

# 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 Laichen und Aufwuchs des Frühjahrsherings im Nord-Ostsee-Kanal<sup>1)</sup>

Von Wilhelm BRANDHORST

### Einleitung

Die Kenntnisse, die wir von den Lebensverhältnissen der pflanzlichen und tierischen Bewohner des Nord-Ostsee-Kanals besitzen, sind auffallend gering. Dies ist um so erstaunlicher, als gerade der Kanal auf Grund seines fast kontinuierlich nach Westen hin abnehmenden Salzgehaltes ein außerordentlich günstiges Objekt für die Brackwasserforschung darstellt. Systematische Studien wurden bisher von A. HINKELMANN (1895—1907, 1915), K. BRANDT (1896/98), F. DECHOW (1920) und in neuester Zeit von A. A. ALEEM u. E. SCHULZ (1952), L. SCHÜTZ u. O. KINNE (1955) und O. KINNE (1955) veröffentlicht.

Für den Fischereibiologen bietet der Kanal ein ganz besonderes Betätigungsfeld, denn ein Teil der in der westlichen Ostsee beheimateten Frühjahrsheringe, die zum Laichen die wärmeren und salzärmeren Küstengewässer aufsuchen, zieht alljährlich in den Kanal, um sich hier fortzupflanzen. Dieses durch Schleusen weitgehend abgeschlossene künstliche, nur etwa 100 m breite, aber 100 km lange Gewässer fordert geradezu heraus, die Abhängigkeit vieler biologischer Erscheinungen von den hydrographischen Gegebenheiten nachzuweisen.

Der Salzgehalt im Kanal nimmt fast während des ganzen Jahres von Osten nach Westen ab. Dieses Gefälle wird durch den während der Schleusungen stattfindenden Konvektionseinstrom salzhaltigen Wassers aus der Kieler Förde aufrechterhalten (BRANDHORST, 1955). Die Strömungen innerhalb des Kanals sind wegen des geringen Austausches relativ schwach. So kann nicht nur der hydrographische Aufbau leicht überblickt werden, sondern bei einer dichten Stationsfolge, etwa im Abstände von zehn Tagen durchgeführt, können auch alle Details der Larvenentwicklung erfaßt werden. Eine Vermischung mit außerhalb des Kanals erzeugter Brut kann nur in ganz beschränktem Maße an seinen Enden eintreten.

### Die Einwanderung des Herings in den Kanal

Für die Kanalfischerei ist die Gewohnheit der Heringe, den Kanal als Laichrevier aufzusuchen, von großer Bedeutung. Seit der ersten Laichsaison nach Eröffnung des Kanals im Jahre 1895 ziehen große Heringsschwärme in jedem Frühjahr von Mitte März bis Ende Mai in den Kanal, um ihren Laich an seinen Böschungen und den Ufern der durchschnittlichen Seen abzulegen. Die Entwicklung des Kanals zu einem Heringslaichplatz mitten im Binnenlande ist auf die rasche Erwärmung des Kanalwassers im Frühjahr und auf die dem Hering offenbar sehr zusagenden Salzgehaltsverhältnisse zurückzuführen (eine ausführliche Betrachtung der Salzgehalts-, Temperatur-, Sauerstoffverhältnisse etc. siehe BRANDHORST, 1955).

Nicht nur die Kanalfischer, sondern auch die in der Kieler Förde tätigen Fischer, die einen Teil der in den Kanal wandernden Fische wegfangen, profitieren davon

<sup>1)</sup> Diese Arbeit stellt in gekürzter Form den zweiten Teil meiner Dissertation „Über Laichen und Aufwuchs des Frühjahrsherings im Nord-Ostsee-Kanal unter bes. Berücksichtigung seiner Hydrographie“ dar, die ich unter Leitung von Herrn Prof. Dr. R. KÄNDLER im Institut für Meereskunde anfertigte.

(NEB, 1952). In der ersten Zeit nach der Eröffnung des Kanals wurden die Schleusen nur bei großen Wasserstandsschwankungen geschlossen. Der Hering konnte ungehindert einwandern. Ab 1902 aber wurden die Schleusentore nur noch bei Bedarf geöffnet, doch selbst diese Sperrung hat den Heringseinzug nicht zu stoppen vermocht. Vor der geschlossenen Schleuse kann man zuweilen die wartenden Schwärme beobachten. Sobald sich die Außentore öffnen, strömen sie in die Kammer hinein und schwimmen hier bis zum Öffnen der Binnentore im Kreise umher, eine gute Gelegenheit für die Schleusenarbeiter, sich in kürzester Zeit eine Mahlzeit Fische zu „pilken“.

Die in den Kanal ziehenden Heringe dringen oft in so kompakten Massen ein, daß sie an ihren Laichplätzen von der Bevölkerung mit provisorischen Ketschern und Eimern von der Böschung aus sackweise geschöpft werden können. Die Tiere sind vollreif, stehen kurz vor der Laichablage und befinden sich in solchem Erregungszustande, daß sie blindlings in die hingehaltenen Eimer schwimmen. Die Fischer fangen diese „fließenden“ oder auch schon zum Teil abgelaichten Heringe in den am Ufer aufgestellten Bundgarnen.

Die im Bundgarn stehenden Fische legen oft, besonders bei warmem Wetter, im Netz ihren Laich ab. Die Netzmaschen bilden dann ein künstliches Substrat für die angeklebten, befruchteten Eier, denen so die beste Belüftung zuteil wird. Auch scheint der von den zuerst angekommenen Heringen abgelegte Laich nachfolgende zur Schwarmbildung und Ablage der Geschlechtsprodukte an der gleichen Stelle zu veranlassen. Verschiedentlich wurde von den Fischern beobachtet, daß beim Säubern ihrer Boote von Sperma und Eiern frisch gefangener Heringe Schwärme angelockt wurden, die dann ablaichten.

Nach dem Laichen kehren die Heringe auf dem gleichen Wege in die Ostsee zurück, den sie durch die Schleusen gekommen sind. So werden bereits kurz nach der Laichzeit bei Schleusungen von binnen nach seewärts nur abgelaichte, sogenannte „Rückwanderer“ von den „Pilkern“ erbeutet.

Nachdem A. HINKELMANN (1896) im Juni 1896 zwischen dem Flemhuder See (km 86)<sup>1</sup> und Holtenau große Heringsschwärme und im August desselben Jahres „streichholzlang“ Heringslarven gesehen hatte, konnte er in den folgenden Jahren ihr Vordringen nach Westen beobachten. So entdeckte er mehrere Laichplätze bei km 74, km 69, dann bei km 65, km 50 und schließlich bei km 4 mit maximalen Ausdehnungen von über 1 km Länge. Im Jahre 1910 sollen die Ostseeheringe sogar durch die Brunsbüttelkooger Schleusen in die Elbe gezogen sein. Er führt den von F. HEINCKE zur gleichen Zeit in Cuxhaven gefundenen Heringslaich hierauf zurück, der jedoch auch von Elberingern stammen kann, die zur gleichen Zeit zur Fortpflanzung schreiten.

### Die Laichplätze

Gewisse Strecken im Kanal werden auf Grund ihrer besonderen örtlichen Lage vom Hering als Laichgrund bevorzugt. Meistens stellen die Fischer hier mit Erfolg ihre Bundgarne aus. Es sind dies: Der Schirnauer See mit seinen flachen Ufern, die Strecke zwischen km 54 und km 69, bestimmte Plätze bei km 45, km 40 und zwischen km 25 und km 30.

Bei der Wahl der Laichgründe spielen die Bodenverhältnisse eine wichtige Rolle, denn der Hering braucht festes Substrat, an dem seine Eier kleben können. Überall stehen zwar als vorzügliches Haftsubstrat die gepflasterten, mit *Enteromorpha* bewachsenen Böschungen zur Verfügung, aber hier sind die Eier dem starken Wellenschlag durch

<sup>1</sup> Die Kilometrierung im Kanal beginnt bei Brunsbüttelkoog an der Elbe mit km 0 und endet bei Holtenau mit km 98,7.

den Schiffsverkehr ausgesetzt. Dies mag wohl der Grund für das bevorzugte Ablachen der Tiere in den tieferen Wasserschichten sein.

Der Nord-Ostsee-Kanal durchläuft sehr verschiedene Landschaften. Schon dadurch ergeben sich differenzierte Bodenverhältnisse. Wo er Geestrücken durchschneidet, herrscht Sandgrund vor, wo Marsch- oder Moorniederungen durchquert werden, wird mehr schlickiger oder torfiger Untergrund angetroffen. Zudem sind sekundäre Ablagerungen über der Kanalsohle zu erwarten: Im westlichen Teil von km 2 bis km 10 z.B. findet im hohen Maße infolge der Austauschvorgänge durch die Brunsbüttelkooger Schleusen eine Verschlammung durch Elbschlick statt. Der grauschwarze Schlick wird nach Osten von mehr torfigem Untergrund abgelöst. Dann folgen oft in raschem Wechsel toniger Schlick, Sand und torfiger Boden. Nur in den Tiefen des Schirnauer-, Audorfer-, Flemhuder- und Obereidersees, in der Borgstedter Enge und im Binnenhafen Holtenau findet man  $H_2S$ -haltigen Faulschlamm, der bei Holtenau noch teerige und ölige Bestandteile enthält. Die letztgenannten Stellen werden vom Hering natürlich gemieden.

#### Der Einfluß der Temperatur auf den Laichvorgang

Vermutlich wird der Hering auf seinen Wanderungen zu den Laichplätzen von dem im Frühjahr stets auftretenden Temperaturanstieg von See zur Küste hin geleitet. Wenn der Fisch diese in See auftretenden geringen Temperaturgradienten zu empfinden vermag, so wird er sicherlich die relativ großen Unterschiede innerhalb des Kanals wahrnehmen können. Die Temperaturbedingungen besitzen ganz sicher auch einen Einfluß auf die engere Wahl der Laichplätze und auf den Laichvorgang selbst.

Die bevorzugten Laichplätze liegen meist innerhalb solcher Strecken, die durch hohe Ufer und Bäume geschützt sind (km 25—30, km 56—60, z.T. der Schirnauer See, km 70—90), was zur schnelleren Erwärmung durch die Sonnenstrahlung beiträgt. Auch wird im allgemeinen die von der Sonne besser beschienene Nordseite bevorzugt. Ob allerdings der Hering bei geeignetem Laichgrund immer die Stellen mit den höheren Temperaturen zum Laichen aufsucht, das kann nicht entschieden werden, da kontinuierliche Temperaturmessungen nicht unmittelbar an den Fangstellen, sondern in mehr oder minder großem Abstand davon bei den elf Terminstationen vorgenommen wurden (BRANDHORST, 1955). Im Anfang der Laichzeit wurden meist dann die größten Erträge erzielt, wenn zur gleichen Zeit auch an den benachbarten Terminstationen die höchsten Temperaturen beobachtet wurden.

Wenn wir den Gesamtertrag des Kanals für kurze Zeitabschnitte, etwa pro zwei Tage zusammenfassen, wird ersichtlich, daß die Heringe nicht auf einmal oder gleichmäßig über einen längeren Zeitraum laichen, sondern daß mehrere „Laichepisoden“ aufeinander folgen, getrennt durch Zeiten, in denen nicht gelaicht wird. Die dabei gemachte Annahme, daß der Fangertag als Maß für das Laichen angesehen werden kann, ist berechtigt, denn hier im Kanal handelt es sich um eine ausgesprochene Laichschwarmsfischerei mit Bundgarnen.

Wodurch werden nun solche Intervalle hervorgerufen? R. KÄNDLER (1952) findet bei seinen Heringsbrutuntersuchungen in den Rügensch Gewässern mehrere Gipfel in den Längenmeßreihen der Heringslarven. Seine Mutmaßung, daß Witterungseinflüsse dafür verantwortlich zu machen seien, dürfte wohl für den Kanal zutreffen, denn beim Vergleich der Tagesfänge mit den Zwei-Tagesmitteln der in Kiel gemessenen Lufttemperatur zeigt sich ein auffallend gleichsinniger Gang, der darauf hindeutet, daß dieser Faktor ein Auslösen des Laichvorganges bewirkt.

In den beiden Jahren 1952 und 1953 wird mit dem Ansteigen der Lufttemperaturen auch eine Ertragssteigerung, also ein intensives Laichen, festgestellt, und zwar mit einer

gewissen Phasenverschiebung, wie aus den Abb. 1 u. 2 (Tafel 20) hervorgeht. Die Straffheit dieser Beziehung hängt in erster Linie davon ab, ob überhaupt genügend laichreife Heringe im Kanal zu Zeiten der Temperaturmaxima vorhanden sind, was zu Beginn der Saison meist der Fall ist. Eine andere Deutungsmöglichkeit, nämlich daß die Temperaturen nicht das Laichen der Heringe direkt, sondern ihre Einwanderung in den Kanal beeinflussen, würde nur die Frage, wie die Temperatur auf den Fisch wirkt, vom Inneren des Kanals vor die Schleuse verlegen. Es ist erstaunlich, daß trotz des Zusammenwirkens so vieler Faktoren (physiologischer, fangtechnischer und sogar wirtschaftlicher Art) diese Beziehung so eindeutig zu erkennen ist.

Durch die Temperaturbegünstigung einzelner Strecken kann man fast in jedem Jahr beobachten, daß die zuerst ankommenden großen Heringe<sup>1)</sup> im mittleren und westlichen Teil des Kanals laichen, da sich hier das Wasser schneller erwärmt und von Beginn der Saison an die höchsten Temperaturen aufweist. Mit dem Anstieg der Wassertemperaturen auch auf den übrigen Strecken fällt die Bevorzugung des westlichen Teils weg, denn dann findet der Hering auch schon im östlichen Teil geeignete Bedingungen zum Laichen vor.

Im Frühjahr 1952 wurden von Ende März bis Mitte Mai laichreife Heringe im Kanal angetroffen. Die zuerst ankommenden laichen Ende März im westlichen Abschnitt und in der Mitte des Kanals, was deutlich aus den weiter unten folgenden Ertragskurven und den Ergebnissen der Brutuntersuchungen zu entnehmen ist. Sie nutzen also das Temperaturoptimum im Westen aus.

Im Frühjahr 1953 legten die zuerst kommenden Heringe bei einer Oberflächentemperatur von nur 6° C Mitte bis Ende März ihren Laich im mittleren Abschnitt des Kanals ab. Wie die Anlandestatistiken zeigen, dringen die Laichheringe während dieser Saison nicht westlicher als km 40 bis 45. Als Ursache für das Fernbleiben der Heringe können die Temperaturverhältnisse nicht angesehen werden, denn diese waren in beiden Jahren sehr gleichartig:

		Kieler Förde								
		Station	km 97	90	85	78	70	66	61	
17. 4. 1952	0 m	8,3° C	7,9	8,2	9,3	8,7	9,0	9,4	8,8	
	11 m	3,9° C	4,4	4,6	5,3	5,7	6,5	6,9	7,3	
15. 4. 1953	0 m	—	7,5	7,6	8,2	7,9	8,4	8,6	8,2	
	11 m	—	4,7	5,3	6,0	6,6	6,8	7,1	7,4	
		Station	km 54	48	40	32	24	17	6	2
17. 4. 1952	0 m	9,7° C	8,9	9,4	9,3	9,4	9,5	11,4	9,7	
	11 m	8,3° C	8,0	8,7	8,6	8,6	8,8	8,9	8,4	
15. 4. 1953	0 m	8,4° C	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,5	8,9	
	11 m	7,6° C	7,8	7,9	8,0	8,2	8,2	8,4	8,8	

### Der Einfluß des Salzgehaltes auf den Laichvorgang

Dank der laufenden Salzgehaltsmessungen an den elf Terminstationen im Kanal kann festgestellt werden, daß für das Fernbleiben der Heringe im westlichen Teil des Kanals im Jahre 1953 der niedrige Salzgehalt verantwortlich ist. Im Frühjahr 1952 wird bis zu den westlichen Laichplätzen (km 20) noch 5 ‰ Salzgehalt gemessen, im Frühjahr 1953 gelangt infolge des wesentlich geringeren Einstromes von Osten her die

<sup>1)</sup> Die allgemeine Erscheinung, daß die Größe und das Alter der Tiere im Laufe der Laichsaison auf den Laichplätzen ständig abnehmen, ist hier deutlich zu beobachten. Weitere Daten s. BRANDHORST, 1955, und NEB, 1952.

5‰-Isohaline nur bis km 50. Bei km 40 finden wir während zweier kurzer Vorstöße der Salzzunge vom 25. 3. bis 29. 3. 53 und vom 20. 4. bis 30. 5. 53 vorübergehend einen Salzgehalt von über 5‰ vor. Gerade zu dieser Zeit werden auch hier die einzigen Fänge auf der Strecke von km 35—40 getätigt. Sobald der Salzgehalt unter 5‰ absinkt, bleiben auch die Fänge aus. (Tafel 20, Abb. 3).

Wir dürfen diese wichtigen Befunde so deuten: Der zum Laichen ins salzärmere Wasser ziehende Frühjahrshering bedarf bei der Laichablage eines Salzgehaltes über 5‰. Wie E. FORD (1928) und K. E. NEB (1952) übereinstimmend berichten, tritt bei einem Salzgehalt unter 5‰ eine starke Herabsetzung der Befruchtungsrates ein. Das gilt sowohl für die Winterheringe des englischen Kanals als auch für die Frühjahrsheringe der westlichen Ostsee. Nur bei den im Brackwasser mit geringem Salzgehalt von 4 bis 6‰ aufwachsenden Heringen des Windebyer Noors ist der 100%-ige Befruchtungserfolg noch bei 3‰ gesichert. (K. E. NEB, 1952).

Der Ertrag der Laichschwarmfischerei im westlichen Teil des Nord-Ostsee-Kanals ist von diesen hydrographischen Bedingungen in starkem Maße abhängig. Erfolgt im Frühjahr nicht ein genügend starker Salzeinstrom von der Kieler Förde her, der bis zu den westlichen Laichplätzen (km 25 bis km 30) Wasser mit einem Salzgehalt von über 5‰ eindringen läßt, so wird der Fischer auf dieser Strecke vergeblich seine Netze ausstellen.

#### Zusammenhang zwischen Laichvorgang, Fischerei und Auftreten der Brut

Bei Wachstumsuntersuchungen an Heringsbrut beginnt man zweckmäßigerweise bei den einzelnen Laichplätzen und verfolgt von dort aus das Schicksal der heranwachsenden Larven. Bei der Messung der Larven eines Fanges ergeben sich oft bestimmte Größengruppen, die vorherrschend sind, neben solchen von geringerer Häufigkeit, so daß die Meßreihen über einen größeren Längenbereich hin deutlich mehrere Gipfel aufweisen. R. KÄNDLER (1952, Seite 151) schreibt über ähnliche Beobachtungen bei der Brut des Rügenherings: „Wir dürfen dies wohl als Ausdruck dafür ansehen, daß das Abbläichen der Heringe nicht kontinuierlich, sondern in Schüben erfolgt, die vielleicht witterungsmäßig bedingt in oft beträchtlichen zeitlichen Abständen eintreffen und nacheinander wohl auch an verschiedenen Orten abbläichen.“

Wenn diese Annahme richtig ist, wird man die verschiedenen Gipfel in den Längenmeßreihen der Larven auf ganz bestimmte „Laichepisoden“ zurückführen dürfen. Für die Festlegung der „Laichepisoden“ stehen uns die Fangerträge auf den verschiedenen Strecken zur Verfügung, die wir ja als Maß für das Laichen werten können, da es sich hier um eine ausgesprochene Laichschwarmfischerei handelt.

Die Schwärme der reifen Heringe, die sich zunächst vermutlich in der Mitte des Kanals aufhalten, sammeln sich kurz vor dem Laichen an den Ufern und geraten dabei in die hier aufgestellten Bundgarne. Erfahrungsgemäß werden meistens an den Laichtagen oder kurz vorher die größten Fänge erzielt.

Die Ertragswerte wurden aus den Abrechnungsbelegen der Fischer zusammengestellt und streckenweise für jeweils zwei Tage eingezeichnet. (Die Einteilung ergibt sich aus der Darstellung, abgerundete km-Angaben.) Sicherlich weisen die Aufzeichnungen kleine Ungenauigkeiten auf, doch kommt es hier vor allem auf die Feststellung an, wann Massenfänge erzielt werden.

Im Jahre 1952 treten deutlich mehrere Gipfel in der Anlandestatistik auf. Die Einteilung der „Laichepisoden“ zeigt die Abbildung 4 (Tafel 20). Die erste größere Menge, über 2,5 t, wird am 31. 3. zwischen km 50 und km 65 erbeutet. Dieser Gipfel bildet bereits die 2. „Laichepisode“, die sich nur auf die mittlere Strecke beschränkt. (Die 1. „Laich-

episode“ entzog sich der Wahrnehmung.) Das Hauptfanggebiet verlagert sich nun sowohl nach Westen als auch nach Osten. Auf der Strecke von km 35—40 wird vom 10. 4. bis 16. 4. mit gutem Erfolg gefischt (3. „Laichepisode“). Auch im westlichen Ende beschränkt sich die Fangzeit auf wenige Tage. Dort werden am 18./19. 4. 5 t heimgebracht. Im östlichen Abschnitt tauchen zur gleichen Zeit neue größere Schwärme auf, die am 14. 4. bis 18. 4. die Ertragszahlen hochschnellen lassen. Am 16./17. 4. werden sogar 8,5 t aus den Bundgarnen geketschert. Ein fast ebenso scharf ausgeprägtes, zweites Maximum (4. „Laichepisode“) tritt hier noch Anfang Mai in Erscheinung.

Das Jahr 1953 weist ganz andere Verhältnisse auf (Tafel 23, Abb. 5). Der Gesamtfang ist wesentlich schlechter als im Vorjahre. Im östlichen Abschnitt werden im Gegensatz zum letzten Jahr sehr dürftige Fänge erzielt. Auch sind die „Laichepisoden“ nicht so scharf voneinander zu trennen. Die erste größere Menge wird schon am 19. 3. im mittleren Teil zwischen km 50 und km 65 gefangen (1. „Laichepisode“). In Übereinstimmung mit den Brutuntersuchungen können fünf „Laichepisoden“ unterschieden werden. Besonders eindeutig treten die beiden letzten in Erscheinung, bei der 5. handelt es sich um junge Tiere, sogenannte Maiheringe. Wegen des niedrigen Salzgehaltes wird auf der Strecke von km 10—35 so gut wie nichts gefangen, auf der Strecke von km 35—40 nur zu Zeiten des Vordringens der Salzzunge.

#### Verteilung und Wachstum des Brutjahrganges 1952

Die Brutfänge wurden etwa alle 14 Tage mit einem 1 m-Ringtrawl aus Hanf-Stramin ausgeführt. Die Schleppdauer betrug jeweils 6 Min. Nur am Ausgang der Brutzeit im Juni/Juli, zu der geringe Fänge zu erwarten sind, wurde 10—12 Min. gefischt. Ferner wurde versucht, die größere Brut und die Jungheringe mit einem 2 m-Ringtrawl aus Garn (Maschenweite ca.  $5 \times 5$  mm) zu erbeuten, was jedoch nur im trüberen Wasser des westlichen Abschnittes gelang. Deshalb konnte nicht festgestellt werden, ob im klaren Wasser des östlichen Teiles die Jungheringe bereits abgewandert waren, oder ob sie nur nicht gefangen werden konnten.

Am 12./13. 5. auf der ersten Orientierungsfahrt konnte mit dem 1 m-Ringtrawl noch nicht gearbeitet werden. Die ersten Versuche, mit einem Planktonnetz (Gaze 3) Heringslarven zu erbeuten, verliefen von km 96 bis km 70 ohne Erfolg (Tafel 21, Abb. 6). Erst die Züge ab km 70 brachten bis km 53 in zunehmendem Maße junge Larven, deren Häufigkeitsmaximum in der Größenverteilung bei 8—9 mm liegt. Alle Längenmessungen wurden auf den unteren mm durchgeführt, in den Abbildungen sind die Klassenmitten angegeben. Bei km 60 und km 53 wird eine im Schlüpfen begriffene Larvengruppe von 5—6 mm beobachtet. Diese Feststellung ist insofern von Wichtigkeit, als dadurch die Nähe eines Laichplatzes nachgewiesen ist und von dem fortschreitenden Wachstum dieser Gruppe Rückschlüsse auf das Wachstum der schon größeren Gruppen gezogen werden können, deren Anfangspunkt in der Larvenentwicklung nicht erfaßt werden konnte.

Auf der Fahrt am 27./28. 5. wird ein recht detailliertes Bild aufgezeigt (Tafel 21, Abb. 6), das bestimmte Züge erkennen läßt, die sich meistens zu wiederholen scheinen: das Vorherrschen der größeren Larvengruppen im westlichen Teil und eine Zonierung des Kanals, die sich nicht nur in der Größenverteilung, sondern auch in der Häufigkeit zeigt. Die drei Kerngebiete der Larvenverteilung um km 71, km 42—48 und km 10 werden jeweils von bestimmten Größengruppen gebildet. So finden wir im östlichen Kanalteil deutlich zwei und im westlichen Teil zwei bis drei Gipfel in den Längenmeßreihen vor, die auch auf der nächsten Fahrt in Erscheinung treten.

Wenn unsere Vermutung zutrifft, daß die Angehörigen einer solchen Brutgruppe die Nachkommen von Heringen sind, die zusammen in einer „Laichepisode“ ihre Ge-

schlechtsprodukte abgelegt haben, dann müßte es auch gelingen, diese Größengruppen der Reihe nach auf die verschiedenen „Laichepisoden“ zurückzuführen.

Auch die Verlagerung der Laichplätze müßte sich ebenfalls in den Brutfängen genau so zeigen wie in den Ertragskurven, da eine starke Vermischung der einzelnen Brutgruppen in dem schlauchförmigen Gewässer kaum erfolgt. Für die Rückberechnung müssen wir allerdings noch die ungefähre Inkubationszeit der Eier und das erste Wachstum der Larven kennen. Das letztere ergibt sich aus der Größendifferenz der beiden Gruppen III und IV vom 12. 5. 1952 bis zum 27. 5. 1952. Diese soeben geschlüpften Larven der Brutgruppe IV wachsen in 15 Tagen 2 mm, bei den Angehörigen der Gruppe III wird eine Längenzunahme von 3 mm während dieser Zeit festgestellt. Werte über die Inkubationszeit unter dem Einfluß verschieden hoher Temperaturen finden sich in den Arbeiten von H. A. MEYER (1878), E. FORD (1928), A. KOTTHAUS (1939), H. SCHACH (1939). Nach den Bebrütungsuntersuchungen künstlich befruchteter Eier nimmt die Entwicklung im Ei bis zum Schlüpfen bei einer Temperatur von 12,3° C etwa 7—9 Tage in Anspruch, bei 8,7° C sind es 14—18 Tage. Soweit stimmen alle Autoren überein, aber bei niedrigeren Temperaturen von 7,5° C gibt E. FORD 11—15 Tage, A. KOTTHAUS bei 8,3° C dagegen 17—20 Tage an.

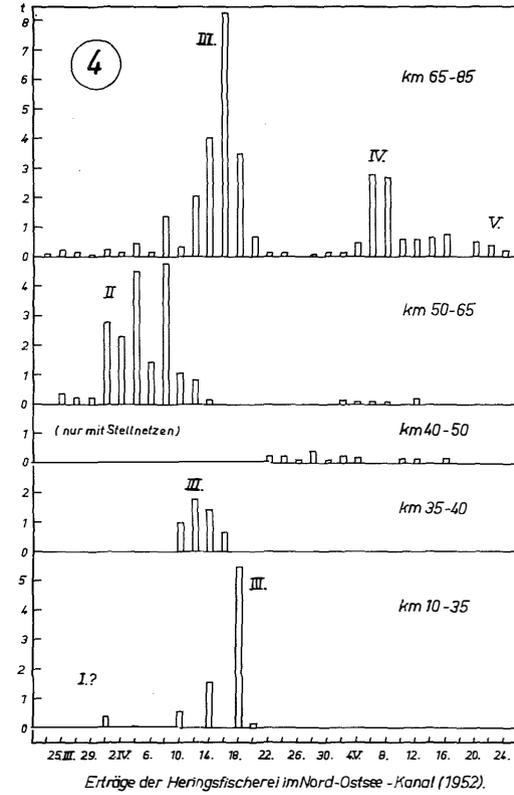
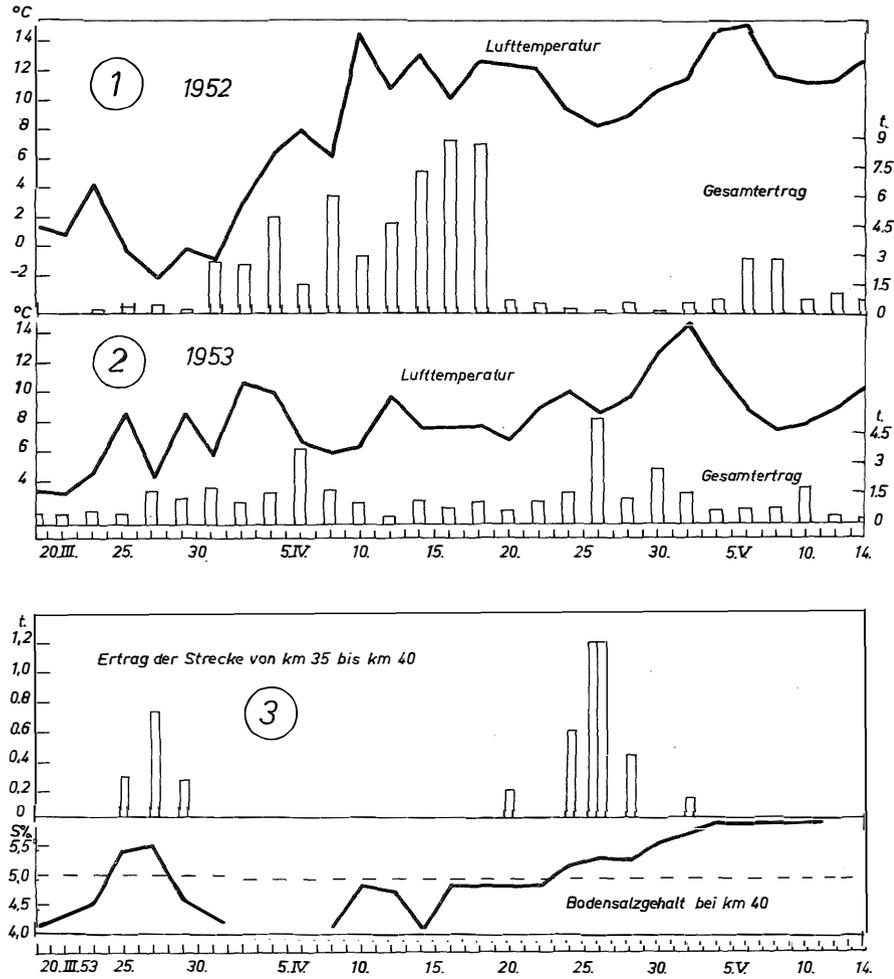
Wenn wir der größten, ohne Zweifel zuerst geschlüpften Larvengruppe (Gipfel bei 23—27 mm), die nur im westlichen Teil des Kanals beobachtet wird, die Ziffer I zuerteilen, so erhält die bei km 30—50 auftretende Gruppe mit dem Gipfel bei 15—20 mm die Zahl II, die beiden deutlich zu unterscheidenden Gruppen (10—13 mm und 7 bis 8 mm) bei km 60—90 die Bezeichnung III und IV (Abb. 6). Mit zunehmender Größe wachsen die Angehörigen einer Brutgruppe auseinander, werden durch Strömungen vom Ursprungsort fortgetragen und vermischen sich in den Randzonen miteinander. Die nach Westen verfrachteten Angehörigen der Gruppe III (km 10: 14—16 mm) und die Gruppe II (km 10: 19—22 mm) wachsen infolge der besseren Ernährungsbedingungen im westlichen Kanalteil besser (siehe weiter unten).

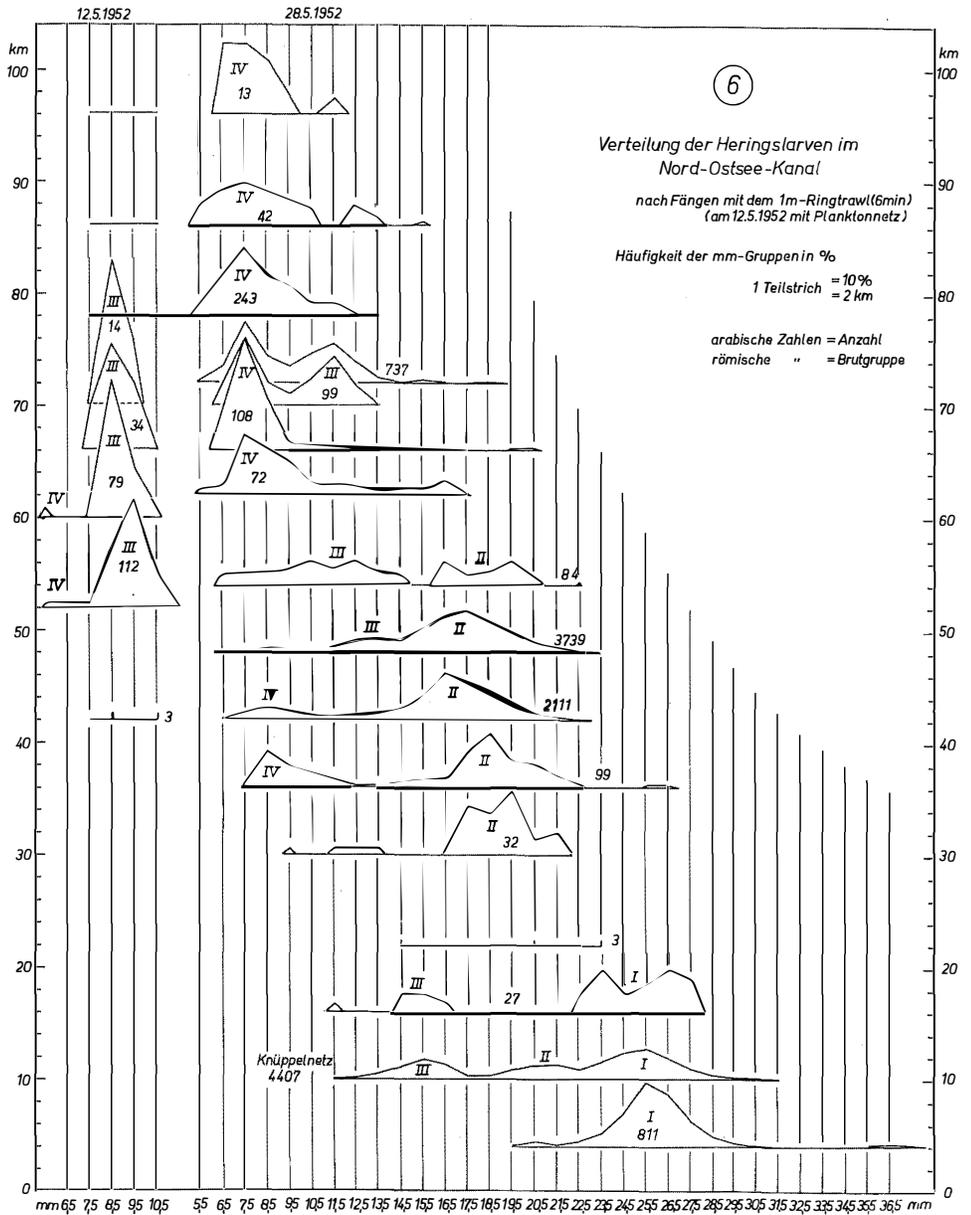
Die am 12. 5. gerade mit dem Schlüpfen beginnende Gruppe IV (Gipfel bei 5—6 mm) weist am 27. 5. (Gipfel 7—8 mm) weitaus größere Fangziffern auf. Die Hauptschlüpzeit ist deshalb einige Tage später anzusetzen, vermutlich hat der größte Teil erst am 13. bis 15. 5. die Eihülle verlassen. Die Wassertemperaturen während der Eientwicklung halten sich um 13° C. Die Inkubationszeit beträgt demnach ca. 6—8 Tage. Die Befruchtung müßte dann am 6. bis 8. 5. erfolgt sein. Genau zu dieser Zeit werden im östlichen Kanal größere Fänge erzielt, wie auch die am 12. 5. erbeuteten Dottersacklarven nur im östlichen bis mittleren Teil vorkommen. Bis zum 27. 5. findet eine fortschreitende Ausbreitung der Brut nach Westen und Osten statt, die durch Oberflächenströme erklärt werden kann. Durch die Übereinstimmung aller dieser Befunde darf die Gruppe IV mit Sicherheit auf das Laichen am 6. bis 8. 5. 1952 zurückgeführt werden.

Die Angehörigen der nächsten Gruppe III finden wir ganz im Westen (Gipfel bei 14—16 mm bei km 10) und im Osten von km 50 bis km 75 (Gipfel bei 10—13 mm). Am 12. 5. messen sie 8—9 mm. Durch den Vergleich mit dem ersten Wachstum der Gruppe IV kann der Schlüpftermin etwa auf den 1. Mai gelegt werden. Bei den geringeren Wassertemperaturen von 8—10° C ist mit einer Inkubationszeit von ca. 14 Tagen

#### Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 20)

- Abb. 1: Erträge der Heringsfischerei im Nord-Ostsee-Kanal, März bis Mai 1952, und Verlauf der Lufttemperatur in Kiel.  
Abb. 2: Erträge der Heringsfischerei im Nord-Ostsee-Kanal, März bis Mai 1953, und Verlauf der Lufttemperatur in Kiel.  
Abb. 3: Ertrag der Heringsfischerei von km 35 bis km 40 und Salzgehalt des Bodenwassers bei km 40, März bis Mai 1953.  
Abb. 4: Erträge der Heringsfischerei 1952 in den einzelnen Abschnitten des Nord-Ostsee-Kanals.





Tafel 21

zu rechnen. Die Laichzeit fällt danach in die Mitte des April. Aus der Ertragsstatistik ist die Bestätigung für die Richtigkeit der Berechnung zu entnehmen: Vom 14. bis 18. 4. werden bei km 10—40 und bei km 65—85 große Fänge erzielt, die auf den Laichvorgang hinweisen, von dem die Brutgruppe III abzuleiten ist (Tafel 20, Abb. 4). Die im Westen geborenen Larven können infolge der dort herrschenden höheren Temperaturen und wegen der besseren Ernährungsbedingungen bis zum 27. 5. einen Längenvorsprung von 4 mm erlangen. Nach den Mengen des mitgefangenen Planktons in den Larvenfängen und nach mündlicher Mitteilung von Herrn Dr. H. A. BUCHHOLZ vom Zoologischen Institut Kiel, der eine Untersuchung des Planktons im Nord-Ostsee-Kanal durchführt, liegt meist ein mächtiges Copepodenmaximum im westlichen Ende zwischen km 17 und den Brunsbüttelkooger Schleusen.

Die Gruppe II mit den größten Individuenzahlen kann von dem im Anfang April 1952 erfolgten intensiven Laichen abgeleitet werden, das in der Mitte des Kanals bei km 50—60 stattfand. Durch Verdriftung oder auch durch gerichtetes Wandern dieser schon zum aktiven Schwimmen befähigten Jugendstadien mit einer Länge von 16—17 mm nach Gebieten mit höheren Temperaturen hat sich ihr Hauptverbreitungsgebiet um 10—20 km nach Westen verschoben. Diese Tatsache wird immer wieder beobachtet; auch hier zeigen die im Westen gefundenen Jugendstadien eine deutliche Größenzunahme (3 mm).

Wie kommt es aber zur Ausbildung der Brutgruppe I, für die uns zur Deutung kein Anlandemaximum zur Verfügung steht, das diese hohen Fangzahlen erklären kann? Um von der Elbe her eingewanderte oder eingeschwemmte Heringslarven der Nordsee wird es sich nicht handeln. Die von A. BÜCKMANN und G. HEMPEL (1953) Ende April 1952 in der Jade beobachteten Larvengruppen haben ihren Gipfel bei 29 mm. Es wäre vielleicht denkbar, daß dennoch Herbstheringslarven von geringerer Größe in die Elbe gewandert sind (A. BÜCKMANN 1950), doch ist es ausgeschlossen, daß sie in solchen Mengen im Kanal auftauchen können. Die nächste, recht schwach angedeutete Gruppe (bei 34—42 mm), die zwischen den Brunsbüttelkooger Schleusen und km 10 gefunden wird, ist dagegen von Herbstheringen der Nordsee abzuleiten, wie die Wirbelzählung der von April bis Mai im Binnenhafen und in der Elbe gefangenen Jungheringen zeigt: Die mittlere Wirbelsumme ergibt sich mit einer statistischen Sicherheit von 99% zu  $56,50 \pm 0,35$ . Zur Erklärung der Gruppe I müssen wir annehmen, daß der kleine Heringsfang vom 30. 3. im westlichen Abschnitt einem größeren, dort abgelaichten Schwarm entspricht, der aber nicht gefangen wurde, sondern wieder abwandern konnte, weil vielleicht die Bundgarne noch nicht vollzählig ausgebracht waren. Die Nachkommen dieser Heringe, die Mitte bis Ende März ihre Eier abgelegt haben müssen, fanden hier im Westen optimale Lebensbedingungen vor und wuchsen bis zum 27. 5. 1952 auf 25—26 mm heran.

Man könnte auch eine aktive Wanderung der Larven nach Westen oder auch eine Verdriftung vermuten, doch diese Faktoren können nicht zu einer solch scharfen Zonierung führen. Eine andere Deutung, nämlich daß die Gruppen I und II ursprünglich zusammengehören und nur durch verschiedenartige Lebensbedingungen in dem jeweiligen Kanalabschnitt auseinanderwuchsen, ist nicht möglich. Daraus würde nämlich

---

Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 21)

- Abb. 5: Erträge der Heringsfischerei 1953 in den einzelnen Abschnitten des Nord-Ostsee-Kanals.  
 Abb. 8: Wachstum der Brutgruppen I—V und der Elbheringsbrut (E), März bis Juli 1952; darunter: Erträge der Heringsfischerei 1952.  
 Abb. 9: Wachstum der Brutgruppen I—IV und Elbheringsbrut (E), März bis Juni 1953.  
 Abb. 10: Das Wachstum der Brutgruppen I—IV des Jahrgangs 1953 unter dem Einfluß verschiedener Wassertemperaturen.

folgen, daß die Gruppe IV bei km 70 mit der Gruppe III bei km 10 identisch wäre. Dies entspräche aber einem Wachstum von 5 mm auf 15 mm in 14 Tagen, was ausgeschlossen sein dürfte.

Die Fangzahlen vom 10. 6. sind recht dürftig, gemessen an den Ergebnissen der vorhergehenden Fahrt, zumal hier zwölf Minuten gefischt wurde (genaue Daten der Fänge siehe BRANDHORST 1955).

Der Grund für die geringen Fänge ist wohl in der lebhafteren Beweglichkeit der nun schon größeren Larven zu suchen, die dem Netz ausweichen können. Östlich von km 40 werden vereinzelt kleine Larven von 8—10 mm Länge gefangen, ein spätes aber bedeutungsloses Laichen anzeigend, das Ende Mai erfolgt sein muß. So fing der Fischer am östlichen Ende noch bis zum 24. 5. Heringe (Maiheringe). Gruppe III und IV mit 16—20 mm Länge finden sich noch zwischen km 30 und km 75.

Zwischen km 10 und km 20 wird fast nichts gefangen. Erst kurz vor der Schleuse im Binnenhafen Brunsbüttelkoog werden wenige Larven gefunden, deren Größe zwischen 22 und 27 mm liegt. Die in geringerer Zahl auftretenden 10—11 mm großen Larven sind eingeschwemmte Abkömmlinge von Frühjahrsheringen aus der Elbe, was die Ergebnisse der nächsten Fahrt bestätigen.

Am 1. 7. wird von km 30—70 kaum noch etwas gefangen. Im Binnenhafen Brunsbüttelkoog finden wir jetzt einen kleinen Gipfel bei 10—12 mm, die gleiche Gruppe ist in dem Fang aus der Elbe zu beobachten. Offenbar schreiten die Frühjahrsheringe der Elbe später als die der westlichen Ostsee zur Fortpflanzung. Leider liegen keinerlei Untersuchungen darüber vor, die nähere Auskunft geben könnten. Die von der Elbe her eingeschwemmten Larven finden sich meist nur im Binnenhafen Brunsbüttelkoog, sie dringen nicht weiter nach Osten vor.

Am 11. 7. wird festgestellt, daß der Einstrom junger Larven aus der Elbe sich inzwischen fortgesetzt und verstärkt hat.

Im Binnenhafen Brunsbüttelkoog werden die aus der Elbe stammenden Larven in großen Mengen erbeutet (über 1000 Stück). Der weitaus größte Teil von ihnen ist kleiner als 14 mm, eine aktive Wandermöglichkeit von der Elbe in den Binnenhafen ist ihnen nicht gegeben. In den Kanal gelangen sie vermutlich durch den Konvektionsstrom, der jetzt im Sommer neue Kraft erhält infolge des Salzgehaltsanstieges in der Elbe durch die verminderte Oberwasserführung (siehe Tafel 10d, BRANDHORST 1955). Die erstaunlich hohe Fangzahl im Binnenhafen mag darauf zurückzuführen sein, daß unmittelbar vor den Schleusen gerade das einströmende Wasser abgefischt wurde. Das Wachstum dieser Larven und die Ausbreitung nach Osten kann nicht beobachtet werden, da sie sich schnell verteilen und ihre Zahl sicherlich auch von den hier massenhaft vorhandenen Stinten reduziert wird.

Am 28. 7. 1952 wurde vorwiegend mit dem 2 m-Ringtrawl aus Garn gearbeitet. Von km 5—45 konnten damit gute Fänge erzielt werden. Ausgeprägte Maxima lassen sich selbst bei größeren Fangmengen kaum beobachten, da die Gruppen stark ineinander übergehen. Ein etwas stärker ausgeprägtes Maximum bei km 7,5 und im Binnenhafen Brunsbüttelkoog wird von den Resten der Gruppe III und IV gebildet (36—44 mm). Im Binnenhafen Brunsbüttelkoog finden wir zwar immer noch junge, aus der Elbe stammende Larven von 8—16 mm Länge, sie treten aber nicht mehr in solchen Mengen wie auf den vorhergehenden Fahrten auf.

Am 16. 9. verliefen die 2 m-Ringtrawlfänge von km 96 bis km 33 praktisch ohne Erfolg. Erst im westlichen Teil läßt sich ein mehr oder weniger ausgeprägter Gipfel um 55 bis 60 mm Länge (Gruppe IV?) erblicken. Die gesamte Variationsbreite erstreckt sich von 29—96 mm.

Am 8. 10. werden in acht Fängen nur noch 13 Jungheringe von 64—67 mm Länge im westlichen Teil gefangen. Einige Nachzügler finden sich auch noch am 3. 12. 52

(14 Exemplare) und am 7. 1. 53 (zwei Exemplare). Sie weisen eine Länge von 60 bis 100 mm auf und stellen die letzten Reste des Jahrganges 1952 dar, dessen Hauptmenge inzwischen den Kanal verlassen hat.

### Verteilung und Wachstum des Brutjahrganges 1953

Am 16. 4. wird nur der mittlere Teil des Kanals von km 45—60 von jungen Heringslarven mit einer Länge von 6—8 mm bevölkert (Taf. 22, Abb. 7). Vereinzelt, von der Elbe her eingeschwemmte oder eingewanderte Herbstheringe der Nordsee werden wie im letzten Jahr im westlichen Ende beobachtet.

Am 28. 4. wird die älteste Brutgruppe I (Gipfel bei 10—11 mm) mit nur geringen Fangzahlen zwischen km 30 und 40 gefangen. Die nachfolgende Gruppe II (Gipfel bei 8—9 mm) reicht von km 36 bis km 60 und stellt die Hauptmasse der gefangenen Tiere dar.

Gruppe III (Gipfel bei 7—8 mm) erstreckt sich von km 60 bis km 96 und von km 25 bis km 30. Westlich von km 25 tauchen keine Larven des Frühjahrsherings mehr auf, da die Laichplätze im Westen wegen des geringen Salzgehaltes nicht aufgesucht werden können. Eine beträchtliche Verlagerung des gesamten Verbreitungsgebietes der Larven nach Westen wird auch in diesem Jahre bestätigt.

Die Gipfel in den Längenmeßreihen nun den Anlandekurven zuzuordnen, ist nicht ganz so einfach wie im Vorjahre, da die Anlandemaxima nicht so scharf ausgeprägt sind. Außerdem liegen die Gipfel der Gruppen enger beieinander und können nicht so gut getrennt werden. Zunächst ist die Frage zu erörtern, welcher Gruppe wir den am 16. 4. 53 gefundenen Gipfel von 7—8 mm Länge zuordnen müssen:

Wenn dieser Gipfel am 16. 4. auf die I. Gruppe zurückgeführt wird, so müssen die Larven in 12 Tagen vom 16. 4. bis 28. 4. von 7—8 mm auf 10—11 mm gewachsen sein. Für das erste Wachstum (vom Schlüpfen bis zur festgestellten Größe am 16. 4.) können wir ca. 14 Tage rechnen; die Angehörigen der Klasse I müssen dann Anfang April geschlüpft sein. Die Temperatur während der Entwicklung hielt sich zwischen 6—7° C. A. KOTTHAUS fand für die Inkubationsdauer bei 8,3° C 17—20 Tage, E. FORD dagegen bei 7,5° C 11—15 Tage. Wenn wir die von E. FORD angegebenen Zeiten übernehmen und bei 6° C nur mit 14 Tagen rechnen, können wir die ersten, vom 19. 3. bis zum 23. 3. bei km 50 bis km 65 gefangenen Heringe als Elterntiere dieser Larven ansehen.

Bei der Stationsverteilung am 16. 4. wird das Gebiet zwischen km 32 und 46 nicht erfaßt. Es ist daher möglich, daß uns die kleine Gruppe I entgangen sein könnte. Sollte dies wirklich der Fall sein, dann hätten wir den am 16. 4. gefundenen Gipfel der Gruppe II zuzuordnen. Daraus würde aber folgen, daß die Elterntiere der Gruppe I schon sehr viel früher hätten laichen müssen, was aber wegen der niedrigen Wassertemperaturen von nur 4° C und darunter nicht möglich sein kann, denn die Inkubationsdauer würde bei diesen Temperaturen ca. 40 Tage in Anspruch nehmen (A. J. C. JENSEN, 1950), und zu diesem Zeitpunkt waren noch keine Heringe im Kanal erschienen.

Nach dem oben Ausgeführten kann der erste Gipfel bei 7—8 mm am 16. 4. nur der Gruppe I zugeordnet werden. Die wenigen, am 16. 4. 5—6 mm großen Larven gehören zu den zuerst geschlüpften Angehörigen der zahlenmäßig stärkeren Gruppe II, die auf das intensive Laichen bei km 50—60 zurückgeht (siehe Fangstatistik Ende März bis Anfang April) und am 28. 4. einen scharf ausgeprägten Gipfel bei 8—9 mm ausbilden. Gruppe III (Gipfel bei 7—8 mm am 28. 4.) stammt von den Schwärmen ab, die Mitte April mäßige Fänge bei km 65—85 und bei km 40—50 abwerfen. Auch weiter westlich bei km 24—30 ist, nach den Ergebnissen der Larvenfänge zu urteilen, gelaicht worden. Für diese Strecke, auf der nur mit wenigen Stellnetzen gefischt wurde, konnten leider keine vollständigen Ertragsangaben beschafft werden (Taf. 23, Abb. 5).

Am 6. 5. 1953 erkennen wir den Gipfel (6—7 mm) der neu erscheinenden Gruppe IV zunächst nur bei km 60, auf der nächsten Fahrt erstrecken sich die Angehörigen dieser Gruppe von km 60 bis km 25, was auch nach dem Bild der Fangstatistik zu erwarten ist.

Die Brutgruppe III ist auf dieser Fahrt nicht deutlich von der Klasse II zu trennen, obwohl am 28. 4. recht hohe Fangzahlen für die Gruppe III vorliegen. Es bleibt nur die Möglichkeit, daß die Gruppen II und III zu dem abgerundeten Gipfel bei 9 mm bis 11 mm verschmolzen sind. Dies erklärt auch die hohen Fangzahlen von fast 4000 Individuen bei km 55. Die beiden Gipfel bei 7—8 mm (zwischen km 24 und km 30) und bei 8—9 mm (km 11—16 und km 36—40) sind vermutlich auf unterschiedlich gewachsene Tiere der Gruppe III zurückzuführen, da das Gebiet von km 24—30 meist recht arm an Nährstoffen ist (Moor- und Geestlandschaft). Gruppe I mit dem Gipfel bei 12 bis 13 mm wird bei km 30 beobachtet. Ganz im Westen im Binnenhafen Brunsbüttelkoog und in der Elbe werden erneut einzelne Herbstheringe gefangen, deren Größe zwischen 25—40 mm schwankt.

Am 15. 5. 1953 schlüpft gerade die Gruppe V, aus Abkömmlingen der Maiheringe bestehend. Bei einer Inkubationszeit von ca. 8 Tagen fällt die Laichzeit ihrer Elterntiere etwa in die Zeit vom 6. bis 8. 5. (Fangstatistik). Nach der Menge der zu dieser Zeit angelandeten Heringe kann man keine sehr großen Larvenzahlen erwarten, was auch in den Ergebnissen der nächsten Fahrt zum Ausdruck kommt. Die nun dominierende Gruppe IV (Gipfel bei 8 mm bis 10 mm) wird von km 25—60 beobachtet. Die miteinander verschmolzenen Gruppen II und III treten von km 15—60 in Erscheinung. Von der Klasse I ist nicht mehr viel zu sehen, sie wird nur durch die große Zahl der Larven über 17—18 mm bei km 24 angedeutet.

Am 28. 5. 1953 wurde im westlichen Ende bei km 12 und km 2 und in der Elbe zusätzlich zu den anderen Fängen das 2 m-Ringtrawl eingesetzt, um auch die größeren Stadien zu erbeuten. Larven der Gruppe V messen 7—10 mm und werden immer noch an der alten Stelle bei km 60 bis km 80 beobachtet; Gruppe IV (Gipfel bei 12—15 mm) reicht jetzt von km 70 bis km 2. Ein Gipfel (28—29 mm) bei km 12 mit hohen Fangziffern (> 3000) mag wohl auf die Gesamtheit der Gruppen III bis I zurückgeführt werden. Von einer bestimmten Larvengröße an ist die Möglichkeit nicht mehr gegeben, eine strenge Gruppierung vorzunehmen, da sie zunehmend auseinanderwachsen und sich mehr oder weniger gleich große Larven jeweils entsprechend ihrer Schwimmfähigkeit zu Schwärmen vereinen. Die Gipfel können dann nicht mehr als Gruppenmerkmal gewertet werden. Ganz im Westen wie auch in der Elbe treffen wir Jugendstadien zwischen 32 mm und 38 mm an. Sie weisen auf einen Einstrom bzw. ein Einwandern von Herbstheringslarven hin.

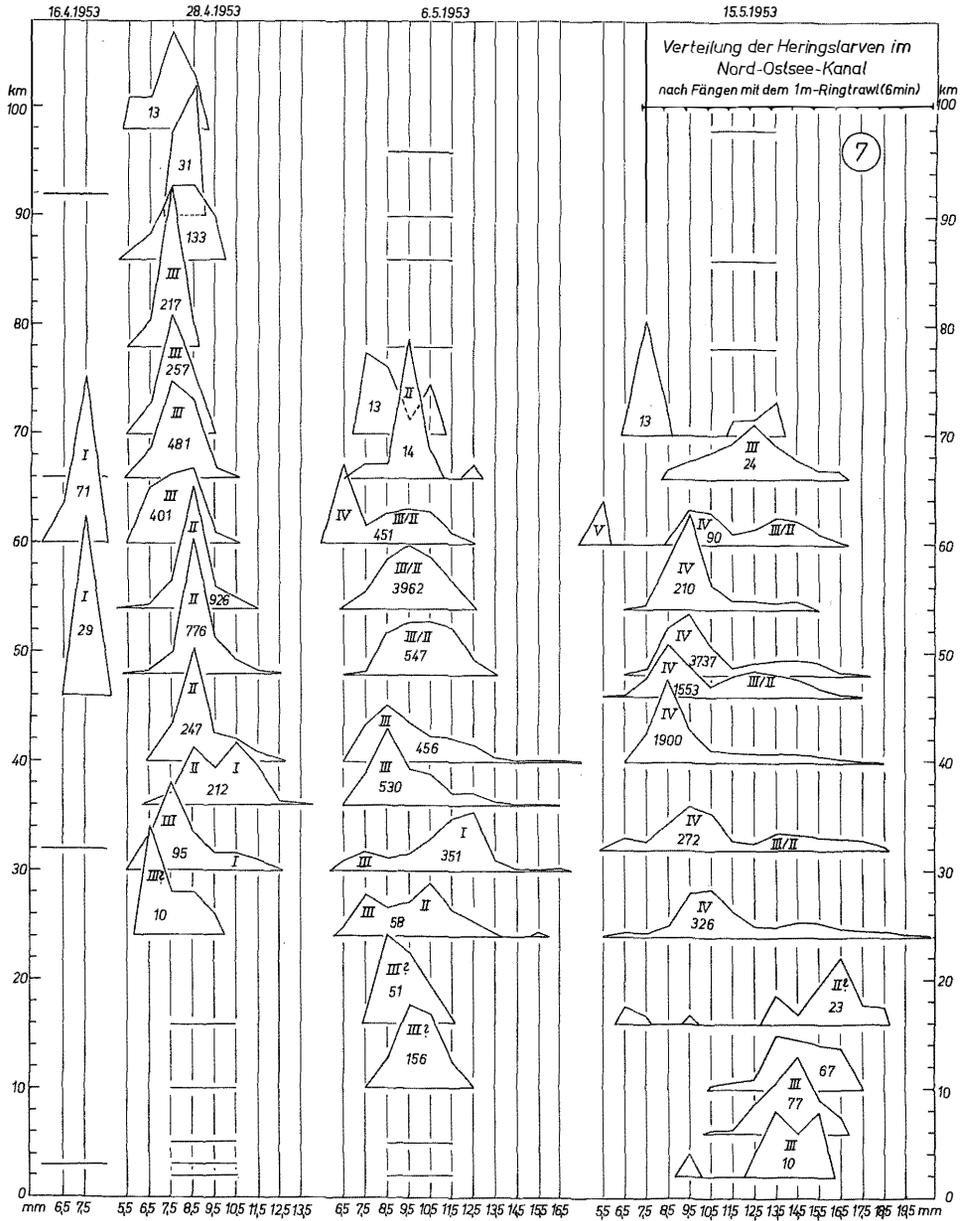
Am 12. 6. 1953 konnte nur mit dem 1 m-Ringtrawl gefischt werden, darum erfassen wir nur die kleineren Larven der Gruppen V und IV zwischen km 50 und km 60 und ein paar aus der Elbe eingespülte Larven.

Am 28. 6. 1953 wurde wieder mit beiden Geräten gefischt. Immer noch werden einzelne Exemplare von 7—10 mm Länge gefunden, ein Zeichen dafür, daß einzelne Nachzügler sehr spät ablaichen. Die Gruppe V wird nur noch durch einzelne Tiere im mittleren Abschnitt angedeutet. Gruppe IV mit Längen von 20—26 mm tritt fast überall in Erscheinung. Gipfel zwischen 26 mm und 30 mm scheinen auf die Gruppen II und III zurückzugehen. Die größeren Tiere von 38—40 mm müßten dann von der Gruppe I abzuleiten sein.

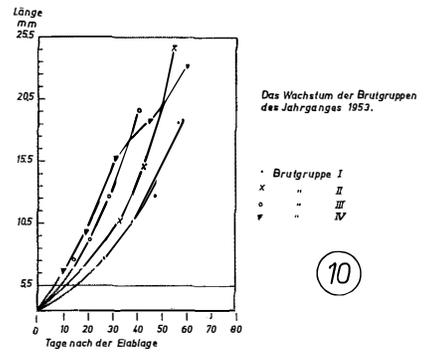
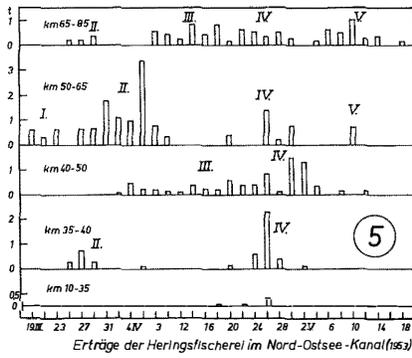
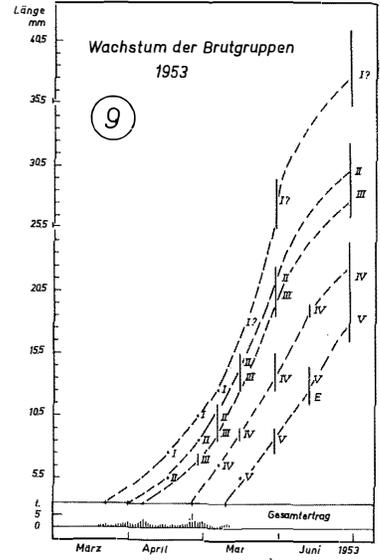
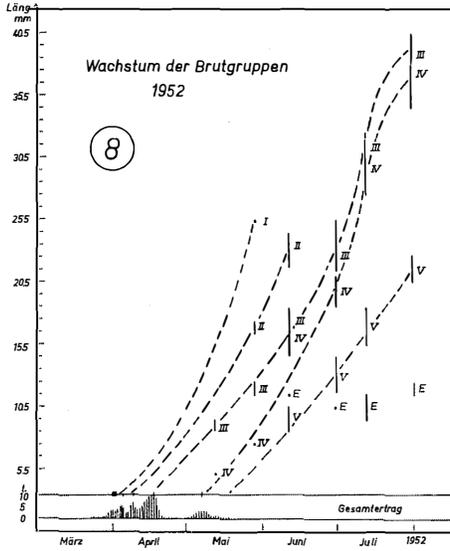
---

Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 22)

Abb. 6: Häufigkeit und Größenverteilung der Heringslarven an verschiedenen Stationen (ab Elbschleuse Brunsbüttelkoog von km 0—100) mit Kennzeichnung der Brutgruppen I—IV, Mai 1952.



Tafel 22



Im Vorangehenden ist ausgeführt worden, wie das Laichen der Heringe nacheinander in Schüben erfolgt. Da es sich hier im Nord-Ostsee-Kanal um eine Laichschwarmfischerei handelt, spiegeln sich diese Höhepunkte intensiven Laichens in der kurzfristigen Anlandestatistik wider. Den Anstoß zum Laichen und damit die Ausprägung der oft scharfen Gipfel in der Ertragskurve bedingen meteorologische Faktoren. Durch die Aufteilung der Laichsaison von Ende März bis Mitte Mai in vier bis fünf kürzere „Laichepisoden“ entstehen vier bis fünf Brutgruppen, die in den Längenmeßreihen der Brutfänge durch mehrere Gipfel zu erkennen sind. Die Angehörigen einer solchen Brutgruppe sind Nachkömmlinge von Elterntieren, die zusammen in einer „Laich-episode“ zur Fortpflanzung schritten.

#### Das Wachstum der Larven in Abhängigkeit von der Temperatur

Das fortschreitende Wachstum der Brutgruppen kann bis zum Mai mit Sicherheit verfolgt werden. Da die Gruppen eine zonale Verbreitung aufweisen und sich bei verschiedenen Stationen überschneiden, ist es nicht zweckmäßig, die Addition aller Fänge von einer Fahrt und eine Längenmittelbildung vorzunehmen, wie A. J. C. JENSEN (1950) dies für die Larven der dänischen Gewässer durchführte.

Bei der zusammenfassenden Darstellung der Resultate (Taf. 23, Abb. 8 u. 9), die sich bezüglich des Wachstums ergeben haben, wird darum der Gipfelpunkt als hervorstechendes Charakteristikum der einzelnen Gruppen gewertet. Die stärker hervortretenden Plus- und Minusvarianten sind als senkrechte Linien dazu eingezeichnet worden. Mit zunehmender Größe der Larven erstreckt sich auch die Variationsbreite über einen immer weiteren Bereich, ohne daß deutliche Gipfel ausgeprägt werden. Nach der Metamorphose scheinen sich Jungheringe von annähernd gleicher Größe zu Schwärmen zu vereinen, die bisweilen vom Netz erfaßt werden, zu hohen Fangziffern führen und dann auch einen schärferen Gipfel ausbilden können. Es muß dahingestellt bleiben, ob diese Gipfel noch als Gruppenmerkmal gewertet werden dürfen. Die Gruppierungen von Juni an sind darum unsicher.

Die Beziehungen zwischen der Temperatur und dem Wachstum der Brutgruppen 1953 gehen mittelbar aus der Abbildung 10 (Taf. 23) hervor. Die später im Jahre abgelegten Eier und geschlüpften Larven treffen höhere Temperaturen an, die zur Abkürzung der Inkubationszeit und zu einer Beschleunigung des Wachstums führen, wenn genügend Nahrung zur Verfügung steht. Als Zeitpunkt Null gilt in der Abbildung die Zeit der Befruchtung, wie sie aus den Anlandedaten ersichtlich wird. Die waagerechte Linie deutet das Schlüpfen an, das im allgemeinen bei einer Länge von 5,5 mm erfolgt. Nur beim Schlüpfen der Gruppe V werden ausnahmsweise auch Dottersacklarven von 4 bis 5 mm beobachtet.

Bis zum Erreichen einer Länge von 12,5 mm benötigen die Brutgruppen des Jahresganges 1953:

- I 45 Tage; Temperatur z.Z. des Laichens betrug 6° C
- II 37 Tage; Temperatur z.Z. des Laichens betrug 7° C
- III 29 Tage; Temperatur z.Z. des Laichens betrug 10° C
- IV 25 Tage; Temperatur z.Z. des Laichens betrug 11,5° C

Der auf eine Verlangsamung des Wachstums hindeutende Knick in der Kurve bei der Brutgruppe IV mag durch schlechtere Ernährungsbedingungen im Juni 1953 verursacht worden sein. (Nach mündlicher Mitteilung von Herrn Dr. H. A. BUCHHOLZ)

---

#### Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 23)

Abb. 7: Häufigkeit und Größenverteilung der Heringslarven an verschiedenen Stationen (ab Elbschleuse Brunsbüttelkoog von km 0—100) mit Kennzeichnung der Brutgruppen I—IV, April—Mai 1953.

Das Auftreten der von der Elbe her eingewanderten Larvengruppen (mit „E“ gekennzeichnet, siehe Abb. 8 und 9) mit Häufigkeitsgipfeln bei 9—12 mm deutet darauf hin, daß die Laichablage der Küsten-Frühjahrsheringe der Nordsee später erfolgt. Auch in den Knüppelnetzfangen des R. F. D. „Poseidon“ erscheinen die Larven dieser Heringe gewöhnlich im Mai mit Längen von 8—15 mm. In der Ems soll nach Angaben der Fischer die Hochzeit des Laichens erst in die zweite Maihälfte fallen (A. BÜCKMANN, 1950).

Die ersten Wachstumsuntersuchungen an Frühjahrsheringen der westlichen Ostsee wurden von H. A. MEYER (1876) in der Schlei ausgeführt. In einer zusammenfassenden Tabelle (pag. 240) gibt er folgende Längen für die Larven an:

	1. Monat nach	3. Monat nach	6. Monat nach	12. Monat nach
bei Geburt	Befruchtung	Befruchtung	Befruchtung	Befruchtung
5—8 mm	17—18 mm	45—50 mm	75—80 mm	130—140 mm

A. J. C. JENSEN (1950) kann bei seinen Wachstumsuntersuchungen der Heringsbrut in dänischen Gewässern durch das Vorhandensein von mehr oder minder zu unterscheidenden Längengruppen zwei Laichzeiten ableiten (Ende März/Anfang April und Mitte Mai). Die genaue Verfolgung des Wachstums oder gar einzelner Brutgruppen ist aber wegen der starken Streuung der Mittelwerte der Larvengrößen in den einzelnen Gebieten nicht möglich. Sicherlich wird auch ein Abbläichen in mehreren einander folgenden Schüben an verschiedenen Orten in den zahlreichen Buchten der reichgliederten dänischen Gewässer je nach den zur Laichzeit herrschenden hydrographischen und meteorologischen Situationen stattfinden. Unmittelbar nach dem Schlüpfen aber bewirken die in ihrer Richtung und Stärke sehr schwankenden Strömungen eine Vermischung der Brutgruppen, so daß diese nicht mehr getrennt werden können.

In den dänischen Gewässern steigen die Wassertemperaturen im Frühjahr langsamer an als im abgeschlossenen flachen Nord-Ostsee-Kanal. Die durchschnittlichen Temperaturen an der Oberfläche liegen in der Beltsee im allgemeinen im April bei 4—5° C, im Mai bei 9° C (Feuerschiffsbeobachtungen), darum ist das Wachstum auch geringer. Ende Mai besitzen die Abkömmlinge der Aprillaicher in der Beltsee etwa eine Länge von 15 mm, im Nord-Ostsee-Kanal eine solche von 24—28 mm.

Die von R. KÄNDLER (1952) ausgeführten Brutuntersuchungen am Frühjahrshering bei Rügen zeigen ebenfalls eine ausgesprochene Gipfelbildung in den Längenmeßreihen. Im Greifswalder Bodden Anfang Juli 1939 sind deutlich vier Brutgruppen zu beobachten (die Gipfel liegen bei 8, 22—24, 30 und 36—38 mm). Leider ging der größte Teil des biologischen und auch hydrographischen Materials durch Kriegseinwirkung verloren, so daß ein zusammenhängendes Bild der Verhältnisse daraus nicht mehr gewonnen werden konnte.

Bei den Brutuntersuchungen in der Kieler Förde von K. E. NEB (1952) läßt sich diese Gipfelbildung nicht beobachten, da die Larvenfänge ab Ende Mai zu spärlich ausfielen.

### Zusammenfassung

Ein Teil der Frühjahrsheringe der westlichen Ostsee sucht den Nord-Ostsee-Kanal alljährlich als Laichrevier auf. Bestimmte Stellen werden auf Grund des Untergrundes und der Temperaturbegünstigung als Laichplatz bevorzugt.

Der Salzgehalt spielt keine Rolle, solange er über 5‰ bleibt. Es wird nachgewiesen, daß unterhalb dieser Grenze der Hering nicht mehr laicht.

In der Höhe der Tagesfänge der im Kanal ausgeführten Laichschwarmfischerei mit Bundgarnen spiegelt sich das in Schüben erfolgende Laichen wieder, das durch meteorologische Bedingungen ausgelöst wird.

Durch dieses in der Regel von Ende März bis Anfang Mai in mehreren Schüben nacheinander stattfindende Laichen wird eine entsprechende Anzahl von Brutgruppen ausgebildet, denen in den mehrgipfligen Meßreihen bestimmte Maxima zugeordnet werden können. An Hand der Verschiebungen dieser Maxima im Verlauf des Jahres wird das Wachstum zweier Jahrgänge bis zur Abwanderung der Jungfische im Herbst in die offene See verfolgt. Die Dauer der Entwicklung vom befruchteten Ei bis zu einer Larvenlänge von 12 mm beträgt für die bei einer Wassertemperatur von 6° C abgelegten Eier (Brutgruppe I) 45 Tage, für die bei 11,5° C abgelegten Eier (Brutgruppe IV) nur 25 Tage.

Herbstheringslarven aus der Nordsee und die Brut des Elbherings dringen im April/Mai bzw. Juni/Juli von der Elbe her in den Kanal ein.

#### Literaturverzeichnis

- ALEEM, A. A. und SCHULZ, E., 1952: Zonierung von Algengemeinschaften. Kieler Meeresforsch., Bd. 9, Kiel. — ARNDT, W., 1931: Die Tierwelt des Nord-Ostsee-Kanals und ihr Lebensraum. Der Naturforscher, 8. Jahrg., Heft 4, Berlin. — BRANDHORST, W., 1955: Über Laichen und Aufwuchs des Frühjahrsherings im Nord-Ostsee-Kanal unter besonderer Berücksichtigung seiner Hydrographie. Dissertation Kiel. — BRANDHORST, W., 1955: Hydrographie des Nord-Ostsee-Kanals. Kieler Meeresforsch. Bd. XI, Heft 2. — BRANDT, K., 1896: Das Vordringen mariner Tiere in den Kaiser-Wilhelm-Kanal. Zool. Jahrbuch, Abt. Sylt, Bd. 9, pg. 387—408. — BRANDT, K., 1897: Über die Tierwelt und die Lebensbedingungen im Kaiser-Wilhelm-Kanal. Mitt. Deutsch. Seefisch. Verein, 13., 6, pg. 1—10. — BÜCKMANN, A., 1950: Die Untersuchungen der Biologischen Anstalt über die Ökologie der Heringsbrut in der südlichen Nordsee. 1. und 2. Teil. Helgoländer Wiss. Meeresuntersuchungen, Bd. 3, List. — BÜCKMANN, A. und HEMPEL, G., 1953: Betrachtungen über Verteilung und Entwicklung der Heringslarven an der west- und ostfriesischen Küste im Frühjahr 1952. Kurze Mitt. aus d. fischereibiol. Abt. des Max-Planck-Inst., Nr. 2. — BÜCKMANN, A., HARDER, W. und HEMPEL, G., 1953: Unsere Beobachtungen am Hering. Kurze Mitt. Nr. 3. — DECHOW, F., 1920: Die Bodentiere des Kaiser-Wilhelm-Kanals. Diss. Kiel. — EHRTE, H. J. und MANN, H., 1950: Experimentelle Beiträge zur Physiologie der Befruchtung bei Fischen. Archiv für Fischereiwissenschaft, Jahrg. 2, Heft 1-2, Braunschweig. — FORD, E., 1928: Herring Investigation: The artificial Fertilization and Hatching of Herring-eggs under known Condition of Salinity. Journ. of the Mar. Biol. Ass., Vol. XVI, Plymouth. — FORD, E., 1928: The Growth of Young Herring in the Neighbourhood of Plymouth. Journ. of Mar. Biol. Ass., Vol. XV, Plymouth. — HEMPEL, G., 1953: Meristische Merkmale der Frühjahrsheringe in Ems und Elbe. Kurze Mitt. aus d. fischereibiol. Abt. des Max-Planck-Inst., Nr. 3. — HINKELMANN, A., 1898—1907: Über die im Jahre 1896—1906 ausgeführte Versuchsfischerei im Kaiser-Wilhelm-Kanal. Mitt. Deutsch. Seefisch. Verein, Bd. 13—23. — JENSEN, A. J. C., 1950: Amount and Growth of Herring Fry in Danish Waters. Rep. of Dan. Biol. Station, Copenhagen. — KÄNDLER, R., 1952: Über das Laichen des Frühjahrsherings bei Rügen und die Häufigkeit der Brut des Herbstherings in der Beltsee und südlichen Ostsee. Kieler Meeresforsch. Bd. VIII, Heft 2. — KINNE, O., 1955: Neomysis vulgaris. Eine autökologische Studie. Biolog. Centralblatt Bd. 74, Heft 3/4. — KOTTHAUS, A., 1939: Zuchtversuche mit Heringslarven. Helg. Wiss. Meeresunters. Bd. 1, Heft 3. — MEYER, H. A., 1876: Beobachtungen über das Wachstum des Herings im westlichen Teil der Ostsee. Jahresber. d. Comm. z. wiss. Unters. d. Deutsch. Meere in Kiel, IV., V., VI. Jahr. — NEB, K. E., 1952: Untersuchungen über Fortpflanzung und Wachstum an den Heringen der westlichen Ostsee mit besonderer Berücksichtigung der Kieler Förde als Laichgebiet und Fangplatz. Diss. Kiel. — SCHACH, H., 1939: Die künstliche Aufzucht von Clupea harengus. Helgol. Wiss. Meeresunters. Bd. 1, Heft 3. — SCHÜTZ, L. und KINNE, O., 1955: Über die Mikro- und Makrofauna der Holzpfähle des Nord-Ostsee-Kanals. Kieler Meeresforsch. Bd. XI, Heft 1.