Überprüfung in dieser Hinsicht erfolgen.

Mindestens die Differenz zwischen den beiden Werten wird während des laufenden Jahres produziert, und zwar sowohl bei einjährigen als auch bei mehrjährigen Formen. Was darüber hinaus erzeugt wird, ist für uns solange nicht zu erfassen, wie wir nicht genaue Zahlen für den Wegfraß durch die Fische und andere Räuber im Benthos haben. Die über den Raubfraß hinausgehende natürliche Sterblichkeit dürfte bei Hauptnährtieren ähnlich gering sein wie in scharf befischten Nutzfischbeständen. Eine Ausnahme in dieser Hinsicht macht *Cyprina islandica*, bei der nur ein Teil der durch Scherbretter zertrümmerten Tiere von den Fischen verwertet wird.

Vergleicht man (Tab. 6) den so errechneten Minimalwert mit der Biomasse im Jahresdurchschnitt, so zeigt sich, daß die Differenz meist größer als die mittlere Biomasse ist. Für *Abra alba* ergibt sich ein Faktor von 1,7, für *Gastrosaccus* und *Harmothoe* ist er 2, d. h. mindestens die doppelte Biomasse wird als Jahresproduktion erzeugt. *Pectinaria* erreicht sogar einen Faktor von 3. Bei *Diastylis rathkei* entspricht die Mindestproduktion der Biomasse; bei dieser Art ist aber mit Sicherheit der Wegfraß durch die Bodenfische der Kieler Bucht am höchsten. Nur bei *Halicryptus* und *Ophiura* ist die Mindestproduktion geringer als der Jahresdurchschnitt der Biomasse (0,9 bzw. 0,8). Diese Tiere wachsen langsamer als die übrigen hier genannten Arten und sind (*Ophiura* nur vereinzelt?) zudem mehrjährig.

Tabelle 6

Biomasse und Mindestproduktion wichtiger Nährtiere (gesamte Kieler Bucht)

Art	Minimalwert g/m ²	Maximalwert g/m ²	Differenz (Mindest- produktion)	Jahres-Ø Biomasse
<i>Abra alba</i>	4,22	32,11	27,89	16,90
<i>Diastylis rathkei</i>	0,43	1,65	1,22	1,20
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	0,02	0,20	0,18	0,09
<i>Harmothoe sarsi</i>	0,07	0,56	0,49	0,24
<i>Pectinaria koreni</i>	0,03	1,82	1,79	0,56
<i>Halicryptus spinulosus</i>	0,36	1,02	0,66	0,74
<i>Ophiura albida</i>	0,56	1,35	0,79	0,94

Dieser Befund deutet daraufhin, daß die von BLEGVAD (1930) angenommene Mindestproduktion der Nährtiere 1. Klasse zu niedrig war. Der von BLEGVAD angegebene „Jahresdurchschnitt der Biomasse“ basiert immer nur auf zwei Sommerwerten (wenn auch aus mehreren Jahren), erfaßt also — wenn die Verhältnisse im Kattegatt den unseren ähnlich sind — nicht das Maximum der Benthosentwicklung.

Legt man die oben in Tab. 5 aufgeführten m²-Werte der Hauptnährtiere zugrunde und nimmt an, daß bei den mehrjährigen, aber schnellwüchsigen Polychäten *Nephtys* und *Pherusa* tatsächlich die Biomasse der Jahresproduktion entspricht, so ergibt sich für die *Abra alba*-Zönose als jährliche Mindestproduktion ein Gewicht von 42,9 g/m² an Hauptnährtieren ohne *Cyprina*. Die Verteilung auf die einzelnen Arten ist aus Tab. 7 zu entnehmen.

Tabelle 7
Jährliche Mindestproduktion an wichtigen Nährtieren in der *Abra*-Zönose der Kieler Bucht

Art	Jahresproduktion g/m ²
<i>Abra alba</i>	31,1
<i>Nephtys spp.</i>	6,1
<i>Harmothoe sarsi</i>	0,6
<i>Pectinaria koreni</i>	1,8
<i>Pherusa plumosa</i>	0,2
<i>Diastylis rathkei</i>	1,4
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	0,1
<i>Halicryptus spinulosus</i>	0,8
<i>Ophiura albida</i>	0,8

3.2. Nicht nutzbare Bodentiere

Wie aus der Darstellung des unverwertbaren Benthosanteils (Abb. 3) ersichtlich wurde, ist der Jahresgang dieser Arten (meist *Astarte*) nicht so klar ausgeprägt wie der der einjährigen Bodentiere. Offenbar sterben auch im Sommer viele Adulte — vielleicht wegen schlechter Wasserverhältnisse — ab. Im November wird das Höchstgewicht pro m² erreicht. Die Hauptwachstumsperiode der Jungtiere scheint zwischen September und November zu liegen.

Da diese Benthosgruppe nicht als Fischnahrung dient, bleiben nur natürliches Absterben und der Wegfraß durch Seesterne als Zehrungsfaktoren übrig; der letztere wird im *Abra*-Gebiet relativ unbedeutend sein. Die natürliche Sterblichkeit (ohne Raubfraß) dürfte, wie aus den sinkenden Werten von März bis September zu ersehen ist, im Jahr 1968 mindestens 50% der Biomasse betragen haben.

Die jährliche Mindestproduktion an wertlosen Bodentieren ist um ein Sechstel niedriger als die mittlere Biomasse. Daraus ergibt sich für die *Abra alba*-Zönose eine Jahres-Minimalproduktion unverwertbarer Bodentiere von 42,9 g/m², d. h. gleich viel wie bei den guten Nährtieren.

3.3. Wenig genutzte Bodentiere

Diese Gruppe ist sehr inhomogen. Neben Polychäten mit einem deutlichen Jahresmaximum, die wie einjährige Hauptnährtiere eine wesentlich höhere Produktion als Biomasse aufweisen (*Terebellides stroemi*), stehen mehrjährige, langsamwüchsige Muscheln

(*Aloidis gibba*), die den *Astarte*-Arten zu vergleichen sind. Ich nehme daher für die folgenden Berechnungen an, daß bei dieser Benthosgruppe die Produktion der mittleren Biomasse entspricht. Als Wert wurden oben für die *Abra*-Zönose 11,9 g/m² genannt.

Insgesamt ergibt sich damit für das *Abra*-Gebiet eine jährliche Gesamtmindestproduktion von 97,7 g/m² gegenüber einer Biomasse von 93,4 g/m² (ohne *Cyprina*).

3.4. *Cyprina islandica*

Die Berechnung der Produktion der mehrjährigen, relativ langsamwüchsigen Islandmuschel wird dadurch erheblich behindert, daß kein Jahresgang in der Biomasse festzustellen ist. Das bedeutet, daß die Jahresproduktion etwa die gleiche Höhe haben muß wie der Verlust durch Wegfraß, Fischerei und natürliches Absterben; diese Faktoren sind aber bislang nicht abzuschätzen. So bleibt nur die Lösung, die jährliche Mindestproduktion von *Cyprina* in gleicher Weise wie bei dem nicht nutzbaren Benthosanteil, bei dem es sich ja ebenfalls um mehrjährige Formen handelt, aus der mittleren Biomasse abzuschätzen.

Für die *Abra alba*-Zönose ergäbe sich so eine Mindestproduktion von 530 g *Cyprina islandica* pro m² und Jahr.

4. Jährliche Mindestproduktion an Makrobenthos in der *Abra*-Zönose

Legt man die soeben berechnete Produktion pro m² und die Fläche der *Abra*-Zönose (S. 52) zugrunde, so ergibt sich 1968 für diesen Teil der Kieler Bucht eine Mindestproduktion von 82000 t Bodenfauna ohne *Cyprina*. Für die Islandmuschel ergibt die Schätzung weitere 446000 t. Von den 82 · 10⁴ t entfallen je 43,9% auf bevorzugte Nährtiere und unverwertbaren Benthosanteil und 12,2% auf wenig genutzte Bodentiere (Tab. 8).

Tabelle 8

Mindestproduktion an Makrobenthos in der *Abra*-Zönose der Kieler Bucht 1968 (ohne *Cyprina*)

	t	%
Insgesamt	82 000	100,0
Davon:		
Unverwertbar	36 000	43,9
Wenig genutzt	10 000	12,2
Hauptnahrung	36 000*)	43,9
<i>Abra alba</i>	26 155	
<i>Nephtys spp.</i>	5 130	
<i>Harmothoe sarsi</i>	504	
<i>Pectinaria koreni</i>	1 514	
<i>Pherusa plumosa</i>	168	
<i>Diastylis rathkei</i>	1 177	
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	84	
<i>Halicryptus spinulosus</i>	673	
<i>Ophiura albida</i>	673	

*) Unterschied zu Hauptnährtieren (darunter) durch Aufrunden der Zahlen.

Es sei zum Schluß noch einmal betont, daß die errechnete Mindestproduktion ein Minimalwert ist. Die Jahresproduktion bei Nährtieren, die in großen Mengen gefressen werden (z. B. *Diastylis rathkei*), ist mit Sicherheit beträchtlich höher als der hier angegebene Wert, der ja nur das Häuflein der am Jahresende Überlebenden erfaßt. Vielleicht wird es möglich sein, nach der Abschätzung der jährlichen Zehrung durch die verschiedenen Bodenfischbestände der Kieler Bucht zu konkreten Vorstellungen über die Gesamtproduktion und die Gesamtausnutzung im Benthos zu kommen.

Zusammenfassung

Das Makrobenthos der tiefergelegenen Teile der Kieler Bucht (> 10 m Wassertiefe) wurde im Jahr 1968 auf 24 Bodengreiferstationen zweimonatlich erfaßt (Abb. 1), um einen Überblick über die Benthosentwicklung im Laufe eines Jahres zu erhalten.

1. Das Makrobenthos der tiefergelegenen Teile der Kieler Bucht wies im Jahresdurchschnitt 1968 eine Biomasse von 87,5 g/m² auf (ohne *Cyprina islandica* und ohne Berücksichtigung von *Mytilus*-Bänken). Davon entfielen auf Mollusken 84% des Gewichts, auf Polychäten 11%, auf Crustaceen 2% und auf sonstige Bodentiere 3%. *Cyprina islandica* übertraf mit 571 g/m² die Biomasse der übrigen Tiere um ein Vielfaches.

2. Ein Vergleich mit den Benthosuntersuchungen von KÜHLMORGEN-HILLE (1965) und den wenigen Werten HAGMEIERS (1930) aus der Kieler Bucht zeigt, daß die Bodenfauna in diesem Gebiet trotz Fluktuation sowohl in bezug auf die Artenzusammensetzung als auch bezüglich der Gewichtsrelation zwischen den systematischen Hauptgruppen relativ stabil ist.

An wichtigen Veränderungen seit KÜHLMORGEN sind zu vermerken: *Cyprina islandica* ist häufiger geworden. *Terebellides stroemi* hat *Scoloplos armiger* als häufigsten Polychäten verdrängt, *Halicryptus spinulosus* (Priapulida) hat seinen Bestand wesentlich verbessert.

3. In der Biomasse des Makrobenthos ist die Kieler Bucht durchaus den umliegenden Meeresgebieten Nordsee, Kattegatt und Ostsee vergleichbar, teilweise sogar überlegen. Das gleiche gilt nur bezüglich der eigentlichen Ostsee auch für die Artenzahl.

4. Die Bodentiere der Kieler Bucht zeigen einen deutlichen Jahresgang in Anzahl und Gewicht pro Quadratmeter. Im März wird der Tiefstand, im November das Maximum der Anzahl erreicht; für das Gewicht ist der Jahresgang um zwei Monate verzögert: Minimum im Mai, Maximum im Januar.

Nicht alle systematischen Hauptgruppen folgen diesem Jahresgang. Er gilt uneingeschränkt für die Mollusken und, was die Anzahl anbetrifft, auch für die Polychäten, deren Gewicht jedoch durch die mehrjährigen *Nephtys*-Arten stark beeinflusst wird. Bei den Crustaceen folgt auf ein Maximum im Juli (*Diastylis rathkei*) ein schwächeres im November (*Gastrosaccus spinifer*, Amphipoden). Priapuliden haben ein Sommer-, Echinodermen ein Wintermaximum. Bei *Cyprina islandica* ist nur für die Jungtiere ein Jahresgang zu erkennen.

Der Jahresrhythmus einiger wichtiger Nährtiere wird genauer untersucht.

5. Die Kenntnis nächtlicher Vertikalwanderungen ist Voraussetzung für eine sinnvolle Bewertung von Bodengreiferfängen zu verschiedener Tageszeit. Nach Planktonfängen führen in der Kieler Bucht vor allem *Gastrosaccus spinifer*, *Mysis mixta* und *Diastylis rathkei* Vertikalwanderungen durch. *Gastrosaccus* schwimmt häufig bis an die Wasseroberfläche und tritt im ganzen Jahr nachts pelagisch auf, *Diastylis* bleibt meist in tieferen Wasserschichten und findet sich wohl nur zu bestimmten Zeiten im Pelagial; *Mysis* gräbt sich nicht ein, sondern steht über dem Boden. Außer diesen Arten sind *Harmothoe sarsi*, *Crangon crangon* und *Idotea spp.* nicht selten im freien Wasser anzutreffen.

6. Ungleiche Entfernung vom Großen Belt, verschiedenartige Substrate und die topographische Gliederung der Kieler Bucht in Rinnen und Schwellen führen zu großen Unterschieden der Biomasse in den bearbeiteten Fanggebieten. Die produktivsten Fanggebiete sind die Vejsnäs Rinne (incl. Randgebiete), Millionenviertel und Süderfahrt; die Hohwachter Bucht nimmt eine Mittelstellung ein; die schwächste Biomasse ist im Westen des Untersuchungsgebiets zu finden (Dorschmulde und Boknis Eck).

7. Die Biomasse allein bestimmt noch nicht den Wert eines Gebiets als Weidegrund. Gerade bei Stationen mit einem besonders hohen Bodentiergewicht ist der völlig unverwertbare Benthosanteil (meist *Astarte*-Arten) am größten. Das eigentliche Nährtier-Angebot ist somit sehr viel gleichmäßiger, als die Biomasse vermuten läßt. Eine Ausnahme in dieser Hinsicht machen die Flachgebiete.

8. Klammert man die *Astarte*-Arten aus, so entfallen meist zwei Drittel bis vier Fünftel der Biomasse auf den Untersuchungsstationen auf wenige Arten; darunter sind wichtige Nährtiere häufig gut vertreten. Die beste Relation Nährtiere : Rest besteht in den tiefen Rinnen (Boknis und Vejsnäs Rinne), deren sonst schwache Biomasse somit relativ aufgewertet wird.

9. Für die *Abra alba*-Zönose der Kieler Bucht allein errechnet sich eine durchschnittliche Biomasse von 93,4 g/m² ohne *Cyprina*. Davon entfallen 55,1% auf unverwertbare Bodentiere (*Astarte*-Arten, große *Asterias* und *Metridium*), 32,1% auf wichtige Fischnahrung und 12,8% auf weniger bedeutende Nährtiere. *Cyprina islandica* (> 15 mm) erreicht mit 635,9 g pro m² fast den siebenfachen Wert aller anderen Bodentiere zusammen.

Das Verhältnis von nutzbaren zu nutzlosen Bodentieren ist damit in der Kieler Bucht wesentlich günstiger als im Kattegatt (PETERSEN, 1915).

10. Für eine Reihe von Nährtieren kann die jährliche Mindestproduktion berechnet werden. Sie entspricht der Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten Biomasse-Wert im Laufe des Jahres. Da auf diese Weise nur die tatsächlich überlebenden, nicht aber die inzwischen gefressenen Nährtiere erfaßt werden, muß die tatsächliche Produktion zumindest bei Hauptnährtieren erheblich höher sein als dieser Wert.

Bei den einjährigen, schnellwüchsigen Hauptnährtieren beläuft sich schon die jährliche Mindestproduktion meist auf das 1,5 bis 3fache der durchschnittlichen Biomasse. Für mehrjährige, aber schnellwüchsige Formen wie *Nephtys spec.* dürfte die Mindestproduktion etwa der mittleren Biomasse entsprechen; bei nur wenigen guten Nährtieren (*Halioryctus spinulosus*, *Ophiura albida*) ist sie geringer. Bei den nicht nutzbaren oder wenig genutzten Benthosanteilen dürfte die Mindestproduktion etwa die gleiche Höhe wie die mittlere Biomasse haben.

Insgesamt ergibt sich für die *Abra*-Zönose der Kieler Bucht eine Mindestproduktion von ca. 98 g/m² ohne *Cyprina* gegenüber einer mittleren Biomasse von 93,4 g/m². Die Produktion setzt sich zusammen aus je 43 g Hauptnährtieren und unverwertbaren Bodentieren und 12 g wenig genutztem Benthosanteil.

Unter der Voraussetzung, daß *Cyprina islandica* wie die anderen mehrjährigen, langsamwüchsigen Bodentiere eine etwas geringere Mindestproduktion als Biomasse hat, würden jährlich pro Quadratmeter zusätzlich zum obigen Wert mindestens 530 g Isländermuscheln produziert.

11. Als Ausdehnung der *Abra alba*-Zönose in der Kieler Bucht wurden 245 Quadratmeilen errechnet (Abb. 16). Daraus ergibt sich für 1968 eine jährliche Mindestproduktion von 82000 t Bodenfauna (davon je 36000 t wertloser Anteil und Hauptnahrung sowie 10000 t wenig genutzte Bodentiere) und von weiteren 446000 t *Cyprina islandica*. Die Mindestproduktion der einzelnen Hauptnährtiere geht aus Tab. 8 hervor.

Summary

A study of macrobenthos in the deeper parts (> 10 m) of Kiel Bay was conducted every two months in 1968 at 24 bottom grab stations. The average annual biomass of these areas was 87.5 g/m² (except *Cyprina islandica* and *Mytilus* banks). Molluscs accounted for 84%, polychaetes for 11%, crustaceans for 2%, and other bottom invertebrates for 3% of the total weight. *Cyprina islandica* with a biomass of 571 g/m² exceeded that of the other animals several times. Comparisons with earlier benthos investigations (KÜHLMORGEN-HILLE, 1965) show a long term stability of macrobenthos with regard to species composition and relation between the major groups.

The biomass in the 6 areas investigated is very variable. The most productive areas are Vejsnäs Rinne, Millionenviertel and Süderfahrt; Hohwacht Bay occupies an intermediary position; Dorschmulde and Boknis Eck show the lowest biomass. Stations with a high weight of bottom fauna, however, had also the highest percentage of non-utilizable animals (mostly *Astarte spec.*) and the lowest share of animals preferred by the fish. Thus the food supply in Kiel Bay is more uniform than might be concluded from the biomass.

The bottom invertebrates show a distinct annual cycle: the numbers of molluscs and polychaetes were lowest and highest in March and November respectively, the minima and maxima in weight were reached two months later. The less important systematical groups had different annual cycles.

Nocturnal vertical migrations, particularly by *Gastrosaccus spinifer* and *Diastylis rathkei*, may lead to erroneous values in bottom grab samples taken at different times of the day.

The minimum total production of macrobenthos in the *Abra alba*-coenosis (i. e. the difference between the highest and lowest biomass figure found in this area during 1968) amounted to some 98 g/m² (except *Cyprina*), while the average biomass was 93.4 g/m². Of this minimum production about 43 g were 1st class fish food, another 43 g non-utilizable bottom invertebrates, and 12 g con-

sisted of animals rarely eaten by the fish. Additionally, some 530 g of *Cyprina islandica* per m² were produced. From these figures, a total minimum production of 446 000 tons of *Cyprina* and of 82 000 tons of other bottom invertebrates was calculated for the *Abra alba*-coenosis of Kiel Bay in 1968.

Literaturverzeichnis

- ARNDT, E. A., 1964: Tiere der Ostsee. Neue Brehm-Bücherei 328, 199 S.
- ARNTZ, W., 1970: Das Makrobenthos der Kieler Bucht im Jahr 1968 und seine Ausnutzung durch die Kliesche (*Limanda limanda* L.). Diss. Kiel, 167 S.
- ARNTZ, W. und W. WEBER, 1970: *Cyprina islandica* L (Mollusca, Bivalvia) als Nahrung von Dorsch und Kliesche in der Kieler Bucht. Ber. dt. Wiss. Kommn. Meeresforsch. 21, 193—209.
- AUGENER, H., 1940: Beitrag zur Polychaetenfauna der Ostsee. Kieler Meeresforsch. 3, 133—147.
- BANSE, K., 1955: Zum Transport von meroplanktischen Larven aus dem Kattegatt in die Kieler Bucht. Diss. Kiel, 126 S.
- BANSE, K., 1964: On the Vertical Distribution of Zooplankton in the Sea. Progr. Oceanogr. 2, 53—125.
- BLEGVAD, H., 1916: On the Food of Fishes in the Danish Waters within the Skaw. Rep. Danish biol. Sta. 24, 19—72.
- BLEGVAD, H., 1922: On the Biology of some Danish Gammarids and Mysids. Rep. Danish biol. Sta. 28, 1—103.
- BLEGVAD, H., 1925: Continued Studies on the Quantity of Fish Food in the Sea Bottom. Rep. Danish biol. Sta. 31, 27—56.
- BLEGVAD, H., 1928: Quantitative Investigations of Bottom Invertebrates in the Limfjord 1910—1927 with Special Reference to the Plaice Food. Rep. Danish biol. Sta. 34, 33—52.
- BLEGVAD, H., 1930: Quantitative Investigations of the Bottom Invertebrates in the Kattegatt with Special Reference to the Plaice Food. Rep. Danish biol. Sta. 36, 3—55.
- BLEGVAD, H., 1951: Fluctuations in the Amounts of Food Animals of the Bottom of the Limfjord in 1928—1950. Rep. Danish biol. Sta. 53, 3—16.
- BLUHM, P., 1954: Fangplätze und Fangmethoden vor der Schleswig-Holsteinischen Ostküste. Fischwirtschaft 6, 37—38.
- BOYSEN-JENSEN, P., 1919: Valuation of the Limfjord. I. Studies on the Fish Food in the Limfjord 1909—1917, its Quantity, Variation and Annual Production. Rep. Danish biol. Sta. 26, 1—44.
- BRANDT, K., 1897: Die Fauna der Ostsee, insbesondere die der Kieler Bucht. Verh. dtsch. zool. Ges. 7, 10—34.
- CUSHING, D. H., 1951: The Vertical Migration of Planktonic Crustacea. Biol. Rev. 26, 158—192.
- DEMEL, K. und Z. MULICKI, 1959: Quantitative Studies on the Near-Bottom Southern Baltic Fauna. Prace morsk.-Inst. ryback. Gdyni 10, 19—35.
- DEMEL, K. und Z. MULICKI, 1964: Quantitative Investigations on the Biological Bottom Productivity of the South Baltic. Prace morsk.-Inst. ryback. Gdyni 7, 76—109.
- DORNHEIM, H., 1968: Beiträge zur Biologie der Garnele *Crangon crangon* (L.) in der Kieler Bucht. Diss. Kiel, 130 S.

- FAGE, L., 1932: Migrations verticales périodiques des animaux benthiques littoraux. Rapp. P.-v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer **85**, 60—69.
- FAUVEL, P., 1923: Polychètes errantes. Faune de France **5**, 488 S.
- FAUVEL, P., 1927: Polychètes sédentaires. Faune de France **16**, 494 S.
- FORD, E., 1925: On the Growth of some Lamellibranchs in Relation to the Food-Supply of Fishes. J. Mar. biol. Ass. U.K. **13**, 531—559.
- FRIEDRICH, H., 1938: Polychaeta. In GRIMPE-WAGLER, TNO, VIb, 200 S.
- HAGMEIER, A., 1930: Die Bodenfauna der Ostsee im April 1929. Ber. dt. Wiss. Kommn. Meeresforsch. **5**, 156—173.
- HARDY, A., 1959: The Open Sea II (Fish and Fisheries). The New Naturalist, London, 322 S.
- JÄCKEL, S. H., 1952: Die Muscheln und Schnecken der deutschen Meeresküsten. Die Neue Brehm-Bücherei, Leipzig, 67 S.
- JENSEN, A. J. C., 1928: The Relation between the Size of the Plaice Stock and the Quantity of „First Class Plaice Food“ in Certain Parts of the Limfjord. Rep. Danish biol. Sta. **34**, 87—98.
- KRÜGER, K., 1940: Amphipodenfunde in der westlichen Ostsee. Kieler Meeresforsch. **3**, 263f.
- KRÜGER, K., 1940: Zur Lebensgeschichte der Cumacee *Diastylis rathkei* (Kröyer) in der westlichen Ostsee. Kieler Meeresforsch. **3**, 374—402.
- KRUG, J., 1963: Erneuerung des Wassers in der Kieler Bucht im Verlaufe eines Jahres am Beispiel 1960/61. Kieler Meeresforsch. **19**, 158—174.
- KÜHLMORGEN-HILLE, G., 1962: Die jahreszeitlichen Veränderungen in der Bodenfauna der Kieler Bucht. Diss. Kiel, 99 S.
- KÜHLMORGEN-HILLE, G., 1963: Quantitative Untersuchungen der Bodenfauna in der Kieler Bucht und ihre jahreszeitlichen Veränderungen. Kieler Meeresforsch. **19**, 42—66.
- KÜHLMORGEN-HILLE, 1965: Qualitative und quantitative Veränderungen der Bodenfauna der Kieler Bucht in den Jahren 1953—1965. Kieler Meeresforsch. **21**, 167—191.
- MEUNIER, K., 1930: Zur Verbreitung, Formenbildung und Ökologie von *Harmothoe sarsi*. Wiss. Meeresuntersuch. Helgoland N.F. **18**, 1—21.
- MEYER, H. A. und K. MÖBIUS, 1865/72: Fauna der Kieler Bucht I + II. Leipzig, 227 S.
- MORTENSEN, TH. und J. LIEBERKIND, 1928: Echinoderma. In: GRIMPE-WAGLER, TNO, 128 S.
- NIERSTRASZ, H. F. & J. H. SCHUURMANS STEKHOVEN JR., 1930: Isopoda. In: GRIMPE-WAGLER, TNO, Xc, 128 S.
- OHM, G., 1964: Die Besiedlung der Fucus-Zone der Kieler Bucht und der westlichen Ostsee unter besonderer Berücksichtigung der Mikrofauna. 6. Die Makrofauna. Kieler Meeresforsch. **20**, 60—63.
- PETERSEN, C. G. J., 1915: A Preliminary Result of the Investigations on the Valuation of the Sea. Rep. Danish biol. Sta. **23**, 29—32.
- PETERSEN, C. G. J., 1918: The Sea Bottom and Its Production of Fish Food. Rep. Danish biol. Sta. **25**, 1—62.
- POULSEN, E. M., 1951: Changes in the Frequency of Larger Bottom Invertebrates in the Limfjord in 1927—50. Rep. Danish biol. Sta. **53**, 17—35.
- REIBISCH, J., 1914: Die Bodenfauna von Nord- und Ostsee. Verh. dtsh. zool. Ges. **24**, 221—235.
- REMANE, A., 1940: Einführung in die zoologische Ökologie der Nord- und Ostsee. In: GRIMPE-WAGLER, TNO, Ia, 238 S.

- RUSSELL, F. S., 1925: The Vertical Distribution of Marine Macroplankton. An Observation on Diurnal Changes. J. Mar. biol. Ass. U.K. N.S. 13, 769—809.
- SHELLENBERG, A., 1934: Zur Amphipodenfauna der Kieler Bucht. Schr. Naturw. Ver. Sch.-Holst. 20, 129—144.
- SCHLIEPER, C., 1927: *Stylarioides plumosus*. Z. Morph. Ökol. Tiere 7, 317—383.
- SCHULZ, S., 1968: Rückgang des Benthos in der Lübecker Bucht. Monatsber. Dt. Akad. Wissensch. Berlin 10, 748—754.
- SCHULZ, S., 1969a: Benthos and Sediment in der Mecklenburger Bucht. Beitr. Meeresk. 24, 15—55.
- SCHULZ, S., 1969b: Das Makrobenthos der südlichen Beltsee (Mecklenburger Bucht und angrenzende Seegebiete). Beitr. Meeresk. 26, 21—46.
- SCHWENKE, H., 1964: Vegetation und Vegetationsbedingungen in der westlichen Ostsee (Kieler Bucht). Kieler Meeresforsch. 20, 157—168.
- SEGERSTRALE, S. G., 1960: Investigations on Baltic Populations of the Bivalve *Macoma baltica* (L.) I. Comment. biol., Helsinki, 23, 72 S.
- STEPHENSON, K., 1929: Amphipoda. In: GRIMPE-WAGLER, TNO, Xf, 187 S.
- STRESEMANN, E., 1961: Exkursionsfauna von Deutschland I. Wirbellose mit Ausschluß der Insekten. Berlin 1963, 494 S.
- STRIPP, K., 1969 a: Jahreszeitliche Fluktuation von Makrofauna und Meiofauna in der Helgoländer Bucht. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven 12, 65—94.
- STRIPP, K., 1969 b: Die Assoziationen des Benthos in der Helgoländer Bucht. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven 12, 95—142.
- STRIPP, K., 1969 c: Das Verhältnis von Makrofauna und Meiofauna in den Sedimenten der Helgoländer Bucht. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven 12, 143—148.
- THORSON, G., 1946: Reproduction and Larval Development of Danish Marine Bottom Invertebrates. Medd. Komm. Havundersg., Kbh. (Plankt.) 4, 523 S.
- THORSON, G., 1952: Zur jetzigen Lage der marinen Bodentierökologie. Verh. dtsh. zool. Ges. 1951, 276—327.
- THORSON, G., 1956: Marine Level-Bottom Communities of Recent Seas, Their Temperature Adaption and Their „Balance“ between Predators and Food Animals. Trans. N.Y. Acad. Sci. Ser. II, 18, 693—700.
- ZIEGELMEIER, E., 1957: Die Muscheln (Bivalvia) der deutschen Meeresgebiete. Helgoländer wiss. Meeresunters. 6, 1—56.
- ZIEGELMEIER, E., 1963: Das Makrobenthos im Ostteil der Deutschen Bucht nach qualitativen und quantitativen Bodengreiferuntersuchungen in der Zeit von 1949—1960. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh., Sonderband 3. Meeresbiol. Symposium, 101—114.
- ZIEGELMEIER, E., 1964: Einwirkungen des kalten Winters 1962/63 auf das Makrobenthos im Ostteil der Deutschen Bucht. Helgoländer wiss. Meeresunters. 10, 276—282.
- ZIEGELMEIER, E., 1966: Die Schnecken (Gastropoda, Prosobranchia) der deutschen Meeresgebiete und brackigen Küstengewässer. Helgoländer wiss. Meeresunters. 13, 1—61.
- ZIMMER, C., 1933: Cumacea. In: GRIMPE-WAGLER, TNO, Xg, 50 S.
- ZIMMER, C., 1933: Mysidacea. In: GRIMPE-WAGLER, TNO, Xg, 65 S.



Tabelle 9
Liste der Bodengreiferstationen in der Kieler Bucht

Gebiet	Stations-Nr.	Substrat ¹⁾	Tiefe (m)	Koordinaten	Decca
Boknis Eck	1	H ₂ S-Schlick	28	54° 31,8' N 10° 02,9' E	H 15,0 A 34,5
Boknis Eck	2	H ₂ S-Schlick	24	54° 33,0' N 10° 06,6' E	H 16,7 A 30,0
Boknis Eck	3	Schlick mit wenig H ₂ S	22	54° 34,0' N 10° 09,9' E	H 18,3 J 44,0
Boknis Eck	4	Schlickiger Grobsand	17	54° 33,3' N 10° 04,3' E	H 14,0 A 32,0
Boknis Eck	5	Sand	7	54° 31,9' N 10° 10,6' E	H 22,0 J 45,0
Dorschmulde	6	Schlickiger Feinsand	21	54° 37,4' N 10° 18,4' E	H 22,0 J 33,0
Dorschmulde	7	Schlickiger Feinsand	20	54° 37,0' N 10° 22,0' E	I 2,0 J 30,0
Vejsnäs Rinne	8	Schlick mit wenig H ₂ S	30	54° 42,0' N 10° 18,7' E	H 15,0 I 46,0
Vejsnäs Rinne	9	Grobs. Schlick mit wenig H ₂ S	27	54° 41,5' N 10° 24,6' E	H 22,0 I 41,0
Vejsnäs Rinne	10	(aufgegeben)			
Vejsnäs Rinne	11	Sand	10	54° 44,5' N 10° 26,3' E	H 19,0 I 36,0
Vejsnäs Rinne	12	Schl. Grobsand mit Steinen	18	54° 40,0' N 10° 24,2' E	I 0,0 I 43,0
Vejsnäs Rinne	13	Schlickiger Grobsand	17	54° 42,5' N 10° 21,4' E	H 17,0 I 43,0
Millionenviertel	14	Schlickiger Feinsand	23	54° 38,3' N 10° 39,6' E	I 20,4 I 31,0
Millionenviertel	15	Grobs. Schlick	24	54° 36,9' N 10° 40,3' E	I 23,0 I 32,0
Millionenviertel	16	Schlickiger Feinsand	23	54° 35,3' N 10° 40,8' E	J 1,8 I 33,0
Millionenviertel	17	Schlickiger Feinsand	17	54° 36,7' N 10° 38,1' E	I 21,0 I 34,0
Süderfahrt	18	Schlickiger Feinsand	22	54° 32,6' N 10° 42,1' E	J 7,0 I 34,8
Süderfahrt	19	Schlickiger Feinsand	22	54° 32,7' N 10° 45,9' E	J 11,7 I 31,7
Süderfahrt	20	Grobs. Schlick mit Steinen	21	54° 32,7' N 10° 48,0' E	J 14,3 I 30,0
Süderfahrt	21	Mergel mit Geröll und Sand	15	54° 30,4' N 10° 49,6' E	J 19,0 I 31,0
Hohwachter Bucht	22	Feinsandiger Schlick	18	54° 27,1' N 10° 33,3' E	J 4,0 I 46,8
Hohwachter Bucht	23	Feinsandiger Schlick	19	54° 26,1' N 10° 40,4' E	J 13,0 I 42,0
Hohwachter Bucht	24	Feinsandiger Schlick	17	54° 23,2' N 10° 44,5' E	J 21,0 I 41,3
Hohwachter Bucht	25	Schlick	18	54° 24,5' N 10° 36,9' E	J 11,0 I 46,0

¹⁾ Substratbezeichnungen (visueller Eindruck), teilweise nach KÜHLMORGEN-HILLE, 1965.

Tabelle 10
Liste der in Greifern gefangenen Bodentiere
Anzahl pro 3/10 m² (3 Greifer), Σ aller Stationen

Monat	III. 68	V	VII	IX	XI	I. 69	Σ
MOLLUSCA, BIVALVIA:							
<i>Nucula tenuis</i> (MONTAGU)	2	10	1	2	2	3	20
<i>Crenella decussata</i> (MONTAGU)	3	3	2	—	3	3	14
<i>Modiolus modiolus</i> (LINNE)	—	—	2	—	—	—	2
<i>Musculus discors</i> (LINNE)	—	—	1	4	—	—	5
<i>Musculus niger</i> (GRAY)	33	16	27	55	25	48	204
<i>Mytilus edulis</i> LINNE	11	124	4 090	465	1 139	1 781	7 610
<i>Astarte borealis</i> (CHEMNITZ)	255	167	119	159	303	125	1 128
<i>Astarte elliptica</i> (BROWN)	59	57	54	29	116	61	376
<i>Astarte montagui</i> (DILLWYN)	601	726	475	468	1 129	683	4 082
<i>Montacuta bidentata</i> (MONTAGU)	126	227	125	157	606	266	1 507
<i>Cardium fasciatum</i> (MONTAGU)	64	181	127	85	207	59	723
<i>Cyprina islandica</i> (LINNE)	119	134	216	142	147	189	947
<i>Abra alba</i> (WOOD)	1 134	293	634	1 777	2 053	2 721	8 612
<i>Macoma baltica</i> (LINNE)	29	82	97	159	199	219	785
<i>Macoma calcarea</i> (CHEMNITZ)	37	55	83	71	94	110	450
<i>Angulus tenuis</i> DA COSTA	14	15	38	18	6	17	108
<i>Phaxas pellucidus</i> (PENNANT)	7	—	—	1	21	15	44
<i>Saxicava arctica</i> (LINNE)	1	—	1	3	3	—	8
<i>Aloidis gibba</i> (OLIVI)	7	32	32	50	130	66	317
<i>Mya arenaria</i> LINNE	15	34	62	274	521	66	972
<i>Mya truncata</i> LINNE	32	12	8	16	26	28	122
MOLLUSCA, PLACOPHORA:							
<i>Lepidochiton cinereus</i> (LINNE)	1	—	3	—	—	—	4
MOLLUSCA, GASTROPODA:							
<i>Lacuna divaricata</i> (FABRICIUS)	2	—	1	—	—	—	3
<i>Hydrobia ulvae</i> (PENNANT)	71	468	1 035	264	395	555	2 788
<i>Onoba striata</i> (J. ADAMS)	2	3	—	6	1	1	13
<i>Littorina saxatilis</i> (OLIVI)	7	36	17	29	12	3	94
<i>Bittium reticulatum</i> (DA COSTA)	12	13	3	6	2	1	37
<i>Trophonopsis clathratus</i> (LINNE)	—	—	nur 1 in Zwischenproben				(1)
<i>Buccinum undatum</i> LINNE	2	—	2	1	—	—	5
<i>Acera bullata</i> MÜLLER	—	—	—	—	—	1	1
<i>Retusa obtusa</i> (MONTAGU)	—	—	—	—	1	—	1
<i>Retusa truncatula</i> (BRUGUIERE)	2	3	5	3	22	26	61
POLYCHAETA:							
<i>Polynoe kinbergi</i> (MALMGREN)	—	—	—	—	—	1	1
<i>Lepidonotus squamatus</i> (LINNE)	3	1	—	2	1	1	8
<i>Gattyana cirrosa</i> (PALLAS)	—	—	—	6	4	2	12
<i>Harmothoe imbricata</i> LINNE	2	—	10	33	30	16	91
<i>Harmothoe impar</i> JOHNSTON	—	—	4	12	25	19	60
<i>Harmothoe sarsi</i> (KINBERG)	8	60	110	57	49	18	302
<i>Sthenelais boa</i> (JOHNSTON)	—	4	21	11	10	4	50
<i>Pholoe minuta</i> (O. FABRICIUS)	1	—	—	—	1	—	2
<i>Anaitides mucosa</i> (ÖRSTED)	—	2	2	2	24	26	56
<i>Myra barbata</i> MALMGREN	—	—	—	3	2	7	12
<i>Eleone longa</i> (FABRICIUS)	1	3	4	35	13	23	79
<i>Castalia punctata</i> (O. F. MÜLLER)	—	—	3	19	32	26	80
<i>Nereis pelagica</i> LINNE	—	—	—	3	—	1	4
<i>Platynereis dumerili</i> AUDOUIN & M.-E.	—	—	—	—	1	2	3
<i>Nephtys</i> spp.	234	275	244	310	292	349	1 704
<i>Glycera capitata</i> (ÖRSTED)	—	—	—	1	—	—	1
<i>Scoloplos armiger</i> (O. F. MÜLLER)	96	228	188	237	382	514	1 645

Anzahl pro 3/10 m² (3 Greifer), Σ aller Stationen

Monat	III. 68	V	VII	IX	XI	I. 69	Σ
<i>Polydora ciliata</i> (JOHNSTON)	—	—	7	2	—	5	14
<i>Spionidae spp.</i>			keine Zahlen				
<i>Disoma multisetosum</i> ÖRSTED	27	30	3	22	8	4	94
<i>Paraonis spp.</i>	—	2	54	20	3	1	80
<i>Aricidea suecica</i> ELIASON	—	15	4	7	8	1	35
<i>Cirratulus cirratus</i> (O. F. MÜLLER)	—	—	—	—	—	1	1
<i>Brada villosa</i> RATHKE	10	4	9	7	8	1	39
<i>Pherusa plumosa</i> (O. F. MÜLLER)	11	3	7	23	29	24	97
<i>Scalibregma inflatum</i> RATHKE	—	—	—	1	5	7	13
<i>Travisia forbesii</i> JOHNSTON	1	—	2	16	3	—	22
<i>Ophelia limacina</i> (RATHKE)	—	—	1	1	—	—	2
<i>Capitella capitata</i> (FABRICIUS)	14	59	62	57	38	93	323
<i>Rhodine spp.</i>			keine Zahlen				
<i>Pectinaria koreni</i> (MALMGREN)	12	6	25	88	198	195	524
<i>Amphicteis gunneri</i> (SARS)	—	2	14	42	34	14	106
<i>Terebellides stroemi</i> SARS	79	76	285	931	1 887	1 687	4 945
<i>Fabricia sabella</i> (EHRENBERG)	—	—	—	1	—	—	1
<i>Euchone papillosa</i> (SARS)	—	1	13	8	15	16	53
CRUSTACEA, AMPHIPODA:							
<i>Ampelisca macrocephala</i> LILLJEBORG	—	—	—	—	1	2	3
<i>Bathyporeia pilosa</i> LINDSTRÖM	33	38	19	150	139	182	561
<i>Pontoporeia femorata</i> KRÖYER	—	—	1	—	—	—	1
<i>Protomedea fasciata</i> KRÖYER	—	—	—	2	8	12	22
<i>Cheirocratus sundevalli</i> (RATHKE)			nur 5 in Zwischenproben				(5)
<i>Phoxocephalus holbölli</i> (KRÖYER)	83	80	140	73	168	59	603
<i>Dexamine spinosa</i> (MONTAGU)	—	—	1	6	—	5	12
<i>Gammarus locusta</i> LINNE	—	—	—	—	4	1	5
<i>Gammarellus homari</i> (FABRICIUS)	—	—	4	—	1	—	5
<i>Microdeutopus spec.</i>	—	—	1	40	134	128	303
<i>Corophium crassicorne</i> BRUZELIUS	15	12	12	6	45	27	117
<i>Corophium volutator</i> (PALLAS)	—	—	1	2	9	2	14
<i>Dulichia spec.</i>	—	—	23	—	2	—	25
<i>Phtisica marina</i> SLABBER	—	—	—	1	1	1	3
<i>Caprella linearis</i> LINNE	—	—	6	13	—	1	20
<i>Hyperia galba</i> MONTAGU	—	—	—	6	—	—	6
CRUSTACEA, ISOPODA:							
<i>Idotea baltica</i> (PALLAS)	—	—	—	1	—	9	10
<i>Idotea viridis</i> (SLABBER)	—	—	14	1	—	1	16
<i>Eurydice pulchra</i> LEACH	—	—	—	1	—	—	1
CRUSTACEA, CUMACEA:							
<i>Diastylis rathkei</i> (KRÖYER)	188	458	1 118	790	644	457	3 655
<i>Eudorellopsis deformis</i> (KRÖYER)	7	—	40	12	110	63	232
<i>Pseudocuma similis</i> SARS			nur 1 in Zwischenproben				(1)
<i>Lamprops fasciata</i> SARS	—	—	1	—	—	—	1
CRUSTACEA, MYSIDACEA:							
<i>Gastrosaccus spinifer</i> GOES	31	13	21	75	118	34	292
CRUSTACEA, DECAPODA:							
<i>Crangon crangon</i> (LINNE)	—	—	—	—	—	1	1
PRIAPULIDA:							
<i>Priapulus caudatus</i> LAMARCK	—	—	—	2	1	3	6
<i>Halicryptus spinulosus</i> V. SIEBOLD	20	30	81	96	81	52	360

Anzahl pro 3/10m² (3 Greifer, Σ aller Stationen)

Monat	III. 68	V	VII	IX	XI	I. 69	Σ
ECHINODERMATA:							
<i>Asterias rubens</i> (LINNE)	—	3	3	19	50	52	127
<i>Ophiura albida</i> FORBES	252	244	153	127	165	142	1 083
<i>Echinocyamus pusillus</i> (O. F. MÜLLER)	3	—	—	1	3	—	7
<i>Thyonidium pellucidum</i> (FLEMMING) .	2	—	3	1	2	1	9
PISCES:							
<i>Pomatoschistus minutus</i> (PALLAS). . .	—	—	—	—	3	—	3
<i>Aphia minuta</i> (RISSO)	—	—	—	—	—	1	1
<i>Ammodytes tobianus</i> LINNE	—	—	—	—	—	1	1
COELENTERATA, ANTHOZOA:							
<i>Metridium senile</i> (LINNE)	—	—	—	—	1	2	3
undet.	56	52	54	54	80	53	349
PLATHELMINTHES, POLYCLADA:							
undet.	—	—	—	—	2	1	3
NEMERTINI:							
undet.	2	2	7	20	16	10	57

Tabelle 11
Anteil der systematischen Hauptgruppen am Makrobenthos der Kieler
Bucht (Jahresgang)

a) Anzahl

Monat		Mollusca	Poly- chaeta ¹⁾	Crusta- cea	Priapulida	Echi- nod.	Antho- zoa	Nemer- tini
	n/m ² , Σ aller Stat. . .	9 537	1 693	392	248	848	185	7
III.	davon unverwertbar ²⁾	3 043	—	—	—	—	—	—
68	Rest (Nährtiere) . . .	6 494	1 693	392	248	848	185	7
	∅ n/m ² ³⁾	271	71	16	10	35	8	(—)
	n/m ² , Σ aller Stat. . .	9 266	2 620	2 185	340	832	182	10
V.	davon unverwertbar . .	3 452	—	—	—	7	—	—
68	Rest (Nährtiere) . . .	5 814	2 620	2 185	340	825	182	10
	∅ n/m ²	242	109	91	14	34	8	(—)
	n/m ² , Σ aller Stat. . .	11 266	3 703	5 356	307	535	264	23
VII.	davon unverwertbar . .	2 749	—	—	—	—	—	—
68	Rest (Nährtiere) . . .	8 517	3 703	5 356	307	535	264	23
	∅ n/m ²	355	154	223	13	22	11	1
	n/m ² , Σ aller Stat. . .	12 418	6 059	3 802	320	505	178	66
IX.	davon unverwertbar . .	2 617	—	—	—	—	—	—
68	Rest Nährtiere) . . .	9 801	6 059	3 802	320	505	178	66
	∅ n/m ²	408	252	158	13	21	7	3
	n/m ² , Σ aller Stat. . .	23 120	9 854	4 597	271	726	564	53
XI.	davon unverwertbar . .	5 141	—	—	—	—	3	—
68	Rest (Nährtiere) . . .	17 979	9 854	4 597	271	726	561	53
	∅ n/m ²	749	411	192	11	30	23	2
	n/m ² , Σ aller Stat. . .	17 246	9 804	3 260	185	644	182	33
I.	davon unverwertbar . .	2 868	—	—	—	3	3	—
69	Rest (Nährtiere) . . .	14 378	9 804	3 260	185	641	179	33
	∅ n/m ²	599	409	136	8	27	7	1

¹⁾ Anzahl ohne Spioniden und Maldaniden.

²⁾ *Astarte*-Arten, *Littorina*, große Einzelstücke (*Asterias*, *Metridium*).

³⁾ Nur Nährtiere.

Cyprina islandica > 15 mm sind in dieser Tabelle nicht enthalten.

b) Gewicht

Monat		Mollusca	Poly- chaeta	Crusta- cea	Priapulida	Echi- nod.	Antho- zoa	Nemer- tini
	g/m ² , Σ aller Stat. . . .	1 970,13	140,81	13,33	8,35	37,79	3,50	1,55
III.	davon unverwertbar ¹⁾	1 396,76	—	—	—	—	—	—
68	Rest (Nährtiere)	573,37	140,81	13,33	8,35	37,79	3,50	1,55
	∅ g/m ²	23,89	5,87	0,56	0,35	1,57	0,15	0,06
	g/m ² , Σ aller Stat. . . .	1 401,81	217,21	26,30	13,33	74,68	3,56	1,12
V.	davon unverwertbar . . .	1 069,20	—	—	—	47,85	—	—
68	Rest (Nährtiere)	332,61	217,21	26,30	13,33	26,83	3,56	1,12
	∅ g/m ²	13,86	9,05	1,10	0,56	1,12	0,15	0,05
	g/m ² , Σ aller Stat. . . .	1 197,37	223,44	45,21	26,10	22,08	3,37	8,94
VII.	davon unverwertbar . . .	904,76	—	—	—	—	—	—
68	Rest (Nährtiere)	292,61	223,44	45,21	26,10	22,08	3,37	8,94
	∅ g/m ²	12,19	9,31	1,88	1,09	0,92	0,14	0,37
	g/m ² , Σ aller Stat. . . .	1 426,99	253,21	43,20	27,13	16,01	3,00	3,73
IX.	davon unverwertbar . . .	770,72	—	—	—	—	—	—
68	Rest (Nährtiere)	656,27	253,21	43,20	27,13	16,01	3,00	3,73
	∅ g/m ²	27,34	10,55	1,80	1,13	0,67	0,13	0,16
	g/m ² , Σ aller Stat. . . .	2 664,09	259,31	48,81	19,44	34,65	17,36	8,45
XI.	davon unverwertbar . . .	1 589,94	—	—	—	—	7,82	—
68	Rest (Nährtiere)	1 074,15	259,31	48,81	19,44	34,65	9,54	8,45
	∅ g/m ²	44,76	10,80	2,03	0,81	1,44	0,40	0,35
	g/m ² , Σ aller Stat. . . .	1 912,98	294,03	37,52	20,39	39,77	15,11	12,77
I.	davon unverwertbar . . .	834,34	—	—	—	10,46	12,57	—
69	Rest (Nährtiere)	1 078,64	294,03	37,52	20,39	29,31	2,54	12,77
	∅ g/m ²	44,94	12,25	1,56	0,85	1,22	0,11	0,53

¹⁾ *Astarte*-Arten, *Littorina*, große Einzelstücke (*Asterias*, *Metridium*).

²⁾ Nur Nährtiere.

Cyprina islandica > 15 mm sind in dieser Tabelle nicht enthalten.

Tabelle 12

Nachtfänge von *Gastrosaccus spinifer*, *Mysis mixta* und *Diastylis rathkei* im Pelagial

a) „Nackthai“ XI. 68

Gebiet	Stat.- Nr.	Wasser- tiefe	Uhrzeit	Fangtiefe	Gastro- saccus	n/m ³ Mysis	Diastylis	
Vejsnäs R. (W)	1	29	17.07	0—25—0	0,69	—	—	
Vejsnäs R. (E)	2	32	18.35	0—25—0	3,88	—	0,59	
Vejsnäs R. (E)	2	27	18.50	0—23—0	4,59	+	1,58	
Millionenviertel (N)	3	25	19.43	0—22—0	1,96	—	0,66	
Millionenviertel (N)	3	30	19.58	0—25—0	4,33	—	2,28	
SE Kelds Nor	4	22	20.48	0—17—0	4,54	0,12	0,20	
Großer Belt (S)	5	18	21.47	0—15—0	4,78	—	0,09	
Fehmarnbelt (W)	6	26	23.00	0—22—0	2,92	0,21	0,52	
Fehmarnbelt (W)	6	26	23.15	0—22—0	1,56	0,17	0,58	
SE Süderfahrt	7	13	00.40	0—12—0	5,27	—	—	
SE Süderfahrt	7	13	01.00	0—12—0	3,63	0,05	—	
Hohwachter Bucht	8	18	02.05	0—15—0	0,13	—	—	
Hohwachter Bucht	8	18	02.25	0—15—0	0,32	—	—	
Hohwachter Bucht	9	18	03.39	0—15—0	1,02	—	—	
Hohwachter Bucht	9	18	03.57	0—15—0	0,77	—	—	
Süderfahrt (N)	10	23	05.41	0—17—0	0,12	—	—	
Süderfahrt (N)	10	23	05.57	0—17—0	0,05	—	—	
Fehmarnbelt (W)	11	36	07.13	0—25—0	0,12	—	—	
Fehmarnbelt (W)	11	36	07.24	0—25—0	0,09	—	—	
SA: 07.35						18 Tagfänge ohne Gastrosaccus, Mysis und Diastylis		SU: 16.35
Fehmarnbelt	18	19	16.39	0—15—0	—	—	—	
Fehmarnbelt	18	19	17.15	0—10—0	0,56	—	—	
Fehmarnbelt	18	19	17.33	0—10—0	0,65	+	—	
Fehmarnbelt	19	22	18.07	0—17—0	0,98	0,65	+	
Fehmarnbelt	19	23	18.25	0—17—0	0,63	0,56	+	
Fehmarnbelt	19	25	18.48	0—10—0	1,99	0,09	—	
Fehmarnbelt	19	25	19.11	0—10—0	1,70	0,07	—	
Fehmarnbelt	20	18	19.41	0—15—0	0,47	—	—	
Fehmarnbelt	20	18	19.57	0—15—0	0,33	—	—	
Fehmarnbelt	20	18	20.18	0—10—0	0,80	—	—	
Fehmarnbelt	20	20	20.39	0—10—0	1,09	—	—	
Millionenviertel	21	20	02.38	0—15—0	4,14	—	—	
Fehmarnbelt (W)	22	22	03.46	0—15—0	1,07	+	—	
Fehmarnbelt (W)	23	35	04.40	0—20—0	0,13	0,13	0,10	
Fehmarnbelt (W)	24	23	05.20	0—15—0	0,26	—	—	
Fehmarnbelt	25	24	06.04	0—17—0	0,52	0,05	—	
Fehmarnbelt	26	22	06.34	0—15—0	0,46	+	—	
Fehmarnbelt	27	24	07.06	0—17—0	—	—	—	
SA: 07.35						13 weitere Tagfänge ohne Gastrosaccus, Mysis und Diastylis		

b) „Hai“ IV. 68

Gebiet	Stat.-Nr.	Wassertiefe	Uhrzeit	Fangtiefe	Gastro-saccus	n/m ³ Mysis	Diastylis
SE Kelds Nor	30	22	19.20	0—20—0	0,08	—	—
SE Kelds Nor	30	24	19.30	0—11—0	—	—	—
SW Kelds Nor	31	21	20.40	0—20—0	0,29	—	—
SW Kelds Nor	31	21	20.55	0—11—0	0,29	—	—
Vejsnäs R. (E)	32	29	21.50	0—23—0	0,40	—	0,04
Vejsnäs R. (E)	32	29	22.05	0—11—0	0,52	—	—
Vejsnäs R. Mitte	33	28	22.45	0—22—0	0,64	0,05	—
Vejsnäs R. (W)	34	28	22.56	0—11—0	1,04	—	—

(SU war 19.02). — Um 23 Uhr leider Abbruch der Probennahme. — Am Tag vorher 12 Fänge ohne Crustaceen.

Tabelle 13

Biomasse (g) und Anteil der systematischen Hauptgruppen auf den Bodengreiferstationen — (Jahresdurchschnitt)

Station	Σ	unverwertbar	Mollusca ¹⁾	Polychaeta	Crustacea	Priapulida	Echinod.	Anthozoa	Nemeritini
1	3,42	—	0,06	0,45	0,36	2,54	—	—	—
2	2,39	—	0,15	0,59	0,57	1,08	—	—	—
3	5,40	0,17	1,88	1,69	1,15	0,68	—	—	—
4	276,47	210,27	254,55	15,21	3,89	—	2,02	0,79	0,01
5	92,41	0,82	79,35	10,78	1,84	—	—	0,13	0,31
6	27,37	16,20	21,58	4,99	0,48	0,01	—	0,30	0,01
7	17,39	—	7,74	8,73	0,92	—	—	—	—
8	47,36	—	42,13	0,86	2,49	1,73	—	—	0,15
9	71,64	15,98	63,85	2,81	1,99	1,72	0,94	0,26	0,07
11	1 581,98	0,73	1 571,63	6,74	1,10	—	2,45	—	0,06
12	291,89	228,84	267,09	17,57	2,43	—	3,47	1,12	0,21
13	132,78	110,31	121,51	8,24	1,03	—	1,57	0,13	0,30
14	402,30	340,75	377,13	19,69	3,06	—	1,49	0,17	0,73
15	79,50	6,56	61,91	13,26	2,07	0,01	0,33	0,21	1,71
16	37,55	—	16,74	17,14	1,18	(4,06)	2,43	0,06	—
17	92,86	39,38	47,77	38,85	3,11	0,02	2,70	0,27	0,14
18	27,95	—	14,75	10,49	0,93	—	—	0,10	1,68
19	34,93	—	16,61	13,02	1,23	0,22	3,68	0,10	0,06
20	167,74	109,08	136,02	22,10	1,75	—	6,86	0,65	0,36
21	45,84	27,64	37,81	6,45	0,89	—	0,52	0,14	0,02
22	62,00	—	57,43	1,84	0,18	2,35	—	—	0,20
23	51,27	—	44,32	0,92	0,90	4,38	—	—	0,75
24	75,14	—	68,55	3,49	0,43	2,67	—	—	—
25	53,65	—	45,88	5,72	0,52	1,53	—	—	—

¹⁾ Ohne Cyprina > 15 mm

Tabelle 14
 Das Nahrungsangebot¹⁾ auf den Fangplätzen der Kieler Bucht.
 Jahresdurchschnitt, Vergleich der Schleppstrecken und umliegenden Gebiete
 a) Anzahl/m²

Fanggebiet	Mollusca	Poly- chaeta	Crusta- cea	Pria- pulida	Echi- nod.	Antho- zoa	Nemer- tini
Boknis Eck insgesamt	653,3	165,3	173,3	4,1	5,2	12,1	1,1
Boknis Eck nur Schlepp- strecke 1—3	8,1	29,2	42,9	20,4	—	—	—
Boknis Eck nur umlieg. Geb. 4 + 5	1 080,5	369,6	246,6	—	13,0	30,3	2,8
Dorschmulde	225,8	638,6	49,0	0,3	—	6,9	0,3
Vejsnäs Rinne insgesamt	629,0	207,1	198,9	5,1	40,1	17,3	2,5
Vejsnäs Rinne nur Schleppstrecke 8 + 9	748,0	103,1	144,7	12,7	2,2	10,2	1,1
Vejsnäs Rinne nur umlieg. Geb. 11—12	549,6	276,5	235,1	—	65,3	22,0	3,5
Millionenviertel insgesamt	357,0	401,4	200,8	0,6	27,7	9,7	1,0
Millionenviertel nur Schleppstrecke 14—16	440,2	261,1	174,0	0,4	29,4	8,1	1,1
Millionenviertel 17	107,3	822,3	281,1	1,1	22,6	13,8	0,6
Süderfahrt insgesamt	175,7	180,5	126,3	0,1	85,5	14,0	1,4
Süderfahrt nur Schleppstrecke 18—20	129,7	173,8	103,6	0,1	112,2	15,2	1,6
Süderfahrt 21	313,8	110,6	194,4	—	5,4	10,5	0,6
Hohwachter Bucht insgesamt	415,4	101,2	38,1	47,3	—	—	0,7
Hohwachter Bucht nur Schleppstrecke 22—24	459,1	100,5	40,0	56,1	—	—	0,9
Hohwachter Bucht 25	284,4	103,4	32,5	20,9	—	—	—

¹⁾ Ohne *Cyprina* > 15 mm, *Littorina*, Astarte, *Mytilus* auf Vejsnäs 11 und ohne große Einzelstücke (*Asterias*, *Metridium*).

b) Gewicht/m²

Fanggebiet	Mollusca	Poly- chaeta	Crusta- cea	Pria- pulida	Echi- nod.	Antho- zoa	Nemer- tini
Boknis Eck insgesamt	24,95	5,74	1,56	0,86	0,40	0,18	0,06
Boknis Eck nur Schleppstrecke 1—3	0,64	0,91	0,69	1,44	—	—	—
Boknis Eck nur umlieg. Geb. 4 + 5	61,41	13,00	2,87	—	1,01	0,46	0,16
Dorschmulde 6 + 7	6,56	6,86	0,70	0,01	—	0,15	0,01
Vejsnäs Rinne insgesamt . . .	31,54	6,84	1,81	0,69	1,69	0,30	0,16
Vejsnäs Rinne nur Schleppstrecke 8 + 9 . . .	45,00	1,84	2,24	1,73	0,47	0,13	0,11
Vejsnäs Rinne nur umlieg. Geb. 11—13 . . .	22,57	10,18	1,52	—	2,50	0,42	0,19
Millionenviertel insgesamt . .	29,22	22,24	2,41	(1,02) ²⁾	1,74	0,18	0,65
Millionenviertel nur Schleppstrecke 14—16 . . .	36,16	16,70	2,10	(1,36) ²⁾	1,42	0,15	0,81
Millionenviertel 17	8,39	38,85	3,11	0,02	2,70	0,27	0,14
Süderfahrt insgesamt	17,73	13,02	1,20	0,06	2,77	0,25	0,53
Süderfahrt nur Schleppstrecke 18—20 . . .	20,25	15,20	1,30	0,07	3,51	0,28	0,70
Süderfahrt 21	10,17	6,45	0,89	—	0,52	0,14	0,02
Hohwachter Bucht insgesamt . .	54,05	2,44	0,51	2,73	—	—	0,24
Hohwachter Bucht nur Schleppstrecke 22—24 . . .	56,77	2,08	0,50	3,13	—	—	0,32
Hohwachter Bucht 25	45,88	5,72	0,52	1,53	—	—	—

¹⁾ Ohne *Cyprina* > 15 mm, *Littorina*, *Astarte*, *Mytilus* auf Vejsnäs 11 und ohne große Einzelstücke (*Asterias*, *Metridium*).

²⁾ Einzelne große *Priapulus caudatus*.

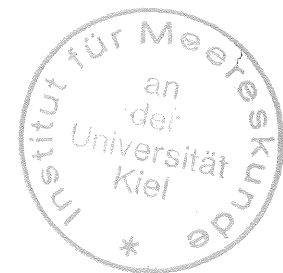


Tabelle 15
m²-Gewicht von Hauptnährtieren in den verschiedenen Fanggebieten (g)
Jahresdurchschnitt

Gebiet	Art	<i>Abra alba</i>	<i>Nephtys spp.</i>	<i>Pherusa plumosa</i>	<i>Harmo- thoe sarsi</i>	<i>Pecti- naria koreni</i>	<i>Diastylis rathkei</i>	<i>Gastro- saccus spinifer</i>	<i>Hali- cryptus spinulosus</i>	<i>Ophiura albida</i>
Boknis 1	—	—	—	0,36	—	0,35	—	2,54	—	
Boknis 2	0,13	—	—	0,52	—	0,54	0,03	1,08	—	
Boknis 3	1,08	0,37	—	0,33	0,43	1,14	0,01	0,68	—	
Boknis 4	8,54	7,58	0,74	0,20	1,02	3,76	0,15	—	2,00	
Boknis 5	—	9,32	—	0,07	—	—	0,72	—	—	
Boknis 1—3	0,40	0,12	—	0,40	0,14	0,68	0,01	1,77	—	
Dorschmulde 6	4,03	2,11	0,02	0,24	0,03	0,45	0,01	0,01	—	
Dorschmulde 7	7,44	3,64	0,04	0,04	0,04	0,93	—	—	—	
Dorschmulde 6—7	5,74	2,87	0,03	0,14	0,04	0,69	0,01	0,01	—	
Vejsnäs 8	41,53	0,14	0,03	0,37	0,03	2,47	0,02	1,73	—	
Vejsnäs 9	42,13	1,39	0,03	0,39	0,01	1,97	0,01	1,72	0,04	
Vejsnäs 11	—	4,51	—	0,04	—	—	0,23	—	—	
Vejsnäs 12	13,52	11,11	1,10	0,32	0,10	2,33	0,07	—	3,45	
Vejsnäs 13	2,04	5,69	0,10	0,07	1,52	0,40	0,13	—	1,16	
Vejsnäs 8—9	41,83	0,77	0,03	0,38	0,02	2,22	0,02	1,73	0,02	
Millionenviertel 14	30,56	15,34	0,01	0,35	2,18	2,98	0,08	—	1,49	
Millionenviertel 15	53,98	10,57	0,37	0,10	0,73	2,02	0,03	—	0,33	
Millionenviertel 16	16,63	15,15	—	0,28	0,10	1,18	—	—	2,39	
Millionenviertel 17	5,74	18,17	—	0,09	1,02	2,93	0,05	—	2,70	
Millionenv. 14—16	33,66	13,69	0,13	0,24	1,00	2,06	0,04	—	1,40	
Süderfahrt 18	14,47	10,04	—	0,01	0,01	0,96	0,02	—	—	
Süderfahrt 19	15,57	12,46	—	0,03	0,45	1,58	0,01	—	3,59	
Süderfahrt 20	12,60	13,93	2,21	0,15	0,53	1,30	0,06	—	4,84	
Süderfahrt 21	0,09	4,97	—	0,06	0,87	0,10	0,18	—	—	
Süderfahrt 18—20	14,21	12,14	0,74	0,06	0,33	1,28	0,03	—	2,81	
Hohwacht 22	27,91	0,58	0,01	0,33	0,44	0,17	—	2,35	—	
Hohwacht 23	33,25	0,12	—	0,61	0,02	0,92	—	4,38	—	
Hohwacht 24	50,58	0,36	—	0,96	0,69	0,44	—	2,67	—	
Hohwacht 25	28,66	0,01	0,03	0,08	2,93	0,41	0,01	1,53	—	
Hohwacht 22—24	37,25	0,35	—	0,63	0,38	0,51	—	3,13	—	