

Die Filterleistung der Planktonröhre „Hai“ bei verschiedener Schleppgeschwindigkeit. Eine vorläufige Mitteilung^{1, 2}

GOTTHILF HEMPEL

Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft der Universität Hamburg

ABSTRACT: The filtration capacity of the plankton sampler "Hai" at different towing speeds. A preliminary note. Towing tests performed with a modified Gulf III-sampler ("Hai") with flowmeters revealed an increase in the amount of water filtered per nautical mile with increasing towing speeds from 2.5 to about 6 knots. At higher speeds (6–9 knots) the filtration capacity remains almost constant. The variation between the readings of successive hauls at equal speeds does not exceed 20 % and is smallest at 4 to 7 knots.

EINLEITUNG

Der Gulf-III-Sampler nach GEHRINGER (1952, 1962) ist – vielfach modifiziert – zu einem der wichtigsten Geräte zum Fang von Fischbrut und Evertebraten-Plankton geworden. Er wird bei hoher Geschwindigkeit (4–8 kn) horizontal oder schräg durch das Wasser geschleppt. In Deutschland wird das Gerät unter dem Namen „Hai“ seit 1959 (HEMPEL 1960) entweder als offene Planktonröhre mit Durchstrommesser und Tiefenschreiber oder aber mit einer Schließvorrichtung (KINZER 1962) verwendet. Um die Ergebnisse der „Hai“-Fänge quantitativ auswerten zu können, sind zahlreiche Versuchsserien zur Eichung des Gerätes erforderlich. BRIDGER (1958) verglich die Fängigkeit des Gulf-III-Sampler bei verschiedener Größe der Eintrittsöffnung und der Netzmaschen. Er schleppte das Gerät konstant bei 5,8 kn. Da grundsätzlich auch andere Schleppgeschwindigkeiten in Frage kommen, war zu prüfen, wie sich die Fängigkeit des Netzes bei unterschiedlicher Schleppgeschwindigkeit, aber konstanter Schleppstrecke ändert. Gleichzeitig sollte geprüft werden, wie weit die Angaben der Durchstrommesser von Fang zu Fang unter gleichbleibenden Bedingungen variieren. Im folgenden werden die Ergebnisse der Durchstrommessungen bei Schleppversuchen vorgelegt, die Auszählung der gleichzeitig gewonnenen Planktonfänge steht noch aus.

¹ Herrn Professor Dr. ADOLF BÜCKMANN zum 65. Geburtstag in Verehrung gewidmet.

² Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Der Biologischen Anstalt Helgoland und insbesondere der Besatzung ihres Forschungskutters „Uthörn“ (Kapitän T. HORNSMANN) danke ich herzlich für ihre Hilfe.

GERÄTE UND METHODIK

Für die Versuche wurde eines der älteren Modelle des „Hai“ mit konisch zulaufendem Vorderteil verwendet, und zwar mit folgenden Hauptabmessungen: Totallänge der Röhre 250 cm, Eingangsöffnung 18 cm, Durchmesser der Röhre (= Austrittsöffnung) 50 cm. Das Netz besteht aus Monelgaze mit 24 Maschen/cm (40 Maschen/inch). Der Fangbecher hat ein Gaze-Fenster. Durch einen Kragen, der in der Spitze der Röhre den Netzeinsatz umgreift, wird verhindert, daß Wasser innerhalb der Röhre außen am Netz vorbeistreichen kann. Zur Messung des Durchstromes wurden nacheinander zwei Propeller-Strommesser am Gestänge des Netzes etwa 10 cm hinter dem Fangbecher exzentrisch angebracht (Abb. 1 und 2): 1. Ein großer Strommesser Type

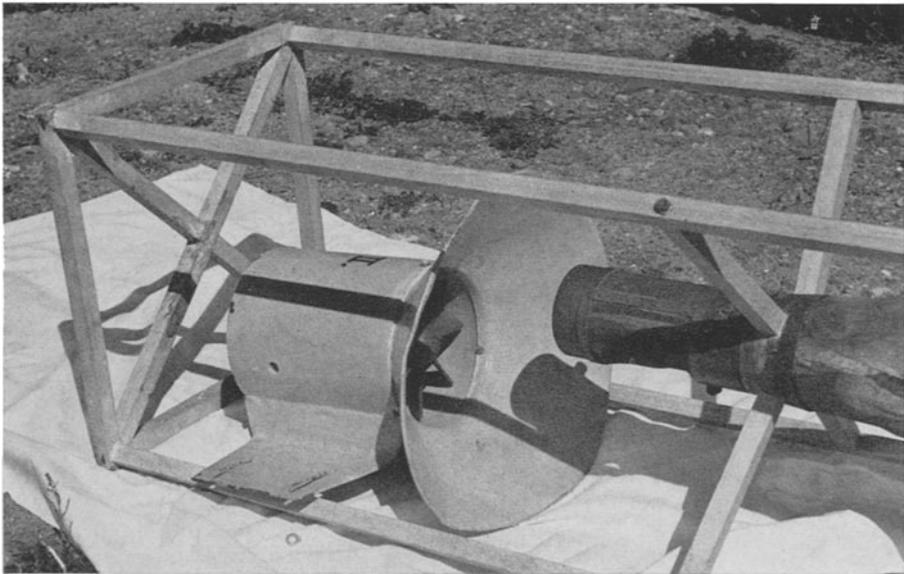


Abb. 1: Hinterteil des Netzeinsatzes zum „Hai“ mit großem Durchstrommesser HW II

HW Nr. II (Firma Hydrowerkstätten, Kiel); Propellerradius 7 cm, davor ein ovaler Trichter (größter Durchmesser 34 cm, kleinster Durchmesser 30 cm); Abstand des Propellers vom Becherende 25 cm. 2. Ein kleiner Strommesser (Type TSK der Firma Tsurumi Seiki Kosakusho, Yokoh.); Propellerradius 4 cm. Dies Gerät ist zur Messung von Durchstromgeschwindigkeiten geeicht; der Abstand vom Becherende beträgt 25 cm.

Die Schleppgeschwindigkeit und die während der Versuche jeweils zurückgelegte Wegstrecke wurde mit Hilfe von Stoppuhr und Patentlog, das auf $\frac{1}{100}$ sm anzeigte, bestimmt. Vorhergehende Schleppversuche mit dem Patentlog hatten gezeigt, daß die Messung befriedigend genau ist, wenn man vor jeder Ablesung das Schwungrad oder die Logleine anstößt, damit sich der in der Leine aufgestaute Drall abspult. Bei den von uns verwendeten Geschwindigkeiten von 2,5 bis 9 kn übertrugen sich die Drehungen des Log-Propellers nämlich in Intervallen, die 0,05 bis 0,1 sm entsprachen, auf das Zählwerk.

Die Versuche wurden an Bord von F.K. „Uthörn“ am 20. bis 24. August 1964 in der Umgebung Helgolands durchgeführt. Der „Hai“ wurde in 5 bis 10 m Tiefe bei 4 verschiedenen Fahrtstufen „ganz langsam“ (ca. 3 kn), „halbe Fahrt“ (ca. 4 kn), „drei-viertel Fahrt“ (ca. 6 kn), „volle Fahrt“ (ca. 8 kn) geschleppt. Die Schleppstrecke lag bei 1 sm; sie schwankte im Extrem zwischen 0,91 und 1,24 sm. Die Hauptserie (24 Fänge) mit dem großen Strommesser am 21. 8. 1964 war vom Wetter sehr begünstigt (schwach-

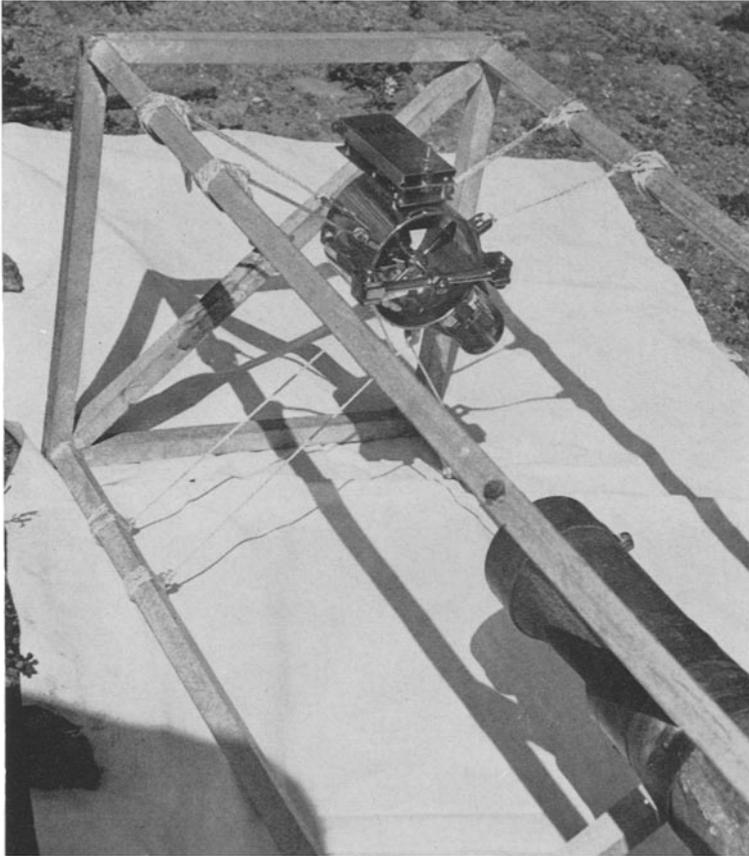


Abb. 2: Hinterteil des Netzeinsatzes zum „Hai“ mit kleinem Durchstrommesser TSK

windig), die zweite Serie des großen Strommessers (7 Fänge) sowie die Versuche mit dem kleinen Strommesser (8 Fänge) erfolgten am 24. August bei SW-Wind 6 Bft in Lee der Insel, dabei mußte von einer Ausgangsposition immer in einer Richtung geschleppt und dann wieder aufgedampft werden. Am 21. August konnte dagegen auf einer festgelegten Strecke (1 sm) hin und her geschleppt werden. Dabei differierte die Schleppgeschwindigkeit bei aufeinanderfolgenden Fängen trotz gleichbleibender Fahrtstufe der Schiffsmaschine in Abhängigkeit vom Wind. Nach jedem Hol wurden Netz und Netzbecher gründlich gesäubert. Die ersten 20 Fänge wurden konserviert.

ERGEBNISSE

Die Umdrehungszahlen der Strommesser berechnet auf 1 sm sind für alle 39 Versuche in Abbildung 3 zusammengefaßt, dabei wurde zwischen den beiden Strommessern und beim großen Strommesser HW zwischen den beiden Versuchstagen unterschieden. Die letztgenannte Trennung war erforderlich, da der Wasserdurchfluß am 24. August stärker als am 21. war. Die schlechtere Filtration am 21. August dürfte durch die Verstopfung des Netzes durch Phytoplankton (vorwiegend *Biddulphia sinensis*) bedingt gewesen sein. Da die Verteilung von *Biddulphia* nicht gleichmäßig

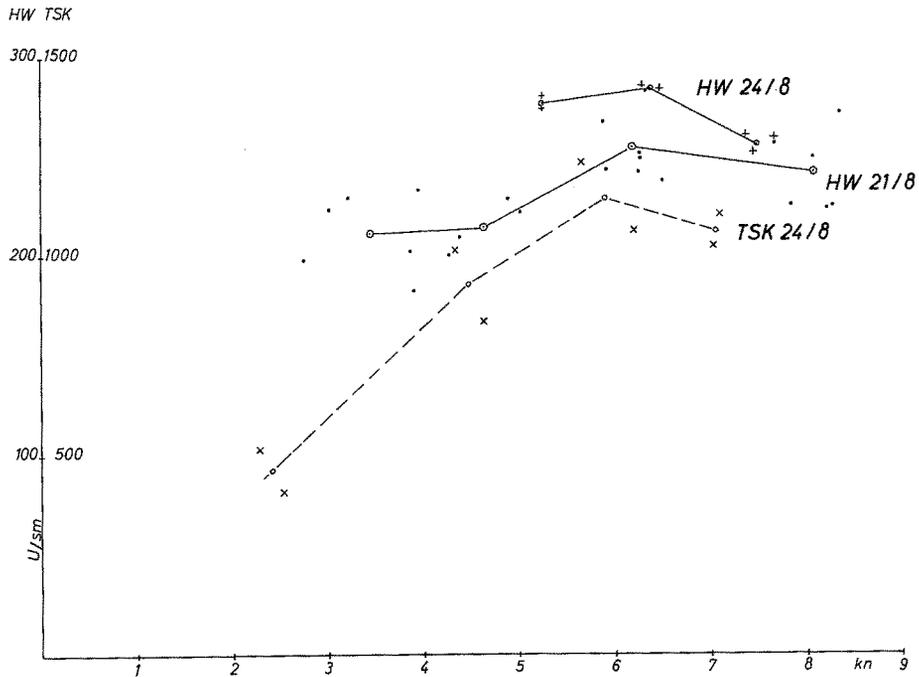


Abb. 3: Umdrehungszahl der Strommesser pro Seemeile in Abhängigkeit von der Schleppgeschwindigkeit. \odot Mittelwerte bei verschiedenen Fahrtstufen

war, kann die damit wechselnde Stärke der Netzverschmutzung auch die beträchtliche Variation in den Umdrehungszahlen verursacht haben. Am 24. August war das Wasser sehr klar, das Netz verstopfte sich kaum, damit war die Durchströmung des Netzes stärker und einheitlicher.

Unter der Voraussetzung, daß die Empfindlichkeit der Durchströmungsmesser in dem hier untersuchten Geschwindigkeitsbereich von der Schleppgeschwindigkeit unabhängig ist, zeigten die Schleppversuche, daß die Durchströmung des Netzes bei 2 bis 4 kn Fahrt relativ gering ist, bei 5 bis 7 kn ein Optimum erreicht und dann bei höherer Geschwindigkeit absinkt. Leider konnten wir mit F. K. „Uthörn“ keine Schleppgeschwindigkeiten über 8,5 kn erzielen. Vergleicht man für die Serie vom 21. August die mittlere Umdrehungszahl der Hols bei Geschwindigkeiten von 2,5 bis 5 kn mit der

von 5,1 bis 7 kn, so ergibt sich ein statistisch gesicherter Unterschied ($P < 0,001$). Der Abfall vom Optimum bei 5,1 bis 7,0 kn zu den Fängen bei voller Fahrt (> 7 kn) läßt sich nur dann schwach sichern ($P \sim 0,05$), wenn man die Fänge vom 24. August hinzunimmt.

Bei dem kleinen Strommesser TSK deuten die Ablesungen bei ganz langsamer Fahrt noch ausgeprägter auf eine schlechte Filtration bei geringer Schleppgeschwindigkeit hin als beim Gerät HW II. Diese Differenz zwischen den beiden Strommessern ist möglicherweise durch die unterschiedliche Aufhängung innerhalb der Röhre bedingt, der kleine Strommesser erfaßt einen kleineren Ausschnitt aus dem wahrscheinlich nicht einheitlichen Ausstrom.

Die Ergebnisse der Schleppversuche sind in zweierlei Hinsicht interessant: In 4 bis 8 aufeinanderfolgenden Fängen bei gleicher Fahrtstufe (aber um maximal 1,1 sm variierender Schleppgeschwindigkeit) differieren die Ablesungen des großen Strommessers selbst bei reichem, schwankendem Vorkommen von Phytoplankton (21. 8.) um maximal 20 %. Am 24. August, wo die Verstopfung durch Phytoplankton gering war und die Geschwindigkeit auf den einzelnen Fahrtstufen einheitlicher war, betragen die Schwankungen innerhalb der Wertepaare weniger als 5 %. Für den kleinen TSK-Strommesser lagen die Differenzen innerhalb der Wertepaare bei 20 %. Insgesamt ist damit gezeigt, daß der „Hai“ bei einheitlicher Fahrtgeschwindigkeit relativ zuverlässig reproduzierbare Werte bezüglich seiner Filterleistung liefert.

Unerwartet war die relativ geringe Filterleistung bei Schleppgeschwindigkeiten unter 4 Knoten. Man kann vermuten, daß bei geringer Fahrt der Druck des Wassers auf die Gaze und/oder der Saugeffekt durch die gegenüber der Eintrittsöffnung erweiterte Austrittsöffnung nicht ausreicht, den Filtrationswiderstand der Gaze in befriedigendem Maße zu überwinden.

Das in den Versuchen ermittelte Durchströmungsoptimum liegt mit 6 kn bei der in den Fischbrut-Untersuchungen auf „Anton Dohrn“ (HEMPEL 1960, ORAY 1964) verwendeten Fahrtgeschwindigkeit. Abweichungen um etwa 1 kn dürften nach den hier dargestellten Schleppversuchen auf die Fängigkeit keinen einschneidenden Einfluß haben.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Der Durchstrom durch den modifizierten Gulf-III-Sampler „Hai“ wurde mit 2 Strommessern bei Schleppgeschwindigkeiten von 2,5 bis 8,5 kn auf einer Meßstrecke von 1 sm bestimmt.
2. Der Durchstrom pro Seemeile variiert in aufeinanderfolgenden Fängen bei gleicher Fahrtstufe um maximal 20 %.
3. Der Durchstrom pro Seemeile ist bei Schleppgeschwindigkeiten unter 4 kn relativ gering, steigt dann zu einem Optimum bei 6 kn an, das auch bei höheren Geschwindigkeiten annähernd gehalten wird.

NACHTRAG

Auf einer Forschungsfahrt von F.F.S. „Anton Dohn“ in die nördliche Nordsee konnten am 18. und 19. September 1964 die Schleppversuche fortgesetzt werden. In zwei Serien wurden 31 Oberflächenfänge über eine Seemeile durchgeführt. Die verwendeten Durchströmungsmesser waren die gleichen wie auf F.K. „Uthörn“. Die Versuche unterschieden sich aber in zwei wichtigen Punkten von denen auf F.K. „Uthörn“:

1. Beide Strommesser waren nebeneinander in der Röhre angebracht (Abb. 4).

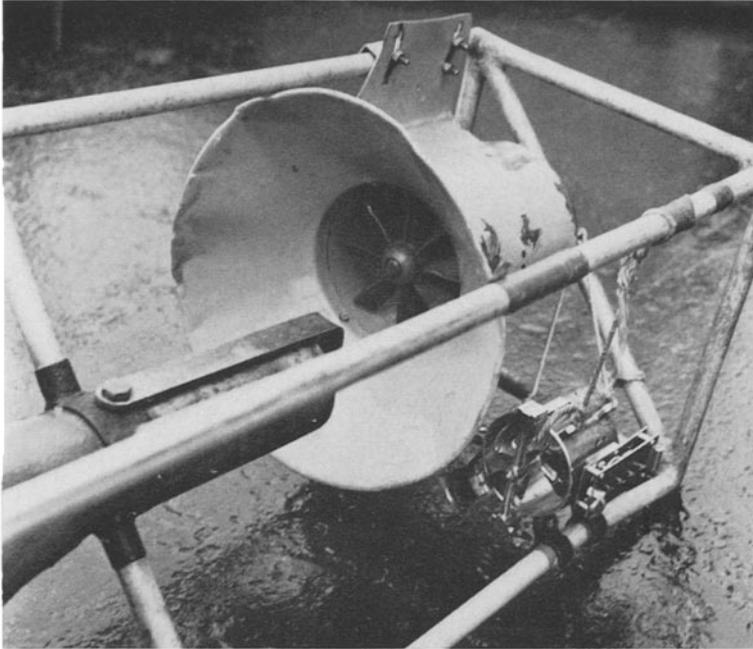


Abb. 4: Anbringung der Durchströmungsmesser TSK und HW bei den Versuchen auf F.F.S. „Anton Dohn“

Damit war es möglich, Parallelablesungen für jeden einzelnen Hol zu machen. Eine Beeinflussung des Durchstromes als Folge des Einbaues beider Durchströmungsmesser ist nicht ausgeschlossen.

2. Anstelle des konischen Vorderteiles hatte der auf F.F.S. „Anton Dohn“ verwendete „Hai“ ein halbkugelförmiges Mundstück. Der Durchmesser der Eintrittsöffnung war aber der gleiche wie bei dem auf „Uthörn“ gebrauchten „Hai“ (18 cm).

Die Ergebnisse aus 31 Vergleichshols sind in Abbildung 5 graphisch dargestellt. Im Prinzip stimmen sie mit den Versuchen auf F.K. „Uthörn“ gut überein. Sehr auffallend ist der starke Anstieg der Umdrehungszahl pro Seemeile mit zunehmender Schleppgeschwindigkeit zwischen 2 und 5 Knoten.

Der Durchstrommesser TSK, der bei sehr geringer Geschwindigkeit (< 3 kn) offenbar kaum anspricht, zeigte im Gegensatz zu den Untersuchungen auf F.K. „Uthörn“ einen weiteren Anstieg des Durchstromes pro Seemeile bei hohen Schleppge-

schwindigkeiten > 7 kn. In diesem Bereich ist die Varianz der Einzelablesungen sehr hoch. Nach den weniger streuenden Werten des Gerätes HW ist der Durchstrom durch den HW im Geschwindigkeitsbereich 6 bis 10 kn unabhängig von der Schleppgeschwindigkeit. Das unterschiedliche Verhalten von HW und TSK ist möglicherweise darauf zurückzuführen, daß bei hoher Geschwindigkeit ein Stau vor dem Trichter des HW

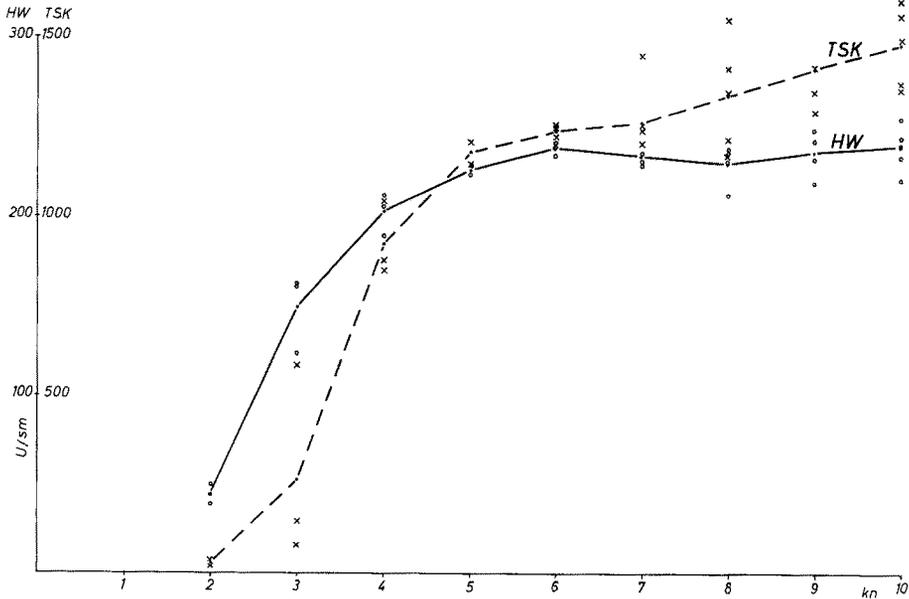


Abb. 5: Umdrehungszahl pro Seemeile bei verschiedenen Schleppgeschwindigkeiten auf F.F.S. „Anton Dohrn“

eintritt, der dem TSK zusätzliches Wasser liefert. Wenn das zutrifft, könnten wir annehmen, daß auch bei hoher Geschwindigkeit die pro Seemeile filtrierte Wassermenge mit zunehmender Schleppgeschwindigkeit langsam zunimmt.

Diese Versuche wurden mit Unterstützung der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission für Meeresforschung durchgeführt.

ZITIERTE LITERATUR

- BRIDGER, J. P., 1958. On efficiency tests made with a modified Gulf III High Speed Tow Net. *J. Cons.* **23**, 357–365.
- GEHRINGER, J. W., 1952. High speed plankton samplers. 2. An all-metal plankton sampler (Model Gulf III). Spec. sci. Rep. U. S. Fish. Wildl. Serv. – Fish. **88**.
- 1962. The Gulf III and other Modern High-Speed Plankton Samplers. *Rapp. Cons. Explor. Mer.* **153**, 19–22.
- HEMPEL, G., 1960. Untersuchungen über die Verbreitung der Heringslarven im Englischen Kanal und der südlichen Nordsee im Januar 1959. *Helgol. Wiss. Meeresunters.* **7**, 72–79.
- KINZER, J., 1962. Ein einfacher Schließmechanismus für die Planktonröhre „Hai“. *Mitt. Inst. Fischereibiol. Hamb.* **12**, 13–17.
- ORAY, I. K., 1964. Über die Verbreitung der Fischbrut in der südlichen Nordsee und im östlichen Englischen Kanal im Winter. Dipl.-Arbeit Math.-Naturw. Fakultät, Univ. Hamburg.