

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 Küsten- und Binnenfischerei, Hamburg,
und dem Institut für Meereskunde an der Universität Kiel

Die Laichplätze des Herings (*Clupea harengus* L.) der westlichen Ostsee

VON WOLFGANG WEBER

Zusammenfassung: Lage und Bedeutung der Laichplätze sowie das Larvenwachstum konnten für beide Heringspopulationen (Frühjahrs- und Herbstlaicher) der westlichen Ostsee ermittelt werden.

- a) An der schleswig-holsteinischen Küste liegen die bedeutendsten Laichplätze des Frühjahrsherings in der Schlei und dem Nord-Ostsee-Kanal an der Kieler Förde.
- b) Die Laichplätze für den Herbsthering der Kieler Bucht befinden sich außerhalb dieses Meeresteils an den Ostküsten von Langeland und Fehmarn. Für diese Feststellung spricht sowohl der alljährliche Fang von Schwärmen laichreifer Herbstheringe als auch die Larvenverteilung kurz nach dem Schlüpfen.
- c) Die Herbstheringslarven werden mit Hilfe der „Larvenpumpe“, eines Randeffects des Austausches von Wassermassen der Beltsee und Ostsee, in die Kieler Bucht transportiert: Sowohl die geographische Lage dieses Gebietes an der wichtigsten Verbindung zwischen Ostsee und Kattegat als auch die Verteilung der Laichplätze nahe des nördlichen und östlichen Ausgangs bieten günstige Voraussetzungen dafür.
- d) Das Wachstum der Heringslarven ist temperaturabhängig. Es betrug für die Nachkommen des Herbstherings, die die westliche Ostsee bevölkern, im Oktober 1967 mehr als 0,2 mm/Tag.

The spawning places of herring in the western Baltic (Summary): It had been found the position and importance of the spawning places and the growth of the larvae of both herring populations (spring- and autumn-spawners) in the western Baltic.

- a) The most important spawning places of the spring spawners at the coast of Schleswig-Holstein are in the fjord 'Schlei' and in the Kiel-Canal at the Kiel fjord.
- b) The spawning places of the autumn spawners are located near the east coasts of Langeland and Fehmarn. This could be shown by catches of spawning fish and by the distribution of larvae.
- c) The larvae of the autumn spawning herring are transported into the Kiel bay by the "larvae pump" which is a side effect of the exchange of water masses of Belt Sea and Baltic. The geographical position of this area at the most important connection between the Baltic and the Kattegat and the distribution of the spawning places near the northern and eastern exit make this drifting possible.
- d) The growth of the herring larvae depends on temperature. In October 1967 in the western Baltic the growth rate of the fry of autumn spawning herring had been more than 0.2 mm/day.

1. Einführung

Die westliche Ostsee birgt zwei Heringsrassen, die nach dem Zeitpunkt ihres Laichens Frühjahrsherings- und Herbstheringe genannt werden. Die Heringsschwärme leben in ihrem Lebensraum weit verstreut. Nur wenn die Gonaden reif werden, sammeln sich die Tiere an bestimmten Stellen ihres Areals um abzulaichen. In dieser Zeit sind sie wegen der verminderten Reaktionsfähigkeit auf Fanggeräte und der ungewöhnlich starken Ansammlung gut zu erbeuten. Die genaue Kenntnis der Laichplätze ermöglicht es den Fischern also, günstige Erträge zu erzielen. Für die eine der beiden Heringsrassen, die im Frühjahr in den Förden laicht, sind diese Gebiete größter Konzentrationen schon lange bekannt, für die im Herbst laichende Rasse dagegen war man bisher auf

Vermutungen angewiesen. Die Abgrenzung der Laichplätze des Herbstherings auf ganz bestimmte Küstenstriche, nämlich bei Fehmarn und Langeland, scheint mir deshalb ein wichtiges Ergebnis der vorliegenden Untersuchungen zu sein.

Die beiden Heringsrassen dringen also beim Laichen unterschiedlich weit ins Süßwasser vor. Dieses anadrome Verhalten der Frühjahrsheringe kann man in einem größeren Zusammenhang sehen: Viele Fischarten sind ganz im Süßwasser, dem Ort ihrer phylogenetischen Herkunft, geblieben; andere haben ihren Lebensraum völlig ins Meer hinausverlegt. Dazwischen gibt es verschiedene Stufen von anadromen Fischen. Bei den Clupeiden z. B. schließt sich dem vullanadromen Maifisch der halbanadrome Frühjahrshering an, gefolgt von der reinen Meeresform, dem Herbsthering. Anders wird diese Reihe von ANOKHINA (1968) beurteilt. Nach ihrer Meinung entscheiden allein die Lebensbedingungen, ob z. B. ein im Herbst geschlüpfter Hering wieder im Herbst oder schon im Frühjahr davor laichreif wird. Die Autorin schreibt, daß die bei Frühjahrsheringen und Herbstheringen nachgewiesenen Unterschiede in den meristischen Merkmalen und den Otolithentypen nur andere Bedingungen der Individualentwicklung anzeigen. Sie beweisen ihrer Ansicht nach nicht die Permanenz von frühjahrs- und herbstlaichenden Gruppen.

2. Der Fang von Laichhering als Hinweis für Laichplätze

Die Gonaden der Heringe, besonders die der weiblichen Tiere, gehen erst nahe dem Laichplatz in das „fließende“ Stadium über. Man kann deshalb vom Fang der Fische des Stadiums VI (nach MAIER, aus BÜCKMANN, 1929) auf die Lage der Laichplätze schließen.

Alljährlich findet im Frühjahr und Herbst eine Fischerei auf die Vorlaich- und Laichschwärme des Herings statt.

Die Laichplätze der Frühjahrsheringe liegen tief in den Buchten und Förden, auf flachen, ausgesüßten, sich schnell erwärmenden, meist gut bewachsenen Bänken.

Die Herbstheringe dagegen laichen an relativ steil abfallenden, der salzreichen Strömung ausgesetzten Küsten (Tab. 1).

Tabelle 1
Wassertemperatur und Salzgehalt während des Laichgeschehens

Frühjahrshering			Herbsthering		
Autor	S ⁰ / ₀₀	°C	Autor	S ⁰ / ₀₀	°C
KUPFFER (1876) . . .	5	14—20	KUPFFER (1876) . . .	20	9—11
NEB (1952)	3—15	6—7	KÄNDLER (1951) . . .	20	
BRANDHORST (1956) .	5	6—11	WEBER (1970)	16—18	13—15
NELLEN (1965)	6	6—10			

2.1. Material

Zur Klärung der Fragen nach Lage und Bedeutung der Laichplätze und nach der Laichzeit sind folgende Anlandestatistiken herangezogen worden:

1. Vom Fischereiamt des Landes Schleswig-Holstein: Monatsanlandungen aus der westlichen Ostsee von den einzelnen Fischmeisterbezirken sowie aus der Schlei und der Untertrave.

2. Von den dänischen und deutschen Fischergenossenschaften in Bagenkop, Lohals, Flensburg, Burgstaaken und Schlutup: Tagesanlandungen aus der Stellnetz- und Bundgarnfischerei.
3. Von Fischern aus Burgstaaken, Heiligenhafen und Rade bei Rendsburg: Tagesanlandungen aus der Bundgarnfischerei.

2.2. Der Frühjahrshering laicht in den Förden

Die Laichplätze der Frühjahrsheringe sind wegen ihrer Lage in den Buchten und Förden gut bekannt (vergl. Abb. 1).

Beginnend im Osten mit der Insel Rügen und dem Greifswalder Bodden (ALTNÖDER, 1930, 1948; P. F. MEYER, 1942; KÄNDLER, 1952) über kleinere Laichgebiete östlich von Warnemünde und in der Wismarer Bucht (Wohlenberger Wiek bis vor Klütz, briefliche Mitteilung von RECHLIN), läßt sich diese Aufzählung mit der Untertrave fortsetzen. ALTNÖDER (1929) beschreibt dort den Dassower See und die Pötenitzer Wiek als die Hauptlaichplätze. Nach Berichten von Schlutuper Fischern erreichen die Laichschwärme, wie zur Zeit von ALTNÖDERS Untersuchungen, die Höhe von Schlutup, während sie vor wenigen Jahren unterhalb umkehrten. Das nächste größere Laichvorkommen findet man in der Kieler Förde (NEB, 1952; BRANDHORST, 1956; KÄNDLER, 1961). Laichplätze sind hier die Buchten, die Innenförde und der Nord-Ostsee-Kanal.

Die Eckernförder Bucht dient nur in geringem Maße als Heringslaichplatz. Als hier die Verbindung zum Windebyer Noor noch passierbar war (1874 wurde eine Schleuse eingebaut), sollen nach Fischerberichten dort ebenfalls stärkere Laichschwärme eingewandert sein. Im Windebyer Noor lebt nach NEB (1970) eine eigene, kleinwüchsige Heringspopulation, die nur während ihrer Larval- und Jungfischzeit einen Austausch mit der westlichen Ostsee erfährt.

Der Schleihering wurde schon von KUPFFER (1876) und im gleichen Jahr von H. A. MEYER, außerdem von HEINCKE (1898) u. a. untersucht. Eine intensive Bearbeitung erhielt er durch NELLEN (1963). Als Hauptlaichplätze sind die Große- und die Kleine-Breite in der inneren Schlei zu nennen. In der Flensburger Förde spielen die Laichheringsschwärme auch eine wichtige Rolle für die Fischerei. Beinahe jede Bucht soll, nach Aussagen der Fischer, zum Absetzen des Laichs benutzt werden. Neben den dänischen Förden des Kleinen Belt (Apenrade, Hadersleben und Kolding) gibt es einen weiteren Laichplatz der Frühjahrsheringe am Rande der Kieler Bucht: zwischen den Inseln Langeland, Ärö, Taasinge und Fünen (Abb. 1). Hier werden die Laichschwärme hauptsächlich durch die Fischer von Rudköbing auf einem weiten Seegebiet mit weniger als 5 m Tiefe befischt.

Die Förden an der Küste Schleswig-Holsteins besitzen unterschiedliche Bedeutung als Laichplätze der Frühjahrsheringe. Da die Tiere während des Laichens in den engen Gewässern mit Stellnetzen, Bundgarnen und Waden einfach zu fangen sind, werden sie alljährlich intensiv befischt. So ist es möglich, aus den Anlandungen dieser Fischerei auf die Bedeutung der Laichgebiete und Jahrgänge zu schließen. Obwohl aus der Kieler Förde und dem Nord-Ostsee-Kanal über mehrere Jahre nur die Anlandungen eines Fischers vorliegen, zeigt sich in Tab. 2, daß hier und in der Schlei die meisten Laichheringe der Frühjahrsrasse gefangen werden. Danach folgen die Untertrave und die Flensburger Förde. NELLEN (1965) konnte zeigen, daß die Schlei um die Jahrhundertwende sehr produktiv war (Durchschnitt 214 t/Jahr), daß in den Jahren 1925—35 die Erträge stark abfielen (Durchschnitt 76 t/Jahr), aber 1949 und 1965 wieder die Höhe von 1899 erreichten. NEB (1952) findet in den 40er Jahren für die Schlei zwar höhere (260 t/Jahr) und für den Nord-Ostsee-Kanal niedrigere Mittelwerte der Anlandungszahlen (92 t/Jahr), dennoch sind auch nach seinen Untersuchungen diese beiden Förden

Tafel 1 (zu W. Weber)

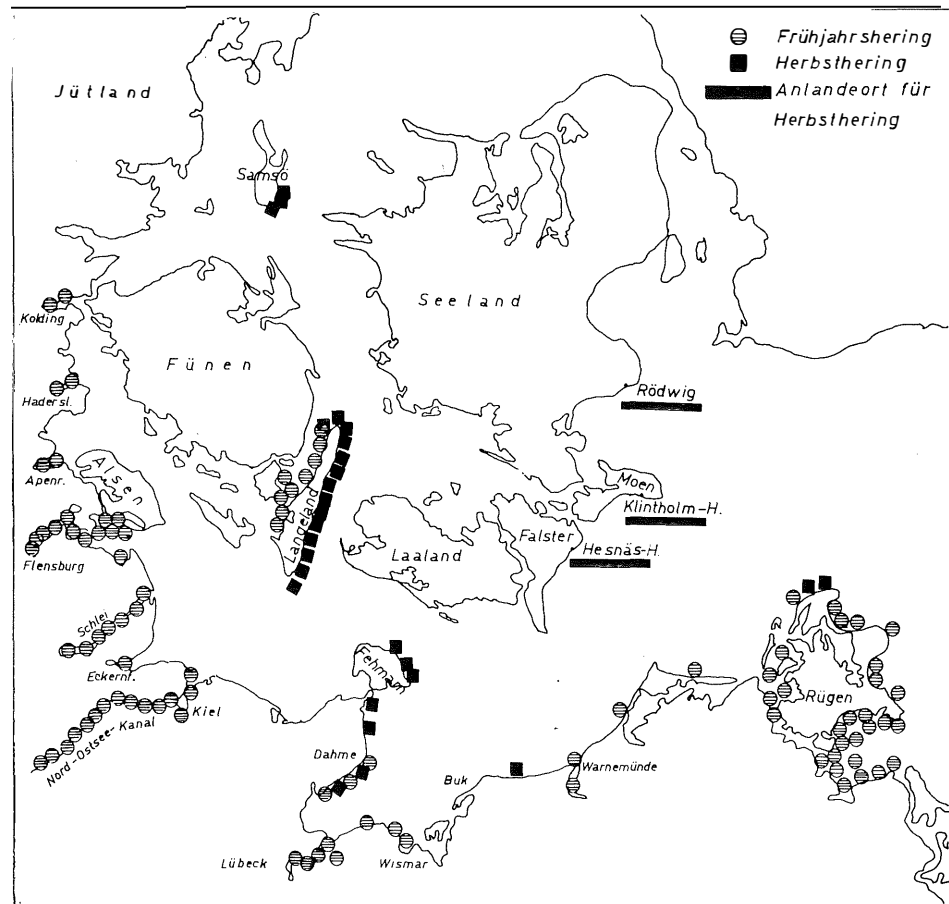


Abb. 1: Die Laichplätze des Hering

Tafel 2 (zu W. Weber)

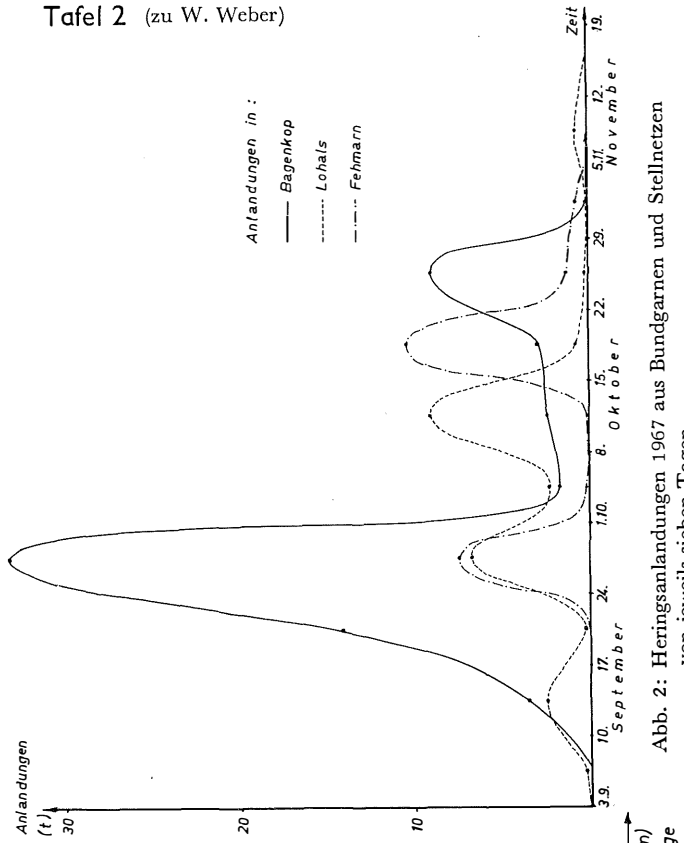


Abb. 2: Heringsanlandungen 1967 aus Bundgarnen und Stellnetzen von jeweils sieben Tagen

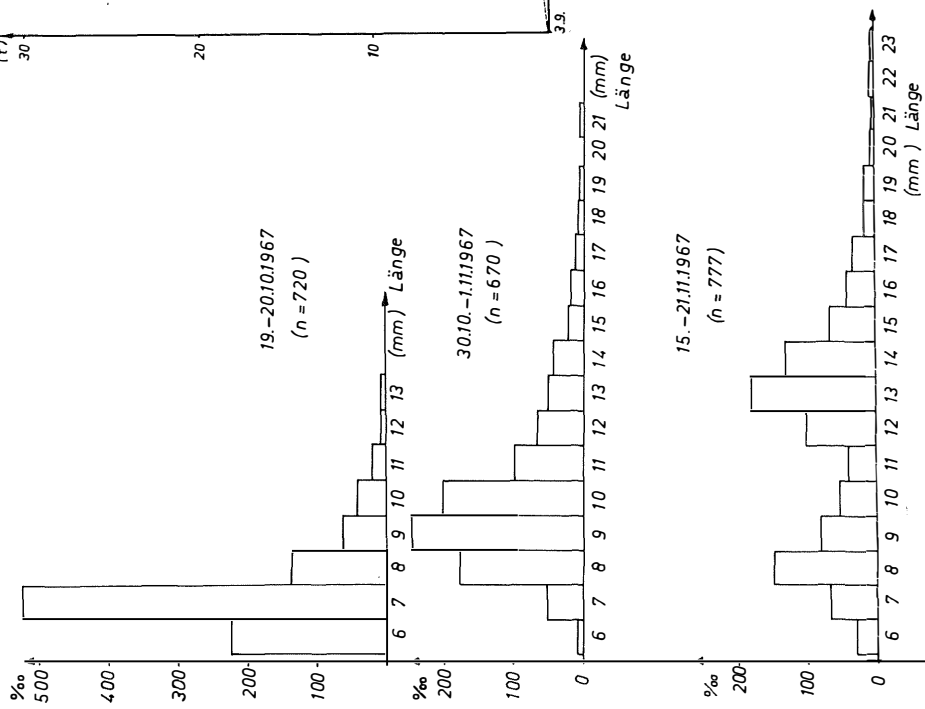


Abb. 5: Längenverteilung der Herbstheringslarven

die hervorragenden Laichgebiete. Aus Tab. 2 ist weiterhin zu erkennen, daß bei Dahme ebenfalls Laichheringe im Bundgarn gefangen werden. Für die Erzeugung von Nachwuchs ist dieser Laichplatz jedoch bedeutungslos.

Die Summe der Anlandungen in den einzelnen Jahren ergibt ein Maß für die Stärke des Laichens. Tab. 2 deutet an, daß jeweils einem starken Fangjahr ein schwaches folgt.

Tabelle 2
Der Fang von Frühjahrsheringen während der Laichzeit in den Förden
Schleswig-Holsteins (in t).

Jahr	Flensburger Förde	Schlei	Nord-Ostsee Kanal	Untertrave	Dahme-Pelzerhaken	Summe
1960		39*	34			
1961		168*	133			
1962	31	105*	126			
1963	214	302*	94	95		~ 705
1964	32	233*	113	117	4,3	499
1965	34	356*	235	126	0,5	752
1966	67	173*	94	118	4,0	456
1967	53*	234*	290	196	2,5	776
1968	33*	61*	269	212		~ 575
1969	104*	271*	150	125*		~ 650
Mittel	71	194	154	141	3,0	

Die Zahlenangaben für den Nord-Ostsee-Kanal betreffen die Anlandungen eines Fischers dessen Anteil nach Angaben des Kanalamtes in den Jahren 1968 und 1969: 97% betrug. Die Werte von Dahme stammen ebenfalls von einem Fischer. Die Fangdaten der Flensburger Förde und der Untertrave erhielt ich von den Genossenschaften und die mit * bezeichneten Werte vom Fischereiamt des Landes Schleswig-Holstein.

2.3. Der Herbsthering laicht an strömungsexponierten Küsten

HEINCKE (1898, S. 57) vermutete die Laichplätze des Herbstherings bei den „aus größerer Tiefe allmählich aufsteigenden Gründen der offenen See . . . , wie sie sich südlich von Laaland, rings um Fehmarn, in der Hohwachter Bucht und beim Stoller Grund finden“. KÄNDLER (1942, S. 22) spricht in diesem Zusammenhang von den „der Küste vorgelagerten Sänden und Bänken“ und (1952) meint er, daß die Herbstheringsschwärme sich „an wechselnden Orten zu intensivem Laichen zusammenscharen, häufiger aber zerstreut laichen“. RECHLIN (1964) bezeichnet drei Hauptfangplätze in der Mecklenburger Bucht als die Laichplätze.

Meine Untersuchung begann mit einer Befragung der Fischer. Daraus ergab sich, daß in der Schleppnetzfisherei nur selten und ganz vereinzelt laichreife Herbstheringe gefangen werden. Die von diesen Geräten befischten Areale der offenen See (Abb. 15) konnten damit als Laichplatz nicht in Frage kommen.

Auf dem Gulstav Flach, einer etwa 10 m flachen Bank südlich Langelands, wurden von dänischen Fischern beim Angeln jedoch Zosterablätter heraufgeholt, an denen Heringseier klebten. Zwar besteht die Möglichkeit, daß die Pflanzen mit der oft sehr starken Strömung aus anderen Gegenden verdriftet worden sind. Es ist aber auch denkbar, daß diese Bank dem Hering die nötigen Voraussetzungen zum Laichen bietet.

In Stellnetzen, die in der Hohwachter Bucht dicht unter Land stehen, sind nach Auskunft der Fischer im Herbst gelegentlich fließende Heringe gefangen worden. Die Anlandungen zeigen jedoch, daß die größten Mengen mit Netzen und Bundgarnen vor Staberhuk und an der Ostküste von Langeland erbeutet worden sind (Abb. 2).

Wenn man diese Plätze auf der Seekarte betrachtet, so fällt auf, daß die Küsten einen sehr ähnlichen Charakter besitzen. Sie fallen innerhalb einer halben Seemeile auf etwa 10 m Wassertiefe ab, haben sandigen und steinigen Untergrund und sind strömungsexponiert. Nördlich Staberhuk fand ich beim Tauchen einen Bestand von etwa 1 m langen *Zostera*, dazwischen lagen große, mit Rotalgen und *Mytilus* bewachsene Steine.

3. Fang von Larven als Nachweis für die Laichplätze

Zum Auffinden und zur Bewertung von Laichplätzen ist der Larvenfang ein seit Jahrzehnten erprobtes Mittel. In den Jahren von 1925—1938 haben dänische, deutsche und schwedische Forschungsschiffe zwischen dem südlichen Kattegat und Bornholm Herbstheringslarven gefangen. (ALTNÖDER, 1928, 1929, 1933; BLEGVAD, 1932—1939; JOHANSEN, 1927; KÄNDLER, 1952). Die Ergebnisse bis 1934 sind von POULSEN (1936) und bis 1938 von KÄNDLER (1952) zusammengestellt worden. Er unterteilt das damals untersuchte Gebiet in 17 Teile, von denen folgende Areale hohe Durchschnittsfangzahlen aufweisen:

nördl. Beltsee	92 Larven / 30 Min. Ringtrawl
Großer Belt	155 Larven / 30 Min. Ringtrawl
Fehmarn Belt	52 Larven / 30 Min. Ringtrawl
Mecklenburger Bucht	126 Larven / 30 Min. Ringtrawl
Falster/Moen	195 Larven / 30 Min. Ringtrawl
südl. Sund-Vorhof	89 Larven / 30 Min. Ringtrawl
Rügen	125 Larven / 30 Min. Ringtrawl
Bornholm	46—49 Larven / 30 Min. Ringtrawl

Diese Untersuchungen ergaben im Großen Belt vor Langeland in den Herbstmonaten fast ständig kleine Larven. In anderen Gebieten, wie in der Kieler Bucht, wurden nur gelegentlich Herbstheringslarven angetroffen. Dadurch erhebt sich die Frage, ob die Areale mit dem spärlichen Larvenauftreten nur gelegentlich aufgesuchte Laichplätze sind oder ob die Heringsbrut durch Strömungen dorthin verdriftet wurde. Um die Bedeutung der Kieler Bucht als Laichplatz zu klären, führte ich im Herbst 1967 eigene Untersuchungen durch.

3.1 Material und Methoden

Die Forschungskutter „Hermann Wattenberg“ und „Alkor“ standen im Winter 1967/68 für vier Ausfahrten von insgesamt 12 Tagen zur Verfügung. In dieser Zeit wurden 115 Hols mit dem Ringtrawl und 69 mit dem „Hai“ durchgeführt, wobei 2275 Heringslarven erbeutet wurden. Bei den Untersuchungsfahrten konnten, je nach Fahrtzeit, 11 bis 23 Stationen mit jeweils zwei oder drei Hols befischt werden (Abb. 3, 4, 6, 7, 8). Die Proben wurden gleich nach dem Fang in 4%igem Formalin konserviert und einige Wochen später ausgelesen, nach EHRENBAUM (1909) bestimmt und auf einer Millimeter-einteilung unter dem Binokular gemessen. Um bei der quantitativen Erfassung der Larven eine mögliche „patchiness“ auszugleichen, sind Mittelwerte für die einzelnen Stationen gebildet worden.

Das Ringtrawl, das bei den ersten drei Ausfahrten Verwendung fand, hat einen Durchmesser von 1 m und besteht aus einem 3,5 m langen Beutel mit Monylgaze (Maschenweite 500 μ). Es wurde jeweils 10 Minuten lang mit etwa 2,5 kn Geschwindigkeit dicht über dem Grund geschleppt. Bei einer Öffnung des Gerätes von 0,785 m²

sind damit $\frac{0,785 \cdot 2,5 \cdot 1852}{6} = 606$ m³ durchfischt worden, wenn die Filtrationsleistung

nicht wegen des Staudrucks gemindert wurde. Führt man das Gerät beim Schleppen langsam zum Grund und wieder zur Oberfläche, dann sind die Aussagen über die Besiedlung der Wassersäule am besten fundiert. Bei der geringen Wassertiefe der Kieler

Bucht (im Mittel etwa 20 m) und mit der Ausrüstung von „Hermann Wattenberg“ war es aber nicht möglich, 10-Minuten-Schräghols durchzuführen. Da auch das stufenweise Abfischen aus Gründen der mangelhaften Kontrollierbarkeit für das Ringtrawl nicht sinnvoll erschien, wurde folgendermaßen verfahren: Vergleichbare Wasserschichten, etwa 1—3 m über Grund, konnten dadurch befischt werden, daß, in Ermangelung einer Tiefensonde, ein Seil mit einem Schwimmkörper an dem Ringtrawl befestigt wurde, dessen Länge jeweils der Wassertiefe entsprach. Das Netz, durch einen 25 kg Eisenblock beschwert, wurde dann soweit gefiert, daß der an dem Seil befestigte Schwimmer gerade noch an der Oberfläche sichtbar war.

Als zweites Fanggerät fand der „Hai“, ein modifizierter „Gulf-III-Plankton-Sampler“, wie er von HEMPEL (1960) beschrieben worden ist, Verwendung. Mit diesem Gerät wurde die Wassersäule beim langsamen Fieren in vier Stufen abgefischt. Die gesteckte Trossenlänge T (in m) entsprach der von SCHNACK (unveröffentlicht) aufgestellten Beziehung zur Schlepptiefe. $S = 1,12 \cdot T^{0,74}$. Damit war es möglich, den „Hai“ gezielt bis zu einer Tiefe von zwei bis drei Metern über dem Grund zu schleppen. Bei einer 100%igen Filtrationsleistung werden bei einem Öffnungsdurchmesser von 0,20 m und einer Schleppgeschwindigkeit von 5 kn in 10 Minuten 48 m³ durchfischt. HEMPEL & SCHNACK (1968) vermuten allerdings starke Filtrationsverluste, die bei späteren Berechnungen zu berücksichtigen sind. Vorausgesetzt, eine eventuell auftretende „patchiness“ wird durch die Bildung der Stationsmittelwerte ausgeglichen, so läßt sich von Gebieten gleicher Larvendichte und gleicher mittlerer Wassertiefe die Larvenmenge berechnen. Die Summierung aller Teilergebnisse für die Unterareale zeigt die Gesamtzahl der im Untersuchungsgebiet vorhandenen Herbstheringslarven.

Für die Suche nach Laichplätzen mit Hilfe von Larvenfängen erscheint, wenigstens für die westliche Ostsee, die Verwendung eines Gerätes am geeignetsten, das in kurzer Zeit möglichst viel Wasser filtriert. Deshalb benutzte ich das Ringtrawl für diese Aufgabe, da es ein Vielfaches der Filtrationsleistung des „Hais“ aufweist. Bei der Festlegung der Verbreitung und Anzahl der Herbstheringslarven im Frühjahr traten allerdings andere Gesichtspunkte in den Vordergrund: Wie aus Knüppelnetz- und Ringtrawlfängen der Jahre 1965 und 1966 von MÜLLER (1970) und DORNHEIM (unveröffentlicht) zu entnehmen ist, werden 20 bis 30 mm große Larven mit langsamfischenden Netzen nicht quantitativ erfaßt. Daher wurde bei der 4. Untersuchungsfahrt im Februar 1968 der „Hai“ verwendet.

Ein quantitativer Vergleich der Fangergebnisse beider Geräte ist zwar schwierig, doch habe ich diese Fehlerquelle in Kauf genommen, um eine möglichst repräsentative Längenverteilung der Larven im Februar zu gewinnen. Die Ermittlungen können außerdem durch folgende Faktoren negativ beeinflusst werden:

1. Über die Filtrationsrate des Ringtrawls sind keine Untersuchungen gemacht worden.
2. Für die Berechnung ist nach der Maschinenumdrehung eine Schleppgeschwindigkeit von 2,5 bzw. 5,0 kn zugrunde gelegt worden. Es gibt an Bord von FK „Hermann Wattenberg“ aber keine Möglichkeit, die Fahrt durch das Wasser exakt zu kontrollieren.
3. Das Ringtrawl ist aus Gründen der Vergleichbarkeit dicht über dem Boden geschleppt worden, lediglich beim langsamen Hieven und Fieren wurden die oberen Wasserschichten durchfischt. Ob dabei mehr oder weniger Larven als bei einem Stufenhol ins Netz gehen, ist aus der Literatur nicht eindeutig zu ersehen. JOHANSEN (1925) und KÄNDLER (1951) finden in der Tiefe mehr Larven. ANDERSON (1937), WOOD (1968) und ZIJLSTRA (1970) machen bei Tage die größten Hols im mittleren und oberen Wasserbereich. SCHNACK (mündliche Mitteilung) findet unterschiedliche Resultate. Klare Ergebnisse wird man in diesem von Salzgehaltsfronten durch-

zogenen Gebiet nur dadurch erhalten, daß man die Reaktion gegenüber Unterschieden im Salzgehalt, in der Temperatur und im Lichtangebot kennt.

3.2 Die Herkunft der Heringslarven der Kieler Bucht

Für die Kieler Bucht liegen bereits Fischlarvenuntersuchungen vor. Die Knüppelnetz- fänge von DUTT (1956) und MÜLLER (1970) zeigen im Oktober und November Larven- häufungen im Millionenviertel und Vindsgrav (zwei Fangplätze zwischen Langeland und Fehmarn). Auch DORNHEIM findet im Oktober 1966 (unveröff.) bei seinen vier Ringtrawlfängen in der Kieler Bucht 28 von insgesamt 37 Larven im Millionenviertel.

Um zu prüfen, ob die starken Heringsfänge bei Langeland und Fehmarn (Abb. 2) auf Laichschwarmbildung beruhen und um festzustellen, ob sich an anderen Küsten ebenfalls Heringe zum Laichen sammeln, mußte kurz nach dem Schlüpfen der Larven ein engeres Stationsnetz abgefahren werden, das die Kieler Bucht samt den angrenzenden Gebieten bedeckt.

Nach den Bundgarn- und Stellnetzfangen zu urteilen, lag im Jahre 1967 die Laichzeit Ende September (Abb. 2).

THOMSEN (1967) berichtet von Temperaturmessungen am Feuerschiff Halskov Rev, im Großen Belt. An der Oberfläche fällt die mittlere Wassertemperatur von 15,6°C im September auf 12,4°C im Oktober. In 15 m Tiefe ergaben sich Werte von 13,6°C und 12,3°C. Zur Zeit des Laichens ist also in 4—6 m Tiefe mit einer Temperatur von 13°C bis 14°C zu rechnen.

Nach BLAXTER und HEMPEL (1961), die Erbrütungsversuche u. a. auch an Kieler Heringen durchführten, ist für die in der Kieler Bucht vorgefundene Temperatur eine Entwicklungsdauer der Eier von knapp 9 Tagen anzunehmen.

Die erste Untersuchungsfahrt am 19./20. Oktober 1967 fand mehr als 20 Tage nach dem Laichen und damit mehr als 11 Tage nach dem Schlüpfen statt. Es war also nicht zu erwarten, daß die Heringslarven sich lediglich über ihren Laichplätzen befinden würden. Abb. 3 deutet darauf hin, daß sie durch die Strömung vom Großen Belt in die Kieler Bucht verfrachtet worden sind. Die teils stürmischen westlichen Winde können für die Abdrift der großen Larvenkonzentrationen von der Langelandküste nach Osten gesorgt haben. Die zweite Fahrt bestätigte die Konzentrationen bei Lange- land und Fehmarn. Im übrigen hatten sich die Larven weiter nach Westen verteilt (Abb. 4).

Vom 15.—21. 11. fand die dritte Ausfahrt statt, die eine Längenverteilung der Larven ergab, wie sie in Abb. 5 dargestellt ist. Das Maximum bei 8 mm zeigt ein zweites Laichen an. Die Verteilung der 6—11 mm langen Larven in der Kieler Bucht zeigt Abb. 6: Stärkere Larvenkonzentrationen sind lediglich östlich Fehmarns zu sehen, nicht aber vor Langeland. Außerdem befinden sich zu diesem Zeitpunkt in der gesamten Kieler Bucht einzelne kleine Larven. Aus dem vorher Gesagten ist aber anzunehmen, daß diese meist 8 mm langen Tiere in den zwei Wochen ihres Lebens durch die Wasser- bewegungen verteilt worden sind, daß also nicht das von KÄNDLER (1952) vermutete zerstreute Laichen stattgefunden hat.

Nach der Larvenverbreitung sind nur die Gewässer der Ostküsten Fehmarns und Langelands als Laichplätze des Herbstherings zu bezeichnen. Die Kieler Bucht wird stark von der Strömungsdynamik des Großen Belts beeinflusst, daher unterliegen Anzahl und Verbreitung der jeweiligen Stromlage. So zeigten sich bei der dritten und vierten Ausfahrt (Abb. 7 und 8) die größten Larvenkonzentrationen im Einstromgebiet, nördlich Fehmarn bzw. in der für den Einstrom in die Kieler Bucht besonders wichtigen Vejsnäs Rinne.

Tafel 3 (zu W. Weber)

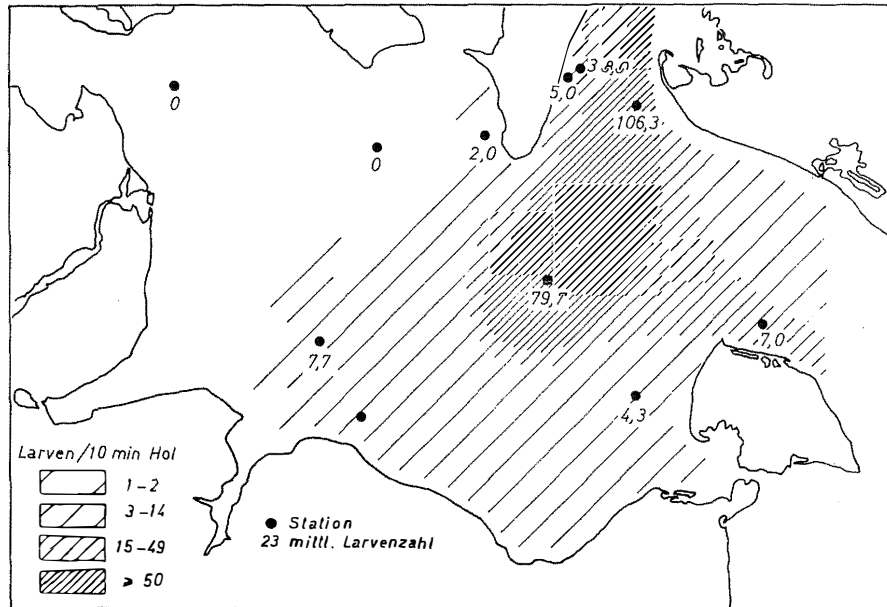


Abb. 3: Verteilung der Heringslarven am 19./20. 10. 1967 (Ringtrawl)

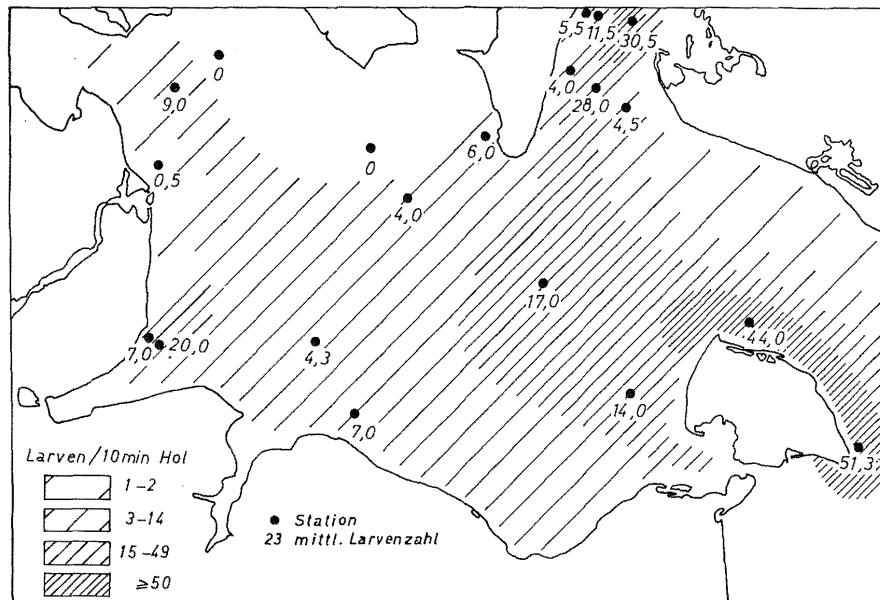


Abb. 4: Verteilung der Heringslarven am 30. 10. bis 1. 11. 1967 (Ringtrawl)

Tafel 4 (zu W. Weber)

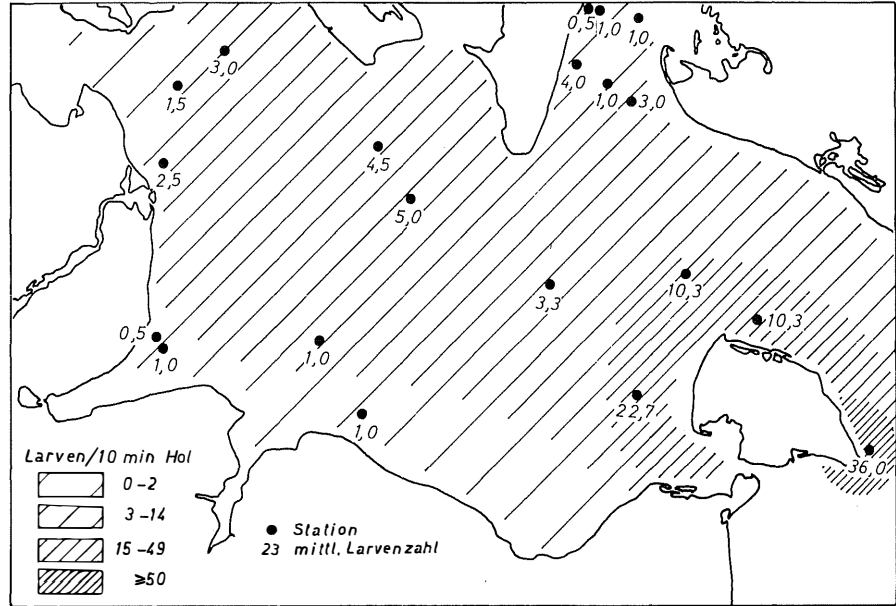


Abb. 6: Verteilung der Heringslarven am 15. bis 21. 11. 1967, 2. Laichschub (Ringtrawl)

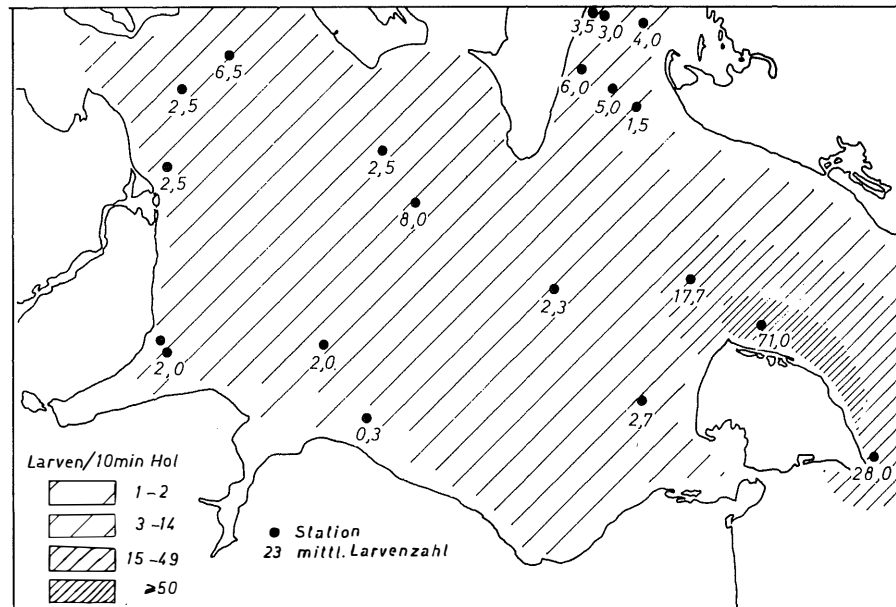


Abb. 7: Verteilung der Heringslarven am 15. bis 21. 11. 1967, 1. Laichschub (Ringtrawl)

3.2.1 Die quantitative Erfassung der Heringslarven

Es konnte gezeigt werden, daß die Rekrutierung zum befisheten Bestand der Kieler Bucht wahrscheinlich frühestens abgeschlossen ist, wenn der Nachwuchs $1\frac{1}{2}$ Jahre alt ist (WEBER, 1970).

Die Besiedlung dieses Gebietes beginnt aber schon kurz nach dem Ausschlüpfen. Um diesen Anfang zu verfolgen, sind auf Grund der mittleren Larvenfänge je Station Verbreitungskarten gezeichnet worden (Abb. 3, 4, 6, 7, 8). Mittels der im Kapitel 3.1 beschriebenen Methode wurde daraufhin die Anzahl der Herbstheringslarven im Untersuchungsgebiet (Kieler Bucht und südlicher Langelandbelt und Ostküste von Fehmarn) geschätzt (Tab. 3).

Tabelle 3
Larvenzahl im Untersuchungsgebiet der Kieler Bucht
A Mittelwerte und B Maximalwerte jeder Station verwendet

Datum	A	B	
19./20. 10. 67	$1,9 \times 10^9$	$2,3 \times 10^9$	*)
30. 10.—1. 11. 67	$1,2 \times 10^9$	$1,4 \times 10^9$	
15.—21. 11. 67	$(0,7 + 0,5) \times 10^9$	$(1,1 + 0,9) \times 10^9$	**)
19.—22. 2. 68	$1,6 \times 10^9$	$2,6 \times 10^9$	

*) Die Berechnungen beziehen sich, um einen Vergleich zu ermöglichen, auf das gesamte Untersuchungsgebiet, einschließlich einer nach starkem Laichheringsfang ergänzten Larvenkonzentration östlich Fehmarns.

***) 1. und 2. Laichschub sind getrennt aufgeführt.

Die Larvenmenge des 1. Laichens, die Mitte November für die Kieler Bucht ermittelt wurde, ist im Laufe eines Monats auf die knappe Hälfte abgesunken. Sie ist zu diesem Zeitpunkt allerdings durch die Individuen des 2. Laichens vermehrt worden. Drei Monate später ist eine erneute Zunahme der Larvenzahl zu verzeichnen. Bedenkt man, daß die Filtrationsrate des „Hai“ eventuell nur 53% beträgt (HEMPEL & SCHNACK, 1968), ergibt sich Ende Februar sogar eine Larvenzahl von $3,0 \cdot 10^9$ Individuen. Selbst bei Berücksichtigung der in Kap. 2.1.1 geschilderten Vorbehalte ist während des Winters mit einer weiteren Larvenzufuhr in die Kieler Bucht zu rechnen.

2.3.2 Die Verdriftung von Larven des Herbstherings

Die Zunahme der Larvenzahl seit Ende November führt zur Frage nach der Herkunft der Tiere. Entweder hat ein drittes Laichen stattgefunden, oder die Strömung brachte schon vorhandene Larven, vielleicht sogar die eines weiteren Laichgebietes, heran. Die erste Möglichkeit wird durch die Längenzusammensetzung der Larven im Februar ausgeschlossen. Abb. 9 zeigt, wie im Herbst, zwei Maxima, die etwa 5 mm auseinanderliegen. Zur Beantwortung der Frage, woher die Larven gekommen sind, sollen die möglichen Laichplätze angeführt werden (vergl. Abb. 1). POULSEN (1936) gibt für das Gebiet zwischen Kattegat und Kap Arkona drei Herbstheringsrassen (= Laichgemeinschaften, vergl. BÜCKMANN & HEMPEL, 1957, HEMPEL, 1962) an:

- die Sundheringe,
- die Beltheringe und
- die Heringe der westlichen Ostsee.

Mit Sundheringen bezeichnet POULSEN (1936) die im Westteil des Arkonabeckens laichenden Tiere. Den Hauptanlandeorten Hesnaes Havn, Klintholm Havn und Rødwig

nach zu urteilen, pflanzen sie sich südlich des Sundes fort. Bei der Zusammenstellung der Larvenfänge durch POULSEN (1936) und KÄNDLER (1952) liegen die größten Anhäufungen von Larven des Sundherings ebenfalls im Arkona Becken. Mit einem nennenswerten Larventransport von dieser fernen Region in die Kieler Bucht kann kaum gerechnet werden. Die beiden übrigen Gruppen lassen sich nach den Ergebnissen des Kap. 2.2.2 nicht mehr in dieser Form trennen:

In der Beltsee sind die Laichplätze entlang der Insel Langeland (und wahrscheinlich bei Samsø) erfaßt. Es gibt keine Angaben, die dort auf ein weiteres Laichgebiet schließen lassen (eigene Erkundigungen bei dänischen Genossenschaften auf Langeland).

Die Herbstheringe der westlichen Ostsee erhalten ihren Nachwuchs von den Laichplätzen bei Langeland und Fehmarn und einem weniger bedeutenden Küstenstrich bei Dahme. Außerdem beobachtete ALTNÖDER (1933) eine Larvenkonzentration bei Buk. RECHLIN (pers. Mitt.) gibt aber an, daß zwischen Buk und Warnemünde nur wenig reife Herbstheringe mit Stellnetzen nahe der Küste gefangen werden. Nach Reifebestimmungen schließt er, daß die Laichplätze der Herbstheringe in der Mecklenburger Bucht dort liegen, wo im Herbst die besten Schleppnetzfüge an Individuen im fortgeschrittenen Reifezustand erzielt werden (RECHLIN, 1964). Allerdings ist in diesen Schleppnetzfügen der Prozentsatz von Tieren des Reifegrades VI meistens gering: Den höchsten Anteil laichreifer Individuen fand er mit etwa 21% am 18. 10. 1963 in einer Probe vom Gedser Rev (♂♂ und ♀♀ addiert). Seine Proben zeigen aber anfänglich (2. 10. 63) bis zu 45% Tiere der Reife V und später (22. 10. 63) über 60% Tiere der Reife VIII. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, daß es sich hierbei um Vor- bzw. Nachlaichschwärme von Herbstheringen handelt, die bei Fehmarn oder Buk laichen.

3.2.2.1 Wassererneuerung in der Kieler Bucht

Zur Aufstockung der Populationen in der Kieler Bucht kommen also Larven von folgenden Laichplätzen in Frage:

- | | |
|--------------|---|
| a) Langeland | d) Buk |
| b) Fehmarn | e) Ostküsten von Seeland, Falster, Moen |
| c) Dahme | |

Die Bedeutung dieser Gebiete für die Versorgung der Kieler Bucht hängt von den Strömungsverhältnissen ab. Daher soll untersucht werden, welche Wasserbewegungen im Winter 1967/68 stattgefunden haben. Da für diese Zeit keine Strömungsmessungen vorliegen, muß ich den Wassertransport in die Kieler Bucht aus den Windmessungen am Fehmarnbelt-Feuerschiff (Wetterkarten des Seewetteramtes) ableiten.

Die Windverhältnisse, die als Antrieb für das Oberflächenwasser wirksam sind, werden als Ein- bzw. Ausstromlagen definiert. WYRTKI (1954) charakterisiert die Ausstromlage durch stabile Hochs im Osten mit wenig Schwankungen des Wasserstandes und gleichmäßigen Strömungen. WATTENBERG (1949) gilt folgende Erklärungen:

Östliche Winde lassen den Wasserstand im Kattegat fallen und in der südwestlichen Ostsee steigen. Der Anstieg in der Kieler Bucht erfolgt so lange, bis der Zustrom über den Fehmarnbelt und der Abfluß über den Langelandbelt gleich groß sind, das Niveaufälle zwischen Fehmarnbelt und der Kieler Bucht also ausgeglichen ist. Die Coriolis-Kraft bewirkt eine Auslenkung des im Fehmarnbelt auströmenden Wassers nach rechts und verhindert auch ein weiteres Eindringen von Ostseewasser in die Kieler Bucht. Hält allerdings die Ausstromlage längere Zeit an, so macht sich der Abfluß durch den Kleinen Belt bemerkbar. Die salzarme Ostseewasserfront wandert in etwa drei Wochen durch die Bucht. KRUG (1963) fand am Boden einen starken Einstrom, der in der Kieler Bucht jedoch nur im Ostteil und in der südlichen Vejsnäs Rinne meßbar war.

Tafel 5 (zu W. Weber)

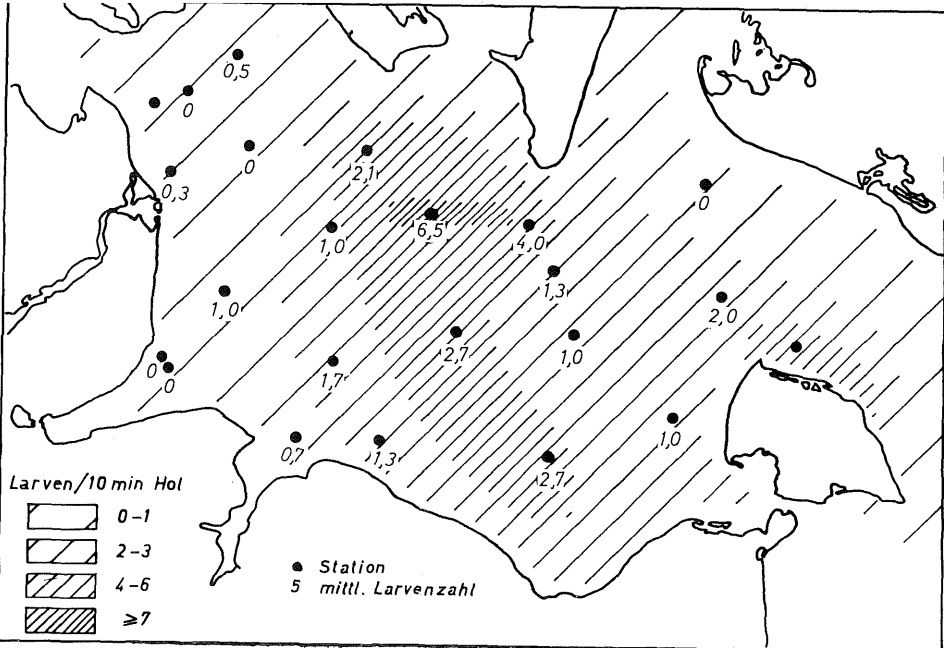


Abb. 8: Verteilung der Heringslarven am 19. bis 22. 2. 1968 („Hai“)

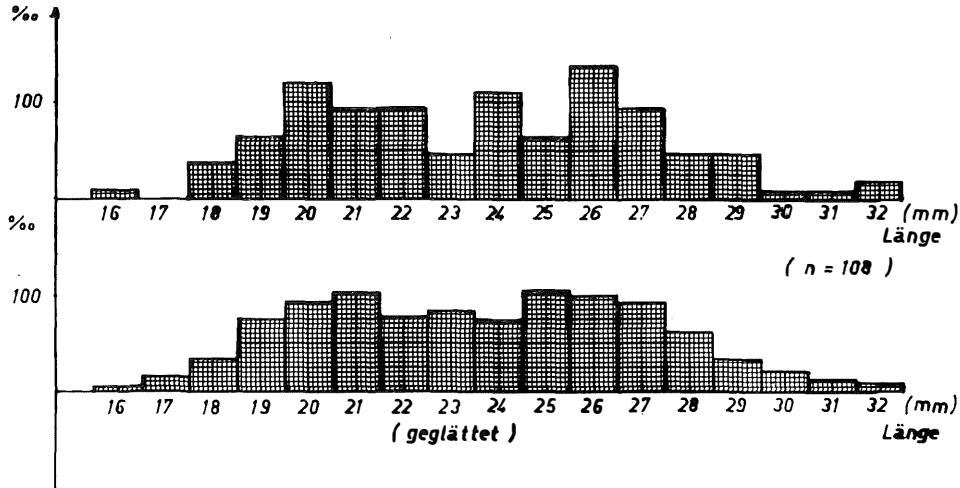


Abb. 9: Längenverteilung der Herbstheringslarven 1967, 19. bis 22. 2. 1968 („Hai“)

Tafel 6 (zu W. Weber)

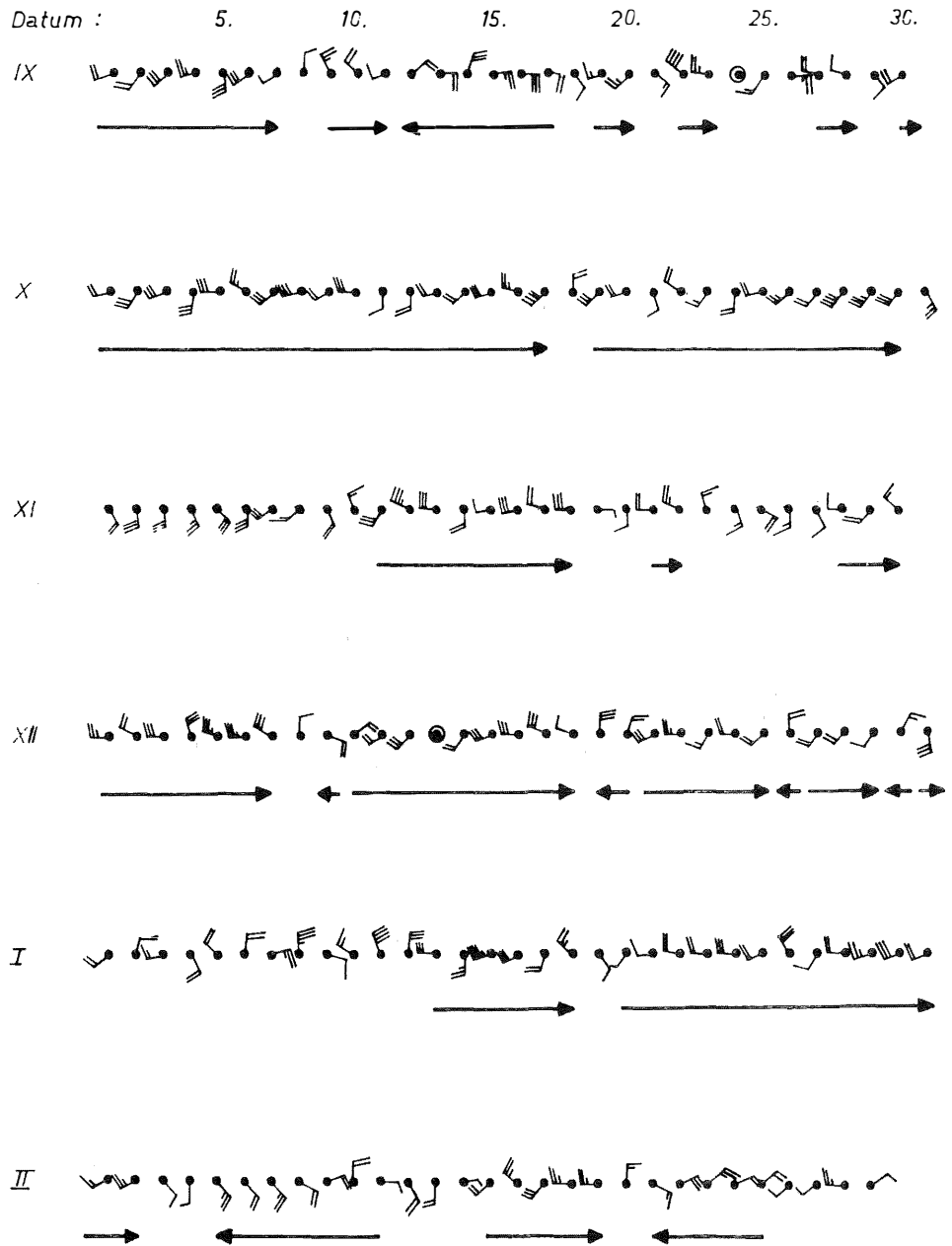


Abb. 10: Windverhältnisse am Fehmarnbelt-Feuerschiff um 13 Uhr während der Monate September 1967 bis Februar 1968 (aus der „Wetterkarte des Seewetteramtes“). Die Pfeile geben die jeweilige Strömungssituation an, die für den Transport in den Belten ausschlaggebend ist. —————> Einstromlage <———— Ausstromlage

Durch starke, unregelmäßige Schwankungen des Wasserstandes sind nach WYRTKI (1954) Einstromlagen erkennbar. Durch den wechselnden Wind können außerdem die Wassermassen in Schwingung geraten. WATTENBERG (1949) schreibt als allgemeine Definition: Westwinde drücken das Wasser ins Skagerrak und Kattegat und schieben gleichzeitig in der Ostsee das Wasser vom westlichen in den östlichen und nördlichen Teil. Der Einstrom durch den Großen Belt beginnt. Diesmal bewirkt die Coriolis-Kraft ein schnelles Abbiegen der Salzwasserfront in die Kieler Bucht. Es ist allerdings zu beachten, daß vor dem Salzwassereinbruch ein Schub salzarmen Wassers die Kieler Bucht durchzieht, der nach WATTENBERG (1949) aus Ostseewasser der vorangegangenen Ausstromlage besteht.

Ein starker Einstrom fördert durch Turbulenzen eine Vermischung von Boden- und Oberflächenwasser (WYRTKI, 1954; KRUG, 1963). Dadurch wird homogenes, salzreiches Wasser in die Kieler Bucht gedrückt. Die Isohalinen stehen senkrecht. Der Zustrom erfolgt durch den Großen, aber auch durch den Kleinen Belt. Als Abfluß ist der Fehmarnsund von entscheidender Bedeutung, wie KRUG (1963) feststellt. Seinen Salzgehaltskarten nach zu urteilen, fließt das Wasser jedoch ebenfalls durch den Fehmarnbelt, wodurch hier eine Konvergenz zweier Wasserkörper auftritt (WEIDEMANN, 1948). Das Ergebnis einer längeren Einstromlage ist die Erneuerung des Wassers in der Kieler Bucht, mit der Möglichkeit einer regen Vertikaldurchmischung. Die westlichen Gebiete bei Boknis Eck nehmen daran allerdings nur selten teil.

Für die bodennahe Schicht stellt KÄNDLER (1951) fest, daß sie nicht dem unmittelbaren Einfluß der Wetterlage ausgesetzt ist. Am Boden strömt das Wasser fast ständig in die Ostsee und damit auch in die Kieler Bucht hinein. WYRTKI (1954) berechnete, daß bei stabiler Schichtung in 84% der Fälle am Boden Einstrom herrscht. Ohne ausgeprägte Schichtung fand er nur bei 54% seiner Untersuchungen Einstrom in der Tiefe. Bei Einstrom an der Oberfläche und fehlender Schichtung bewegte sich das Wasser auch in den Bodenschichten zu über 90% der Fälle in die Ostsee hinein.

Unter Berücksichtigung dieser in der Literatur festgehaltenen Befunde ist für den Winter 1967/68 mit folgenden Wasserbewegungen zu rechnen:

Am 19. 9. 67 beginnt nach einer einwöchigen Ausstromlage eine neunwöchige (!) Einstromlage (Abb. 10). Bis zum 22. November 67 wehen teils sehr kräftige Winde aus W bis S. Knapp 40 Tage davon herrschten am Fehmarnbelt Feuerschiff Windstärken von 6 Beaufort und mehr! Während dieser Zeit muß also an der Oberfläche und am Boden ein bedeutender Einstrom in die Ostsee, also auch in die Kieler Bucht, stattgefunden haben. Daran anschließend sind bis zum Februar aus den Windmessungen keine anhaltenden Strömungslagen, d. h. keine weitreichenden Wassertransporte, mehr abzuleiten.

3.2.2.2 Larventransport im Winter 1967/68

Nach den letzten Darlegungen können nur die Larven der Laichplätze Langeland und Fehmarn zur Bildung der Herbstheringspopulation der Kieler Bucht beitragen. Versuchen wir nun zu klären, in welcher Weise das aktuelle Strömungsgeschehen den notwendigen Larventransport ermöglicht hat. Zur Zeit des Schlüpfens herrscht bereits die große Einstromlage: So werden die Individuen des Langelandbelt durch die Coriolis-Kraft zum großen Teil in die Kieler Bucht geführt (Abb. 3), während die Brut des Laichplatzes Staberhuk nach Osten gelangt. Der gleichzeitige Einstrom aus dem Kleinen Belt verhindert zunächst ein Vordringen in den Nordwesten der Kieler Bucht. Die Tiere, die nördlich Fehmarns gefangen wurden, stammen ebenfalls vom Großen Belt, da die in der Deckschicht schlüpfenden Larven dieses Gebietes rasch in östlicher Richtung fortgetrieben worden sein müssen. Bei Staberhuk konnten Mitte Oktober aus Witterungsgründen keine Larvennetzfüge durchgeführt werden.

Zur Zeit der zweiten Ausfahrt am 30. 10. 1967 hält die Westwindlage bereits 40 Tage an. Der Einstrom hat sich bis zum Westen der Kieler Bucht ausgewirkt. Sogar bis Boknis Eck ist salz- und sauerstoffreiches Wasser vorgedrungen (Abb. 11¹). Nach den Larvenfängen kann auch dort ein schwaches indigenes Laichen stattgefunden haben. Südlich des Kleinen Belt treten auch jetzt keine Larven auf. Die Anhäufung an der Nord- und Ostküste Fehmarns wird, wie 10 Tage zuvor, größtenteils aus dem Großen Belt stammen.

Die dritte Ausfahrt hat am Ende der Einstromperiode stattgefunden (Abb. 6 und Abb. 7). Der Wind bringt nach KRUG (1963) am Ende einer ausgeprägten Strömungssituation nur noch wenig Wassertransport zustande. Bleibt er, wie es während dieser Ausfahrt war, für einen Tag aus (19. 11. Ost 1), setzt durch den Stau ein starker Rückstrom ein, der für die vorgefundene Larvenverteilung verantwortlich zu machen ist. In dieser Situation wird auch das Bodenwasser (WYRTKI, 1954) und damit der Teil der Larven, der sich in den untersten Schichten befindet, als Ausgleichsströmung in Richtung Kattegat bewegt. Bis in den Kleinen Belt hinein haben sich die Heringslarven verteilt. Die Konzentrationen der Nachkommen des ersten Laichschubs um Fehmarn, die zum größten Teil aus dem Großen Belt kommen, strömen ebenfalls nach Westen ab.

Was geschieht nun mit den Larven bis zur vierten Untersuchungsfahrt Mitte Februar 1968? (Abb. 8).

Aus Abb. 10 geht hervor, daß den Winter über langanhaltende gleichbleibende Windlagen fehlen, die einen weittragenden Transport, z. B. vom Sund her, bewirken könnten. Der Nahtransport aber kann um so eindrucksvoller sein.

Da nach WATTENBERG (1949) beim Einstrom das Wasser durch die Ablenkung der Corioliskraft in die Kieler Bucht gebracht und beim Ausstrom durch die gleiche Kraft vom Fehmarn- in den Langelandbelt abgetrieben wird, hat ein häufiger Wechsel der Strömungsrichtung folgende Wirkung (Abb. 12). Bei Einstromlage gelangen die Larven des Großen Belt in die Kieler Bucht. Bei Ausstromlage wird der inzwischen homogene Wasserkörper samt den Larven von Fehmarn in den Großen Belt transportiert und beim nächsten Einstrom mit dem erwähnten Schwall salzarmen Wassers auch in die Kieler Bucht verfrachtet. So scheint die Coriolis-Kraft dafür verantwortlich zu sein, daß die Kieler Bucht, die keinen eigenen Laichplatz der Herbstheringe besitzt, dennoch mit Larven bevölkert wird. Die ablenkende Kraft der Erdrotation arbeitet wie das Ventil einer Pumpe. Das von Osten kommende Wasser fließt bei Strömungswechsel nicht zurück, sondern weiter nach Westen in die Kieler Bucht. Die Wirkung dieser Pumpe ist am höchsten, wenn Aus- und Einstromlagen häufig wechseln. Es ist deshalb verständlich, daß im Winter 1968 mehr Larven vorhanden waren als im Herbst davor. Daß dieses Phänomen keinen Einzelfall darstellt, zeigen die Untersuchungen von KÄNDLER und WATTENBERG (1939). Auch sie fanden im November 1938 relativ wenige Larven im Vergleich zum darauffolgenden Februar. MÜLLER (1970) und DORNHEIM (unveröff.) fingen im Dezember die meisten Heringslarven, obwohl die Laichzeit schon Ende September/Anfang Oktober lag. Die Untersuchungen von KÄNDLER (1961) zeigen für die Kieler Förde das Maximum an Herbstheringslarven ebenfalls im Dezember. Nach WATTENBERG (1949) sind aber langanhaltende Einstromlagen, wie wir sie im Herbst 1967 gefunden haben, recht selten. Meistens setzt die Larvenanreicherung in der Kieler Bucht durch die Ventilwirkung der Coriolis-Kraft bald nach dem Schlüpfen der Larven ein und ruft schon im Dezember die größten Konzentrationen hervor. Der Larventransport in der Kieler Bucht ist also durch die Strömung im Zusammenhang mit der Coriolis-Kraft erklärbar.

¹) Herrn Prof. Dr. H. Krey danke ich herzlich für das zur Verfügung gestellte Material.

Tafel 7 (zu W. Weber)

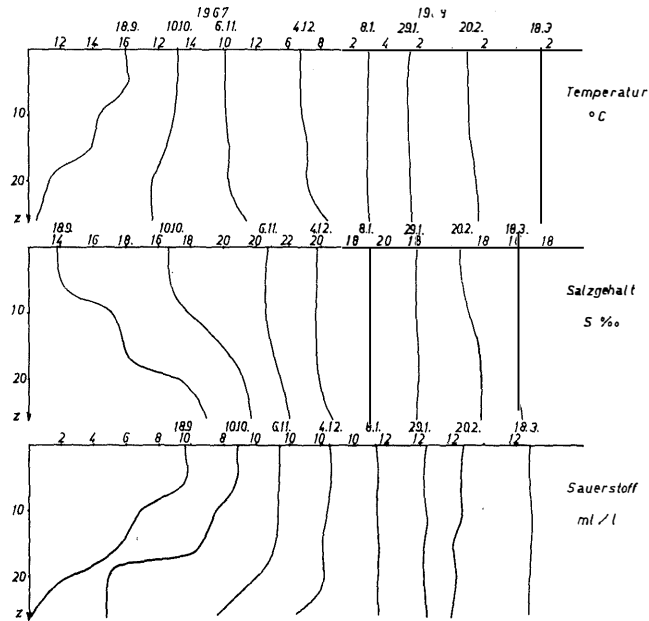


Abb. 11: Hydrographische Untersuchungen am Boknis Eck (Messungen der Planktonabteilung des I. f. M.)

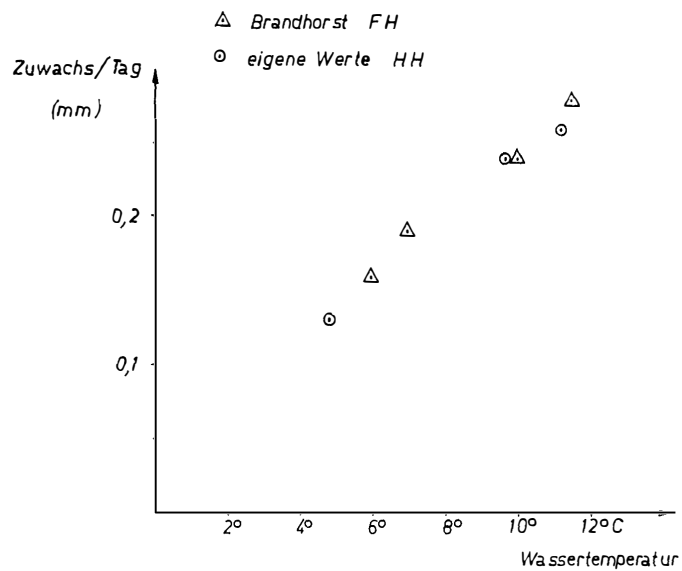


Abb. 13: Das Wachstum der Heringslarven bei verschiedenen Wassertemperaturen

Tafel 8 (zu W. Weber)

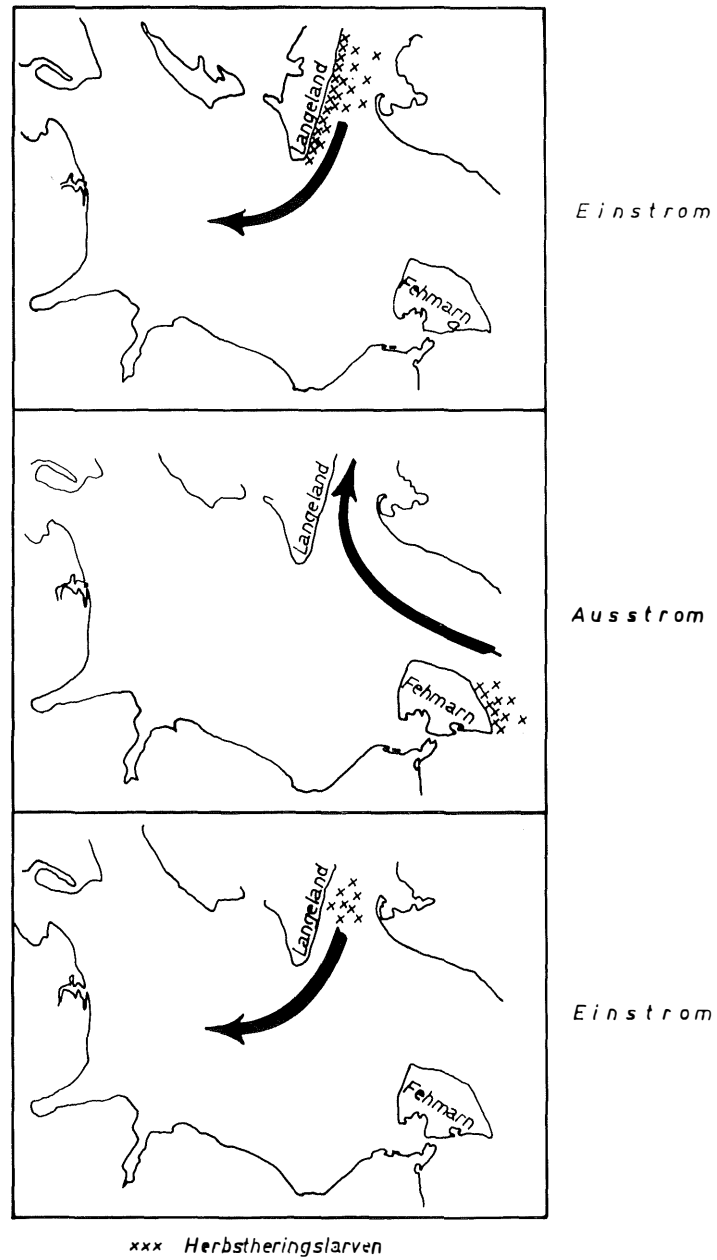


Abb. 12: Die Larvenpumpe
Ein häufiger Wechsel der Strömungsrichtung erhöht die Transportwirkung in die Kieler
Bucht (Beschreibung s. Text)

Es muß jedoch untersucht werden, ob der Trägheitskreis, d. h. der Kreis, den ein einströmendes, durch die Erdrotation abgelenktes Wasserteilchen vollführt, überhaupt in ein enges Gewässer, wie es die Kieler Bucht darstellt, hineinpaßt. Zur Berechnung des Radius r geben DIETRICH und KALLE (1957, S. 258) folgende Formel an

$$r = \frac{V}{2 \omega \sin \varphi}$$

wobei V die Strömungsgeschwindigkeit, ω die Winkelgeschwindigkeit der Erdrotation und φ die geographische Breite bedeuten. Ist die Strömungsgeschwindigkeit 1 sm/h, beträgt der Radius $r = 4,323 \text{ km} = 2,33 \text{ sm}$.

Auch wenn erheblich höhere Strömungsgeschwindigkeiten aufträten, würde ihr Trägheitskreis noch in die Kieler Bucht passen. Dabei ist außerdem zu bedenken, daß der Ablenkungswinkel durch die Erdrotation in tieferen Wasserschichten noch größer wird (nach Untersuchungen von EKMAN, 1905; aus DIETRICH & KALLE, 1957). Der Radius des Trägheitskreises wird damit noch kleiner.

Aus der Larvenverteilung ist weiterhin abzulesen, daß neues Wasser bis in den Westteil der Kieler Bucht eingedrungen ist. Die Planktonabteilung des Instituts für Meereskunde führt monatlich Untersuchungen bei Boknis Eck und auf dem Breitgrund durch. Abb. 11 (unveröffentlicht) zeigt, daß im Oktober eine Erneuerung des Wassers an der Oberfläche und im November bis Januar auch am Boden stattfindet. Neues sauerstoffreiches Wasser wiederum ist die Voraussetzung für das Überleben und für gute Aufwuchsbedingungen, also für einen starken Jahrgang.

Die Bedeutung der „Larvenpumpe“ ist nicht nur auf die Heringe beschränkt. Wichtig ist auch die Auswirkung auf die Larven der Evertebraten, die in der Kieler Bucht ihre Zone der „sterilen Zerstreuung“ (KREY) besitzen. Die jeweilige Neubesiedlung, die für die Artenzusammensetzung dieser Ostseebucht von großer Wichtigkeit ist (vergl. BANSE, 1955), wird stark dadurch beeinflußt.

4. Das Wachstum der Herbstheringslarven

Bei vier Ausfahrten sind 2275 Heringslarven gefangen und gemessen worden. Zur Trennung des ersten und zweiten Laichens wurden je Station die Tiere der im Minimum

Tabelle 4

Wachstum der Heringslarven in der westlichen Ostsee und Beltsee

Mittleres Datum der Untersuchung	Δt (Tage)	n	l (mm)	Δl (mm)	Zuwachs/Tag (mm)	Wassertem. (°C) an der Oberfl. F. S. Fehmarnbelt
19. 10. 67 . . .	11	720	7,26	2,89	0,26	11,6
30. 10. 67 . . .	16	670	10,15	3,90	0,24	10,8
17. 11. 67*) . .		311	14,05			8,5
	93	466	8,35	12,21 12,01	0,13 0,13	4,8
20. 2. 68*) . . .		47	26,26			0,1
		61	20,36			
		Σ 2 275				

*) 1. und 2. Laichschub getrennt aufgeführt.

liegenden Millimetergruppe 11 (vergl. Abb. 5) nach der Stärke der Nachbargruppe aufgeteilt. Danach konnte für jede Ausfahrt den Nachkommen der beiden Laichschübe eine mittlere Länge zugeordnet werden (Tab. 4).

Der Tageszuwachs im Oktober und November 1967 liegt demnach zwischen 0,2 und 0,3 mm/Tag, in den Wintermonaten zwischen 0,1 und 0,2 mm/Tag. Da kleinere Tiere häufiger gefressen werden und für Krankheiten anfälliger sind als die großen (BÜCKMANN & HEMPEL, 1957), stellen die ermittelten Zuwachswerte wahrscheinlich eine Überschätzung dar.

Für folgende Überlegungen sind die Zahlen aber brauchbar: Vergleicht man den mittleren Tageszuwachs der Herbstheringslarven mit dem der Frühjahrsheringe (Abb. 13), so erkennt man die enge Korrelation zur Wassertemperatur. Ungeachtet der absoluten Größe und der Rassenzugehörigkeit der Larven oder auch der steigenden oder fallenden Tendenz im Jahreswechsel der Temperatur scheint die Wärme des Wassers einen wichtigen Schrittmacher für das Wachstum darzustellen. Über die Rolle des Planktonangebots auf das Wachstum kann hier nichts gesagt werden.

Hohe Herbst- und Wintertemperaturen begünstigen bei den Herbstheringslarven die Wachstumsraten. Ein schnelles Wachstum dieser Tiere bietet wiederum gute Überlebenschancen, die schließlich die Voraussetzung für einen starken Jahrgang bedeuten.

Ein Vergleich von Tageswachsraten in der Kieler Bucht mit Heringslarven anderer Gebiete zeigt gute Übereinstimmung. Für die südliche Nordsee wird das Wachstum der Larven bei 7—9°C ebenfalls mit rd. 0,2 mm/Tag angegeben (BÜCKMANN, 1951; HEMPEL, 1960), während das Anfangswachstum der atlantiskandischen Heringe nach SCHUBERT (1967) 0,3—0,4 mm/Tag beträgt (bei 7°C, 35⁰/₀₀ S).

Literaturverzeichnis

- ALTNÖDER, K. (1928): Untersuchungen an den Heringen der westlichen Ostsee und Bericht über die Untersuchungsfahrt zur Feststellung des Vorkommens von Herbstheringslarven in der Laichperiode 1927. Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch. 4, 3, 125—194.
- ALTNÖDER, K. (1929): Der Frühjahrshering des Dassower Sees und der Pötenitzer Wiek. Mitt. dt. Seefisch Ver. 45, 319—321.
- ALTNÖDER, K. (1930): Bericht über die Untersuchungsfahrt zur Feststellung von Heringslarven der Laichperiode 1928 und 1929. Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch., 5, 96—111.
- ALTNÖDER, K. (1933): Bericht über die III. und IV. Untersuchungsfahrt zur Feststellung des Vorkommens der Heringslarven in der Laichperiode 1930 und 1931. Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch., 6, 2, 90—106.
- ALTNÖDER, K. (1948): Die Frühjahrs- und Herbstheringe von Rügen. Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch., 11, 247—257
- ANDERSSON, K. A. (1937): Rapp. P.-v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer 107, Sweden, 64—65.
- ANOKHINA, L. (1968): Maturation of Baltic and White Sea Herring (with special reference to fecundity and fish eggs diameter variability). ICES, C.M. 1968. Symp.: The biol. of Early Stages. No. 21, 1—8.
- BANSE, K. (1955): Zum Transport von meroplanktischen Larven aus dem Kattegat in die Kieler Bucht. Diss. Kiel, 1—125.

- BLAXTER, J. H. S., HEMPEL, G. (1961): Biologische Beobachtungen bei der Aufzucht von Heringsbrut. Helgoländ. wiss. Meeresunters. **7**, 260—283.
- BLEGVAD, H. (1932—1939): Rapp. P.-v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer. Transition Area, **85**, 50—51; **89**, 35; **100**, 30; **107**, 35; 57—66; **109**, 45—53.
- BRANDHORST, W. (1956): Über Laichen und Aufwuchs des Frühjahrsherings im Nord-Ostsee-Kanal. Kieler Meeresforsch. **12**, 2, 186—199.
- BÜCKMANN, A. (1929): Die Methodik fischereibiologischer Untersuchungen an Meeresfischen. Handb. d. biol. Arbeitsmethoden **9**, 6, 1, 1—194.
- BÜCKMANN, A. (1951): Die Untersuchungen der Biologischen Anstalt über die Ökologie der Heringsbrut in der südlichen Nordsee. Helgoländer wiss. Meeresunters. **3**, 1—57.
- BÜCKMANN, A., HEMPEL, G. (1957): Untersuchungen an der Heringslarvenbevölkerung der Innenjade. Helgoländer wiss. Meeresunters. **6**, 1.
- DIETRICH, G., KALLE, K. (1957): Allgemeine Meereskunde. Gebr. Borntraeger, Berlin.
- DUTT, S. (1956): On the fecundity of Baltic herrings, the growth and racial characters of the juveniles of spring and autumn spawners of Kiel Bay. Diss. Kiel.
- EHRENBAUM, E. (1909): Nordisches Plankton, Zool. 1, Eier und Larven von Fischen, andere Eier und Cysten. Kiel und Leipzig, Verlag Lipsius und Tischer, 217—414.
- HEINCKE, FR. (1898): Naturgeschichte des Herings. Abh. dt. Seefisch. Ver. II.
- HEMPEL, G. (1960): Untersuchungen über die Verbreitung der Heringslarven im Englischen Kanal und in der südlichen Nordsee im Januar 1959. Helgoländer wiss. Meeresunters. **7**, 72—79.
- HEMPEL, G. (1962): Zur Unterscheidung der Laichgemeinschaften beim Hering, *Clupea harengus* L. Verh. dt. Zool. Ges. 579—591.
- HEMPEL, G., SCHNACK, D. (1968): On the Abundance of Larvae in Spawning Areas of Bank and Downs Herring. ICES, C.M. 1968 Symp., The Biology of Early Stages No. 34.
- JOHANSEN, A. C. (1925): On the diurnal vertical movements of young of some fishes in Danish waters. Medd. Kommn. Havundersøg, Ser. Fiskeri **8**, 2.
- JOHANSEN, A. C. (1927): On a spawning-place for a winter spawning herring in the northern part of the Belt Sea. Danish Biological Station, Rep. 33.
- KÄNDLER, R. (1942): Über die Erneuerung der Heringbestände und das Wachstum der Frühjahrs- und Herbstheringe in der westlichen Ostsee. Mh. Fisch. **10**, 2, 17—22.
- KÄNDLER, R. (1951): Der Einfluß der Wetterlage auf die Salzgehaltsschichtung im Übergangsbereich zwischen Nord- und Ostsee. Dtsch. hydrogr. Z. **4**, 4/5/6, 150—160.
- KÄNDLER, R. (1952): Über das Laichen der Frühjahrsherlinge bei Rügen und die Häufigkeit der Brut des Herbstherings in der Beltsee und südlichen Ostsee. Kieler Meeresforsch. **8**, 145—163.
- KÄNDLER, R. (1961): Über das Vorkommen von Fischbrut, Decapodenlarven und Medusen in der Kieler Förde. Kieler Meeresforsch. **17**, 48—64.
- KÄNDLER, R., WATTENBERG, H. (1939): Einige Ergebnisse der Untersuchungsfahrten mit dem Reichsforschungsdampfer „Poseidon“ in der westlichen Ostsee 1938. Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch. **9**, 541—560.
- KRUG, H. J. (1963): Erneuerung des Wassers in der Kieler Bucht im Verlaufe eines Jahres am Beispiel 1960/61. Kieler Meeresforsch. **19**, 158—174.
- KUPFFER, C. (1876): Über Laichen und Entwicklung des Herings in der westlichen Ostsee. Wiss. Meeresuntersuch. Kiel, **4—6**, 25—35.
- MEYER, H. A. (1876): Beobachtungen über das Wachstum des Herings im westlichen Teile der Ostsee. Wiss. Meeresuntersuch., Kiel, **4—6**, 227—250.

- MEYER, P. F. (1942): Die Zeesenfischerei auf Hering und Sprott, ihre Entwicklung und Bedeutung für die Ostseefischerei und ihre Auswirkungen auf den Blankfischbestand der Ostsee. Z. Fisch. **40**, 4/5.
- MÜLLER, A. (1970): Über das Auftreten von Fischlarven in der Kieler Bucht. Ber. dt. wiss. Kommn Meeresforsch. **21**, 349—358.
- NEB, K.-E. (1952): Untersuchungen über Fortpflanzung und Wachstum an den Heringen der westlichen Ostsee. Diss. Kiel 1952.
- NEB, K.-E. (1970): Über die Heringe des Windebyer Noors. Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch. **21**, 265—270.
- NELLEN, W. (1963): Fischereibiologische und faunistische Brackwasseruntersuchungen der Schlei, einer Ostseeförde Schleswig-Holsteins. Diss. Kiel 1963.
- NELLEN, W. (1965): Neue Untersuchungen über den „Schleihering“, eine lokale Brackwasserform von *Clupea harengus* L. Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch. **18**, 162—193.
- POULSEN, E. M. (1936): Yearly Variations in the Number of Larvae of Autumn Spawning Herrings in the Southern Part of the Transition Area. Rapp. P.-v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer **100**, 2. Teil, 22—24.
- RECHLIN, O. (1964): Untersuchungen zum Verlaufe der Laichperiode des Herbstherings in der Mecklenburger Bucht im Jahre 1963. Fischereiforsch. **2**, 25—29.
- SCHUBERT, K. (1967): Die Laichplätze des atlanto-skandischen Herings. Inform. Fischw. **14**, 13—16.
- THOMSEN, H. (1967): Danish observations in the Great Belt and the Baltic, 1967. Ann. biol., Copenh. **24**, 57—58.
- WATTENBERG, H. (1949): Die Salzgehaltsverteilung in der Kieler Bucht und ihre Abhängigkeit von Strom- und Wetterlage. Kieler Meeresforsch. **6**, 17—30.
- WEBER, W. (1970): Untersuchungen an den Beständen des Herings (*Clupea harengus* L.) der westlichen Ostsee. Diss. Kiel.
- WEIDEMANN, H. (1948): Über unperiodische und periodische Vorgänge beim Wasseraustausch der Beltsee. Diss. Kiel.
- WOOD, R. J. (1968): Some Observations on the Vertical Distribution of Herring Larvae. ICES, C.M. 1968, Symp.: The biol. of Early Stages. No 1, 1—8.
- WYRTKI, K. (1954): Die Dynamik der Wasserbewegungen im Fehmarnbelt, II. Kieler Meeresforsch. **10**, 162—181.
- ZIJLSTRA, J. J. (1970): Herring larvae in the central North Sea. Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch. **21**, 92—115.