

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.

Über das Verhalten von meroplanktischen Larven in geschichtetem Wasser¹⁾

Von Karl Banse

In den letzten Jahren hat sich das Interesse der marinen Zoologie verstärkt der Fortpflanzung und Entwicklung der bodenlebenden Wirbellosen des Meeres zugewandt, nachdem THORSON (1946) mit seinen Arbeiten im Öresund den Anstoß dazu gegeben hatte. Als eine ähnliche Untersuchung der meroplanktischen Echinodermen- und Polychaetenlarven für die Kieler Bucht unternommen wurde, die sich an die Ergebnisse von KÄNDLER u. WATTENBERG (1940) und KÄNDLER (1950) anlehnen sollte, sind zuerst Studien methodischer Art angestellt worden. KÄNDLER u. WATTENBERG haben mittels vertikaler und horizontaler Netzfänge gefunden, daß das Auftreten von Kattegat-Planktern in der Kieler Bucht an Einstromlagen geknüpft ist. THORSON hat vor allem mit Vertikalzügen durch die ganze Wassersäule gearbeitet; an einigen Vertikalserien mit einer Planktonpumpe zeigt er aber, daß das Kattegatwasser einen grundsätzlich anderen Larveninhalt als das oberflächliche Ostseewasser besitzt. Da die Larven innerhalb dieser beiden Wasserarten ausgeprägte Ansammlungen von wenigen Metern Mächtigkeit ausbilden, die selbst mit horizontalen Planktonfängern schwer zu erfassen sind, ist für die vorliegende Untersuchung nur die Planktonpumpe benutzt worden, die erlaubt, große abmeßbare Wassermengen aus bestimmten Tiefen zu entnehmen. Nur so darf gehofft werden, die regionale Verteilung der pelagischen Larven von Bodentieren in der Kieler Bucht in genaue Beziehung zu den hydrographischen Verhältnissen setzen zu können. Das Ziel der gesamten Untersuchungen ist, die Bedingungen für den Transport von Meroplanktern aus dem Kattegat und dem Großen Belt in die Kieler Bucht sowie für ihre Ansiedlung in diesem Gebiet klarzulegen.

In den letzten Jahren hat sich allgemein die Erkenntnis durchgesetzt, daß das Plankton in horizontaler Richtung nicht gleichmäßig verteilt ist, sondern in Schwärmen auftritt (vergl. BARNES 1949; BARNES & MARSHALL 1951; GILLBRICHT 1952a; KREY 1954). Daher ist vor Beginn einer solchen regionalen Untersuchungen zu prüfen, wie weit das Ergebnis einer einzelnen Vertikalserie, die man mit der Planktonpumpe erhält, repräsentativ für größere Meeresgebiete ist. Hierzu sind 1953 in der Kieler Bucht drei Dauerstationen mit engabständiger Probeentnahme durchgeführt worden, die im folgenden behandelt werden. Auf die Ergebnisse der regionalen Bearbeitung der Larvenverteilung in der Kieler Bucht aus dem Sommerhalbjahr 1953 muß an einigen Stellen bereits Bezug genommen werden.

¹⁾ Gekürzte Fassung des ersten Teiles der Dissertation des Verfassers, betitelt: „Zum Transport von meroplanktischen Larven aus dem Kattegat in die Kieler Bucht“ (Kiel, 1955). Der zweite Teil wird unter dem Titel: „Über den Transport von meroplanktischen Larven aus dem Kattegat in die Kieler Bucht“ veröffentlicht werden. Die vollständigen Tabellen des Materials, das diesen Veröffentlichungen zugrunde liegt, sind in der Dissertation enthalten und werden im Archiv des Instituts aufbewahrt. Die hydrographischen Beobachtungen werden im *Bulletin Hydrographique pour l'année 1953* (Cons. perm. intern. explor. mer) veröffentlicht werden.

An dieser Stelle möchte ich allen danken, die mir bei der Materialsammlung und Bearbeitung behilflich gewesen sind, insbesondere Herrn Professor Dr. J. KREY, dem ich auch die Anregung zu diesen Studien verdanke, und Herrn Professor Dr. G. WÜST, dem ich wegen der Überlassung eines Arbeitsplatzes im Institut für Meereskunde und an Bord des Forschungskutters „Südfall“ verpflichtet bin.

Ich möchte diese Untersuchung Herrn Professor Dr. G. WÜST zu seinem 65. Geburtstag widmen.

A. Die angewandten Methoden

Die Lage der drei Dauerstationen zeigt Abb. 1, Taf. 17 (Dauerstation A und B im März 1953, Dauerstation C im September 1953). Weil die Methoden der Dauerstationen und der regionalen Untersuchungen die gleichen sind, werden sie hier gemeinsam besprochen. Grundsätzlich wurde während jeder Planktonserie mit der Pumpe eine hydrographische Serie mit Wasserschöpfern ausgeführt. Da der Salzgehalt auch aus den Wasserproben, die mit der Pumpe erhalten wurden, bestimmt wurde, konnte das biologische Bild leicht zu den hydrographischen Verhältnissen in Beziehung gesetzt werden. Insgesamt sind bei den Dauerstationen und den regionalen Untersuchungen 65 Vertikalserien der Planktonverteilung mit etwa 750 Proben von 500 l bearbeitet worden.

Die Planktonpumpe als Hilfsmittel für Zooplanktonstudien ist in jüngerer Zeit von WIBORG (1948) und FRASER (1952) erprobt worden; die ältere Literatur ist dort angeführt, so daß eine Besprechung nicht notwendig ist.

In der vorliegenden Untersuchung wurde eine zweistufige Zentrifugalpumpe mit 1400 Umdr./min (Deckwaschpumpe des Schiffes) benutzt, die knapp 100 l/min förderte; der armierte Gummischlauch hatte 32 mm lichten Durchmesser und wurde an einer Lotleine gefiert. Da auch Jungfische gefangen wurden, dürfte die Fördergeschwindigkeit der Pumpe hoch genug gewesen sein, um alle größeren Zooplankter zu fangen. Große Tiere wie Medusen, *Asterias*-Larven, große Wurmlarven, *Zoëen* und adulte *Sagitten* werden durch dieses Pumpenmodell stark beschädigt.

Beim Beginn jeder Serie (während der regionalen Untersuchungen nach der Verankerung des Schiffes) wurden die Förderleistung der Pumpe bestimmt und danach, vom Boden beginnend, in 5—6 min aus jeder Tiefenstufe $\frac{1}{2}$ m³ Wasser emporgepumpt. Der vertikale Probenabstand betrug 2 m, nur auf der Dauerstation A wurden 3 m gewählt. Der Vergleich der Salzgehaltswerte, die mit Wasserschöpfer und Pumpe erhalten sind (vergl. Abb. 1, Taf. 18 und 19), zeigt, daß die Pumpe bei gleicher Solltiefe das Wasser 1— $\frac{1}{2}$ m tiefer als die Schöpfer entnimmt. Dieser Fehler ist von anderen Autoren noch nicht beobachtet worden; er läßt sich nur in geschichtetem Wasser aufzeigen, muß aber stets erwartet werden. — Das Wasser wurde durch Planktongaze 12 (Maschenweite 100 μ) filtriert, und das Plankton in neutralisiertem 4% Formalin — Seewasser fixiert.

Die Mengenangaben im Text und in den Abbildungen beziehen sich auf 500 l Wasser.

Nach der Bestimmung des Absatzvolumens wurden die Planktonproben vollständig ausgezählt, nur bei Individuenzahlen über 200 wurden Teilproben mit der Stempelpipette abgetrennt.

Der Salzgehalt wurde mit einem ZEISS-Eintauch-Refraktometer mit einer mittleren Genauigkeit von $\pm 0,04^{0/00}$ bestimmt.

Die Temperaturmessungen erfolgten mit Umkippthermometern und sind korrigiert, die mittlere Genauigkeit beträgt $\pm 0,01$ — $0,02$ °C.

Der Sauerstoffgehalt wurde nach WINKLER-BJERRUM mit einer mittleren Genauigkeit von $\pm 0,03$ ml/l bestimmt.

Der pH wurde mit Kresolrot gegen Borsäure-Borax-Puffer nach PALITZSCH in runden Röhren visuell bestimmt; die mittlere Genauigkeit beträgt dabei nach BUCH (1937) $\pm 0,05$ Einheiten. Die Korrekturen wurden einer Arbeit von BUCH (1945) entnommen.

Einige Strommessungen auf den Dauerstationen wurden mit einem ERMAN-MERZ-Strommesser ausgeführt.

Zur Orientierung über die Tageslichtmenge im Wasser dienten Messungen mit einem geeichten Selenphotoelement ohne Farbfilter und Opalglass.

Der Kohlensäure-Partialdruck wurde aus dem pH und der Karbonatalkalität errechnet nach BUCH et al. (1932) und BUCH (1945). Der mittlere Fehler des Ergebnisses beträgt 10%. Die Werte der Alkalinität wurden der Arbeit von WITTIG (1940) entnommen; für die Flensburger Innenförde wurden eigene Beobachtungen aus den Jahren 1950/51 verwertet.

B. Die untersuchten Arten

In der folgenden Zusammenstellung der beobachteten Polychaeten- und Echinodermenlarven werden Literaturzitate nur gegeben, wenn seit der Zusammenstellung von THORSON (1946) neue Veröffentlichungen erschienen sind.

In größerer Zahl wurden die Larven folgender Arten gefunden:

„*Hesionide A*“ (vergl. Abb. 2, Taf. 17). Die Larve ist von Mai bis November gefangen worden; ihre Zugehörigkeit ist durchaus unsicher, die Borsten deuten auf Verwandtschaft mit den Hesioniden hin. Die Ventralzirren sind ebenso wie die Dorsalzirren geformt, nur sind sie kleiner. Synonyme: *Nereis diversicolor*, SMIDT 1944, S. 253—256, Fig. 5 I; THORSON 1946, S. 66, Fig. 30.

Castalia punctata, vergl. BANSE (1955).

Harmothoe imbricata, *Gattyana cirrosa*. Es handelt sich um die von THORSON (1946) hierhin gestellten Laven.

Pisone (*Praegeria*) *remota*, vergl. BANSE u. SIEWING (in Vorbereitung).

Phyllococe groenlandica, vergl. THORSON (1946).

Nereis succinea, vergl. BANSE (1954a).

Nephtys ciliata, vergl. THORSON (1946).

Glycera alba, vergl. THORSON (1946).

Scoloplos armiger. Die Art tritt in der Kieler Bucht mit Trochophoren und pelagischen Larven auf (vergl. HENSEN, 1887), die bis zu 11 Segmente bei 750 μ Länge besitzen. Die Form der Larven entspricht den Abbildungen bei CUNNINGHAM u. RAMAGE (1888).

Pygospio elegans. Die Larven dieser Art wurden in zwei Formen gefangen, die dem Typ B von THORSON (1946) und dem Typ I von SMIDT (1951) entsprechen („*Pygospio B*“ und „*Pygospio I*“).

„*Polydora ciliata*“ (vergl. Abb. 3, Taf. 17). Die Larven des Sommers und Herbstes stimmen in den anomalen Borsten des 5. Segmentes nicht mit der Beschreibung von WILSON (1928) überein; vielleicht handelt es sich um *Polydora ligni*. Bei den „*P. ciliata*“-Larven der Dauerstation B liegen keine Beobachtungen über die Borsten vor, weil es sich um jüngere Stadien handelte.

Prionospio malmgreni, vergl. KNIGHT-JONES (1954). Neben sehr alten Larven aus der Kieler Bucht liegen mir einige ganz junge Bodenstadien aus dem Firth of Forth vor („Gauss“ Station 15, 7. VIII. 1953, 74 m), welche die Zugehörigkeit der schon länger bekannten Larven zu dieser Art sicherstellen.

Spionid larva C, vergl. THORSON (1946).

Magelona papillicornis.

Disona multisetum. Synonyme der Larven: *Unknown Spionid*, SMIDT 1944, S. 259, Fig. 11; *Spionid larva D*, THORSON 1946, S. 97, Fig. 50. Die starken Borsten der älteren Stadien auf dem 3. Borstensegment führen die Larven zu dieser Art.

Capitella capitata

Pectinaria koreni

Pomatoceros triqueter

Asterias rubens

Ophiura albida

Amphiura filiformis (*Ophiopluteus mancus* MORTENSEN)

Psammecinus miliaris

Echinocyamus pusillus

Echinocardium cordatum

In vereinzelt Exemplaren wurden die Larven folgender Arten gefangen:

Unbekannte *Aphroditiden*-Larve; *Mystides southerni*, vergl. BANSE (1954b); *Nereis pelagica*; *Polydora coeca*, vergl. THORSON (1946); *P. antennata*, vergl. CASANOVA (1954). Synonym: *Spionid larva B*, THORSON (1946), S. 96, Fig. 48. Neben dieser Larve trat gelegentlich eine ganz ähnliche, nur braun pigmentierte Form auf, die etwas kleiner war; *Spionid larva A* und *F*, vergl. THORSON (1946); *Poecilochaetus serpens*; *Sabellaria* sp.; *Terebelliden*-Larven indet.; *Protodrilus* sp.; *Ophiura texturata*. — Pelagische Formen von *Autolytus prolifer* und *A. prismaticus*.

Neben den Polychaeten- und Echinodermenlarven wurden berücksichtigt:

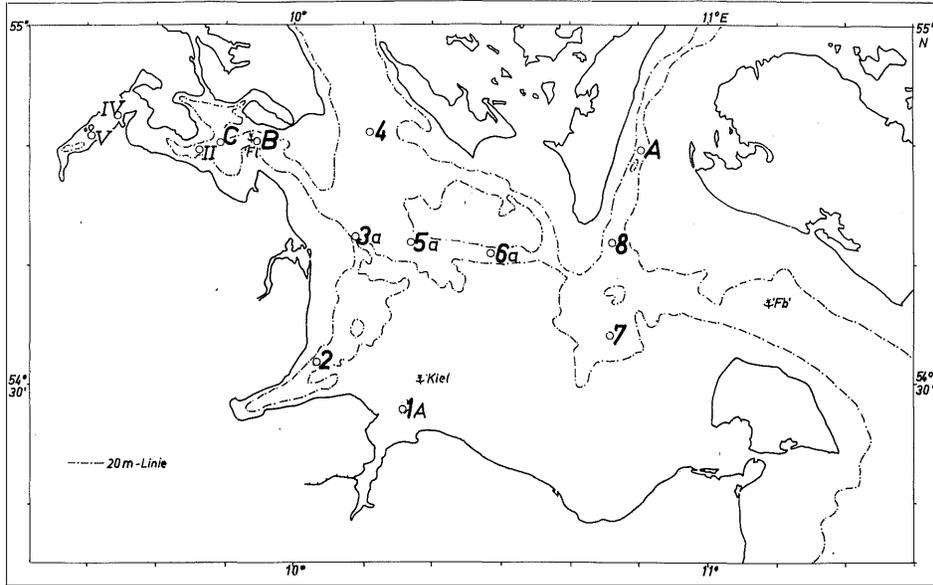
Zoëen; *Diastylis rathkei*; *Oikopleura dioica*; *Branchiostoma lanceolatum* larv.

Ohne Bestimmung der Artzugehörigkeit wurden gezählt:

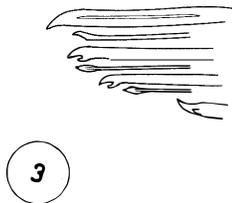
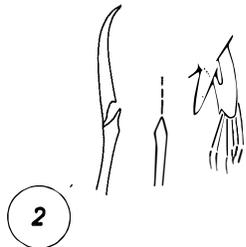
Cyphonautes-Formen; *Podon*; *Evadne*; *Cirripediernauplien*; *Sagitta*; Gastropoden- und Lamellibranchierlarven.

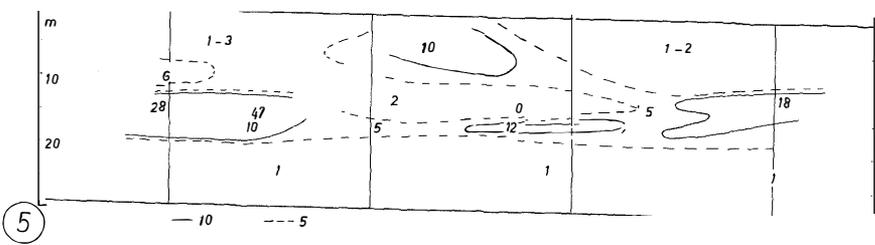
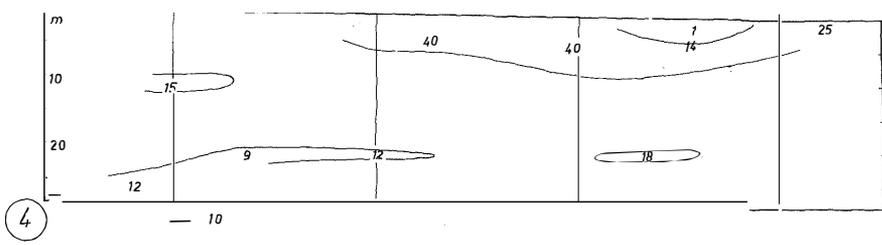
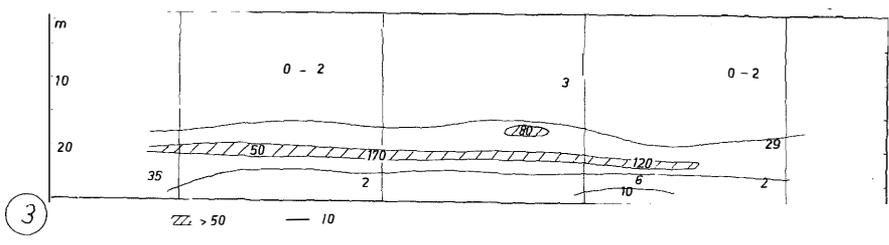
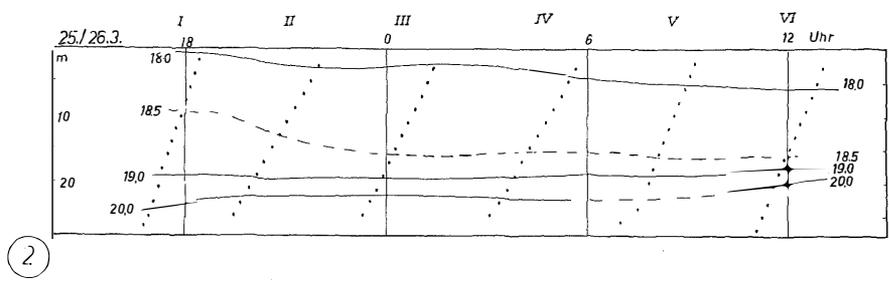
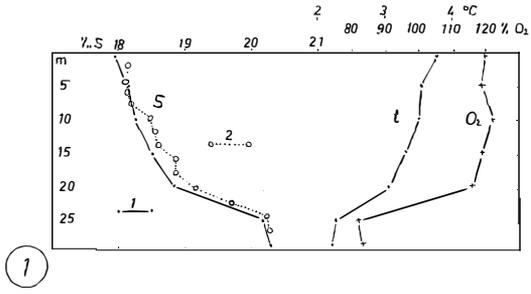
Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Taf. 17)

Abb. 1: Karte der Kieler Bucht mit Lage der Stationen. Fb: Feuerschiff „Fehmarnbelt“; Fl: Feuerschiff „Flensburg“. — Abb. 2: „*Hesionide A*“, Parapod von dorsal, Borste von vorne und von der Seite. — Abb. 3: „*Polydora ciliata*“, Borsten des 5. Borstensegments.



1





Tafel 18

Von diesen Arten sind neu für die Kieler Bucht:

Cyphonautes schneideri LOHMANN
Autolytus prolifer
A. prismaticus
Glycera alba?
Polydora coeca?

Polydora antennata
Prionospio malmgreni
Magelona papillicornis
Poecilochaetus serpens
Sabellaria sp.

Dazu kommen als Larvenformen, deren Zugehörigkeit unbekannt ist: *Hesionide A*; *Spionid larva A*; C; F.

Die regionalen Untersuchungen zusammen mit neuen Bodenfunden (*Autolytus prolifer*; *Polydora ligni*) haben ergeben, daß von den neuen Polychaetenarten außer den zwei eben genannten auch *Polydora antennata*, *Prionospio*, *Magelona* und die Elterntiere der *Hesionide A* und der *Spionid larva F* mit Sicherheit zur Fauna der Kieler Bucht gehören und ihren ganzen Lebenszyklus hier vollenden; das schließt nicht aus, daß 1953 ein Teil der gefangenen Individuen dieser Arten aus dem Großen Belt eingeschwemmt sein kann. Von den Arten, die neu für die Kieler Bucht sind, ist mit Sicherheit ausschließlich eingeschwemmt nur *Sabellaria* sp. (1 Exemplar); für die restlichen ist wegen Unklarheiten in der Beurteilung der hydrographischen Lage nicht möglich, eine bestimmte Aussage zu machen; von den Polychaetenarten, die bereits aus der Kieler Bucht bekannt gewesen sind, stammt zumindest jeweils ein Teil der gefangenen Individuen aus dem Gebiet selbst (vielleicht mit Ausnahme von *Pistone remota*): Die Polychaetenfauna der Kieler Bucht ist also im Jahre 1953 zur Erhaltung des Artbestandes nicht auf Zufuhr von außen angewiesen gewesen. Dagegen ist unter den Echinodermenarten in diesem Jahr nur *Asterias rubens* in der Kieler Bucht zur Fortpflanzung gekommen, wie auch durch die gleichzeitigen Untersuchungen von KOWALSKI (1954) an Bodentieren gezeigt worden ist; die anderen Arten sind alle von Norden her eingeschwemmt worden.

Der Weg zur Feststellung dieser Verhältnisse, der auf hydrographischen Beobachtungen beruht, wird bei der Besprechung der regionalen Untersuchungen angegeben werden.

C. Die Beobachtungen auf den Dauerstationen

1. Die Dauerstation B und C

Zuerst seien die Dauerstationen B vom 25.–26. III. und C vom 25.–26. IX. 1953 in der Nähe des FS „Flensburg“ (Abb. 1, Taf. 17) besprochen. Zwei repräsentative hydrographische Serien (Abb. 1, Taf. 18 und 19) zeigen die physikalisch-chemischen Umweltverhältnisse; auf der Dauerstation B hatte nach der Stabilisierung der Wassermassen eine sehr starke Diatomeenentwicklung eingesetzt; im September herrschte noch die sommerliche starke Schichtung bei mäßigem Auftreten von Phytoplankton. Die gebrochenen Kurven des Salzgehalts in den Abbildungen, die aus den Proben aus der Planktonpumpe gewonnen sind und den Isoplethendarstellungen der Abb. 2, Taf. 18 und 19 entsprechen, zeigen, daß zur Erfassung der hydrographischen Schichtung in der Beltsee ein Probenabstand von 5 m nicht ausreicht. Der größte Salzgehaltsgradient aus dem Sommer 1953 stammt aus dem Südausgang des Langeland Beltes (Station 8, Abb. 1, Taf. 17, 11. VI. 1953) und beträgt 8,6‰ S/2 m; Werte von 7‰ S/2 m liegen aus der offenen Kieler Bucht mehrfach vor. Die thermometrischen Messungen von WÜST u. BROGMUS (1955) aus der Ostsee machen wahrscheinlich, daß auch in der Beltsee zur Erfassung der wahren

Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Taf. 18)

Dauerstation B, 25./26. III. 1953. — Abb. 1: Hydrographische Verhältnisse der Serie I. 1) Salzgehalt aus Wasserschöpfern; 2) Salzgehalt aus Pumpe. — Abb. 2: Isoplethendarstellung des Salzgehalts mittels der Proben aus der Planktonpumpe, mit Zeit der Probennahme „“. — Abb. 3: Verteilung der Larven von *Polydora ciliata*. — Abb. 4: Verteilung der älteren Larven von *Pygospio* B. — Abb. 5: Verteilung der *Spionid larva* C.

Verhältnisse ein kleinerer Probenabstand als 2 m notwendig wäre. Auf die Tiefendifferenz zwischen den Beobachtungen mit Wasserschöpfern und Planktonpumpe wurde schon auf S. 189 hingewiesen. Die römischen Ziffern über den Abb. 2, Taf. 18 und 19 bezeichnen die Nummer der Serie. Die Ergebnisse stündlicher Lichtmessungen auf der Dauerstation C sind auf der Abb. 2, Taf. 19 durch einige Isolinien der Beleuchtung dargestellt; die Verhältnisse auf der Dauerstation B waren sehr ähnlich¹⁾. Während am 25. und 26. III. die Wasserströmung sehr gering war, herrschten am 25. und 26. IX. größere Wasserbewegungen; der gemessene stärkere Ausstrom des Unterwassers aus der Flensburger Förde drückt sich im Absinken der oberen Sprungschicht aus (vergl. Abb. 2, Taf. 19).

Die Verteilung einiger Larven auf den Dauerstationen B und C wird in den Tafeln 18 bis 20 dargestellt. Das einfachste Bild bieten *Polydora ciliata* und *Pygospio B* im März (Abb. 3 und 4, Taf. 18) und *Pisone remota* im September (Abb. 3, Taf. 19); auch die metamorphosierte *Ophiura albida* (Abb. 4, Taf. 19) verhält sich wie ein Plankter. Die Larven besiedeln Wasserschichten sehr geringer Mächtigkeit, das Gefälle der Häufigkeit nach oben und unten ist sehr stark; die Strömung führte in diesen Wasserschichten einzelne Schwärme am Beobachtungsort vorbei. Die Inhomogenität der Verteilung in horizontaler und vertikaler Richtung ist sehr groß.

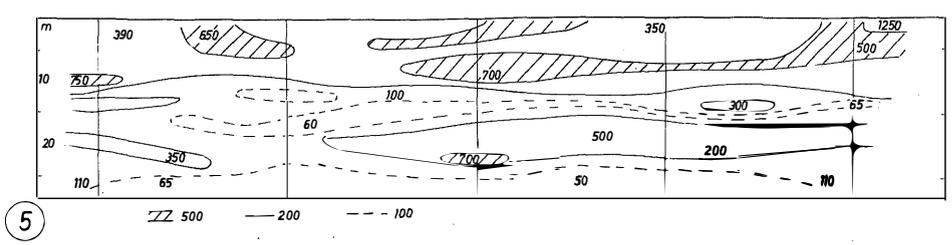
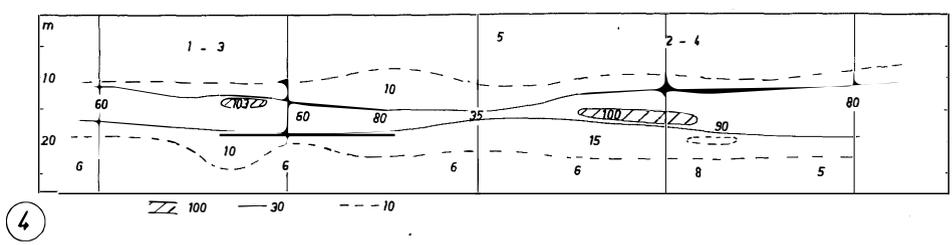
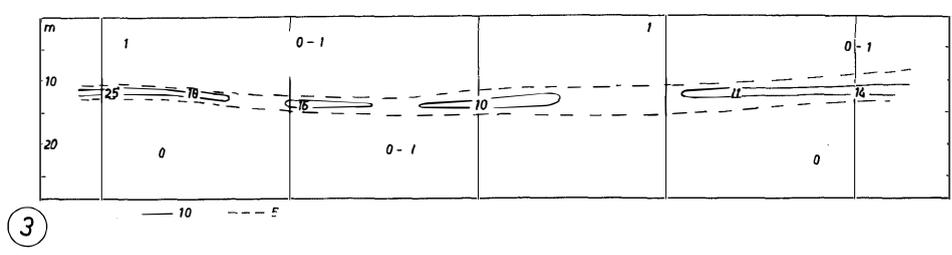
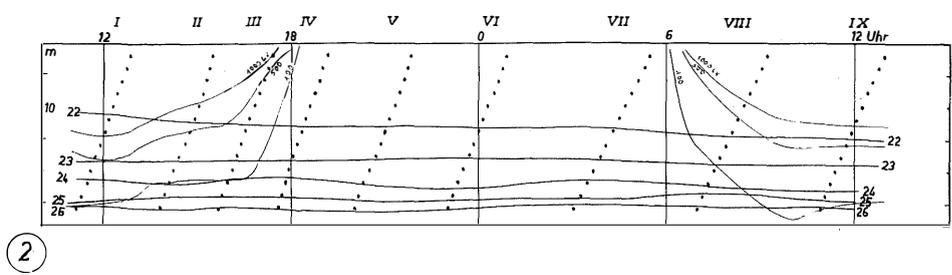
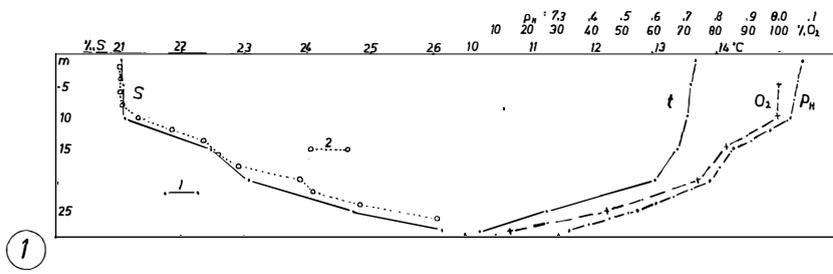
Grundsätzlich das gleiche Verhalten zeigen im September *Sagitta sp. iuv.* (Abb. 5, Taf. 19) und *Evadne sp.* (Abb. 4, Taf. 20), nur sind sehr viele Schwärme in verschiedenen Tiefen angetroffen worden. Bemerkenswert ist, daß die scharfe biologische Schichtung auch im hydrographisch fast homogenen Oberflächenwasser auftritt. Das einzige größere Vorkommen von Dekapodenlarven während der regionalen Untersuchungen (*Eupagurus bernhardus*, Station 8, 30. VII. 1953) zeigt in homogenem Einstromwasser von 30,3^{0/100} S in 21 m Tiefe ebenfalls ein ausgeprägtes Maximum der Vertikalverteilung. — Die Verteilungsmaxima der dargestellten Larven weisen keine vertikalen Bewegungen symmetrisch zur Mitternacht auf: Die Tiere führen auf beiden Dauerstationen keine Tageswanderungen aus. Das gleiche gilt für die nicht abgebildeten Larven von *Harmothoe*, unbekannte *Aphroditiden*-Larve, *Nephtys* und *Disoma*, für die Cirripediernauplien, Gastropodenlarven und *Sagitten* auf der Dauerstation B und für die Larven von *Harmothoe*, *Pectinaria* und *Prionospio*, für *Podon* und die Cirripediernauplien auf der Dauerstation C. Auf dieser Station wurden für 12, 0 und 12 Uhr des folgenden Tages (Serien I, VI und IX) auch die *Plutei* von *Ophiura albida*, die *Cyphonautes*, die Gastropoden- und Lamellibranchierlarven und *Oikopleura* gezählt. Abgesehen von *Oikopleura* weisen sie ebenfalls die scharfe vertikale Schichtung auf; soweit es sich bei der Unregelmäßigkeit der Planktonverteilung aus drei Serien ableiten läßt, führen auch sie keine täglichen Wanderungen aus.

Scheinbar anders verhalten sich im März nur die *Spionid larva C* (Abb. 5, Taf. 18), im September die Larven von *Polydora ciliata*, *Nephtys* (Abb. 1—3, Taf. 20) und die nicht abgebildeten adulten *Sagitten*, die in geringer Anzahl gefangen wurden. Auch hier dürfte es sich aber nicht um eine Tageswanderung handeln, sondern um die passive

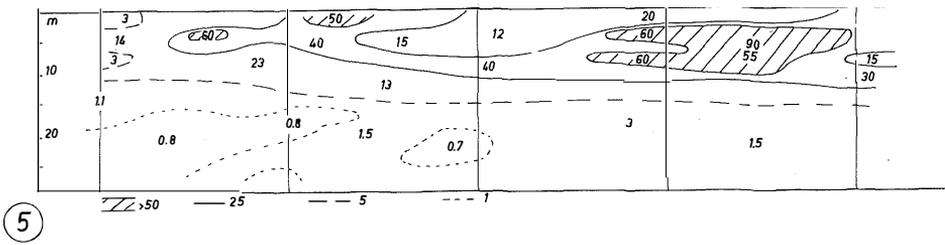
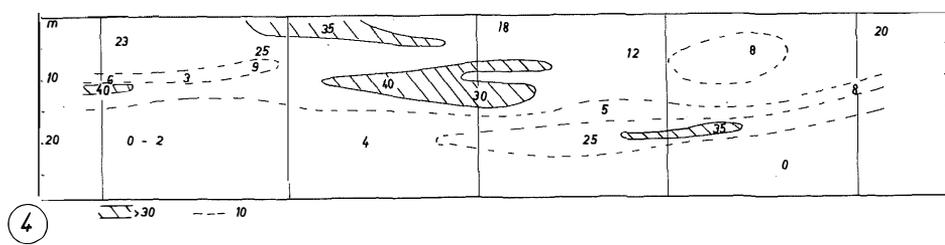
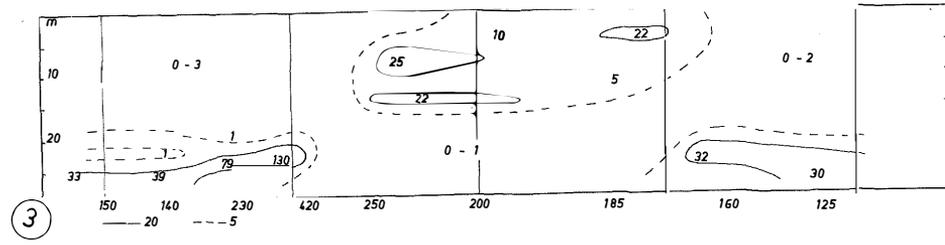
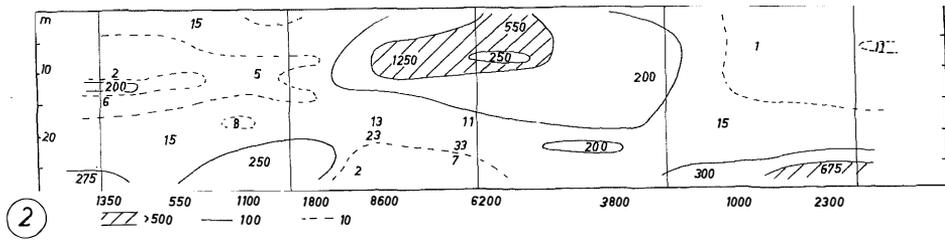
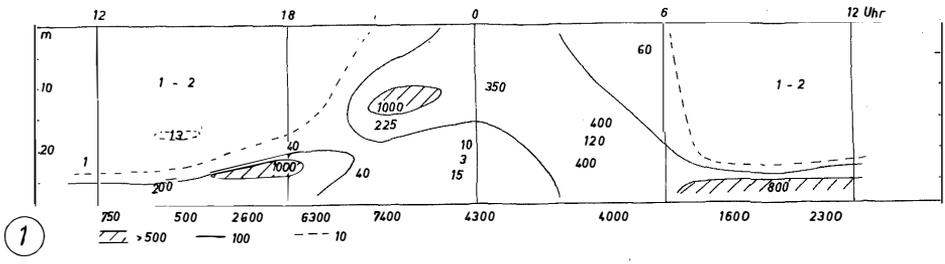
Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Taf. 19)

Dauerstation C, 25./26. IX. 1953. — Abb. 1: Hydrographische Verhältnisse der Serie III. 1) Salzgehalt aus Wasserschöpfern; 2) Salzgehalt aus Pumpe. — Abb. 2: Isoplethendarstellung des Salzgehalts mittels der Proben aus der Planktonpumpe, mit Zeit der Probennahme „„ und Beleuchtungsverhältnissen (Isolinien für 100; 500; 1000 Lux). — Abb. 3: Verteilung der Larve von *Pisone remota*. — Abb. 4: Verteilung der metamorphosierten *Ophiura albida*. — Abb. 5: Verteilung von *Sagitta sp. iuv.*

¹⁾ Am 25. III. war das Wetter heiter, Wind 1 Beauf., am 26. III. heiter bis diesig, Wind 3. Vier Tage vor Vollmond. Am 25. IX. wechselte die Bewölkung sehr stark bei Winden der Stärke 2—4, am 26. IX. war das Wetter heiter bis diesig bei Wind 1. Der Mond befand sich im letzten Viertel.



Tafel 19



Tafel 20

horizontale Bewegung unabhängiger Schwärme mit den einzelnen Wasserschichten. Bei der Verteilung der *Spionid larva C* (Abb. 5, Taf. 18) ist das noch recht deutlich; bei der Dauerstation C spricht für diese Auffassung, daß während des Tages die oberen Wasserschichten keineswegs frei von Larven gewesen sind (vergl. Serie I Abb. 2, Taf. 20), und daß das „Aufsteigen“ der Tiere nicht symmetrisch zur Mitternacht erfolgt ist (vergl. besonders *Nephtys* gegen 6 Uhr morgens, Abb. 3, Taf. 20). Die advective Wirkung der Strömung drückt sich in den starken Veränderungen des Larvenbestandes über einer bestimmten Bodenfläche aus (die Zahlen unter den Abb. 1—3, Taf. 20 geben die Zahl der Larven über $\frac{1}{2}$ m² des Bodens an): Bei den nicht abgebildeten kleinen *Polydora*-Larven mit weniger als fünf Segmenten, die die gleiche Verteilung wie die älteren aufweisen, betragen die Änderungen sogar zwei volle Zehnerpotenzen. Die Schwarmgrößen, die diesem Wechsel entsprechen, werden auf S. 196 angeführt. Den Einfluß der Strömung auf die Planktonverteilung zeigt in anderer Weise auch das Absatzvolumen (Abb. 5, Taf. 20). Für die Berechtigung einer rein hydrographischen Erklärung der scheinbar abweichenden Larvenverteilung spricht schließlich, daß während der Nacht auch *Evadne* (Abb. 4, Taf. 20) und *Podon* häufiger sind, ohne daß der Eindruck einer Tageswanderung entsteht, weil die Tiere nur die Oberflächenschichten bewohnen; besonders hingewiesen sei auf den begrenzten *Evadne*-Schwarm in Serie I, dessen Vorkommen sich mit dem der älteren *Polydora*-Larven deckt (Abb. 2 u. 4, Taf. 20). Der ganz analoge Fall einer scheinbaren Vertikalwanderung von Plankton ist von BARNES u. MARSHALL (1951) mitgeteilt worden; auf Abb. 3 bei diesen Verfassern sei besonders hingewiesen; die hydrographische Ursache der Planktonverteilung liegt dort klar zutage. Im folgenden Abschnitt der vorliegenden Arbeit (Dauerstation A, Taf. 21 und 22) werden weitere Beispiele angeführt, welche die hier vorgetragene Auffassung stützen.

Wegen der geringen Zahl der adulten *Sagitten* und des kleinen Betrages ihrer „Wanderung“ (4 m) läßt sich über ihr Verhalten auf der Dauerstation C kein Urteil fällen. Die einzige Art im Material, die zweifellos Tageswanderungen unter dem Einfluß des Lichtes ausgeführt hat, ist *Diastylis rathkei* auf der Dauerstation C. Dies Ergebnis wird durch zwei nächtliche Serien aus der offenen Kieler Bucht während der regionalen Untersuchungen bestätigt. Für Mysidaceen haben JOHANSEN (1925) im Kattegat und HESSLE u. VALLIN (1934) in der Ostsee ähnliche Wanderungen durch starke Sprungschichten hindurch festgestellt.

2. Die Dauerstation A

Im Vergleich zu den Dauerstationen B und C weist die Dauerstation A vom 11. bis 13. III. 1953 im Langeland Belt nur sehr geringe hydrographische Schichtung auf. Die Salzgehaltsverteilung wird in Abb. 1, Taf. 21 wiedergegeben (die Werte sind mit Wasserschöpfern in 5 m vertikalem Abstand gewonnen); die Temperaturen liegen zwischen 1,75 und 2,10° C, die Sauerstoffsättigung beträgt von der Oberfläche bis zum Boden 100%¹⁾. Bemerkenswert ist der „Wärmeballen“ in Serie VII, dessen erhöhter Salzgehalt durch zwei aus der Pumpe gewonnene Proben bestätigt wird und der auch

Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Taf. 20)

Dauerstation C, Fortsetzung. In den Abb. 1—3 geben die Zahlen unter der Abszisse die verdoppelten Summen der Larven einer Serie an, die der Besiedlung über $\frac{1}{2}$ m² des Bodens entsprechen. — Abb. 1: Verteilung der mittelgroßen Larven von *Polydora ciliata* (mit etwa 5—15 Segmenten). — Abb. 2: Verteilung der älteren Larven von *Polydora ciliata* (mit über 15 Segmenten). — Abb. 3: Verteilung der Larven von *Nephtys ciliata*. — Abb. 4: Verteilung von *Evadne* sp. . — Abb. 5: Verteilung des Absatzvolumens in ml.

¹⁾ Der Himmel war während der ganzen Beobachtungszeit bedeckt; die Windstärken lagen zwischen 0 und 2 Beauf. Neumond.

biologisch deutlich von seiner Umgebung abgehoben ist; er dürfte den „Kälteballen“ von WEIDEMANN (1950) entsprechen. — Die Zeit der Planktonentnahme ist in Abb. 1, Taf. 21 durch Kreuze angegeben, der vertikale Probenabstand beträgt 3 m. Dār Ausstrom (Strom nach Norden) war zeitweilig so stark (bis 110 cm/sek), daß der Schlauch nicht zum Boden hinabgelassen werden konnte. Einige Entfernungsangaben sind als Maß für die Schwarmgrößen in Abb. 1, Taf. 21 eingetragen. Die Abszisse der Abbildungen in Taf. 21 und 22 entspricht bei den gemessenen Stromgeschwindigkeiten an der Oberfläche einer Entfernung von 25 sm; in 20 m Tiefe kann man mit dem halben Betrag rechnen. Da der Durchmesser der Kieler Bucht ebenfalls in der Größenordnung von 25 sm liegt, trägt die Dauerstation A in gewisser Weise bereits die Züge einer regionalen Untersuchung. — Weil das Wasser zur Zeit der Beobachtungen sich biologisch noch ganz im Winterzustand befand, wird das Absetzvolumen bei dem gänzlichen Fehlen von pflanzlichen Netzplankton nur durch die Copepoden gebildet und dient als grobes Maß für deren Häufigkeit (Abb. 2, Taf. 21).

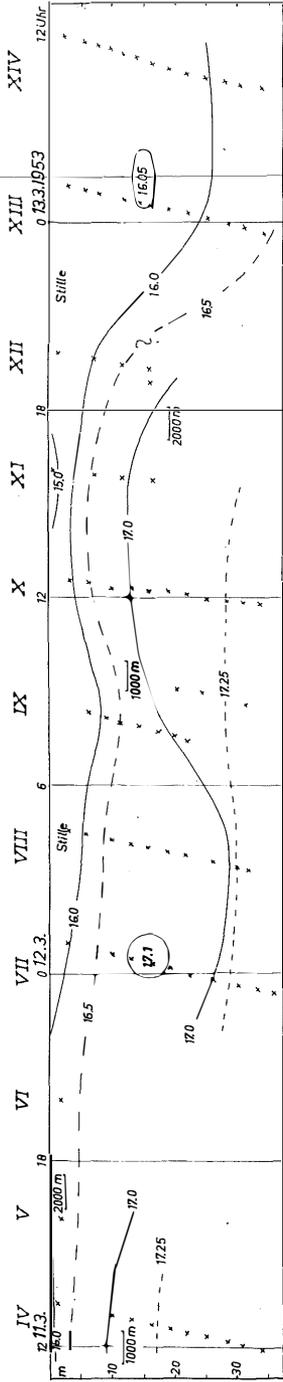
Die Verteilung einiger Larven zeigen Abb. 3, Taf. 21 und die Taf. 22. Die Inhomogenität der Planktonverteilung in vertikaler und horizontaler Richtung ist wiederum sehr groß; gegenüber den Verhältnissen auf den Dauerstationen B und C sind erhebliche Vertikalbewegungen der Maxima der Häufigkeit festzustellen, die aber offenbar nicht mit dem Wechsel des Tageslichtes verknüpft sind. Die Anordnung der Larven und Copepoden besitzt viele ähnliche Züge, was auf gleiche Ursache schließen läßt: Hingewiesen sei auf das Ansteigen der Isolinien (vergl. die Abbildungen in Taf. 21 und 22) nach Serie IV, den Abfall nach Serie VII, den erneuten Anstieg zur Serie X und den Abfall in Serie XII. Die auffallendste Probe stammt aus 17 m Tiefe der Serie XII (mit Wiederholung), wo bei den Larven und Copepoden eine engbegrenzte sehr dichte Besiedlung gefunden wurde. Auch die Copepoden zeigen keine Tageswanderungen trotz der geringen Schichtung des Wassers. — Nicht abgebildet ist die Verteilung der Larven von *Nephtys ciliata*, *Polydora ciliata*, *P. coeca*, *Spionid larva A* und *Disoma multisetum*, die mit verschiedenen großer Häufigkeit auf dieser Dauerstation ebenfalls aufgetreten sind.

Da der Wärmeballen der Serie VII und die Anomalie des Salzgehaltes in der Serie XIII auch in den biologischen Beobachtungen hervortreten, liegt es nahe, die Übereinstimmung der Verteilung der verschiedenen Larvenarten und der Copepoden nicht auf gemeinsame biologische, sondern hydrographische Ursachen zurückzuführen. Bei der Einwirkung sinnesphysiologischer Reize auf die Tiere kann nicht erwartet werden, daß die mit Cilien schwimmenden, verschieden großen Larven und die Copepoden so gleichzeitig reagieren, wie es nach dem gemeinsamen Auftreten in den Serien VII oder XII gefordert werden müßte. Es wird vielmehr angenommen, daß durch den starken Ausstrom am Beobachtungsort „Wasserballen“ mit verschiedenem biologischen Inhalt vorbeigeführt worden sind. Da am Ende des Winters in diesem Gebiet keine großen Dichteunterschiede zu erwarten sind, kann ein Wasserballen mit stärkerer Planktonbesiedlung in größerer oder geringerer Tiefe eingebettet in planktonarmes Wasser angetroffen werden und umgekehrt, ohne daß dies durch den Verlauf der Isohalinen stets angezeigt wird.

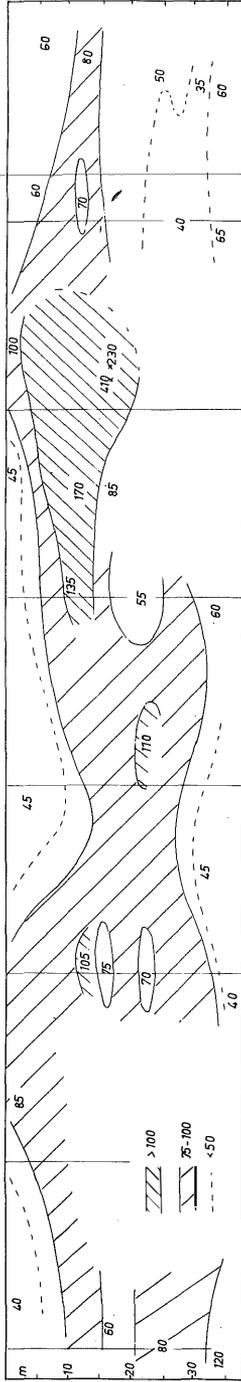
Die Larven sind zufolge der Beobachtungen dieser Dauerstation nicht in der Lage, bestimmte Wassertiefen einzuhalten, ebensowenig wie die Copepoden. Für letztere läßt sich das Gleiche aus der Untersuchung von BARNES u. MARSHALL (1951) im Clyde-

Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Taf. 21)

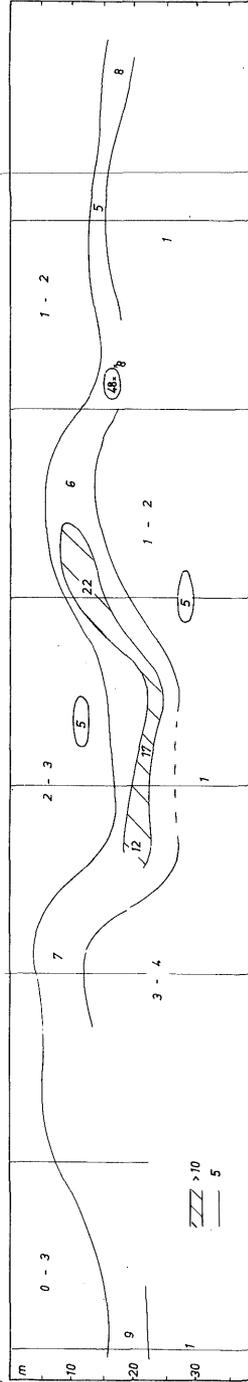
Dauerstation A, 10./13. III. 1953. — Abb. 1: Isoplethendarstellung des Salzgehalts mittels der Proben aus Wasserschöpfern, mit Zeit der Planktonprobenentnahme „x“ und Längenangaben, die aus Strommessungen stammen. — Abb. 2: Verteilung des Absetzvolumens in ml $\times 10^3$. — Abb. 3: Verteilung der Spionid larva C.



1



2



3

Tafel 21

Fjord ablesen; auch hier sind die Copepoden bei wechselnden hydrographischen Verhältnissen trotz ihrer Fähigkeit zu Vertikalbewegungen nicht in gleichbleibender Tiefe anzutreffen gewesen (vergl. aber die Ergebnisse von BOGOROV 1946 aus dem Barentsmeer unter dem Einfluß der Gezeiten). In der Tat haben die regionalen Untersuchungen während des Sommers 1953 ergeben, daß in der Kieler Bucht die Verteilung der meroplanktischen Larven in horizontaler und vertikaler Richtung nicht von sinnesphysiologisch gelenkten Reaktionen, sondern von passivem Transport in bestimmten, hydrographisch erkennbaren Wassermassen bedingt ist.

D. Diskussion der Befunde der Dauerstationen

1. Tageswanderungen

Das phototaktische Verhalten von Planktern ist bereits Gegenstand vieler experimenteller Untersuchungen und Naturbeobachtungen in ungeschichtetem Wasser gewesen; tägliche Vertikalwanderungen unter dem Einfluß des wechselnden Lichtes sind dadurch bei fast allen Gruppen nachgewiesen (vergl. bes. RUSSELL 1927, 1931; SPOONER 1933; HALME 1937; CUSHING 1951 für die hier behandelten Formen). Abgesehen von der abnorm großen Larve von *Poicilochaetus serpens* sind bei den Polychaeten- und Echinodermlarven allerdings keine größeren Freilandbeobachtungen gemacht worden; KALMUS (1931) hat wegen zu knappen Materials seine experimentellen Ergebnisse an der Larve von *Sabellaria spinulosa*, die Tageswanderungen erwarten lassen, in der Natur nicht nachprüfen können. Die herrschende Ansicht war dennoch, daß die phototaktischen Reaktionen, die sich an allen Larven in frischen Planktonfängen beobachten lassen, auch im Freiland zu täglichen Vertikalbewegungen führen. Die häufigen reichlichen Larvenfänge an der Meeresoberfläche (vergl. bei THORSON 1946) sind als Stützen dieser Auffassung verwendet worden. Jedoch haben RUSSELL (1925) für Gastropodenlarven im Englischen Kanal und KORRINGA (1941) für Austernlarven im niederländischen Gezeitengebiet keine Tageswanderungen in dem ungeschichteten Wasser nachweisen können; die Vermutung von QUAYLE (1952) über derartige Vertikalbewegungen von Lamellibranchierlarven im Clyde-Gebiet wird von REES (1953)¹⁾ dahingestellt gelassen aus den gleichen Gründen, die in der vorliegenden Arbeit bei der Behandlung der scheinbaren Vertikalwanderung von *Polydora* (vergl. S. 193) angeführt worden sind.

Nach den hier vorgelegten Beobachtungen, die auch das kaum geschichtete Oberflächenwasser betreffen, müssen die bisherigen Auffassungen über die täglichen Vertikalwanderungen der meroplanktischen Larven unter ozeanischen Verhältnissen einer Überprüfung durch Freilandbeobachtungen unterzogen werden. Für das geschichtete Wasser der Kieler Bucht legen die Befunde der Dauerstationen nahe, daß diejenigen Reize, die Einstellbewegungen der Larven zum Licht auslösen könnten, nicht stark genug sind, um die Bindung der Tiere an bestimmte Wasserschichten zu überwinden. Das gleiche gilt für juvenile Sagittin und adulte Cladoceren, von denen aus anderen Meeresgebieten Tageswanderungen bekannt sind. — Die oben angeführten reichlichen Oberflächenfänge von Larven in Nord- und Ostsee, die durch phototaktisches Aufsteigen der Larven erklärt worden sind, lassen sich alle auf Ablachen der Elterntiere im Oberflächenwasser zurückführen; eine Ausnahme ist die Larve von *Phoronis mulleri*, wenn die Adulten

Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Taf. 22)

Dauerstation A, Fortsetzung. — Abb. 1: Verteilung der Larven von *Harmothoe imbricata* ohne Nectochaeten. — Abb. 2: Verteilung der Larven von *Pygospio C.* — Abb. 3: Verteilung der Larven von *Pygospio I.*

¹⁾ Referat der Arbeit von QUAYLE in Journ. du Conseil perm. intern. explor. mer XIX, p. 222.

wirklich bei Helgoland nur auf tiefen Schlickböden leben, was für Phoroniden nicht gewöhnlich ist (vergl. DE SELYS LONGCHAMPS 1904). Das Auftreten der Larve von *Ph. pallida* am gleichen Ort fügt sich in die Regel. Für die Kieler Bucht zeigen die regionalen Beobachtungen, die im zweiten Teil der Arbeit behandelt werden, ganz klar, daß die Larven hier auch nicht langsam zur Oberfläche oder zur Sprungschicht aufsteigen, sondern an bestimmte Wasserschichten gebunden bleiben. Es ist bemerkenswert, daß nach den experimentellen Ergebnissen von ROSE (1925) und HARDER (1952) Polychaetenlarven physisch in der Lage sind, scharfe Sprungschichten zu durchbrechen.

2. Schwarmbildung der Larven

Die Dauerstationen zeigen, wie ungleichmäßig die Verteilung der Larven und der übrigen Plankter auch in der Kieler Bucht ist. Aus den eigenen Strommessungen zusammen mit den Beobachtungen des FS „Flensburg“ lassen sich für die Dauerstationen B und C folgende Schwarmgrößen ableiten, die in Tabelle 1 angeführt sind. Für die Dauerstation A verbietet sich das wegen der weiten Serienabstände im Verhältnis zu der Geschwindigkeit des vorbeiströmenden Wassers.

Tabelle 1
Schwarmgröße auf den Dauerstationen B und C

Art	Serie	Tiefe m	Begrenzende Isolinie	Größe m
<i>Pygospio B.</i>	B III/VI	ca. 5	(10)	ca. 3500
<i>Pygospio B.</i>	B IV/VI	2/7	(30)	ca. 1500
<i>Polydora ciliata</i> (total) . . .	B I/V	21	(50)	1000
<i>Polydora ciliata</i> (große) . . .	C V/VI	4/10	(500)	ca. 2000
<i>Polydora ciliata</i> (mittl.) . . .	C V/VII	10/12	(100)	ca. 3500
<i>Polydora ciliata</i> (mittl.) . . .	C III/IV	24	(ca. 1000)	ca. 4000
<i>Prionospio malmgreni</i>	C II/IV	22/24	(20)	ca. 9000
<i>Prionospio malmgreni</i>	C VI	22	(30)	3000
<i>Sagitta sp.</i>	B II/IV	21	(15)	700

Ferner kommen bei *Sagitta* Schwärme mit mindestens 6000 m Länge (z. B. C V/IX 18/20 (200) vor.

Die gefundenen Schwarmgrößen schwanken zwischen 700 und 9000 m, meist liegen sie bei 2—4000 m. Daneben treten kleinere Anhäufungen auf, wie auch eine Verteilung beobachtet worden ist, die während der ganzen Untersuchungszeit keinen wesentlichen Wechsel der Besiedlungsdichte zeigt, der eine Abgrenzung als „Schwarm“ rechtfertigen würde. Die Schwärme der Larven kommen vermutlich vor allem dadurch zustande, daß begrenzte Bestände von Bodentieren sich gleichzeitig fortpflanzen („epidemisches Laichen“ nach THORSON 1946). Bei gegebener Eiproduktion entsteht dann bei schwach bewegtem Wasser ein kleiner Schwarm mit hoher, bei stärker strömendem Wasser ein großer Schwarm mit geringerer Besiedlungsdichte. Grundsätzlich folgt weiter daraus, daß junge und alte Larven einer Art, die in einem Planktonfang gefunden werden, gewöhnlich nicht von der gleichen Elternpopulation abstammen werden. Aus dem gleichen Grund wird es unwahrscheinlich, daß sich die Schwarmgrenzen zweier Altersklassen in horizontaler Richtung decken, da das Meerwasser sehr selten in Ruhe ist. Wenn in engen Meeresgebieten wie in der Beltsee außerdem mit vertikalen Wasserbewegungen zu rechnen ist, kann aus einer verschiedenen Verteilung von Altersklassen oder Arten ein verschiedenes sinnesphysiologisches Verhalten nicht mehr zwingend abgeleitet werden.

Die partielle Zehrung von Larvenvorkommen durch Schwärme von Feinden, die ebenfalls zu einer ungleichmäßigen Verteilung der Larven führen muß, dürfte bei dem

vorliegenden Material gering zu veranschlagen sein: Beispielsweise sind die auf der Dauerstation C gefangenen juvenilen *Sagittae* nach gelegentlichen Beobachtungen durchaus in der Lage, die mittelgroßen *Polydora*-Larven zu überwältigen; dennoch ist eine Gegenläufigkeit des Vorkommens der beiden Formen nicht festzustellen (vergl. Abb. 5, Taf. 19 mit Abb. 1, Taf. 20), obwohl ihre Besiedlungsdichte von der gleichen Größe ist. Ferner scheinen auf der gleichen Dauerstation die großen räuberischen Cladoceren keinen Einfluß auf das Auftreten der jüngsten, sehr kleinen *Polydora*-Larven gehabt zu haben.

3. Beziehungen der Larvenverteilung zum Phytoplankton und Detritus

Im vorhergehenden Abschnitt ist angedeutet worden, daß die ungleichmäßige Verteilung der Larven als Nachwirkung des örtlich begrenzten Laichens in Verbindung mit wechselnden Wasserströmungen betrachtet wird. Zur Stützung dieser Auffassung sei hier dargelegt, daß die Verteilung der Larven auf den Dauerstationen B und C nicht unmittelbar vom Phytoplankton oder Detritus beeinflusst ist: Die in verschiedenen Tiefen angetroffenen Larvenvorkommen können nicht auf dem Aufsuchen von Futterquellen beruhen, weil die Larven in Schichten, das Phytoplankton dagegen in Wolken vorkommen; hingewiesen sei vor allem auf die Untersuchungen von GILLBRICHT (1952 a und b) am FS „Flensburg“, in der Nähe der beiden Dauerstationen. Das gleiche gilt für den Detritus: Dieser ist nicht nur in der Tiefe, sondern auch an der Oberfläche wegen seiner größeren Menge (GILLBRICHT loc. cit.; KREY 1952b) im Vergleich zum Phytoplankton für die Larven von großer Wichtigkeit. Auch der Detritus ist vorzugsweise wolkenartig im Wasser verteilt (für die Kieler Bucht vergl. WYRTKI 1950; KREY 1952a), nur gelegentlich kann er bei ruhigem Wetter durch Sedimentation an kleinen Dichtesprüngen scharf ausgeprägte Schirme bilden (WYRTKI loc. cit.). Man darf dann aber erwarten, daß die Qualität mehrerer Detritusansammlungen in einer Wassersäule gleichartig ist, während die schichtartigen Ansammlungen der Larvenarten in verschiedenen Tiefen anzutreffen sind. Wenn Phototaxis und ein „Tiefensinn“ fehlen (vergl. Taf. 21 und 22), ist nicht einzusehen, warum sich die Larven auf verschiedenen tiefe, sonst aber gleichartige Detritusschirme einstellen sollten. Ein Aufsuchen der Futterquelle durch die Larven ist daher unwahrscheinlich.

Mittels des regionalen Materials wird im zweiten Teil der Arbeit vielmehr dargelegt werden, daß in der Kieler Bucht die Larven überhaupt keine Einstellbewegungen in irgendwelche Optimumzonen auch anderer Umweltfaktoren zeigen; ebensowenig haben sich Ausweichbewegungen vor zunehmender Aussüßung des Oberwassers oder zunehmender Sauerstoffzehrung des Tiefenwassers feststellen lassen: Das Material deutet dagegen auf eine sehr feste Bindung an bestimmte Wassermassen hin. Werden diese stark bewegt, erhält man eine Larvenverteilung wie auf der Dauerstation A (Taf. 21 und 22); befinden sie sich in Ruhe, ergeben sich Wasserschichten mit verschiedenem Larveninhalt, die wie auf den Dauerstationen B und C (Taf. 18 bis 20) übereinanderlagern.

Es bleibt zu erörtern, ob die Nahrung als „Auslöser“ für die Fortpflanzung der Arten gedient hat, deren Larven auf den Dauerstationen gefangen worden sind. THORSON (1946) hat dahingehenden Beobachtungen angeführt. Für die Dauerstation C ist es aber nicht wahrscheinlich, daß Detritus oder Phytoplankton die unmittelbaren Auslöser des epidemischen Laichens gewesen sind, das die Schwärme von *Polydora* und *Nephtys* (neben der Larve von *Phyllodoce*) erzeugt hat (vergl. Abb. 1—3, Taf. 20): *Nephtys* hat als Räuber im Sediment im Gegensatz zu der sedentären *Polydora* keine Verbindung mit dem Nahrungsgehalt des freien Wassers. Die gleiche Aussage läßt sich für das Tiefenwasser der Dauerstation C auch aus dem Vorkommen mehrerer Altersstufen von *Polydora*-Larven nebeneinander ableiten: Der organische Detritus, der das erste Ablachen

ausgelöst hätte, müßte während der Zeit bis zum letzten Ablachen (vielleicht 2—3 Wochen später) bereits zu Boden gesunken sein. Die Temperatur oder andere mit der hydrographischen Schichtung als solche verknüpfte Umweltfaktoren können ebenfalls nicht verantwortlich gemacht werden, weil das gleiche Nebeneinander der Larvenformen in Ober- und Unterwasser zu beobachten gewesen ist.

In Hinblick auf das gemeinsame Auftreten sehr verschieden alter *Polydora*-Larven im gleichen Wasser, das bei unabhängigem Laichen nach dem auf S. 196 Gesagten nicht zu erwarten ist, muß als Erklärung für die Verteilung vielmehr an einen gelösten beständigen Stoff gedacht werden, der mehrfach ein Ablachen von *Polydora* angeregt und gleichzeitig auf *Nephtys* gewirkt hat. Der Stoff rührt nicht vom assimilierenden Phytoplankton, weil die Koppelung der Larven auch im Unterwasser auftritt, sondern kommt sehr wahrscheinlich vom Detritus oder von dessen Besiedlung mit Mikroorganismen her. Wegen der möglichen Gegenwart solcher Substanzen („external metabolites“ von LUCAS 1947) braucht bei einer Larvenverteilung wie auf der Dauerstation C (Abb. 1 bis 3, Taf. 20) nicht auf gleiches sinnesphysiologisches Verhalten dieser Larven geschlossen zu werden. Daß gelöste organische Stoffe, regional betrachtet, keineswegs gleichförmig im Wasser verteilt sind, wird durch alle meeresoptischen Untersuchungen am Gelbstoff bewiesen (für die Kieler Bucht vergl. KREY 1952 a). Über die Natur von Substanzen, die das Laichen auslösen können, ist noch wenig bekannt (WILSON 1951; WILSON u. ARMSTRONG 1954; JOHNSTON 1954).

4. Methodische Folgerungen

Die Dauerstationen haben ergeben, daß die Larven und einige andere Plankter in der Kieler Bucht sehr ungleichmäßig verteilt sind. Der Wechsel der Lebensbedingungen auch in hydrographisch einheitlichem Wasser ist offenbar stets groß genug, um die gleichmäßige Verteilung des Planktons durch die Mischung zu verhindern. Die Schwarmgrößen zeigen, daß aus wenigen Vertikalserien nicht auf die Planktonbesiedlung der ganzen Kieler Bucht geschlossen werden kann. Für die hier untersuchten Plankter wird die Inhomogenität nicht geringer, wenn man vom Planktongehalt in 500 l Wasser absieht und die Larvenmenge über einer bestimmten Bodenfläche ermittelt (Methode von HENSEN, 1887): Zu diesem Zweck sind unter den Abb. 1—3 Taf. 20 die Larven jeder Serie zusammengezählt; nach Multiplikation mit 2 ergibt sich die Zahl der Larven über $\frac{1}{2}$ m² des Bodens (die Werte entsprechen so denen von THORSON 1946 für 1 *main-series*). Wie auf S. 193 gesagt, können die Larvenmengen schon über sehr kleinen Gebieten mit gleichförmiger Hydrographie um zwei volle Zehnerpotenzen schwanken. Die Besiedlung mit Planktern wie *Podon* und *Evadne* bleibt nach dieser Umrechnung ebenfalls sehr inhomogen.

Wegen der starken vertikalen Zonierung des Larvenvorkommen und der Bindung der Tiere an bestimmte Wasserschichten kann für synökologische Untersuchungen in Gebieten wie der Kieler Bucht das Vertikalnetz nicht benutzt werden, weil im Fang Bevölkerungen vereinigt erscheinen, die miteinander nichts zu tun haben. Da es auch zweifelhaft ist, ob bei Horizontalfängen die Gefahr einer Vermischung der Planktonschichtung vermieden werden kann, ist der punktförmigen Probennahme unbedingt der Vorzug zu geben. Der Wert der Vertikalfänge für orientierende, systematische und faunistische Untersuchungen bleibt davon unberührt.

Der Nachteil der punktförmigen Probennahme liegt darin, daß eine sehr große Zahl von Proben notwendig ist, bevor man zu Aussagen über ganze Meeresgebiete kommen kann. Es fragt sich, ob man in der Praxis eine gewisse Vermischung der Planktonverteilung in Kauf nehmen soll zugunsten einer Integration über die Bevölkerung eines kleineren Gebietes mittels quantitativer Horizontalfänge anstelle der Summation von Punkten. Die Fänge müßten sich dazu über weitere Strecken ausdehnen als die durchschnitt-

lichen Schwarmgrößen betragen. Die Ergebnisse von HANSEN (1951) aus dem Oslofjord, einem vergleichbaren Gebiet, zeigen, daß die Inhomogenität der Planktonverteilung nicht beseitigt wird, wenn bei langsamer Fahrt des Schiffes mit CLARKE-BUMPUS-Planktonsammlern 10 min lang gefischt und 3700—6300 l Wasser filtriert werden. Angesichts dessen und wegen der geringen Probenzahl dürften die Schlußfolgerungen von HANSEN zu weitgehend sein, zumal die Lageänderungen der Sprungschicht die starken Wasserbewegungen anzeigen, die während der Nacht stattgefunden hatten.

Im Hinblick auf die regionalen Untersuchungen in der Kieler Bucht, die im zweiten Teil der Arbeit beschrieben werden sollen, sei nochmals hervorgehoben, daß die Larven keine Tageswanderungen ausführen: Infolgedessen können alle Serien, die zu beliebiger Tageszeit ausgeführt worden sind, unmittelbar miteinander verglichen werden.

Die hier vorliegenden Ergebnisse lassen sich wahrscheinlich wegen der ähnlichen hydrographischen Verhältnisse auf die ganze Beltsee, das Kattegat und den Teil des Skagerraks übertragen, der vom Baltischen Strom beeinflusst wird.

E. Zusammenfassung

Um die Verteilung von Polychaeten- und Echinodermenlarven in geschichtetem Wasser zu untersuchen, sind 1953 in der Kieler Bucht drei Dauerstationen mit punktförmiger Probennahme durch eine Planktonpumpe ausgeführt worden.

Es wird gezeigt, daß die Verteilung dieser Larven und einiger anderer Plankter sehr ungleichförmig ist. Als Maß für die horizontale Inhomogenität werden Schwarmgrößen zwischen 700 und 9000 m angegeben. Die Ergebnisse einer Planktonserie lassen sich daher nicht über weitere Seegebiete verallgemeinern. — Die sehr starke Schichtung der Larvenvorkommen ist nicht an einen starken physikalischen Dichtegradienten geknüpft, sondern auf das Vorhandensein von Wassermassen verschiedenen biologischen Inhalts zurückzuführen. — Die Larven und einige andere untersuchte Plankter führen während der Beobachtungszeit keine täglichen Vertikalwanderungen aus. — Das Auftreten der Larven wird vom Vorkommen des Phytoplanktons oder Detritus nicht unmittelbar beeinflusst.

Infolge der Bindung der Larven an bestimmte Wasserschichten können Vertikalfänge mit Netzen für synökologische Untersuchungen in Gebieten wie der Kieler Bucht nicht benutzt werden.

Einige Neufunde von Polychaeten aus der Kieler Bucht werden mitgeteilt.

Die Ergebnisse lassen sich mit gewisser Wahrscheinlichkeit auf die ganze Beltsee, das Kattegat und Teile des Skagerraks übertragen.

Literaturverzeichnis

- BANSE, K. (1954a): Über Morphologie und Larvalentwicklung von *Nereis succinea* (LEUCKART) 1847, Zool. Jahrb. Anat. **74**, 160—171. — (1954b): *Mystides southerni* sp. nov., Zool. Anz. **153**, 314—318. — (1955): Über die Entwicklung von *Castalia punctata* O.F.M., Veröff. Institut f. Meeresforsch. Bremerhaven **4** (im Druck). — BANSE, K. u. SIEWING, R.: Zur Morphologie und Anatomie der Larve von *Pisone remota* (SOUTHERN) (In Vorbereitung). — BARNES, H. (1949): On the volume measurements of water filtered by a plancton pump, with an observation on the distribution of plancton animals, Journ. mar. biol. ass. UK (NS) **28**, 651—662. — BARNES, H. u. MARSHALL, S. M. (1951): On the variability of replicate plancton samples and some applications of „contagious“ series to the statistical distribution of catches over restricted periods, Journ. mar. biol. ass. UK (NS) **30**, 233—269. — BOGOROV, B. G. (1947): Peculiarities of diurnal vertical migration of zooplankton in polar seas, Journ. mar. res. **6**, 25—32. — BUCH, K. (1937): Die kolorimetrische Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration im Meerwasser, Cons. perm. intern. explor. mer, Rapp. et proc.-verb. **103**, 27—33. — (1945): Kolsyrejämvikten i baltiska havet, Fennia **68**, Nr. 5, 208 S. — BUCH, K., HARVEY, H. W., WATTENBERG, H. u. GRIPENBERG, ST. (1932): Über das Kohlensäuresystem im Meerwasser, Cons. perm. intern. explor. mer, Rapp. et proc.-verb. **79**, 1—70. — CASANOVA, L. (1952): Sur le développement de *Polydora antennata* (CLAPARÈDE), Arch. zool. expér. gén. **89**, 95—101. — CUNNINGHAM, J. T. u.

RAMAGE, G. A. (1888): The polychaeta sedentaria of the Firth of Forth, Trans. R. Soc. Edinburgh **33**, 635—684. — CUSHING, D. H. (1951): The vertical migrations of planctonic crustaceans, Biol. reviews **26**, 158—192. — FRASER, J. H. (1947): The centrifugal plancton pump as fitted to the Scottish research vessel „Explorer“ with details of the 1939 results. Manuskript, gelesen vor dem Intern. Rat f. Meeresforsch., 1947. — GILLBRICHT, M. (1952a): Untersuchungen zur Produktionsbiologie des Planktons der Kieler Bucht, I.: Die zeitliche und räumliche Verteilung des Planktons usw., Kieler Meeresforsch. **8**, 173—191. — (1952b): dto. II.: Die Produktionsgröße, Kieler Meeresforsch. **9**, 51—61. — HALME, E. (1937): Eine neue Methode zur Bestimmung der Wanderungsintensität des Zooplanktons, Acta Soc. Flora Fauna Fennica **60**, 347—373. — HANSEN, K. V. (1951): On the diurnal migrations of zooplankton in relation to the discontinuity layer, Cons. perm. intern. explor. mer, Journal **17**, 231—241. — HARDER, W. (1952): Über das Verhalten von Zooplankton in geschichtetem Wasser, Mitt. fischereibiolog. Abt. Max-Planck-Institut. Meeresforsch. Wilhelmshaven **1**, 28—34. — HENSEN, V. (1887): Über die Bestimmung des Planktons, 5. Bericht Komm. Wiss. Unters. Deutscher Meere, 1—108. — HESSLE, CHR. u. VALLIN, ST. (1934): Undersökningar över Plankton och des växlingar i östersjön under åren 1925—27, Svenska Hydrogr.-Biol. Komm. Skr., NS, Biol. **1**, Nr. 5, 132 S. — JOHANSEN, A. C. (1925): On the diurnal vertical movements of the young of some fishes in Danish waters, Medd. Komm. Havsunders., Ser. Fisk., **8**, Nr. 2, 27 S. — JOHNSTON, R. (1954): Biological active compounds in the sea, Manuskript, gelesen vor dem Intern. Rat f. Meeresforsch., 1954. — KALMUS, H. (1931): Bewegungsstudien an der Larve von *Sabellaria spinulosa*, Zeitschr. vergl. Physiol. **15**, 164—192. — KÄNDLER, R. (1950): Jahreszeitliches Vorkommen und unperiodisches Auftreten von Fischbrut, Medusen und Dekapodenlarven im Fehmarnbelt in den Jahren 1934—1943, Ber. Dt. Wiss. Komm. Meeresforsch., NF, **12**, 49—85. — KÄNDLER, R. u. WATTENBERG, H. (1940): Einige Ergebnisse der Untersuchungsfahrten des RFD „Poseidon“ in die westliche Ostsee 1938, Ber. Dt. Wiss. Komm. Meeresforsch., NF, **9**, 541—560. — KNIGHT-JONES, E. W. (1954): Notes on invertebrate larvae observed at Naples during May and June, Publ. Staz. Zool. Napoli, **25**, 135—144. KORRINGA, P. (1941): Experiments and observations on swarming, pelagic life and setting in the European flat oyster *Ostrea edulis* L., Arch. néerl. Zool. **5**, 1—250. — KOWALSKI, R. (1954): Untersuchungen zur Biologie des Seesterns *Asterias rubens* im Brackwasser. Dissertation Kiel 1954. — KREY, J. (1952a): Die Charakterisierung von Wasserkörpern durch optische Messungen, Arch. Hydrobiologie **46**, 1—14. — (1952b): Über die Untersuchung des Eiweißgehalts in kleinen Planktonproben, Kieler Meeresforsch. **8**, 164—172. — (1954): Beziehungen zwischen Phytoplankton, Temperatursprungschicht und Trübungsschirm in der Nordsee im August 1952, Kieler Meeresforsch. **10**, 3—18. — LUCAS, C. E. (1947): The ecological effect of external metabolites, Biol. reviews **22**, p. 270. — QUAYLE, D. B. (1952): Structure and biology of the larva and spat of *Venerupis pullastra* (MONTAGU), Trans. R. Soc. Edinburgh **62**, 255—297. — ROSE, M. (1925): Contribution à l'étude de la biologie du plancton; le problème des migrations verticales journalières, Arch. Zool. expér. gén. **64**, 387—542. — RUSSELL, F. S. (1925): The vertical distribution of marine macroplankton. An observation on diurnal changes, Journ. mar. biol. ass UK (NS), **13**, 769—809. — (1927): The vertical distribution of plancton in the sea, Biol. reviews **2**, 213—262. — (1931): The vertical distribution of marine macroplankton X.: Notes on the behaviour of *Sagitta* in the Plymouth area, Journ. mar. biol. ass. UK (NS), **17**, 391—414. — SMIDT, E. B. (1944): Biological studies on the invertebrate fauna of the harbour of Copenhagen, Vidensk. Medd. Dansk naturhist. Foren. **107**, 235—316. — (1951): Animal production in the Danish Waddensea, Medd. Komm. Danmarks Fisk.-Havsunders., Ser. Fiskeri **11**, Nr. 6, 151 S. — SELYS LONGCHAMPS, M. DE (1904): Über *Phoronis* und *Actinotrocha*, Wiss. Meeresunters. Helgoland NF **6**, 55 S. — SPOONER, G. M. (1933): Observations on the reaction of marine plankton to the light, Journ. mar. biol. ass. UK (NS), **19**, 385—438. — THORSON, G. (1946): Reproduction and larval development of Danish marine invertebrates, Medd. Komm. Danmarks Fisk.-Havsunders., Ser. Plankton **4**, Nr. 1, 518 S. — WEIDEMANN, H. (1950): Untersuchungen über periodische und unperiodische Vorgänge in der Beltsee, Kieler Meeresforsch. **7**, 70—86. — WIBORG, K. F. (1948): Experiments with the CLARKE-BUMPUS-plankton sampler and with a plankton pump in the Lofoten area in Northern Norway, Fiskeridirekt. Skr., Ser. Havsunders. **9**, Nr. 2, 32 S. — WILSON, D. P. (1928): The larvae of *Polydora ciliata* JOHNSTON and *P. hoplura* CLAPARÈDE, Journ. mar. biol. ass. UK (NS), **15**, 567—603. — (1951): A biological difference between natural seawaters, Journ. mar. biol. ass. UK (NS), **30**, 1—20. — WILSON, D. P. u. ARMSTRONG, F. A. J. (1954): Biological differences between natural seawaters: Experiments in 1953, Journ. mar. biol. ass. UK (NS), **33**, 347—360. — WITTIG, H. (1940): Über die Verteilung des Calciums und der Alkalinität in der Ostsee, Kieler Meeresforsch. **3**, 460—496. — WÜST, G. u. BROGMUS, W. (1955): Ozeanographische Ergebnisse einer Untersuchungsfahrt mit Forschungskutter „Südfall“ durch die Ostsee, die Juni/Juli 1954 anlässlich der totalen Sonnenfinsternis auf Öland durchgeführt wurde, Kieler Meeresforsch. **11**, 3—21. — WYRTKI, KL. (1950): Über die Beziehungen zwischen Trübung und ozeanographischem Aufbau, Kieler Meeresforsch. **7**, 87—107.